



PROSIDING

SIMPOSIUM NASIONAL KELAUTAN DAN PERIKANAN II

MAKASSAR, 5 OKTOBER 2015

EKOSISTEM LAUT, PESISIR DAN PULAU-PULAU KECIL
BIOTEKNOLOGI KELAUTAN DAN PERIKANAN
PENGELOLAAN SUMBERDAYA PERIKANAN



PROSIDING
SIMPOSIUM NASIONAL II KELAUTAN DAN PERIKANAN 2015

DEWAN REDAKSI

Pengarah:

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Penanggung jawab:

Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin

Penyunting (Editor):

Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc.

Moh. Tauhid Umar, S.Pi., MP.

Yayu Anugrah La Nafie, ST., M.Sc

Dwi Fajriani Inaku, S.Kel., M.Si.

Nadiarti *et al.* (editor). 2015. Prosiding Simposium Nasional II Kelautan dan Perikanan 2015. Makassar, 5 Oktober 2015.

Simposium Nasional II Kelautan dan Perikanan 2015 (9 Mei 2015: Makassar)

Prosiding Simposium Nasional II Kelautan dan Perikanan, 5 Oktober 2015

Penyunting:

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, 2015

ISBN: 978-602-71759-1-4

Penyunting

@ Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All rights reserved

Penyunting: Nadiarti, Moh. Tauhid Umar, Yuyu Anugrah La Nafie dan
Dwi Fajriani Inaku

Diterbitkan oleh: Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas
Hasanuddin, Makassar, 5 Oktober 2015

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa ijin dari
penyunting.

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN

MAKALAH BIDANG EKOSISTEM LAUT, PESISIR DAN PULAU-PULAU KECIL

Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Sonit, Kepulauan Banggai: Biodiversitas dan Isu-Isu Pengelolaan	1
<i>Abigail Moore, Samliok Ndobe, Al Ismi M. Salanggon dan Deddy Wahyudi</i>	
Daya Tarik Spot-Spot Penyelaman Ditinjau dari Kondisi Terumbu Karang dan Ikan Karang di Pulau Hoga, Taman Nasional Wakatobi	8
<i>Ahmad Bahar</i>	
Pola Sebaran Sedimen di Teluk Yos Sudarso Kota Jayapura	15
<i>Annita Sari, Dahlan, Mahatma Lanuru</i>	
Studi Konsentrasi Kandungan Fosfat di Perairan Kamal, Selat Madura, Kabupaten Bangkalan	23
<i>Aries Dwi Siswanto dan Wahyu Andy Nugraha</i>	
Analisis Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Kawasan Budidaya Tambak Marjinal dan Terlantar di Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan	27
<i>Asbar, Muh. Hattah Fattah dan Ahmad Fahriza</i>	
Keanekaragaman Makroozobentos di Hutan Mangrove Alami dan Rehabilitasi di Kabupaten Sinjai	36
<i>Ernawati S.K</i>	
Sebaran Kerang Pisau (<i>Solen</i> sp.) di Perairan Kabupaten Sampang, Madura, Jawa Timur	43
<i>Eva Ari Wahyuni, Insafitri, Gatot Ciptadi, dan Mohammad Nur Ihsan</i>	
Laju Pertumbuhan dan Produksi Daun Lamun <i>Enhalus acoroides</i> di Wilayah Pesisir Labakkang Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan	48
<i>Hamsiah, Endang Yuli Herawati, Mohammad Mahmudi, Aida Sartimbul</i>	
Analisa Erosi Pantai Pulau Barrang Caddi Kota Makassar	56
<i>Mahatma Lanuru</i>	
Hubungan Karakteristik Habitat dengan Kelimpahan Ikan Hias Injel <i>Batman Pomacanthus imperir</i> di Perairan Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan	64
<i>Mauli Kasmi, Abdullah, dan Ilham</i>	
Parameter Oseanografi pada Calon Daerah Kawasan Konservasi Perairan Laut Kabupaten Luwu Utara	72
<i>Muh. Farid Samawi, Ahmad Faisal, dan Chair Rani</i>	
Kelimpahan Zooxanthellae pada Koloni Karang <i>Montipora</i> yang Terinfeksi <i>Black Band Disease</i> dan <i>White Syndrome</i> di Pulau Air, Kepulauan Seribu	80
<i>Ramadhan Kemal Pudjiarto dan Riani Widiarti</i>	

Struktur dan Komposisi Jenis Mangrove Desa Bonea dan Kodiri, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara <i>Rochmady</i>	85
Penggunaan Metode <i>Indo-Pacific Coral Finder</i> untuk Mengetahui Biodiversitas Karang di Kepulauan Banggai <i>Samliok Ndobe dan Abigail Moore</i>	95
Fluktuasi Biomassa Lamun di Pulau Barranglompo Makassar <i>Supriadi Mashoreng</i>	104
Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pulau Bulu' Poloe Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur <i>Suwarni, Moh. Tauhid Umar, Ismail, dan Muhammad Nur</i>	110
Prevalensi Penyakit Karang Daerah Perlindungan Laut di Teluk Maumere, Flores <i>Syafyudin Yusuf, Jamaluddin Jompa, Suharto, dan Awaludinnoer</i>	118
Komposisi Jenis dan Kepadatan Anemon Laut di Perairan Pantai Barat Pulau Barrang Lompon Kota Makassar, Sulawesi Selatan <i>Syainullah Wahana, Hadiratul Kudsiah, dan Muhammad Nur</i>	123
Variasi Musiman Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Distribusi Klorofil Selama Musim Monsoon Tenggara di Perairan Indonesia <i>W. Samad, J-H Oh, D. A. Suriamihardja</i>	129
MAKALAH BIDANG BIOTEKNOLOGI KELUTAN DAN PERIKANAN	
Seleksi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>) Strain Majalaya Tahan Infeksi Penyakit Menggunakan Marka Molekuler Cyca-DAB1*05 <i>Alimuddin, Adi Sucipto, Nurly Faridah, Sri Nuryati, dan Ayi Santika</i>	138
Uji Antibakteri Patogen Ekstrak Sponge Menggunakan Metode <i>High Throughput Screening</i> (HTS) dengan indikator MTT (3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide) <i>Arniati, Abdul Haris, dan Shinta Werorilangi</i>	144
Regenerasi Rumput Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i> Hasil Transformasi Gen Lysozim Menggunakan <i>Agrobacterium tumefaciens</i> pada Media Pemeliharaan dengan Pupuk yang Berbeda <i>Emma Suryati, Andi Tenriulo, Utut Widiyastuti dan Sri Rejeki H</i>	150
Potensi Bioaktif Rumput Laut Hijau <i>Ulva reticulata</i> Asal Takalar, Sulawesi Selatan Terhadap Mikroba Patogen Tanaman Kentang <i>Huyyirnah, Ifayanti Ridwan, Elmi Nurhaidah Zainuddin</i>	157
Analisa Kadar Fukosantin dalam Daun <i>Sargassum filipendula</i> dengan menggunakan Metode TLC. Scanner <i>Kartini Zailanie dan Hartati Kartikaningsih</i>	166
Karakterisasi Kualitas Garam dengan Teknologi Ulir dan Filter (TUF) pada Wilayah Pesisir Kabupaten Takalar <i>Mohammad Wijaya, Sudding dan Vita Yulianti</i>	170
Deteksi Virus <i>Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis Virus</i> (IHHNV) Tipe Infeksius pada Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>) dengan PCR <i>Sriwulan, Hilal Anshary, dan Junaedi</i>	175

Pengaruh Hormon Tiroxin (T4) terhadap Pertumbuhan Ikan Bawal Bintang <i>Trachinotus Blochii</i>, Lacepede	180
<i>Muhammad Imam Tanthowi, Usman M. Tang dan Iskandar Putra</i>	
Potensi Sitotoksitas Bahan Aktif Bakteri Asosiasi <i>Flavobacterium</i> sp. dari Karang Keras <i>Acropora Muricata</i> yang Terinfeksi Penakit BrB (Brown Band)	186
<i>Widyastuti, Shinta Werorilangi, Arniati Massinai, dan Akbar Tahir</i>	
Suplementasi Hormon Pertumbuhan Rekombinan dan Relevansinya dalam Pembenihan Ikan Bandeng	192
<i>Wiwien Mukti Andriyani, Alimuddin, Sofiati, dan Veni Darmawiyanti</i>	
MAKALAH BIDANG PENGELOLAAN SUMBERDAYA PERIKANAN	
Pengelolaan Mangrove Berbasis Mitigasi (Studi Kasus Kawasan Mangrove Tongke Tongke, Sulawesi Selatan)	200
<i>Abdul Haris Sambu</i>	
Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu dan Wisata Snorkeling Bagi Peningkatan Pendapatan Masyarakat Pulau Gili Labak, Sumenep	208
<i>Agus Romadhon</i>	
Pola Pertumbuhan Ikan Kembung <i>Rastreliger</i> sp. yang Tertangkap di Perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan	215
<i>Muhamad Ali Yahya, Syamsul Hadi dan Wayan Kantun</i>	
Kajian Kualitas Fisika Kimia Air Di Danau Limboto Kabupaten Gorontalo Provinsi Gorontalo	220
<i>Arafik Lamadi* dan Mulis</i>	
Aspek Reproduksi Udang Krosok (<i>Palaemon concinnus</i> DANA 1852) di Estuari Opak Kabupaten Bantul	225
<i>Arif Yoga Pambuko, Djumanto, Eko Setyobudi</i>	
Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Terbang (Exocoetidae) di Laut Seram	232
<i>Friesland Tuapetel, M. Natsir Nessa, Syamsu Alam Ali dan Sudirman</i>	
Tingkat Kematangan dan Perkembangan Reproduksi Gonad Abalon <i>Haliotis asinina</i> yang dipelihara di Hatchery	240
<i>Hadijah, Irwan Junaedi Effendy, Darmawati</i>	
Hubungan Panjang - Bobot Dan Faktor Kondisi Ikan Samandar (<i>Siganus Canaliculatus</i> Park, 1797) pada Ekosistem Padang Lamun Perairan Pulau Buntal Teluk Kotania, Kabupaten Seram Bagian Barat	248
<i>Husain Latuconsina dan Jahra Wasahua</i>	
Keragaman Genetik Ikan Beseng-Beseng (<i>Telmatherina ladigesii</i>) dari Sulawesi Selatan	257
<i>Jayadi, Andi Tamsil, dan St. Hadijah</i>	
Harvest Control Rule Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>) di Perairan Sulawesi Tenggara	263
<i>La Sara dan Oce Astuti</i>	
Kandungan Beberapa Logam di Dalam Rumpun Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i> di Perairan Kabupaten Bantaeng	271
<i>Liestiaty Fachruddin dan Khusnul Yaqin</i>	

Pengawasan Lalu Lintas Tuna Tongkol Cakalang (TTC) melalui Pendekatan Sertifikasi di Kota Palu <i>Mohammad Zamrud</i>	283
Nisbah Kelamin dan Ukuran Pertama Kali Matang Gonad Ikan Layang Deles (<i>Decapterus macrosoma</i> BLEEKER, 1841) di Perairan Majene, Sulawesi Selatan <i>Muh.Arifin Dahlan, Sharifuddin Bin Andy Omar, Joeharnani Tresnati, Moh Tauhid Umar dan Muhammad Nur</i>	289
Logam Berat Pb dan Zn dalam Sedimen dan Kaitannya dengan Tekstur, Bahan Organik, dan Potensial Redoks di Perairan Estuaria Jeneberang <i>Najamuddin, Tri Prartono, Harpasis S. Sanusi, I. Wayan Nurjaya</i>	295
Struktur Ukuran dan Tingkat Pemanfaatan Kepiting Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>) di Perairan Galesong Kabupaten Takalar <i>Nuraeni L. Rapi dan Harianti</i>	306
Analisis Daya Dukung Perairan Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> dalam Rangka Pengembangan Sistem Penguatan Industri Rumput Laut di Kabupaten Morowali <i>Nur Afraeni Lagalanti, Alva Edy Tontowi dan Anna Maria Sri Asih</i>	360
Morfometrik dan Meristik Ikan Rabbitfish (<i>Siganus</i> sp.) di Perairan Spermonde dan Teluk Bone <i>Sahabuddin, Abdullah B., Andi Iqbal Burhanuddin</i>	319
Pertumbuhan, Mortalitas, dan Kebiasaan Makan Ikan Betutu (<i>Oxyeleotris Marmorata</i>) di Waduk Kedung Ombo <i>Siti Nurul Aida*, Emy Dharyati Dan Agus Djoko Utomo</i>	327
Pola Reproduksi Kuda Laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) di Perairan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar <i>Syafiuddin, Andi Niartiningasih, Benny Audy Jaya Gosari, Suwarni</i>	335
Peluang Penerapan Konsep EAA untuk Tambak Udang Intensif di Indonesia (Studi Kasus di Tambak Intensif Vanamei PT GGA di Kecamatan Gantarang, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan) <i>Tarunamulia, Hasnawi dan Admi Athirah Muchlies</i>	343
Budidaya Laut Terpadu yang Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan Berbasis Trophic Level <i>Tatam Sutarmat, Rina P Astuti dan Ngurah Permana</i>	350
Konsep Kawasan Minapolitan dalam Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Nasional di Bidang Perikanan dan Kelautan di Indonesia <i>Yashinta Sutopo, Ady Jufri dan Safruddin</i>	359

Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Sonit, Kepulauan Banggai: Biodiversitas dan Isu-Isu Pengelolaan

Abigail Moore^{1*}, Samliok Ndobe², Al Ismi M. Salanggon¹ dan Deddy Wahyudi¹

¹Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan (STPL), Kampus Madani,

Jl Soekarno-Hatta km6, Palu 94118, Sulawesi Tengah

²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Peternakan dan Perikanan,
Universitas Tadulako, Kampus Bumi Tadulako, Palu 94118, Sulawesi Tengah

*E-mail: abigail2105@yahoo.com

ABSTRAK

Kepulauan Banggai terletak di jantung segitiga karang dunia, sebagai pusat keanekaragaman hayati laut global, dan dikenal sebagai pusat endemisitas. Pulau Sonit merupakan salah satu pulau terpencil yang berpenghuni di kepulauan tersebut dan telah dicanangkan sebagai kawasan konservasi perairan daerah. Data dan informasi mengenai ekosistem terumbu karang di pulau tersebut sangat terbatas. Survei dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data awal mengenai biodiversitas khususnya terumbu karang. Data biodiversitas ekosistem terumbu karang diperoleh dengan metode *swim survey*; indentifikasi karang hingga tingkat genus menggunakan Indopacific Coralfinder. Penilaian terhadap kondisi karang menggunakan metode Manta Tow. Data biofisik ditunjang oleh data sosio-ekonomi melalui Key Informant Interview (KII). Teridentifikasi sebanyak 33 genus dan hasil menunjukkan bahwa keanekaragaman karang keras tergolong tinggi. Kondisi umum dinilai Sedang. Biota berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang termasuk ikan endemik Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*), meskipun di Pulau Sonit cenderung berada di padang lamun di dalam laguna yang relatif terlindung. Hasil survei menunjukkan tekanan perikanan tinggi terhadap ikan dan avertebrata. Kerusakan akibat penambangan karang sebagai bahan bangunan sangat nyata dan diperkirakan akan meningkat berkaitan rencana pembangunan pasca kerusakan infrastruktur dan perubahan elevasi akibat aktivitas tektonik. Kerusakan fisik terhadap struktur terumbu karang meningkatkan kerawanan ekosistem dan penduduk Pulau Sonit terhadap dampak perubahan iklim. Disimpulkan bahwa dari aspek biodiversitas Pulau Sonit layak sebagai kawasan konservasi perairan, namun perlu perhatian terhadap aspek sosio-ekonomi dan mencari pola pembangunan berkelanjutan di pulau kecil tersebut.

Kata kunci: Pulau Sonit, biodiversitas, berkelanjutan, konservasi perairan, perubahan iklim

Pendahuluan

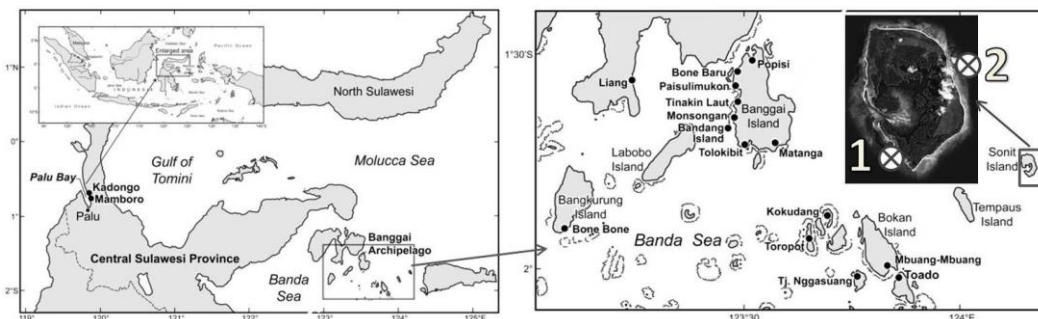
Propinsi Sulawesi Tengah terletak di jantung segitiga karang dunia, kawasan yang diakui sebagai pusat keanekaragaman hayati laut global. Kepulauan Banggai merupakan salah satu dari dua gugus pulau-pulau kecil yang dikenal sebagai pusat endemisitas biota perairan laut (Allen dan McKenna, 2001). Pulau Sonit di Kabupaten Banggai Laut, Kecamatan Bokan Kepulauan, merupakan salah satu pulau terpencil yang berpenghuni di Kepulauan tersebut, dan menempati posisi strategis pada perbatasan Provinsi Sulawesi Tengah dan Provinsi Maluku Utara (Radar Sulteng, 2012). Pulau Sonit yang juga dikenal sebagai Pulau Masoni telah dicanangkan sebagai kawasan konservasi perairan daerah. Berawal pada tahun 2007, sebelum pemekaran Kabupaten Banggai Laut (UU No. 5/2013) melalui SK Bupati Kabupaten Banggai Kepulauan No. 540/2007 kemudian dengan SK Bupati Banggai Laut No. 125/2004. Pada kedua SK tersebut sasaran konservasi utama adalah konservasi mangrove, terumbu karang dan mata tujuh (abalone, *Haliotis* sp.). Meskipun demikian, upaya pelestarian ekosistem pesisir masih minim dan belum ada upaya nyata pelestarian ekosistem terumbu karang (Ndobe dkk., 2015).

Data dan informasi mengenai ekosistem terumbu karang di pulau tersebut sangat terbatas. Tujuan utama pada penelitian ini adalah untuk memperoleh data awal mengenai biodiversitas dan kondisi ekosistem terumbu karang di Pulau Sonit, sedangkan tujuan sekunder adalah untuk mengidentifikasi isu-isu kunci berkaitan dengan pengelolaan ekosistem karang di pulau tersebut.

Bahan dan Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat selam dasar (snorkel dan masker, fins dan *wetsuit*), GPS (Garmin 76CSX), papan manta, Indopacific Coralfinder, papan tulis, pensil 2B, *underwater digital camera*, tabung sampling air dengan termometer, refractometer dan pH meter. Bahan yang digunakan adalah kertas tahan air, baterai alkaline AA dan aquades.

Lokasi Penelitian. Lokasi penelitian di Pulau/Desa Sonit, di Kecamatan Bokan Kepulauan, Kabupaten Banggai Laut, Provinsi Sulawesi Tengah. Peta lokasi Pulau Sonit dan posisi kedua stasiun pengamatan tercantum pada Gambar 1.



Sumber peta dasar: Ndobe, *et.al.* (2013); citra satelit Pulau Sonit: [http://bdpjn-c atalog.lapan.go.id](http://bdpjn-c.atolog.lapan.go.id)

Gambar 1. Peta Pulau Sonit di Kabupaten Banggai Laut dan stasiun-stasiun pengamatan

Data biodiversitas biota ekosistem terumbu karang diperoleh dengan metode *swim survey* (Hill dan Wilkinson, 2004), dimana indentifikasi karang hingga tingkat genus *in-situ* dengan menggunakan Indopacific Coralfinder (Kelley, 2011). Dokumentasi (pemotretan umum dan koloni karang tertentu) merupakan bagian inti dari *swim survey*. Kelimpahan genus dinilai secara kualitatif, relatif terhadap genus lainnya (tinggi, sedang, rendah).

Penilaian terhadap kondisi terumbu karang menggunakan metode Manta Tow (English dkk, 1997) dan skala kondisi menurut panduan EAFM (*Ecosystems Approach to Fisheries Management*) berdasarkan persentase penutupan substrat oleh karang keras (Buruk: <25%; Sedang 25-50%; Baik 50-75%; Sangat Baik >75%). Indikator Reef Check (Hodgson dkk., 2006) dan skala kelimpahan dalam Hodgson dan Libeler (2002) digunakan dalam penilaian biota berasosiasi. Pengambilan data kualitas air sesuai English dkk. (1997). Data biofisik ditunjang oleh data sosio-ekonomi dengan menggunakan *Key Informant Interview* (KII) (DFID, 2002).

Analisis Data. Data ditabulasi dan dianalisa secara deskriptif, sesuai jenisnya. Hasil survei dibandingkan dengan literatur dan data dari lokasi lain. Penilaian terhadap hasil berfokus pada konteks pengelolaan perikanan dengan pendekatan EAFM serta kelayakan sebagai kawasan konservasi.

Hasil dan Pembahasan

Keanekaragaman Karang Keras. Sebanyak 33 genus teridentifikasi pada 2 stasiun pengamatan di Pulau Sonit, yaitu hampir separuh ke-75 genus yang dilaporkan oleh Allen dan McKenna (2001) dari 46 stasiun pengamatan di Kepulauan Banggai dan Togean pada tahun 1998 (Tabel 1). Jumlah spesies dari setiap Genus yang ditemukan oleh Allen dan Mckenna (2001) di Teluk Tomini

dan Kepulauan Banggai tercantum pula pada Tabel 1 sebagai indikator keanekaragaman pada tingkat spesies. Uraian pada Tabel 1 diduga bukan daftar lengkap genus karang keras yang tumbuh di Pulau Sonit, antara lain karena metode survey. Pengamatan dengan peralatan snorkel terbatas pada kedalaman perairan 0-3 m, dan identifikasi jenis sebagian besar hanya sampai 2 m. Sedangkan survey tahun 1009 (Allen dan McKenna, 2001) dengan peralatan SCUBA pada beberapa kedalaman.

Tabel 1. Genus karang keras teridentifikasi pada 2 stasiun di Pulau Sonit

No	Genus	Stasiun		Kelimpahan di Pulau Sonit	Spesies (Allen & McKenna, 2001)
		I	II		
1	Acropora	X	X	Tinggi	49
2	Alveopora	X	X	Rendah	2
3	Australogyra		X	Rendah	1
4	Echinopora	X	X	Sedang	7
5	Euphyllia	X		Rendah	6
6	Favia		X	Sedang	7
7	Favites		X	Sedang	4
8	Fungia	X	X	Sedang	11
9	Galaxea	X	X	Sedang	6
10	Goniastrea		X	Sedang	4
11	Goniopora	X	X	Sedang	4
12	Halomitra		X	Rendah	3
13	Heliofungia	X	X	Rendah	1
14	Heliopora	X	X	Sedang	2
15	Herpolitha	X	X	Rendah	1
16	Isopora		X	Rendah	2
17	Lobophyllia		X	Sedang	7
18	Merulina		X	Rendah	2
19	Millepora	X	X	Sedang	4
20	Montastrea		X	Sedang	5
21	Montipora	X	X	Tinggi	21
22	Pavona		X	Sedang	10
23	Pectinia	X	X	Sedang	6
24	Platygyra	X	X	Sedang	6
25	Plerogyra		X	Rendah	3
26	Pocillopora	X	X	Sedang	5
27	Porites	X	X	Tinggi	12
28	Sandolitha		X	Rendah	2
29	Seriopora	X		Sedang	3
30	Stylophora	X	X	Sedang	1
31	Symphyllia		X	Sedang	5
32	Tubipora	X		Rendah	3
33	Turbinaria	X		Sedang	6
Total		20	29		211

Genus yang mendominasi pada stasiun I adalah Acropora, sebagian besar berbentuk branching (bercabang) namun terdapat pula bentuk tabulate (meja) dan digitate (berjari). Genus Montipora relatif berlimpah pada kedua stasiun, sebagian besar berbentuk foliose (lembaran, berbentuk daun), namun sebagian berbentuk encrusting (merayap), branching (bercabang) dan semi-massif, sedangkan bentuk dominan genus Porites adalah branching. Pada stasiun II, bentuk yang mendominasi adalah karang masif, di antaranya Porites sp. dan berbagai Genus “karang otak” di antaranya Favia, Favites, Goniastrea, Montastrea, Platygyra dan Symphyllia. Karang jamur terdapat di kedua stasiun, terutama Genus Fungia. Goniopora berbentuk masif dan semi-masif ditemukan di kedua stasiun. Sebagian spesies relatif langka seperti Australogyra dan Isopora hanya ditemukan pada satu stasiun.

Komposisi spesies mengikuti pola umum yang dilaporkan dalam Allen dan McKenna (2001) sebagai hal yang lazim terjadi pada terumbu karang di kawasan Indo-pasifik secara umum dan di Kepulauan Banggai dan Togean secara khusus, yaitu bahwa tiga genus cenderung mendominasi dari aspek tutupan maupun jumlah spesies yaitu *Acropora*, *Montipora* dan *Porites*, sedangkan spesies lain bervariasi antar lokasi. Diantar genus lainnya dalam 10 yang memiliki jumlah spesies terbanyak menurut Allen dan McKenna, yaitu *Fungia*, *Pavona*, *Leptoseris*, *Lobophyllia*, *Echinopora*, *Favia* dan *Pectinia*, hanya *Leptoseris* tidak ditemukan.

Meskipun identifikasi pada tingkat spesies tidak dilakukan, keanekaragaman dalam morfologi yang teramati menunjukkan bahwa kemungkinan besar terdapat beberapa spesies dalam sebagian besar genus yang teramati. Namun keanekaragaman warna dan atau morfologi yang berbeda belum tentu menunjukkan spesies yang berbeda. Warna suatu koloni tergantung jenis zooxanthellae atau alga renik *Symbiodinium* sp. yang bersimbiosis dengannya. Sedangkan bentuk sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti substrat, cahaya, persaingan dengan karang atau biota lain, arus, ombak dan lainnya.

Biota Ekosistem Karang. Hasil pengamatan terhadap biota yang berasosiasi dengan ekosistem karang menunjukkan tekanan perikanan tinggi terhadap ikan maupun avertebrata bernilai ekonomis. Hal ini terlihat dari rendahnya kelimpahan biota indikator, khususnya ikan dan avertebrata bernilai ekonomis atau dapat dikonsumsi (Tabel 2).

Tabel 2. Kelimpahan biota indikator ekosistem terumbu karang di Pulau Sonit

Jenis Biota (Ikan/Avertebrata)	Keterangan Indikator	Kategori Kelimpahan*			Pulau Sonit #
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Ikan					
Chaetodontidae (ikan kupu-kupu)	Kondisi karang dan perikanan ikan hias	1-16	17-44	>44	Sedang
Haemulidae	Tekanan perikanan	1-2	3-20	>20	Rendah
Lutjanidae	Ikan konsumsi & ikan hidup	1	2-4	>4	TA
Cromileptes altivelis		1	2-4	>4	Sedang
Serranidae TL>30cm		1	2-3	>3	TA
Cheilinus undulates (ikan Napoleon)	Perikanan ikan hidup + Keseimbangan ekologis	1	2-3	>3	TA
Bolbometopon muricatum	Tekanan perikanan terhadap herbivora	1	2-4	>4	TA
Scaridae TL>20cm (ikan kakatua)	berperan penting	1-2	3-20	>20	Sedang
Muraenidae (belut moray)	Kondisi struktur terumbu + Keseimbangan trofik	1	2-4	>4	Sedang
Avertebrata					
Stenopus hispidus (udang pembersih)	Perikanan ikan hias + Kondisi struktur terumbu	1-3	4-10	>10	Rendah
Diadematidae (bulubabi hitam)	Bioerosi + Konsumsi herbivora	1-4	5-19	>19	Rendah
Holothuridae (teripang)	Pemanfaatan avertebrata (konsumsi, ekspor)	1	2-3	>3	Rendah
Acanthaster planci (pemangsa karang)	Keseimbangan ekologis (tangkap berlebih dll)	1	2-3	>3	Rendah
Tridacnidae (kima)	Pemanfaatan avertebrata bentik (konsumsi/hias)	1-3	4-10	>10	Rendah
Charonia tritonis (triton terompet)	Pemanfaatan avertebrata + keseimbangan ekologis	1	2-3	>3	TA
Palinuridae (udang lobster)	Pemanfaatan avertebrata (konsumsi, hidup/ekspor)	1	2-3	>3	TA

Keterangan: TA = tidak teramati

* Hodgson dan Libeler (2002) & Hodgson, dkk (2006)

Allen dan McKenna (2001) mengidentifikasi 819 spesies ikan serta 541 spesies Moluska dari 103 Famili dan mengestimasi bahwa jumlah total spesies ikan di perairan Kepulauan Banggai (sekarang mencakup Kabupaten Banggai Laut dan Kabupaten Banggai Kepulauan) melebihi 900 spesies. Selain biota indikator, jumlah genus dan spesies ikan yang teramati di Pulau Sonit dan sekitarnya cukup tinggi (Ndobe dkk., 2015), namun kelimpahan setiap spesies umumnya rendah. Sedangkan untuk Moluska dan avertebrata lain jumlah maupun keanekaragaman tergolong rendah.

Dugaan terjadinya pemanfaatan cukup intensif dan kemungkinan berlebih terhadap berbagai jenis ikan dan avertebrata berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang ditunjang oleh hasil survei sosio-ekonomi (KII). Antara lain bahwa perairan di sekitar Pulau Sonit merupakan daerah penangkapan ikan bagi nelayan setempat (penduduk permanen dan penghuni musiman atau sementara) maupun nelayan dari desa, kabupaten bahkan provinsi lain. Perubahan yang terjadi antara lain *range collapse* (penurunan hasil dan peningkatan jarak ke daerah penangkapan jenis sasaran), penurunan jumlah dan ukuran ikan “batu”, maupun pergeseran upaya penangkapan kepada ikan pelagis.

Dari aspek konservasi, ikan Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) terdapat di Pulau Sonit, sebagaimana telah dilaporkan oleh Vagelli dan Erdmann (2002). Ikan endemik di Kepulauan Banggai dan berstatus *Endangered* tersebut ditemukan di sekitar jalur masuk ke dalam laguna yang relatif terlindung. Pada lokasi tersebut penutupan substrat cenderung lebih didominasi oleh lamun (terutama *Enhalus acaroides*) dan alga (termasuk *Halimeda* sp.) dibanding karang. Sebagian besar *P. kauderni* berasosiasi dengan bulu babi *Diadema* sp. dan anemone laut namun sebagian berada di koloni karang bercabang dari genus *Acropora*.

Kondisi Ekosistem Terumbu Karang. Kondisi umum ekosistem karang tergolong Sedang dengan penutupan karang keras umumnya pada kisaran 25-50%. Pada stasiun I, sebagian terumbu karang dalam kondisi Baik dengan penutupan pada kisaran 50-75%, namun sebagian mengalami kerusakan berarti nampaknya dari perikanan destruktif. Pada Stasiun II, terdapat sejumlah besar *bommies* atau gugusan karang pada dasar pasir biogenik, sehingga diduga secara alami tidak memiliki penutupan karang keras di atas 50%. Namun sebagian signifikan mengalami kerusakan yang nampak sebagai akibat pengambilan koloni-koloni karang masif (penambangan karang). Jika dibanding dengan berbagai lokasi survei lainnya di Kepulauan Banggai (LC-EAFM STPL-Palu, 2014; Ndobe dkk., 2015), kelimpahan dan keanekaragaman ikan dan biota lain relatif tinggi, sehingga dapat pula dikatakan “sedang” meskipun kelimpahan sebagian besar biota bernilai ekonomis tinggi diduga jauh di bawah biomasa semulanya.

Ancaman terhadap ekosistem terumbu karang. Ancaman terhadap ekosistem terumbu karang yang teramati dan atau hasil KII tercantum pada Tabel 3. Dicantumkan pula beberapa ancaman yang terjadi di Kepulauan Banggai (LC-EAFM STPL-Palu, 2014; Ndobe dkk., 2015) sehingga tidak menutup kemungkinan terjadi pula di perairan di sekitar Pulau Sonit.

Ancaman terhadap ekosistem pesisir di Pulau Sonit banyak dan beragam. Antara lain aktivitas penambangan karang sebagai bahan bangunan dapat dipandang sebagai ancaman utama bukan hanya terhadap ekosistem terumbu karang itu sendiri tetapi terhadap semua ekosistem dan bahkan keberadaan Pulau Sonit. Kerusakan yang disebabkan sangat nyata. Aktivitas tektonik yang mengakibatkan penurunan elevasi sebagian Pulau Sonit merupakan salah satu penyebab abrasi pantai yang mengancam keberadaan Pulau Sonit, namun diduga kuat bahwa abrasi yang semakin nyata juga erat kaitan dengan aktivitas penambangan karang sehingga efektivitas fungsi ekologis sebagai pelindung pantai telah menurun. Diprediksi bahwa penambangan karang akan meningkat

berkaitan rencana pembangunan di Pulau Sonit, termasuk bangunan infrastruktur pasca kerusakan maupun infrastruktur tambahan. Tidak terdapat sumber bahan bangunan alternatif di Pulau Sonit dan menurut masyarakat maupun instansi terkait sangat kecil kemungkinan proyek-proyek di pulau tersebut akan mengadakan batu (ataupun pasir) dengan biaya transportasi yang sangat mahal.

Tabel 3. Ancaman terhadap ekosistem terumbu karang di Pulau Sonit dan Kepulauan Banggai

Kerusakan fisik	Pulau Sonit	Kepulauan Banggai
Penambangan karang	X	X
Penggunaan bahan peledak	X	X
Penggunaan bahan beracun	X	X
Pengambilan bambu laut (<i>Isis hippuris</i>)	X	X
Pengambilan abalon (<i>Haliotis</i> sp.)	X	X
Kerusakan fisik lainnya (penindisan, jangkar dll)	X	X
Tanda Tangkap Lebih	Pulau Sonit	Kepulauan Banggai
Ikan batu/ikan karang (sebagian)	X	X
Moluska	X	X
Ekinodermata	X	X
Pengambilan biota yang dilindungi	Pulau Sonit	Kepulauan Banggai
Penyu (<i>Chelonia mydas</i> , <i>Eretmochelys imbricata</i>)	X	X
Penyu (<i>Dermochelys coriacea</i>)		X
Duyung (<i>Dugong dugon</i>) dan Cetacea		X
Tridacnidae (kima)	X	X
Cassus cornutus		X
Charonia tritonis		X
Trochus niloticus	X	X
Cheilinus undulatus	X	X

Kerusakan fisik terhadap struktur terumbu karang meningkatkan kerawanan ekosistem pulau kecil ini yang memiliki elevasi sangat rendah. Ditinjau dari aspek pembangunan, penduduk Pulau Sonit sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim yang diprediksi antara lain dalam Hoegh-Guldberg dkk. (2009). Termasuk secara khusus kerentanan terhadap peningkatan paras air laut maupun peningkatan severitas badai tropis dan energi ombak. Berdasarkan konteks adaptasi pada dan mitigasi dampak perubahan iklim, sangat penting mempertahankan dan memulihkan terumbu karang sebagai ekosistem pelindung, bersinergi dengan padang lamun dan hutan mangrove.

Kesimpulan

Pulau Sonit kaya akan keanekaragaman hayati pesisir dan laut. Meskipun telah mengalami degradasi dan pemanfaatan tidak berkelanjutan, dari aspek biodiversitas Pulau Sonit dinilai memiliki potensi sebagai kawasan konservasi perairan. Namun demikian, pola pengelolaan dinilai belum memenuhi kaidah-kaidah pembangunan berkelanjutan. Salah satu isu kunci adalah penggunaan terumbu karang serta pasir biogenik sebagai bahan konstruksi, dengan konsekuensi keberadaan ekosistem dan penduduk akan semakin terancam. Kelestarian alam di pulau kecil tersebut membutuhkan perhatian terhadap aspek sosio-ekonomi dan perubahan dalam pola pembangunan, dengan fokus khusus pada pembangunan infrastruktur fisik dan pengelolaan sumberdaya perikanan.

Daftar Referensi

- Allen G.R. dan Donaldson T.J. (2007). *Pterapogon kauderni*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. [Download 22 Agustus 2009]
- Allen G.R. dan McKenna S.A. (eds) (2001). A Marine Rapid Assessment of the Togeian and Banggai Islands, Sulawesi, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment 20. Conservation International, Washington DC, USA. 145 hal.

- DFID-SEA (2002). Handbook for Livelihoods Analysis (LHA) and Participatory Rural Appraisal (PRA). Research Institute for Aquaculture No.1, Ministry of Fisheries and DFID-SEA Aquatic Resources Management Programme.
- English S., Wilkinson C. dan Baker V. (1997). Survey Manual for Tropical Marine Resources. 2nd Edition. Australian Institute of Marine Sciences, Townsville, Australia. 390 hal.
- Hill J. dan Wilkinson C. (2004). Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia. 123 hal.
- Hodgson G. and Liebeler J. (2002) The Global Coral Reef Crisis Trends and Solutions, Reef Check, University of California at Los Angeles, Los Angeles, USA, 72 pages
- Hodgson G., Hill J., Kiene W., Maun L., Mihal, J., Liebeler J., Shuman C. dan Torres R. (2006). Reef Check Instruction Manual: A Guide to Reef Check Coral Reef Monitoring. Reef Check Foundation, Pacific Palisades, California, USA. 93 hal.
- Hoegh-Guldberg O., Hoegh-Guldberg H., Veron J.E.N., Gree, A., Gomez E. D., Lough J., King M., Ambariyanto, Hansen L., Cinner J., Dews G., Russ G., Schuttenberg H. Z., Penaflo E.L., Eakin C. M., Christensen T. R. L., Abbey M., Areki F., Kosaka R. A., Tewfik A., Oliver J. (2009). The Coral Triangle and Climate Change: Ecosystems, People and Societies at Risk. WWF Australia, Brisbane, 276 hal.
- Kelley R. (2011). Indo-Pacific Coral Finder 2.0. The Australian Coral reef Society. EYO Guides, Australia. Tersedia dari <http://www.coralhub>. 34 hal.
- LC-EAFM STPL-Palu (2014). Penilaian Performa Pengelolaan Perikanan menggunakan Indikator EAFM Kabupaten Donggala, Kabupaten Banggai, Kabupaten Banggai Laut. Laporan kepada WWF-Indonesia. Learning Centre Ecosystems Approach to Fisheries Management (LC-EAFM) di Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu (STPL-Palu). 174 hal.
- Ndobe. S., Setyohadi D., Herawati E.Y., Soemarno, Moore A., Palomares M.D., Pauly D. (2013). Life History of Banggai Cardinalfish (*Pterapogon kauderni*; Pisces, Apogonidae) from Banggai Islands and Palu Bay, Sulawesi, Indonesia. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria* 43(3): 237–250
- Ndobe S., Moore A., Salanggon A.I M. dan Wahyudi D. (2015). Ekosistem Pesisir di Kabupaten Banggai dan Kabupaten Banggai Laut. Kerja-sama Learning Centre EAFM Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan (LC-EAFM STPL-Palu) dengan WWF-Indonesia. 289 hal.
- NWG EAFM (2014). Modul Penilaian Indikator untuk Perikanan dengan Pendekatan Ekosistem. National Working Group on Ecosystems Approach to Fisheries Management, Direktorat Sumber Daya Ikan, Kementerian Kelautan dan Perikanan republik Indonesia. 85 hal.
- Radar Sulteng (2012). Gubernur Tegaskan Pulau Sonit dan Timpaus di Wilayah Sulteng. <http://www.radarsulteng.co.id/index.php/berita/detail/rubrik/50/6171>
- Vagelli A.A. dan Erdmann M.V. (2002). First Comprehensive Survey of the Banggai Cardinalfish, *Pterapogon kauderni*. *Environmental Biology of Fishes* 63 : 1-8

Daya Tarik Spot-Spot Penyelaman Ditinjau dari Kondisi Terumbu Karang dan Ikan Karang di Pulau Hoga, Taman Nasional Wakatobi

Ahmad Bahar

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,
Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar

E-mail : amb2270@yahoo.com

ABSTRAK

Terumbu karang dan ikan karang tidak dapat dipungkiri merupakan objek daya tarik kegiatan wisata bahari. Terumbu karang yang berkategori baik tentu lebih menarik bagi wisatawan daripada yang masuk kategori buruk/jelek. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi terumbu karang dan ikan karang di beberapa lokasi penyelaman di Pulau Hoga, Taman Nasional Wakatobi. Penelitian menggunakan data primer yang diperoleh melalui survei lapangan. Survei kondisi terumbu karang menggunakan metode Transek Garis (*Line Intercept Transect/LIT*) sedangkan survei ikan karang menggunakan metode Visual Sensus. Hasil penelitian menunjukkan persentase tutupan terumbu karang di Pulau Hoga secara umum termasuk kategori tinggi. Persentase tutupan karang hidup yang dijumpai berkisar antara 50,5 (terendah) di *Buoy 3* sampai 84,1 (tertinggi) di *Blue Hole*. Dari 10 lokasi yang diamati, terdapat 2 lokasi yang termasuk kategori kondisi terumbu karang sangat baik, yaitu *Blue Hole* dan *North Wall* dan ada 1 spot penyelaman dengan kondisi terumbu karang yang termasuk kategori sedang, yakni *Buoy 3* dengan persentase tutupan karang 45,8. Lokasi lainnya termasuk kategori baik. Jenis ikan karang yang dijumpai di sekitar Pulau Hoga ada 186 jenis. Jumlah famili yang dijumpai ada 30, ada 4 famili yang dominan adalah Pomacentridae (30 jenis) yang merupakan ikan mayor, Chaetodontidae (24 jenis) yang merupakan ikan indikator, Labridae (16 jenis) dan Serranidae (15 jenis) yang merupakan ikan target. Lokasi penyelaman yang paling diminati adalah *North Wall* dengan 15% pemilih.

Kata kunci: Ikan karang, Pulau Hoga, Spot Penyelaman, Terumbu Karang.

Pendahuluan

Terumbu karang yang sehat dan indah merupakan aset bagi pariwisata bahari. Banyak negara di dunia ini, perekonomiannya ditopang oleh sektor pariwisata dengan menjadikan terumbu karangnya sebagai daerah tujuan wisata bahari. Namun Kondisi terumbu karang saat ini telah mengalami kerusakan dan penurunan. Sebagian besar penyebab kerusakan terumbu karang dikarenakan berbagai kegiatan pemanfaatan seperti penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak, racun sianida, serta penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan seperti bubu, muroami dan sebagainya. Akibatnya, penurunan kondisi ekosistem terumbu karang akan berdampak terhadap kunjungan wisatawan pula (Orams, 19).

Pulau Hoga masuk dalam wilayah administrasi Kecamatan Kaledupa, Kabupaten Wakatobi, Provinsi Sulawesi Tenggara. Akses ke pulau ini melalui laut, dengan *speedboat*, sekitar 23 km (2 jam) dari Wanci, ibukota Kabupaten Wakatobi. Terdapat *homestay* sebanyak 140 buah yang dibangun sendiri masyarakat lokal. Berbentuk rumah panggung yang terbuat dari bahan kayu, dan atapnya ada yang dari daun sagu. Tersedia fasilitas desalinasi air laut milik *Operational Wallacea (Opwall)*, namun kadang tidak berfungsi. Terdapat *dive center* dan fasilitas untuk menyelam yang juga dikelola oleh Opwall dengan melibatkan masyarakat lokal.

Wisatawan yang berkunjung ke Pulau Hoga umumnya berasal dari luar negeri dan sebagian kecil berasal dari dalam negeri. Data kunjungan wisatawan

ke Pulau Hoga tahun 2006-2009 yang diperoleh dari TN Wakatobi menunjukkan bahwa ada lima asal negara pengunjung tertinggi dengan persentase masing-masing: Inggris (81,50), Amerika Serikat (6,41), Kanada (3,43), Irlandia (2,17), dan Spanyol (1,62). Selebihnya sebesar 6,5 persen berasal dari kunjungan negara-negara lain di Eropa, Amerika Selatan, Asia, Australia, dan Afrika (Gambar 5). Jika dibandingkan dengan pengunjung domestik dalam rentang waktu tersebut, rata-rata hanya 24,53% dari jumlah wisatawan mancanegara.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi terumbu karang dan ikan karang di beberapa lokasi (spot) penyelaman di Pulau Hoga, Taman Nasional Wakatobi yang selama ini menjadi objek dan daya tarik wisata bahari.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama 2bulan, mulai dari Juli - Agustus 2015 di Pulau Hoga, Taman Nasional Wakatobi, Kabupaten Wakatobi, Provinsi Sulawesi Tenggara. Waktu penelitian tersebut digunakan untuk pengambilan data lapangan, pengolahan data dan penyusunan draft laporan.

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah alat selam lengkap digunakan untuk melakukan penyelaman di dalam air pada saat proses pendataan. Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengambilan data bawah laut yaitu *roll meter* sebagai alat untuk melakukan *Line Intercept Transek* (LIT). Kertas Underwater, untuk mencatat pada saat melakukan penyelaman.

Buku *Reef Fish Identification Tropical Pasific* digunakan untuk keperluan dalam mengidentifikasi jenis-jenis ikan karang, kamera bawah air digunakan untuk mendokumentasikan hasil pengamatan. Setelah didokumentasikan, kemudian dilakukan pencatatan di atas kertas tahan air (*under water paper*). Setelah selesai melakukan penyelaman dilakukan pencatatan lokasi titik pengamatan dengan menggunakan *Global Position System* (GPS).

Prosedur Penelitian

Persiapan. Tahap pertama adalah studi literatur, yang dilakukan untuk mempertajam fokus dari praktek di lapang dan untuk penguatan kerangka teoritis, perumusan masalah, serta penyusunan metodologi. Tahap observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan yang sesungguhnya, mengidentifikasi permasalahan sebagai hipotesa awal dalam perencanaan penelitian. Tahap observasi ini juga dilakukan untuk mengetahui lokasi yang sebenarnya untuk pengambilan data lapangan, serta mempersiapkan alat-alat yang digunakan selama penelitian di lapangan.

Stasiun Penelitian. Penentuan lokasi pengambilan data penelitian dilakukan dengan menginput titik-titik lokasi penyelaman ke dalam GPS. Adapun titik-titik penyelaman di Pulau Hoga tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Sebelum memasang transek, terlebih dahulu dilakukan *snorkeling* untuk mengetahui kondisi dan topografi terumbu karang, secara umum yang kemudian dilanjutkan dengan penetapan posisi stasiun pengamatan.

Tabel 1. Posisi koordinat lokasi pengamatan untuk penyelaman

No	Nama lokasi penyelaman	Posisi Koordinat	
		Lintang	Bujur
1	Buoy 1	05° 23'20,0''S	123° 45'37,0''E
2	Buoy 2	05° 28'52,9''S	123° 45'54,5''E
3	Buoy 3	05° 28'02,0''S	133° 45'33,0''E
4	Kasim's Point	05° 28'01,3''S	123° 45'40,5''E
5	Baby Batfish	05° 27'49,2''S	123° 45'40,5''E
6	Inner Pinnacle	05° 27'22,0''S	123° 45'33,0''E
7	Outer Pinnacle	05° 26'57,6''S	123° 45'14,1''E
8	Coral Garden	05° 26'50,0''S	123° 45'12,5''E
9	Blue Hole	05° 26'40,8''S	123° 45'29,8''E
10	North Wall	05° 26'52,8''S	123° 46'0,26''E
11	Hoga Timur 1	05° 27'31,7''S	123° 46'38,4''E
12	Hoga Timur 2	05° 27'54,3''S	123° 47'16,7''E
13	Hoga Timur 3	05° 28'37,4''S	123° 47'40,7''E
14	Hoga Selatan 1	05° 28' 59,5''S	123° 46'5,7''E
15	Hoga Selatan 2	05° 28' 47,9''S	123° 46'2,9''E

Pengambilan Data Lapangan

Untuk mengetahui kondisi tutupan karang di Pulau Hoga, digunakan metode transek garis atau *Line Intersept Transect* (LIT). Dengan metode ini, di setiap titik pengamatan yang telah ditentukan sebelumnya, dilakukan penyelaman sepanjang transek 50 meter dan mencatat panjang setiap kategori substrat ataupun bentuk yang berada tepat di bawah transek garis. Adapun kategori yang diamati mengikuti petunjuk English *et al.* (1997) yaitu Hard Coral (HC), Soft Coral (SC), Algae (A), Sponge (SP), Rubble (R), Dead Coral (DC), Dead Coral Algae (DCA), dan Sand (S).

Untuk data kelimpahan ikan karang menggunakan metode sensus visual (Visual Census Method) (English *et al.*, 1997) yang secara teknis dilakukan dengan metode transek sabuk (*belt transect*). Pengambilan data ikan dan karang dilakukan secara berurutan. Setelah pendataan ikan selesai, selang beberapa menit diikuti pendataan karang. Dengan pertimbangan waktu dan persediaan oksigen yang terbatas, kegiatan pendataan ikan karang dimulai beberapa menit setelah pemasangan transek. Kelimpahan ikan tiap jenis mulai dihitung dengan batasan jarak pantau 2,5 meter pada sisi kiri dan kanan transek (English *et al.*, 1997).

Identifikasi jenis ikan karang dilakukan secara langsung di lapangan (untuk jenis ikan yang dikenali pada saat pengamatan) dengan merujuk pada buku-buku identifikasi ikan seperti Allen (1998).

Pengambilan data wisatawan menggunakan metode wawancara dan kuesioner. Data yang diperoleh berupa profil wisatawan, karakteristik wisatawan, dan persepsi wisatawan terhadap kondisi terumbu karang. Penentuan jumlah responden menggunakan rumus Slovin.

Analisis Data

Kelimpahan ikan. Menurut Dartnall dan Jones (1986) kelimpahan ikan dihitung dengan persamaan:

$$N = \frac{n}{A}$$

Dimana: n = jumlah individu ikan di tiap stasiun
 A = luas daerah pengamatan

Persentase tutupan setiap kategori lifeform terumbu karang dihitung dengan menggunakan formula menurut English *et al* (1997) sebagai berikut:

$$\% \text{ Cover} = \frac{F \text{ Panjang Kategori}}{\text{Panjang Transek}} \times 100 \%$$

Berdasarkan hasil analisis komponen lifeform terumbu karang ini ditentukan pada status kondisi atau tingkat kerusakan terumbu karang dengan merata-ratakan persentase komponen karang batu pada semua stasiun. Untuk penentuan 34 kondisi terumbu atau tingkat kerusakan terumbu karang ini digunakan kategori/kriteria menurut UPMSC (Brown, 1996).

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Ekosistem Terumbu Karang. Terumbu karang di Pulau Hoga didominasi oleh tipe terumbu karang tepi dan penghalang dimana spot penyebarannya terutama pada daerah rata-rataan terumbu pesisir dan pulau-pulau kecil. Terumbu karang terdapat disepanjang pantai Pulau Hoga dan dapat dijumpai dalam bentuk paparan terumbu, puncak terumbu dan lereng terumbu. Terumbu karang di Pulau Hoga dapat dijumpai hingga kedalaman 30 meter. Hasil analisis peta citra ALOS (2010), Luas P. Hoga 440,1 Ha, sedangkan luas areal terumbu karangnya adalah 648,3 Ha.

Persentase tutupan terumbu karang di Pulau Hoga secara umum termasuk kategori tinggi. Persentase tutupan karang hidup yang dijumpai berkisar antara 31,51 (terendah) di Hoga Timur 3 sampai 82,0 (tertinggi) di *Blue Hole*. Dari 15 lokasi yang diamati, terdapat 2 lokasi yang termasuk kategori kondisi terumbu karang sangat tinggi, yaitu *Blue Hole* dan *North Wall* dan ada dua stasiun dengan kondisi terumbu karang yang termasuk kategori sedang, yakni *Buoy 3* dan Hoga Timur 3 dengan persentase tutupan karang 45,8 dan 31,5. Lokasi lainnya termasuk kategori tinggi (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase tutupan karang hidup di lokasi penyelaman di Pulau Hoga (%)

Lokasi Penyelaman	Karang Keras(HC)	Karang Lunak (SC)	Lain(OT)	Tutupan Komunitas Karang	Kategori
Buoy 1	18,20	50,00	5,30	73,50	Baik
Buoy 2	62,09	3,24	1,82	67,15	Baik
Buoy 3	36,95	8,81	4,74	50,50	Sedang
Kasim's Point	42,06	19,42	2,02	63,50	Baik
Baby Batfish	31,70	28,75	21,55	82,00	Baik
Inner Pinnacle	39,30	24,20	3,90	67,40	Baik
Outer Pinnacle	33,15	20,10	5,55	58,80	Baik
Coral Garden	10,90	56,80	1,65	69,35	Baik
Blue Hole	26,30	55,70	2,10	84,10	Sangat Baik
North Wall	9,70	67,80	2,20	79,70	Sangat Baik
Hoga Timur 1	40,05	26,57	0,40	67,02	Baik
Hoga Timur 2	50,24	0,57	0,15	50,96	Baik
Hoga Timur 3	14,71	16,80	0,00	31,51	Sedang
Hoga Selatan 1	53,11	2,43	0,27	55,81	Baik
Hoga Selatan 2	39,03	20,48	2,35	61,86	Baik

Kondisi terumbu karang di Pulau Hoga yang secara umum masih baik disebabkan karena daerah tujuan wisata ini masuk dalam wilayah Taman Nasional Wakatobi dimana beberapa lokasi penyelaman di Pulau Hoga telah ditetapkan sebagai zona pemanfaatan pariwisata, sehingga relatif lebih terjaga dari aktifitas penangkapan ikan yang kadang merusak terumbu karang. Hanya ada dua lokasi yang dijumpai banyak terdapat pecahan karang (*rubble*), yaitu di *Buoy 2* dan *Buoy 3* karena berdekatan dengan dermaga Pulau Hoga. Tutupan pecahan karang pada kedalaman 10 meter di *Buoy 2* (11,8%) dan di *Buoy 3* (13,4%).

Persentase tutupan terumbu karang yang masih tinggi tersebut juga karena tingkat kesadaran wisatawan terhadap pelestarian terumbu karang cukup tinggi. Sebanyak 80% responden setuju adanya larangan memancing di zona

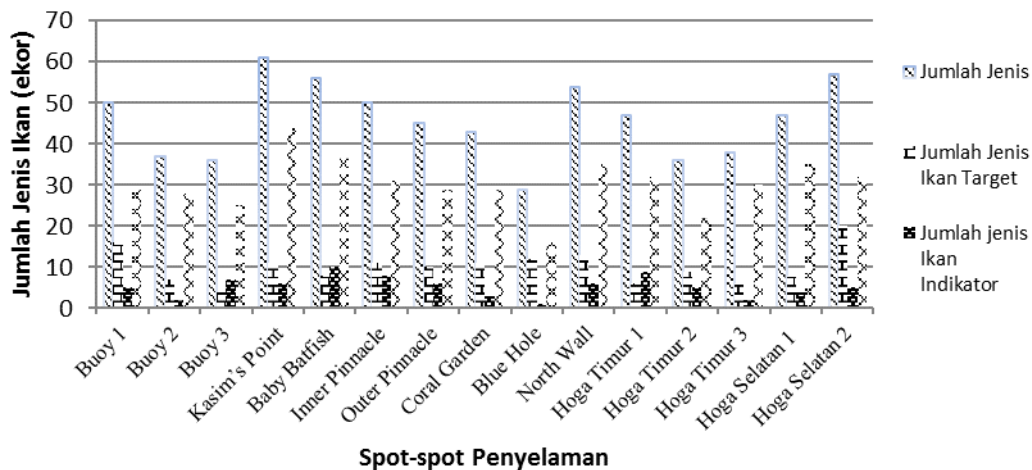
pariwisata dan 70% juga setuju larangan melakukan penangkapan ikan di lokasi-lokasi penyelaman di Pulau Hoga.

Jumlah jenis karang yang ada di Kepulauan Wakatobi ada 396 jenis (Soede & Edman 2006), sedangkan jumlah jenis karang yang dijumpai di Pulau Hoga ada 211 jenis (53% dari yang ada di Kep. Wakatobi), 175 jenis diantaranya adalah karang keras dan 36 jenis karang lunak. Jenis karang keras yang paling banyak dijumpai adalah dari Acroporiidae (48 jenis), Faviidae (36 jenis), Fungiidae (13 jenis), dan Poritidae (12 jenis) (Lampiran 1). Karang lunak yang banyak dijumpai adalah genus Alcyoniidae (8 jenis), Nephtheidae (7 jenis).

Jenis karang yang dijumpai hampir di semua lokasi pengamatan adalah *Stylophora pistiliata*. Jenis lainnya yang cukup banyak (dijumpai pada 8 – 12 lokasi) adalah *Pocillopora verrucosa*, *Seriatopora hystrix*, *Montipora venosa*, *M. informis*, *Coeloseris mayeri*, *Porites cylindrica*, *Acropora nobilis*, *A. hyacanthus*, *A. echinata*. Hal yang menarik adalah jenis *Montifora foliosa* yang dijumpai banyak hanya di *Blue Hole*, namun tidak pada lokasi pengamatan lainnya. Artinya jenis ini tidak dijumpai menyebar di Pulau Hoga.

Kondisi Ikan Karang. Jumlah jenis ikan karang di Kepulauan Wakatobi ada 590 jenis (Soede & Edman 2006), namun yang dijumpai di sekitar Pulau Hoga ada 186 jenis atau 31,5% dari jenis yang ada di Kepulauan Wakatobi. Jumlah famili yang dijumpai ada 30, ada 4 famili yang dominan adalah Pomacentridae (30 jenis) yang merupakan ikan mayor, Chaetodontidae (24 jenis) yang merupakan ikan indikator, Labridae (16 jenis) dan Serranidae (15 jenis) yang merupakan ikan target.

Ikan dari Famili Pomacentridae dijumpai dalam 30 jenis, merupakan famili yang terbanyak jenisnya yang dijumpai di Pulau Hoga. Ikan karang dari famili ini merupakan pemakan plankton, alga, dan omnivora. Menurut Hukem (2000) menyatakan bahwa salah satu famili ikan karang yang selalu ditemukan di daerah terumbu karang adalah dari Famili Pomacentridae. Famili Pomacentridae merupakan salah satu famili ikan karang yang dominan dijumpai di suatu ekosistem terumbu karang.



Gambar 1. Jumlah jenis ikan target, indikator, dan mayor di spot-spot penyelaman

Ikan indikator (*Chaetodontidae*) yang dijumpai cukup banyak menandakan bahwa kondisi terumbu karang cukup baik. Kehadiran ikan Kepe-kepe merupakan salah satu indikator yang menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang di Pulau Hoga masih sehat. Selama penelitian dijumpai ada 24 jenis ikan Kepe-kepe. Menurut Myer dan Randall (1983) menyatakan bahwa kehadiran ikan Kepe-kepe tidak lepas dari keberadaan terumbu karang, karena ikan ini merupakan salah satu indikator kesehatan karang. Semakin beragam jenis ikan karang dari kelompok ikan indikator ini menunjukkan tingkat kesuburan terumbu karang juga

makin tinggi. Adrim dan Hutomo (1989) juga menyatakan bahwa keberadaan Famili Chaetodontidae bergantung pada kondisi ekosistem terumbu karang setempat.

Para ahli terumbu karang membedakan ikan karang menjadi 3 golongan berdasarkan fungsi dan perannya. Ketiga golongan tersebut meliputi ikan target, ikan indikator, dan ikan mayor. Berdasarkan penggolongan tersebut, dari 186 jenis ikan karang yang dijumpai di Pulau Hoga, 29% (54 jenis) diantaranya merupakan ikan target, 12,4% (23 jenis) merupakan ikan indikator, dan 58,6% (109 jenis) dari ikan mayor.

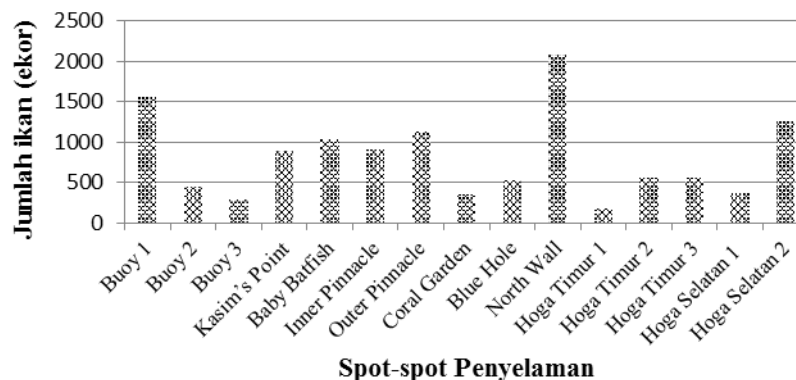
Ikan mayor merupakan ikan yang paling umum dijumpai di terumbu karang dan berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan aliran energi, sedangkan ikan indikator adalah ikan yang menjadi indikator kesehatan terumbu karang, dan ikan target adalah ikan ekonomis yang selama ini menjadi target nelayan (Allen 1998). Tingginya ikan mayor yang dijumpai mengindikasikan bahwa ekosistem terumbu karang di Pulau Hoga masih seimbang dan terjaga aliran energinya. Demikian pula dengan adanya ikan indikator yang dijumpai, menandakan bahwa terumbu karang di Pulau Hoga masih sehat.

Jenis yang paling sering dijumpai adalah *Amblyglyphidodon leucogaster*. Jenis ini ditemukan bergerombol paling banyak di *Inner Pinnacle* dan Hoga Timur 3, dalam jumlah sekitar 200-an ekor. Namun jenis ikan ini tidak dijumpai di *Blue Hole* dan *North Wall* (Gambar 2).



Gambar 2. *Amblyglyphidodon leucogaster* Jenis ikan karang yang dijumpai hampir di seluruh spot penyelaman yang diamati di Pulau Hoga

Jumlah jenis ikan terbanyak dijumpai di Hoga Timur 3 sebanyak 57 jenis, sedangkan yang terendah dijumpai di *Blue Hole* yang dijumpai hanya 29 jenis. Jumlah populasi ikan terbanyak juga dijumpai di *North Wall* dengan jumlah individu sekitar 2124 ekor, kemudian di *Buoy 1* dengan jumlah individu 1581, dan di Hoga Selatan 2 sebanyak 1262 ekor. Tingginya populasi ikan di *North Wall* karena dijumpainya *Chromis ternatensis* sekitar 1000 ekor yang bergerombol di lokasi ini. Gerombolan ikan yang dalam jumlah banyak ini sungguh memberikan pemandangan alam bawah laut yang sangat menarik.



Gambar 3. Jumlah individu ikan yang diamati di spot-spot penyelaman

Kunjungan wisatawan dari mancanegara yang tinggi disebabkan karena pengelola wisata bahari di Pulau Hoga dilakukan oleh *Operation Wallacea* (Opwall) dari Inggris yang bekerjasama dengan Yayasan Alam Wakatobi, sebuah LSM lokal yang mengelola wisata di Pulau Hoga. Musim kunjungan terjadi sebanyak dua kali, yakni pada bulan Maret dan antara Juni – September (musim puncak).

Umur wisatawan yang berkunjung ke Pulau Hoga antara 19 – 63 tahun. Distribusi umur paling banyak adalah antara 19 – 29 tahun sebanyak 53,75%, umur 30 – 40 sebanyak 25%, umur 41 – 51 sebanyak 8,75%, dan yang berumur 52 – 63 tahun sebanyak 5%, selebihnya umurnya tidak diketahui.

Pendapat atau kesan wisatawan yang berkunjung ke Pulau Hoga sebanyak 43,75% merasa sangat puas, 46,25% merasa puas, dan hanya 5% pengunjung yang merasa kesannya biasa-biasa saja. Hal ini membuktikan bahwa sumber daya terumbu karang yang merupakan obyek utama atraksi wisata di Pulau Hoga masih baik. Jika dihubungkan antara kepuasan wisatawan dan daya dukung lokasi, menurut Sullivan *et al.* (1995), wisata bahari di Pulau Hoga baru memasuki tahap kedua, yakni tingkat kepuasan wisatawan masih tinggi meski sudah ada sedikit kerusakan lingkungan, dampak ekonomi pariwisata sudah mulai berkembang.

Lokasi penyelaman yang paling diminati adalah *North Wall* dengan 15% pemilih. Menyusul *Kasim's point*, *Outer pinnacle*, dan *Coral Garden* dengan masing-masing 13,75% pemilih. Lokasi yang paling kurang pemilihnya ada 3 stasiun, yakni Hoga Timur 1, Hoga Timur 2, dan Hoga Timur 3. Ke tiga stasiun tersebut masing-masing memiliki 2,5% pemilih. Alasannya, ketiga stasiun tersebut sulit di akses karena angin bertiup cukup kencang dan ombak dari Laut Banda cukup besar.

Kesimpulan

Persentase tutupan terumbu karang di Pulau Hoga secara umum termasuk kategori tinggi. Persentase tutupan karang hidup yang dijumpai berkisar antara 31,51 (terendah) di Hoga Timur 3 sampai 82,0 (tertinggi) di *Blue Hole*.

Jumlah jenis ikan yang dijumpai di sekitar Pulau Hoga ada 186 jenis. Jumlah famili yang dijumpai ada 30, ada 4 famili yang dominan adalah Pomacentridae (30 jenis) yang merupakan ikan mayor, Chaetodontidae (24 jenis) yang merupakan ikan indikator, Labridae (16 jenis) dan Serranidae (15 jenis) yang merupakan ikan target.

Daftar Referensi

- Adrim M, Hutomo M. 1989. Komposisi Jenis, Distribusi, dan Kelimpahan Chaetodontidae Sepanjang Transek Terumbu di Laut Flores.P30-LIPI. Jakarta.
- Brown, BE. 1986. Human Induced Damage to Coral Reefs. Result of a Regional Unesco (Coman) Workshop with Advanced Training ed. Dipenogoro, University, Jepara and National Institute of Oceanology. Jakarta.
- Dartnall, A.J, and M Jones. 1986. A Manual of Survey Methods; Living Resources in Coastal Areas. ASEAN-Australia Cooperative Program on Marine Science Handbook.Australian Institute of Marine Science, Townsville, 166 p.
- English, S., C. Wilkinson, dan V. Baker. 1994. Survey Manual for Tropical Marine
- Hukum FD. 2000. Struktur komunitas dan distribusi spasial ikan karang famili Pomacentridae di Perairan Kepulauan Derawan Kaltim. Seminar Nasional Biologi XVI dan Kongres ke XII Perhimpunan Biologi Indonesia 25 – 27 Juli 2000. ITB-UNPAD-UPI Bandung.
- Myers F dan Randhal HR. 1983. Guide to The Coastal Resources of Guam. The Coral University of Guam Press. Guam
- Orams M. 1999. *Marine Tourism: Development, Impacts and Management*. London and New York. Routledge.
- Sullivan K, L de Silva, A.T. White, M. Wijeratne. 1995. Environmental guidelines for coastal tourism development in Srilanka. CRMP-URI. Srilanka

Pola Sebaran Sedimen di Teluk Yos Sudarso Kota Jayapura

Annita Sari^{1*}, Dahlan¹, Mahatma Lanuru²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Yapis Papua, Jayapura

²Fakultas Kelautan dan Ilmu Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar

*E-mail : annitasarie@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui pola arus dan kaitannya dengan sebaran sedimen yang terjadi di daerah Teluk Yos Sudarso yang berasal dari daerah aliran sungai (DAS) Anafre yang mengakibatkan pada menurunnya kualitas perairan Teluk Yos Sudarso secara keseluruhan. Metode yang digunakan adalah model SED2-D dengan Solusi model RMA-2 dari Program Surface Water Modeling System (SMS) untuk melihat pergerakan sedimen. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mendapatkan rumusan yang sangat strategis untuk pengelolaan DAS khususnya sepanjang Sungai Anafre yang berkaitan dengan sedimentasi. Hasil model menunjukkan bahwa kondisi dimana sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas pasir kasar maka penyebaran sedimen tersuspensi yang keluar dari Sungai Anafre hanya terbatas pada mulut sungai. Sebaran sedimen tersuspensi akan bergerak lebih jauh ke arah laut melewati Teluk Yos Sudarso dan mencapai padang lamun dan terumbu karang di Pulau Kayupulo jika material sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas lumpur (lanau dan lempung).

Kata Kunci : Sebaran Sedimen, Teluk Yos Sudarso, Sungai Anafre.

Pendahuluan

Sungai Anafre merupakan salah satu sungai di Kota Jayapura yang bermuara ke perairan laut (Teluk Yos Sudarso). Pada Sungai Anafre terdapat adanya gejala terbentuknya sedimentasi pada alur sungai yaitu disebabkan suatu kondisi dan karakteristik sungai (tanah berpasir), perbedaan elevasi yang cukup besar antara bagian hulu dan bagian hilirnya. Perbedaan elevasi tersebut mengakibatkan sedimen dibagian hulu hanyut ke daerah hilir/muara dan mengendap.

Sedimentasi yang terjadi di muara Sungai Anafre diperkirakan sebagian besar berasal dari bahan sedimen lahan atas akibat penggundulan hutan di areal hutan lindung dan penggunaan lahan pada lereng bukit, yang terangkut aliran sungai atau air limpasan dan diendapkan di muara sungai Anafre. Selain itu, sedimentasi juga disebabkan karena masuknya buangan limbah dari aktivitas kawasan bisnis Ampera dan limbah rumah tangga dari kawasan pemukiman penduduk.

Hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Tim dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Papua pada tanggal 3 September 2010 terhadap perairan dan sedimen dasar di Perairan muara sungai teluk Youtefa dan sebagian Teluk Yos Sudarso menunjukkan beberapa indikator terjadinya pencemaran seperti perairan yang sangat keruh, sedimen dasar berupa lumpur berwarna hitam dengan bau menyerupai H₂S dan kandungan oksigen terlarut yang sangat rendah yaitu 2,7 mg/l. Lee *et al* (1978) dalam Herna (2005) mengelompokkan kualitas perairan berdasarkan kandungan oksigen terlarut (DO) yaitu tidak tercemar (DO > 6,5 mg/l), tercemar ringan (4,5 – 6,5 mg/l), tercemar sedang (2,0 – 4,4 mg/l), dan tercemar berat (DO < 2,0 mg/l). Berdasarkan pengelompokkan tersebut, perairan muara sungai teluk Youtefa termasuk dalam kategori tercemar sedang. Kadar oksigen terlarut minimum 5 mg/l diperlukan bagi kelangsungan hidup ikan di perairan (Effendi, 2003). Di samping itu, adanya aktifitas oleh masyarakat di dalam pengolahan logam mulia dimana limbahnya di buang ke Sungai Anafre sehingga

mengindikasikan terjadinya tingkat kadar logam berat dimana di daerah muara sungai semakin meningkat daerah waktu ke waktu. Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 mengatur kadar maksimum Merkuri pada air laut adalah 0,001 mg/l untuk mendukung kehidupan biota laut. Standar lain yang lebih ketat dikeluarkan oleh ASEAN dalam kesepakatan *Marine Water Quality Criteria for the ASEAN Region* Batas maksimum kandungan Merkuri yang ditetapkan untuk perlindungan biota laut adalah 0,16 µg/l.

Berdasarkan data dan informasi tentang Pola Sebaran Sedimen di muara Sungai Anafre belum tersedia sampai saat ini padahal data dan informasi tersebut sangat diperlukan untuk mengatasi masalah sedimentasi dan meminimalkan dampak negatif sedimentasi terhadap lingkungan. Oleh Karena itu salah satu keutamaan penelitian ini adalah menyediakan data dan informasi sebaran dan kualitas sedimen, laju sedimentasi di Muara Sungai Anafre dan menghasilkan model pola sebaran sedimen yang keluar dari mulut Sungai Anafre dan menyebar ke Teluk Yos Sudarso.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : peralatan lapangan, yaitu Sediment Trap Bentuk Silinder, Grap Sampler, GPS Map, *Kemmerer Water Sampler*, *Current Meter*, *Handrefraktometer*, Botol Polyetilen, Kantong Sampel, *Coolbox*, *Roll meter*, dan aquades dan peralatan laboratorium yang digunakan ialah Pompa Hisap, Timbangan Digital, *Sieve Net*, Gelas Ukur, Pipet 20 ml.

Lokasi Penelitian. Penelitian dilakukan pada bulan Mei dan Juli 2014, yang dibagi dalam 2 tahap yaitu : tahap pengambilan sampel di lapangan dan analisis sampel di laboratorium. Lokasi penelitian terletak di lokasi sekitar Muara Sungai Anafre, Kota Jayapura.



Gambar 1. Lokasi Pengamatan Pola Sebaran Sedimen di Muara Sungai Anafre dan Teuk Yos Sudarso Kota Jayapura

Analisis Data Pengukuran Laju Sedimentasi. Perhitungan laju sedimentasi menggunakan rumus menurut Supriharyono (1988) sebagai berikut:

$$\text{gr/luas pralon/minggu} = A - B / \text{luas} / \text{minggu}$$

Keterangan:

A: Berat aluminium foil + sedimen setelah pemanasan 105 °C (gram)

B : Berat awal aluminium foil setelah pemanasan 105 °C (gram)

Analisa Kandungan Organik Sedimen. Persentase kandungan organik total sedimen dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{BOT (\%)} = \frac{(W_a - W_t)}{W_a} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil Dan Pembahasan

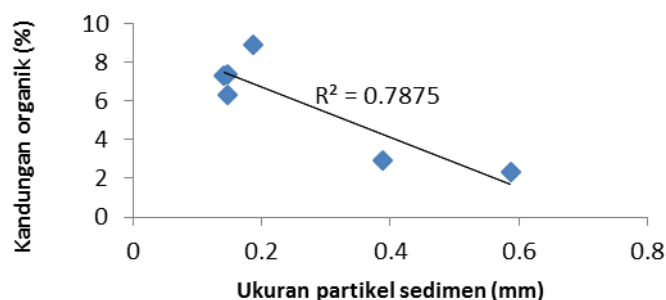
Analisis Sedimen. Hasil analisis ukuran butiran menunjukkan bahwa sedimen dasar di lokasi penelitian didominasi oleh pasir halus. Beberapa lokasi sedimen dasarnya tersusun atas pasir sedang dan pasir kasar. Sebaran sedimen dasar secara spasial menunjukkan bahwa sedimen halus dijumpai pada perairan laut sedangkan sedimen yang lebih kasar yang tersusun atas pasir kasar dijumpai pada daerah sungai (di bawah jembatan Sungai Anafre). Pasir sedang dijumpai pada daerah mulut sungai yang merupakan daerah peralihan dari sungai (perairan air tawar) dan laut (Tabel 1).

Tabel 1. Ukuran partikel sedimen, jenis sedimen, dan kandungan organik sedimen dasar

Lokasi Sampling	Kedalaman perairan (m)	Ukuran butiran (mm)	Jenis sedimen	Kandungan Organik (%)
Jembatan Anafre	0,5	0,587	Pasir kasar	2,3
Belakang Gedung DPR	1,5	0,389	Pasir sedang	2,9
Muara Sungai Anafre	3,5	0,148	Pasir halus	6,3
Terminal Mesran	10	0,142	Pasir halus	7,3
Belakang Gereja/Lantamal	10	0,187	Pasir halus	8,9
Depan Mulut Sungai	27	0,148	Pasir halus	7,4

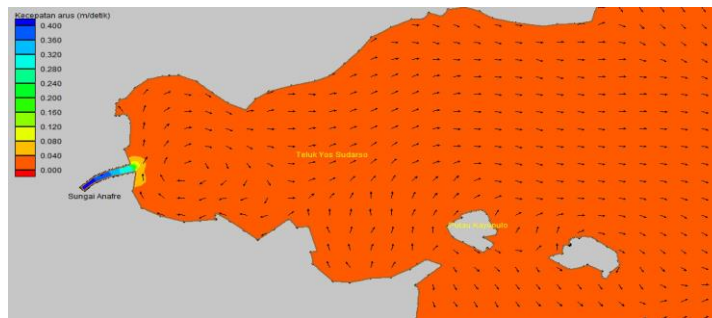
Sumber : Olahan data Lapangan

Kandungan organik sedimen bervariasi dari 2,3% sampai dengan 8,9 %. Sedimen halus yang berukuran kecil biasanya mengandung bahan organik yang lebih besar dibandingkan sedimen kasar yang berukuran besar. Dalam penelitian ini ditemukan korelasi yang kuat antara ukuran partikel sedimen dengan kandungan organik sedimen dimana sedimen yang lebih halus (ukuran partikel kecil) memiliki kandungan organik yang lebih besar (Gambar 2).



Gambar 2. Hubungan antara ukuran partikel sedimen dasar dengan kandungan organik sedimen

Pola Arus. Hasil simulasi pola arus pada saat surut arus di Teluk Yos Sudarso bergerak keluar dari teluk menuju ke laut lepas atau pola arusnya bergerak dari barat ke timur menuju laut lepas dengan kecepatan 0,04 m/detik. Di daerah muara Sungai Anafre terlihat pergerakan arus yang keluar dari sungai menuju ke Teluk Yos Sudarso dengan kecepatan yang lebih tinggi yaitu antara 0,28 m/detik sampai dengan 0,40 m/detik. Sementara di mulut sungai arus bergerak dari selatan menuju ke utara dengan kecepatan antara 0,040 m/detik sampai dengan 0,120,040 m/detik. (Gambar 3).



Gambar 3. Model pola arus (kecepatan dan arah arus) pada saat surut

Hasil simulasi pola arus pada kondisi pasang menggambarkan arah pergerakan arus yang berbeda dibandingkan pada kondisi surut di Teluk Yos Sudarso. Pada saat pasang arus bergerak masuk kedalam Teluk Yos Sudarso dari laut lepas dengan kecepatan yang relatif sama pada kondisi surut yaitu 0,04 m/detik. Sedangkan di muara sungai Anafre pola arus yang ditunjukkan pada kondisi pasang relatif sama dengan pada saat surut yaitu arus bergerak dari selatan menuju ke utara dengan kecepatan antara 0,040 m/detik sampai dengan 0,08 m/detik (Gambar 4). Di daerah muara Sungai Anafre pada kondisi pasang terlihat pergerakan arus yang keluar dari sungai menuju ke Teluk Yos Sudarso dengan kecepatan yang lebih rendah dibandingkan pada saat surut. Pada saat surut kecepatan arus yang keluar dari sungai Anafre menuju ke Teluk Yos Sudarso berkisar antara 0,28 m/detik sampai dengan 0,40 m/detik sedangkan pada saat pasang kecepatan arusnya tidak melebihi 0,12 m/detik. Hal ini disebabkan karena pada saat pasang massa air laut dari Teluk Yos Sudarso masuk ke sungai sehingga memperlambat pergerakan air sungai yang keluar menuju ke laut



Gambar 4. Model pola arus (kecepatan dan arah arus) pada saat pasang

Model sebaran sedimen tersuspensi (TSS). Sedimen yang keluar dari mulut sungai Anafre dan masuk ke Teluk Yos Sudarso diperkirakan akan meningkatkan kekeruhan dan konsentrasi sedimen tersuspensi (TSS) perairan di Teluk Yos Sudarso. Untuk mengetahui batas sebaran partikel sedimen yang keluar dari Mulut Sungai Anafre maka dilakukan pemodelan sebaran partikel sedimen menggunakan model *SED2-D* dari Program SMS (*Surface Water Modeling System*) 8.1. Sebelum melakukan pemodelan transpor (sebaran) sedimen terlebih dahulu dilakukan running model RMA-2 dari Program SMS untuk memperoleh solusi model RMA-2 untuk model aliran (pola arus) pada kondisi *steady state* perairan wilayah penelitian.

Simulasi dilakukan dalam dua skenario, yaitu: Skenario 1: kondisi saat ini dimana material sedimen yang keluar dari Sungai Anafre dan menyebar ke Teluk Yos Sudarso tersusun atas pasir kasar (ukuran partikel 0,587 mm), dan Skenario 2: material sedimen yang digunakan untuk penimbunan tersusun atas lumpur (ukuran partikel 0,010 mm). Simulasi dilakukan selama 360 jam (15 hari), *time step* 1 jam dan *total time steps* 360 jam untuk Skenario 1. Sedangkan skenario 2 disimulasi selama 72 jam (3 hari) *time step* 1 jam dan *total time steps* 72 jam.

Semua skenario simulasi dilakukan dengan data : Konsentrasi awal sedimen yang keluar dari Sungai Anafre adalah 0,2 g/L atau 200 mg/L; Konsentrasi sedimen tersuspensi atau TSS (*total suspended solid*) aktual perairan Teluk Yos Sudarso saat ini 26 mg/L atau 0,026 g/L dan Koefisien difusi 100 m²/detik.

Hasil model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi untuk Skenario 1 (sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas pasir) pada kondisi pasang. Seperti yang terlihat pada Gambar 3, partikel sedimen tersuspensi setelah keluar dari Sungai Anafre menyebar ke arah utara, tenggara dan barat laut. Konsentrasi sedimen tersuspensi berkurang dengan bertambahnya waktu dan jarak dari sumbernya (sungai). Partikel sedimen dengan konsentrasi tinggi (0,160 – 0,200 g/L) terlihat di sekitar sungai dan konsentrasi mengalami penurunan setelah masuk ke Teluk Yos Sudarso. Konsentrasi 0,040 g/L menyebar ke timur (Teluk Yos Sudarso) mencapai jarak 79 m dari mulut sungai pada kondisi pasang. Hasil simulasi Skenario 1 menunjukkan bahwa sebaran terjauh sedimen tersuspensi belum mencapai padang lamun dan terumbu karang yang ada di Pulau Kayupulo. Penyebaran sedimen hanya terbatas di sekitar mulut sungai dan sebagian besar sedimen tersuspensi telah mengendap di sekitar mulut sungai.



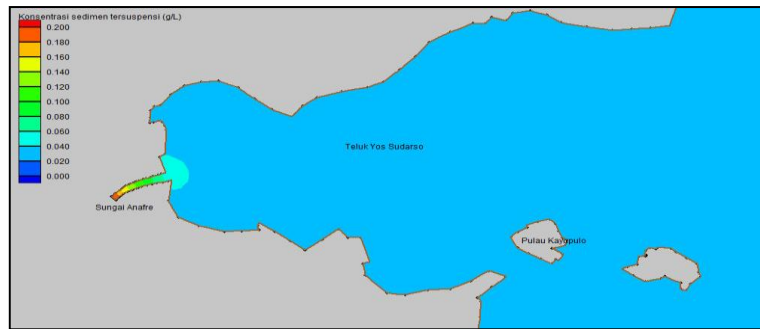
Gambar 5. Model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi untuk simulasi sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas pasir (Skenario 1) pada kondisi pasang. Warna mengindikasikan konsentrasi sedimen tersuspensi 0,026 g/L hingga 0,200 g/L.

Gambar 5 menunjukkan hasil model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi untuk Skenario 1 (sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas pasir) pada kondisi surut. Seperti pola penyebaran yang terlihat pada kondisi pasang, partikel sedimen tersuspensi setelah keluar dari Sungai Anafre menyebar ke arah utara, tenggara dan barat laut. Penyebaran sedimen tersuspensi pada kondisi surut lebih jauh dibandingkan pada kondisi pasang karena pada saat surut massa air bergerak meninggalkan Teluk Yos Sudarso menuju ke laut lepas sehingga massa air dari sungai yang mengangkut sedimen bisa lebih jauh bergerak ke arah laut. Konsentrasi 0,040 g/L menyebar ke timur (Teluk Yos Sudarso) mencapai jarak 206 m dari mulut sungai pada kondisi surut. Seperti halnya pada kondisi pasang, hasil simulasi Skenario 1 menunjukkan bahwa sebaran terjauh sedimen tersuspensi pada kondisi surut hanya terbatas pada mulut sungai dan belum mencapai padang lamun dan terumbu karang yang ada di Pulau Kayupulo.



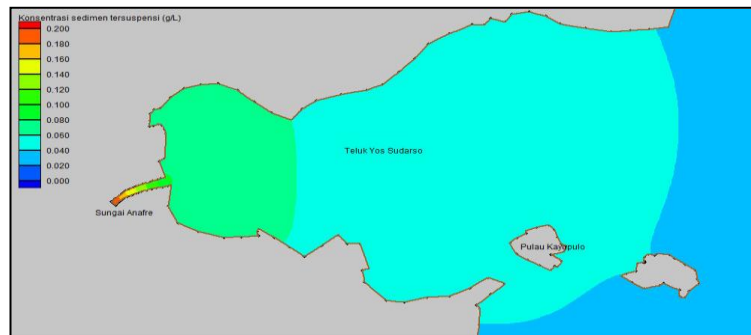
Gambar 6. Model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi untuk simulasi sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas pasir (Skenario 1) pada kondisi surut. Warna mengindikasikan konsentrasi sedimen tersuspensi 0,026 - 0,200 g/L

Hasil model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi untuk Skenario 2 (simulasi sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas lumpur) disajikan pada Gambar 6. Saat kondisi awal ($t=1$ jam), penyebaran partikel sedimen tersuspensi di sekitar sungai dan mulut sungai. Pada simulasi jam pertama ini konsentrasi sedimen di sungai masih besar yaitu berkisar 0,160 g/L sampai dengan 0,200 g/L. Konsentrasi sedimen berkurang berkurang sesuai dengan bertambahnya jarak dan waktu. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5 dimana konsentrasi sedimen berkurang bertambahnya waktu dan jarak dari sumber sedimen (sungai). Semakin jauh dari sumbernya maka semakin berkurang konsentrasinya.



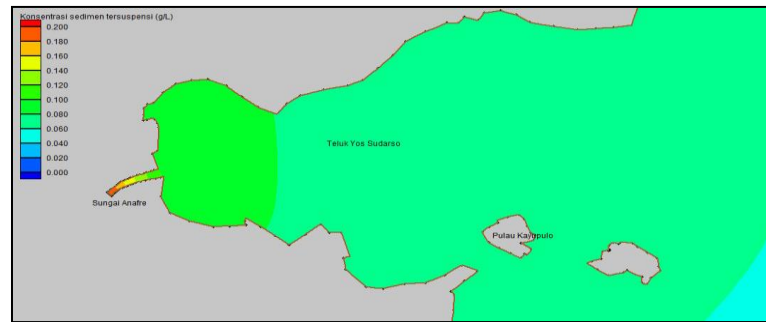
Gambar 7. Model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi untuk simulasi sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas lumpur (Skenario 2) setelah 1 jam. Warna mengindikasikan konsentrasi sedimen tersuspensi 0,026 - 0,200 g/L

Pada saat $t=24$ jam atau $t=1$ hari, penyebaran partikel sedimen tersuspensi semakin jauh bergerak ke arah timur, tenggara dan barat laut di Teluk Yos Sudarso (Gambar 7). Kenaikan konsentrasi sedimen tersuspensi hingga 0,040 g/l atau 40 mg/L terlihat jauh sekitar 2109 m atau sekitar 2,1 km ke arah timur (ke arah laut lepas) dan telah melewati padang lamun dan terumbu karang di Pulau Kayu-pulo.



Gambar 8. Model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi untuk simulasi sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas lumpur (Skenario 2) setelah 24 jam. Warna mengindikasikan konsentrasi sedimen tersuspensi 0,026 - 0,200 g/L

Hari ke 3 atau saat $t=72$ jam, penyebaran partikel sedimen tersuspensi semakin jauh ke arah timur (laut lepas), selatan dan utara. Penyebaran partikel sedimen tersuspensi menaikkan konsentrasi hingga menjadi 0,060 g/L terlihat hingga 2852 m atau 2,8 km ke arah timur dari mulut sungai. Penyebaran partikel sedimen dengan konsentrasi tinggi tersebut telah melewati padang lamun dan terumbu karang di Pulau Kayu Pulo.



Gambar 9. Model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi untuk simulasi sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas lumpur (Skenario 2) setelah 72 jam (3 hari). Warna mengindikasikan konsentrasi sedimen tersuspensi 0,026 - 0,200 g/L

Dari hasil simulasi penyebaran partikel sedimen tersuspensi Skenario 2 terlihat bahwa penyebaran sedimen dengan konsentrasi tinggi dapat mencapai Pulau Kayupulo. Hal ini berarti bahwa massa air dengan konsentrasi TSS yang tinggi dapat mempengaruhi pertumbuhan dan penyebaran vegetasi lamun, hewan karang dan benthos yang berada di dasar perairan.

Pola penyebaran sedimen baik pada Skenario 1 maupun di Skenario 2 di lokasi penelitian dipengaruhi oleh pola dinamika massa air (arus pasang surut) dimana pada saat surut terlihat pola transpor sedimen dan arah aliran bergerak menuju ke arah timur menjauhi pantai/teluk menuju ke laut. Hal ini disesuaikan dengan pernyataan dari Gyr dan Hoyer (2006) bahwa pola transport sedimen dipengaruhi oleh pola aliran massa air.

Dampak sebaran sedimen tersuspensi terhadap ekosistem perairan. Hasil model menunjukkan bahwa pada Skenario 1 atau kondisi saat ini dimana sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas pasir kasar maka penyebaran sedimen tersuspensi yang keluar dari Sungai Anafre hanya terbatas pada mulut sungai dan tidak mencapai padang lamun dan terumbu karang di Pulau Kayupulo.

Namun jika material sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas lumpur (lanau + lempung), maka sebaran sedimen tersuspensi akan bergerak lebih jauh ke timur, selatan dan utara dan mencapai padang lamun dan terumbu karang di Pulau Kayupulo. Berdasarkan hasil simulasi, muatan sedimen dari Sungai Anafre yang masuk ke Teluk Yos Sudarso akan menaikkan konsentrasi sedimen tersuspensi di Teluk Yos Sudarso sebesar tiga kali lipat yaitu dari 0,026 g/L menjadi 0,060 g/L. Peningkatan konsentrasi sedimen tersuspensi perairan ini akan mempengaruhi kehidupan biota laut seperti tumbuhan lamun yang ada di Teluk Yos Sudarso dan Pulau Kayupulo.

Dampak sedimentasi terhadap lamun bisa secara langsung maupun tidak langsung. Dampak langsungnya adalah sedimen yang masuk ke dalam perairan jumlah banyak dapat menutupi langsung daun dan batang lamun yang mana jika hal ini terjadi dalam waktu panjang pada akhirnya akan terkubur oleh sedimen. Sedangkan dampak tidak langsung adalah sedimen dari sungai meningkatkan kekeruhan dan konsentrasi sedimen tersuspensi sehingga menghalangi penetrasi cahaya sampai ke dasar dan akhirnya mengganggu proses fotosintesis lamun (Ertfemeijer and Robin Lewis III, 2006). Berkurangnya cahaya dalam perairan dapat mengakibatkan terbatasnya aktivitas metabolisme lamun dan akhirnya dapat menyebabkan kematian pada lamun (Zimmerman *et al.* 1995). Tumbuhan lamun membutuhkan cahaya sekurang kurangnya 20% dari intensitas cahaya yang ada di permukaan untuk dapat tetap bertahan hidup, tetapi sebaliknya peningkatan intensitas cahaya dapat meningkatkan pertumbuhan lamun (Short *et al.* 2002).

Untuk meminimalkan dampak sedimentasi terhadap vegetasi lamun, hewan karang dan benthos yang berada di dasar perairan maka perlu pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu sehingga erosi di daerah *upland* yang melewati sungai

Anafre tidak berdampak kepada ekosistem laut yang ada di Teluk Yos Sudarso. Salah satu contoh langkah yang bisa dilakukan adalah menggunakan *silt protector* pada saat melakukan pengerukan di muara sungai. *Silt protector* berfungsi menghalangi pergerakan partikel sedimen halus seperti *silt* (lanau) dan *clay* (lempung) pada saat terjadi pengerukan. *Silt protector* merupakan tirai yang fleksibel yang didesain untuk mencegah difusi/penyebaran partikel sedimen atau polutan yang timbul akibat pekerjaan pengerukan atau penimbunan/reklamasi di laut atau sungai. Salah satu contoh *silt protector* yang biasa dipasang di sekitar lokasi pengerukan atau penimbunan pada saat kegiatan pengerukan/penimbunan disajikan pada Gambar 10.



Gambar10. Contoh penggunaan *Silt Protector* untuk membatasi atau menghalangi pergerakan partikel halus pada saat dilakukan pengerukan atau penimbunan.

Kesimpulan

Sebaran sedimen dasar secara spasial menunjukkan bahwa sedimen halus dijumpai pada perairan laut sedangkan sedimen yang lebih kasar yang tersusun atas pasir kasar dijumpai pada daerah sungai. Pasir sedang dijumpai pada daerah mulut sungai yang merupakan daerah peralihan dari sungai (perairan air tawar) dan laut (perairan dengan salinitas lebih tinggi). Konsentrasi TSS di lokasi penelitian lebih besar dari 20 mg/l kecuali pada Stasiun 2 dan Stasiun 3. Kondisi ini menunjukkan bahwa konsentrasi TSS perairan di lokasi penelitian kurang mendukung lagi untuk pertumbuhan lamun dan terumbu karang. Laju sedimentasi tertinggi dijumpai pada daerah sungai dengan laju sedimentasi sebesar 64,83 gr/m²/hari. Sedangkan laju sedimentasi perairan laut yang jauh dari mulut sungai relatif rendah yaitu 2,06 gr/m²/hari. Hasil model menunjukkan bahwa pada Skenario 1 atau kondisi dimana sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas pasir kasar maka penyebaran sedimen tersuspensi yang keluar dari Sungai Anafre hanya terbatas pada mulut sungai. Sebaran sedimen tersuspensi akan bergerak lebih jauh ke arah laut melewati Teluk Yos Sudarso dan mencapai padang lamun dan terumbu karang di Pulau Kayupulo jika material sedimen yang keluar dari Sungai Anafre tersusun atas lumpur.

Daftar Referensi

- Anasiru, T. 2006. *Angkutan Sedimen Pada Muara Sungai Palu*. Jurnal SMARTek, Vol. 4, No. 1: 25–33
- Asdak C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC), 2000, *ANZECC interim sediment quality guidelines*. Report for the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist, Sydney, Australia.
- Dahuri, R, R Jacob, P.G Saptu, dan M. J . Sitepu. 2001. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Terpadu*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Dyer, K.R., 1986. *Coastal and Estuarine Sediment Dynamics*. Chichester: Wiley. 337 pp.

Studi Konsentrasi Kandungan Fosfat di Perairan Kamal, Selat Madura, Kabupaten Bangkalan

Aries Dwi Siswanto* dan Wahyu Andy Nugraha

Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Madura
Jl.Raya Telang PO.BOX 2 Kamal, Bangkalan, Madura, Jawa Timur

*E-mail: ariesdwiswanto@yahoo.co.id, ariesdwiswanto@trunojoyo.ac.id

ABSTRAK

Keberadaan dan ketersediaan nutrien menjadi salah satu unsur pembatas sekaligus penentu kondisi dan produktivitas primer perairan. Salah satu senyawa dalam kategori nutrien ini adalah fosfat. Pertumbuhan dan perkembangan biota, khususnya produsen, sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrien, salah satunya adalah fosfat. Perairan Kamal sebagai bagian dari perairan Selat Madura di Kabupaten Bangkalan diduga merupakan perairan yang relative rentan terpengaruh aktifitas perindustrian di daerah pesisir Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik maupun aktifitas di sekitar perairan Kamal sendiri. Konsekuensinya adalah kondisi dan kualitas perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi fosfat di perairan Kamal, Kabupaten Bangkalan. Materi utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh air dan data parameter lingkungan yang diambil pada beberapa stasiun pada bulan September 2012 dan 2013. Metode analisa menggunakan metode Strickland and Parsons (1972). Data parameter lingkungan dianalisa secara deskriptif. Hasil analisa menunjukkan konsentrasi fosfat berbeda pada beberapa stasiun penelitian dengan kisaran nilai masih dibawah ambang batas yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup, sehingga masih layak untuk tumbuh dan berkembang biota perairan. Kondisi lingkungan, khususnya arus, diduga berpengaruh terhadap distribusi konsentrasi fosfat.

Kata Kunci : Fosfat, produktivitas primer perairan, parameter lingkungan

Pendahuluan

Fosfat merupakan salah satu jenis nutrien yang sangat berpengaruh sekaligus menjadi faktor pembatas untuk produktivitas perairan. Ketersediaan nutrien akan berpengaruh terhadap tumbuh kembang biota perairan, salah satunya adalah phytoplankton (Yuliana, 2012). Ketersediaan nutrien berlimpah akan mengakibatkan *blooming*, salah satunya alga. Kondisi ini menyebabkan perairan menjadi tercemar dan tidak produktif, karena dapat bersifat toxic akibat kematian plankton (Yudha, 2006). Adanya Jembatan Suramadu diduga berpengaruh terhadap penggunaan lahan (Siswanto, 2010) sehingga akan meningkatkan tekanan terhadap lingkungan dan pada akhirnya akan meningkatkan peluang terjadinya degradasi lingkungan (Siswanto, 2011). Selain indicator pencemaran fisik, salah satunya dengan mengukur polutan fisik seperti TSS, kadar nutrient (fosfat maupun nitrat dan silikat) juga dapat dijadikan dasar untuk mengetahui kondisi dan kesuburan perairan (Efendi, 2003; Yudha, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar fosfat di perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan, sehingga dapat diketahui kondisi perairan di sekitar Jembatan Suramadu sebagai upaya untuk mengendalikan sekaligus memitigasi pencemaran lingkungan, khususnya oleh overload suplai nutrien dengan cara menganalisis kadar nutrien, salah satunya fosfat, dalam periode waktu tertentu. Diharapkan dengan adanya kajian dan dilakukan secara kontinyu terkait kondisi lingkungan, maka akan segera diketahui kondisi dan status lingkungan dan pada akhirnya dilakukan upaya untuk mengelola lingkungan dengan lebih baik.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan September tahun 2012 dan 2013 di perairan Selat Madura, khususnya di perairan Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan (Gambar 1). Pengambilan contoh air untuk analisa fosfat dilakukan dalam kondisi surut pada tiga lokasi berbeda, yaitu di sekitar Dermaga Kamal (stasiun 1), di sekitar Batuporon (stasiun 2), dan di sekitar Jembatan Suramadu (stasiun 3). Pertimbangan penentuan lokasi adalah intensitas aktifitas masyarakat. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui gambaran kondisi perairan, khususnya konsentrasi fosfat, sehingga digunakan metode deskriptif agar dapat menggambarkan kondisi atau fenomena, baik alamiah maupun non-alamiah (Sukmadinata, 2006). Pengambilan contoh air dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi (Umar, 1999) pasang surut. Contoh air laut yang akan dianalisa fosfat ditempatkan pada botol gelap. Contoh air kemudian dianalisis di Laboratorium Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura dengan cara membuat pereaksi campuran, meliputi Ammonium molybdate 0,45 gr, Asam sulfat (H₂SO₄) 5,82 gr, Ascorbic acid 0,81 gr, Potassium antimony tartat 0,010 gr dengan perbandingan 2 : 5 : 2 : 1. Kemudian menambahkan 10 ml sampel air dan saring dengan kertas saring 0,45 µm. Selanjutnya 1 ml pereaksi campuran ditambahkan dan diamkan selama 16 jam. Sampel air laut sebesar 10 ml yang telah disaring dan ditambahkan 1 ml pereaksi campuran (dan telah didiamkan 16 jam) kemudian diukur konsentrasinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 885 nm. Membuat larutan blangko dengan cara mencampur 10 ml aquades lalu menambahkan larutan pereaksi campuran, dilanjutkan dengan mengukur blangko menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 885 nm. Membuat larutan standar fosfat dengan memasukkan 10 ml larutan standar fosfat, menambahkan larutan pereaksi campuran kemudian mengukur standart dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 885 nm.

Menghitung analisa fosfat dengan persamaan

$$PO_4 = (As - Ab) \times F \quad \text{dengan} \quad F = \frac{3}{Ast - Ab}, \quad (1)$$

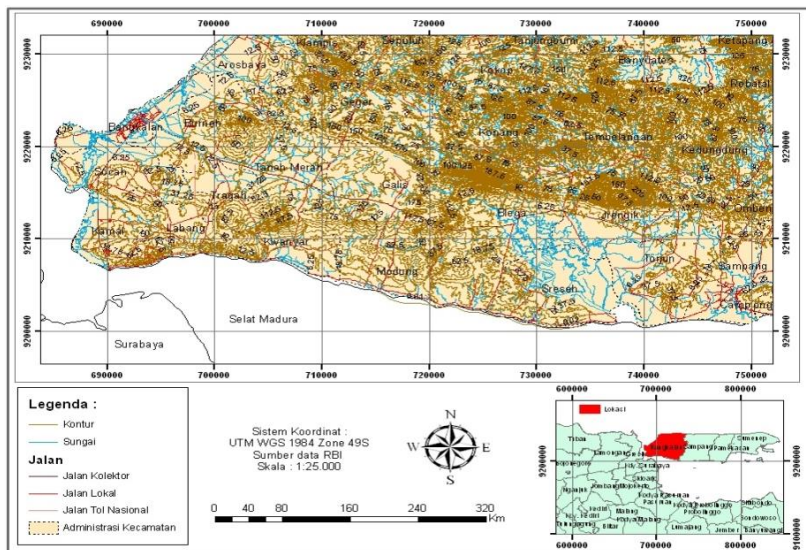
dimana

As Absorbansi sampel

Ast Absorbansi standart

Ab Absorbansi blangko, dan

F Faktor korelasi.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisa fosfat menunjukkan kisaran nilai 0.00086-0.0148 mg/l (Tabel 1) yang mengindikasikan perairan Selat Madura, khususnya di Kabupaten Bangkalan masih dalam kondisi baik dengan kecenderungan meningkat dan mendekati ambang batas yang ditentukan (sebesar 0.015 mg/l; KLH (2004)). Lokasi pengambilan contoh air diduga menjadi salah satu penentu kuantitas kadar fosfat (Faizal, 2011) dengan sumber utamanya adalah hasil buangan dari aktifitas manusia, seperti limbah rumah tangga maupun pertanian.

Tabel 1. Kadar Fosfat (mg/l) pada Bulan September 2012 dan 2013 di Perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan pada Kondisi Surut

Minggu	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
	Kadar Fosfat (mg/l)September 2012			Kadar Fosfat (mg/l)September 2013		
1	0.0130	0.0100	0.0116	0.0125	0.0110	0.0138
2	0.0125	0.0086	0.0124	0.0146	0.0092	0.0142
3	0.0115	0.0098	0.0105	0.0132	0.0098	0.0132
4	0.0120	0.0095	0.0112	0.0128	0.0086	0.0148

Kadar fosfat pada stasiun 1 berfluktuasi selama periode penelitian (Tabel 1, kolom 2 dan 5). Kisaran kadar fosfat pada Bulan September 2012 adalah 0.0115-0.0130 mg/l (Tabel 1, kolom 1) lebih rendah jika dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun 2013 yang berkisar 0.0125-0.0146 mg/l (Tabel 1, kolom 5). Nilai tersebut menunjukkan kecenderungan peningkatan kadar fosfat di perairan, dan nilainya mendekati ambang batas baku mutu yang ditetapkan KLH (2004). Letak stasiun 1 berada di sekitar Dermaga Kamal diduga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kadar nitrat. Hal ini disebabkan daerah dermaga dan sekitarnya merupakan daerah yang memiliki aktifitas yang tinggi, sehingga cenderung memiliki kepadatan hunian yang tinggi. Konsekuensinya, akan banyak limbah rumah tangga, seperti detergen, yang akan terbawa aliran air dan bermuara di perairan laut, sehingga akan berpengaruh terhadap buangan atau polutan di perairan (Coasta *et al.*, 2008). Peningkatan kadar fosfat dan kecenderungannya mendekati ambang batas dapat menjadi salah satu indikator adanya kemungkinan dan peluang penurunan kondisi lingkungan (Siswanto, 2011).

Fluktuasi kadar fosfat pada stasiun 2 menunjukkan kisaran 0.0086-0.0110 mg/l (Tabel 1, kolom 3 dan 6). Kadar fosfat pada periode bulan September tahun 2012 dan 2013 dapat dikategorikan tidak menunjukkan perubahan signifikan. Jika dibandingkan kadar fosfat tahun 2012 dan 2013, maka dapat disimpulkan bahwa pada minggu pertama dan kedua terjadi peningkatan kadar fosfat (sebesar 0.0006-0.001 mg/l), stagnan pada minggu ketiga, dan mengalami penurunan kadar fosfat (sebesar 0.0009 mg/l) pada minggu keempat. Kadar fosfat di stasiun 2 lebih rendah dibandingkan kadar fosfat di stasiun 1, disebabkan letak stasiun 2 adalah daerah minim aktifitas masyarakat karena merupakan daerah tertutup (pangkalan TNI AL Batuporon), sehingga buangan limbah, khususnya limbah industri maupun limbah rumah tangga menjadi minim (Coasta *et al.*, 2008).

Kadar fosfat pada stasiun 3 (Tabel 1, kolom 4 dan 7) berkisar 0.0105-0.0148 mg/l. Kadar fosfat tertinggi selama periode penelitian sebesar 0.0148 mg/l pada minggu keempat Bulan September 2013 menunjukkan peningkatan kadar fosfat tertinggi selama periode penelitian 2012-2013. Letak stasiun 3 yang berada didaerah sekitar Jembatan Suramadu menjadi salah satu faktor yang diduga berpengaruh. Pasca Jembatan Suramadu, ada kecenderungan peningkatan aktifitas dan berakibat pada peningkatan polutan di perairan.

Karakteristik lokasi dan tingkat kepadatan populasi phytoplankton berpengaruh terhadap kadar nitrat diperairan (Hakanson and Bryhn, 2008; Marasabessy *dkk* 2010). Ketiadaan estuary atau muara sungai besar di Pulau Madura menjadi salah satu faktor penyebab kadar fosfat masih dibawah ambang baku mutu yang ditetapkan KLH (2004). Keberadaan fosfor yang selalu terikat dengan unsur lain sehingga membentuk senyawa fosfat dan keberadaannya yang

dominan ada di batuan maupun endapan substrat (Golterman, 2004) sehingga kadar fosfat cenderung meningkat dengan bertambahnya kedalaman karena akan semakin mendekati substrat sedimen di permukaan dasar (Ulqodry *dkk*, 2010). Kondisi arus menjadi salah satu faktor yang membantu proses pengadukan sehingga memungkinkan fosfat akan teraduk, terangkat, dan akhirnya bercampur dengan air laut (Faizal, 2011). Konsekuensi lainnya, kondisi pengambilan contoh air laut dalam kondisi surut diduga menyebabkan kadar fosfat terukur dalam air laut menjadi kecil, karena letak pengambilan contoh air laut menjadi semakin jauh dari daratan (Muchtar dan Simanjutak 2008).

Kesimpulan

Kadar fosfat berkisar 0.00086-0.0148 mg/l yang mengindikasikan perairan Selat Madura, khususnya di Kabupaten Bangkalan masih dalam kondisi baik dengan kecenderungan meningkat dan mendekati ambang batas yang ditentukan, sehingga perlu perhatian lebih serius untuk mengendalikan pencemaran, khususnya berkaitan dengan fosfat dengan memperhatikan dinamika lingkungan dan perairan.

Daftar Referensi

- Costa Jr, O. S., M. Nimmo, Cordier, E. 2008. Coastal Nutrification in Brazil: A Review of The Role of Nutrien Excess on Coral Reef Demise. *Journal of South American Earth Sciences* (25)2: 257-270.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kandungan Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penenrbit Kanisius, Yogyakarta.
- Faizal, A. 2011. Kesuburan Perairan Kepulauan Tanibar Utara dan Selatan, Maluku Tenggara Ditinjau dari Kadar Zat Hara Fosfat. *Jurnal Kelautan Sohiri* Vol 3.
- Golterman H.L. 2004. *The Chemistry of Phospate and Nitrogen Compounds in Sediments*. Kluwer Academic Publishers. New York..
- Hakanson. L and A.C. Bryhn. 2008. *Eutrophication in the Baltic Sea Present Situation, Nutrien Transport Processes, Remedial Strategies*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. P. 263.
- KMNLH. Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup: Kep-51/MENEG LH/2004, Sekretariat Negara, Jakarta. 2004.
- Marasabessy, M. Djen, dkk. 2010. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Air Laut dan Sedimen Perairan Pulau Bacan Maluku Utara. *Jurnal Makara Sains* Vol. 14 No. 1: 32-38.
- Muchtar, M dan Simanjuntak. 2008. Karakteristik dan Fluktuasi Zat Hara Fosfat, Nitrat, dan Derajat Keasaman (pH) di Estuari Cisadane pada Musim yang Berbeda, Dalam: *Ekosistem Estuari Cisadane*. LIPI: 139-148.
- Siswanto, A.D. 2011. Tingkat Konsentrasi TOTAL SUSPENDEDED SOLID (TSS) sebagai Indikator Awal Kualitas Perairan di Kabupaten Bangkalan Pasca Jembatan Suramadu. *Prosiding Seminar Nasional dan Workshop Biologi*. FMIPA. Universitas Negeri Surabaya.
- Ulqodry T. Zia, dkk. 2010. Karakteristik dan Sebaran Nitrat, Fosfat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Karimunjawa Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains* Volume 13 No 1(D): 13109.
- Widianingsih. 2011. Pengaruh Pengurangan Konsentrasi Nutrien Fosfat dan Nitrat Terhadap Kandungan Lipid. *Jurnal Ilmu Kelautan* Vol. 16(1) Hal 24-29.
- Yudha. 2006. *Kualitas Perairan Laut dan Dugaan Tingkat Pencemaran Teluk Jobokuto Pantai Kartini Jepara Jawa Tengah*. Institut Pertanian Bogor. Skripsi. Hal: 38-41.
- Yuliana. 2012. Hubungan Antara Kelimpahan FItoplankton dengan Parameter Fisik Kimiawi Perairan di Teluk Jkarta. *Jurnal Kelautan* Volume 3 No.2 hal 149-179.

Analisis Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Kawasan Budidaya Tambak Marjinal dan Terlantar di Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan

Asbar^{1*}, Muh. Hattah Fattah¹ dan Ahmad Fahriza²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar

²Program Studi MPTK, Universitas Muslim Indonesia, Makassar
Jl. Urip Sumoharjo Km. 4, Makassar

*E-mail: asbar.furqan2003@gmail.com, asbar_umi1964@yahoo.com

ABSTRAK

Kawasan pesisir Kabupaten Pinrang memiliki sumberdaya alam yang cukup tinggi, salah satu diantaranya adalah budidaya tambak. Permasalahan utama dalam pengembangan budidaya tambak tingginya loading nutrien dan bahan organik dari budidaya tambak. Permasalahan di atas, dapat diatasi dengan pemanfaatan lahan berdasarkan kesesuaian peruntukan budidaya tambak dan kualitas lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengevaluasi kondisi aktual kesesuaian lahan pada kawasan tambak marjinal, (2) menentukan kesesuaian lahan dari hasil evaluasi berdasarkan tingkat teknologi budidaya secara tradisional, semi-intensif, dan intensif pada kawasan marjinal. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Wiringtasi, Tasiwalie, dan Lotangsalo, Kecamatan Suppa, Kabupaten Pinrang. Pengumpulan data primer dan sekunder dilakukan pada kawasan budidaya tambak, saluran irigasi, dan perairan pantai, pengamatan kualitas air baik secara insitu maupun uji laboratorium. Analisis data dengan menggunakan analisis Sistem Informasi Geografis (SIG). Kelas kesesuaian lahan dibagi ke dalam kelas S1 (sangat sesuai), kelas S2 (sesuai), kelas S3 (sesuai marjinal), dan kelas N (tidak sesuai). Hasil analisis menunjukkan bahwa evaluasi kesesuaian lahan tambak marjinal di lokasi penelitian pada musim hujan sekitar 46 % identik dengan kelas kesesuaian lahan S3 dan sesuai untuk penerapan metode budidaya intensif, 44 % tambak sesuai pada kelas S2 dengan menerapkan metode budidaya semi-intensif, dan hanya sekitar 10 % tambak sesuai kelas S1 yang sesuai dengan penerapan metode budidaya tradisional. Pada musim kemarau sekitar 60 % lahan tambak tidak sesuai dengan kelas S3, 35 % lahan sesuai dengan kelas S2, dan hanya sekitar 5 % lahan tambak sangat sesuai (kelas S1) atau sesuai dengan teknologi budidaya tradisional.

Kata kunci : Kesesuaian lahan, tambak marjinal, teknologi budidaya.

Pendahuluan

Wilayah ini sangat kompleks karena dipengaruhi berbagai kegiatan yang ada di luar maupun di dalam wilayah pesisir itu sendiri. Tidak dapat dipungkiri bahwa usaha budidaya tambak dengan komoditas utama bandeng (*Chanos-chanos*), udang windu (*Penaeus monodon*), dan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) usaha budidaya udang intensif merupakan kegiatan ekonomi di kawasan pesisir yang sangat produktif dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat, PAD dan devisa negara, namun legitimasi keberlanjutan sangat ditentukan oleh dampak kerusakan lingkungan yang ditimbulkannya. Pengelolaan pesisir meliputi.

Kegiatan budidaya udang merupakan jenis usaha perikanan yang hampir semua proses produksinya dapat ditargetkan sesuai dengan keinginan, sejauh manusia dapat memenuhi persyaratan pokok dan pendukung kehidupan serta pertumbuhan udang yang optimal (Asbar dan Fattah, 2012). Sekitar 70 % dari masyarakat yang bermukim di wilayah pesisir Sulawesi Selatan memiliki kegiatan sebagai petani dan nelayan.

Berdasarkan data Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan (2009) tambak udang di Sulawesi Selatan meliputi areal seluas 85.000 ha dan menyerap tenaga kerja sebanyak 156.000 jiwa. Secara nasional, tenaga kerja yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam usaha budidaya dan pengolahan udang berjumlah sekitar 15 juta jiwa. Tambak udang di Sulawesi

Selatan sekitar 92,7 % masih dikelola dengan teknologi sederhana (tradisional), 6,2 % dengan teknologi madya/semi intensif, dan 1,1 % dengan teknologi maju/intensif.

Menurut Kordi (2010), budidaya udang sistem tradisional masih mendominasi tambak-tambak rakyat Indonesia. Sistem ini masih sangat sederhana, sehingga pengelolaannya tidak rumit namun hasilnya memang sangat rendah, antara 50-500 kg/ha/musim tanam. Budidaya udang semi-intensif merupakan sistem yang sudah maju.

Ketiga metode budidaya tersebut, sering kita jumpai tambak mengalami kegagalan panen/produksi. Hal ini, selain disebabkan lokasi budidaya tambak yang tidak memenuhi standar kesesuaian lahan, serta tata cara budidaya ikan yang baik (CBIB) telah menyebabkan kerusakan lingkungan, penurunan produksi tambak dan kualitas produk udang serta berjangkitnya wabah penyakit yang disebabkan oleh virus dan bakteri. Diperkirakan sekitar 39.022 ha (45,64 %) areal tambak di Sulawesi Selatan marjinal dan tidak lagi berproduksi (terlantar). Gagal panen di Sulawesi Selatan diprediksi menimbulkan kerugian bagi petani sekitar 33,4 Juta USD/tahun. Kerugian akibat serangan penyakit udang di Indonesia diperkirakan mencapai lebih dari 300 Juta USD atau lebih dari 3 Triliun Rupiah/Tahun (Wahyono, 1999 *dalam* Rukyani, 2000).

Permasalahan dalam budidaya udang adalah masukan akuainput dan pengkayaan nutrien dalam pakan berdampak potensial pada kualitas air akibat beban limbah organik yang terutama berasal dari sisa pakan yang tidak termakan dan *feses* (Folke *et al.*, 1994; Silvert and Swoles, 1996; Kibria *et al.*, 1996; Montoya and Velasco, 2000; Goldberg *et al.*, 2001; Gillibrand *et al.*, 2002). Dari jumlah pakan yang diberikan, sebanyak 30% tertinggal sebagai sisa pakan yang tidak dikonsumsi dan 25-30% dari pakan yang dikonsumsi akan diekresikan (McDonald *et al.*, 1996). Untuk usaha budidaya udang intensif 15% dari pakan yang diberikan akan larut dalam air dan 20% dikembalikan ke lingkungan dalam bentuk *feces* (Primavera, 1994).

Permasalahan di atas, dapat diatasi dengan mencari model pemanfaatan lahan budidaya tambak yang optimal dan ramah lingkungan, sehingga secara ekologi kualitas lingkungan tetap terjaga, secara ekonomi dapat meningkatkan pendapatan masyarakat, dan secara sosial menyerap tenaga kerja. Kesesuaian pemanfaatan lahan dan integrasi antara aspek ekologi, aspek ekonomi, aspek sosial budaya masyarakat, *present status* pemanfaatan kawasan pesisir, merupakan acuan dalam alokasi pemanfaatan lahan secara optimal dan berkelanjutan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengkaji kesesuaian peruntukan lahan tambak kawasan pesisir Desa Waringtasi, Tasiwalie dan Lotangsalo, Kecamatan Suppa, Kabupaten Pinrang.

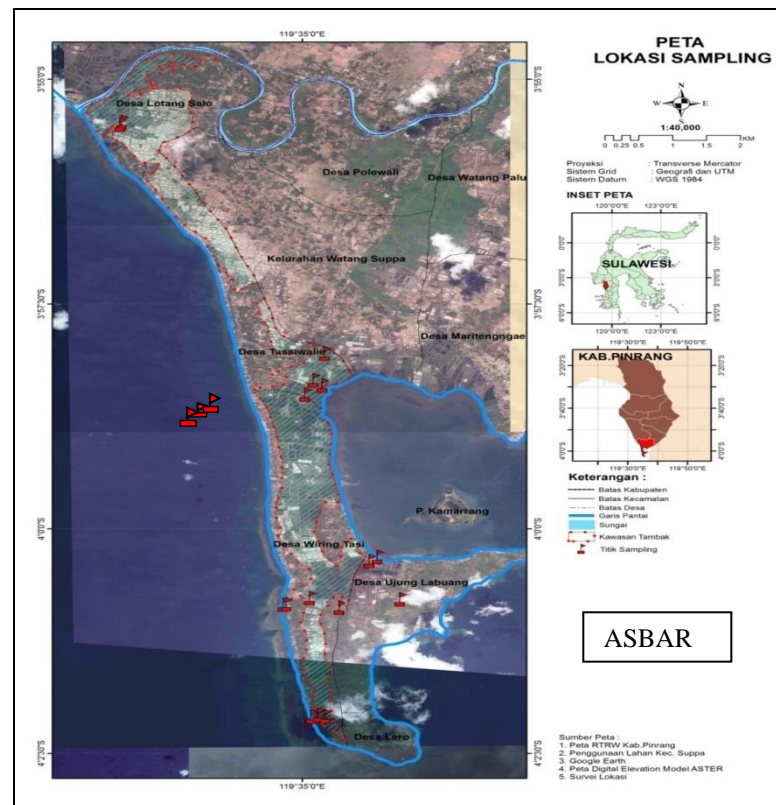
Hasil dari penelitian ini diharapkan sebagai sumber informasi tentang kesesuaian lahan kepada masyarakat (petambak), pemerintah daerah mengenai pengembangan dan pengelolaan budidaya dalam pemanfaatan lahan tambak marjinal di Kabupaten Pinrang.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 (lima) bulan mulai awal Mei – September 2013.. Penelitian ini telah dilaksanakan pada kawasan pertambakan Desa Waringtasi, Tasiwalie dan Lotangsalo, Kecamatan Suppa, Kabupaten Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1).

Metode Penelitian. Pengambilan data biofisik yang dibagi atas : (1) kawasan budidaya tambak sebanyak 3 (tiga) stasiun yang mewakili kawasan tambak yang diarahkan untuk pengembangan tingkat teknologi budidaya yaitu tradisional, semi-intensif, dan intensif, (2) saluran air sebanyak 3 (tiga) stasiun yaitu pintu saluran, saluran primer, dan saluran sekunder. Pengamatan atau

pengambilan data di lapangan dilakukan di 20 (dua puluh) titik sampling (tanah dan sumber air) yang mewakili wilayah penelitian di Desa Wiringtasi, Desa Tasiwalie dan Desa Lotangsalo (Gambar 1). Setiap lokasi pengamatan titik sampling dicatat posisi geografisnya dengan alat penentu posisi (GPS)



Gambar 1. Peta Lokasi Titik Sampling di Lokasi Penelitian

Data primer yang diamati adalah parameter kualitas air (suhu, kekeruhan, kecerahan, TSS, pasang surut, dan arus, dan pH, salinitas, O₂, amonia, nitrit, nitrat, orthophosphat, dan BOD). Produktivitas alami (kelimpahan plankton, produksi dan laju dekomposisi serasah) dan kualitas tanah, dikumpulkan melalui observasi dan wawancara langsung di lokasi penelitian. Data sekunder yaitu peta data penggunaan lahan (*Land use map*), peta kelerengan lahan, peta jenis tanah yang bersumber dari Bappeda Kab. Pinrang, Data luasan tambak dan produksi dari Dinas Kelautan Dan Perikanan, Kab. Pinrang. Sebaran tambak pada lokasi penelitian merupakan hasil digitasi dari Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kab. Pinrang, Peta Penggunaan Lahan (*Land Use Map*) Kecamatan Suppa.

Penyusunan Matriks Kesesuaian Kawasan. Kesesuaian pemanfaatan kawasan pesisir untuk kegiatan budidaya tambak didasarkan pada kriteria kesesuaian (Hadjowigeno dan Widiatmaka, 2011), kelas kesesuaian lahan dibagi kedalam empat kelas sebagai berikut: *Kelas S1* (Sangat Sesuai); *Kelas S2* (Sesuai); *Kelas S3* (Sesuai Bersyarat); dan *Kelas N* (Tidak Sesuai). Kriteria penentuan kesesuaian lahan budidaya tambak ditentukan melalui pembobotan dan pemberian skor masing-masing parameter kesesuaian peruntukan lahan (Tabel 1).

Tabel 1. Pembobotan dan Pemberian Skor Parameter Kesesuaian untuk Budaya Tambak

Parameter	Bobot	Kategori dan Skor				Skor	N	Skor	
		S1	S2	S3	N				
Kemiringan (%)	0,20	0 - 3	4	3 - 6	3	6 - 9	2	> 9	1
Jarak dari Pantai (m)	0,10	200-300	4	300 - 400	3	< 200	2	> 4000	1
Jarak dari sungai (m)	0,10	0-1.000	4	1.000-2.000	3	2.000-3.000	2	-	1
Jenis Tanah	0,10	Aluvial Pantai	4	Alluvial Hidro-mof	3	Regosol, Gleihumus	2	Regosol, Gleihumus	1
Ketinggian(m)	0,15	0 - 3	4	3 - 6	3	6 - 9	2	> 9	1
Drainase	0,10	Terge-nang	4	Terge-nang	3	Tidak Terge-nang	2	Tidak Terge-nang	1
Geologi	0,10	Sedemen lepas	4	Sedemen lepas	3	Sedimen padu	2	Sedemen padu	1
Salinitas (ppt)	0,3	12 - 20	4	20 - 30	3	5-12; 30-45	2	<5; >45	1
Suhu (°C)	0,3	25 - 32	4	23 - 25	3	32 - 34	2	0 - 23	1
Oksigen Terlarut (mg/l)	0,3	6 - 7	4	3 - 6	3	1 - 3	2	<1; <8	1
pH	0,3	8,1 - 8,7	4	7,6-8,0; 6,1-7,6	3	8,8 - 9,5; 4,0 - 4,5	2	9,6-11,0; <4,0	1
Posfat (PO ₄)	0,1	0	4	0,1 - 0,25	3	0,26 - 0,45	2	> 0,45	1
Amoniak (NH ₃)	0,1	0	4	0,1 - 0,25	3	0,26 - 0,45	2	> 0,45	1
Nitrit (NO ₂) (mg/l)	0,05	0	4	0,1 - 0,25	3	0,26 - 0,45	2	> 0,45	1

Sumber : Modifikasi Bakosurtanal (1996) dalam Asbar dan Fattah (2012); Modifikasi Yustiningsih (1997) dalam Laili (1984); Amri (2003); Modifikasi Poernomo (1988).

Keterangan : Nilai pembobotan dan scoring dari parameter ditentukan berdasarkan nilai kelas kesesuaian lahan (Anonymous, 1999, dalam Utojo dkk, 2004): Sangat sesuai (S1= 100%); Sesuai (S2= 75 - 99%); Sesuai Bersyarat (S3 = 50 - 74%); Tidak Sesuai Permanen (N < 50%)

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Umum Kawasan Tambak. Luas areal pertambakan di Kabupaten Pinrang mengalami peningkatan. Total luas areal lahan yang dimanfaatkan untuk budidaya tambak seluas 15.026,20 Ha yang dikelola oleh 9.502 orang petani tambak yang tergabung dalam 130 Kelompok Tani (Tabel 2).

Tabel 2. Luas Tambak dan Jumlah Petani Tambak Per Kecamatan di Kabupaten Pinrang

Kecamatan	Luas Tambak (ha)	Jumlah Petani tambak (orang)	Jumlah Kelompok Tani
Suppa	1.595,22	1.085	40
Mattiro Sompe	3.804,34	2.490	41
Lanrisang	1.670,63	1.387	12
Cempa	2.215,27	1.825	8
Duampanua	5.401,74	2.595	24
Lembang	339,00	120	5
Total	15.026,20	9.502	130

Sumber : Dinas Perikanan dan Kelautan, Kab. Pinrang (2012)

Analisis Biofisik Perairan

Parameter Kualitas Air. Hasil pengamatan kualitas air di lokasi penelitian selama musim hujan dan musim kemarau di Kawasan tambak Desa Wiringtasi, Tasiwalie, dan Lotangsalo dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rata-rata Pengukuran Kualitas Air di Lokasi Penelitian

Parameter	Musim Hujan			Musim Kemarau			Batas
	Pantai	Saluran	Tambak	Pantai	Saluran	Tambak	
Salinitas(ppt)	19	10.5	12.22	28.5	25.8	29.06	10 – 30
Suhu (°C)	32.84	33.16	33.63	29.41	32.88	32.89	26 – 32
DO (ppm)	5.86	6.47	8.62	5.74	4.81	3.99	3 – 10
pH	8	7.6	7.94	7.96	8.00	7.78	7,5 - 8,7
Posfat (ppm)	0.03	0.06	0.11	0.01	0.03	0.01	0.05 - 0,5
Amoniak(ppm)	0.30	0.26	0.23	0.28	0.30	0.32	≤ 1
Nitrit (ppm)	0.10	0.02	0.10	0.10	0.02	0.10	≤ 0 – 0,25
BOD (ppm)	0.77	0.93	1.02	0.77	0.93	1.02	< 25

Sumber: Kisaran dibuat berdasarkan kriteria Poernomo (1988), Hardjowigeno dan Widiatmaka (2011).

Berdasarkan hasil pengamatan parameter kualitas air sebagai faktor pembatas, yaitu : salinitas perairan selama musim hujan dan musim kemarau terdapat perbedaan yang cukup signifikan, namun masih dalam batas toleransi dan sesuai untuk budidaya udang, dengan kisaran 10,5 – 19 ppt pada musim hujan dan 25,8 – 29,06 ppt pada musim kemarau. Kisaran suhu pada musim hujan antara 32,84 – 33,63 °C sedangkan suhu perairan pada musim kemarau antara 29,41 – 32,89 °C. Kemudian faktor pembatas yang lain adalah DO, hasil pengamatan diperoleh nilai DO pada musim hujan antara 5,68 – 8,62 ppm, dan pada musim kemarau berkisar 3,99 – 5,74 ppm. Kisaran DO yang diperoleh masih pada kisaran toleransi kehidupan biota perairan. DO berfungsi sebagai peubah kualitas air dalam budidaya perikanan. Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu, salinitas, bahan organik, dan kecerahan. Kisaran DO yang optimal adalah 4 – 7 ppm (Poernomo, 1988; Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2011). Hasil pengukuran pH selama musim hujan diperoleh antara 7,6 – 8, dan pH pada musim kemarau antara 7,78 – 8. Nilai ini masih berada pada kisaran yang wajar bagi pertumbuhan udang windu, dimana pH optimum untuk budidaya udang windu antara 8,0 – 8,5 (Poernomo, 1988).

Kadar posfat berkisar antara 0,03 – 0,11 ppm pada musim hujan, dan 0,01 – 0,03 ppm pada musim kemarau. Kadar posfat menjadi faktor pembatas selama

musim hujan dikarenakan kadarnya melebihi ambang batas yaitu 0,05 - 0,5 ppm. Posfat merupakan bentuk fosfor yang dimanfaatkan oleh tumbuhan. Fosfor berperan dalam transfer energi di dalam sel (Mustafa, dkk, 2008). Konsentrasi Posfat pada perairan alami berkisar antara 0,005 – 0,020 ppm (UNESCO/WHO/UNEP, 1992 dalam Rachmansyah dan Mustafa, 2011).

Kisaran amoniak selama musim hujan antara 0,23 – 0,3 ppm, dan musim kemarau berkisar 0,28 – 0,32 ppm. Konsentrasi nitrit pada musim hujan yaitu 0,02 – 0,1 ppm dan selama musim kemarau antara 0,02 – 0,1 ppm. Perairan alami mengandung nitrit sekitar 0,001 ppm dan sebaliknya tidak melebihi 0,06 ppm (*Canadian Council of Resources and Environment Ministers*, 1987 dalam Rachmansyah dan Mustafa, 2011). Kadar amoniak yang baik bagi pertumbuhan udang adalah <0,3 ppm (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2011).

Nitrit (NO₂) adalah bentuk peralihan antara NH₃ dan NO₃ (nitrifikasi) dan antara NO₃ dan N₂ (denitrifikasi). Seperti halnya NH₃, maka NO₂ juga beracun bagi ikan, karena mengoksidasi besi (Fe) dalam hemoglobin. Dalam bentuk ini kemampuan darah untuk mengikat oksigen terlarut sangat merosot (Poernomo, 1988).

Parameter Biologi Perairan. Hasil analisis kelimpahan plankton untuk musim hujan ditemukan 13 jenis, dengan indeks keagaman 0,546 – 1,847, keragaman plankton tergolong sedang. Sedangkan indeks keseragaman jenis antara 0,774 – 1,000 menunjukkan sebaran tidak merata. Indeks dominasi berkisar antara 0,1734 – 0,5555. Jenis plankton yang ditemukan yaitu *Onychocamptus*, *Echinocamptus*, *Larva Tiram*, *Paracalanus*, *Oithona*, *Acartia*, *Tortanus*, Naupli Kopepoda, *Nitocra*, *Pleurosigma* (Fito), *Apocyclops*, *Schmackeria*, *Labidocera*.

Berbeda dengan musim kemarau, kelimpahan plankton lebih sedikit yaitu 7 (Tujuh) jenis. Dengan indeks keragaman 0,3218 – 1,608. Indeks keseragaman 0,4642 – 1,0000 tergolong rendah. Adapun jenis-jenis plankton yang ditemukan pada lokasi penelitian yaitu *Apocyclops*, *Echinocamptus*, *Larva Tiram*, *Acartia*, Naupli Kopepoda, *Temora*, *Tortanus*).

Parameter Kualitas Tanah. Parameter kualitas tanah digunakan sebagai syarat untuk budidaya tambak adalah tekstur tanah, pH, kandungan bahan organik, dan unsur hara. Parameter kualitas tanah yang diamati disajikan pada Tabel 4. Di Kabupaten Pinrang, hamparan yang relatif sempit hanya dijumpai di Kecamatan Suppa. Sehingga secara umum, kedalaman tanah sampai pada hamparan batuan bukan menjadi masalah dalam pengembangan budidaya tambak atau dengan kata lain kedalaman tanah sangat sesuai untuk budidaya tambak di Kabupaten Pinrang (Mustafa, dkk, 2008).

Tabel 4. Hasil pengukuran parameter kimia dan tanah

Parameter	Lokasi Pengamatan	
	Saluran	Tambak
pH KCl	7.17	7.19
pH H ₂ O	7.66	7.50
C organik (%)	0.11	0.09
BO (%)	0.19	0.15
PO ₄ (ppm)	21.24	39.76
P ₂ O ₅ (ppm)	15.88	29.72
N-Total (%)	0.38	0.28
Pasir	84	90
Liat	0	2
Debu	16	8
Tekstur	Pasir	Pasir

Sumber : Hasil Uji Laboratorium BRPBAP, Maros. 2013

Berdasarkan Tabel di atas, tekstur tanah dasar tambak di pesisir Pinrang, khususnya di Kecamatan Suppa, dalam hal ini kawasan Wiringtasi tergolong berpasir. Menurut Madep (2010), Karakteristik tanah di Kecamatan Suppa tergolong ke dalam jenis regosol kelabu dengan bentuk wilayah berombak, serta jenis tanah litosol dengan bentuk wilayah berbukit sampai bergunung.

Kesesuaian Peruntukan Lahan. Hasil analisis kesesuaian lahan diperoleh luasan tambak yang sesuai pada musim hujan seluas 801,22 Ha, sedangkan pada musim kemarau luasan tambak yang sesuai sekitar 801,26 Ha (Gambar 2a dan Gambar 2b), diperoleh luasan kesesuaian lahan Kelas S1 yaitu seluas 79,90 ha, Kelas S2 yaitu seluas 356,31 Ha, dan Kelas S3 seluas 365,03 Ha. Kesesuaian lahan pada musim kemarau, diperoleh kesesuaian lahan untuk Kelas S1 yaitu seluas 43,12 Ha, kelas Sesuai S2 yaitu seluas 282,7 Ha, Kelas S3 adalah seluas 475,4 Ha (Tabel 5)

Tabel 5. Kelas Kesesuaian Lahan Pada Musim Hujan

Kelas Kesesuaian	Desa			Jumlah (Ha)
	Lotangsalo (Ha)	Tasiwalie (Ha)	Wiringtasi (Ha)	
S1	34,21	45,67	0	79,9
S2	163,31	68,71	124,29	356,31
S3	0	105,13	259,9	365,03
N	0	0	0	0
Total (Ha)	197,52	219,51	384,19	801,22

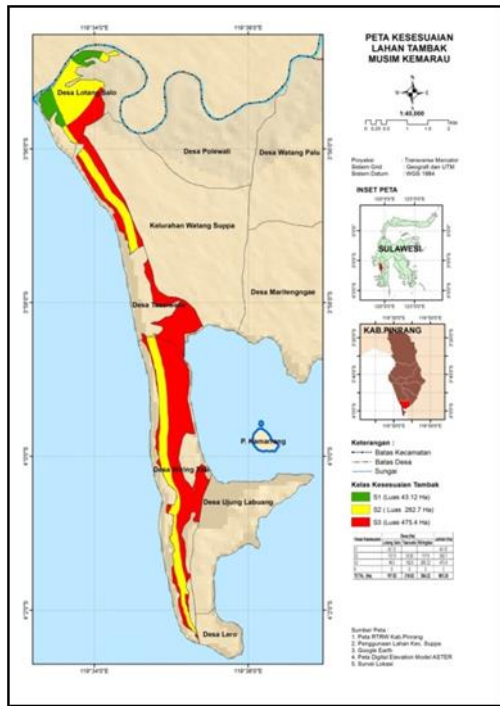
Sumber : Hasil Penelitian; Ket.: S1= Sangat Sesuai; S2=Sesuai; S3=Sesuai Marjinal, N = Tidak Sesuai.

Desa Wiringtasi. Berdasarkan hasil analisis kesesuaian lahan tambak pada musim hujan di Desa Wiringtasi adalah 0 Ha untuk Kelas Sangat Sesuai (S1), kelas S2 124,29 Ha, kelas S3 seluas 259,9 Ha, dan Kelas N seluas 0 Ha. Sedangkan pada musim kemarau kesesuaian lahan tambak tidak ada lahan ambak yang sangat sesuai (S1), 117,9 Ha kategori (S2), 266,32 Ha kategori (S3), dan 0 Ha kategori (N) dari total luasan tambak yaitu 384,22 Ha (Tabel 6).

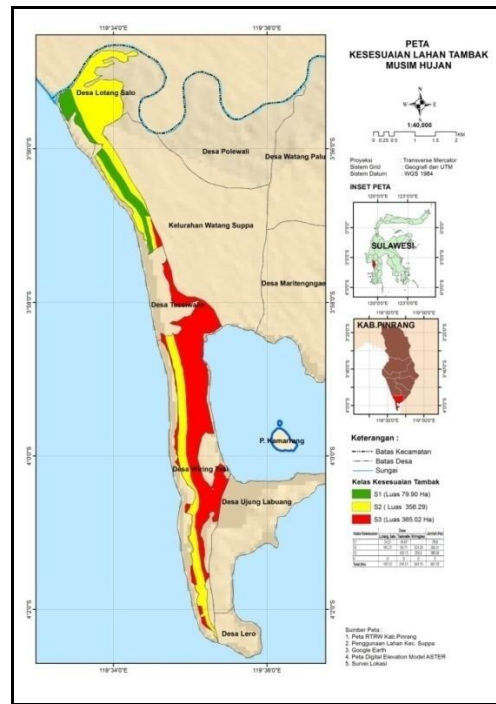
Tabel 6. Kelas Kesesuaian Lahan Pada Musim Kemarau

Kelas Kesesuaian	Desa			Jumlah (Ha)
	Lotangsalo (Ha)	Tasiwalie (Ha)	Wiringtasi (Ha)	
S1	43,12	0	0	43,12
S2	107,9	56,92	117,9	282,7
S3	46,5	162,6	266,32	475,4
N	0	0	0	0
Total (Ha)	197,52	219,52	384,22	801,26

Sumber : Hasil Penelitian; Ket.: S1= Sangat Sesuai; S2=Sesuai; S3=Sesuai Marjinal, N=Tidak Sesuai.



Gambar 2a. Peta Kesesuaian Lahan Selama Musim Hujan



Gambar 2b. Peta Kesesuaian Lahan Selama Musim Kemarau

Desa Tasiwalie. Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 5, dan Tabel 6 diperoleh kesesuaian luasan lahan tambak selama musim hujan di Desa Tasiwalie diperoleh luasan Kelas S1, S2, S3, dan N berturut-turut adalah 45,67 Ha; 68,71 Ha; 105,13 Ha dan 0 Ha. Sedangkan pada musim kemarau diperoleh luasan kesesuaian lahan tambak Kelas S1, S2, S3, dan N berturut-turut adalah 0 Ha; 56,92 Ha; 162,6; dan 0 Ha.

Desa Lotangsalo. Kelas kesesuaian lahan tambak di Desa Lotangsalo juga dikategorikan ke dalam 2 dan 3 kelas kesesuaian lahan yaitu Kelas S1, Kelas S2, dan Kelas S3, sedangkan untuk kelas N tidak ditemukan. Pada musim hujan diperoleh luasan berturut-turut kelas S1, dan kelas S2 yaitu 34,21 Ha; 163,31 Ha. (Tabel 28). Sedangkan pada musim kemarau (Tabel 29) diperoleh luasan Kelas S1 adalah seluas 43, 12 Ha; 107, 9 Ha Kelas S2; dan Kelas S3 seluas 46,5 Ha.

Kesimpulan

Hasil analisis kesesuaian lahan tambak di Desa Wiringtasi, Tasiwalie, dan Lotangsalo, dapat disimpulkan bahwa, kesesuaian lahan tambak pada musim hujan di Desa Wiringtasi dimana tidak terdapat luasan tambak untuk kelas S1 (Sangat Sesuai), kelas S2 (Sesuai) 124,29 Ha, kelas S3 (Sesuai Marjinal) seluas 259,9 Ha. Pada musim kemarau kesesuaian lahan tambak pada kawasan marjinal untuk Kelas S1 adalah 0 Ha, kelas S2 yaitu 117,9 Ha, dan kelas S3 seluas 266,32 Ha. Kesesuaian luasan lahan tambak selama musim hujan di Desa Tasiwalie diperoleh luasan Kelas S1, S2, dan S3 berturut-turut adalah 45,67 Ha, 68,71 Ha, dan 105,13 Ha. Sedangkan pada musim kemarau diperoleh luasan kesesuaian lahan tambak Kelas S1, S2, dan S3, berturut-turut adalah 0 Ha, 56,92 Ha, dan 162,6 Ha dengan total luas tambak adalah 219,52 Ha.

Daftar Referensi

- Asbar, dan M. H. Fattah., 2012. Model Pengembangan Teknologi Produksi Tambak Marjinal dan Terlantar pada Sentra Produksi Udang Windu (*Penaeus monodon*) di Sulawesi Selatan. Usul Penelitian. Penelitian Tim Pascasarjana. Universitas Muslim Indonesia. Makassar.
- Badan Pusat Statistik. Kabupaten Pinrang. 2011. Kabupaten Pinrang dalam Angka. BPS Statistik Kabupaten Pinrang.
- Badan Pusat Statistik. Kabupaten Pinrang. 2012. Kabupaten Pinrang dalam Angka. BPS Statistik Kabupaten Pinrang.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2009. Sulawesi Selatan Dalam Angka.
- Fattah, M.H, Asbar, M. Kasnir 2008. Perencanaan Kawasan dan Bisnis Perikanan terpadu Provinsi Sulawesi Selatan. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sulawesi Selatan, Makassar.
- Hardjowigeno, S. Dan Widiatmaka, 2011. Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Lahan, Cetakan Kedua. Gadjah Mada University Press. 352 hal.
- Harwati, 2014. Analisis Aspek Biofisik Perairan Untuk Pengembangan Budidaya Tambak Marjinal di Kawasan Waringtasi, Tasiwalie, Dan Lotangsalo, Kabupaten Pinrang. Tesis. Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Magister. Program Studi Magister Manajemen Pesisir dan Teknologi Kelautan. Program Pasca Sarjana. Universitas Muslim Indonesia. Makassar.
- Irianti. D., 2004. Evaluasi Kesesuaian Lahan Pesisir Untuk Pengembangan Budidaya Tambak Di Kabupaten Purworejo. Tesis. Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Mencapai Derajat Sarjana S-2. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Program Studi : Magister Manajemen Sumberdaya Pantai. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro Semarang.
- Kent. R. and Poulton C. 2008. Marginal Farmers, A Review of The Literature. Centre For Development, Environment and Policy. School of Oriental and African Studies. Commissioned by : Concern Worldwide.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 34 Tahun 2002 tentang Pedoman Umum Pentaan Ruang Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. DKP. Jakarta.
- Kordi. K. M. G. H. 2010. Budi Daya Udang Laut. Sistem Ekstensif, Sistem Semi-Intensif, Sistem Intensif, Sistem Super Intensif, Sistem Monokultur, Sistem Polikultur, Sistem organik, Sistem Tebar Gilir, Sistem Tertutup. Lily Publisher. Yogyakarta. 314 hal.
- Madep. 2010. *Consulting And Training Services*. Draft Laporan Akhir. Penyusunan Masterplan Minapolitan Kab. Pinrang. Bab III.
- Mustafa, A., Hasnawi, M. Paena, Rachmansyah, dan J. Sammut., 2008. Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Budidaya Tambak Di Kabupaten Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan. Jurnal Riset Akuakultur, Volume 3, No. 2 tahun 2008; 241-261.
- Peraturan Menteri Kehutanan. 2008. Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Nomor : P.70/Menhut-II/2008. 107 Hal.
- Pinrang Dalam Angka, 2008. Pengkajian Mitigasi Bencana Sedimentasi Abrasi dan banjir ROB Kabupaten Pinrang. PT. MADEP. *Consulting and Training*. Draft Laporan Akhir. Pinrang.
- Poernomo, A. 1988. Pembuatan Tambak Udang di Indonesia. Seri Pengembangan No. 7, 1988. Departemen Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Poernomo, A. 1992. Pemilihan Lokasi Tambak Udang Berwawasan Lingkungan. Seri Pengembangan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Perikanan Pantai, Maros.
- Rachmansyah dan Mustafa A., 2011. Evaluasi Kesesuaian Lahan Aktual Tambak Yang Ada di Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, maros 90512, Sulawesi Selatan. e-mail : rachman222000@yahoo.com. (Naskah diterima : 18 April 2011; Disetujui publikasi : 11 Juli 2011)
- Rukyani, A. 2000. Masalah Penyakit Udang dan Harapan Solusinya. Sarasehan Akuakultur nasional, Bogor.
- Syaugy, A., 2013. Evaluasi Kesesuaian Lahan Tambak Udang Di Kecamatan Cijulang dan Parigi, Ciamis, Jawa Barat. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 41 hal.
- Undang-undang No. 27, Tahun 2007. Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. Undang-undang Republik Indonesia. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 84. 43 Hal.
- www.repository.ipb.ac.id, 2010. Bogor Agricultural University. Dikutip dari <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/52254/BAB%20III%20Metodolog.pdf?sequence=5>. Diakses pada tanggal 11/05/2013; Pukul 09:55 Wita.
- www.repository.ipb.ac.id, 2012. Bogor Agricultural University. Dikutip dari <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/14792/C04anl.pdf?sequence=2>. Diakses pada tanggal 11/05/2013;pukul 10:05 Wita.

Keanekaragaman Makrozoobentos di Hutan Mangrove Alami dan Rehabilitasi di Kabupaten Sinjai

Ernawati S.K.

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90222

E-mail: ernawatisyahrudin@yahoo.com

ABSTRAK

Keanekaragaman makrozoobentos di ekosistem mangrove hasil rehabilitasi yang didasarkan pada umur mangrove perlu dilakukan mengingat masih kurangnya informasi ekosistem ini terutama dikaitkan pada organik karbon di sedimen hutan mangrove rehabilitasi dan alami. Tujuan penelitian ini adalah menggambarkan struktur komunitas makrozoobentos, suksesi, dan faktor yang memengaruhi distribusi dinamika organik karbon dengan sedimen di hutan mangrove rehabilitasi Desa Tongke-tongke, Kabupaten Sinjai. Metode Penelitian secara purposive sampling, dimana populasi penelitian adalah komunitas vegetasi mangrove dan komunitas makrozoobentos yang berasosiasi dengan mangrove. Selain itu, kualitas perairan, kandungan karbon organik dan nitrogen sedimen juga merupakan obyek penelitian. Hasil identifikasi epifauna dan infauna yang ditemukan pada kawasan non-vegetasi, hutan mangrove hasil rehabilitasi dan alami diperoleh sebanyak 47 jenis makrozoobentos yang berasal dari 30 famili dan 5 kelas. Gastropoda ditemukan sebanyak 22 jenis dan 11 famili, Bivalvia 13 jenis dan 8 famili, Crustacea 6 jenis dan 4 famili, Polychaeta 5 jenis dan 5 famili, serta Ophiuroidea 1 jenis yang berasal dari 1 famili. Kawasan Tongke-tongke didominasi oleh Gastropoda dan Bivalvia karena kedua kelas ini dijumpai dalam jumlah jenis yang banyak pada seluruh stasiun penelitian. Selanjutnya diikuti oleh Crustacea. Kepadatan makrozoobentos di hutan mangrove hasil rehabilitasi Desa Tongke-tongke dan di hutan alami Kelurahan Samataring berkisar 85,60 – 266,10 ind m⁻². Indeks keanekaragaman berkisar 2,28-4,00; indeks keseragaman berkisar 0,58-0,95; dan indeks dominansi berkisar 0,089-0,294. Suksesi makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke berlangsung dengan meningkat jumlah jenis makrozoobentos dan keanekaragaman makrozoobentos seiring bertambahnya umur vegetasi mangrove.

Kata kunci : keanekaragaman, makrozoobentos, mangrove, kepadatan, indeks ekologi

Pendahuluan

Mangrove merupakan sumberdaya alam yang khas dan memiliki fungsi yang strategis di wilayah pesisir pantai tropis. Ekosistem ini paling produktif dan memiliki arti yang penting bagi kehidupan biota laut. Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis dalam mendukung lingkungan fisik dan lingkungan biota sebagai penahan intrusi air laut, penahan angin, penahan gempuran ombak, pengendali banjir dan tempat pembesaran serta perkembangbiakan berbagai macam biota akuatik yang tidak dapat dinilai dengan uang (Niertiningsih, 1996).

Kondisi mangrove di Sulawesi Selatan sangat memprihatinkan, bahkan pada beberapa kabupaten ditemukan telah mengalami degradasi yang sangat berat. Luas hutan mangrove yang kurang lebih sekitar 112.000 Ha, selama 4 dasawarsa (1950 – 1990) diperkirakan mengalami kerusakan sebesar 65% karena dikonversi untuk peruntukan lain, seperti pembangunan tambak, industri, pemukiman, dan tersisa saat ini ± 39.000 Ha (Nessa *et al.*, 2002).

Rehabilitasi hutan mangrove di Desa Tongke-tongke telah dilakukan sejak tahun 1986 oleh masyarakat desa tersebut secara swadaya. Upaya penghijauan kembali wilayah pesisir ini dilakukan oleh Kelompok Pencinta Sumber Daya Alam - Aku Cinta Indonesia (KPSDA-ACI) dan saat ini sudah mulai terlihat tingkat keberhasilannya.

Adanya kegiatan rehabilitasi mangrove di wilayah tersebut telah memberikan pengaruh terhadap perubahan kondisi ekologis di kawasan mangrove. Perubahan kondisi ekologis ini secara tidak langsung memengaruhi struktur

komunitas dan komposisi jenis makrozoobentos karena biota ini mempunyai hubungan timbal balik dengan ekosistem mangrove.

Fauna makrozoobentos juga dapat dijadikan sebagai indikator yang handal untuk melihat kualitas ekosistem mangrove hasil rehabilitasi (Bosire *et al.*, 2008). Hasil penelitian Chen dan Ye (2010) pada mangrove hasil restorasi berbagai kelompok umur di China, mendapatkan tingginya jumlah spesies makrozoobentos yang terdapat pada mangrove dewasa dibandingkan pada mangrove yang berumur muda dan tanpa vegetasi. Mengingat pentingnya kawasan mangrove sebagai suatu ekosistem yang utuh, sebagai tempat hidup berbagai organisme perairan, serta terbatasnya informasi mengenai keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos maka perlu ada data-data struktur dan komposisi makrozoobentos yang ada di kawasan mangrove rehabilitasi yang didasarkan pada berbagai kelompok umur.

Berdasarkan uraian di atas dan masih kurangnya informasi tentang suksesi biodiversitas makrozoobentos di ekosistem mangrove hasil rehabilitasi yang didasarkan pada umur mangrove maka perlu dilakukan penelitian tentang suksesi makrozoobentos di hutan mangrove alami dan rehabilitasi.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk menggambarkan struktur komunitas makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi Desa Tongke-tongke, Kabupaten Sinjai. Selain itu, tujuan lainnya adalah menjelaskan suksesi makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi Desa Tongke-tongke, Kabupaten Sinjai dan juga mendeskripsikan faktor-faktor yang memengaruhi distribusi makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi Desa Tongke-tongke, Kabupaten Sinjai.

Bahan dan Metode

Lokasi Penelitian. Penelitian dilaksanakan sejak bulan Januari sampai November 2015. Lokasi penelitian pada areal mangrove rehabilitasi di Desa Tongke-tongke dan mangrove alami yang terletak di Dusun Pangasa, Kelurahan Samataring, Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai.

Populasi dan Sampel Penelitian. Populasi penelitian adalah komunitas makrozoobentos yang berasosiasi dengan mangrove. Selain itu, kualitas perairan merupakan obyek penelitian. Sampel vegetasi mangrove, makrozoobentos dan sedimen diambil secara *purposive* berdasarkan lokasi plot tempat mangrove tumbuh.

Aspek dan Variabel Penelitian. Pengamatan komunitas mangrove dalam penelitian ini meliputi lingkaran dan diameter batang, *basal area*, kerapatan dan luas penutupan mangrove. Untuk komunitas makrozoobentos, pengamatan meliputi komposisi jenis, kepadatan jenis, serta indeks ekologi (keanekaragaman, keseragaman, dominansi, dan pola sebaran).

Faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi kehidupan mangrove dan makrozoobentos juga ikut diukur, meliputi faktor fisika dan kimia perairan dan substrat/sedimen. Parameter fisika yang diukur adalah suhu, kecepatan arus dan kekeruhan. Sebaliknya, parameter kimia yang diamati adalah salinitas, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), fosfat (PO₄), nitrat (NO₃) dan bahan organik total (BOT).

Bahan penelitian terdiri atas makrozoobentos, tumbuhan mangrove, dan sampel tanah (sedimen) dari masing-masing plot penelitian. Perahu digunakan sebagai alat transportasi ke lokasi dan stasiun-stasiun penelitian. Substrat disimpan di dalam plastik sedimen, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis lebih lanjut. Substrat diambil dengan menggunakan sekop, disaring menggunakan ayakan (*sieve-net*) untuk memperoleh makrozoobentos. Posisi stasiun dan substasiun di lokasi penelitian ditentukan dengan alat bantu GPS. Batas-batas plot di stasiun penelitian menggunakan tali plastik. Salinitas diukur dengan *hand-refractometer* dan lama waktu pasang diukur dengan *stopwatch*.

Prosedur Penelitian. Pengambilan sampel dilakukan pada kawasan mangrove hasil rehabilitasi yang terdapat di Desa Tongke-tongke. Stasiun penelitian ditentukan dengan metode *purposive sampling*, dan didasarkan pada pertimbangan perbedaan kelompok umur mangrove.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Jenis Makrozoobentos. Hasil identifikasi epifauna dan infauna yang ditemukan pada kawasan non-vegetasi, hutan mangrove hasil rehabilitasi dan alami diperoleh sebanyak 47 jenis makrozoobentos yang berasal dari 30 famili dan 5 kelas. Gastropoda ditemukan sebanyak 22 jenis dan 11 famili, Bivalvia 13 jenis dan 8 famili, Crustacea 6 jenis dan 4 famili, Polychaeta 5 jenis dan 5 famili, serta Ophiuroidea 1 jenis yang berasal dari 1 family.

Tabel 1. Persentase makrozoobentos berdasarkan kelas yang ditemukan pada masing-masing stasiun selama penelitian

No.	Kelas	Stasiun (Umur)					
		I NV	II (1 thn)	III (5 thn)	IV (10thn)	V (27thn)	VI (30thn)
		%	%	%	%	%	%
1	Bivalvia	25,00	35,71	33,33	31,58	30,00	29,03
2	Gastropoda	40,00	42,86	50,00	42,11	40,00	54,84
3	Crustacea	15,00	7,14	11,11	15,79	30,00	12,90
4	Polychaeta	15,00	14,29	5,56	10,53	0,00	3,23
5	Ophiuroidea	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 1 memperlihatkan persentase makrozoobentos berdasarkan kelas yang ditemukan pada masing-masing stasiun. Ini menunjukkan bahwa kawasan Tongke-tongke didominasi oleh Gastropoda dan Bivalvia karena kedua kelas ini dijumpai dalam jumlah jenis yang banyak pada seluruh stasiun penelitian. Selanjutnya diikuti oleh Crustacea, walaupun dijumpai di seluruh stasiun penelitian namun dalam jumlah jenis yang lebih sedikit. Polychaeta juga dijumpai dalam jumlah jenis yang sedikit sedangkan Ophiuroidea hanya dijumpai di stasiun non-vegetasi. Dominannya jumlah jenis dari Bivalvia dan Gastropoda pada seluruh stasiun penelitian di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke, sejalan dengan hasil penelitian Pirzan *et al.*, (2001), yang menemukan dominannya jumlah jenis makrozoobentos dari kedua kelas di atas di hutan mangrove rehabilitasi tersebut. Andy Omar *et al.* (2012) menemukan 12 jenis Gastropoda pada areal yang berbeda di kawasan mangrove Tongke-tongke hasil rehabilitasi, 8 jenis di antaranya juga ditemukan selama penelitian ini, yaitu *C. cingulata*, *T. telescopium*, *T. palustris* (Potamididae), *C. capucinus*, *M. margariticola* (Muricidae), *C. moniliferus* (Cerithiidae), *L. scabra* (Littorinidae), dan *C. oualaniensis* (Neritidae).

Kepadatan Makrozoobentos. Kepadatan makrozoobentos di hutan mangrove hasil rehabilitasi Desa Tongke-tongke dan di hutan alami Kelurahan Samataring berkisar 85,60 – 266,10 ind m⁻². Hasil ini relatif lebih sedikit jika dibandingkan dengan kepadatan makrozoobentos yang ditemukan oleh Rani (1998) di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke berumur 13 tahun, yaitu berkisar 155 – 944 ind m⁻². Namun dibandingkan dengan kepadatan makrozoobentos di kawasan mangrove rehabilitasi Tokke-tokke yang berkisar 29,33 – 77,33 ind m⁻² (Zulkifli, 2008) maka hasil yang ditemukan relatif lebih banyak.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa kepadatan Bivalvia tertinggi ditemukan pada Stasiun III (umur mangrove 5 tahun) dan IV (umur mangrove 10 tahun), Gastropoda pada Stasiun II (umur mangrove 1 tahun) dan VI (umur mangrove 30 tahun), dan Crustaceae pada Stasiun V (umur mangrove 27 tahun). Hal ini

menunjukkan bahwa setiap kelompok umur mangrove didominasi oleh kelompok yang berbeda-beda.

Tabel 2. Kepadatan makrozoobentos berdasarkan umur mangrove

Kelas	NV		1 tahun		5 tahun		10 tahun		27 tahun		30 tahun	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Bivalvia	26,20	0,00	10,60	17,07	20,80	13,93	114,13	85,67	41,67	20,93	11,80	23,60
Gastropoda	3,40	11,2	19,20	19,80	14,60	15,00	14,20	11,60	9,80	14,40	39,20	27,00
Crustacea	0,00	37,5	1,80	6,60	1,60	8,33	7,67	17,87	110,00	37,87	33,33	1,00
Polychaeta	3,33	3,33	3,33	6,67	1,67	3,33	15,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,00
Ophiuroidea	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Kepadatan jenis makrozoobentos pada substasiun 1 dan 2 di setiap stasiun penelitian dapat dilihat pada Lampiran 8. Kepadatan jenis makrozoobentos di Stasiun I (non-vegetasi) pada Substasiun 1 berkisar 0,80 – 13,33 ind m⁻². Kepadatan yang tertinggi ditemukan pada *T. timorensis* dan terendah pada *C. cingulata*, *N. pullus* dan *R. aspera*. Pada Substasiun 2, kepadatan makrozoobentos berkisar 0,80 – 25,00 ind m⁻², tertinggi pada *S. crytodactyla* dan terendah pada *P. incamata*. Pada Stasiun II (umur mangrove 1 tahun), kepadatan makrozoobentos pada Substasiun 1 berkisar 0,60 – 6,00 ind m⁻². Kepadatan tertinggi ditemukan pada *L. scabra* dan terendah pada *S. cucullata*. Pada Substasiun 2, kepadatan makrozoobentos berkisar 0,80 – 7,80 ind m⁻², tertinggi pada *C. oulaniensis* dan terendah pada *T. sulcata* dan *R. aspera*.

Kisaran kepadatan makrozoobentos di Stasiun III (umur mangrove 5 tahun) berkisar 0,60 – 10,80 ind m⁻² pada Substasiun 1 dan 0,60 – 8,33 ind m⁻² pada Substasiun 2. Kepadatan makrozoobentos tertinggi pada Substasiun 1 ditemukan pada *S. cucullata* dan terendah pada *V. acuminatum*, sedangkan pada Substasiun 2 *S. crytodactyla* memiliki kepadatan tertinggi dan *S. cucullata* yang terendah. Makrozoobentos di Stasiun IV (umur mangrove 10 tahun) pada Substasiun 1 memiliki kepadatan yang berkisar 1,00 – 55,20 ind m⁻², tertinggi pada *I. perna* dan terendah pada *Balanus* sp. Di Substasiun 2, kepadatan makrozoobentos berkisar 0,60 – 37,60 ind m⁻², yang tertinggi pada jenis *I. perna* dan terendah pada *N. costata*.

Kepadatan jenis makrozoobentos di Stasiun V (umur mangrove 27 tahun), Substasiun 1 berkisar 0,80 – 78,33 ind m⁻², tertinggi pada jenis *C. carnifex* dan terendah pada *T. telescopium* dan *C. capucinus*. Kemudian, pada Substasiun 2 kepadatan makrozoobentos berkisar 0,40 – 21,67 ind m⁻², tertinggi pada *C. carnifex* terendah pada *T. sulcata*. Pada Substasiun 1 pada Stasiun VI (umur mangrove 30 tahun), kepadatan jenis makrozoobentos berkisar 0,40 – 10,60 ind m⁻², tertinggi pada *C. kobelti* dan terendah pada *S. echinata*. Pada Substasiun 2, kepadatan berkisar 0,60 – 9,60 ind m⁻², tertinggi ditemukan pada *S. cucullata* dan terendah pada *L. scabra* dan *V. acuminatum*.

Kepadatan Crustacea yang tinggi pada Stasiun V (umur mangrove 27 tahun) dibandingkan stasiun lainnya disebabkan tingginya kepadatan jenis *C. carnifex* dan *S. crytodactyla*. Hal ini diduga berhubungan dengan kondisi ekologis pada Stasiun V di hutan mangrove hasil rehabilitasi yang dapat mendukung kepadatan kedua jenis Crustacea tersebut, seperti substrat lumpur yang banyak mengandung bahan organik sebagai sumber makanan bagi jenis makrozoobentos *deposit feeder* dan dukungan faktor lingkungan fisika-kimia perairan pada habitat tersebut.

Indeks Ekologi Makrozoobentos. *Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos.* Indeks keanekaragaman makrozoobentos yang ditemukan di hutan mangrove hasil rehabilitasi Tongke-tongke dan di hutan mangrove alami Samataring dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai indeks keanekaragaman (H), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D) makrozoobentos pada setiap stasiun penelitian

Stasiun pengambilan sampel	Indeks Ekologi					
	H		E		D	
	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2
Stasiun I	3,30	2,74	0,95	0,87	0,112	0,165
Stasiun II	2,88	2,96	0,80	0,80	0,175	0,157
Stasiun III	2,76	3,00	0,72	0,84	0,211	0,171
Stasiun IV	2,28	2,55	0,58	0,69	0,294	0,224
Stasiun V	2,79	3,23	0,75	0,79	0,197	0,172
Stasiun VI	4,00	3,50	0,87	0,81	0,089	0,127

Tabel tersebut menjelaskan bahwa seluruh substasiun di setiap stasiun penelitian memiliki nilai indeks keanekaragaman yang termasuk berkategori tinggi karena memiliki nilai lebih besar dari dua. Tingginya keanekaragaman makrozoobentos yang ditemukan pada setiap stasiun penelitian disebabkan kestabilan komunitas makrozoobentos dan persebaran jumlah individu dari jenis makrozoobentos yang ada pada masing-masing lokasi tersebut relatif merata, bahkan pada stasiun VI (umur mangrove 30 tahun) memiliki nilai indeks keanekaragaman di Substasiun 1 sebesar 4.00 dan di Substasiun 2 sebesar 3,50.

Tingginya nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos pada Stasiun VI (umur mangrove 30 tahun) yang berada di hutan mangrove alami disebabkan banyaknya spesies makrozoobentos yang ditemukan pada Substasiun 1 dan 2 di stasiun tersebut dengan pembagian jumlah individu masing-masing spesies yang relatif merata, dan tidak ada dominansi spesies tertentu sehingga dapat dikatakan bahwa ekosistem dalam keadaan stabil. Sebaliknya nilai indeks keanekaragaman pada Substasiun 1 dan 2 di Stasiun IV rendah disebabkan jumlah spesies banyak tetapi persebaran jumlah individu setiap spesies tidak merata. Hal ini ditunjukkan oleh banyaknya jumlah individu spesies *I. perna* dan *E. aenigmatica* dibandingkan jumlah individu lainnya yang terdapat pada stasiun tersebut.

Indeks Keseragaman Makrozoobentos. Nilai indeks keseragaman selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 3, memperlihatkan bahwa hasil pengukuran indeks keseragaman yang diperoleh pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian termasuk dalam kategori seragam karena mendekati satu.

Indeks Dominansi Makrozoobentos. Menurut Odum (1993), apabila nilai indeks dominansi mendekati nol maka tidak ada organisme tertentu yang mendominasi perairan tersebut. Sebaliknya, jika nilai indeks dominansi mendekati satu maka ada organisme tertentu yang mendominasi. Hasil analisis indeks dominansi masing-masing stasiun penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menjelaskan bahwa nilai indeks dominansi pada seluruh substasiun di setiap stasiun penelitian termasuk dalam kategori rendah. Hal ini berarti komunitas makrozoobentos di hutan mangrove hasil rehabilitasi Tongke-tongke dan di hutan mangrove alami Samataring dalam keadaan stabil, kondisi lingkungan cukup baik, dan tidak ada tekanan ekologis terhadap fauna makrozoobentos di habitat tersebut.

Indeks Dispersi Morisita Makrozoobentos. Umumnya pola sebaran makrozoobentos pada seluruh substasiun di setiap stasiun penelitian termasuk dalam kategori mengelompok atau bergerombol karena nilai indeks dispersi Morisita yang didapatkan lebih besar dari satu.

Faktor-Faktor Lingkungan Perairan. Hasil pengukuran suhu perairan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian berkisar antara 27,0 – 30,5°C (Tabel 4). Pengukuran dilakukan pada pagi hari dimana intensitas cahaya matahari yang diterima oleh perairan masih sedikit. Nilai rata-rata suhu terendah

diperoleh pada Stasiun V (umur mangrove 27 tahun) dan tertinggi diperoleh pada Stasiun I (non vegetasi). Rendahnya suhu di Stasiun V disebabkan kerapatan mangrove yang tinggi sehingga menghalangi masuknya cahaya matahari ke perairan di dalam hutan mangrove. Tingginya suhu di Stasiun I (non vegetasi) disebabkan lokasi stasiun ini berada di pesisir pantai terbuka yang berbatasan dengan laut lepas dan tidak ada vegetasi mangrove yang menghalangi terpaan cahaya matahari di perairan.

Hasil pengukuran kecepatan arus pada masing-masing substasiun di setiap stasiun berkisar antara 0,310 – 0,501 m/detik atau 31,0 – 50,1 cm/detik (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil pengukuran parameter fisika perairan di stasiun penelitian

No.	Stasiun	Suhu (°C)		Kec. Arus (m/dtk)		Kekeruhan (NTU)	
		Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2
1.	I	30,0	30,5	0,501	0,500	42,0	41,0
2.	II	28,5	28,0	0,498	0,450	30,2	30,2
3.	III	28,5	28,0	0,467	0,520	34,3	34,3
4.	IV	27,9	27,0	0,461	0,458	32,2	34,0
5.	V	27,0	27,0	0,310	0,319	41,0	40,0
6.	VI	27,5	27,0	0,410	0,350	41,0	40,2

Pengambilan data kecepatan arus dilakukan ketika terjadi arus pasang. Kisaran kecepatan arus tersebut diatas dapat digolongkan ke dalam kategori arus sedang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mason (1981) bahwa kecepatan berkisar 25 – 50 cm/detik tergolong arus sedang.

Hasil analisis pengukuran kekeruhan perairan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian berkisar antara 30,2 – 42,0 NTU Tabel 4). Kisaran nilai salinitas pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian berkisar antara 27,40 – 30,17‰ (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil pengukuran parameter kimia perairan di stasiun penelitian

No.	Stasiun	Salinitas (ppm)		pH		PO ₄ (ppm)		NO ₃ (ppm)		BOT (ppm)		DO (ppm)	
		Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2
1.	I	30,17	29,19	7,46	7,48	0,31	0,32	0,51	0,50	133	130	5,95	5,92
2.	II	28,25	28,22	7,60	7,52	0,33	0,32	0,59	0,58	120	118	5,88	5,78
3.	III	28,34	28,14	7,58	7,50	0,35	0,33	0,57	0,58	131	125	5,12	5,16
4.	IV	28,25	28,27	7,60	7,63	0,34	0,35	0,61	0,59	144	140	5,25	5,31
5.	V	27,76	27,73	7,80	7,96	0,39	0,36	0,91	0,90	152	155	6,75	6,11
6.	VI	27,42	27,40	8,08	8,06	0,38	0,36	0,95	0,93	175	172	6,73	6,71

Menurut Nybakken (1992) menyatakan bahwa pola gradien fluktuasi salinitas, bergantung pada musim, topografi, pasang surut, dan jumlah air tawar. Kisaran nilai salinitas normal untuk kehidupan makrozoobentos di hutan mangrove berkisar 20 – 35‰. Berarti, kisaran salinitas pada setiap stasiun penelitian masih masuk dalam kategori normal.

Setiap organisme memiliki kisaran pH optimum bagi kehidupannya. Hasil pengukuran nilai pH perairan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun berkisar antara 7,40 – 8,08 (Tabel 5). Hasil analisis kandungan fosfat perairan pada masing-masing substasiun di setiap penelitian berkisar antara 0,31 – 0,39 ppm (Tabel 5). Hasil analisis kandungan nitrat pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian berkisar antara 0,50 – 0,95 ppm (Tabel 5). Kisaran kandungan nitrat tersebut termasuk dalam kategori tingkat kesuburan sedang karena nilai kandungan nitrat berkisar antara 0,227 – 1,129 ppm (Vollenweider, 1968 dalam Srinivasan, 2000). Nilai kandungan nitrat tertinggi pada Stasiun VI (umur mangrove 30 tahun) dan kandungan nitrat terendah pada Stasiun I (non vegetasi). Tingginya kandungan nitrat pada Stasiun VI, diduga karena banyak organisme renik yang melakukan aktivitas mengikat nitrogen dan mengubah

menjadi nitrat sehingga menyebabkan stasiun tersebut menjadi subur. Sedang rendahnya nitrat pada Stasiun I diduga berhubungan dengan kurangnya bahan organik dan sedikitnya fauna makrozoobentos yang menetap kecuali yang dapat hidup pada lingkungan yang ekstrim.

Hasil analisis pengukuran kandungan bahan organik total perairan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun berkisar antara 118 – 175 ppm (Tabel 5), sedangkan hasil analisis pengukuran kandungan oksigen terlarut pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian berkisar antara 5,12 – 6,75 ppm (Tabel 5).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa komposisi makrozoobentos baik epifauna maupun infauna yang ditemukan pada kawasan non-vegetasi, hutan mangrove hasil rehabilitasi dan alami diperoleh sebanyak 47 jenis makrozoobentos yang berasal dari 30 famili dan 5 kelas. Gastropoda ditemukan sebanyak 22 jenis dan 11 famili, Bivalvia 13 jenis dan 8 famili, Crustacea 6 jenis dan 4 famili, Polychaeta 5 jenis dan 5 famili, serta Ophiuroidea 1 jenis yang berasal dari 1 famili. Pada kawasan non-vegetasi dihuni oleh 20 jenis makrozoobentos dan di hutan mangrove hasil rehabilitasi ditemukan sebanyak 35 jenis serta di hutan mangrove alami ditemukan 31 jenis. Dengan kepadatan makrozoobentos pada setiap kelompok umur mangrove didominasi oleh kelas makrozoobentos yang berbeda-beda.

Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa suksesi makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke berlangsung dengan meningkat jumlahnya jenis makrozoobentos dan keanekaragaman makrozoobentos seiring dengan semakin bertambahnya umur vegetasi mangrove. Hasil analisis faktor-faktor lingkungan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian mengindikasikan bahwa pengaruh faktor fisika dan kimia perairan relatif cukup mendukung bagi pertumbuhan dan perkembangan jenis-jenis makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke dan di hutan mangrove alami Samataring.

Daftar Referensi

- Andy Omar, S. Bin, R. Sirante, Suwarni dan M. Litaay. 2012. Keanekaragaman Gastropoda (Moluska) di Ekosistem Mangrove Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Moluska III, Makassar, 14 Juni.
- Bosire, J.O., Dahdouh-Guebas, F., Walton, M., Crona, B.I., Lewis III, R.R., Field, C., Kairo, J.G., Koedam, N. 2008. Functionality of Restored Mangroves. *Review Aquat. Bot.* 89: 251-259.
- Rani, C. 1998. Studi Ekologi Komunitas Makrozoobentos pada Hutan Bakau Rakyat di Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Nessa, N. M., W. Monoarfa, D. Achmad, J. Jompa, M. R. Idrus, Sudirma, D. Thaa, E. Demmalio, F. Patiting. 2002. Pengembangan Kebijakan Pengendalian Kerusakan Ekosistem Pesisir dan Laut di Sulawesi Selatan. Bapedalda Provinsi Sulawesi Selatan Kerja Sama Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Niartiningih, A. 1996. Studi Tentang Komunitas Ikan Pada Musim Hujan dan Kemarau di Hutan Bakau Rakyat Sinjai Timur Kabupaten Sinjai. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology* Third Edition. W.B. Scounders Company, Toronto. Canada.
- Rukmini, A.R. 2010. Struktur Komunitas dan Komposisi Jenis Mangrove Alam Ditinjau dari Kondisi Substrat dan Fisiografi di Pantai Barat Sulawesi. Disertasi. Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Watson, J.G. 1931. The Growth of Mangrove Species. *Malayan Forester* 1. 217–218.
- Wijaksana, T. 2003. Karakteristik Fisika-Kimia Serta Komposisi Distribusi Komunitas Makrozoobentos di Perairan Estuaria Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor.

Sebaran Kerang Pisau (*Solen* sp) di Perairan Kabupaten Sampang, Madura, Jawa Timur

Eva Ari Wahyuni^{1*}, Insafitri², Gatot Ciptadi³, dan Mohammad Nur Ihsan³

¹ Prodi PGSD, FKIP, Universitas Trunojoyo Madura

Jl.Raya Telang PO.BOX 2 Kamal, Bangkalan, Madura, Jawa Timur

² Prodi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

Jl.Raya Telang PO.BOX 2 Kamal, Bangkalan, Madura, Jawa Timur

³ Prodi Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya

Jl.Veteran, Malang, Madura, Jawa Timur

*E-mail: evaariw@yahoo.com, evaariw@trunojoyo.ac.id

ABSTRAK

Kerang pisau (*Solen* sp) merupakan salah satu jenis kerang-kerangan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Keberadaan kerang ini memiliki distribusi cukup luas di Indonesia, khususnya di pulau Madura. Kabupaten Sampang sebagai salah satu kabupaten penghasil kerang ini, telah mengalami degradasi lingkungan, sehingga dikhawatirkan akan berpengaruh terhadap ketersediaan kerang pisau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi dan kepadatan kerang pisau di Kabupaten Sampang. Materi utama adalah spesies kerang pisau yang diambil di perairan selatan pulau Madura, khususnya di Kabupaten Sampang selama bulan April 2015. Metode analisa yang digunakan adalah menghitung kerapatan dan keseragaman sehingga dapat diketahui sebaran spesies. Hasil analisa menunjukkan tingkat kerapatan kerang pisau di beberapa lokasi penelitian memiliki nilai yang relatif tidak berbeda nyata, sehingga dapat disimpulkan kerang pisau memiliki sebaran cukup luas. Perlu penelitian lebih lanjut terkait kondisi parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap sebaran dan kepadatan kerang pisau.

Kata Kunci : Kerang pisau (*Solen* sp), Sebaran, Kepadatan

Pendahuluan

Solen sp merupakan salah satu jenis bivalve yang memiliki nilai ekonomi. Pemanfaatan spesies ini lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, khususnya sebagai sumber pangan (Izzati, 2010). Habitat *Solen* sp berupa pasir dan pasir berlumpur serta lumpur (Abida *dkk*, 2014; Trisyani *dkk*, 2008). Karakteristik perairan di Selat Madura yang didominasi oleh jenis substrat pasir dan pasir berlumpur serta berlumpur (Budihardjo dan Siswanto, 2013) menjadi salah satu penentu sebaran *Solen* sp.

Jenis substrat menjadi salah satu yang diduga berpengaruh terhadap keberadaan *Solen* sp (Subiyanto *dkk*, 2013). Wilayah perairan sisi selatan pulau Madura memiliki jenis substrat pasir berlumpur serta berlumpur (Budihardjo dan Siswanto, 2013). Kondisi topografi yang relatif landai menjadi salah satu faktor penting bagi habitat *Solen* sp karena berkorelasi dengan kondisi parameter fisika perairan, seperti arus dan gelombang. Kondisi kedua parameter ini relatif kecil (Siswanto dan Syah, 2013a, b), sehingga dapat dianggap perairan dalam kondisi yang selalu tenang. Sehingga, wilayah perairan di Kabupaten Sampang menjadi menarik untuk dipilih sebagai lokasi penelitian untuk mengetahui sebaran *Solen* sp.

Bahan dan Metode

Metode deskriptif digunakan dalam penelitian ini dengan tujuan untuk menggambarkan kondisi atau fenomena, baik alamiah maupun non-alamiah (Sukmadinata, 2006). Pengambilan sampel berupa spesies *Solen* sp dilakukan secara acak sehingga setiap anggota populasi mempunyai peluang yang sama untuk dipilih (Umar, 1999). Penelitian dilakukan selama periode bulan April 2015

di perairan selatan pulau Madura, khususnya di perairan di Kabupaten Sampang. Materi utama dalam penelitian ini adalah spesies *Solen* sp. Pengambilan *Solen* sp dilakukan pada kondisi surut terendah di perairan di Kecamatan Sreseh, Kabupaten Sampang. Penentuan titik sampling didasarkan pada pertimbangan kemudahan akses dan cara memperolehnya. Sesuai hasil penelitian Abida *dkk* (2014) yang menyimpulkan bahwa *Solen* sp di Kabupaten Sampang lebih banyak ditemukan di daerah selatan pulau Madura, maka titik sampling disebar di beberapa kecamatan, yaitu Kecamatan Sreseh, Kecamatan Camplong, dan Kecamatan Sampang. Setiap kecamatan ada beberapa titik sampling sesuai dengan jumlah desa yang ada di kecamatan tersebut. Pengambilan data dilakukan dengan metode transek kuadrat dengan ukuran satu plot dengan ukuran 1x1 m, dan setiap plot dibagi menjadi 16 subplot dengan ukuran 25 cm x 25 cm untuk setiap subplotnya. Kemudian dipilih 4 subplot secara acak. Analisa data dilakukan dengan menghitung kepadatan individu dengan persamaan $K = Ni/A$ (individu/cm²), dengan K Kepadatan Jenis (individu/cm²), Ni Jumlah Individu Suatu Jenis (individu), dan A Luas Area (cm²) (Brower *et al* (1990) dalam Sitorus 2008).

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian selama periode bulan April 2015 yang dilakukan pada beberapa daerah kecamatan di wilayah pesisir di Kabupaten Sampang, meliputi Kecamatan Banyuates, Ketapang Barat, Camplong, Sreseh, dan Kecamatan Sampang. Diantara enam kecamatan tersebut, keberadaan *Solen* sp hanya ditemukan di Kecamatan Sreseh, khususnya di perairan di Desa Noreh, Labuhan, dan Taman. Kecamatan Sreseh berada di sisi selatan pulau Madura (termasuk juga Kecamatan Camplong dan Kecamatan Sampang), sedangkan tiga kecamatan lainnya berada di sisi utara pulau Madura. Ada perbedaan jenis substrat perairan di kedua sisi pulau Madura, yaitu daerah sisi utara lebih didominasi jenis substrat berpasir, sedangkan di sisi selatan pulau Madura didominasi jenis substrat pasir berlumpur dan berlumpur (Radhista *dkk*, 2013).

Hasil transek pada luasan 25 cm x 25 cm yang dilakukan selama periode bulan April menunjukkan kisaran kelimpahan yang relatif kecil, yaitu 6-10 individu/cm² (Tabel 1-4). Kelimpahan *Solen* sp pada lokasi penelitian merupakan kepadatan rata-rata yang umum dijumpai di perairan Selat Madura (Abida *dkk*, 2014). Pulau Madura, khususnya Kabupaten Sampang, merupakan daerah penghasil utama *Solen* sp, seharusnya memiliki kelimpahan yang lebih tinggi. Hal ini diduga disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya periode pengambilan sampel (yaitu bulan April) bukan merupakan periode waktu dimana musim pemijahan *Solen* sp, periode waktu pengambilan tidak dalam kondisi surut yang paling rendah, dan kedalaman pengambilan *Solen* sp yang relatif dangkal. Masa matang gonad terjadi bulan April – Juni (Lopez *et al*, 2011), sehingga masa pengambilan sampel yang dilakukan pada bulan April dimungkinkan gonad belum matang sempurna. Kondisi lapang saat pengambilan sampel masih belum dalam kondisi surut terendah (BMKG 2015) sehingga tidak optimal dalam pencarian dan pengambilan *Solen* sp. Selama periode pengambilan sampel, kondisi surut terendah dicapai pada waktu dinihari dan menjelang malam, sehingga kondisinya tidak terang benderang. *Solen* sp umumnya ditemukan dalam substrat (Abida *dkk*, 2014; Trisyani *dkk*, 2007; 2008), sehingga kedalaman pengambilan akan menentukan perolehan *Solen* sp.

Tabel 1. Kepadatan *Solen* sp pada Minggu Pertama Bulan April 2015

Subplot	Kepadatan (individu/cm ²)		
	Desa Noreh	Desa Taman	Desa Labuhan
1	10	8	8
2	8	9	7
3	8	9	10
4	9	8	7

Kepadatan *Solen* sp pada minggu pertama bulan April 2015 (Tabel 1) menunjukkan kisaran 7-10 individu/cm². Kepadatan tertinggi diperoleh pada subplot 1 di Desa Noreh dan subplot 3 di Desa Labuhan masing-masing sebesar 10 individu/cm². Kepadatan terendah diperoleh pada subplot 2 dan 4 di Desa Labuhan sebesar 7 individu/cm². Kisaran nilai kepadatan *Solen* sp relatif wajar untuk lokasi penelitian jika dibandingkan dengan penelitian Abida *dkk* (2014), meskipun diperoleh nilai kepadatan lebih rendah akan tetapi tetap menunjukkan sebaran yang luas karena *Solen* sp ditemukan dalam kisaran kepadatan tertentu pada semua subplot di semua lokasi penelitian.

Tabel 2. Kepadatan *Solen* sp pada Minggu Kedua Bulan April 2015

Subplot	Kepadatan (individu/cm ²)		
	Desa Noreh	Desa Taman	Desa Labuhan
1	9	8	9
2	7	6	7
3	8	8	7
4	9	9	7

Minggu kedua bulan April 2015 diperoleh kisaran kepadatan *Solen* sp (Tabel 2) 6-9 individu/cm². Kepadatan tertinggi diperoleh pada subplot 1 dan 4 di Desa Noreh, subplot 4 di Desa Taman, dan subplot 1 di Desa Labuhan masing-masing sebesar 9 individu/cm². Kepadatan terendah diperoleh pada subplot 2 di Desa Taman sebesar 6 individu/cm². Kepadatan *Solen* sp pada semua subplot pada semua lokasi pengambilan sampel relatif padat dan memiliki sebaran yang merata. Kisaran nilai kepadatan *Solen* sp pada minggu kedua (Tabel 2) lebih rendah jika dibandingkan dengan kepadatan *Solen* sp pada minggu pertama (Tabel 1), dan tetap wajar untuk lokasi penelitian jika dibandingkan dengan penelitian Abida *dkk* (2014) serta tetap menunjukkan sebaran yang luas karena *Solen* sp ditemukan dalam kisaran kepadatan tertentu pada semua subplot di semua lokasi penelitian.

Kepadatan *Solen* sp pada minggu ketiga bulan April 2015 (Tabel 3) menunjukkan kisaran 5-9 individu/cm². Kepadatan tertinggi diperoleh pada subplot 2 di Desa Noreh sebesar 9 individu/cm². Kepadatan terendah diperoleh pada subplot 4 di Desa Labuhan sebesar 5 individu/cm². Kisaran nilai kepadatan *Solen* sp pada minggu ketiga (Tabel 3) lebih rendah jika dibandingkan dengan kisaran nilai kepadatan *Solen* sp pada minggu pertama (Tabel 1) maupun minggu kedua (Tabel 2). Meskipun kepadatan *Solen* sp pada minggu ketiga merupakan yang terendah dalam tiga minggu pengambilan sampel, akan tetapi masih relatif wajar dan tidak berbeda untuk lokasi penelitian jika dibandingkan dengan penelitian Abida *dkk* (2014) dan Subiyanto *dkk* (2013) dan dapat ditemukan pada semua subplot untuk semua lokasi pengambilan sampel.

Tabel 3. Kepadatan *Solen* sp pada Minggu Ketiga Bulan April 2015

Subplot	Kepadatan (individu/cm ²)		
	Desa Noreh	Desa Taman	Desa Labuhan
1	7	8	7
2	9	8	8
3	6	6	8
4	7	6	5

Kisaran kepadatan *Solen* sp pada minggu keempat (Tabel 4) sebesar 6-10 individu/cm². Nilai kisaran ini sedikit lebih rendah (untuk kepadatan terendah) jika dibandingkan dengan kepadatan *Solen* sp pada minggu pertama (Tabel 1). Meskipun demikian, secara umum *Solen* sp dapat ditemukan pada semua subplot di semua lokasi pengambilan sampel. Kepadatan *Solen* sp diduga akan meningkat pada saat memasuki masa kematangan gonad sekitar bulan Mei (Lopez *et al*, 2011).

Tabel 4. Kepadatan *Solen* sp pada Minggu Keempat Bulan April 2015

Subplot	Kepadatan (individu/cm ²)		
	Desa Noreh	Desa Taman	Desa Labuhan
1	7	6	8
2	9	8	7
3	10	9	9
4	8	8	8

Kondisi lingkungan selama periode pengambilan sampel relative sama dan dalam kondisi wajar, seperti suhu 28-30⁰C, pH 7,8-8,1, salinitas 29-31 ppt, dan kondisi arus serta gelombang relative lemah. Kondisi suhu dan salinitas menunjukkan kisaran normal, khususnya di lokasi penelitian yang merupakan wilayah perairan tropis (Prastyo dan Siswanto, 2013). Kondisi substrat didominasi pasir berlumpur dan berlumpur (Budihardjo dan Siswanto, 2013) dan parameter arus (Shofiyanti dan Siswanto, 2013; Siswanto dan Syah, 2013a) dan gelombang (Siswanto dan Syah, 2013b) relative kecil, sehingga memungkinkan *Solen* sp dapat ditemukan pada kedalaman tertentu.

Kesimpulan

Kepadatan *Solen* sp berkisar 5-10 individu/cm² dan dapat ditemukan pada semua subplot di semua lokasi penelitian menunjukkan bahwa sebaran *Solen* sp cukup luas dan merata. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang morfologi dan anatomi serta kandungan gizi *Solen* sp yang ditemukan di lokasi penelitian sehingga diperoleh gambaran lebih lengkap sekaligus membuka peluang untuk pemanfaatan yang lebih luas.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada DP2M DIKTI atas pendanaan untuk kegiatan penelitian melalui skim hibah PEKERTI, Sdr Aditya Januar dan Sdr Mohammad Imron Efendy (mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo), dan staf laboran di Laboratorium Ilmu Kelautan, Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo; serta Sdr Ashari Wicaksono (mahasiswa pascasarjana Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro) atas bantuan yang diberikan selama penelitian.

Daftar Referensi

- Abida, I. W, E.A. Wahyuni, M. Efendy. 2014. Hubungan Panjang berat Lorjuk (*Solen* spp) di Perairan Pesisir Pantai Selatan Pulau Madura. Jurnal Kelautan. Universitas Trunojoyo Madura
- Budiharjo, M. Y, dan A.D. Siswanto. 2013. Distribusi Ukuran Sedimen di Perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan. Prosiding. Seminar Nasional Hasil Perikanan dan Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang
- Izzati, L. 2010. Aktivitas Anti Oksidan dan Komponen Bioaktif Kerang Pisau (*Solen* spp). Departemen Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor
- Lopez, C, S. Darriba, D. Iglesias, M. Ruiz, R. Rodriguez. 2011. Pathology of Sword Razors Shell (*Ensis arcuatus*) and Grooved Razor Shell (*Solen marginatus*). Book: Chapter 7. Razors clam: Biology, Aquaculture, and Fisheries.
- Prastyo, E, dan A.D. Siswanto, 2013. Variabilitas Suhu dan Salinitas di Perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan. Prosiding. Seminar Nasional Hasil Perikanan dan Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang
- Radhista, V.R., A.D. Siswanto, E.A. Wahyuni. 2013. Studi Sebaran Sedimen Secara Vertikal di Perairan Selat Madura Kabupaten Bangkalan. Jurnal Rekayasa. Oktober.
- Shofiyanti, E.R. dan A.D. Siswanto. 2013. Arus Permukaan dan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan. Prosiding. Seminar Nasional Hasil Perikanan dan Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang

- Siswanto, A.D. dan A.F. Syah. 2013a. Karakteristik Arus di di Perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan. Prosiding. Seminar Nasional Hasil Perikanan dan Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang
- Siswanto, A.D. dan A.F. Syah. 2013b. Karakteristik Gelombang di Perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan. Prosiding. Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia. BPPT-Jakarta
- Sitorus, DBR. 2008. Keanekaragaman dan Distribusi Bivalvia serta kaitannya dengan faktor fisik-kimia di Perairan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang. [Tesis]. Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Subiyanto, A. Hartoko, K. Umah. 2013. Struktur Sedimen dan Sebaran Kerang Pisau (*Solen lamrckii*) di Pantai Kejawanen Cirebon Jawa Barat. *Journal of Management of Aquatic Resources*. Vol 2, No. 3. Universitas Diponegoro. Semarang. Hal 65-73
- Sukmadinata. 2006. Metode Penelitian Pendidikan. Rosdakarya. Bandung
- Trisyani ,N dan Irawan B. 2008. Kelimpahan lorjuk (*Solen vaginalis*) di pantai Timur Surabaya. *Jurnal kelautan*. 13(2):67-72
- Trisyani, N., B. Irawan dan N. Rosana. 2007. Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Kepadatan Lorjuk (*Solen vaginalis*) Di Perairan Pantai Timur Surabaya. Prosiding Seminar Nasional Moluska Dalam Penelitian, Konservasi dan Ekonomi. Universitas Diponegoro. Semarang. 168-174.
- Umar, H. 1999. Metode Penelitian. PT. Gramedia Pustaka Tama. Jakarta

Laju Pertumbuhan dan Produksi Daun Lamun *Enhalus acoroides* di Wilayah Pesisir Labakkang Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan

Hamsiah^{1*}, Endang Yuli Herawati², Mohammad Mahmudi², Aida Sartimbul²

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UMI Makassar
Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan Universitas Brawijaya, Malang

*E-mail : Hamsiah.umi@gmail.com

ABSTRAK

Dampak yang ditimbulkan berbagai aktivitas manusia di sekitar pesisir seperti pertambakan, pelabuhan dan pemukiman penduduk dapat mempengaruhi pertumbuhan, produksi ataupun biomassa lamun. Ekosistem lamun sebagai salah satu sumberdaya pesisir memiliki multi fungsi untuk menunjang system kehidupan dan berperan penting dalam dinamika pesisir dan laut, terutama perikanan pantai sehingga perlu pemeliharaan dan rehabilitasi untuk tetap mempertahankan keberadaan ekosistem tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk melihat laju pertumbuhan dan produksi daun lamun *Enhalus acoroides* baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Metode yang digunakan dalam pengukuran pertumbuhan lamun dihitung berdasarkan metode penandaan (marking method) (Short and Duarte, 2003). Karakteristik wilayah pesisir Labakkang adalah sepanjang pantai ditumbuhi mangrove dan terdapat tambak (udang dan ikan). Rata-rata laju pertumbuhan daun *Enhalus acoroides* pada musim kemarau $13,500 \pm 3,291$ mm/daun/hari, musim hujan $10,334 \pm 4,730$ mm/daun/hari. Sedangkan rata-rata produksi padang lamun $0,573 \pm 0,142$ grbk/m²/hari (kemarau) dan $0,508 \pm 0,111$ grbk/m²/hari (hujan). Hasil yang diperoleh rata-rata laju pertumbuhan dan produksi daun *Enhalus acoroides* lebih tinggi pada musim kemarau dibandingkan dengan musim hujan. Analisis statistik menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan rata-rata laju pertumbuhan antar stasiun dan musim.

Kata Kunci : pertumbuhan, produksi, lamun, *Enhalus acoroides*

Pendahuluan

Lamun merupakan salah satu kelompok tumbuhan yang sepenuhnya hidup di dalam perairan. Lamun terkadang tumbuh dan membentuk hamparan yang luas (padang) yang dikenal sebagai padang lamun (*seagrass bed*). Ekosistem lamun merupakan salah satu ekosistem laut dangkal yang paling produktif. Di samping itu ekosistem lamun mempunyai peranan penting dalam menunjang kehidupan dan perkembangan jasad hidup di kawasan pesisir atau laut dangkal yaitu sebagai produsen primer, habitat biota, peredam gelombang, penjebak sedimen dan penjebak zat hara (Azkab, 1988; Philips dan Menez, 1988 dan Romimohtarto dan Juwana, 2001). Selain itu dapat berfungsi sebagai penghalang bagi ekosistem terumbu karang dari ancaman sedimentasi yang berasal dari daratan.

Ekosistem lamun memegang peranan penting dalam perairan sehingga perlu dijaga kelestariaanya. Padang lamun merupakan penunjang bagi kehidupan laut dangkal, jika ekosistem ini rusak maka dapat menyebabkan turunnya produktivitas di perairan.

Kabupaten Pangkep memiliki wilayah perairan yang lebih luas dibandingkan daratannya dengan perbandingan darat (898,29 Km²) dan laut (11.464,44 Km²) sekitar 1 : 13 (hasil analisis Bakosurtanal) (Dishubkominfo Kabupaten Pangkep). Ekosistem pesisir utama yang ada di Kabupaten Pangkep adalah terumbu karang, mangrove, dan padang lamun. Wilayah pesisir dan laut Kabupaten Pangkep dicirikan dengan produktivitas ekosistem yang tinggi sehingga dapat mendukung kegiatan perekonomian. Salah satu ekosistem lamun yang berada di wilayah pesisir Kabupaten Pangkep berada di wilayah pesisir Labakkang. Ekosistem lamun yang ada di pesisir Labakkang banyak dimanfaatkan masyarakat setempat untuk mencari berbagai jenis kerang,

penangkapan ikan, rajungan dan sebagainya. Tumbuhan lamun di daerah ini didominasi oleh jenis lamun *Enhalus acoroides*. Seiring dengan tingginya aktivitas manusia (*anthropogenik*) di perairan tersebut seperti pelabuhan, pemukiman dan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan seperti penggunaan bom dan bus dapat menyebabkan perubahan kualitas lingkungan perairan seperti perubahan sifat fisik kimia perairan sehingga dapat mempengaruhi keberadaan ekosistem lamun

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji laju pertumbuhan dan produksi daun lamun *Enhalus acoroides* kaitanya dengan musim. Penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan dalam pengelolaan ekosistem padang lamun di wilayah pesisir.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Pesisir Labakkang Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan meliputi desa Borimasunggu, Kelurahan Pundata Baji dan Desa Bontomanai yang berada di sepanjang pesisir, dengan waktu penelitian bulan Agustus sampai September 2013 (musim kemarau) dan bulan Januari sampai Februari 2014 (musim hujan). Sepanjang pesisir ini ditumbuhi dengan Mangrove dan terdapat pertambakan serta didominasi oleh jenis lamun *Enhalus acoroides*.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

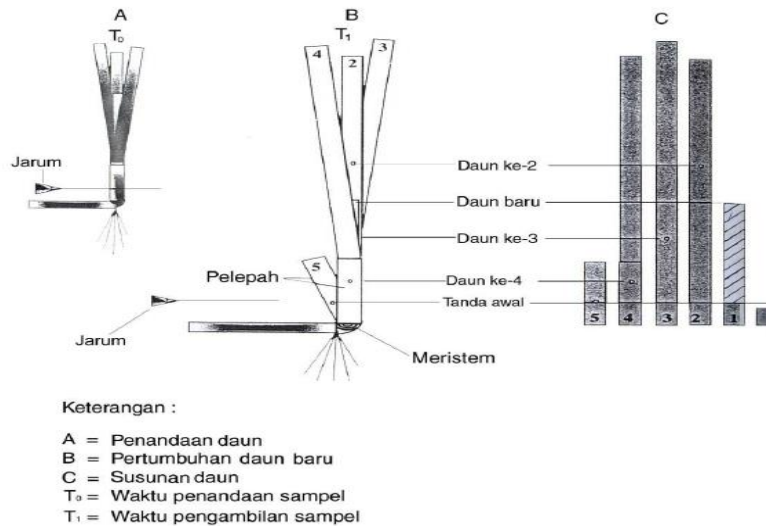
Tabel 1. Karakteristik Stasiun Pengamatan

Stasiun	Titik Koordinat	Karakteristik
Desa Borimasunggu (Stasiun A)	04°47'32,86" LS 119°29'30,07" BT	Habitat padang lamun yang berbatasan dengan pelabuhan semen tonasa, sungai kecil, hutan mangrove dan pertambakan
Kelurahan Pundata Baji (Stasiun B)	04°46'34,54" LS 119°29'27,66" BT	Habitat padang lamun yang berbatasan dengan pemukiman, sungai Labakkang, pelabuhan penyeberangan ke pulau-pulau, hutan mangrove dan pertambakan
Desa Bontomanai (Stasiun C)	04°44'36,01" LS 119°28'57,77" BT	Habitat padang lamun yang berbatasan hutan mangrove dan pertambakan serta terdapat sungai kecil

Pengukuran Pertumbuhan Lamun. Pengukuran laju pertumbuhan dengan menggunakan metode Interval plastochrone mengikuti Short et al. (2003) dan Priambodo (2006). Interval plastochrone adalah teknik penandaan daun untuk mengukur interval waktu antara munculnya daun secara berturut-turut. Pada setiap stasiun, dipilih sebanyak 20 tunas *Enhalus acoroides* yang dipilih secara acak dan selanjutnya ditusuk dengan jarum sampai berbentuk lubang kecil, jarak kira 1- 2 cm di atas substrat. Selanjutnya, tunas ditandai dengan warna pita kawat untuk membedakan sampel dari tunas unpunched. Tunas dipanen setelah \pm 20

hari. Sampel lamun dipotong pada tempat tusukan jarum pertama, daun dibersihkan dari epifit yang menempel lalu daun muda (baru) dipisahkan dengan daun tua untuk diukur panjang dan biomasanya. Selanjutnya ditimbang beratnya (berat basah) lalu dikeringkan dalam oven (3 x 24 jam pada 70 ° C) dan ditimbang untuk menentukan berat kering (*Dry Weight*).

Pengukuran pertumbuhan langsung menggunakan metode plastochrone yang dilakukan dengan menandai bagian atau bagian dari tunas lamun dan mengukur interval waktu untuk terjadinya bagian tanaman baru untuk menentukan interval plastochrone (Gambar 2).



Gambar 2. Metode Interval Plastochrone (Short, *et al.* 2003)

Analisis Data. Dalam penelitian ini, pengukuran hanya dilakukan pada bagian atas tanah/substrat (daun) dari *Enhalus acoroides*. Adapun parameter pertumbuhan lamun Short et al. (2003) dihitung, i. e. :

Plastochrone Interval (hari):

$$PL = \frac{T_1 - T_0}{N} \quad (1)$$

dimana

- PL = Interval Plastochrone,
- T_1 = Waktu panen; T_0 = Waktu Penandaan, dan
- N = Jumlah Daun baru

Laju Pertumbuhan Daun (mm / daun / hari):

$$\text{Laju Pertumbuhan daun} = \frac{\text{Rata-rata laju pertumbuhan daun baru}}{T_1 - T_0} \quad (2)$$

Rentang/ masa hidup (hari) :

$$\text{hidup} = PL \text{ (Plastochrone Interval) } \times \text{rata-rata total daun} \quad (3)$$

Biomassa Daun Baru (gr DW/m²):

$$\text{Biomassa} = DW \text{ (Dry Weight) (Berat kering) } \times \text{kepadatan Enhalus} \quad (4)$$

Produksi Lamun / hari (gr DW / hari):

$$\text{Produksi Lamun} = \frac{\text{Dry Weight}}{T1-T0} \quad (5)$$

Produksi Padang Lamun (gr DW/m² / hari) :

$$\text{Produksi Padang Lamun} = \frac{\text{Biomassa daun baru}}{T1-T0} \quad (6)$$

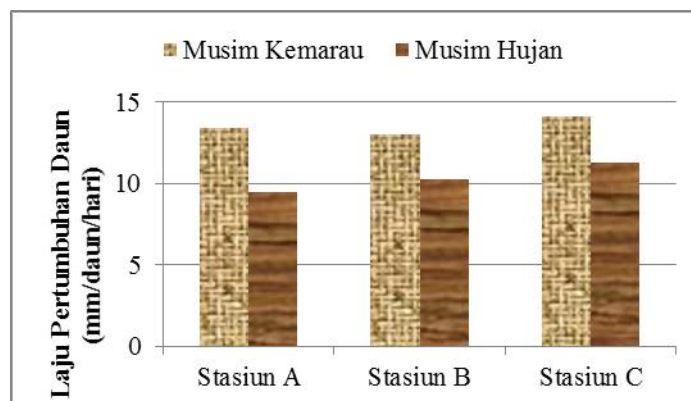
Pengukuran Parameter Lingkungan. Data parameter oseanografi dan lingkungan suhu, salinitas, kecepatan arus (insitu), kekeruhan, fosfat dan nitrat dianalisis di Labaoratorium oseanografi kimia UNHAS (Universitas Hasanuddin).

Analisis Statistik. Tingkat pertumbuhan rata-rata dianalisis dengan dua arah ANOVA dengan laju pertumbuhan sebagai faktor dependen dan kedua musim dan stasiun sebagai faktor independen. Jika hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan maka dilanjutkan uji Tukey. yang dianalisis dengan menggunakan *SPSS for window versi 20*.

Hasil dan Pembahasan

Plastochrone Interval (hari). Interval Plastochrone selama penelitian baik pada musim kemarau maupun musim hujan rata-rata 20 hari, hal ini disebabkan selama awal penandaan sampai panen hanya ditemukan satu daun baru sementara Interval Plastochrone selain waktu penandaan juga ditentukan jumlah daun baru yang ada. Menurut Hemminga & Duarte (2000), rata-rata interval plastochrone species lamun *Enhalus acoroides* dari berbagai publikasi mendapatkan sekitar 33,6 hari. Sementara Rattanachot and Prathep (2011), medapatkan 26,1 hari dengan waktu penandaan selama sebulan, lebih tinggi dari rata-rata PL dalam penelitian ini.

Laju pertumbuhan daun baru (mm / daun / hari). Hasil pengukuran laju pertumbuhan daun baru (mm/daun/hari) pada setiap stasiun dan musim pengamatan seperti disajikan dalam Lampiran 14, menunjukkan bahwa pada musim kemarau di stasiun A berkisar antara 9,00-19,50 dengan rata-rata±SD (13,367 ±3,148) sedangkan pada musim hujan berkisar antara 3,70-17,30 dengan rata-rata±SD (9,427± 4,130). Laju pertumbuhan daun baru (mm/daun/hari) di Stasiun B pada musim kemarau berkisar antara 9,00-18,50 dengan rata-rata±SD (13,033± 3,254) dan pada musim hujan berkisar antara 1,00-18,30 dengan rata-rata±SD (11,298 ±5,405). Laju pertumbuhan daun baru (mm/daun/hari) di stasiun C pada musim kemarau berkisar antara 5,50-19,50 dengan rata-rata±SD (14,100 ±3,592) dan pada musim hujan berkisar antara 1,00-18,30 dengan rata-rata±SD (10,278± 4,708). Rata-rata laju pertumbuhan daun baru (mm/daun/hari) pada setiap stasiun dan musim pengamatan digambarkan dalam histogram seperti dalam Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata laju pertumbuhan daun baru (mm/daun/hari) pada setiap stasiun dan musim

Hasil pengukuran yang didapatkan secara keseluruhan pada musim kemarau berkisar antara 5,50-19,50 (13,500 \pm 3,291) mm/daun/hari sedangkan pada musim hujan 1,00-18,30 (10,334 \pm 4,730) mm/daun/hari . Berdasarkan hasil Penelitian Priambodo (2006) di Pesisir Barru, laju pertumbuhan daun baru *Enhalus acoroides* berkisar 3,35 – 6,85 mm/daun/hari pada musim kemarau dan cenderung menurun pada musim hujan yaitu 2,94 – 5,39 mm/daun/hari. Sedangkan Kenyon *et al* (1997) mendapatkan laju pertumbuhan daun baru *Enhalus acoroides* tertinggi pada bulan September sampai Maret dengan suhu air sekitar 30°C yaitu 13,0 – 17,0 mm/daun/hari, dan cenderung menurun pada bulan Juni sampai Juli dengan kisaran suhu 23 – 24°C yaitu 6 mm/daun/hari. Sedangkan Vichkovitten (1998) menyatakan bahwa laju pertumbuhan daun baru berkisar 10,10 – 23,5 mm/hari dan daun tua berkisar antara 3,30 – 10,90 mm/hari. Hal ini menunjukkan bahwa daun baru pada *E. acoroides* tumbuh lebih cepat daripada daun yang lebih tua . Laju pertumbuhan *Enhalus acoroides* di wilayah Pesisir Labakkang lebih tinggi yang dibandingkan di pesisir Barru dan hampir mendekati sama yang didapatkan di Australia. Adanya perbedaan ini banyak faktor yang mempengaruhi antara lain factor lingkungan, lokasi penelitian dan musim.

Berdasarkan gambar diatas memperlihatkan bahwa laju pertumbuhan pada tertinggi pada stasiun C (kemarau dan hujan) dan terendah di stasiun B (musim kemarau) sedangkan pada musim hujan terendah stasiun A. Tingkat kekeruhan tertinggi pada stasiun B karena merupakan daerah pemukiman yang aktifitas transportasi perahu cukup tinggi yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap tingkat kekeruhan disamping itu rendahnya laju pertumbuhan akibat adanya aktifitas masyarakat di pesisir yang sering menginjak-injak hamparan lamun yang diwilayah tersebut. Rendahnya laju pertumbuhan pada musim hujan disebabkan intensitas cahaya matahari yang cukup rendah akibat curah hujan yang cukup tinggi sehingga berpengaruh dalam proses fotosintesis serta tingkat kekeruhan yang cukup tinggi akibat masukan dari daratan.

Berdasarkan Gambar 3 di atas terlihat bahwa perbedaan laju pertumbuhan lamun antar musim kemarau dan musim hujan lebih jelas terlihat dibandingkan perbedaan berdasarkan stasiun pengamatan. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) laju pertumbuhan lamun antar stasiun pengamatan yang dikelompokkan dalam dua musim (kemarau dan hujan) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan laju pertumbuhan antara stasiun dan musim. Rata-rata laju pertumbuhan lamun pada musim kemarau (13,500) signifikan berbeda lebih tinggi dibandingkan pada musim hujan (10,334). Hasil uji beda rata-rata Tukey HSD antar stasiun dan uji t antar musim Laju pertumbuhan daun lamun disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Tukey HSD antar stasiun dan uji t antar musim Laju Petumbuhan Lamun

Stasiun	Musim Kemarau	Hujan	Total
A	13.367	9.433	11.400 ^a
B	13.033	8.900	10.967 ^a
C	14.100	12.700	13.400 ^b
Total	13.500 ^a	10.344 ^b	

Keterangan :Huruf yang berbeda dalam kolom total menunjukkan perbedaan yang signifikan antar stasiun berdasarkan uji HSD Tukeydan hurup yang berbeda antar baris total menunjukkan perbedaan yang signifikan antas musim berdasarkan uji t $\alpha = 0.05$.

Masa Hidup (hari). Hasil analisis masa hidup daun lamun *Enhalus acoroides* di wilayah pesisir Labakkang berkisar antara 92 – 100 hari (97,778 \pm 2,906) pada musim kemarau dan musim hujan berkisar antara 96 – 100 (98,667 \pm 2,000). Berdasarkan hasil penelitian Priambodo (2006) di Teluk Awarange wilayah pesisir Barru mendapatkan kisaran masa hidup daun *Enhalus acoroides* berkisar 67,82 -128,24 hari pada musim kemarau dan cenderung meningkat pada musim hujan yaitu 117,33-142,24, Supriadi *et al* (2007), kisaran jangka hidup

daun lamun *Enhalus acoroides* berkisar 53 – 84 hari di Pulau Barranglombo sedangkan Hemminga, *et al* (1999) menyelidiki beberapa jenis lamun menemukan jangka hidup daun lamun *Enhalus acoroides* berkisar antara 75 – 155 hari, hasil yang diperoleh sedikit lebih tinggi dibandingkan yang diperoleh selama penelitian. Masa hidup daun lamun sangat tergantung dengan jumlah daun yang dihasilkan selama waktu tertentu. Hemminga, *et al* (1999), jangka hidup daun (umur) pada lamun meningkat dengan meningkatnya berat daun, dan menurun dengan meningkatnya laju pembentukan daun.

Daun gugur pada lamun berangsur-angsur dimulai dengan terpotongnya daun tua sedikit demi sedikit. Secara alami daun lamun yang sudah tua akan mengalami proses pemotongan sebelum akhirnya gugur. Umumnya daun lamun terpotong disebabkan oleh 2 hal yaitu daun yang sudah tua dan daun kering akibat terpapar sinar matahari, namun pada umumnya daun *E. acoroides* mulai terpotong secara alami karena unsur ketuaan pada minggu kelima (Supriadi, *et al* 2007).

Biomassa Daun Baru dan Produksi Padang Lamun. Hasil analisis biomassa daun baru *E. acoroides* berkisar 9,568-18,567 grbk/m² (11,451 ± 2,840) (musim kemarau) dan 7,585-13,942 grbk/m² (10,152 ± 2,212). Hasil penelitian Priambodo (2006) di Teluk Awerange pesisir Barru mendapatkan biomassa daun baru berkisar antara 27,30 – 429,60 grbk/m² (musim kemarau), pada musim hujan berkisar 8,15 – 213,02 grbk/m², hasil yang diperoleh jauh lebih tinggi dibandingkan yang diperoleh selama penelitian. Biomassa daun baru pada lamun sangat dipengaruhi oleh kerapatan lamun. Priambodo (2006) menyatakan bahwa biomassa daun baru dipengaruhi bukan hanya laju pertumbuhan daun baru tetapi juga kerapatan lamun (jumlah tunas / m²).

Hasil analisis produksi padang lamun berkisar antara 0,478-0,928 (0,573 ± 0,142) grbk/m²/hari (musim kemarau) dan musim hujan berkisar 0,379 -0,615 (0,508 ± 0,111) grbk/m²/hari. Hasil Penelitian Priambodo (2006), 1,37 – 11,79 grbk/m²/hari (musim kemarau) dan cenderung menurun pada musim hujan yaitu berkisar 0,37 – 9,68 grbk/m²/hari, hasil yang diperoleh jauh lebih tinggi dibandingkan yang diperoleh selama penelitian. Sedangkan Agawin *et al*, (2001) mendapatkan produksi *E. acoroides* adalah 1958 grbk/m²/tahun (5,36 grbk/m²/hari), Vichkovitten (1998), tingkat produksi daun *E. acoroides* adalah 2,42 – 7,68 gr bk/m²/hari dengan rata-rata 4,24 gr bk/m²/hari.. Kiswara (1997), mendapatkan produksi daun *E. acoroides* di P. Mapor adalah 0,43 – 1,92 grbk/m²/hari, Selanjutnya dikatakan bahwa kecepatan pertumbuhan dan produksi jenis-jenis lamun sangat dipengaruhi oleh intensitas matahari dan tinggi rendahnya suhu lingkungannya. Erfteimeijer (1993) dalam Kiswara (1997), kecepatan pertumbuhan dan produksi lamun *E. acoroides* pada musim kemarau lebih tinggi daripada yang terjadi pada musim hujan.

Berdasarkan hasil pengamatan laju pertumbuhan, biomassa dan produksi daun baru pada *E. acoroides* menunjukkan pada stasiun C lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lain. Hal ini disebabkan beberapa faktor lingkungan seperti kekeruhan, kadar nitrat (NO₃-N) dan fosfat (PO₄-P) yang berpengaruh terhadap pertumbuhan lamun. Kadar nitrat dan fosfat lebih tinggi di stasiun C sedangkan tingkat kekeruhan lebih rendah dibandingkan dengan stasiun lain. Tingginya kadar nitrat dan fosfat kemungkinan berasal dari aliran sungai yang masuk ke perairan pesisir disamping itu buangan tambak yang masuk ke perairan yang dapat mempengaruhi kadar nutrient dalam perairan. Secara tidak langsung keberadaan organisme biota (moluska, lamun dan mangrove) memberi sumbangan terhadap kandungan nitrat dalam perairan. Menurut Christon *et al* (2012), tingginya kandungan nitrat dalam perairan juga bisa berasal dari tingginya keanekaragaman biota yang mana jika mati akan terurai menjadi ammonium (NH₄⁺) oleh bakteri yang kemudian dikonversi menjadi nitrat sehingga mengakibatkan kandungan nitrat meningkat. Agawin *et al*. (2001) melaporkan bahwa suhu udara, turbulensi air, panjang hari dan kekeruhan secara

signifikan memiliki korelasi positif dengan kelimpahan dan pertumbuhan *E. acoroides*.

Parameter Lingkungan. Hasil analisis parameter fisik kimia perairan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Parameter fisik kimia perairan

Parameter	Kemarau			Hujan		
	A	B	C	A	B	C
Suhu (°C)	31,49±0,25	31,12±0,72	31,33±0,24	28,85±0,62	29,56±0,56	29,65±0,20
Salinitas (‰)	34,21±0,52	33,87±0,23	33,49±0,33	26,89±0,27	27,59±0,09	28,04±1,07
Kec.Arus (m/det)	0,053±0,06	0,043±0,04	0,050±0,01	0,073±0,01	0,059±0,01	0,078±0,004
Kekeruhan (NTU)	19,15±11,03	29,53±9,58	20,89±3,76	85,71±23,99	49,30±40,09	28,48±15,88
Fosfat (mg/l)	0,027±0,021	0,033±0,015	0,060±0,010	0,067±0,006	0,113±0,023	0,137±0,025
Nitrat (mg/l)	0,116±0,016	0,140±0,020	0,176±0,015	0,267±0,08	0,290±0,082	0,590±0,28

Berdasarkan parameter lingkungan pada dasarnya masih mendukung pertumbuhan lamun kecuali kekeruhan yang sudah melewati ambang batas kehidupan biota laut yaitu (< 5 NTU) (Kep.MENLH No. 51 Tahun 2004). namun pertumbuhan lamun masih cukup baik karena intensitas cahaya yang tiba di dasar cukup besar karena perairannya cukup dangkal.

Kesimpulan

Rata-rata laju pertumbuhan daun *E. acoroides* pada musim kemarau 13,500 ±3,291 mm/daun/hari, musim hujan 10,334 ±4,730 mm/daun/hari. Sedangkan rata-rata produksi padang lamun 0,573 ± 0,142 grbk/m²/hari (kemarau) dan 0,508 ± 0,111 grbk/m²/hari. Rendahnya pertumbuhan daun lamun pada musim hujan disebabkan intensitas cahaya matahari yang cukup rendah sehingga berpengaruh terhadap proses fotosintesis tumbuhan. Selain itu juga banyaknya aktifitas masyarakat yang berpengaruh terhadap keberadaan lamun.

Daftar Referensi

- Agawin, N. S. R., C. M. Duarte, M. D. Fortes, J. S. Uri, & J. E. Vermaat. 2001. Temporal changes in the abundance, leaf growth and photosynthesis of three co-occurring Philippine seagrasses. *J. of Exp. Mar. Biol. and Ecol.*, 260 : 217-239.
- Christon., O.S.Djunaedi dan N.P. Purba. 2012. Pengaruh Tinggi Pasang Surut Terhadap Pertumbuhan dan Biomassa Daun *Enhalus* di Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. 3 (3) : 287-294
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut (Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia)*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Dishubkominfo Kabupaten Pangkep. 2012. Geografis dan Hidrologi. (<http://www.pangkepkab.go.id/>) diakses pada tanggal 11 September 2014
- Hemminga, M.A., N. Marba and J. Stapel. 1999. Leaf nutrient resorption, leaf lifespan and the retention of nutrients in seagrass systems. *Aquatic Botany* 65 : 141–158
- Hemminga and C.M. Duarte.2000. *Seagrass Ecology*. London-United Kingdom (UK): Cambridge University Press
- Lanuru, M. 2011. Bottom Sediment Characteristics Affecting the Success of Seagrass (*Enhalus acoroides*) Transplantation in the Westcoast of South Sulawesi (Indonesia). *International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering*, Vol. 20 : 97-102
- Kenyon, R.A., C.A. Conacher and I.R. Poiner. 1997. Seasonal growth and reproduction of *Enhalus acoroides* (L.f.) Royle in a shallow bay in the western Gulf of Carpentaria, Australia. *Marine and Freshwater Research* 48 (4) : 335-342
- Kiswara, W. 1997. Pertumbuhan dan Produksi daun *Enhalus acoroides* di Pulau Mapor, Kepulauan Riau. *Seminar Nasional Biologi XV (Prosiding III)* : 1448- 1452

- Priosambodo, D. 2006. Growth Rate and Production of Tropical Seagrass *Enhalus acoroides* (L.)f. Royle in The Vicinity of Fish Cage in Awerage and Labuange Bays, Barru Regency, South Sulawesi. *Torani*, Vol. 16 (5) : 334–345.
- Rattanachot, E and A. Prathep. 2011. Temporal Variation in Growth and Reproduction of *Enhalus acoroides* (L.f) Royle in a Monospecific Meadow in Haad Chao Mai National Park, Trang Province, Thailand. *Botanica Marina* 54 : 201-207.
- Short, F.T. & C.M. Duarte. 2003. Methods for the Measurement of Seagrass Growth and Production. Chapter 8, pp. 506. In : Short, F.T, R.G. Coles (eds). *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier Science B.V. Amsterdam
- Supriadi, D. Soedharma & R. F. Kaswadji. 2007. Pertumbuhan Daun Lamun *Enhalus acoroides* di Pulau BarrangLompo Makassar. *Jurnal Torani*, Vol. 17 (1) : 52-58
- Vichkovitten, T.1998. Biomass, Growth and Productivity of Seagrass; *Enhalus acoroides* (Linn. f) in Khung Kraben Bay, Chanthaburi, Thailand. *Kasetsart Journal (Nat. Sci.)*, 32 (1) : 109-115

Analisa Erosi Pantai Pulau Barrang Caddi Kota Makassar

Mahatma Lanuru*

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin,
Jl. Perintis Kemerdekaan km. 10 Tamalanrea, Makassar 90241

*E-mail: mahat70@gmail.com

ABSTRAK

Erosi pantai merupakan salah satu masalah yang mendapat perhatian utama dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir di Pulau Barrang Caddi. Hal ini terjadi karena erosi dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar seperti hilangnya lahan pemukiman, habitat, dan pulau. Beberapa usaha untuk menanggulangi erosi dan mundurnya garis pantai telah dilakukan oleh pihak-pihak terkait, diantaranya adalah dengan membangun pemecah ombak (wave breaker) pada bagian pantai yang mengalami erosi. Tetapi pada kenyataannya beberapa bagian pantai pulau tersebut masih terjadi erosi. Penelitian dan identifikasi penyebab erosi pantai diperlukan untuk menghindari meningkatnya tingkat kerusakan pantai yang lebih parah akibat erosi. Untuk mengetahui penyebab erosi pantai, pada penelitian ini dilakukan analisis dinamika sedimen dan analisis gelombang yang dibangkitkan oleh angin dan kemudian dimodelkan perambatan dan transformasi gelombang yang datang dari laut menuju pantai di Pulau Barrang Caddi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama erosi pantai di Pulau Barrang Caddi adalah badai (storm waves) yang membangkitkan gelombang yang kuat pada musim barat. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa gelombang yang datang dari arah Barat dengan tinggi gelombang $\geq 0,9$ m mampu menyebabkan terjadinya erosi/abrasi di sisi barat, selatan dan utara pulau. Sisi timur pulau tidak mengalami erosi pada saat musim barat karena terlindung oleh Pulau Barrang Caddi itu sendiri. Sedangkan pada saat musim timur semua sisi pulau relatif aman dari erosi.

Kata kunci : erosi pantai, hidrodinamika, dinamika sedimen, akresi, pulau kecil

Pendahuluan

Erosi pantai adalah salah satu isu yang mendapat perhatian besar dalam sepuluh tahun terakhir di Indonesia (Prasetya, 2006). Hal ini terjadi karena erosi pantai dapat menyebabkan kerugian besar seperti hilangnya lahan (perumahan), habitat, dan pulau. Erosi pantai juga mengancam kegiatan yang dapat memberikan manfaat ekonomi di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil seperti kegiatan budidaya, pariwisata, pertambangan, dan transportasi.

Erosi pantai di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Secara umum faktor penyebab erosi ini bekerja secara bersamaan. Salah satu faktor penyebab erosi yang paling nampak adalah badai yang berasosiasi dengan gelombang, arus dan anging yang kuat (Davis and Fitzgerald, 2004). Faktor penting penyebab erosi namun dalam skala kecil adalah bioerosi dimana organisme secara langsung menyebabkan erosi.

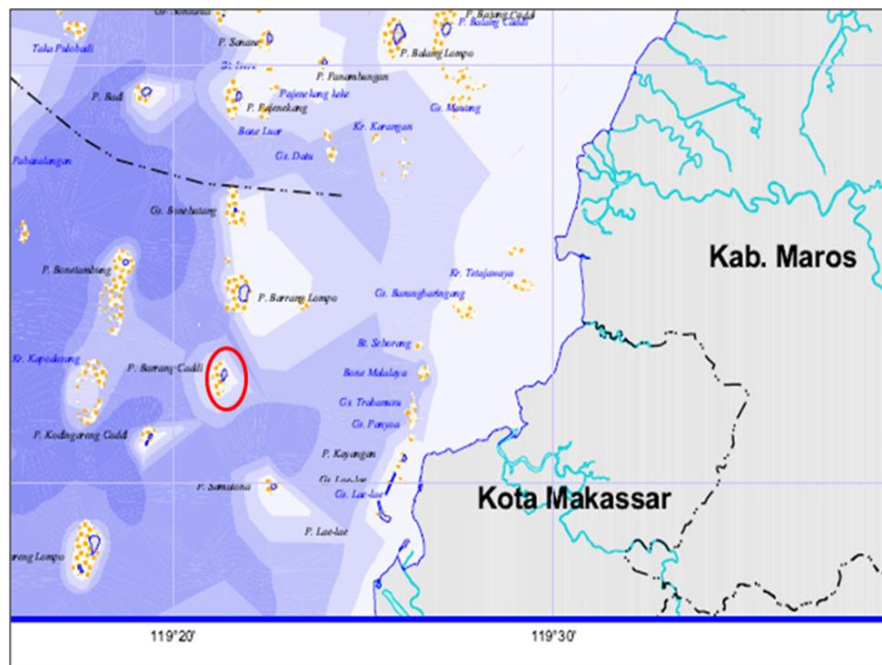
Beberapa faktor lainnya yang turut berkontribusi terhadap erosi pantai adalah kenaikan muka air laut (Cai et al., 2009) dan aktivitas manusia seperti penambangan material pantai, pembukaan hutan mangrove untuk lahan tambak dan pemukiman, pembelokan muara sungai oleh manusia, pembuatan waduk di hulu, pembuatan pemecah gelombang lepas pantai, pembuatan seawall (revetmen) dan pembangunan struktur bangunan yang menjorok ke laut (CERC, 1984; Suhardi, 2004; Oki, 2007; Tarigan, 2007). Kenaikan muka air laut memungkinkan proses seperti gelombang dan arus untuk terus mengikis sedimen dan batuan di sepanjang garis pantai.

Pulau Barrang Caddi merupakan salah satu pulau kecil di Kepulauan Spermonde (Sulawesi Selatan) yang mengalami erosi pantai yang cukup serius. Erosi pulau tersebut semakin dipercepat dengan rusaknya habitat terumbu karang dan padang lamun yang berfungsi sebagai pelindung alami pulau. Selain itu, kenaikan permukaan laut (*sealevel rise*) oleh perubahan iklim diperkirakan akan

meningkatkan intensitas dan frekuensi badai sehingga akan memperburuk erosi pantai di pulau tersebut. Beberapa usaha untuk menanggulangi erosi telah dilakukan oleh pihak-pihak terkait, diantaranya adalah dengan membangun pemecah ombak (*wave breaker*) pada bagian pantai yang mengalami erosi. Tetapi pada kenyataannya beberapa bagian pantai pulau tersebut masih terjadi erosi. Identifikasi dan analisa penyebab erosi pantai diperlukan untuk menghindari meningkatnya tingkat kerusakan pantai yang lebih parah akibat erosi. Untuk mengetahui penyebab erosi pantai, pada penelitian ini dilakukan analisis dinamika sedimen dan analisis gelombang yang dibangkitkan oleh angin dan kemudian dimodelkan perambatan dan transformasi gelombang yang datang dari laut menuju pantai di Pulau Barrang Caddi.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2011 di Pulau Barrang Caddi ($5^{\circ} 5' 7,30''$ LS; $119^{\circ} 19' 9,48''$ BT), Kota Makassar, Sulawesi Selatan (Gambar 1). Pengamatan kondisi fisik pantai dan pengambilan sampel sedimen dilakukan pada empat sisi pulau yaitu sisi timur, selatan, barat dan utara pulau. Posisi stasiun pengukuran dan pengambilan sampel ditentukan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian (lingkaran warna merah) di Pulau Barrang Caddi, Kota Makassar

Prosedur Penelitian. Untuk mengetahui penyebab erosi pantai, pada penelitian ini dilakukan analisis hidrodinamika dan analisis dinamika sedimen. Analisis hidrodinamika dilakukan dengan cara memodelkan (*modeling*) pembangkitan dan perambatan gelombang oleh angin menggunakan model STWAVE (*Steady-State Spectral Wave Model*) dari Program SMS (*Surface Modeling System*) (Smith dan Resio, 1999). Data angin yang digunakan untuk pemodelan gelombang adalah data kecepatan dan arah angin tahun 2005, 2006, 2007, 2008, dan 2009 yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere Kota Makassar). Selain data angin, dalam pemodelan juga diinput data pasang surut (konstanta harmonis pasut), data bathimetri perairan Pulau Barrang Caddi, data garis pantai pulau dan panjang fetch efektif (*fetch length*). Output dari model STWAVE adalah tinggi gelombang, arah datang gelombang, pola refraksi dan

difraksi gelombang dari laut dalam menuju ke pulau dan setelah melewati Pulau Barrang Caddi.

Analisis dinamika sedimen dilakukan dengan cara mengambil mengambil sampel sedimen permukaan pada sisi utara, barat, selatan dan timur pulau. Sampel sedimen permukaan diambil dengan menggunakan tangan. Sampel sedimen yang diambil dimasukkan ke dalam kantong sampel kemudian diberi label. Analisis distribusi ukuran butiran sedimen dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode pengayakan kering dan penentuan jenis sedimen berdasarkan ukuran butir dilakukan menurut skala Wentworth.

Analisis Data. Data tinggi dan periode gelombang, dan ukuran butiran partikel sedimen digunakan untuk memprediksi apakah pantai mengalami erosi/abrasi atau akresi/sedimentasi. Penentuan Erosi atau Akresi dilakukan kriteria menurut Kraus et al. (1991), yaitu:

$$\text{Erosi jika } \frac{H}{W_s T} \geq 3,2 \quad \text{dan Akresi jika } \frac{H}{W_s T} < 3,2 \quad (1)$$

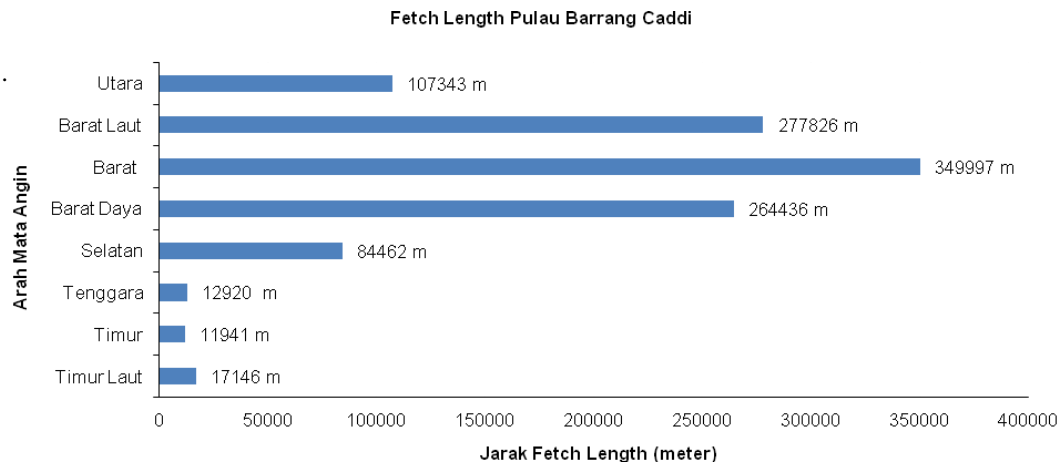
dimana H adalah tinggi gelombang signifikan, W_s adalah kecepatan endap partikel sedimen, T adalah periode gelombang. Kecepatan endap partikel W_s sedimen ditentukan melalui hubungan antara ukuran partikel sedimen dengan kecepatan endap seperti yang dijelaskan dalam Lanuru (2011).

Hasil dan Pembahasan

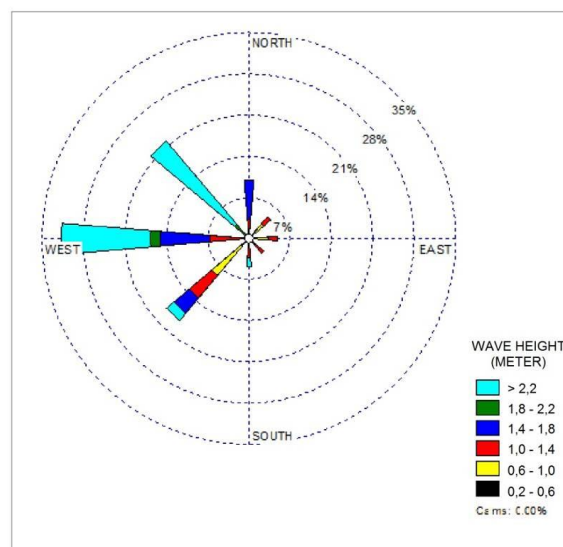
Tipologi Pantai. Pantai Pulau Barrang Caddi merupakan tipe pantai berpasir sedang dengan substrat dasar berbatu karang dan tepi pantainya relatif datar. Kondisi pasir pantai kurang stabil selain karena pasirnya yang berukuran sedang dan nonkohesif juga karena lapisan pasir tersebut berada diatas substrat berbatu karang sehingga mudah bergerak (erosi) oleh aksi gelombang. Selain itu, vegetasi pantai yang sistem perakarannya berfungsi mengikat (menstabilkan) sedimen di dasar sudah mulai menipis/berkurang jumlahnya.

Berdasarkan kriteria Davis dan Fitzgerald (2004), Pantai Pulau Barrang Caddi dikategorikan sebagai *dissipative beaches* karena memiliki dasar yang landai pada daerah intertidal dan subtidal yang dangkal dimana energi gelombang secara perlahan berkurang/melemah sepanjang zona ini, dikelilingi reef flat pada sisi barat, utara, dan selatan pulau yang menyebabkan ombak pecah dan kekuatan ombak melemah pada saat ombak merambat ke pantai, merupakan daerah akresi sediment pada kondisi normal (musim timur). Namun pada musim barat, gelombang besar yang datang dari arah barat, barat daya dan barat laut dapat mencapai pantai pada saat pasang tanpa mengalami disipasi (melemah) pada saat melintasi zona dekat pantai menuju ke garis pantai.

Analisis Gelombang. Gelombang memiliki peran terhadap proses abrasi dan sedimentasi pantai, melalui mekanisme perombakan material sedimen pantai (Pethick, 1984). Untuk mengetahui kondisi gelombang di Pulau Barrang Caddi maka dilakukan prediksi gelombang melalui persamaan Wilson berdasarkan data fetch length (Gambar 2) dan data kecepatan dan arah angin selama kurun waktu 5 tahun (tahun 2005, 2006, 2007, 2008, dan 2009). Persentase kejadian gelombang yang telah dikelompokkan dalam beberapa kelas menurut arah datang dan tinggi gelombang disajikan dalam dan Gambar 3.



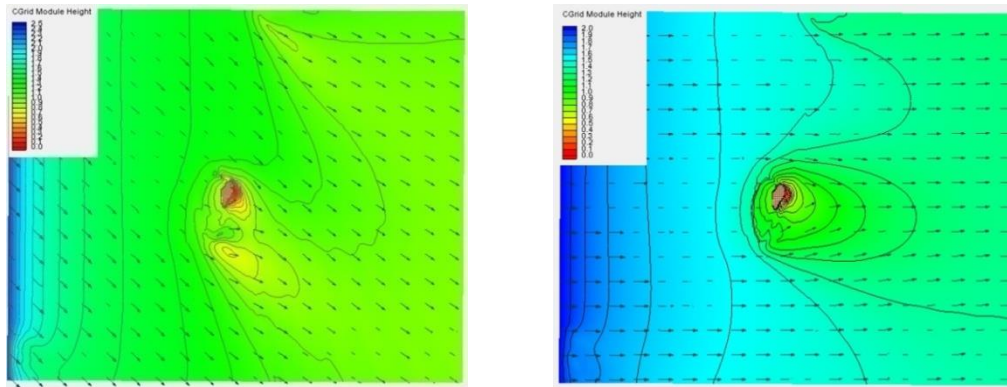
Gambar 2. Panjang efektif fetch atau *fetch length* Pulau Barrang Caddi



Gambar 3. Waverose (mawar gelombang) Pulau Barrang Caddi

Seperti yang terlihat pada Gambar 3, hasil peramalan gelombang laut dalam menunjukkan bahwa gelombang tertinggi (>2,2 meter) merupakan gelombang dari Barat yakni 15,5 %, Barat Laut 18%, Barat Daya dan Selatan sekitar 3%. Gelombang maksimum dari arah timur tidak melebihi 1,4 meter dengan frekuensi relatif kecil (< 7%).

Hasil pemodelan gelombang menggunakan model STWAVE dari program SMS dapat menggambarkan distribusi tinggi gelombang maksimum yang mungkin terjadi di keempat sisi pulau dan transformasi gelombang dari laut dalam menuju ke Pulau dan setelah melewati Pulau Barrang Caddi seperti yang terlihat pada Gambar 4. Gelombang laut dalam yang datang dari arah Barat Laut mengalami transformasi (perubahan) gelombang setelah tiba di pulau sehingga ketinggiannya berbeda di setiap sisi pulau. Gelombang tertinggi terjadi di Pantai barat pulau mencapai 0,9 meter. Sementara di pantai (sisi) timur terlindung oleh pulau dan tidak terjadi gelombang yang signifikan. Untuk pantai selatan pulau mendapat pengaruh gelombang dengan tinggi 0.8 meter (Gambar 4).

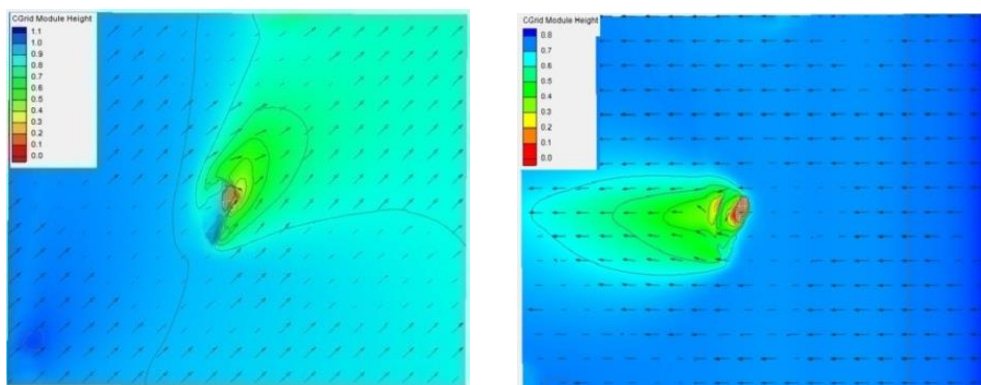


Gambar 4. Model transformasi gelombang dari Barat Laut (kiri) dan dari barat (kanan). Gradasi warna menunjukkan tinggi gelombang dan arah panah menunjukkan arah perambatan gelombang.

Gelombang yang datang dari arah Barat memperlihatkan pengaruh yang lebih besar terhadap tinggi gelombang yang tiba di pantai. Dari Gambar 4 terlihat bahwa gelombang laut dalam yang datang dari arah Barat dengan tinggi gelombang 2,0 m masih dapat mencapai ketinggian 1,1 m setelah tiba di pantai (sisi) barat pulau, 1,0 m di pantai utara dan selatan. Karena posisinya yang terlindung dengan keberadaan pulau, tinggi gelombang di pantai(sisi) timur pulau relatif kecil yaitu hanya 0,4 m.

Gelombang yang datang dari arah Barat daya juga memperlihatkan pengaruh yang cukup besar. Gelombang dari arah Barat Daya mengalami transformasi (perubahan) gelombang setelah tiba di pulau sehingga ketinggiannya berbeda di setiap sisi pulau (Gambar 5).

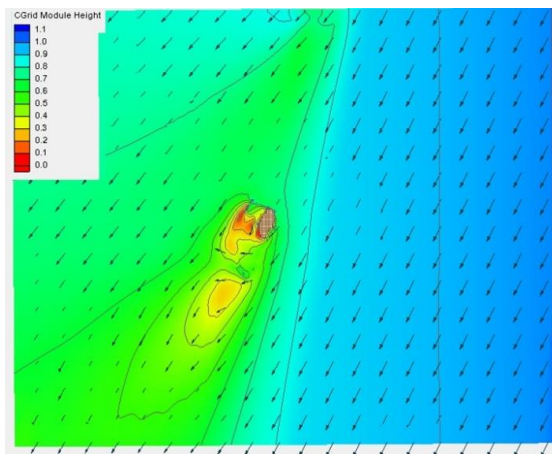
Gelombang yang datang dari arah Timur hanya memberikan pengaruh pada pantai sisi timur dan utara pulau. Sedangkan pengaruh terhadap pantai barat sangat kecil. Gelombang laut dalam yang datang dari arah timur dengan tinggi gelombang sebesar 0,8 m setelah tiba di pantai timur dan utara tinggi gelombangnya berkurang menjadi 0,7 m (Gambar 5). Kecilnya disipasi (pengurangan) gelombang yang tiba di pantai timur dan utara disebabkan karena topografi dasar laut di bagian timur dan utara pulau relatif curam sehingga hanya sedikit energi gelombang yang terserap oleh dasar perairan.



Gambar 5. Model transformasi gelombang dari Barat Daya (kiri) dan dari Timur (kanan). Gradasi warna menunjukkan tinggi gelombang dan arah panah menunjukkan arah perambatan gelombang.

Seperti halnya gelombang dari Timur, Gelombang yang datang dari arah Utara hanya memberikan pengaruh pada pantai sisi timur dan utara pulau. Sedangkan pengaruh terhadap pantai barat dan selatan relatif kecil (Gambar 6). Gelombang laut dalam yang datang dari arah utara dengan tinggi gelombang sebesar 1,1 m setelah tiba di pantai timur dan utara tinggi gelombangnya

berkurang menjadi 0,7 m. Sedangkan di pantai barat dan selatan gelombangnya lebih kecil lagi yaitu tingginya kurang dari 0,3 m.



Gambar 6. Model transformasi gelombang dari Utara. Gradasi warna menunjukkan tinggi gelombang dan arah panah menunjukkan arah perambatan gelombang

Berdasarkan analisis persentase kejadian gelombang (dengan delapan penjuror angin) dan hasil model pemodelan gelombang maka dapat diduga bahwa pada musim barat gelombang besar yang datang dari arah Barat, Barat Daya dan Barat Laut merupakan penyebab terjadinya abrasi pantai di sisi barat pulau mulai dari ujung utara sampai dengan ujung selatan.

Prediksi Erosi atau Akresi. Kondisi gelombang di suatu perairan sangat menentukan terjadinya erosi atau akresi di pantai. Parameter gelombang yang paling penting dalam hal ini adalah tinggi gelombang signifikan (H) dan periode gelombang (T). Selain parameter gelombang, ukuran partikel sedimen dan kecepatan endap partikel sedimen (settling velocity, W_s) juga menentukan apakah pantai mengalami erosi atau akresi. Kecepatan endap ini berhubungan dengan ukuran partikel sedimen dasar dimana makin besar partikel maka makin besar pula kecepatan endapnya.

Studi tentang prediksi erosi dan akresi telah banyak dilakukan baik yang dilakukan pada kondisi terkontrol di laboratorium menggunakan tangki gelombang (*wave tank test*), tangki gelombang skala besar (*large-scale wave tank test*), maupun yang dilakukan langsung di lapangan (Kraus et al., 1991; Jackson, 1999; Mendoza and Jimenez, 2006). Pada penelitian ini formula Kraus et al. (1991) digunakan untuk menentukan Erosi atau Akresi, dan hasilnya di sajikan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Tabel 1. Hasil penentuan erosi/akresi pada kondisi gelombang dari Barat Laut

Stasiun	$H_{1/3}$ (m)	T (detik)	W_s (m/det)	$H_{1/3} / (W_s \times T)$	Keterangan
Pantai Timur	0.3	4	0.065	1.2	Akresi
Pantai Utara	0.6	4	0.068	2.2	Akresi
Pantai Barat	0.9	4	0.070	3.2	Erosi
Pantai Selatan	0.8	4	0.069	2.9	Akresi

Tabel 2. Hasil penentuan erosi/akresi pada kondisi gelombang dari Barat

Stasiun	$H_{1/3}$ (m)	T (detik)	W_s (m/det)	$H_{1/3} / (W_s \times T)$	Keterangan
Pantai Timur	0.4	4	0.065	1.5	Akresi
Pantai Utara	1.0	4	0.068	3.7	erosi
Pantai Barat	1.1	4	0.070	3.9	erosi
Pantai Selatan	1.0	4	0.069	3.6	erosi

Tabel 3. Hasil penentuan erosi/akresi pada kondisi gelombang dari Barat Daya

Stasiun	$H_{1/3}$ (m)	T (detik)	W_s (m/det)	$H_{1/3} / (W_s \times T)$	Keterangan
Pantai Timur	0.2	4	0.065	0.8	akresi
Pantai Utara	0.7	4	0.068	2.6	akresi
Pantai Barat	0.9	4	0.070	3.2	erosi
Pantai Selatan	0.9	4	0.069	3.3	erosi

Tabel 4. Hasil penentuan erosi/akresi pada kondisi gelombang dari Timur

Stasiun	$H_{1/3}$ (m)	T (detik)	W_s (m/det)	$H_{1/3} / (W_s \times T)$	Keterangan
Pantai Timur	0.7	4	0.065	2.7	akresi
Pantai Utara	0.7	4	0.068	2.6	akresi
Pantai Barat	0.1	4	0.070	0.4	Akresi
Pantai Selatan	0.4	4	0.069	1.4	Akresi

Tabel 5. Hasil penentuan erosi/akresi pada kondisi gelombang dari Utara

Stasiun	$H_{1/3}$ (m)	T (detik)	W_s (m/det)	$H_{1/3} / (W_s \times T)$	Keterangan
Pantai Timur	0.7	4	0.065	2.7	Akresi
Pantai Utara	0.7	4	0.068	2.6	Akresi
Pantai Barat	0.3	4	0.070	1.1	Akresi
Pantai Selatan	0.2	4	0.069	0.7	Akresi

Seperti yang terlihat pada Tabel 1, gelombang dari arah Barat laut menyebabkan abrasi pantai di pantai barat pulau. Sementara di ketiga sisi pulau lainnya (utara, selatan dan timur) relatif aman dari erosi. Pada saat gelombang datang dari arah barat semua sisi pulau mengalami abrasi kecuali pantai timur yang terlindung pada saat gelombang datang dari barat (Tabel 2). Gelombang yang tingginya 0,9 m dari arah Barat Daya menyebabkan abrasi di pantai di pantai barat dan selatan (Tabel 3). Sedangkan gelombang yang datang dari arah timur dan utara dengan tinggi gelombang 0,7 m tidak menyebabkan abrasi pantai jika pantainya tersusun atas pasir sedang (0,34 – 0,40 mm). Dari hasil prediksi erosi/akresi ini maka dapat disimpulkan bahwa sisi barat Pulau Barrang Caddi akan mengalami erosi/abrasi bila tinggi gelombang perairan yang datang dari arah Barat, Barat Daya dan Barat Laut sudah melebihi atau sama dengan 0,9 m.

Kesimpulan

Hasil analisis hidrodinamika (gelombang) dan analisis dinamika sedimen menunjukkan bahwa penyebab utama erosi pantai di Pulau Barrang Caddi adalah badai (*storm waves*) yang membangkitkan gelombang yang kuat pada musim barat. Gelombang yang datang dari arah Barat dengan tinggi gelombang $\geq 0,9$ m mampu menyebabkan terjadinya erosi/abrasi di sisi barat, selatan dan utara pulau. Sisi timur pulau tidak mengalami erosi pada saat musim barat karena terlindung oleh Pulau Barrang Caddi itu sendiri. Sedangkan pada saat musim timur semua sisi pulau relatif aman dari erosi.

Daftar Referensi

- Cai, F., Su, X., Liu, J., Li, B., and Lei, G. 2009. Coastal erosion in China under the condition of global climate change and measures for its prevention. *Progress in Natural Science* 19: 415–426.
- CERC. 1984. *Shore Protection Manual*, vols I to III. US Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Centre, US Govt Printing Office.
- Davis, R.A., and Fitzgerald. 2004. *Beaches and Coast*. Blackwell Publishing. Malde, USA.
- Jackson, N.I. 1999. Evaluation of Criteria for Predicting Erosion and Accretion on an Estuarine Sand Beach, Delaware Bay, New Jersey. *Estuaries* 22 (2A): 215-223.

- Kraus, N.C., Larson, M., and Kreibel, D.L. 1991. Evaluation of beach erosion and accretion predictors. *Proc. Coastal Sediments '91*, ASCE, 572-587.
- Lanuru, M. 2011. Predicting erosion and accretion of a sand beach, Tanjung Bira, South Sulawesi. *Prosiding "Bringing the Better Science for Better Fisheries and the Better Future" Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan*: 422 – 427.
- Mendoza, E.T and J.A. Jiminez.2006. Storm-Induced Beach Erosion Potential on the Catalonian Coast. *Journal of Coastal Research, Special Issue 48*: 81 – 88.
- Oki, S. 2007. Analisa erosi dan perubahan garis pantai pada pantai pasir buatan dan sekitarnya di Takisung, Propinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknik Sipil 7 (3)*: 224 – 235.
- Pethick, J. 1984. *An Introduction to Coastal Geomorphology*. Edward Arnold Publishing. London.
- Prasetya, G. 2006. The role of coastal forests and trees in protecting against coastal erosion. In Braatz et al.,: *Coastal protection in the aftermath of the Indian Ocean tsunami: What role for forests and trees?*. Proceedings of the Regional Technical Workshop, Khao Lak, Thailand. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Smith, J.M and Resio, D.T. 1999. *STWAVE: Steady-State Spectral Wave Model Report 1. User's Manual for STWAVE Version 2.0*.
- Suhardi, I. 2004. Peran Sel Sedimen (Sediment Cell) Dalam Perencanaan dan Penataan Ruang Pesisir di Indonesi dalam Rais dkk (2004) *Menata Ruang laut Terpadu*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Tarigan, M.S. 2007. Perubahan garis pantai di wilayah pesisir Perairan Cisadane, Provinsi Banten. *Makara Sains 11 (1)*: 49-55.

Hubungan Karakteristik Habitat dengan Kelimpahan Ikan Hias Injel Batman *Pomacanthus imperir* di Perairan Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan

Mauli Kasmi* Abdullah, dan Ilham

Jurusan Agribisnis Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep
Jl. Poros Makassar Pare-Pare, Km 83, Manda

*E-mail : maulikasmi@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi dan menganalisis kelimpahan ikan hias injel batman *Pomacanthus imperior* berdasarkan kondisi tutupan karang hidup di perairan Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. Ikan ini merupakan ikan hias laut tergolong mahal. Ikan ini hidup dan berkembang biak di terumbu karang, namun keberadaan dan kemunculannya masih belum diketahui secara jelas. Kerusakan terumbu karang yang terjadi selama ini diperkirakan turut mengancam ketersediaan ikan hias ini. Oleh karena itu, informasi kelimpahan kaitannya dengan kondisi terumbu karang sangat penting. Metode penelitian didasarkan pada sampling paralel antara kelimpahan (visual census) dan prosentase tutupan karang hidup (Point Intercept Transect). Untuk melihat pengelompokan karakteristik habitat antara stasiun pengamatan dilakukan analisis deskriptif untuk melihat keterkaitan kelimpahan dan tutupan karang hidup. Hasil menunjukkan bahwa kondisi karang pada reef flat Kepulauan Tupabiring berada pada kondisi baik (53,50 %), reef cress sedang (47,28%), dan reef slope baik (52,78%), sedangkan di perairan Kepulauan Liukang Tangaya, kondisi karang baik pada reef flat (54,17 %), reef cress (58,11%), maupun reef slope (60,28%). Ikan injel batman ditemukan hidup pada semua zona terumbu karang yang kondisi karangnya sedang atau baik (tutupan karang hidup 40,4 – 60,2%). Pada zona reef flat, ikan injel batman paling banyak ditemukan di antara celah karang bercabang (ACCB) dan antara celah karang sub masiv (ACSM), sedangkan pada zona reef crest paling banyak ditemukan di antara celah karang sub masiv (ACSM), karang sub masiv dan masiv yang ditumbuhi alga (CSMA), antara cabang karang (ACCB) dan karang bercabang ditumbuhi alga (CBA), serta pada zona reef slop paling banyak ditemukan di antara cabang karang (ACCB), antara celah karang sub masiv (ACSM) dan celah bawah karang masiv (CBCM). Kelimpahan ikan Injel Batman sebesar 0,0004 ekor/m² dan standing stock 55.550.000 ekor pada perairan kepulauan Liukang Tupabbiring sedangkan pada kepulauan Liukang Tangaya sebesar 0,016 ekor/m² dan standing stock 858.410.000.

Kata kunci: Kelimpahan, Ikan Hias Injel Batman, Tutupan Karang Hidup

Pendahuluan

Ikan hias Injel Batman ini termasuk dalam famili Pomanchantidae dan termasuk ikan yang cantik, badannya bulat, panjang, dan pipih. Sisik berukuran kecil, keras, stenoid dengan striae longitudinal dan berkerut-kerut. Pada kepala, sisik berukuran lebih kecil disertai gurat sisi melengkung sampai dasar ekor. Ikan hias injel batman ini merupakan ikan hias laut yang mempunyai nilai ekonomi paling mahal di kelas ikan injel dengan harga 40\$ sampai 60\$. Ikan ini hidup dan berkembang biak di habitat terumbu karang terutama yang ditumbuhi alga sebagai makanannya. Keberadaan dan kemunculannya pada habitat terumbu karang ini masih belum diketahui secara jelas. Kerusakan terumbu karang yang terjadi selama ini diperkirakan turut mengancam ketersediaan ikan hias ini. Oleh karena itu, informasi kelimpahan kaitannya dengan kondisi terumbu karang (prosentase dan jenis tutupan karang hidup) menjadi sangat penting.

Terumbu karang dikenal sebagai ekosistem yang sangat kompleks dan produktif dengan keanekaragaman biota tinggi seperti moluska, crustacea dan ikan karang. Biota yang hidup di terumbu karang merupakan suatu komunitas yang meliputi kumpulan kelompok biota dari berbagai tingkat tropik, dimana

masing-masing komponen dalam komunitas ini mempunyai ketergantungan yang erat satu sama lain.

Russel et al. (1978) dalam Kasmi (2012) menyatakan bahwa distribusi ruang (spatial distribution) berbagai jenis ikan karang bervariasi menurut kondisi dasar perairan, perbedaan habitat terumbu karang menyebabkan pula adanya perbedaan kumpulan ikan-ikan. Dengan kata lain interaksi intra- dan inter-jenis berperan penting dalam penentuan pewilayahan (spacing). Tiap kumpulan ikan masing-masing mempunyai kesukaan (preferensi) terhadap habitat tertentu, sehingga masing-masing kumpulan ikan menghuni wilayah yang berbeda.

Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi dan menganalisis kelimpahan ikan hias injel batman *Pomacanthus imperior* dan berdasarkan kondisi tutupan karang hidup di perairan Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat. Penelitian ini dilakukan di perairan kepulauan Liukantangaya meliputi Pulau Sapuka Kecil, Karang Koko, dan Tinggalungan yang dilaksanakan pada tanggal 12 sampai 19 Maret 2015. Sedangkan Kepulauan Tuppabiring meliputi Pulau Gondongbali, Pamanggangan, dan Sarappo Keke yang dilaksanakan pada tanggal 27 Maret sampai 5 April 2015.

Prosedur Penelitian. Stasiun sampling pada masing-masing sub stasiun akan ditentukan berdasarkan kriteria penutupan karang hidup dan bentuk pertumbuhan karang atau topografi perairan (*reef flat, reef cress, reef slope*). Beberapa metode survey terumbu karang seperti (Point Intercept Transect) menurut petunjuk (English et al, 1997), akan digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi substrat dan bentuk pertumbuhan karang dengan panjang transek 100 m untuk setiap zona (*reef flat, reef cress, reef slope*).

Sedangkan untuk menduga kelimpahan ikan injel Batman akan digunakan metode visual sensus seiring dengan garis transek pengamatan bentuk tutupan karang pada masing-masing zona. Pengamatan dilakukan dengan panjang 100 m garis transek dengan jarak pandang sejauh 2,5 m ke sebelah kiri dan 2,5 m ke sebelah kanan garis transek (pengamatan berada di tengah), selanjutnya jenis ikan injel batman dicatat jumlah kehadirannya, selanjutnya jenis ikan injel batman dicatat jumlah kehadirannya beserta ukurannya. Adapun ukuran ikan injel batman untuk kebutuhan pasar yang didapat dari Asosiasi Koral Kerang dan Ikan Hias Indonesia (AKKII, 2010 dalam Kasmi, 2012), adalah sebagai berikut: 1) Ukuran 3 – 5 cm (TT); 2) Ukuran 5,1 – 8 cm (T); 3) Ukuran 8,1 – 11 cm (S); 4) Ukuran 11,1 – 15 cm (M) dan 5) Ukuran 15,1 – 25 cm (L).

Menurut Kasmi, (2012) untuk memudahkan komponen tutupan karang (*life form*) dalam penelitian ini keterkaitan hubungannya dengan ikan injel batman terdapat 19 yaitu :1) ACB (acropora bercabang); 2) ACT (acropora tabulait); 3) ACS (acropora sub masive); 4) ACD (acropora mati); 5) ACE (acropora *encrusting*); 6) CB (karang bercabang); 7) CS (coral sub masiv); 8) CE (karang *encrusting*); 9) CF (karang foliose); 10) CM (karang masiv); 11) CMR (karang masrum); 12) SC (karang lunak); 13) SP (spong); 14) S (pasir); 15) DCA (karang mati ditumbuhi alga halus); 16) DC (karang mati); 17) FS (makro alga); 18) OT (biota lain); 19) R (patahan karang bercabang).

Hampir seluruh ikan yang hidup di terumbu karang mempunyai ketergantungan yang tinggi, baik dalam hal perlindungan maupun makanan, terhadap karang. Oleh karenanya jumlah individu, jumlah spesies dan komposisi jenisnya dipengaruhi oleh kondisi setempat. Telah banyak penelitian yang membuktikan adanya korelasi positif antara kompleksitas topografi terumbu karang dengan distribusi dan kelimpahan ikan-ikan karang (Sutton, 1983 dalam Kasmi, 2012). Oleh karena itu pengamatan ikan karang ini senantiasa dilakukan bersamaan dengan pendataan *life form* terumbu karang dan bentuk pertumbuhan.

Kelompok bentuk pertumbuhan karang (bentuk jenis karang) dalam penelitian ini diadopsi dari English dkk, (1997) dalam Kasmi (2012), disesuaikan

dengan kebutuhan atau keterkaitan hubungannya dengan ikan injel napoleon terdapat 11 yaitu: 1) cbCM (celah bawah coral masive); 2) csCM (celah samping coral masive); 3) acSM (antara coral submasive); 4) acCB (antara cabang karang); 5) CBA (karang bercabang ditumbuhi alga); 6) CSMA (karang submasive dan masive ditumbuhi alga); 7) bACT (bawah acropora tabulait); 8) cACT (celah acropora tabulait); 9) cCF (celah coral foliose); 10) SAO (pasir ditumbuhi alga dan lainnya); 11) RAO (patahan karang ditumbuhi alga dan lainnya).

Pengamatan karakteristik habitat beriringan dengan pengamatan visual sensus ikan, pada saat menemukan jenis ikan injel batman dicatat keberadaan di jenis karang dan bentuk pertumbuhan (11 komponen tutupan karang hidup dan bentuk pertumbuhan karang) serta tingkah lakunya.

Dari presentase tutupan *lifeform* yang didapat, selanjutnya dapat ditentukan kualitas tutupan karang hidup di area tersebut. Kriteria tutupan karang hidup yang umum dipergunakan untuk menentukan kondisi terumbu karang dibagi dalam 4 (empat) kategori (English *dkk.*, 1997 dalam Kasmi, 2012), yaitu:

- 1) hancur/rusak (0-24,9%)
- 2) sedang (25-49,9%)
- 3) baik (50-74,9%), dan
- 4) sangat baik (75-100%).

Analisis Data Menentukan Kondisi Habitat dan Ketersediaan Ikan Injel Batman di Perairan Kabupaten Pangkep

Pengelompokan Karakteristik Habitat. Untuk melihat pengelompokan karakteristik habitat antara stasiun pengamatan dilakukan analisis deskriptif yang bertujuan untuk mempresentasikan hasil dalam bentuk grafik dan gambar, informasi maksimum yang didapat di lapangan.

Karakteristik habitat atau presentase tutupan karang hidup, mati, dan jenis *lifeform* lainnya dihitung dengan rumus (English *dkk.*, 1997 dalam Kasmi, 2012) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{a}{A} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

C = Presentase penutupan *lifeform* i

a = Frekuensi kemunculan *lifeform* i

A = Total *lifeform* i

Kelimpahan Ikan Hias. Kelimpahan ikan injel napoleon dihitung dengan menggunakan rumus yang dikemukakan English *dkk* (1997) sebagai berikut:

$$Ni = \frac{\sum ni}{A} \quad (2)$$

Dimana:

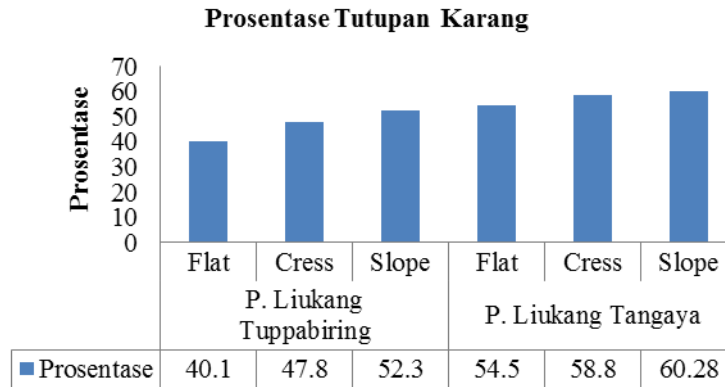
Ni = Kelimpahan Jenis ikan Ke-i (koloni/m²)

$\sum ni$ = Jumlah Individu dari Jenis i

A = Luas daerah pengambilan contoh (m²/ha)

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Habitat Ikan Injel Batman *Pomacanthus imperiordi* Perairan Kepulauan Liukang Tuppabiring dan Liukang Tangaya. Berdasarkan kondisi habitat di perairan kepulauan Liukang Tuppabiring dan Liukang Tuppabiring disajikan pada gambar 1. Kondisi bentuk tutupan karakteristik menunjukkan bahwa prosentase tutupan karang rata-rata baik yaitu zona *reef flat*, *reef cress*, dan *reef sloped* di perairan kepulauan Liukang Tangaya dibandingkan dengan perairan Liukang Tuppabiring.



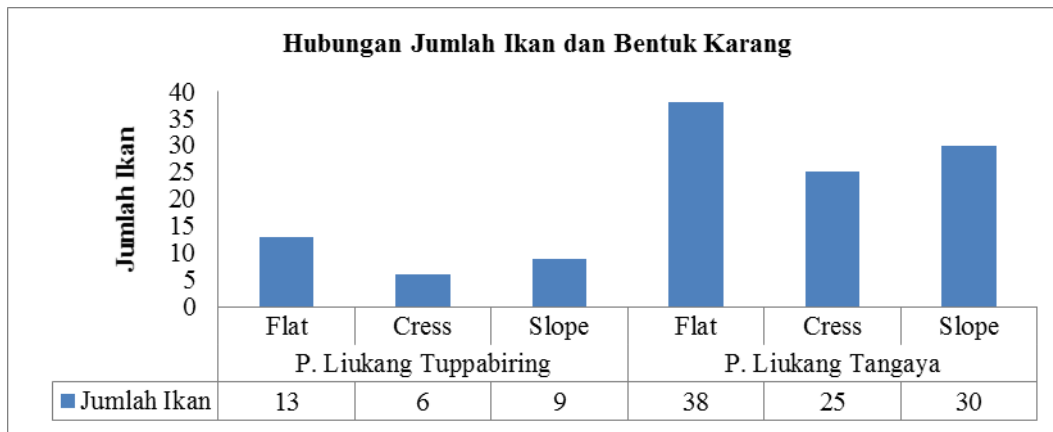
Gambar 1. Rata - Rata Tutupan Karang Hidup di Wilayah Stasium dan Zona

Berdasarkan status tutupan karang di perairan Kepulauan Liukang Tupabbiring khususnya pada zona *reef flat* tergolong pada kondisi sedang (40,1 %). Zona *reef cress* tergolong sedang (47,8%), dan zona *reef slope* tergolong baik (52,3%). Adapun kondisi tutupan karang di perairan Kepulauan Kecamatan Liukang Tangaya yang ditemukan pada zona *reef flat* tergolong baik (54,5 %), zona *reef cress* tergolong baik (58,8%), dan zona *reef slope* tergolong baik (60,28%).

Jenis *Porites* dan *Acropora* adalah jenis karang dominan yang ditemukan dibagian luar tepian terumbu; sedangkan jenis *Montipora* dan *Acropora* ditemukan dominan pada *reef cress* dan *reef slope* di daerah yang terlindung. Kondisi karang di daerah laguna, umumnya, sama dengan kondisi karang yang ada dibagian luar, namun dengan koloni yang lebih besar dan mudah pecah; sedangkan *reef flat* biasa ditumbuhi padang lamun dan alga yang didominasi oleh *Thalassia* sp. (Handoko, 2008).

Hubungan antara Kondisi Habitat dan Kelimpahan Ikan Injel Batman *Pomacanthus imperior* di Kepulauan Tupabbiring dan Liukang Tangaya. Hasil penelitian ikan injel batman yang ditemukan di perairan kepulauan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tangaya disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 1 yaitu menunjukkan bahwa kelimpahan ikan sebesar 0,0004 ekor/m² dan standing stock 55.550.000 ekor pada wilayah perairan Kepulauan Liukang Tupabbiring dengan tutupan karang hidup sebesar pada bentuk reef flat berada pada kondisi sedang (40,4 %) dengan jumlah ikan 13 ekor. Status tutupan karang pada reef cress berada pada kondisi sedang (47,8%) dengan jumlah ikan 6 ekor, dan reef slope berada pada kondisi baik (52,3%) dengan jumlah ikan 9 ekor.

Wilayah perairan Kepulauan Liukang Tangaya Ikan Injel Batman yang ditemukan pada daerah reef flat sebanyak 38 ekor dengan tutupan karang baik (54,5%), reef cress sebanyak 25 ekor dengan tutupan karang baik (58,8%), dan reef slope sebanyak 30 ekor dengan tutupan karang baik (60,2%). Sehingga didapat kelimpahan ikan sebesar 0,016 ekor/m² dan ketersediaan ikan Injel Batman atau standing stock 727.718.000 dengan dengan tutupan karang hidup sebesar pada bentuk reef flat berada pada kondisi baik (54,17 %). Status tutupan karang pada reef cress berada pada kondisi sedang (58,11%), dan reef slope berada pada kondisi baik (60,28%).



Gambar 2. Hubungan Jumlah Ikan dengan Bentuk Karang di Pulau Liukang Tupabiring dan Liukang Tangaya.

Densitas dan standing stock ikan injel Batman dan tutupan karang pada wilayah perairan Kepulauan Kec. Liukang Tupabiring dan Liukang Tangaya disajikan pada Tabel 1.

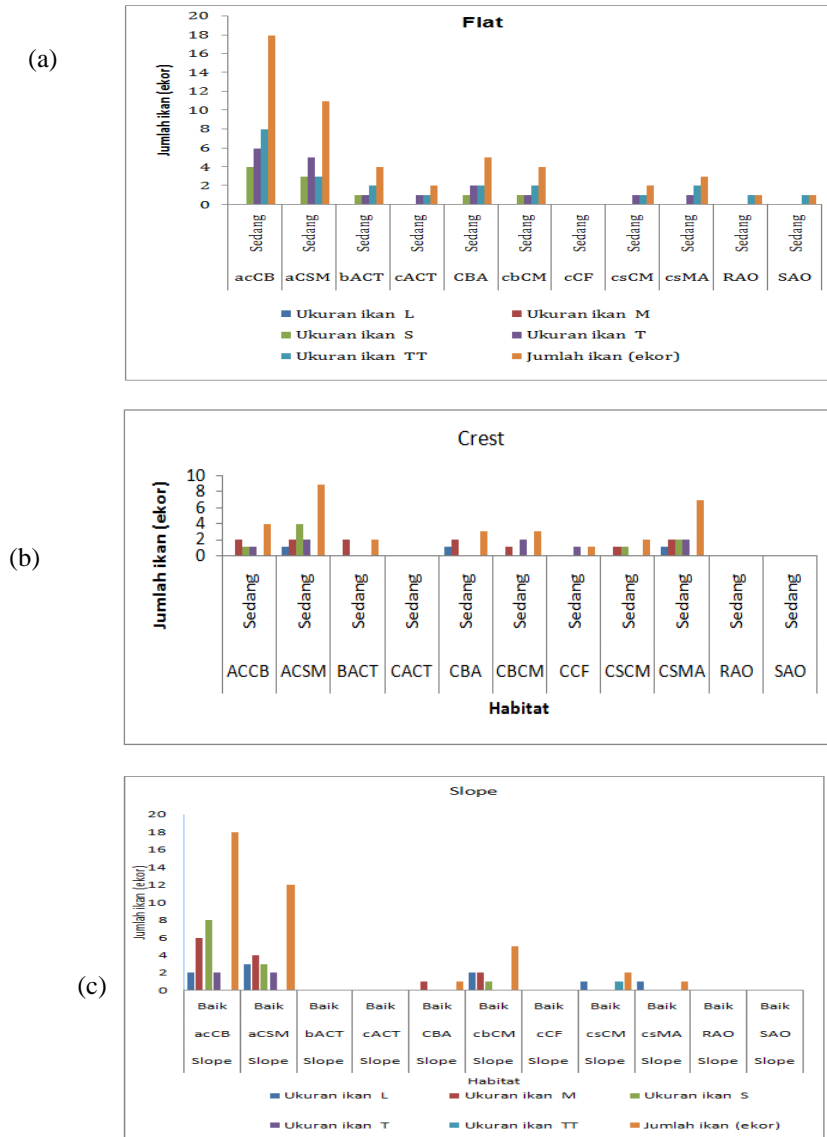
Tabel 1. Densitas, Standing Stock ikan Injel Batman dan Tutupan Karang di Perairan Kepulauan LiukangTupabbiring dan Liukang Tangaya

Wilayah	Densitas (M ²)	Standing Stock (ekor)	Tutupan Karang		Jumlah Ikan (ekor)
			Bentuk	Persentase	
Liukang Tupabiring	0,0004	55.550.000	Flat	40.1	13
			Cress	47.8	6
			Slope	52.3	9
Liukang Tangaya	0,016	858.410.000	Flat	54.5	38
			Cress	58.8	25
			Slope	60.28	30

Secara umum densitas dan standing stock ikan injel batman lebih tinggi pada wilayah perairan Liukang Tangaya disbanding wilayah perairan Liukang Tupabbiring meskipun luas tutupan karang hampir sama. Hal ini diduga disebabkan tingkat eksploitasi ikan injel batman di Liukang Tupabbiring sudah mengalami *over exploitasi*. Fenomena ini terlihat dari hasil transek yang jumlahnya berkisar 0 - 1 ekor. Selain itu, wilayah perairan Liukang Tupabbiring cukup dekat dari wilayah pesisir Sulawesi Selatan sehingga memudahkan bagi armada penangkapan setiap daerah untuk melakukan penangkapan ikan injel batman di perairan tersebut. Sementara itu, perairan Kepulauan Liukang Tangaya cukup jauh sehingga membutuhkan waktu tempuh yang cukup lama (\pm 24 jam) menuju ke perairan tersebut. Dengan demikian banyak penangkap ikan yang memiliki pertimbangan untuk tidak melakukan penangkapan di perairan tersebut.

Jumlah ikan di perairan Kepulauan Liukang Tangaya lebih banyak ditemukan pada reef flat dibandingkan reef slope dan reef cress. Hal ini diduga bahwa daerah reef flat merupakan daerah asuhan, hal ini sesuai dengan kenyataan di lapangan dimana banyak ditemukan juvenile ikan injel batman. Sementara itu, daerah reef slope jumlah ikan yang ditemukan paling sedikit. Kemungkinan ikan-ikan ukuran tertentu (kecil) memiliki keterbatasan atau kemampuan berenang ke perairan yang lebih dalam sehingga keberadaannya di perairan agak dangkal (reef flat dan reef cress). Hal ini sesuai dengan kenyataan di lapangan dimana ikan-ikan Injel Batman yang ditemukan di daerah reef slope berukuran lebih besar (dewasa).

Hubungan Karakteristik Habitat dan Jumlah Ikan Injel Batman Pomacanthus imperir. Hubungan antara karakteristik habitat dan jumlah ikan berdasarkan zona disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa ikan injel napoleon yang ditemukan pada ketiga zona (*reef flat*, *crest*, dan *slope*) cenderung berbeda jumlah dan ukurannya. Perbedaan tersebut terlihat dari keberadaannya baik pada bentuk pertumbuhan maupun tutupan karang hidup.



Gambar 3. Hubungan Kelimpahan ikan berdasarkan kondisi habitat pada zona(kondisi tutupan dan bentuk pertumbuhan karang) dan jumlah ikan berdasarkan zona (a: flate, b: crest, c:slope) di Liukang Tuppabiring dan Liukang Tangaya

Untuk zona *reef flat* dengan kondisi tutupan karang hidup sedang diperoleh 51 ekor dengan rincian pada habitat ACCB sebanyak 18 ekor, disusul ACSM 11 ekor, CBA 5 ekor, BACT dan CBCM masing-masing 4 ekor. Ukuran ikan yang didapatkan kebanyakan yang berukuran kecil yaitu sedang (S), kecil (T) dan sangat kecil (TT). Umumnya ikan yang ditemukan pada habitat ACCB dan ACSM berada di antara celah karang tersebut dalam keadaan bersembunyi dan sesekali makan sponge dan alga yang tumbuh di sekitar.

Distribusi dan jumlah ikan karang sangat dipengaruhi juga oleh faktor biologi dan fisik di daerah terumbu karang, seperti gelombang, arus, cuaca, sedimentasi, kedalaman perairan, fisiografi dan kompleksitas terumbu karang.

Oleh sebab itu, tidak ada proses tunggal yang mempengaruhi struktur komunitas ikan karang (Jennings & Polunin, 1996).

Secara umum dapat dinyatakan bahwa keanekaragaman dan kepadatan ikan karang sangat berkaitan dengan kompleksitas dan kesehatan terumbu karang sebagai habitat. Russel *dkk.* (1978) menyatakan bahwa distribusi ruang (*spatial distribution*) berbagai jenis ikan karang bervariasi menurut kondisi dasar perairan. Perbedaan habitat terumbu karang menyebabkan adanya perbedaan kumpulan ikan-ikan. Dengan kata lain interaksi intra- dan inter-jenis berperan penting dalam penentuan pewilayahan (*spacing*). Setiap kumpulan ikan mempunyai kesukaan (*preferensi*) terhadap habitat tertentu, sehingga masing-masing kumpulan ikan menghuni wilayah yang berbeda.

Untuk zona *crest* dengan kondisi tutupan karang hidup sedang, ikan injel didapatkan pada bentuk pertumbuhan karang ACSM berjumlah 9 ekor yaitu berada di antara celah karang submasive, disusul CSMA 7 ekor, ACCB 4 dan CBA 3 ekor. Adapun pada habitat ini ditemukan hampir semua jenis ukuran ikan yaitu L, M, S, dan T.

Untuk zona *slope* dengan kondisi tutupan karang hidup baik ikan injel napoleon banyak ditemukan pada bentuk pertumbuhan karang ACCB 18 ekor, ACSM 12 ekor dan CBCM 5 ekor. Ikan injel Batman kebanyakan ditemukan ukuran yang besar yaitu L, M dan S.

Karakteristik habitat ikan injel batman kecenderungannya berada pada habitat ACCB, ACSM, CBCM, CBA, CSMA, karena jenis karang ini merupakan daerah yang paling aman untuk tempat berlindung dan didalam bentukan batuan yang besar, gua-gua atau lubang-lubang dan celah-celah karang.

Salah satu penyebab tingginya keragaman jenis di terumbu adalah variasi habitat yang terdapat di terumbu. Terumbu karang tidak hanya terdiri dari karang saja, tetapi juga pasir, berbagai teluk dan celah, daerah alga, dan juga perairan yang dangkal dan dalam serta zona-zona yang berbeda yang melintasi karang. Habitat yang beranekaragam dapat menerangkan peningkatan jumlah ikan itu. Perbedaan habitat terumbu karang dapat mendukung perbedaan kelompok ikan (Maharbhakti, 2009). Oleh sebab itu, interaksi intra dan inter spesies berperan penting dalam penentuan penguasaan ruang sehingga banyak ikan-ikan yang menempati ruang tertentu. Keberadaan karang merupakan habitat penting bagi ikan karang, karena sebagian besar populasi ikan karang mengadakan rekrutmen secara langsung dalam terumbu karang.

Selain keanekaragaman relung hidup yang tinggi, ada faktor lain yang perlu dipertimbangkan yaitu tingkat spesialisasi yang tinggi dari tiap jenis ikan. Banyak jenis ikan yang memiliki kebutuhan yang sama sehingga terdapat persaingan aktif, baik antara jenis yang berbeda maupun antara jenis yang sama. Persaingan ini kemudian menuju pada pembentukan relung ekologi yang lebih sempit lagi. Dengan demikian, di ekosistem terumbu karang seringkali terlihat pergerakan banyak jenis ikan yang terlokalisasi, terbatas pada daerah-daerah tertentu, dan terdapat perbedaan yang nyata antara ikan yang aktif di malam dan siang hari.

Secara umum jumlah ikan injel batman lebih tinggi pada wilayah perairan kepulauan Liukang Tangaya meskipun luas tutupan karang hampir sama. Hal ini diduga disebabkan tingkat eksploitasi ikan injel batman di perairan Liukang Tuppabiring sudah mengalami *over exploitasi*. Fenomena ini terlihat dari hasil transek yang jumlahnya berkisar 0 - 1 ekor. Selain itu, wilayah perairan kepulauan Liukang Tuppabiring cukup dekat dari wilayah pesisir Sulawesi Selatan sehingga memudahkan bagi armada penangkapan untuk melakukan penangkapan ikan injel napoleon di wilayah tersebut. Sementara itu, wilayah Kepulauan Liukang Tangaya cukup jauh sehingga membutuhkan waktu tempuh yang cukup lama (\pm 24 jam) menuju ke wilayah tersebut. Hal yang sama juga pada wilayah Kepulauan Russel *dkk.* (1978) menyatakan bahwa distribusi ruang (*spatial distribution*) berbagai jenis ikan karang bervariasi menurut kondisi dasar perairan. Perbedaan habitat terumbu karang menyebabkan pula adanya perbedaan kumpulan ikan-ikan. Dengan kata lain interaksi intra- dan inter-jenis berperan

penting dalam penentuan pewilayahan (*spacing*). Tiap kumpulan ikan masing-masing mempunyai kesukaan (*preferensi*) terhadap habitat tertentu, sehingga masing-masing kumpulan ikan menghuni wilayah yang berbeda.

Kesimpulan

Ikan injel batman ditemukan hidup pada semua zona terumbu karang yang kondisi karangnya termasuk kategori sedang atau baik (tutupan karang hidup 40,4 – 60,2%). Pada zona *reef flat*, ikan injel napoleon paling banyak ditemukan di antara celah karang bercabang (ACCB) dan antara celah karang sub masiv (ACSM), sedangkan pada zona *reef crest* paling banyak ditemukan di karang antara celah karang sub masiv (ACSM), karang sub masiv dan masiv yang ditumbuhi alga (CSMA), antara cabang karang (ACCB) dan karang bercabang ditumbuhi alga (CBA), serta pada zona *reef slop* paling banyak ditemukan di antara cabang karang (ACCB), antara celah karang sub masiv (ACSM) dan celah bawah karang masiv (CBCM). Kelimpahan ikan Injel Batman sebesar 0,0004 ekor/m² dan *standing stock* 55.550.000 ekor pada perairan kepulauan Liukang Tupabbiring sedangkan pada kepulauan Liukang Tangaya sebesar 0,016 ekor/m² dan *standing stock* 858.410.000.

Daftar Referensi

- English, S. C, Wilkinson and V. Baker, 1997. Survey Manual For Tropical Marine Resources 2nd ed. Australia Institute of Marine Science, Townville. 390 p.
- Gomez, E.D, and IMPERIOR. T. Yap, 1988. Monitoring reef condition In : R.A. Kenchington and B. E.T. Hudson (eds). Coral Reef Management handbook, UNESCO Jakarta : 187-195.
- Hill, J. and C. Wilkinson, 2004. Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs. A Resources for Managers. Australian Institute of Marine Science, Townville. 117. P.
- Kasmi, M., 2012. Bio-ekologi dan Status Pemanfaatan Ikan Hias Injel Napoleon Pomacanthus xanthometapon di Perairan Sulawesi Selatan. Disertasi. UNHAS, Makassar. 126 hlm.
- Manuputty, A.E. IMPERIOR., Giyanto, Winardi, S.R. Suharti dan Djuwariah, 2006. Manual Monitoring Kesehatan Karang (Reef health monitoring) CRITIC COREMAP Indonesia, Jakarta. 109 p.
- Poernomo, A., Mardlijah, S., Linting, L, M., Amin, M, E, dan Widjopriono. 2006. Ikan Hias Laut Indonesia, Balai Riset Perikanan Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. 182 p.
- Russell, B. C., F. IMPERIOR. Talbot, G.R.V. Anderson & B. Goldman. 1978. Collection and sampling of reef fishes. In: D. R. Stoddart and R. E. Johannes (eds.), Coral Reefs: Research Methods. UNESCO, Paris. Pp: 329-345.

Parameter Oseanografi pada Calon Daerah Kawasan Konservasi Perairan Laut Kabupaten Luwu Utara

Muh. Farid Samawi*, Ahmad Faisal, Chair Rani

Jurusan Ilmu Kelautan, FIKP, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea

*E-mail: farids.unhas@gmail.com

ABSTRAK

Parameter oseanografi merupakan salah satu variabel penting dalam mendukung keberhasilan pengelolaan daerah kawasan konservasi perairan laut. Parameter oseanografi mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan organisme dalam kawasan seperti lamun, terumbu karang dan organisme yang berasosiasi. Parameter yang diukur adalah arus, suhu, salinitas, pH, total padatan tersuspensi, oksigen terlarut, nitrat, dan fosfat. Pada perairan Luwu Utara parameter salinitas, padatan tersuspensi, nitrat dan fosfat mempunyai variasi yang besar secara spasial. Salinitas berkisar antara 4-27 ppt, padatan tersuspensi berkisar antara 13,1-144,5 mg/L. Nitrat berkisar antara 0,004-0,672 mg/L dan Fosfat berkisar antara 0,03-0,922 mg/L. Nilai parameter oseanografi yang bervariasi dipengaruhi oleh aliran Sungai Lampuawa

Kata kunci: oseanografi, kawasan konservasi perairan laut, Luwu Utara

Pendahuluan

Salah satu tujuan pendirian kawasan konservasi adalah untuk perlindungan keanekaragaman sumberdaya hayati dan serta ekosistem pesisir dan laut. Berdasarkan SK Dirjen KP3K No. 44 tahun 2014 mengenai pedoman penilaian efektifitas pengelolaan kawasan konservasi perairan dan pulau-pulau kecil aspek biofisik menjadi bagian penting dalam proses pengelolaan.

Dinas Kelautan dan Perikanan Kab. Luwu Utara telah menetapkan kawasan yang berada di Desa Poreang, Kecamatan Tana Lili untuk dicadangkan sebagai kawasan konservasi. Penetapan lokasi ini didasarkan pada informasi dari masyarakat tentang keberadaan biota yang dilindungi yaitu kelompok penyu dan sapi laut (dugong) di daerah padang lamun.

Penetapan kawasan konservasi disamping informasi keberadaan biota laut langka diperlukan pula informasi mengenai kondisi lingkungan, seperti parameter oseanografi. Parameter oseanografi sangat terkait dengan keberlanjutan keanekaragaman jenis dan kelangsungan hidup biota laut.

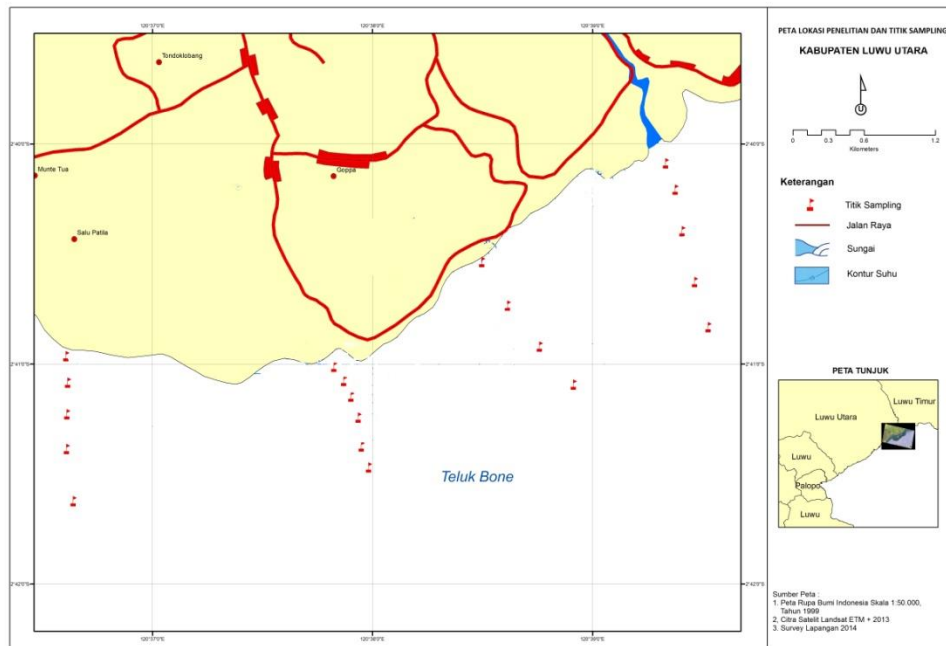
Berdasarkan panduan monitoring aspek biofisik, parameter fisik dan kimia oseanografi sebagai data pendukung kondisi suatu perairan di suatu ekosistem dan habitat sumberdaya ikan serta memberikan informasi ada jenis atau sumber polutan disuatu lokasi.

Tujuan penelitian ini mengetahui kondisi oseanografi di lokasi calon kawasan konservasi Kab. Luwu Utara. Hasil penelitian ini nantinya akan menjadi data dasar tentang kondisi parameter oseanografi sebagai salah satu parameter utama dalam suatu penilaian calon kawasan konservasi dalam rangka mendukung juta hektar pada tahun 2020 (Mulyana dan Dermawan, 2008) serta membantu pemerintah daerah dalam proses pencadangan KKPD berdasarkan kajian ilmiah yang tepat.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian berada di pesisir Kab. Luwu Utara, tepatnya di Desa Poreang, Kecamatan Tana Lili, Kabupaten Luwu Utara sebagai lokasi calon kawasan konservasi yang diinisiasi oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kab. Luwu Utara. Lokasi penelitian dan titik sampling diperlihatkan seperti pada

Gambar 1. Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan dari bulan Mei sampai dengan September 2014.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan titik sampling di lokasi Calon Kawasan Konservasi Perairan Daerah, Desa Poreang, Kec. Tana Lili, Kabupaten Luwu Utara

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel Air. Pengambilan sampel air dilakukan berdasarkan petunjuk APHA (1999), yaitu menggunakan botol polietilen dengan cara memasukan ke dalam kolom air, setelah penuh ditutup dan disimpan ke dalam *coolbox* yang berisi es dan metode yang digunakan untuk mengukur parameter oseanografi yaitu: es, selanjutnya diangkut ke laboratorium untuk dianalisis. Pengambilan sampel air dilakukan pada lokasi perairan dimana terdapat biota laut seperti mangrove, lamun dan karang.

Pengukuran Parameter Insitu. Pengukuran parameter insitu meliputi arus, suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut. Pengukuran dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel air. APengukuran parameter arus meliputi kecepatan dan arah menggunakan modifikasi metode layang arus dengan petunjuk arah menggunakan GPS; Pengukuran suhu menggunakan thermometer digital; Salinitas diukur menggunakan salinity handrefractometer merek Atago; pH diukur menggunakan alat pH meter merek Horiba; Oksigen terlarut diukur menggunakan metode titrasi Winkler; Pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS) menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 06-6989.3-2004); Pengukuran Nitrat (NO_3) menggunakan metode brucine (APHA, 1979) diukur menggunakan spektrofotometer DR 2800 pada panjang gelombang 420 nm; Pengukuran Phosphat (PO_4) menggunakan metode molibdate (APHA, 1979) diukur menggunakan spektrofotometer DR 2800 pada panjang gelombang 660 nm.

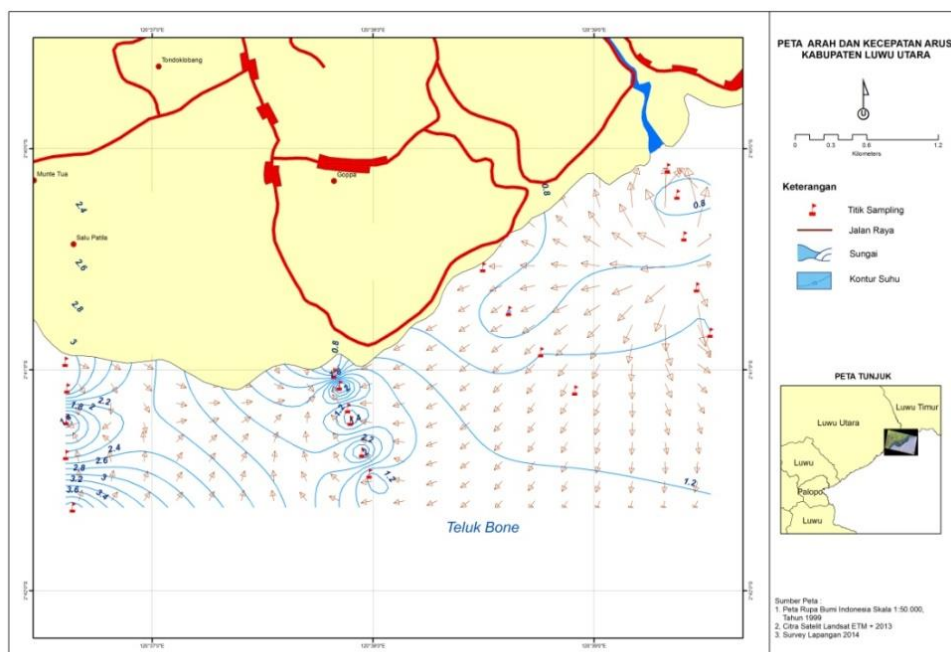
Analisis data. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan baku mutu air laut untuk kehidupan biota laut (Kepmen LH No. 51 tahun 2004).

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Parameter Fisik. Kondisi parameter oseanografi fisik di daerah calon kawasan konservasi perairan Kabupaten Luwu Utara dapat dijelaskan sebagai berikut:

Arus. Arus merupakan parameter fisik oseanografi yang berperan dalam mendistribusikan nutrisi dan oksigen terlarut dari satu perairan ke perairan lainnya. Arus berperan pula dalam membersihkan permukaan karang dari sedimentasi. Arus di laut ditimbulkan oleh tiupan angin atau oleh pengaruh pasang surut. Pada perairan pantai umum didominasi oleh arus pasang surut dan yang dibangkitkan oleh tiupan angin. Secara umum, arus adalah gerakan massa air secara horizontal dalam skala besar. Arus yang terjadi di wilayah pesisir dan dekat pantai dapat berasal dari arus laut global, akibat angin, pasang surut, gelombang, dan perbedaan densitas air. Arus di wilayah pesisir yang dipengaruhi oleh arus global dan tiupan angin musim terjadi karena perubahan tekanan udara. Dengan demikian peran arus dalam kawasan konservasi perairan dapat mendukung pertumbuhan biota laut.

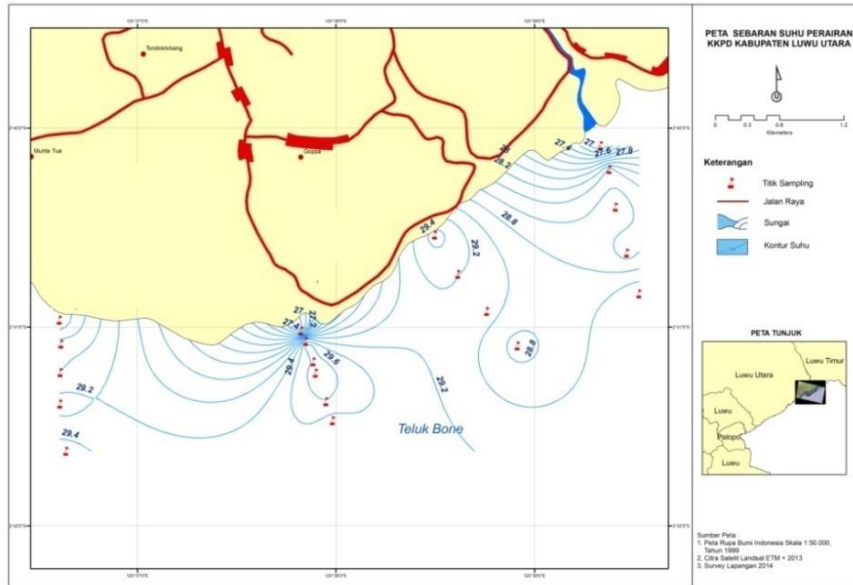
Pada penelitian ini kecepatan arus berkisar antara 0,6 – 4 m/det dengan rata-rata sebesar 1,54 m/det. Kecepatan arus berdasarkan pendapat Mason (1991) masuk kategori lambat hingga cepat. Pada Gambar 2 memperlihatkan pola sebaran arah dan kecepatan arus.



Gambar 2. Pola sebaran arah dan kecepatan arus

Suhu. Salah satu parameter penting dalam penentuan kawasan konservasi adalah suhu. Suhu berpengaruh terhadap proses fisiologi biota laut, terutama proses metabolisme. Suhu yang tinggi dapat meningkatkan proses metabolisme, sehingga penggunaan oksigen terlarut meningkat dan akumulasi pencemar juga mengalami peningkatan. Metabolism yang tinggi dapat menyebabkan kematian pada biota laut.

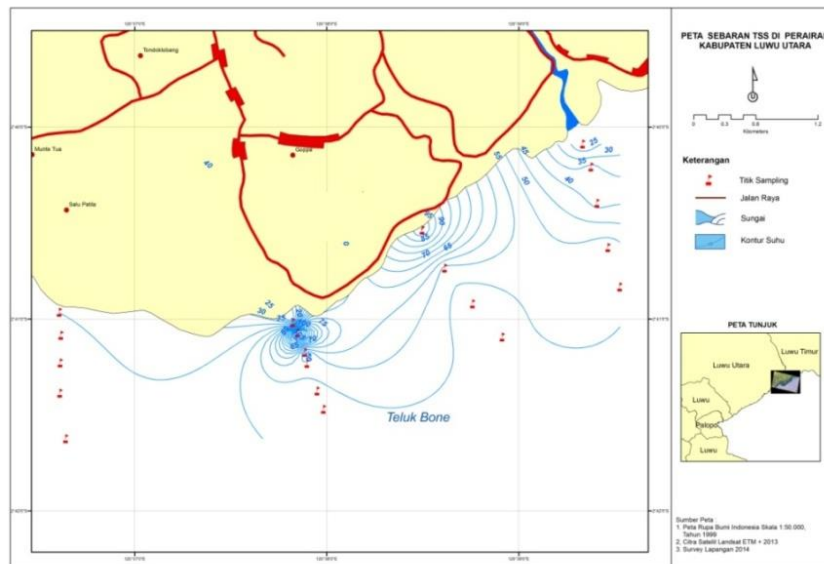
Suhu perairan pada lokasi calon kawasan konservasi perairan Kabupaten Luwu Utara berkisar antara 26,5 – 30°C dengan rata-rata sebesar 29,1 °C. Berdasarkan baku mutu air laut untuk kehidupan biota laut suhu yang sesuai untuk karang sebesar 28-30 °C, untuk mangrove sebesar 28-32 °C dan lamun sebesar 28-30 °C. suhu perairan masih dapat mendukung kehidupan biota laut, suhu yang rendah ditemukan di sekitar muara sungai. Gambar 3 memperlihatkan pola sebaran suhu di lokasi calon kawasan konservasi laut.



Gambar 3. Pola sebaran suhu

Padatan Tersuspensi. Padatan tersuspensi merupakan parameter yang mempengaruhi proses fotosintesis dan respirasi biota laut. Semakin tinggi jumlah padatan tersuspensi menurunkan kemampuan biota laut untuk melakukan fotosintesis dan respirasi, sehingga lambat laun dapat mematikan.

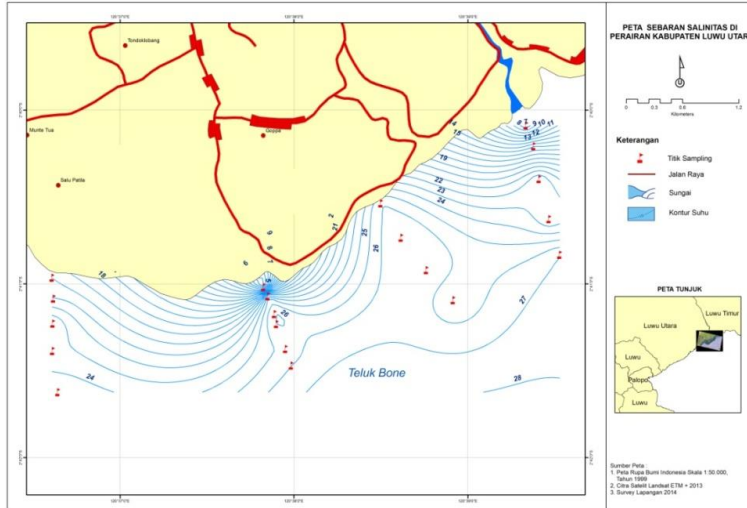
Jumlah padatan tersuspensi pada lokasi calon kawasan konservasi perairan Kabupaten Luwu Utara berkisar antara 13,1 – 144,5 mg/L dengan rata-rata sebesar 50,29 mg/L. Berdasarkan baku mutu air laut nilai padatan tersuspensi telah melebihi baku mutu untuk karang dan lamun yaitu berkisar antara <20 mg/L, namun masih mendukung untuk kehidupan mangrove yaitu sebesar <80 mg/L. Gambar 4 memperlihatkan pola sebaran padatan tersuspensi (TSS).



Gambar 4. Pola sebaran padatan tersuspensi

Kondisi Parameter Kimia Salinitas. Salinitas berperan besar terhadap keberlangsungan sumberdaya hayati di perairan laut. Parameter ini berpengaruh langsung terhadap proses osmoregulasi, yangmana pada salinitas yang rendah biota laut akan mengalami hipo-osmoregulasi. Hal ini dapat menyebabkan kematian, sehingga mempengaruhi biota laut pada kawasan konservasi perairan.

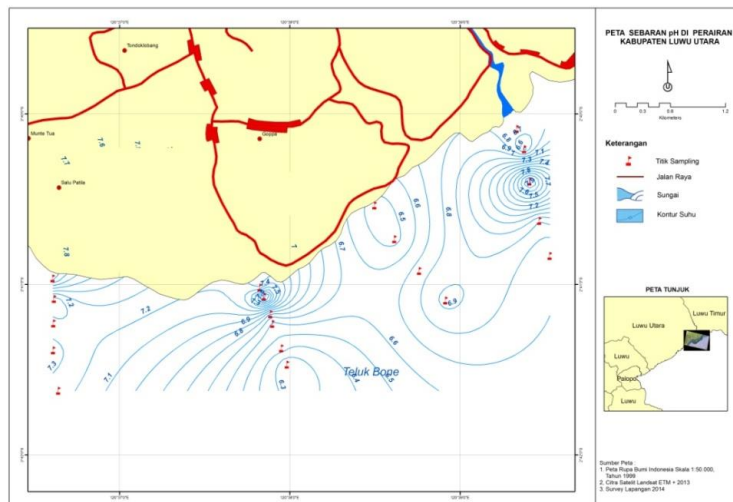
Biota laut karang dan lamun hidup optimal pada salinitas tinggi (hipersalin) berkisar antara 33-34 ppt, sementara mangrove dapat hidup pada salinitas berkisar 0-34 ppt. Hasil pengukuran salinitas pada lokasi calon kawasan konservasi perairan diperoleh nilai berkisar 4-27 ppt dengan rata-rata 22,1 ppt. Hasil ini menunjukkan bahwa salinitas perairan bersifat payau, hal ini disebabkan pengaruh suplai air tawar dari Sungai Lampaewa. Salinitas memenuhi baku mutu untuk mangrove, namun tidak mendukung untuk kehidupan karang dan lamun.



Gambar 5. Pola sebaran salinitas

pH. pH atau derajat keasaman berpengaruh terhadap pembentukan senyawa kimia di dalam perairan. Senyawa beracun akan bersifat toksik pada pH rendah, sementara pembentukan rangka karang melalui proses kalsifikasi membutuhkan pH tinggi. Biota laut membutuhkan pH antara 7-8,5 untuk kelangsungan hidupnya.

Hasil pengukuran pH perairan nilai berkisar antara 6,2-8,1 dengan nilai rata-rata 6,98. Nilai rata-rata pH lebih rendah dari yang persyaratan, namun pada lokasi tertentu memiliki pH berada pada kisaran yang sesuai. pH rendah ditemukan pada perairan dekat muara sungai.

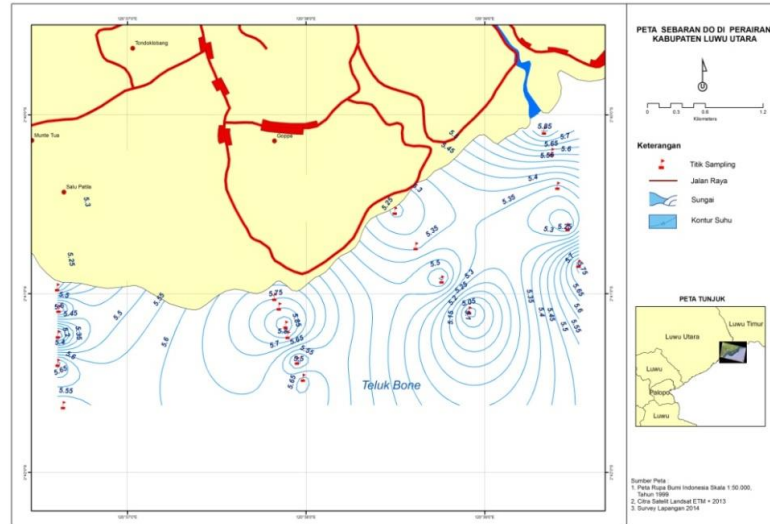


Gambar 6. Pola sebaran pH

Oksigen Terlarut. Kadar oksigen terlarut di dalam lingkungan perairan merupakan faktor yang sangat penting dalam kualitas air. Oksigen terlarut dalam air bersumber dari difusi oksigen atmosfer dan hasil fotosintesis tumbuhan dalam air. Sedangkan pengurangan oksigen terlarut disebabkan karena digunakan untuk respirasi hewan dan tumbuhan, digunakan untuk perombakan bahan-bahan

organik secara biologis oleh mikroorganisme, digunakan untuk reaksi kimia anorganik, serta hilang atau terlepas ke atmosfer.

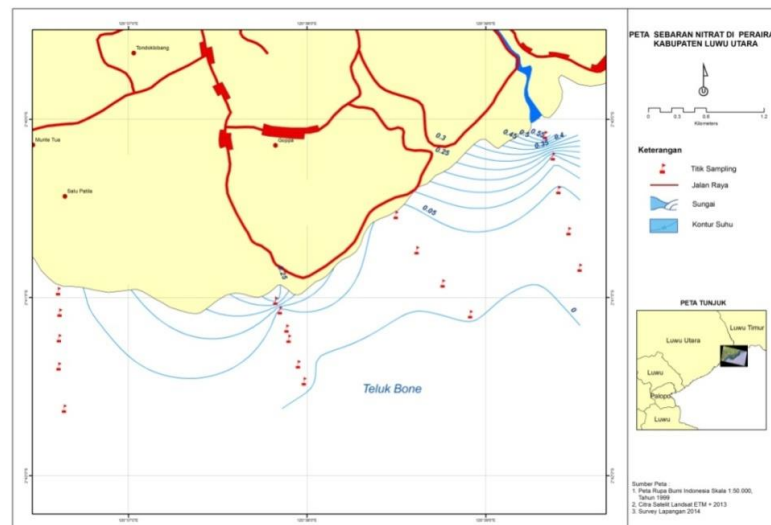
Konsentrasi oksigen terlarut di perairan calon kawasan konservasi perairan berkisar antara 5,0-5,9 mg/L dengan rata-rata 5,51 mg/L. Konsentrasi ini berada di atas baku mutu untuk biota laut yaitu >5 mg/L. Konsentrasi yang relatif tinggi ini disebabkan adanya suplai dari sungai dan difusi dari udara. Dengan demikian konsentrasi oksigen terlarut perairan mendukung untuk kelangsungan hidup biota laut. Gambar 5 memperlihatkan pola sebaran oksigen terlarut.



Gambar 7. Pola sebaran Oksigen Terlarut (DO)

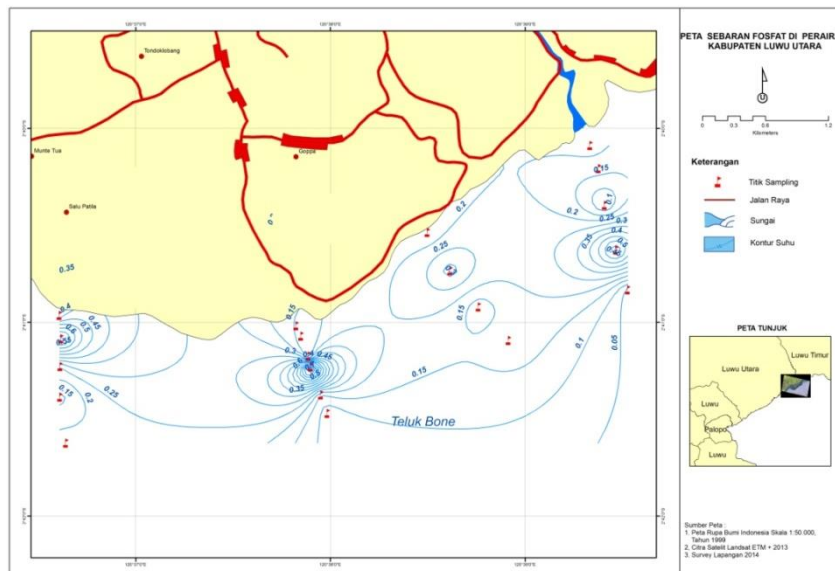
Nitrat. Nitrat merupakan bentuk nitrogen yang bersifat stabil di dalam perairan laut. Nitrat digunakan oleh fitoplankton dan tanaman air sebagai sumber nutrisi. Tingginya kadar nitrat di perairan dipengaruhi oleh masuknya limbah organik dan pupuk ke laut. Nitrat yang berlebih dapat memicu meningkatnya pertumbuhan fitoplankton dan makroalga, yang dapat mengganggu kehidupan karang.

Konsentrasi nitrat di perairan calon kawasan konservasi perairan berkisar antara 0,004-0,672 mg/L dengan rata-rata 0,066 mg/L. Konsentrasi ini berada di atas baku mutu untuk biota laut yaitu 0,008 mg/L. Konsentrasi yang relatif tinggi ini disebabkan adanya suplai dari sungai. Dengan demikian konsentrasi nitrat perairan mendukung untuk kelangsungan hidup biota laut.



Gambar 8. Pola sebaran Nitrat

Phospat. Phospat merupakan bentuk Phospor yang utamanya bersumber dari penggunaan detergen oleh rumah tangga. Phospat dapat pula dihasilkan dari proses penguraian bahan organik. Bentuk phospat yang dapat secara langsung digunakan adalah orto-phospat. Parameter phospat juga merupakan indikator dalam menilai tingkat kesuburan suatu perairan. Liaw (1969) mengemukakan bahwa klasifikasi tingkat kesuburan suatu perairan dibagi menjadi 3 kategori berdasarkan nilai kandungan phospat dalam suatu perairan dimana perairan kurang subur memiliki kandungan phospat sekitar 0 – 0,06 mg/L, perairan cukup subur sekitar 0,07 – 1,61 mg/L, perairan subur sekitar 1,62 – 3,23 mg/L dan perairan yang sangat subur memiliki kandungan phospat diatas 3,23 mg/L.



Gambar 9. Pola sebaran Phospat

Konsentrasi phospat di perairan calon kawasan konservasi perairan berkisar antara 0,029-0,922 mg/L dengan rata-rata 0,25 mg/L. Konsentrasi ini berada di atas baku mutu untuk biota laut yaitu 0,015 mg/L. Perairan lokasi penelitian dikategorikan perairan subur. Konsentrasi yang relatif tinggi ini disebabkan adanya suplai dari sungai. Dengan demikian konsentrasi phospat perairan mendukung untuk kelangsungan hidup biota laut. Gambar 9 memperlihatkan pola konsentrasi tinggi ditemukan pada perairan dekat dengan muara sungai.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa parameter oseanografi di calon lokasi kawasan konservasi perairan Kabupaten Luwu Utara mendukung untuk kehidupan biota laut. Parameter yang menjadi factor pembatas untuk lamun dan karang di perairan ini adalah padatan tersuspensi.

Daftar Referensi

- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumberdaya Hayati Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta
- Kementerian lingkungan Hidup, 2004. Baku Mutu Air Laut. Lampiran 3.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2014. Panduan Monitoring Biofisik (Sumberdaya Kawasan) Kawasan Konservasi Perairan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- Liaw, W.K. 1969. Chemical and biological studies of fishpond and reservoirs in Taiwan. Chinese-American joint communication rural reconstruction on fisheries.
- Mulyana, Y., dan A. Dermawan, 2008. Profil Konservasi Sumberdaya Ikan Kini dan Mendatang: Konservasi Kawasan Perairan Indonesia Bagi Masa Depan Dunia. Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut, Direktorat Jenderal Kelautan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.

- Mason, C.F., 1981. *Biologi of Freshwater Polution*. Langmash. London
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. PT Djambatan. Jakarta.
- Rohkmin, D., J. Rais, S.P.Ginting, M.J. Sitepu, 2004. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Dan Lautan Secara Terpadu*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- SNI, 2004. *Metode Analisis Air Permukaan, Air Limbah, Air Laut dan Limbah B3*. PPLH Regional Sulawesi, Maluku dan Papua

Kelimpahan Zooxanthellae pada Koloni Karang *Montipora* yang Terinfeksi *Black Band Disease* dan *White Syndrome* di Pulau Air, Kepulauan Seribu

Ramadhan Kemal Pudjiarto, Riani Widiarti*

Laboratorium Biologi Kelautan, Departemen Biologi,
FMIPA Universitas Indonesia
Kampus UI Depok 16424

*E-mail : rianiwid@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian mengenai kelimpahan zooxanthellae pada karang foliose marga *Montipora* yang terjangkit *Black Band Disease* (BBD) dan *White Syndrome* (WS) telah dilakukan di Pulau Air pada tanggal 21 Maret 2015. Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbedaan kelimpahan zooxanthellae dalam dua koloni karang, yang masing-masing telah terjangkit *Black Band Disease* (BBD) dan *White Syndrome* (WS). Penelitian dilakukan dengan mengambil fragmen karang *Montipora* di bagian yang sakit, sebanyak tiga kali ulangan. Zooxanthellae dikeluarkan dari fragmen karang dengan cara dipanaskan pada suhu 85o C selama 15 menit, kemudian dicacah di bawah mikroskop dengan perbesaran 10 x 10. Hasil penghitungan menunjukkan kelimpahan rata-rata zooxanthellae pada karang yang terjangkit BBD lebih tinggi dibandingkan dengan yang terjangkit WS, mengindikasikan tingkat infeksi dan agresi BBD yang lebih rendah dibandingkan WS. Hal tersebut dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, terutama faktor eutrofikasi. Pulau Air bukan merupakan wilayah pemukiman, sehingga tingkat eutrofikasi yang relatif lebih rendah di pulau tersebut dapat menyebabkan tingkat infeksi dan agresi BBD yang lebih rendah pula apabila dibandingkan WS

Kata kunci : *Black Band Disease*, kelimpahan zooxanthellae, Pulau Air, *White Syndrome*

Pendahuluan

Terumbu karang merupakan koloni hewan karang dari kelas Anthozoa (filum Cnidaria), yang memiliki simbiosis mutualisme dengan algae endosimbion zooxanthellae (Gates dkk. 1992). Zooxanthellae merupakan hewan dari kelompok dinoflagellata yang memiliki pigmen xanthofil dan dapat berfotosintesis (Tomas 1997). Zooxanthellae memberi nutrisi (berupa asam amino, asam lemak, dan glukosa) pada karang, juga berperan untuk membantu hewan karang memproduksi rangka kalsium karbonat (Castro 2005). Karang menyediakan tempat tinggal bagi zooxanthellae, juga membantu zooxanthellae dalam berfotosintesis yaitu dengan memberikan senyawa CO₂, nitrogen, dan senyawa anorganik (Davies 1984; Elahi & Edmunds 2007).

Kerusakan terumbu karang dapat dilihat dari perubahan yang ditandai dengan memudarnya warna karang yang sebelumnya cerah menjadi memutih (*bleaching*) (Suharsono, 1998). Fenomena *bleaching* disebabkan oleh keluarnya zooxanthellae dari tubuh hewan karang yang antara lain disebabkan oleh perubahan suhu dan salinitas, kekurangan cahaya matahari dalam jangka waktu yang lama, serta penyakit karang seperti halnya *Black Band Disease* (BBD) dan *White Syndrome* (WS).

BBD merupakan penyakit karang yang ditandai dengan adanya garis tebal-hitam seperti pita melingkar pada tubuh karang, yang diakibatkan oleh infeksi alga biru-hijau (*Cyanobacteria*) pathogen. Penyakit karang *White Syndrome* (WS) ditandai dengan adanya jaringan karang berwarna keputihan dan membentuk pola pita yang konsisten di sekeliling eksoskeleton, yang biasanya diawali dari pangkal koloni menuju ke ujung cabang atas (Antonius 1981, Richardson dkk. 1997).

Penyakit BBD dan WS telah ditemukan di perairan terumbu karang Kepulauan Seribu. Lokasi Kepulauan Seribu yang dekat dengan daratan utama Jakarta memberikan potensi gangguan ekosistem terumbu karang berupa penyakit karang, yang umum disebabkan oleh pencemaran akibat aktivitas manusia (antropogenik). Penelitian dilakukan di Pulau Air karena merupakan salah satu lokasi tujuan wisata air yang sering dikunjungi di wilayah Kepulauan Seribu. Pengambilan sampel dibatasi hanya terhadap koloni karang *Montipora*, dikarenakan karang tersebut merupakan salah satu marga koloni karang yang memiliki kelimpahan tertinggi di perairan Kepulauan Seribu (Setiawan dkk. 2011).

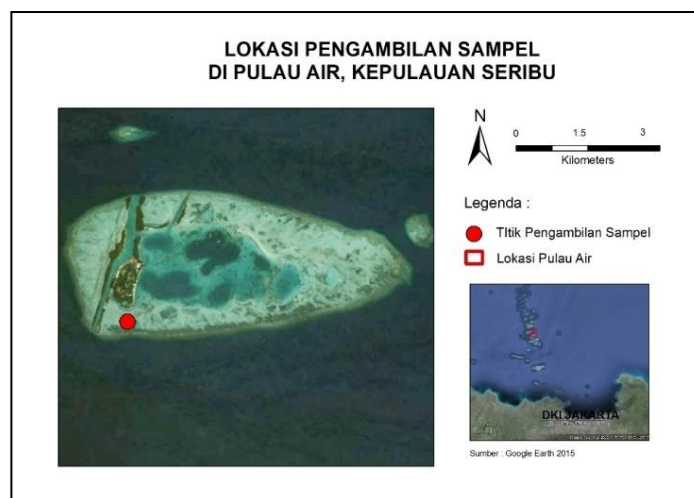
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kelimpahan zooxanthellae dalam dua koloni karang, yang masing-masing telah terjangkit *Black Band Disease* (BBD) dan *White Syndrome* (WS). Hasil penelitian berupa data kelimpahan zooxanthellae pada karang yang telah terjangkit BBD maupun WS, dapat digunakan sebagai informasi awal untuk mengetahui tingkat infeksi serta agresi suatu penyakit terhadap karang di suatu perairan. Hal tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator kesehatan karang maupun lingkungan perairan.

Bahan dan Metode

Pengambilan sampel fragmen karang *Montipora* dilakukan di rata-rata terumbu bagian selatan Pulau Air, Taman Nasional Kepulauan Seribu pada tanggal 21 Maret 2015, di kedalaman 1 hingga 1,5 meter (Gambar 1). Perlakuan sampel dilakukan di Pulau Pramuka, Taman Nasional Kepulauan Seribu, dan pencacahan zooxanthellae dilakukan di Laboratorium Biologi Kelautan FMIPA Universitas Indonesia.

Peralatan yang digunakan untuk pengambilan dan perlakuan sampel antara lain botol sampel 6 buah, jaring sampel, *cooler box*, Global Positioning System (GPS), peralatan snorkeling (fins, masker, snorkel), refraktometer, thermometer, beaker glass 1000 ml, hotplate, *object glass*, *cover glass*, mikro pipet, dan mikroskop cahaya. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah air laut, aluminium foil, fragmen karang *Montipora*, formalin 40%, kertas millimeter blok, dan sampel zooxanthellae.

Pengambilan Sampel Fragmen Montipora dan Pengukuran Parameter Lingkungan. Pengambilan sampel dilakukan terhadap dua koloni karang *Montipora* dengan mengoleksi fragmen karang yang terjangkit penyakit BBD dan WS sebanyak tiga kali ulangan. Total sampel yang diambil berjumlah 6 sampel. Sampel karang berikut air laut selanjutnya dimasukkan ke dalam botol sampel dan diberi keterangan menggunakan kertas label.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel fragmen karang di Pulau Air, Kepulauan Seribu.

Pengeluaran Zooxanthellae. Fragmen sampel *Montipora* beserta air laut 200 ml dimasukkan ke dalam *beaker glass* 1000 ml. *Beaker glass* kemudian dipanaskan pada *hot plate* untuk mengeluarkan zooxanthellae. Pemanasan dilakukan pada suhu hingga 85° C selama sekitar 20 menit. Setelah itu, air laut hasil pemanasan dipindahkan ke botol sampel yang telah diberi keterangan dan diberi formalin 40% sebanyak 10 ml. Fragmen sampel karang *Montipora* selanjutnya dipisahkan untuk pengukuran luas permukaan dengan cara dicelupkan ke dalam larutan formalin dan disimpan di dalam plastik *ziplock*. Setiap sampel fragmen karang *Montipora* diberi label keterangan dan dimasukkan ke dalam *cooler box*.

Pengukuran Luas Permukaan Fragmen Sampel Montipora. Penghitungan luas permukaan fragmen sampel karang *Montipora* dilakukan dengan membungkus fragmen sampel menggunakan aluminium foil. Fragmen sampel karang *Montipora* yang telah dibungkus aluminium foil kemudian diletakkan di atas kertas millimeter blok untuk dihitung luas permukaan sesuai dengan metode Marsh (1970). Data hasil penghitungan luas permukaan karang dicatat.

Pengamatan dan Pencacahan Zooxanthellae. Pengamatan zooxanthellae dari sampel fragmen karang *Montipora* dilakukan dengan meneteskan 100 µl sampel air laut yang berisi zooxanthellae menggunakan mikro pipet, ke atas *object glass*. Selanjutnya air sampel di atas *object glass* ditutup dengan *cover glass*, dan diamati di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 10 x 10.

Pengolahan dan Analisa Data. Kelimpahan sel zooxanthellae dari sampel fragmen karang *Montipora* diperoleh dengan menghitung jumlah sel yang ditemukan per cm² luas permukaan karang. Kelimpahan sel kemudian ditabulasi dan dideskripsikan dengan bantuan grafik batang.

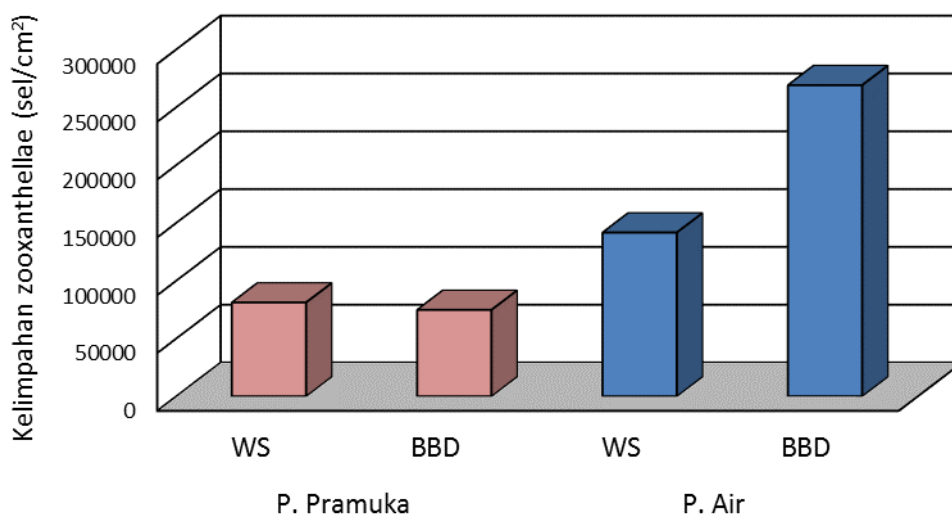
Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian terhadap rata-rata kelimpahan zooxanthellae pada dua koloni karang *Montipora* yang masing-masing telah terinfeksi penyakit BBD maupun WS di rataan terumbu Pulau Air, Taman Nasional Kepulauan Seribu, dapat diketahui bahwa kelimpahan zooxanthellae pada fragmen karang sakit yang diambil dari koloni karang yang terjangkit BBD adalah sebesar 269.120 sel/cm², dan dari koloni karang yang terjangkit WS adalah sebesar 141.671 sel/cm² (Tabel 1). Kelimpahan zooxanthellae yang ditemukan pada fragmen karang tersebut adalah kurang dari kisaran kelimpahan zooxanthellae yang umum terdapat pada koloni karang keras, yaitu sebesar 0,23--1,75 x 10⁶ sel/cm² luas permukaan karang (Costa & Amaral 2000). Hal tersebut menunjukkan bahwa penyakit karang BBD dan WS telah menyebabkan terjadinya penurunan kelimpahan zooxanthellae pada kedua koloni karang di perairan Pulau Air. Penyakit BBD maupun WS telah menyebabkan zooxanthellae pada koloni karang mengalami pengurangan kelimpahan, yaitu akibat kematian atau pengeluaran dari dalam polip karang. Pengurangan kelimpahan zooxanthellae akibat BBD disebabkan oleh terdapatnya konsorsium bakteri *Cyanobacteria* yang dapat memproduksi sulfid berlebih sehingga dapat mematikan jaringan karang, sedangkan pengurangan kelimpahan zooxanthellae akibat WS lebih disebabkan oleh timbulnya nekrosis (mekanisme keluarnya zooxanthellae dari karang akibat sel yang telah rusak) dan lisis terhadap jaringan karang. (Antonius 1981; Gates dkk. 1992; Richie & Smith 1998).

Tabel 1. Kelimpahan zooxanthellae pada fragmen karang

Tipe Penyakit	Ulangan	Luasan karang (cm ²)	Ind/cm ²	Rerata
BBD	1	18.17	184589.9835	141670.1817
	2	35.39	67900.53687	
	3	32.46	172520.0246	
WS	1	13.34	354722.6387	269119.5186
	2	28.07	178126.1133	
	3	26.01	274509.8039	

Pada penelitian ini, kelimpahan zooxanthella pada fragmen yang diambil dari koloni karang yang terjangkit BBD memiliki jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan fragmen dari koloni karang yang terjangkit WS. Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di perairan Pulau Pramuka pada bulan 18 April 2014 menunjukkan hasil yang berbeda, yaitu kelimpahan zooxanthella pada fragmen yang diambil dari koloni karang yang terjangkit WS (182.407 sel/cm²) memiliki jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan fragmen dari koloni karang yang terjangkit BBD (163.464 sel/cm²) (Widiarti, dkk. 2014) (Gambar 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa zooxanthellae pada karang WS masih memiliki tingkat toleransi yang lebih tinggi dibandingkan pada karang BBD, yang dapat digunakan untuk mengindikasikan tingkat virulensi BBD yang relatif lebih tinggi dibandingkan WS. Richardson pada tahun 2011 juga menyatakan bahwa kerusakan jaringan karang yang diakibatkan oleh infeksi BBD seharusnya lebih tinggi dibandingkan dengan WS, sebab infeksi BBD mampu mengeluarkan hewan karang secara utuh dari terumbu.



Gambar 2. Perbandingan kelimpahan zooxanthella per luasan karang di Perairan Pulau Pramuka dan Pulau Air

Kelimpahan zooxanthellae yang lebih tinggi pada koloni karang yang terjangkit BBD di perairan Pulau Air, mengindikasikan tingkat infeksi dan agresi BBD yang lebih rendah dibandingkan WS. Kuta dan Richardson (2002 dalam Ofri dkk. 2012) menyebutkan lima faktor lingkungan yang memiliki korelasi signifikan dengan keberadaan BBD di suatu perairan adalah suhu, kedalaman, keragaman karang, nitrat, dan fosfat. Pemasukan nutrisi berlebih ke suatu badan air, dalam hal ini nitrat dan fosfat, dapat menyebabkan terjadinya proses eutrofikasi di perairan tersebut. Pulau Air merupakan kawasan pulau tidak berpenduduk, sehingga memiliki tingkat eutrofikasi yang lebih rendah

dibandingkan Pulau Pramuka yang merupakan pulau padat penduduk. Hal tersebut menyebabkan tingkat virulensi BBD yang ditimbulkan menjadi rendah pula. Tingkat eutrofikasi yang rendah tersebut juga menyebabkan ditemukannya kelimpahan zooxanthellae yang lebih tinggi pada kedua koloni karang yang telah terinfeksi penyakit BBD dan WS di perairan Pulau Air, apabila dibandingkan dengan Pulau Pramuka (Gambar 2). Pemasukan nutrisi yang disebabkan oleh limbah dan sedimentasi dari daratan merupakan faktor potensial yang mendukung timbulnya kasus penyakit karang di suatu perairan (Kuta dan Richardson 2002 dalam Ofri dkk. 2012).

Kesimpulan

Penyakit BBD maupun WS telah menyebabkan terjadinya penurunan kelimpahan zooxanthellae, karena kedua penyakit dapat menyebabkan kerusakan jaringan karang. Kelimpahan zooxanthella pada koloni karang yang terjangkit penyakit BBD memiliki jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan koloni karang yang terjangkit penyakit WS, yang dapat disebabkan oleh tingkat eutrofikasi yang rendah di perairan Pulau Air.

Daftar Referensi

- Antonius, A. 1981. The 'band' diseases in coral reefs. Proc. 4th Int. Coral Reef Symp., Manila, 2: 7--14
- Castro, P. & M. E. Huber. 2005. Marine Biology. 5th ed. McGraw-Hill, New York: xii + 452 hlm.
- Costa, C.F. & F.D. Amaral. 2000. Density and size differences of symbiotic dinoflagellates from five reef-building coral species from Brazil. Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium: 159--162
- Davies, P. S. 1984. The Role of Zooxanthellae in the Nutritional Energy Requirements of *Pocillopora eydouxi*. Coral Reef 2: 181--186
- Elahi, R & P. J. Edmunds. 2007. Determinate growth and the scaling of photosynthetic energy intake in the solitary coral *Fungia concinna* (Verrill). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 349: 183--193.
- Gates, R.D., G. Baghdasarian, & L. Muscatine. 1992. Temperature stress causes host cell detachment in symbiotic cnidarians: Implications for coral bleaching. Biol. Bull. 182: 324--332..
- Kuta, K.G. & L.L. Richardson. 1996. Abundance and distribution of black band disease on coral reefs in the northern Florida keys. Coral Reefs 15. Dalam : Johan, O., D. G. Bengen, N. P. Zamani, & Suharsono. 2012. Distribution and abundance of Black Band Disease on corals *Montipora* sp. in Seribu Island, Jakarta. Journal of Indonesia Coral Reefs 1(3): 160--170.
- Marsh, J. A. 1970. Primary productivity of reef-building calcareous red-algae. Ecology 51: 255--263
- Richardson, L. L., K. G. Kuta, S. Schnell & R.G. Carlton. 1997. Ecology of the black band disease microbial consortium. Proc. 8th Intl. Coral Reef Symp., Panama 1: 597--600
- Richie, K.B & G.W Smith. 1998. Type II white-band disease. Rev. Trop. Biol. 46 Suppl. 5:199--203
- Setiawan, E., S. Yusri., & S. Timotius (eds.). 2011. Terumbu karang Jakarta: Laporan pengamatan jangka panjang terumbu karang Kepulauan Seribu (2005-2009). Yayasan TERANGI, Jakarta: vi + 102 hlm.
- Suharsono. 1998. Condition of coral reef resources in Indonesia. Jurnal pesisir dan lautan 1(2): 44--52
- Tomas, C.R. 1997. Identifying marine phytoplankton. Academic Press, California: xv + 858 hlm.
- Widiarti, R., O. Johan, & R. K. Pudjiarto. 2014. Kelimpahan zooxanthellae pada koloni karang *Montipora* yang terinfeksi penyakit karang black band disease dan white syndrome di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. Dalam Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan IX dan Kongres IX ISOI 2014. Balikpapan (In progress)

Struktur dan Komposisi Jenis Mangrove Desa Bonea dan Kodiri, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara

Rochmady

Program Studi Budidaya Perairan, Sekolah Tinggi Pertanian Wuna Raha
Jl. Jend. Gatot Subroto Km. 7 Lasalepa, Raha, Muna Sulawesi Tenggara

E-mail: srochmady@gmail.com

ABSTRAK

Kondisi ekosistem mangrove di desa Kodiri dengan kondisi baik, karena upaya pengelolaan yang telah dilakukan masyarakat adat secara swadaya. Mangrove di desa Bonea tergolong rusak, karena tingginya tingkat pemanfaatan khususnya pengambilan kayu bakar. Penelitian bertujuan untuk menganalisis struktur dan komposisi vegetasi mangrove di desa Bonea Kecamatan Lasalepa dan desa Kodiri Kecamatan Lohia. Parameter kerapatan relatif, penutupan relatif, penutupan relatif jenis dan Indeks Nilai Penting (INP) digunakan sebagai indikator untuk menggambarkan struktur dan komposisi vegetasi mangrove. Penelitian dilakukan pada bulan Juni sampai bulan Desember 2014 bertempat di pesisir desa Bonea dan desa Kodiri. Analisis data dilakukan di Laboratorium Perikanan STIP Wuna Raha. Pengamatan vegetasi mangrove menggunakan metode kombinasi garis lurus (line transect) dan berpetak sebanyak 3 (tiga) titik pengamatan pada setiap lokasi. Titik pengamatan ditentukan secara sengaja (purposive), berdasarkan keterwakilan kondisi vegetasi mangrove yang dikaji, sehingga terdapat 6 jalur dan 18 petak pengamatan pada dua lokasi. Data vegetasi mangrove dianalisis secara deskriptif-kualitatif. Hasil penelitian, ditemukan vegetasi mangrove di desa Bonea didominasi *Ceriops tagal* dan *Rhizophora apiculata*. Penutupan relatif jenis kategori rusak dan kerapatan jenis kategori jarang. Vegetasi mangrove desa Kodiri didominasi *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, *Bruguera sexangula*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia caseolaris*, *Bruguera gymnorhiza*, dan *Avicenia marina*. Nilai penutupan relatif jenis kategori baik dan kerapatan relatif jenis kategori jarang.

Kata kunci : vegetasi mangrove, Kodiri, Bonea, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara

Pendahuluan

Istilah mangrove merujuk pada ekosistem lahan basah, dipengaruhi pasang surut di zona intertidal daerah tropis dan subtropis. Mangrove berasal dari kata "Mangue" Afrika Barat, Senegal, Gambia, dan Guinea. Abad ke-XV, bangsa Spanyol mengadopsi kata "Mangle" dan "Manglar" lalu menyebarkannya (Macintosh and Ashton 2002). Mangrove (Inggris) merupakan derivasi kata Mangué dalam Portugal yakni komunitas tumbuhan, yang berarti hutan (Onrizal 2008). Selain itu, mangrove juga merujuk pada komunitas jenis *Rhizophora* (Hidayatullah dan Pujiono 2014). Dalam perkembangannya, istilah "mangrove" digunakan untuk menyebut jenis tumbuhan, dalam hal ini termasuk tumbuh di pinggir vegetasi mangrove seperti *Barringtonia* dan *Pes-caprae* (Noor, Khazali dan Suryadiputra 1999). Lembaga Pangan Dunia (FAO) mengartikan mangrove sebagai vegetasi yang memiliki fungsi-fungsi sosial ekonomi dan lingkungan (ecologic) (Kustianti 2011).

Vegetasi mangrove khas memperlihatkan adanya pola zonasi, yang terkait erat dengan tipe tanah (lumpur, pasir atau gambut), terbuka terhadap hempasan gelombang, salinitas serta pengaruh pasang surut (Noor, Khazali dan Suryadiputra 1999). Daerah mangrove merupakan wilayah subur baik daratan maupun perairannya, karena adanya transportasi nutrisi dari pasang surut (Gunarto 2004)(Noor, Khazali dan Suryadiputra 1999). Dengan demikian, mangrove dikenal sebagai salah satu sumberdaya wilayah pesisir dengan produktivitas tinggi (Putz dan Chan 1986). Oleh karena itu, kawasan mangrove memiliki peran strategis baik secara ekologis, maupun ekonomis (Hidayatullah dan Pujiono 2014). Di Indonesia, areal yang selalu digenangi walaupun pada saat pasang rendah umumnya didominasi oleh *Avicennia alba* atau *Sonneratia alba*. Areal yang digenangi pasang sedang didominasi jenis *Rhizophora*. Areal yang digenangi hanya pada saat pasang tinggi, lebih ke daratan, umumnya didominasi jenis *Bruguiera* dan *Xylocarpus granatum*, sementara areal yang digenangi pada saat

pasang tertinggi (hanya beberapa hari sebulan) umumnya didominasi *Bruguiera sexangula* dan *Lumnitzera littorea*.

Pemanfaatan nilai ekonomi hasil mangrove secara tidak terkendali telah berdampak negatif terhadap kondisi fisik mangrove (Fauzi 2004). Seiring pertambahan jumlah penduduk, intensitas eksploitasi mangrove ikut meningkat baik diambil kayu maupun organisme asosiasinya. Akibatnya mangrove di beberapa tempat mengalami kerusakan dan penurunan kondisi, luasan dan komposisi, seperti di daerah Pulau Tobeia dan pesisir Lambiku (Rochmady 2011). Di desa Wabintingi dan Labone Kabupaten Muna, pemanfaatan mangrove terkait langsung dengan aktivitas perikanan masyarakat dalam menopang kebutuhan ekonomi sehari-hari mereka. Seperti mengambil kayu, menangkap ikan, udang, kepiting, mengumpulkan kerang dan budidaya maupun berbagai kegiatan perikanan lainnya (Rakhfid dan Rochmady 2014). Selain itu, kerusakan mangrove terkait erat dengan perkembangan pembangunan beberapa tahun terakhir yang cenderung menempatkan wilayah pesisir sebagai daerah strategis. Dalam hal ini aktivitas perikanan, industri, permukiman, pariwisata (Fauzi 2004).

Sulawesi Tenggara memiliki mangrove sekitar 74.348,82 ha. Sekitar 21.723,55 ha dilaporkan dengan kondisi rusak dan sekitar 1.984,49 ha kondisi rusak berat (BP-DAS Sampara 2007). Dari beberapa kabupaten di Sulawesi Tenggara, Kabupaten Muna tergolong memiliki mangrove terbesar. Ini didukung garis pantai sebesar ±519 km tersebar di 181 pulau kecil (DKP Muna 2008). Luas mangrove Kabupaten Muna sebesar 27.204,55 ha, sekitar 22.175,47 ha kondisi baik dan sisanya 5.029,08 ha kondisi rusak. Hal ini didukung oleh laporan Dinas Kehutanan Kabupaten Muna yang mencatat terjadi penurunan luasan mangrove berkisar 200-400 ha setiap tahun, dimana dalam kurun waktu lima tahun terakhir laju degradasi mangrove lebih tinggi (Aqsa 2010).

Mangrove di desa Kodiri seluas 10 ha, memiliki daya dukung terhadap produksi perikanan cukup tinggi. Hal ini terlihat dari nilai ekonomi hasil manfaat langsung yang ditaksir sebesar Rp.858.878.876 per tahun atau sebesar Rp.85.887.888 per ha per tahun. Sementara mangrove di desa Bonea sebesar 270 ha nilai ekonomi manfaat langsung ditaksir sebesar Rp.158.226.314 per tahun atau sebesar Rp.586.023 per ha per tahun (Rakhfid dan Rochmady 2014). Jika dikelola secara bijaksana, keberadaan vegetasi mangrove merupakan aset yang relatif memiliki nilai ekonomi cukup besar dalam mendorong pembangunan suatu wilayah, khususnya dalam menopang pembangunan ekonomi lokal maupun nasional (Fauzi 2004).

Dengan demikian, peranan mangrove dirasakan semakin penting dan strategis, selain karena nilai manfaat ekonomi yang menguntungkan, juga karena dampak ekologis merugikan akibat hilangnya vegetasi mangrove (Rahman 2008). Beberapa sebab kerusakan vegetasi mangrove tersebut khususnya yang terjadi di Kecamatan Napabalano (Rochmady 2011), Kecamatan Lasalepa, Kabupaten Muna lebih disebabkan oleh aktivitas pemanfaatan berlebih, berupa pengambilan hasil kayu (Rakhfid dan Rochmady 2014), pencemaran, maupun akibat tsunami dan sedikit akibat dari intrusi air laut (Giri, et al. 2008) maupun sebab-sebab lainnya. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis struktur dan komposisi jenis vegetasi mangrove di kedua lokasi tersebut. Pengukuran vegetasi dan survey lapangan menggunakan kriteria baku kerusakan mangrove Kepmen LH Nomor 201/2004 dengan berpedoman pengenalan mangrove Indonesia (Noor, Khazali dan Suryadiputra 1999).

Penelitian bertujuan untuk menganalisis struktur dan komposisi vegetasi mangrove di Desa Kodiri, Kecamatan Lohia dan Desa Bonea, Kecamatan Lasalepa, Kabupaten Muna. Penelitian diharapkan memberi informasi mengenai struktur dan komposisi vegetasi mangrove dalam pengambilan kebijakan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya alam mangrove khususnya di Desa Kodiri Kecamatan Lohia dan Desa Bonea Kecamatan Lasalepa, Kabupaten Muna kepada instansi terkait, khususnya Dinas Kelautan dan Perikanan dan Dinas Kehutanan Kabupaten Muna.

Bahan dan Metode

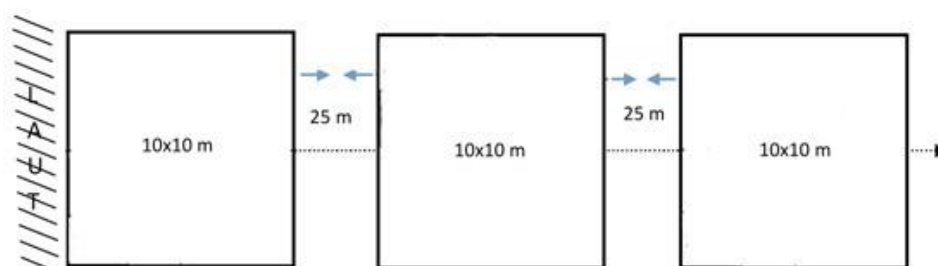
Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan, yakni bulan April sampai dengan September 2014, berlokasi di Desa Bonea, Kecamatan Lasalepa dan Desa Kodiri, Kecamatan Lohia, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara (Gambar 1). Penentuan titik pengamatan ditetapkan secara sengaja (purposive), berdasarkan keterwakilan kondisi vegetasi mangrove yang dikaji, yakni mewakili kondisi vegetasi mangrove dekat sungai dan jauh dari sungai di kedua lokasi. Analisis data dan pengamatan lanjutan terkait identifikasi jenis mangrove dilakukan di Laboratorium Perikanan, Sekolah Tinggi Pertanian Wuna, Raha.

Bahan dan peralatan yang digunakan selama penelitian terdiri atas sampel herbarium mangrove berupa daun, bunga dan buah, kertas karton, rol meter 100 m, tali rafia, kamera digital, parang, galah, kompas, peta kerja, personal used, buku lapangan, buku pedoman inventaris dan identifikasi mangrove (Noor, Khazali dan Suryadiputra 1999), serta alat tulis menulis lainnya.

Metode pengukuran dan pengambilan data vegetasi menggunakan metode garis lurus atau transek garis (line transek plot). Pada lokasi penelitian ditentukan stasiun pengambilan contoh berdasarkan keterwakilan lokasi. Pengambilan data lapangan vegetasi mangrove hanya meliputi tegakan pohon. Setiap stasiun pengambilan contoh, ditarik garis tegak lurus dari arah pantai sepanjang 100 m, dan di sepanjang garis tersebut diletakkan secara sengaja plot pengamatan yang berukuran 10x10 m pada titik 0 m, 50 m dan 100 m sebagai plot pengamatan (Gambar 2). Kemudian dilakukan pengamatan dan pengukuran diameter batang pohon (DBH) (tegakan) di atas pangkal akar, pengamatan jenis mangrove dan jumlah tegakan pohon (Kementerian Lingkungan Hidup 2004). Transek garis dibuat sebanyak 3 (tiga) titik mewakili muara sungai bagian depan, tengah dan belakang. Hal tersebut didasarkan pada pertimbangan kondisi vegetasi mangrove yang relatif tebal dan disesuaikan dengan pertimbangan-pertimbangan lapangan. Untuk lokasi dengan kondisi vegetasi mangrove yang relatif rusak, pengukuran vegetasi dengan peletakan transek yang mewakili kondisi yang ada di lokasi tersebut.



Gambar 1. Lokasi penelitian di pesisir Bonea, Kecamatan Lasalepa (kiri) dan pesisir Kodiri, Kecamatan Lohia (kanan), Kabupaten Muna



Gambar 2. Desain plot pengamatan kombinasi metode jalur dan garis berpetak.

Data hasil pengamatan dan pengukuran vegetasi mangrove yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk menjelaskan kondisi vegetasi mangrove di Desa Kodiri dan Desa Bonea berdasarkan kriteria baku mutu vegetasi mangrove (Kementerian Lingkungan Hidup 2004). Analisis vegetasi untuk menentukan kondisi ekologis mangrove menggunakan beberapa jenis perhitungan, yaitu kerapatan jenis, frekuensi jenis, luas area penutupan, Indeks Nilai Penting (INP) dari tiap jenis, indeks dominansi dan indeks keanekaragaman. Untuk mencari nilai INP digunakan tiga perhitungan, yaitu nilai kerapatan tiap jenis, nilai frekuensi tiap jenis, dan nilai dari penutupan tiap jenis. Hasil perhitungan kondisi ekologis mangrove kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan kondisi kedua lokasi.

Variabel Penelitian. *Kerapatan Spesies.* Kerapatan jenis dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$D_i = \frac{n_i}{A} \quad (1)$$

Keterangan: D_i = kerapatan spesies ke- i (individu/m²), n_i = jumlah total tegakan dari spesies ke- i (individu), dan A = luas total area pengambilan contoh (m²).

Selanjutnya menghitung nilai kerapatan relatif spesies (RD_i ; %).

$$RD_i = \frac{n_i}{\sum n} \times 100\% \quad (2)$$

Penutupan Spesies. Penutupan spesies dihitung dengan menggunakan rumus penutupan spesies berikut:

$$C_i = \sum BA \times A \quad (3)$$

Keterangan: BA = nilai dari $\pi DBH^2/A$, π = konstanta, DBH = diameter batang pohon spesies ke- i (m), dan A = luas total area pengambilan contoh (m²). Selanjutnya dihitung nilai penutupan relatif spesies (RC_i ; %).

$$RC_i = \frac{C_i}{\sum C} \times 100\% \quad (4)$$

Frekuensi Spesies. Frekuensi spesies dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_i = \frac{P_i}{\sum P} \quad (5)$$

Keterangan: F_i = frekuensi spesies i , P_i = jumlah plot dimana ditemukan jenis i , dan P = jumlah total plot.

Selanjutnya menghitung frekuensi relatif spesies (RF_i ; %).

$$RF_i = \frac{F_i}{\sum F} \times 100\% \quad (6)$$

Indeks Nilai Penting. Indeks nilai penting digunakan untuk memberi gambaran mengenai pengaruh atau dominansi suatu jenis mangrove dalam ekosistem tersebut. Indeks nilai penting memiliki kisaran antara 0-300 (Fachrul 2008). Oleh karena mangrove yang amati dan diukur dalam penelitian ini hanya mangrove tingkat pohon, maka indeks nilai penting yang dihitung merupakan jumlah kerapatan relatif spesies (RD_i), frekuensi relatif spesies (RF_i), dan penutupan relatif spesies (RC_i):

$$INP = RD_i + RF_i + RC_i \quad (7)$$

Indeks Keanekaragaman. Indeks keanekaragaman (H') digunakan untuk mengetahui pengaruh faktor-faktor lingkungan, terhadap komunitas maupun untuk mengetahui keadaan suksesi atau stabilitas ekosistem mangrove. Indeks keanekaragaman dihitung menggunakan pendekatan keanekaragaman jenis

Shannon-Wiener (1963) dengan kriteria jika $H' > 3$ menunjukkan keanekaragaman spesies yang tinggi, $H' \leq 3$ menunjukkan keanekaragaman spesies yang sedang, dan $H' < 3$ menunjukkan keanekaragaman spesies yang sedikit atau rendah. Persamaan Shannon-Wiener tersebut adalah sebagai berikut:

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \log \frac{n_i}{N} \quad (8)$$

Keterangan: H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, n_i = jumlah individu dari suatu jenis ke- i dan N = jumlah total individu dari seluruh jenis.

Analisis Data. Seluruh data variabel yang diperoleh terkait vegetasi mangrove dihitung secara kuantitatif untuk mendapatkan nilai dari kerapatan relatif, penutupan relatif, frekuensi relatif, indeks nilai penting dan indeks keanekaragaman setiap lokasi. Hasil perhitungan tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif:

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan dan identifikasi jenis mangrove di 3 (tiga) sublokasi di pesisir Desa Bonea, Kecamatan Lasalepa secara keseluruhan ditemukan sebanyak 4 spesies mangrove. Sementara di pesisir Desa Kodiri, Kecamatan Lohia secara keseluruhan ditemukan sebanyak 8 spesies mangrove. Berdasarkan panduan pengenalan mangrove (Noor, Khazali dan Suryadiputra 1999) dan klasifikasi (Tomlinson 1994), spesies-spesies yang didapat di Desa Bonea termasuk dalam famili Rhizophoraceae (Tabel 1). Sementara spesies-spesies yang didapat di Desa Kodiri termasuk dalam 4 famili, yakni 3 famili kelompok mayor dan 1 famili kelompok asosiasi, secara berturut-turut adalah Avicenniaceae, Rhizophoraceae, Soneratiaceae dan Malvaceae. (Tabel 1). Namun demikian, pada kedua lokasi tersebut ditemukan beberapa famili di luar dari vegetasi mangrove yang dilalui transek, seperti spesies *Nypa fruticans* Wurmb. dari famili Arecaceae dan *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet dari famili Convolvulaceae.

Tabel 1. Komposisi mangrove di pesisir Desa Bonea, Kecamatan Lasalepa, dan Desa Kodiri Kecamatan Lohia, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara.

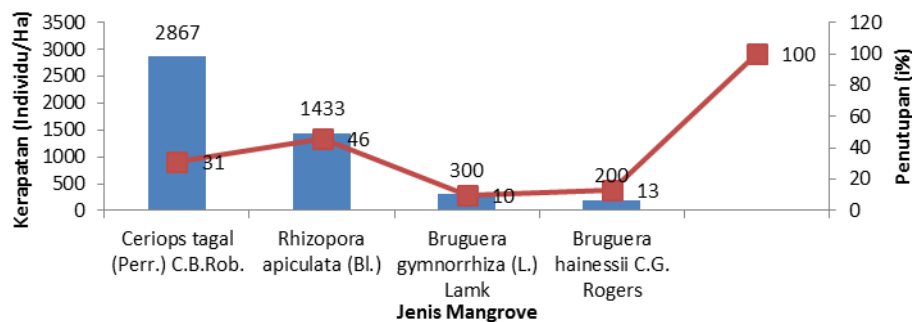
Lokasi	Komponen	Famili	Spesies
Bonea	Mayor	Rhizophoraceae	Ceriops tagal (Perr.) C.B.Rob.
			Bruguera gymnorrhiza (L.) Lamk
			Bruguera hainessii C.G. Rogers
			Rhizophora apiculata (Bl.)
Kodiri	Mayor	Avicenniaceae	Avicenia marina (Forsk.) Vierh.
		Rhizophoraceae	Bruguera gymnorrhiza (L.) Lamk. Ex Savigny
			Rhizophora stylosa Griff.
			Bruguera sexangula (Lour.) Poir.
	Asosiasi	Soneratiaceae	Rhizophora apiculata (Bl.)
			Soneratia alba J.E. Smith
			Soneratia caseolaris (L.) Engl.
		Malvaceae	Hibiscus tiliaceus L.

Sumber : Data lapangan, 2013 diolah

Spesies mangrove maupun tingkat famili mangrove yang ditemukan di pesisir Desa Kodiri cenderung lebih banyak dibandingkan dengan jumlah spesies mangrove yang ditemukan di pesisir Desa Bonea. Namun demikian, kedua lokasi tersebut relatif hampir sama dengan jumlah jenis mangrove yang ditemukan di Golo Sepang, Kecamatan Boleng, Kabupaten Manggarai Barat, sebanyak 10 spesies dari 5 famili, 9 dari 10 spesies yang ditemukan termasuk mangrove sejati sementara sisanya merupakan jenis mangrove asosiasi (Hidayatullah dan Pujiono 2014). Namun bila dibandingkan dengan yang

ditemukan di Pulau Jemaja, Kabupaten Kepulauan Anambas cenderung lebih kecil. Di Pulau Jemaja ditemukan sebanyak 17 spesies mangrove yang terdiri dari 9 jenis mangrove sejati, 3 jenis mangrove ikutan dan 5 jenis mangrove asosiasi (Fuady, Pribadi dan Nirwani 2013).

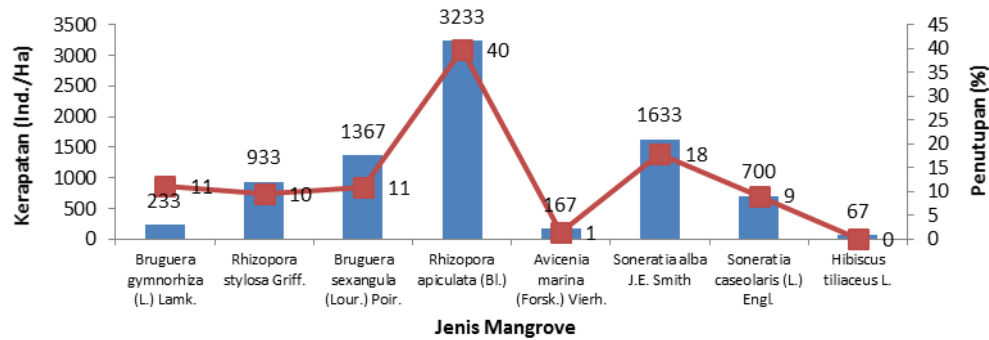
Struktur komunitas mangrove di Bonea, Kecamatan Lasalepa, terdiri atas spesies *Ceriops tagal* dan *Rhizophora apiculata* famili Rhizophoraceae mendominasi seluruh plot pengamatan untuk kategori tegakan pohon, kemudian disusul spesies *Bruguera gymnorhiza* dan *Bruguera hainessii* (Tabel 1). Berdasarkan kriteria kerusakan mangrove Kementerian Lingkungan Hidup dapat diketahui spesies *Ceriops tagal* dengan kerapatan individu sebesar 2.867 ind per ha tergolong sangat padat dengan tingkat penutupan sebesar 31% tergolong rusak. Kemudian spesies *Rhizophora apiculata*, dengan kerapatan individu sebesar 1.433 ind per ha tergolong sedang, tingkat penutupan sebesar 46% tergolong baik. Selanjutnya spesies *Bruguera gymnorhiza* tingkat kerapatan individu sebesar 300 ind per ha tergolong jarang, tingkat penutupan sebesar 10% tergolong rusak. Spesies *Bruguera hainessii* dengan kerapatan individu sebesar 200 ind per ha tergolong jarang dengan tingkat penutupan sebesar 13% tergolong rusak (Gambar 3).



Gambar 3. Kerapatan jenis mangrove di Desa Bonea, Kecamatan Lasalepa, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara

Menurut Chapman, jenis vegetasi mangrove famili Rhizophoraceae dicirikan substrat tanah (sedimen) dengan kesuburan tinggi yang telah terbentuk lama (Indawan, Ahmadi dan Novitawati 2012). Hal yang sama ditemukan di Golo Sepang, Kecamatan Boleng, Kabupaten Manggarai Barat. Kelompok tumbuhan famili tersebut memiliki bentuk adaptasi pada kondisi lingkungan tertentu sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangannya (Hidayatullah dan Pujiono 2014). Sejalan dengan itu, diduga substrat pesisir Desa Bonea kaya akan nutrient yang terbawa bersama aliran sungai. Unsur hara yang terbawa bersama aliran sungai terakumulasi pada sedimen, begitu pula dengan unsur hara berasal dari laut (pasang-surut) menjadikan pesisir Bonea relatif subur. Selain itu, diduga kesuburan tersebut merupakan hasil dari perombakan sisa-sisa penebangan pohon mangrove.

Struktur komunitas mangrove di pesisir Desa Kodiri, Kecamatan Lohia, terdiri atas spesies *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, dan *Bruguera sexangula* mendominasi hampir seluruh plot pengamatan, kemudian disusul spesies *Bruguera stylosa*, *Sonneratia caseolaris*, *Bruguera gymnorhiza*, *Avicenia marina* dan *Hibiscus tiliaceus* (Tabel 1). Berdasarkan tingkat kerapatan dan penutupan menurut kriteria Kementerian Lingkungan Hidup (2004) dapat diketahui spesies *Rhizophora apiculata* memiliki kerapatan sebesar 3.233 ind per ha tergolong sangat padat dengan tingkat penutupan sebesar 40% tergolong rusak, spesies *Sonneratia alba* dengan tingkat kerapatan sebesar 1.633 ind per ha tergolong sangat padat, tingkat penutupan sebesar 18% tergolong rusak dan spesies *Bruguera sexangula* dengan tingkat kerapatan sebesar 1.367 ind per ha tergolong sedang dengan tingkat penutupan 11% tergolong rusak (Gambar 4).



Gambar 4. Kerapatan jenis mangrove di Desa Kodiri, Kecamatan Lohia, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara

Kondisi vegetasi mangrove di pesisir Kodiri relatif berbeda dengan kondisi vegetasi di pesisir Bonea walaupun memiliki tingkat kerapatan individu dan penutupan yang relatif hampir sama. Vegetasi mangrove pesisir Bonea merupakan jenis tegakan anakan, sementara vegetasi mangrove di pesisir Kodiri merupakan jenis tegakan pohon berusia tua. Hal yang sama dilaporkan pada daerah pesisir Kecamatan Lambiku, Kabupaten Muna, penutupan jenis dengan kategori jarang bermakna usia tanaman tua dan rimbun, sehingga mengakibatkan nilai penutupan yang relatif rendah (Rochmady 2011).

Tingkat keanekaragaman vegetasi mangrove di pesisir Bonea dan Kodiri sebagaimana pada Tabel 2. Dominasi famili Rhizophoraceae di kedua lokasi menunjukkan tingkat keanekaragaman tergolong sedang. Diduga dominasi famili tersebut terkait dengan tingkat kesuburan tanah dan aktivitas pemanfaatan dan umur tanaman. Kesuburan tanah pada pesisir Desa Bonea dan Desa Lohia di duga terkait erat dengan adanya sungai. Keberadaan sungai memiliki peranan penting dalam mensuplai unsur hara, baik dari daratan maupun dari laut. Sirkulasi pasang-surut dan intrusi sedimen dari darat diduga kuat menjadi penyebab tinggi kesuburan substrat tanah baik di pesisir Bonea maupun di pesisir Kodiri.

Tabel 2. Regenerasi vegetasi mangrove menurut sublokasi di pesisir Desa Bonea dan Desa Kodiri

Lokasi	Sublokasi (plot)	Indeks Keanekaragaman (H')	
		Nilai	Kategori
Bonea	1 Daerah dekat laut	1,1113	Sedang
	2 Daerah pertengahan	1,3853	Sedang
	3 Daerah ke arah darat	1,4668	Sedang
Kodiri	1 Daerah dekat laut	1,3126	Sedang
	2 Daerah pertengahan	1,8357	Sedang
	3 Daerah ke arah darat	1,4623	Sedang

Secara visual kondisi vegetasi mangrove di pesisir Desa Bonea memperlihatkan kondisi yang relatif rusak (Gambar 5). Aktivitas pemanfaatan mangrove secara ekstraktif yakni pengambilan kayu bakar secara tidak terkendali ditengarai menjadi salah satu sebab terjadinya perubahan vegetasi mangrove, selain lokasi wilayah pesisir Bonea tempat vegetasi mangrove tumbuh berdekatan dengan pemukiman penduduk. Informasi yang diperoleh, aktifitas ekstraktif tersebut telah berlangsung lama dengan jumlah pengambil semakin bertambah setiap tahunnya. Dengan demikian, hal ini ditengarai berdampak semakin tingginya tekanan terhadap vegetasi mangrove. Hal yang sama dilaporkan oleh Rakhfid et al., (2014) di desa Labone, aktifitas pengambilan kayu bakar telah merambah ke wilayah sekitar desa Labone, ditengarai salah satunya adalah Desa Bonea.



Gambar 5. Kondisi vegetasi mangrove di pesisir Desa Bonea memperlihatkan kondisi yang relatif rusak

Kondisi vegetasi mangrove di Pesisir Desa Kodiri memperlihatkan kondisi relatif baik (Gambar 6). Sebagaimana dilaporkan, bahwa bentuk pemanfaatan secara fisik di pesisir Kecamatan Lohia berupa pengambilan ranting dan dahan kering yang telah lapuk, serta pengumpulan kerang, penangkapan ikan, dan udang maupun daun nipa sebagai atap bangunan (Rakhfid dan Rochmady 2014). Selain itu, bentuk pemanfaatan secara fisik lebih kepada penggunaan keunikan pohon mangrove sebagai tambatan perahu bagi para nelayan sekitar hutan. Bentuk kegiatan pemanfaatan lainnya adalah pengambilan daun nipa yang dijadikan sebagai bahan pembuatan atap.



Gambar 6. Kondisi visual mangrove di Desa Kodiri, Kecamatan Lohia, Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara (Sumber: Foto lapangan, 2013).

Pemanfaatan fisik mangrove di Desa Kodiri relatif tidak merusak, yakni mengambil kayu lapuk, tambatan perahu dan pengambilan daun nipa sebagai bahan pembuatan atap bangunan. Pemanfaatan secara biologis, sebagai tempat menangkap ikan, udang, kepiting, maupun kerang-kerangan, mengingat vegetasi mangrove merupakan tempat dengan kandungan nutrisi cukup tinggi sehingga memungkinkan organisme laut seperti ikan, udang-udangan termasuk kepiting dan kerang-kerangan relatif melimpah sehingga mampu memberi daya dukung bagi kehidupan organisme laut sekitar vegetasi mangrove (Kustianti 2011). Diduga bentuk pemanfaatan tersebut belum melampaui daya dukung sumberdaya sehingga kondisi sumberdaya mangrove relatif masih terjaga. Dengan demikian vegetasi mangrove di Desa Kodiri lebih baik dibanding dengan kondisi mangrove di Desa Bonea. Mangrove di Desa Kodiri relatif tidak terganggu oleh aktivitas manusia (Rakhfid dan Rochmady 2014). Selain itu, substrat dengan kesuburan tinggi didominasi spesies yang relatif hampir sama dari famili Rhizophoraceae. Dominasi spesies pada kedua lokasi tersebut merupakan jenis vegetasi mangrove yang memiliki toleransi terhadap perubahan salinitas yang dapat tumbuh dengan baik di sepanjang sungai, mulai dari hulu sampai hilir, dan tidak dapat tumbuh pada daerah berkarang (Noor, Khazali dan Suryadiputra 1999). Hal ini

sebagaimana yang ditemukan di Kawasan Pesisir Pulau Sebatik, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur (Ardiansyah, Pribadi dan Nirwani 2012), didominasi spesies *Soneratia alba*, *Rhizopora apiculata*, *Rhizopora mucronata* dan *Avicenia alba* dan di daerah pesisir Desa Pasar Banggi, Kabupaten Rembang (Saputro, Pribadi dan Pratikto 2013), di dominasi spesies *Rhizopora mucronata*.

Berdasarkan kondisi tersebut, pernyataan adanya penurunan luasan vegetasi mangrove di Kabupaten Muna seakan terkonfirmasi sebagaimana disampaikan oleh BP Das Sampara (2010) dan Aqsa (2010), bahwa terjadi penurunan luasan hutan mangrove di Kabupaten Muna sejak lima tahun terakhir. Namun demikian, pendapat ini mesti ditelusuri lebih jauh oleh karena belum seluruh wilayah pesisir Kabupaten Muna dengan vegetasi mangrove diteliti.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, disimpulkan bahwa vegetasi mangrove di desa Bonea tergolong rusak, tingkat kerapatan jarang, didominasi vegetasi mangrove jenis *Rhizopora apiculata* tumbuhan baru. Sementara vegetasi mangrove di desa Kodiri kecamatan Lohia tergolong baik tingkat kerapatan jarang, didominasi oleh vegetasi mangrove jenis *Rhizopora apiculata*, tumbuhan berusia tua.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada masyarakat utamanya bapak La Aga, pemerintah kecamatan Lohia dan Lasalepa serta Kepala Desa Kodiri dan Desa Bonea yang memberi izin penelitian. Terima kasih kepada saudara La Ode Hamrudin Momo, SP., M.Sc dan Abdul Rakhfid, S.Pi yang telah membantu dalam melakukan pengukuran dan pengamatan di lapangan.

Daftar Referensi

- Aqsa, M. "Rehabilitasi dan Konservasi Mangrove dalam Menunjang Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) Selat Tiworo." Vers. 1. Wordpress.com. Wordpress.com. 10 Agustus 2010. <http://mimpi22.wordpress.com/category/rehabilitasi-dan-konservasi-mangrove-sultra/> (diakses Oktober 12, 2012).
- Ardiansyah, W.I., R. Pribadi, and S. Nirwani. "Struktur dan Komposisi Vegetasi Mangrove di Kawasan Pesisir Pulau Sebatik, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur." 2012, e-Journal ed.: 203-215.
- BP-DAS Sampara. Mangrove Propinsi Sulawesi Tenggara. Vol. 1. Kendari: BP-DAS Sampara dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan RI, 2007.
- DKP Muna. Laporan Tahunan Statistik Perikanan. Vol. I. Raha: Dinas Perikanan dan Kelautan, 2008.
- Fachrul, M.F. Metode Sampling Bioekologi. Vol. 1. Jakarta: PT. Bumi Aksara, 2008.
- Fauzi, A. Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Teori dan Aplikasi. Vol. II. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2004.
- Fuady, I., R. Pribadi, and Nirwani. "Struktur komunitas mangrove di Pulau Jemaja, Kabupaten Kepulauan Anambas dan Pulau Liran, Kabupaten Maluku Barat Daya." 2013, e-Journal ed.: 94-102.
- Giri, C., Z. Zhu, L. L. Tieszen, A. Singh, S. Gillette, and J. A. Kelmelis. Mangrove Forest Distributions and Dynamics (1975-2005) of The Tsunami-Affected Region of Asia. Vol. 35. USA: Blackwell Publishing Ltd, 2008.
- Gunarto. Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai. Vol. 2. Maros: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, 2004.
- Hidayatullah, M., dan E. Pujiono. "Struktur dan Komposisi Jenis Hutan Mangrove Di Golo Sepang-Kecamatan Bolong Kabupaten Manggarai Barat." Juni 2014, 2 ed.: 151-162.
- Indawan, E., K. Ahmadi, dan R. A. D. Novitawati. "Komposisi Mangrove pada Lahan Tercemar BTEX dan Logam Berat." Juni 2012, 3 ed.: 212-218.
- Kementerian Lingkungan Hidup. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Keputusan Menteri, Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup, 2004.
- Kustianti. Manajemen Vegetasi Mangrove. Vol. 1. Bogor: IPB Press, 2011.

- Macintosh, and Ashton. Review of Mangrove Biodiversity Conservation and Management; The World and Center for Tropical Ecosystems Research (cenTER Aarhus. Denmark: University of Aarhus, 2002.
- Noor, Y.R., M. Khazali, and I.N.N. Suryadiputra. Pedoman Pengenaln Mangrove di Indonesia. 2. Vol. 1. Bogor: Wetlands International Indonesian Programe, 1999.
- Onrizal. Panduan Pengenaln dan Analisis Vegetasi Hutan Mangrove. Medan: Universitas Sumatera Utara, 2008.
- Putz, Francis E., and H. T. Chan. Tree Growth, Dynamic and Productivity in a Mature Mangrove Forest in Malaysia. Vol. 17. Amsterdam: Elsiever Scince Publisher B.V., 1986.
- Rahman. Koefisien Seret Gaya Gelombang Pada APO dengan Tambahan Gedhek. Makassar: Media Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, 2008.
- Rakhfid, A., and Rochmady. "Valuasi Ekonomi Hutan Mangrove di Kabupaten Muna (Studi Kasus Desa Wabinting Kecamatan Lohia dan Desa Labone Kecamatan Lasalepa)." September 2014, Edisi Khusus Januari ed.: 82-104.
- Rochmady. Aspek Bioekologi Kerang Lumpur *Anodontia edentula* Linnaeus, 1758 di Perairan Pesisir Kabupaten Muna. Tesis, Makassar: Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, 2011, 126.
- Saputro, I., R. Pribadi, and I. Pratikto. "Kajian Struktur dan Komposisi Vegetasi Mangrove Di Kawasan Pesisir Desa Pasar Banggi, Kabupaten Rembang." 2013, e-Journal ed.: 104-110.
- Tomlinson, P.B. The Botany of Mangrove. New York: Cambridge University Press, 1994.

Penggunaan Metode *Indo-Pacific Coral Finder* untuk Mengetahui Biodiversitas Karang di Kepulauan Banggai

Samliok Ndobe^{1*} dan Abigail Moore²

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Peternakan dan Perikanan,
Universitas Tadulako, Kampus Bumi Taduako, Palu 94118, Sulawesi Tengah

²Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan (STPL), Kampus Madani,
Jl Soekarno-Hatta km 6, Palu 94118, Sulawesi Tengah

*E-mail: samndobe@yahoo.com

ABSTRAK

Keanekaragaman jenis karang di Indonesia secara umum, dan secara khusus di Kepulauan Banggai tergolong tinggi. Seiring dengan tekanan terhadap sumberdaya perairan, tantangan pelestarian lestari ekosistem terumbu karang semakin meningkat pula. Salah satu kebutuhan dasar adalah data dan informasi sebagai landasan pengelolaan. Selama ini metode survey dan monitoring terumbu karang cenderung difokuskan pada indikator sederhana, yaitu tutupan terumbu karang atau lifeforms, sedangkan ilmu taksonomi karang yang rumit serta keterbatasan sumberdaya manusia sangat membatasi informasi/data keanekaragaman karang. Sementara itu, biodiversitas dan komposisi komunitas biota penting antara lain dalam memilih atau memprioritaskan kawasan konservasi serta pemantauan perubahan, misalnya akibat aktivitas antropogenik dan perubahan iklim. Metode identifikasi menggunakan *Indo-Pacific Coral Finder* memungkinkan para penyelam untuk mengidentifikasi karang pada tingkat Genus. Meskipun terbatas pada perairan dangkal yang terjangkau dengan peralatan snorkeling, dihasilkan data taksonomik dari 15 stasiun pengamatan di Kepulauan Banggai, khususnya Pulau Banggai dan Pulau Sonit, dua pulau yang dicadangkan sebagai calon Kawasan Konservasi Perairan di Kabupaten Banggai Laut. Genus karang keras yang teridentifikasi sebanyak 57 Genus, termasuk 54 dari sebanyak 75 Genus yang dilaporkan dari 46 stasiun pengamatan di Kepulauan Banggai dan Togeana pada tahun 1998. Data tersebut diharapkan berguna dalam proses perencanaan dan pengelolaan sumberdaya perairan. Selain itu, membuktikan bahwa survey taksonomi karang, sekurangnya pada tingkat Genus, telah relatif terjangkau. Dianjurkan penyebaran metodologi *Indo-Pacific Coralfinder* serta penerapannya pada inventarisasi dan pengelolaan ekosistem terumbu karang.

Kata kunci: Biodiversitas karang, Kepulauan Banggai, Metodologi Survei, Taksonomi, *Indo-Pacific Coral finder*

Pendahuluan

Keanekaragaman jenis karang di Indonesia secara umum, dan secara khusus di Kepulauan Banggai tergolong tinggi (Allen dan McKenna, 2001). Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perubahan iklim global, tekanan terhadap sumberdaya perairan secara umum dan ekosistem terumbu karang secara khusus semakin meningkat (Hoegh-Guldberg et al., 2009; Burke et al., 2012). Sebagaimana dikemukakan oleh Westmacott et al. (2001), peran pengelolaan yang arif sangat penting untuk meningkatkan daya tahan atau resilience terumbu karang.

Secara umum diakui bahwa data dan informasi sangat penting sebagai landasan pengelolaan lestari. Pada ekosistem terumbu karang, salah satu aspek penting adalah keanekaragaman dan komposisi komunitas karang, khususnya karang keras dari Scleratinia. Biodiversitas karang merupakan faktor penting dalam memilih atau memprioritaskan kawasan konservasi yang tangguh dalam konteks perubahan iklim (McClanahan et al., 2012) dan sebagai indikator dalam monitoring dan evaluasi (Obura dan Grimsditch, 2009). Menurut Grimsditch dan Salm (2006), keanekaragaman karang dari aspek jenis dan fungsional sangat penting dalam menentukan resilience sebuah ekosistem; kemudian kerentanan (vulnerability) terhadap perubahan lingkungan tertentu, misalnya peningkatan suhu air laut, bervariasi antar Famili atau Genus karang. Hasil pengamatan pada

fenomena bleaching di Teluk Tomini tahun 2010 pada karang buatan fish homes maupun terumbu karang alami di perairan Ampana Tete, bahwa Genus *Acropora* mengalami mortalitas lebih tinggi dibanding Genus *Porites* dan Famili *Faviidae* (Ndobe et al., 2010).

Selama ini survey dan monitoring terumbu karang cenderung difokuskan pada indikator sederhana, terutama persentase tutupan terumbu karang dan atau lifeforms berdasarkan English et al. (1997). Dua faktor yang sangat membatasi data keanekaragaman karang adalah ilmu taksonomi karang yang tergolong rumit (identifikasi kerap kali membutuhkan uji terhadap sampel di laboratorium), serta keterbatasan sumberdaya manusia ahli taksonomi karang. Untuk menjawab tantangan tersebut, Russel Kelly mengembangkan Indo Pacific Coral Finder (Kelley, 2011), sebuah tool khusus untuk memudahkan identifikasi karang pada tingkat genus in situ oleh penyelam yang memiliki pengetahuan dasar serta telah lulus pelatihan pendek khusus. Alat dan metode ini semakin diakui dan telah diadopsi antara lain oleh Australian Coral Reef Society dan NOAA. Pada Agustus 2014, Reef Check Indonesia bekerjasama dengan Russel Kelly mengadakan pelatihan Coral Finder pertama menggunakan bahan dalam Bahasa Indonesia di Tulamben, Bali.

Penelitian ini menerapkan metode Indo-Pacific Coralfinder pasca pelatihan tersebut. Tujuan utama adalah untuk memperoleh data awal keanekaragaman terumbu karang, khususnya pada tingkat genus, di perairan Pulau Banggai dan Pulau Sonit, dua pulau yang dicadangkan sebagai calon Kawasan Konservasi Perairan di Kabupaten Banggai Laut. Sedangkan tujuan sekunder antara lain untuk menilai sejauh mana metode tersebut realistis dan efektif untuk diterapkan di lapangan, khususnya dalam kondisi dimana faktor logistik dan atau keterbatasan anggaran tidak memungkinkan penggunaan SCUBA sehingga pengamatan terbatas pada perairan dangkal yang terjangkau dengan snorkeling.

Bahan dan Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Indo-Pacific Coralfinder, alat selam dasar (snorkel dan masker, fins dan wetsuit), GPS (Garmin 76CSX), pensil 2B, underwater digital camera, termometer, refractometer, secchi disc dan pH meter. Sebagai alat transportasi digunakan perahu nelayan.

Lokasi penelitian di Kepulauan Banggai, khususnya di Pulau Sonit (2 stasiun) dan Pulau Banggai (13 stasiun, pada 4 desa), Kabupaten Banggai Laut, Provinsi Sulawesi Tengah. Peta Kepulauan Banggai dan ke-15 stasiun pengamatan tercantum pada Gambar 1 dan letak geografis serta karakteristik umum setiap stasiun tercantum pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Kabupaten Banggai Laut

Tabel 1. Letak geografis dan karakteristik umum ke-15 stasiun pengamatan

Stasiun No.	Nama Desa	Letak Geografis		Karakteristik Umum
		Lintang S	Bujur T	
1	Desa/Pulau	1° 47' 12"	124° 09' 23"	Pesisir relatif terlindung
2	Sonit	1° 44' 14"	124° 10' 26"	Pesisir relatif terbuka
3	Lokotoy	1° 30' 27"	123° 31' 20"	Terumbu tepi terbuka
4		1° 29' 23"	123° 32' 48"	Terumbu tepi
5		1° 30' 19"	123° 32' 51"	Laguna terlindung
6	Bone Baru	1° 31' 55"	123° 29' 26"	Pertengahan DPL, mulai dari
7		1° 31' 56"	123° 29' 27"	tubir (6) menuju ke arah pantai,
8		1° 31' 57"	123° 29' 29"	sampai rataan karang campur
9		1° 31' 58"	123° 29' 32"	lamun di pinggi pantai (9)
10	Tinakin Laut	1° 36' 04"	123° 29' 14"	Terumbu tepi pulau-pulau kecil
11		1° 35' 56"	123° 29' 16"	bagian selatan (10), antar dua
12		1° 36' 05"	123° 29' 31"	pulau (11) dan timur laut (12)
13	Pasir Putih	1° 36' 09"	123° 35' 31"	Hol sangat terlindung
14		1° 36' 04"	123° 35' 13"	Terumbu sekitar muara hol
15		1° 36' 13"	123° 34' 57"	Terumbu tepi relatif terbuka

Prosedur. Pengambilan data dengan menggunakan metode swim survey (Hill dan Wilkinson, 2004). Pemilihan koloni dengan sampling secara sengaja (purposif sampling) dengan cara mencari koloni dari genus yang berbeda selama 90 menit di setiap stasiun pengamatan, pada kedalaman 0.5-3 m (sebagian besar 1-2 m). Metode identifikasi in-situ menggunakan Indo-Pacific Coralfinder (Kelley, 2011). Dokumentasi (pemotretan koloni karang) merupakan bagian inti dari swim survey. Kelimpahan genus dinilai secara kualitatif, relatif terhadap genus lainnya (tinggi, sedang, rendah). Pengambilan data kualitas air (suhu, salinitas, pH dan kecerahan) di setiap stasiun merujuk pada English et al. (1997).

Analisis Data. Data ditabulasi dan dianalisa secara deskriptif, sesuai jenisnya. Hasil survei dibandingkan dengan literatur dan data dari lokasi lain. Untuk sebagian koloni di setiap stasiun, identifikasi jenis in situ direview/diverifikasi melalui pengamatan terhadap hasil pemotretan.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi perairan. Data kualitas air menunjukkan bahwa kualitas air umumnya dalam kisaran yang mendukung pertumbuhan karang hematipik serta biota berasosiasi dengan terumbu karang. Suhu perairan berkisar 27-31°C, salinitas 30-36 ppt dan kecerahan > 5m, umumnya 10-20m. Derajat keasaman (pH) relatif rendah, 6.9-7.6, diduga adanya pengaruh dari daratan pada perairan pesisir dangkal di depan kawasan hutan mangrove dengan substrat yang cenderung bersifat anoksik dan asam. Nilai pH paling rendah di Tinakin Laut dimana sebagian besar kawasan yang semulanya berupa hutan mangrove telah mengalami degradasi sangat berat serta diduga terdapat pencemaran dari pelabuhan feri dan perikanan serta pertumbuhan perkotaan (urban development) di sekitar Banggai, Ibu Kota Kabupaten Banggai Laut dan nilai tertinggi di ulau Sonit yang masih relatif alami.

Biodiversitas – Keanekaragaman Genus Karang Keras. Genus karang keras yang teridentifikasi berjumlah 57 Genus dan mencakup 54 dari ke-75 genus yang dilaporkan dari 46 stasiun pengamatan di Kepulauan Banggai dan Togean pada tahun 1998 (menggunakan SCUBA) oleh sebuah tim ahli taksonomi karang (Allen dan McKenna, 2001). Sedangkan 3 Genus lainnya sejauh diketahui belum dilaporkan dari kawasan Kepulauan Banggai yaitu Genus *Catalaphyllia*, *Duncanopsammia* dan *Paraclavaria*. Genus karang di setiap stasiun diuraikan menurut abjad pada Tabel 2, disertai penilaian terhadap kelimpahan relatif (tinggi, sedang, rendah) serta jumlah spesies yang teridentifikasi di Kepulauan

Banggai oleh survey tahun 1998 (Allen dan McKenna, 2001) sebagai indikasi potensi keanekaragaman pada tingkat spesies.

Genus dari Ordo Scleratinia yang ditemukan di semua stasiun adalah *Acropora*, *Montipora* dan *Porites*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Allen dan McKenna (2001) bahwa komunitas terumbu karang di kawasan Indo-Pasifik lazim didominasi oleh ke-3 genus tersebut dari aspek tutupan maupun jumlah spesies. Genus yang nampak sebagai jenis dominan pada suatu stasiun (jika ada) ditandai (diarsir) dengan warna abu-abu pada Tabel 2.

Pada survei tahun 1998 genus dengan jumlah spesies terbanyak adalah genus *Acropora* dengan 49 spesies diikuti *Montipora* (21 spesies) dan *Porites* (12 spesies) kemudian *Fungia* (11), *Pavona* (10), *Leptoseris* (8), *Lobophyllia* (7), *Echinopora* (7), *Favia* (7) dan *Pectinia* (6). Sepuluh Genus tersebut ditemukan pada sebagian besar lokasi survei tahun 2014. Keanekaragaman dalam ukuran dan morfologi polip maupun bentuk koloni dan warna diduga mencerminkan adanya keanekaragaman pada tingkat spesies, meskipun tidak dapat dikuantifikasi.

Selain Scleratinia, ditemukan tiga genus dari Filum Cnidaria yang secara visual dan fungsional menyerupai karang keras, namun tidak masuk pada Ordo Scleratinia. *Millepora* sp. (karang api) ditemukan pada semua stasiun, secara filogenik lebih dekat dengan hidroid dan masuk dalam Famili Milleporidae dan Ordo Milleporina. Genus *Tubipora* (pipe organ coral) dari Famili Tubiporidae dan Ordo Alcyonacea secara filogenetik masuk pada klasifikasi karang lunak (*Octocorallia*) meskipun memiliki kerangka keras berwarna merah yang menyerupai pipa-pipa alat musik organ; koloni dari jenis ini ditemukan pada 7 diantara 15 stasiun, dan kerangka *Tubipora* yang terdampar di pantai teramati di setiap lokasi (desa) pengamatan. Ordo Helioporacea (*Octocorallia*) merupakan

Tabel 2. Genus karang keras yang teridentifikasi pada ke-15 stasiun pengamatan

No	Genus (Jumlah Stasiun)	Stasiun Pengamatan															Kelimpahan Relatif	Spesies 1998*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Acropora (15)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Tinggi	49
2	Alveopora (6)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	2
3	Astropora (5)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	6
4	Australogyra (1)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	1
5	Catalaphyllia (1)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	-
6	Caulastrea (3)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	2
7	Coeloseris (1)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	1
8	Coccinarea (1)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	1
9	Ctenactis (2)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang	3
10	Diploastrea (2)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	1
11	Duncanopsammia (1)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	-
12	Echinophyllia (2)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	6
13	Echinopora (10)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang-Tinggi	7
14	Euphyllia (6)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	6
15	Favia (9)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang	7
16	Favites (11)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang	4
17	Fungia (13)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang	11
18	Galaxea (14)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang	6
19	Gardineroseris (2)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	1
20	Goniastrea (11)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang	4
21	Goniopora (12)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah-Sedang	4
22	Halomitra (4)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	3
23	Heliopora (9)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	1
24	Heliopora (10)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang	2
25	Herpolitha (3)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	1
26	Hydnophora (7)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah-Sedang	5
27	Isopora (6)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	2
28	Leptastrea (2)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	4
29	Leptoria (1)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	2
30	Leptoseris (5)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	2

Tabel 2. (Lanjutan)

No	Genus (Jumlah Stasiun)	Stasiun Pengamatan															Kelimpahan		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Relatif	Spesis 1998*	
31	Lobophyllia (10)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang		
32	Merulina (8)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah-Sedang		
33	Millepora (15)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang-Tinggi		
34	Montastrea (6)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang		
35	Montipora (15)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Tinggi		
36	Mycodinium (1)																Rendah		
37	Oulophyllia (2)				X												Rendah		
38	Oxypora (4)			X	X			X									Rendah	3	
39	Pachyseris (3)			X	X												Rendah	5	
40	Paraclavaria (1)				X												Rendah	-	
41	Pavona (14)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang	10	
42	Pectinia (7)	X	X					X									Sedang	6	
43	Physogyra (2)				X												Rendah	1	
44	Platygyra (14)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang	6	
45	Plerogyra (4)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah	3	
46	Pocillopora (13)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang-Tinggi	5	
47	Polyphyllia (1)				X												Rendah		
48	Porites (15)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah		
49	Psammocora (3)				X												Rendah		
50	Sandoliritha (1)																Rendah		
51	Seriatopora (13)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang		
52	Stylophora (13)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang		
53	Symphylia (9)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah		
54	Trachyphyllia (2)							X									Sedang		
55	Tubastrea (3)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah		
56	Tubipora (7)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sedang-Tinggi		
57	Turbinaria (7)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Rendah		
Total		20	29	21	27	26	28	28	29	28	29	28	18	18	18	35	37	-	273

* Jumlah spesies dari setiap genus yang dilaporkan di Kepulauan Banggai dalam Allen dan McKenna (1998)

jenis kuno dengan hanya satu genus dan satu spesies masih extant yaitu *Heliopora coerulea*. Jenis karang tersebut memiliki kerangka biru sehingga disebut blue coral meskipun warna biru jarang terlihat karena zooxanthellae dalam jaringan tubuhnya. Genus *Heliopora* teramati pada 9 stasiun dengan kelimpahan sedang.

Jenis karang umumnya ditentukan dari ciri-ciri struktural, namun selain itu pada sebagian besar jenis karang warna dan atau morfologi (bentuk) dapat bervariasi pada jenis yang sama. Warna ditentukan oleh zooxanthellae atau alga renik *Symbodinium* sp. yang bersimbiosis dengan suatu koloni, sedangkan faktor lingkungan sangat mempengaruhi bentuk, misalnya tipologi substrat, arus, ombak, penetrasi cahaya, persaingan dengan karang atau biota lain, dan lain sebagainya. Fenomena tersebut teramati pada survei ini, dimana kadang dua koloni dari genus (dan mungkin spesies) yang sama dan tubuh satu di samping yang lain memiliki pola pertumbuhan (misalnya *Montipora* bercabang dan foliose) atau warna (misalnya *Galaxea* kebiruan dan kehijauan) yang berbeda.

Keanekaragaman bentuk koloni-koloni karang penting dari aspek fungsional, karena mempengaruhi fauna yang berasosiasi dengannya. Dari aspek bentuk, genus *Acropora* sebagian besar berbentuk branching (bercabang), diikuti oleh bentuk tabulate (meja) kemudian digitate (berjari), sedangkan bentuk encrusting (merayap) relatif langka. Genus *Montipora* relatif berlimpah pada hampir semua stasiun, dan cenderung membentuk hamparan luas koloni berbetuk foliose (lembaran, berbentuk daun), namun terdapat pula koloni berbentuk encrusting (merayap), branching (bercabang) dan semi-massif. Khusus genus *Porites*, ditemukan bentuk masif atau semi-masif dan branching, secara keseluruhan hampir seimbang. Namun koloni-koloni karang terbesar pada suatu stasiun umumnya karang masif dari genus *Porites*.

Karang masif memiliki peran penting sebagai pembentuk terumbu. Genus karang masif selain *Porites* yang ditemukan antara lain *Favia*, *Favites*, *Goniastrea*, *Montastrea*, *Platygyra* dan *Symphyllia*. *Goniopora* berbentuk masif dan semi-masif ditemukan pada 12 stasiun. Untuk jenis karang yang bentuknya umumnya bercabang, Famili *Pocilloporidae* juga ditemukan pada semua stasiun, dimana *Pocillopora*, *Seriopora* dan *Stylophora* ditemukan masing-masing pada 13 stasiun. *Pocilloporidae* cenderung relatif mampu bertahan pada lingkungan kurang optimal, termasuk dari aspek pencemaran, selain itu seperti *Acropora* termasuk jenis pionir yang relatif cepat tumbuh dan berumur relatif pendek. Sebagian spesies relatif langka seperti *Australogyra* hanya ditemukan pada satu stasiun. *Hynophora* memiliki tonjolan berbentuk piramid sangat unik, relatif berlimpah di hol Pasir Putih (stasiun 13) dan di Bone Baru (stasiun 7). Secara agregat, karang jamur (Famili *Fungidae*) terdapat di setiap stasiun. *Fungia* merupakan genus karang jamur yang paling berlimpah, ditemukan pada 13 diantara 15 stasiun, namun genus lain termasuk *Heliopora* (menyerupai anemone laut), *Ctenactis*, *Halomitra*, *Herpolitha*, *Polyphyllia* dan *Sandolitha*.

Penggunaan Coralfinder. Penggunaan Indo-Pacific Coral Finder di lapangan lancar dan praktis, sekalipun dengan peralatan selam dasar (snorkeling) saja. Dari aspek teknis pendataan fisik, adanya papan catatan bawah air sebagai bagian integral dari buku/kunci identifikasi kedap air sangat memudahkan perekaman hasil. Beberapa genus yang tidak ditemukan pada praktek saat pelatihan terdapat pada survei ini, demikian pula berbagai genus yang pernah ditemukan saat pelatihan teramati dengan bentuk (life-form) dan warna yang berbeda. Dengan mengikuti sistem logis Coral Finder, koloni-koloni tersebut berhasil diidentifikasi. Sangat penting memperhatikan ukuran polip (menggunakan mister pada halaman depan) dan skala gambar, serta perhatikan ciri-ciri khas utama dalam catatan.

Menggunakan peralatan snorkel, kelemahan utama yang dirasakan dibanding dengan menggunakan SCUBA adalah waktu untuk mengamati dengan seksama ciri kecil di dalam polip. Misalnya, paliform lobes merupakan ciri

pembeda utama antara *Goniastrea* (memiliki paliform lobes) dan *Platygyra* yang tidak memilikinya. Pada pelatihan diidentifikasi menggunakan loupe, hal yang sulit diterapkan dengan snorkel kecuali di perairan sangat dangkal. Sejumlah koloni yang masih diragukan identifikasi di lapangan berhasil diidentifikasi dengan pemotretan kemudian pengamatan foto digital yang dapat dibesarkan di layar komputer. Selain memperlihatkan dengan jelas paliform lobes dan fitur struktural lain, prosedur tersebut berhasil membedakan genus *Goniopora* dan *Alveopora* yang sangat mirip namun berbeda jumlah tentakelnya. Menghitung tentakel yang kecil dan bergerak terus merupakan hal yang sangat sulit di lapangan dengan peralatan snorkel saja namun sangat mudah pada foto.

Tentu saja hasil survey terumbu karang yang terbatas dalam hal kedalaman pada perairan sangat dangkal saja (sampai kedalaman 2 m atau paling dalam 3 m) belum merupakan hasil inventarisasi lengkap terhadap biodiversitas. Namun demikian, survei ini berhasil mengidentifikasi sekitar $\frac{3}{4}$ genus karang yang dapat diduga berada di Kepulauan Banggai berdasarkan riset sebelumnya yang jauh lebih intensif, melibatkan pakar taksonomi karang dan menggunakan SCUBA. Dinilai bahwa metode Coral Finder dengan peralatan snorkel cukup layak untuk menilai kondisi awal dan melakukan monitoring terhadap biodiversitas dan komposisi komunitas karang pada tingkat genus, khususnya pada lokasi dimana sebagian signifikan terumbu karang berada pada perairan relatif dangkal, terutama terumbu tepi atau laguna seperti ke-15 stasiun pada penelitian ini, meskipun untuk terumbu dengan topografi terjal atau wall, diduga bahwa pengamatan tanpa SCUBA kemungkinan besar tidak akan layak.

Kesimpulan

Meskipun terbatas pada perairan dangkal yang terjangkau dengan peralatan snorkeling, sebanyak 57 genus karang keras teridentifikasi pada 15 stasiun pengamatan menggunakan Indo-Pacific Coral Finder dan peralatan snorkeling di Kepulauan Banggai, khususnya Pulau Banggai dan Pulau Sonit. Jumlah tersebut melebihi 75% dari jumlah genus yang dilaporkan dari Kepulauan Banggai dan Togean dari survei oleh pakar taksonomi yang menggunakan SCUBA. Hasil tersebut mengkonfirmasi bahwa dua pulau tersebut, dimana dicadangkan sebagai calon Kawasan Konservasi Perairan di Kabupaten Banggai Laut memiliki biodiversitas karang keras cukup tinggi dan memberi gambaran komposisi komunitas karang di beberapa lokasi. Data yang diperoleh diharapkan berguna dalam proses perencanaan dan pengelolaan sumberdaya perairan di kawasan tersebut. Selain itu, penelitian ini membuktikan bahwa dengan kehadiran Indo Pacific Coral Finder, survey taksonomi karang, sekurangnya pada tingkat Genus, telah relatif terjangkau. Aplikasinya masih memungkinkan sekalipun dimana penggunaan alat SCUBA jarang memungkinkan dari aspek logistik dan biaya, misalnya di berbagai daerah terpencil, jika topografi terumbu karang memungkinkan penggunaan peralatan snorkel. Dianjurkan penyebaran metodologi Indo-Pacific Coral Finder serta penerapannya pada inventarisasi dan pengelolaan ekosistem terumbu karang.

Daftar Referensi

- Allen G.R. dan McKenna S.A. (eds) (2001). A Marine Rapid Assessment of the Togean and Banggai Islands, Sulawesi, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment 20. Conservation International, Washington DC, USA. 145 hal.
- Burke, L., Reytar K., Spalding M. dan Perry A. (2012). Reefs at Risk Revisited in the Coral Triangle/Menengok Kembali Terumbu Karang yang Terancam di Segitiga Terumbu Karang. Washington, DC: World Resources Institute. <http://www.wri.org/reefs>. 90 hal.
- English S., Wilkinson C. dan Baker V. (1997). Survey Manual for Tropical Marine Resources. 2nd Edition. Australian Institute of Marine Sciences, Townsville, Australia. 390 hal.

- Grimsditch G.D. dan Salm R.V. (2006). Coral Reef Resilience and Resistance to Bleaching. IUCN, Gland, Switzerland. 52pp
- Hill J. dan Wilkinson C. (2004). Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia. 123 hal.
- Hoegh-Guldberg O., Hoegh-Guldberg H., Veron J.E.N., Gree, A., Gomez E. D., Lough J., King M., Ambariyanto, Hansen L., Cinner J., Dews G., Russ G., Schuttenberg H. Z., Penaflores E.L., Eakin C. M., Christensen T. R. L., Abbey M., Areki F., Kosaka R. A., Tewfik A., Oliver J. (2009). The Coral Triangle and Climate Change: Ecosystems, People and Societies at Risk. WWF Australia, Brisbane, 276 hal.
- Kelley R. (2011). Indo-Pacific Coral Finder 2.0. The Australian Coral Reef Society. BYO Guides, Australia. Tersedia di <http://www.coralhub>. 34 hal.
- McClanahan T.R., Donner S.D., Maynard J.A., MacNeil M.A., Graham N.A.J., et al. (2012). Prioritizing Key Resilience Indicators to Support Coral Reef Management in a Changing Climate. PLoS ONE 7(8): e42884. doi:10.1371/journal.pone.0042884
- Ndobe S., Moore A dan Handayani S. (2010). Pentingnya pelestarian terumbu karang dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan strategi restorasi dengan metode Fish Homes di Sulawesi Tengah. Makalah pada Seminar Nasional Perubahan Iklim di Indonesia: Mitigasi dan Strategi Adaptasi dari Tinjauan Multidisiplin di Yogyakarta, 13 Oktober 2010.
- Obura D.O. dan Grimsditch G. (2009). Resilience Assessment of coral reefs – Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress. IUCN working group on Climate Change and Coral Reefs. IUCN, Gland, Switzerland. 70 hal.
- Westmacott S., Teleki K., Wells S. dan West J.M. (2000). Pengelolaan terumbu karang yang telah memutih dan rusak kritis. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. vii + 36 hal.

Fluktuasi Biomassa Lamun di Pulau Barrang Lompo Makassar

Supriadi Mashoreng*

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10 Tamalanrea Makassar

*E-mail : supriadi112@yahoo.com

ABSTRAK

Fluktuasi kondisi lingkungan perairan yang terjadi memberikan pengaruh terhadap perubahan kondisi komunitas biologi termasuk padang lamun. Salah satu parameter komunitas lamun yang dapat diamati adalah perubahan biomassa. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2010 sampai November 2011 di pulau Barranglompo Makassar. Sampling biomassa dilakukan menggunakan plot berukuran 20cm x 20cm. Sampel lamun yang telah dicuplik dikeringkan dalam oven dan ditimbang beratnya. Peta sebaran biomassa dibuat menggunakan software Surfer 9 dengan beberapa kelas biomassa. Setiap kelas biomassa dihitung luasnya dengan mengkonversi peta hasil surfer 9 dengan menggunakan software ArcView 3.3, sebagai dasar untuk menentukan total biomassa setiap kelas. Total biomassa lamun berkisar 351,24-391,00 gbk/m², dimana biomassa terkecil didapatkan pada periode 1 dan terbesar pada periode 4. Biomassa di bawah substrat berkisar 274.40-301.33 gbk/m², sedangkan biomassa di atas substrat berkisar 74.03-90.26 gbk/m². Rata-rata biomassa di bawah substrat lebih dari tiga kali lipat dibanding biomassa di atas substrat. Jenis *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* mempunyai kontribusi yang besar terhadap total biomassa lamun.

Kata kunci : biomassa lamun, *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, Barrang Lompo

Pendahuluan

Padang lamun mempunyai beberapa fungsi antara lain sebagai habitat berbagai organisme, sebagai pelindung pantai, penyerap karbon, bidang farmasi dan sebagainya. Berbagai fungsi tersebut sangat bergantung pada kondisi biomassa lamun. Biomassa lamun yang tinggi akan mendukung fungsi-fungsi tersebut secara optimal, demikian pula sebaliknya. Biomassa dapat berfluktuasi sesuai dengan kondisi lingkungan perairan yang mempengaruhinya.

Salah satu lokasi di Kepulauan Spermonde yang memiliki lamun luas adalah Pulau Barranglompo. Pulau Barranglompo mempunyai luas daratan 20,64 ha dengan luas area padang lamun 64,3 ha dan jumlah jenis lamun yang ditemukan sebanyak 8 jenis (Supriadi, 2012). Jenis lamun yang ditemukan adalah *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, *C. serrulata*, *Halodule uninervis*, *H. pinifolia* dan *Syringodium isoetifolium*. Pentingnya biomassa terhadap berbagai fungsi dan peran padang lamun menjadi dasar untuk melakukan penelitian. Penelitian dilakukan untuk mengetahui fluktuasi biomassa lamun di Pulau Barranglompo, sehingga diharapkan menjadi salah satu informasi bagi kepentingan perlindungan dan pengelolaan padang lamun.

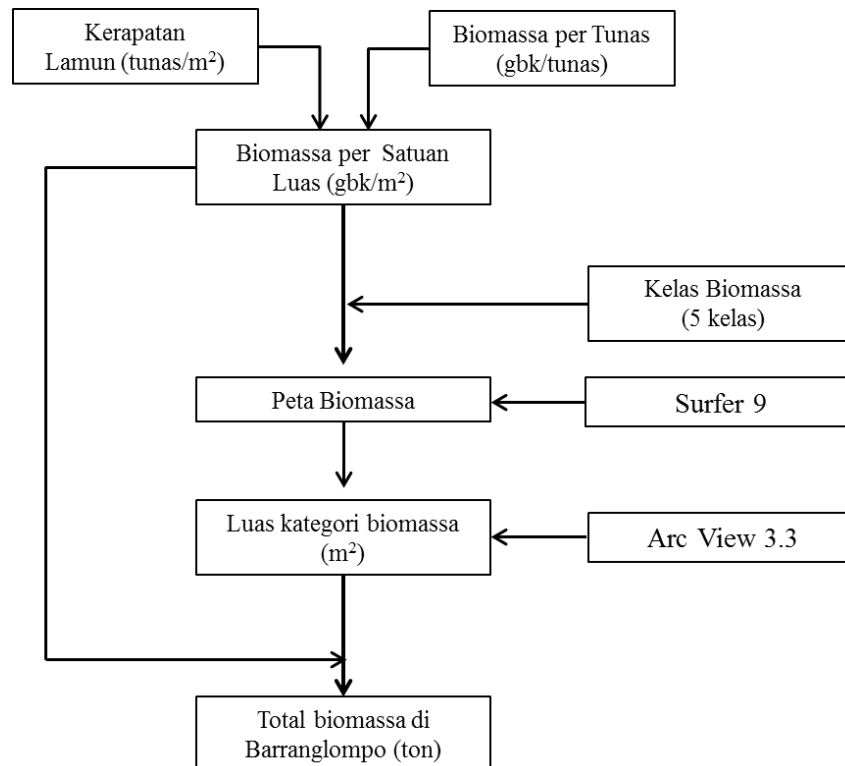
Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan dari bulan Desember 2010 sampai November 2011 di daerah *reef flat* Perairan Pulau Barranglompo Kota Makassar. Penelitian dibagi ke dalam 4 periode yang didasarkan pada kondisi curah hujan yaitu : (1) bulan Desember 2010 sampai Januari 2011, rata-rata curah hujan 576.7 mm/hari, (2) bulan April sampai Mei 2011, rata-rata curah hujan 272.4 mm/hari, (3) bulan Juli sampai Agustus 2011, rata-rata curah hujan 0.4 mm/hari dan (4) bulan Oktober sampai November 2011, rata-rata curah hujan 110.0 mm/hari. Data curah hujan diambil dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere Makassar.

Prosedur Penelitian. Sampling biomassa dilakukan dengan menggunakan transek yang berukuran 20 cm x 20 cm. Lamun yang terdapat pada transek tersebut dicuplik dengan menggunakan tangan sampai pada kedalaman penetrasi akar. Sebelum dicuplik terlebih dahulu dilakukan pemotongan rhizoma yang menjalar ke samping dengan menggunakan parang pada batas transek untuk mempermudah pencuplikan. Sampel kemudian dipisah menurut jenis dan bagian lamun (daun, rhizoma dan akar), dibersihkan, dihitung jumlah tegakan, dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C sampai beratnya konstan. Biomassa per tegakan lamun diketahui dengan membagi berat total setiap sampel dengan jumlah tegakannya. Pencuplikan lamun dilakukan pada 30 transek yang tersebar pada semua sisi pulau sehingga dapat mewakili biomassa lamun secara keseluruhan.

Selain sampling biomassa secara langsung, dilakukan juga sampling biomassa secara tidak langsung dengan melakukan konversi kerapatan lamun dengan biomassa per tegakan yang telah didapatkan. Nilai biomassa yang dikonversi dari kerapatan ini berguna untuk menganalisis data untuk keperluan pembuatan peta biomassa lamun. Kepadatan diamati dengan menggunakan transek kuadrat berukuran 50 cm x 50 cm (McKenzie *et al.* 2001). Sampling dilakukan secara sistematis dari pantai tegak lurus ke arah luar sampai tidak ditemukan lamun, dengan jarak antar transek 20 meter. Setiap posisi transek dicatat berdasarkan pembacaan pada Global Positioning System (GPS) Garmin Coloroda 300i. Jumlah tunas setiap jenis lamun di dalam transek dihitung untuk mengetahui kerapatannya. Jumlah titik sampling sebanyak 238 titik, termasuk 30 titik sampling biomassa. Titik-titik sampling tersebut tersebar di semua sisi pulau yang mempunyai padang lamun sehingga bisa mewakili kondisi umum lamun di Pulau Barranglompo.

Peta sebaran biomassa dibuat menggunakan software *Surfer 9* dengan beberapa kelas biomassa. Setiap kelas biomassa dihitung luasnya dengan mengkonversi peta hasil *surfer 9* dengan menggunakan software *ArcView 3.3*, sebagai dasar untuk menentukan total biomassa setiap kelas (Gambar 1). Analisis statistik yang digunakan untuk membandingkan biomassa antar periode sampling adalah uji non-parametrik Kruskal-wallis.



Gambar 1. Diagram alir proses untuk mendapatkan total biomassa

Hasil dan Pembahasan

Luas distribusi masing-masing jenis lamun di Pulau Barranglompo bervariasi. Jenis lamun yang mempunyai luasan kecil adalah *C. serrulata* dengan luas 1,87 ha atau 2,91% dari total luas lamun. *S. isoetifolium* 3,84 ha (5,98%) dan *H. pinifolia* 5,03 ha (7,82%). Jenis lamun yang mempunyai distribusi luas adalah *T. hemprichii* dengan luas 61,43 ha (95,53%) dan *E. acoroides* 56,17 ha (87,35%) (Tabel 1).

Tabel 1. Luas distribusi masing-masing jenis lamun di Pulau Barranglompo Makassar

Jenis Lamun	Luas Distribusi (ha)	Persentase dari Total Luas Padang Lamun (%)
<i>E. acoroides</i>	56,17	87,35
<i>T. hemprichii</i>	61,43	95,53
<i>C. rotundata</i>	35,54	55,27
<i>C. serrulata</i>	1,87	2,91
<i>H. Uninervis</i>	16,62	25,85
<i>H. pinifolia</i>	5,03	7,82
<i>H. ovalis</i>	12,33	19,17
<i>S. isoetifolium</i>	3,84	5,98

Total biomassa lamun berkisar 351.24-391 gbk/m², biomassa terkecil didapatkan pada periode 1 dan terbesar pada periode 4. Biomassa di bawah substrat berkisar 274.40-301.33 gbk/m², sedangkan biomassa di atas substrat berkisar 74.03-90.26 gbk/m² (Tabel 2). Rata-rata biomassa di bawah substrat lebih dari tiga kali lipat dibanding biomassa di atas substrat. Salah satu fungsi tingginya penyimpanan biomassa di bawah substrat adalah memperkuat penancapan lamun. Selain itu biomassa di bawah substrat merupakan tempat menyimpan hasil fotosintesis yang akan mendukung pertumbuhan lamun selama proses fotosintesis tidak berjalan secara optimal (Alcoverro *et al.* 2001). Menurut Kuriandewa (2009), lamun *E. acoroides* bisa mempunyai biomassa dalam rimpang yang mencapai 6-10 kali dibanding di atas substrat.

Analisis Kruskal Wallis menunjukkan bahwa biomassa lamun antar periode di bawah substrat dan total biomassa lamun tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P > 0.05$), namun biomassa lamun di atas substrat antar periode menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$). Biomassa di atas substrat pada periode 4 berbeda nyata dengan biomassa pada periode 1 dan periode 3, namun tidak berbeda nyata dengan biomassa pada periode 2. Sementara biomassa antar periode 1, periode 2 dan periode 3 tidak menunjukkan perbedaan nyata.

Fluktuasi biomassa lamun antar periode hanya terjadi pada biomassa di atas substrat, namun biomassa di bawah substrat tidak mengalami fluktuasi. Biomassa lamun terkait dengan produktivitas dan produksi serasah. Produktivitas bisa menambah biomassa, sebaliknya produksi serasah mengurangi biomassa. Pada periode 1 dan periode 3, produktivitas lamun cukup tinggi, namun produksi serasah juga tinggi (Supriadi, 2012) sehingga biomassa pada kedua periode tersebut relatif lebih kecil dibanding biomassa periode 4. Kenyataan ini menunjukkan bahwa peran produksi serasah untuk mengurangi biomassa masih lebih tinggi dibanding peran produktivitas untuk menambah biomassa. Fluktuasi biomassa di atas substrat berdasarkan musim juga ditemukan oleh Hossain *et al.* (2010) di Australia.

Pengamatan pada periode 1 yang dilakukan pada saat musim hujan dengan kondisi gelombang yang besar sangat berperan meningkatkan serasah. Banyak daun lamun yang terpotong akibat gelombang tersebut. Sementara pada periode 3, kondisi lamun yang terpapar pada siang hari berperan meningkatkan produksi serasah. Pengamatan beberapa minggu pada periode 3 bertepatan dengan kondisi surut rendah pada siang hari sehingga lamun terpapar. Lamun yang terpapar sinar matahari secara langsung, terutama yang berdaun tipis mengalami kekeringan (terbakar) sehingga sangat mudah terputus ketika air sudah pasang. Hal ini

diperkuat oleh kenyataan bahwa kontribusi serasah terbesar pada periode 3 didominasi oleh *T. hemprichii* (Supriadi, 2012). Energi gelombang yang tinggi dan terjadinya kekeringan daun akibat terpapar sinar matahari, lebih banyak bekerja pada biomassa di atas substrat. Hal ini yang menyebabkan fluktuasi biomassa hanya didapatkan pada biomassa di atas substrat.

Tabel 2. Rata-rata (\pm SD) biomassa lamun di Pulau Barranglompo

Periode	Biomassa (gbk/m ²)					
	Bawah Substrat		Atas Substrat		Total	
	Kisaran	Rata-rata (\pm SD)	Kisaran	Rata-rata (\pm SD)	Kisaran	Rata-rata (\pm SD)
1	3.63-1402.31	274.40 \pm 300.34	1.97-266.62	76.84 \pm 51.43 ^a	5.60-1566.91	351.24 \pm 337.52
2	3.73-1415.26	292.99 \pm 300.23	2.17-294.73	82.90 \pm 55.46 ^{ab}	6.93-1607.95	375.90 \pm 343.67
3	3.66-1398.71	287.93 \pm 294.92	2.04-264.09	74.03 \pm 51.13 ^a	6.79-1570.98	361.96 \pm 335.56
4	4.11-1472.31	301.33 \pm 308.87	2.23-362.00	90.26 \pm 58.90 ^b	7.46-1661.50	391.59 \pm 357.98

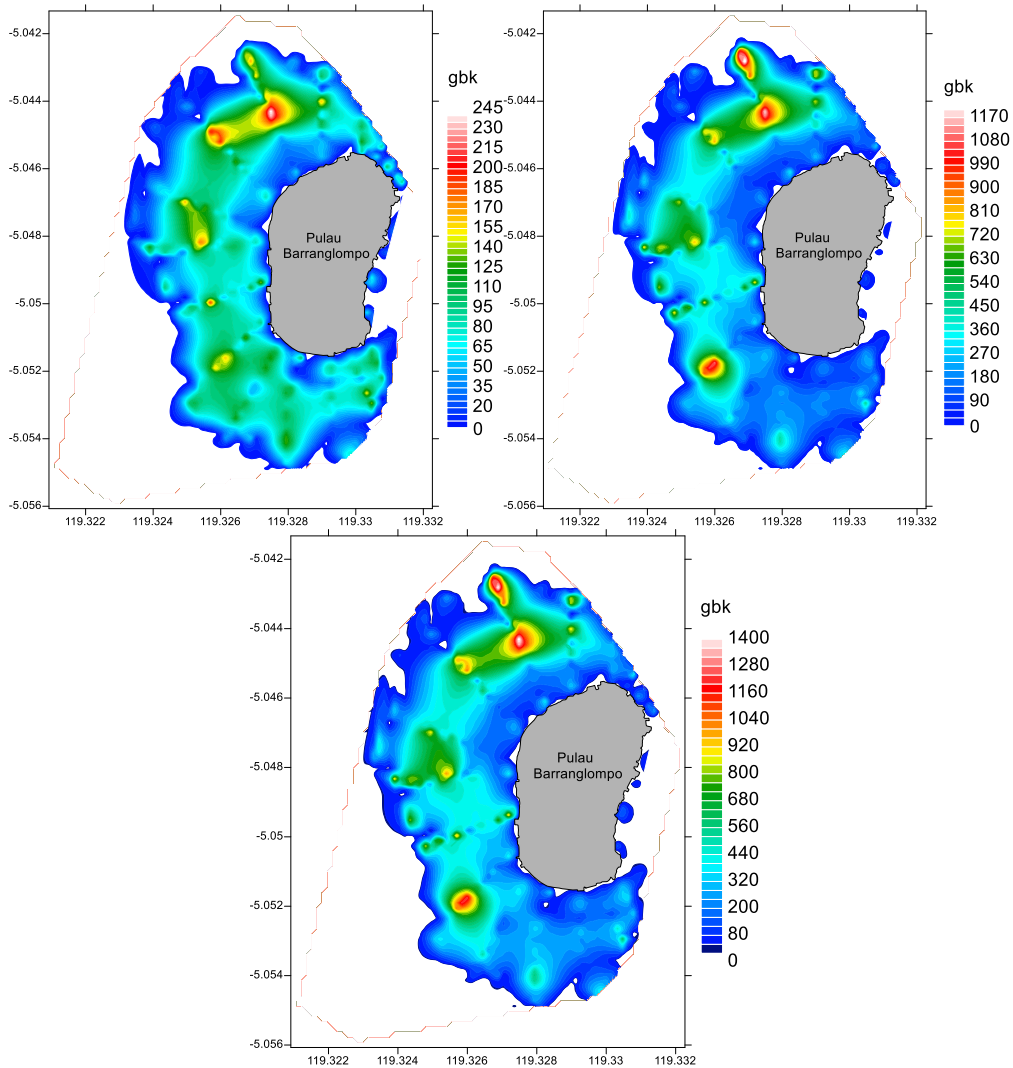
Keterangan : notasi huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0.05$)

Secara umum berdasarkan jenis lamun, nisbah biomassa di bawah substrat terhadap biomassa di atas substrat terbesar ditemukan pada *E. acoroides* yang mencapai 5,630 dan terkecil pada *C. serrulata* sebesar 1,085 (Tabel 3). Biomassa di bawah substrat *E. acoroides* yang tinggi disebabkan oleh ukuran rhizoma dan akar yang besar, disamping penetrasi akar yang bisa mencapai 40 cm. Nisbah biomassa pada *T. hemprichii* lebih tinggi dibanding yang ditemukan di Filipina, namun lebih kecil pada jenis *C. rotundata* dan *H. pinifolia* (Clores dan Carandang IV, 2013). Nilai nisbah tersebut dapat digunakan untuk mengestimasi biomassa di bawah substrat berdasarkan biomassa di atas substratnya.

Tabel 3. Nisbah biomassa di bawah substrat dan di atas substrat beberapa jenis lamun

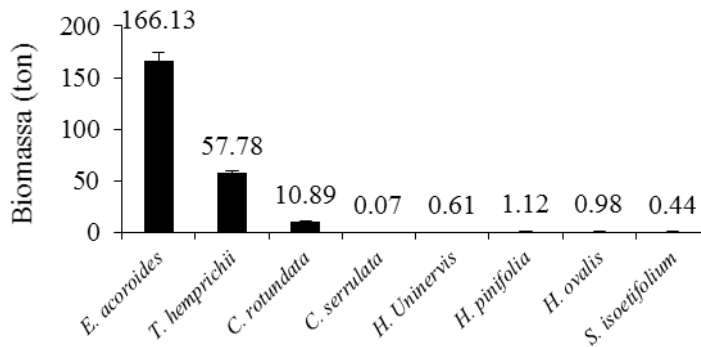
Jenis Lamun	Nisbah
<i>E. acoroides</i>	5,630
<i>T. hemprichii</i>	2,025
<i>C. rotundata</i>	1,134
<i>C. serrulata</i>	1,085
<i>H. Uninervis</i>	1,275
<i>H. pinifolia</i>	1,222
<i>H. ovalis</i>	1,090
<i>S. isoetifolium</i>	1,588

Distribusi biomassa lamun pada bagian dalam (dekat garis pantai) dan luar padang lamun (dekat terumbu karang) relatif lebih rendah dibanding bagian tengah padang lamun. Biomassa yang relatif tinggi umumnya ditemukan di bagian utara sampai barat (Gambar 2).

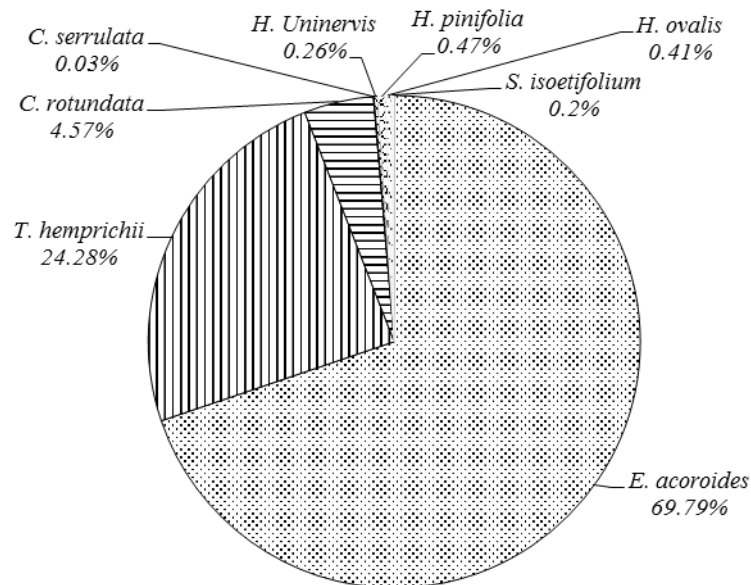


Gambar 2. Distribusi biomassa lamun (gbk/m²); biomassa di atas substrat (kiri-atas), biomassa di bawah substrat (kanan-atas), dan total biomassa (bawah)

Berdasarkan biomassa lamun permeter persegi dan luas lamun dari 5 kelas kategori biomassa, maka didapatkan rata-rata total biomassa lamun di Pulau Barranglombo sebesar 238,02 ton. Terdapat dua jenis lamun yang berkontribusi besar terhadap total biomassa tersebut yaitu *E. acoroides* dan *T. hemprichii*. Kedua jenis tersebut berkontribusi sebesar 223,91 ton (94,07%) dari total biomassa lamun. Jenis *E. acoroides* mempunyai biomassa 166,13 ton (69,79% dari total biomassa), sedangkan *T. hemprichii* mempunyai biomassa 57,78 ton (24,28% dari total biomassa) (Gambar 3 dan Gambar 4).



Gambar 3. Total biomassa (ton berat kering) berdasarkan jenis lamun di Pulau Barranglombo



Gambar 4. Kontribusi masing-masing jenis lamun terhadap total biomassa (%)

Kesimpulan

Fluktuasi biomassa lamun secara temporal di Pulau Barranglompo hanya terjadi pada biomassa di atas substrat. Faktor lingkungan yang paling berperan menyebabkan terjadinya fluktuasi biomassa adalah energi gelombang dan sinar matahari yang berdampak pada tingginya produksi serasah daun, sebagai faktor yang dapat mengurangi biomassa lamun.

Daftar Referensi

- Alcoverro, T., Manzanera, M. dan Romero, J. 2001. Annual metabolic carbon balance of the seagrass *Posidonia oceanica*: The importance of carbohydrate reserves. *Mar Ecol Prog Ser* 211: 105-116.
- Clores, M.A. dan Carandang VI, J.S. 2013. Chlorophyll content, productivities and biomass allocations of seagrasses in Talim Bay, Lian, Batangas, Philippines. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences* 3(3): 247-256.
- Hossain, M. K., Rogers, K. dan Saintilan, N. 2010. Variation in seagrass biomass estimates in low and high density settings: implications for the selection of sample size. *Environmental Indicators* 5 (1): 17-27.
- Kuriandewa, T.E. 2009. Tinjauan tentang lamun di Indonesia. Lokakarya Nasional I Pengelolaan Ekosistem Lamun: Peran Ekosistem Lamun dalam Produktivitas Hayati dan Meregulasi Perubahan Iklim. Jakarta, 18 November 2009.
- McKenzie, L.J., Finkbeiner, M.A., Kirkman, H. 2001. Methods for mapping seagrass distribution. Di dalam: Short FT, Coles RG, editor. *Global Seagrass Research Methods*. Amsterdam: Elsevier Science B.V. hlm 101-121.
- Supriadi, 2012. Stok dan neraca karbon komunitas lamun di Pulau Barranglompo Makassar. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pulau Bulu' Poloe Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur

Suwarni^{1*}, Moh. Tauhid Umar¹, Ismail¹, dan Muhammad Nur²

¹Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin

²Program Magister Ilmu Perikanan, PPS Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Makassar 90241

*E-mail: suwarni_liger@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi ekologis lingkungan perairan berdasarkan struktur komunitas makrozoobentos di Pulau Bulu' Poloe. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2014 di perairan Pulau Bulu' Poloe. Analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Perikanan Universitas Hasanuddin. Pengambilan sampel dilakukan pada 4 stasiun, meliputi stasiun A (bagian Timur), stasiun B (bagian Utara), stasiun C (bagian Barat) dan stasiun C (bagian Selatan). Analisis struktur komunitas makrozoobentos meliputi komposisi jenis, kepadatan jenis, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi. Hasil penelitian diperoleh 18 spesies makrozoobentos yang tergolong dalam 5 kelas yaitu : Gastropoda, Bivalvia, Echinoidea, Ophiuroidea, dan Arthropoda. Kepadatan jenis tertinggi terdapat pada *Megabalanum* sp. (261,56 ind/m²) di Stasiun C dan terendah pada Stasiun B (0,67 Ind/m²). Kepadatan relatif tertinggi pada *Neritopsis radula* yaitu 100 % di Stasiun B dan terendah pada *Nerita plicata* dan *Strombus decorus* yaitu 0,11% di Stasiun A. Berdasarkan nilai Indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi, maka stasiun A dan C memiliki komunitas makrozoobenthos yang stabil, sementara pada stasiun B dan C memiliki komunitas yang kurang stabil.

Kata kunci : Struktur komunitas, Makrozoobentos, Pulau Bulu' Poloe, Luwu Timur.

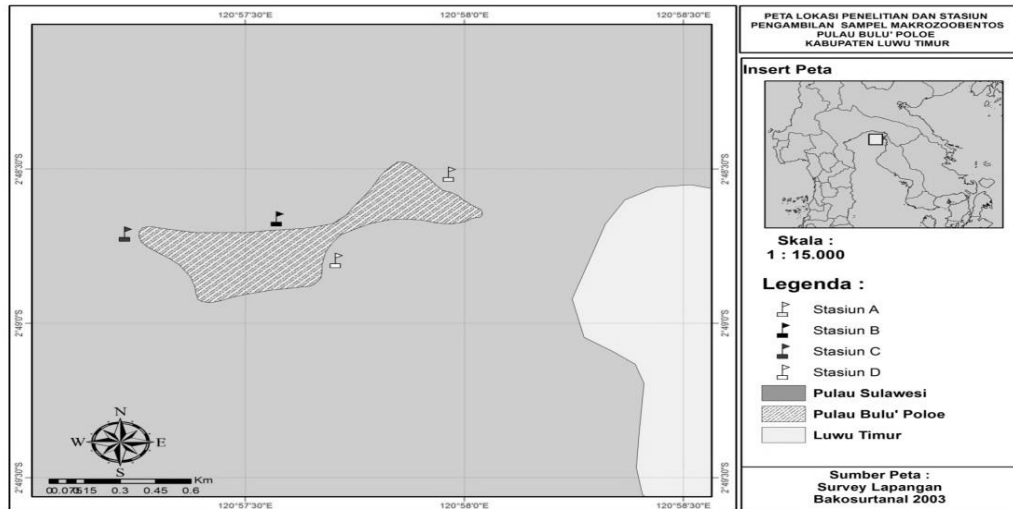
Pendahuluan

Kabupaten Luwu Timur merupakan Kabupaten paling Timur di Propinsi Sulawesi Selatan. Kabupaten ini memiliki potensi alam yang melimpah baik di daratan maupun di perairannya. Salah satu potensi sumberdaya yang dimiliki adalah keberadaan Pulau Bulu' Poloe. Pulau Bulu' Poloe secara administratif berada di Desa Harapan, Kecamatan Malili yang berbatasan dengan Sulawesi Tenggara dan Teluk Bone. Pulau ini memiliki nilai estetika dan keanekaragaman flora dan fauna dari daratan hingga perairannya seperti pohon nipa, terumbu karang, ikan, alga, spons, dan hewan makrozoobentos beserta biota laut lainnya. Selain itu, pemerintah juga telah memasukkan sebagai salah satu objek wisata Kabupaten Luwu Timur yang akan dikembangkan (Dikbudmudora Lutim, 2011). Keberadaan pulau ini belum banyak diketahui oleh masyarakat dan juga masih kurang diperhatikan oleh pemerintah, sehingga salah satu upaya untuk memperkenalkan pulau dan mendorong pemerintah dalam pengelolaan pulau ini yakni dengan menginventarisasi dan mengetahui kondisi organisme perairan yang terdapat di pulau tersebut. Salah satu kelompok organisme yang penting untuk diketahui adalah makrozoobentos.

Makrozoobentos merupakan organisme perairan yang banyak mendapat pengaruh dari lingkungan dan umumnya memiliki mobilitas rendah/ relatif diam sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator (petunjuk) kestabilan suatu perairan. Makrozoobentos secara umum hidup di dasar perairan, ada yang hidup di permukaan substrat dan adapula yang hidup di dalam substrat (Lind, 1979). Oleh karena itu, untuk mengetahui kondisi perairan pulau Bulu' Poloe, maka perlu dilakukan penelitian tentang struktur komunitas makrozoobentos di perairan pulau tersebut.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2014 di Perairan Pulau Bulu' Poloe, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur (Gambar 1). Analisis dan identifikasi sampel dilakukan di lokasi penelitian dan dilanjutkan di Laboratorium Biologi Perikanan dan Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah kamera, GPS (*Global Positioning System*), transek kuadran 1m^2 , pipa paralon, kantong plastik, kantong sampel ukuran 14×10 cm, ayakan *mesh* size 1 mm, *sieve net* (*mesh* size $<0,09 - 2,8$ mm), timbangan untuk menimbang substrat yang akan disaring. Bahan yang digunakan berupa formalin 30% untuk pengawetan makrozoobentos dan organisme makrozoobentos sebagai sampel penelitian.

Prosedur Penelitian *Penentuan Stasiun.* Penentuan stasiun ditentukan berdasarkan Bengen (2000) dan Tuwo, (1996 dalam Saeni, 2005) bahwa stasiun ditentukan secara *konseptual* dan menentukan titik koordinat dengan GPS (*global positioning system*) seluler pada stasiun pengambilan sampel. Stasiun A (sebelah Timur) posisi $2^{\circ}48'38''\text{LS}$ dan $120^{\circ}58'27''\text{BT}$, Stasiun B (sebelah Utara) posisi $2^{\circ}48'99''\text{LS}$ dan $120^{\circ}57'75''\text{BT}$, Stasiun C (sebelah Barat) posisi $2^{\circ}48'74''\text{LS}$ dan $120^{\circ}57'58''\text{BT}$, dan Stasiun D (sebelah Selatan) posisi $2^{\circ}48'45''\text{LS}$ dan $120^{\circ}57'44''\text{BT}$. Penentuan titik stasiun ditentukan dari garis pantai dengan jarak antar sub stasiun 5 meter sejajar garis pantai menggunakan roll meter.

Pengambilan sampel makrozoobentos, kualitas air dan analisis substrat. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan pada pagi hari yaitu saat perairan surut. Pengambilan tersebut dilakukan di 4 titik stasiun yang masing-masing stasiun terdiri dari 3 sub stasiun selama 3 kali ulangan sehingga setiap stasiun terdapat 9 kali ulangan. Transek 1m^2 diletakkan di stasiun yang sudah ditentukan. Untuk sampel makrozoobentos di atas substrat diambil dengan menggunakan tangan, sampel dalam substrat menggunakan bantuan pipa paralon yang diwakili oleh 5 sub plot yang diambil dengan cara menekan secara manual pipa paralon, dan sampel pada substrat keras menggunakan bantuan linggis untuk beberapa sampel yang melekat di bebatuan. Sampel yang terlihat pada setiap stasiun dimasukkan dalam kantong sampel dan sampel dari pipa paralon dimasukkan dalam kantong yang sudah diberi tanda kemudian sampel dibawa ke daratan.

Pengambilan sampel substrat dilakukan sekali di setiap stasiun selama penelitian dan dibawa ke laboratorium untuk analisis. Pengambilan sampel substrat dilakukan cara menggunakan bantuan pipa paralon dan dimasukkan

dalam kantong plastik yang sudah diberi tanda. Untuk analisis, sampel dikeringkan di atas plastik mika secara terpisah berdasarkan stasiun selama seminggu. Untuk analisis substrat pada setiap stasiun, substrat diambil 100 gr untuk ditimbang dan disaring menggunakan *sieve net*. *Sieve net* digoyang-goyang selama ± 1 menit hingga substrat tersaring. Setelah itu, sampel substrat yang sudah disaring dipisahkan berdasarkan *mesh size* di atas plastik mika. Kemudian, masing-masing ditimbang secara bergilir, dicatat, dan menentukan ukuran substrat pada setiap stasiun. Substrat dikelompokkan dan dianalisis berdasarkan skala *Winworth* pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria sedimen berdasarkan ukuran saringan yang mengacu pada skala *Wenworth*

Kelas Ukuran Butir	Diameter (mm)	<i>Sievenet</i> yang digunakan (mm)
<i>Boulders</i> (Kerikil besar)	>256	
<i>Gravel</i> (kerikil kecil)	>2 – 256	2,8
<i>Very coarsesand</i> (pasir sangat kasar)	1–2	2; 1,4; 1
<i>Medium sand</i> (pasir sedang)	0,25 – 0,9	0,25 ; 0,71
<i>Fine sand</i> (pasir halus)	0,125 – 0,24	0,18
<i>Very fine sand</i> (pasir sangat halus)	0,0625 – 0,124	0,09
<i>Silt</i> (debu)	0,002 – 0,0625	< 0,09
<i>Clay</i> (lempung)	0,0005 – 0,002	
<i>Dissolved material</i> (material terlarutat)	<0,0005	

Sumber : Hutabarat dan Evants, 2000

Penyaringan Makrozoobentos. Penyaringan dilakukan pada semua sampel substrat yang telah diambil pada Stasiun A, Stasiun B dan Stasiun D. Sebelum menyaring, sampel dibersihkan dari sampah dan batu-batuan kemudian sampel sub stasiun disatukan ke dalam kantong per stasiun. Sampel substrat makrozoobentos disaring dengan menggunakan ayakan *mesh zize* 1 mm dengan cara membentangkan penyaring dan memasukkan sampel substrat ke saringan. Sampel substrat per stasiun dinaikkan secara perlahan sambil menyirami air. Substrat pasir dan lumpur akan ikut mengalir melewati saringan melalui alat penyaring. Setelah bersih dari lumpur dan pasir, dilakukan pemilahan dan mengambil makrozoobentos yang tertinggal di atas saringan. Setelah itu, setiap makrozoobentos yang ditemukan, dimasukkan ke dalam kantong sampel yang sudah diberikan tanda label secara terpisah untuk siap diidentifikasi.

Identifikasi Makrozoobentos. Identifikasi makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan buku identifikasi Bunjamin Dharma edisi I (1988) dan edisi II (1992) sedangkan makrozoobentos yang tidak teridentifikasi dimasukkan dalam kantong sampel dan diberi formalin 30% untuk diidentifikasi di Laboratorium Biologi Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.

Perhitungan dan Analisis Data. Perhitungan dan analisis data dilakukan untuk melihat komposisi jenis, kepadatan jenis, kepadatan relatif, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi. Hasil analisis akan dituliskan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan digambarkan dalam bentuk diagram.

Komposisi Jenis. Komposisi jenis dilakukan dengan cara mengelompokkan makrozoobentos berdasarkan jenis dan kelasnya.

Kepadatan Jenis. Kepadatan jenis (D) makrozoobentos secara matematis dapat dijabarkan sebagai berikut (Brower *et al.*, 1990).

$$D_i = \frac{\sum n_i}{A} \quad (1)$$

dimana : Di: Kepadatan (ind./m²), ni: Jumlah individu jenis ke-i dan A: Luas seluruh transekperstasiun pengambilan sampel (m²)

Indeks Keanekaragaman. Indeks keanekaragaman dihitung berdasarkan rumus Shanon-Wiener sebagai berikut Krebs (1989 dalam Setiawan, 2008):

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i (\log_2 p_i), \text{ dimana: } p_i = \frac{n_i}{N} \quad (2)$$

dimana :

H' : Indeks keanekaragaman,

n_i : Jumlah individu jenis ke-I dan

N : Jumlah total individu seluruh spesies pada setiap stasiun dengan kriteria :

$H' < 1$: keanekaragaman rendah,

$1 < H' < 3$: keanekaragaman sedang, dan

$H' > 3$: keanekaragaman tinggi

Untuk menghitung perbedaan indeks keanekaragaman antar stasiun dihitung dengan rumus t. hitung berdasarkan Bengen (2000)

$$t_{\text{hit}} = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{\text{Var } H'_1 + \text{Var } H'_2}} \quad (3)$$

dimana :

H'_1 dan H'_2 : nilai indeks keanekaragaman pada stasiun yang diperbandingkan

$\text{Var } H'_1$ dan $\text{var } H'_2$: varians pada stasiun yang diperbandingkan

Varians dihitung dengan rumus Bengen (2000) dan Jayaraman (1999)

$$\text{Var } H' = \frac{\sum P_i (\log_2 P_i)^2 - (\sum P_i \log_2 P_i)^2}{N} + \frac{s-1}{2N^2} \quad (4)$$

dimana :

H' : Indeks diversitas Shanon-Wiener;

P_i : n_i/N (proporsi jenis ke-i);

n_i : Jumlah individu jenis ke-i (ind),

N : Jumlah total individu,

s : Jumlah spesies

Derajat bebas dihitung dengan menggunakan *Indeks Keseragaman*

$$db = \frac{(\text{Var } H'_1 + \text{Var } H'_2)^2}{(\text{Var } H'_1)^2/N_1 + (\text{Var } H'_2)^2/N_2} \quad (5)$$

Indeks Keseragaman dihitung berdasarkan rumus Brower dan Zar (1990) dalam Setiawan (2008):

$$E = \frac{H'}{H'_{\text{maks}}} \text{ atau } E = \frac{H'}{\log_2 S} \quad (6)$$

dimana :

E : Indeks keseragaman jenis,

H' : Indeks keanekaragaman jenis,

H'_{maks} : $\log_2 S = 3.3219 \log S$, S : Jumlah jenis organisme

Dengan Kriteria :

E mendekati 0 : Penyebaran jenis tidak merata, dan

E mendekati 1 : Penyebaran jenis relatif merata.

Indeks Dominansi. Indeks dominansi makrozoobentos dihitung dengan menggunakan rumus Odum (1993):

$$C = \frac{\sum n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad (7)$$

dimana :

C : Indeks dominansi,

n_i : Jumlah individu tiap jenis dan

N : Jumlah total individu.

Dengan kategori indeks dominansi :

C mendekati 0 ($C < 0,5$) : tidak ada jenis yang mendominasi, dan

C mendekati 1 ($C > 0,5$) : ada jenis yang mendominasi.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Jenis Makrozoobentos. Komposisi jenis makrozoobentos ditemukan sebanyak 18 jenis terdiri atas 5 kelas yaitu kelas Gastropoda (*Cellana radiata*, *Nerita exuvia*, *Nerita plicata*, *Nerita sp.*, *Neritopsis radula*, *Mitra paupercula*, *Cypraea annulus*, *Strombus sp.*, *Cypraea sp.*, *Morula sp.* dan *Connus sp.*), kelas Bivalvia (*Barbatia decussata*, *Crassostrea virginica* dan *Mytilus sp.*), kelas Echinoidea (*Echinarachnius sp.*), kelas Ophiuroidea (*Ophiuroidea sp.*), kelas Arthropoda (*Coenobita sp.* dan *Megabalanum sp.*).

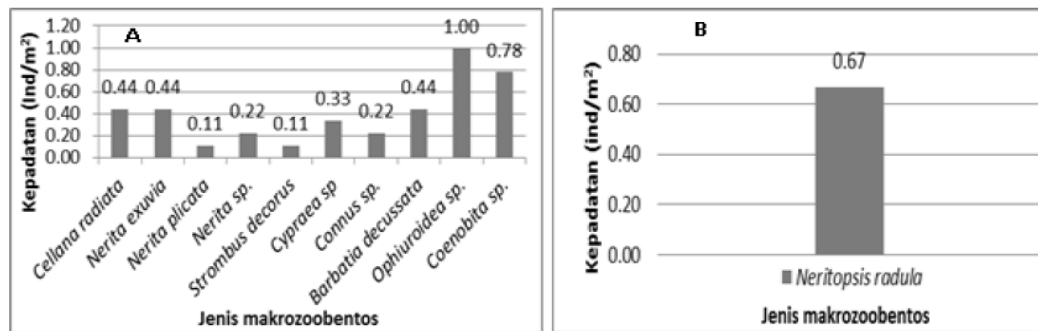
Pada Tabel 2 terlihat bahwa jumlah jenis makrozoobentos tiap stasiun terbanyak ditemukan pada Stasiun A. Banyaknya jenis yang ditemukan pada stasiun ini karena berada pada belakang pulau sehingga perairannya lebih tenang (Gambar 1). Stasiun ini ditemukan banyak sampah, batu karang, potongan kayu di dasar substrat. Oleh karena itu diduga makrozoobentos tersebut dapat bertahan hidup pada kondisi perairan tersebut yang bersubstrat karang dan kayu untuk melekat dan berlindung. Jumlah jenis paling sedikit yang ditemukan pada Stasiun B diduga karena lokasi ini terletak pada utara pulau, bersih dari batu karang, sampah dan kayu sehingga kurang tempat makrozoobentos untuk melekat dan berlindung. Kelas makrozoobentos paling banyak adalah kelas Gastropoda. Hal ini disebabkan karena kelas ini termasuk filum Moluska, dimana Moluska merupakan salah satu filum yang memiliki anggota yang banyak diantara organisme perairan lainnya yakni 80.000 spesies hidup dan 35.000 spesies fosil (Barnes, 1987).

Tabel 2. Komposisi jenis makrozoobentos yang ditemukan di perairan pulau Bulu' Poloe, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur.

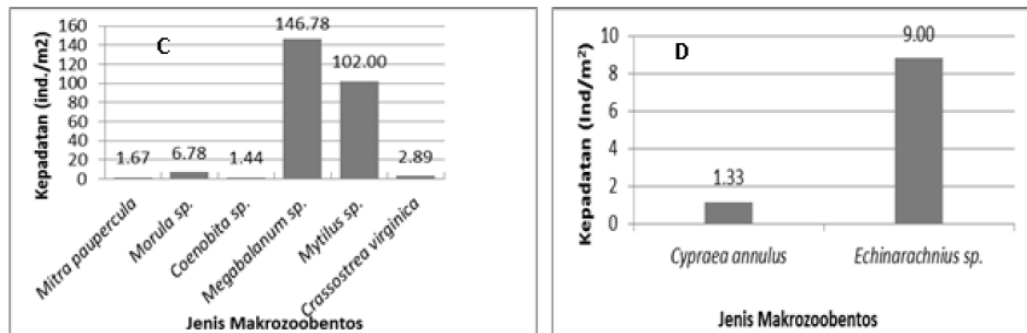
No	Kelas/Jenis	Stasiun			
		A	B	C	D
Gastropoda					
1	<i>Cellana radiata</i>	√	-	-	-
2	<i>Nerita exuvia</i>	√	-	-	-
3	<i>Nerita plicata</i>	√	-	-	-
4	<i>Nerita sp.</i>	√	-	-	-
5	<i>Neritopsis radula</i>	-	√	-	-
6	<i>Mitra paupercula</i>	-	-	√	-
7	<i>Cypraea annulus</i>	-	-	-	√
8	<i>Strombus sp.</i>	√	-	-	-
9	<i>Cypraea sp.</i>	√	-	-	-
10	<i>Morula sp.</i>	-	-	√	-
11	<i>Connus sp.</i>	√	-	-	-
Bivalvia					
12	<i>Barbatia decussata</i>	√	-	-	-
13	<i>Crassostrea virginica</i>	-	-	√	-
14	<i>Mytilus sp.</i>	-	-	√	-
Echinoidea					
15	<i>Echinarachnius sp.</i>	-	-	-	√
Ophiuroidea					
16	<i>Ophiuroidea sp.</i>	√	-	-	-
Arthropoda					
17	<i>Coenobita sp.</i>	√	-	√	-
18	<i>Megabalanum sp.</i>	-	-	√	-
Jumlah		10	1	6	2

Keterangan= √: ada - : tidak ada

Kepadatan Individu. Hasil analisis kepadatan jenis pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Kepadatan makrozoobentos tertinggi terdapat pada jenis *Megabalanum* sp. (146,78 Ind/m²) pada Stasiun C sedangkan kepadatan paling kecil terdapat pada jenis *Nerita plicata* (0,11 Ind/m²) dan *Strombus decorus* (0,11 Ind/m²) masing-masing ditemukan pada Stasiun A. Adapun jenis *Megabalanum* sp. tertinggi diduga karena sesuai habitatnya yaitu menempel pada daerah bersubstrat keras sehingga jenis makrozoobentos yang ditemukan kebanyakan menempel pada batuan. Selain itu juga diduga memiliki bahan organik tinggi yang terbawah oleh arus dan pasang surut. Sebagaimana menurut Sahri *at al.*, (2000) bahwa substrat batuan merupakan habitat paling baik bagi makrozoobentos untuk mendapatkan makanan, terlindung dari arus, dan melekatkan diri. Sedangkan stasiun yang memiliki kepadatan kecil diduga karena jenisnya kurang mampu berkompetisi dalam ruang dan ketersediaan makanan.



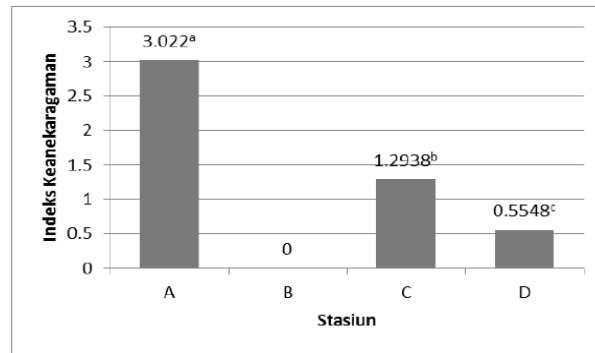
Gambar 2. Kepadatan makrozoobentos Stasiun A dan B (Ind/m²) di perairan pulau Bulu' Poloe, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur



Gambar 3. Kepadatan makrozoobentos Stasiun C dan D (Ind/m²) di perairan pulau Bulu' Poloe, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur

Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi. Nilai indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi pada keempat stasiun, dapat terlihat pada Gambar 4, 5, dan 6.

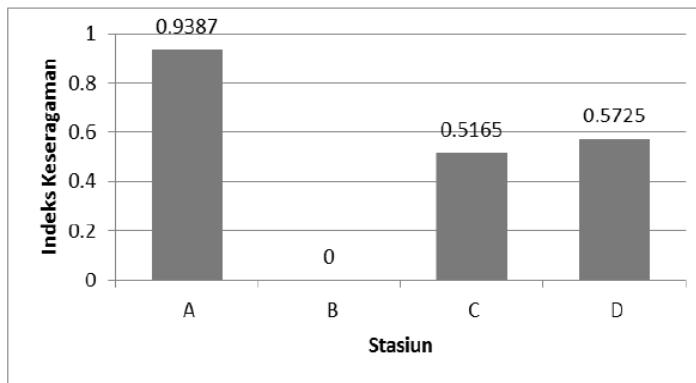
Indeks Keanekaragaman (H'). Nilai indeks keanekaragaman tertinggi terdapat pada Stasiun A yaitu 3,022 yang menunjukkan bahwa keanekaragamannya tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya, sedangkan yang terendah/terkecil terdapat pada Stasiun B karena hanya terdapat satu jenis yang ditemukan sehingga indeks keanekaragamannya 0. Stasiun C berada pada angka 1,2938 menunjukkan kestabilan sedang dan Stasiun D nilainya berada pada angka 0,5548 yaitu menunjukkan kestabilan rendah. Hal ini berdasarkan kriteria Shanon-Wiener (1949 dalam Dahuri 1994) menyatakan nilai keseragaman dikategorikan bahwa jika $H' < 1$ yaitu keanekaragaman spesies, penyebaran jumlah individu, kestabilan komunitas rendah, jika $1 < H' < 3$ menandakan keanekaragaman spesies, penyebaran jumlah individu, kestabilan komunitas sedang, jika $H' > 3$ menandakan keanekaragaman spesies, penyebaran jumlah individu, kestabilan komunitas tinggi.



Gambar 4. Indeks keanekaragaman jenis makrozoobentos di perairan pulau Bulu' Poloe, Malili, Kabupaten Luwu Timur. Huruf yang tidak sama di belakang angka menunjukkan berbeda nyata

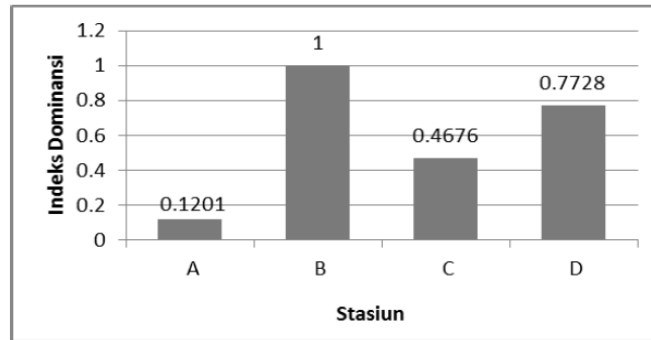
Indeks keanekaragaman jenis Stasiun A, C dan D menunjukkan nilai indeks yang berbeda nyata (Gambar 4) bahwa adanya perbedaan indeks keanekaragaman antara stasiun. Perbedaan itu disebabkan kondisi dan substrat habitat makrozoobenthos yang berbeda. Untuk Stasiun B tidak dimasukkan karena nilai keanekaragamannya 0.

Indeks Keceragaman (E) Pada Gambar 5 terlihat bahwa Indeks keseragaman jenis berkisar 0.5165 – 0.9387. Indeks keseragaman tertinggi ($E > 0.5$) terdapat pada Stasiun A sedangkan indeks keseragaman rendah ($E < 0.5$) yaitu pada Stasiun B. Indeks keanekaragaman tertinggi menunjukkan bahwa stasiun tersebut memiliki sebaran individunya merata/ jumlah individu tiap spesies hampir sama. Sedangkan, Indeks Keseragaman rendah menunjukkan bahwa stasiun tersebut memiliki jenis tertentu yang melimpah yaitu hanya satu jenis makrozoobentos. Hal ini berdasarkan pendapat Odum (1993), apabila nilai indeks keseragaman (E) mendekati 1 ($E > 0.5$), maka sebaran individu antara jenis relatif sama, tetapi jika E mendekati 0 ($E < 0.5$), maka terdapat sekelompok jenis spesies tertentu yang jumlahnya yang relatif melimpah daripada jenis lainnya.



Gambar 5. Indeks keseragaman Jenis makrozoobentos di perairan pulau Bulu' Poloe, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur

Indeks Dominansi (C). Nilai indeks dominansi (C) yang menunjukkan dominan terdapat pada Stasiun B (1) dan D (0,7512), dan stasiun yang nilai indeks dominansi rendah berada pada Stasiun A (0,1313) dan C (0,4676). Hal ini berdasarkan (Dahuri, 1994) bahwa nilai dominansi (C) berada antara 0 sampai 1, jika nilai C mendekati angka 1, maka terdapat sekelompok jenis spesies tertentu yang jumlahnya relatif berlimpah (dominan) sedangkan jika nilai C mendekati angka 0 maka sebaran individu antara spesies merata.



Gambar 6. Indeks dominansi di perairan pulau Bulu' Poloe, Kabupaten Luwu Timur

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian struktur komunitas makrozoobentos di perairan pulau Bulu' Poloe ditemukan 5 kelas yang terdiri dari 18 spesies.
2. Kepadatan jenis makrozoobentos tertinggi terdapat pada jenis *Megabalanum* sp. ($261,56 \text{ ind/m}^2$) di Stasiun C sedangkan yang paling rendah terdapat pada Stasiun B yaitu $0,67 \text{ Ind/m}^2$. Untuk kepadatan relatif tertinggi berada pada jenis *Neritopsis radula* yaitu 100 % di Stasiun B sedangkan yang terendah berada pada jenis *Nerita plicata* dan *Strombus decorus* yaitu 0,11% di Stasiun A.
3. Struktur komunitas makrozoobentos di perairan pulau Bulu' Poloe menunjukkan bahwa pada stasiun A memiliki kualitas perairan lebih stabil daripada stasiun lainnya karena memiliki indeks keanekaragaman tinggi, sebaran individu relatif sama dan indeks dominansi rendah. Stasiun B memiliki kualitas perairan yang kurang stabil karena sebaran individu terdapat jenis berlimpah dan memiliki indeks dominansi tinggi. Stasiun C memiliki kualitas perairan yang stabil karena indeks keanekaragaman sedang, sebaran individu relatif sama dan indeks dominansi rendah. Stasiun D memiliki kualitas kurang stabil karena indeks keanekaragaman sedang, sebaran individu relatif sama dan Indeks dominansi yang tinggi.

Daftar Referensi

- Barnes R. D., 1987. Invertebrate Zoology. Fifth Edition. Saunders College Publishing.
- Bengen, D.G. 2000. Teknik Pengambilan Contoh dan Analisis Data Biofisik Sumberdaya Pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.
- Brower.J.E.,Zar J.H.and Von Ende. 1990. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Publiser, USA.
- Dharma B. 1998. Siput dan Kerang Indonesia II. PT. Sarana Graha, Jakarta
- Dharma.B., 1992. Siput dan Kerang Indonesia I. PT. Sarana Graha, Jakarta.
- Dikmudora Lutim. 2011.Rancangan Tata Ruang Wilayah Luwu Timur.
- Hutabarat, S. dan S.M. Evans. 1985. Pengantar Oceanografi. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Lind, L.T.1979. Hand Book Of Common Method in Limnology. Second Edition. The C.V. Mosby Company St. Louis, Toronto, London.
- Odum EP. 1993. Dasar-dasar Ekologi. Tjahjono Samingan, Penerjemah; Yogyakarta: Ed ke-3. Universitas Gadjah Madah.
- Sahri, A. Budiman, W. Andriyana, N. 2000. Keragaman Makrozoobentos pada Berbagai Substrat Buatan di Sungai Cliglagah Cilacap. Jurnal Biosfera 15. ISSN: 08534-1625.
- Setiawan, D. 2008. Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi. Tesis. Pasca sarjana Institut Pertanian Bogor.

Prevalensi Penyakit Karang Daerah Perlindungan Laut di Teluk Maumere, Flores

Syafyudin Yusuf^{1*}, Jamaluddin Jompa¹, Suharto¹, Awaludinnoer²

¹Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Laut, Pesisir dan Pulau Kecil Unhas
Jl. Perintis Kemerdekaan km 10 Tamalanrea Makassar 90245

*Email: s.yusuf69@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit karang merupakan bioindikator akibat perubahan lingkungan laut, baik perubahan fisik lingkungan perairan maupun perubahan biologi dari individu karang. Selama ini penelitian kesehatan terumbu karang hanya dinilai dari tutupan karang hidup, belum mengacu pada kondisi koloni karang yang terserang penyakit. Penyakit karang sebagai salah satu faktor menurunnya kualitas terumbu karang. Penelitian bertujuan untuk mengetahui prevalensi kejadian penyakit karang dalam menilai kesehatan terumbu karang. Pemilihan lokasi sampling di dalam dan di luar kawasan terumbu karang Daerah Perlindungan Laut. Hasil penelitian menunjukkan terumbu karang di Teluk Maumere mendapatkan ancaman kematian akibat penyakit sebesar 7,24 persen dan lebih banyak terjadi di luar dibanding di dalam Daerah Perlindungan Laut. Prevalensi penyakit karang tersebut lebih didominasi oleh jenis gangguan lain yang disebut compromise health, dibandingkan gangguan infeksi penyakit yang sebenarnya. Jenis penyakit yang membahayakan berasal dari White Syndrom, Yellow Band Disease, Black Band Disease, Skeletal Eroding Band, Growth Anomaly (tumor), Bleaching Tissue Lost. Sementara gangguan lain berasal dari predasi hewan laut seperti ikan, Keong Drupella, dan fish predation, pigmented respon akibat bioeroder. Preferensi penyakit karang di Teluk Maumere masih relatif kecil sehingga tidak memunculkan wabah baru bagi terumbu karang.

Kata Kunci: penyakit karang, Daerah Perlindungan Laut, Teluk Maumere

Pendahuluan

Program pemantauan terumbu karang untuk mengetahui perkembangan kondisi terumbu karang secara timeseries. Hal ini tengah dilakukan oleh program Coremap di Indonesia. Beberapa lokasi mengalami peningkatan tutupan karang seperti kawasan perlindungan laut di tingkat desa yang disebut Daerah Perlindungan Laut (DPL). Sementara lokasi terumbu karang yang berada di luar wilayah Coremap perubahannya cenderung bervariasi, ada yang meningkat, ada pula kondisi yang menurun. Penurunan kondisi terumbu karang disebabkan oleh kerusakan fisik misalnya penambangan karang, pemboman ikan, peletakan bubu tindis, dll. Disisi lain, kematian karang juga disebabkan oleh peningkatan suhu, pemangsaan oleh *Acanthaster planci*, *Drupella*, *Diadema* dan ikan kakatua (Acanthuridae).

Selama masa pengelolaan terumbu karang oleh Coremap, peristiwa kematian masal karang akibat bleaching di Indonesia terjadi tahun 2009-2010. Selama lebih dari 20 tahun, telah terjadi bleaching karang secara masal yakni pada: 1979-80, 1982-83, 1987, 1991, 1994, 1998. Pada masa bleaching karang kehilangan ciri warna spesifiknya selama beberapa minggu dan menjadi sangat putih tampaknya. Kejadian bleaching karang pada 12 tahun yang lalu (1998) tidak dilaporkan secara serentak di Indonesia (Yusuf, dkk. 2009; Jompa and Yusuf, 2010).

Dampak sekunder akibat meningkatnya suhu air adalah munculnya penyakit karang pasca bleaching. Penyakit karang umumnya diakibatkan oleh menurunnya kondisi lingkungan perairan, baik diakibatkan oleh variabilitas suhu, bahan pencemaran, salinitas, pH, dsb. Penyakit karang adalah satu-satunya tantangan bagi komunitas karang yang resiliens. Untuk saat ini, kajian penyakit

karang menjadi focus bahasan oleh para peneliti biologi terumbu karang karena penyakit karang berinteraksi dan berdampak pada kesehatan terumbu karang.

Penurunan kondisi lingkungan perairan akan menjadi faktor yang mengkhawatirkan dalam pengelolaan resiko wabah penyakit karang. Sokolow (2009) mencatat bahwa penyakit manusia berhasil direduksi melalui peningkatan sanitasi lingkungan dan penyediaan air bersih lebih baik dibanding mengobati penyakit yang sudah terjangkit pada individu dan populasi manusia. Prinsip yang sama yang bisa diterapkan pada bencana penyakit karang di laut dengan meminimalisir sampah dan tetap menjaga kualitas air sekitar secara lokal.

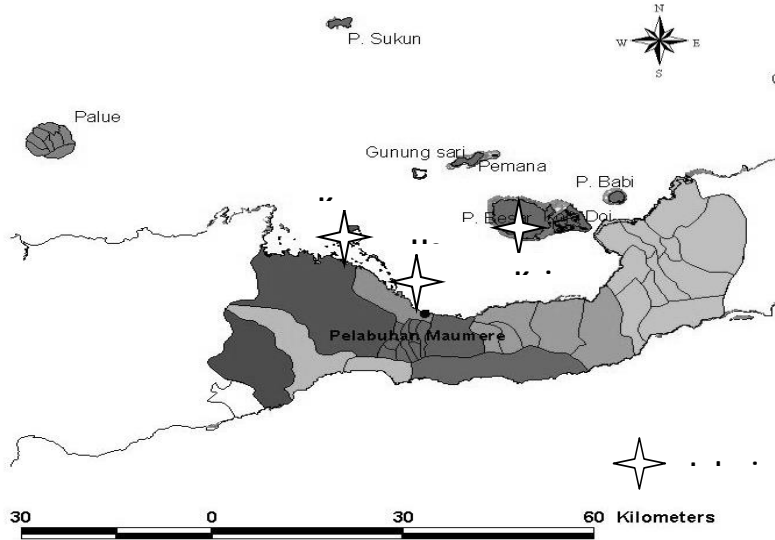
Belum banyak penelitian yang mengungkap bagaimana prevalensi penyakit karang pada daerah yang sudah dilindungi (*protected area*). Beberapa pertanyaan yang masih perlu dibuktikan secara ilmiah mengenai keberadaan penyakit karang, yakni bagaimana kondisi kesehatan terumbu karang yang dikaitkan dengan prevalensi penyakit karang secara lokal. Pertanyaan berikutnya, bagaimana pengaruh keberadaan Daerah Perlindungan Laut (DPL) terhadap kemungkinan terserangnya penyakit karang. Dari pertanyaan penelitian tersebut, maka transformasi ke dalam tujuan dari penelitian ini yakni memahami prevalensi penyakit karang dalam konteks kesehatan terumbu karang di dalam dan luar daerah perlindungan laut di Teluk Maumere.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di sekitar wilayah terumbu karang Teluk Maumere Flores yang memiliki Daerah Perlindungan Laut yang dibentuk oleh Coremap II Kabupaten Sikka. Daerah Perlindungan Laut dipilih adalah yang masih aktif dikelola oleh LPSTK Desa yang bersangkutan dan atas rekomendasi pemerintah setempat. Tiga daerah perlindungan laut terpilih adalah Desa Kolisia, Desa Hewuli, Desa Kojadoi. Setiap desa dilakukan sampling pada dua titik penyelaman yakni di dalam area DPL dan luar DPL sebagai pembandingan keduanya. Pada setiap area dalam DPL dan luar DPL ditarik garis transek sepanjang 10 meter yang diulang sebanyak 5 kali (5 x 10 m). Pada transek tersebut dibuat transek sabuk (*belt transek*) selebar 1 meter sehingga luas daerah pengamatan setiap unit 10 m² x 5 unit transek (50 m²). Dalam transek sabuk peneliti menulis jenis-jenis penyakit karang pada koloni karang keras (*Ordo Scleractinia*) dan mencacah serta mengukur diameter semua koloni untuk semua jenis karang dalam transek.

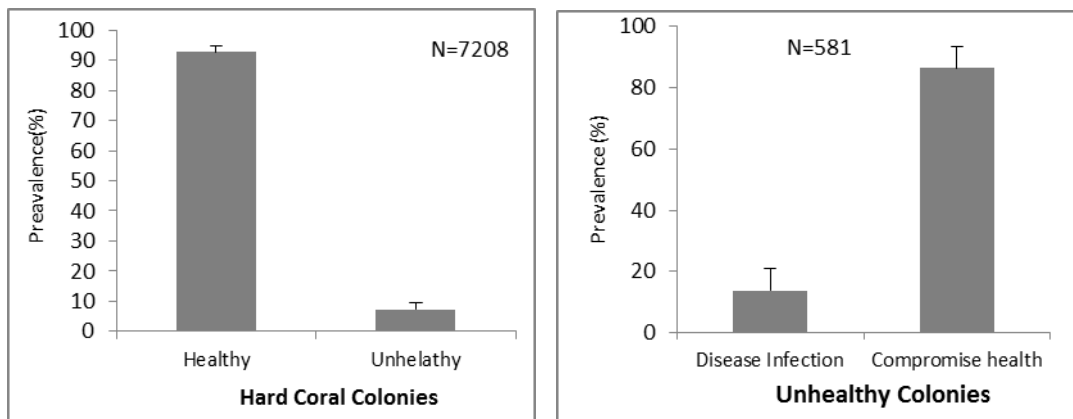
Untuk membatasi pandangan dalam transek sabuk digunakan pipa berukuran satu meter (*singel*) yang dibentangkan tegak lurus terhadap garis transek yang memanjang (Haapkyla et al. 2007, 2009). Transek tersebut diletakkan pada dua stratifikasi atau zona terumbu, yakni pada puncak terumbu (*reef crest*) kedalaman 1-3 meter dan pada zona lereng terumbu (*reef slope*) kedalaman 4 - 7 meter. Jumlah seluruh transek sebanyak 5 kali x 2 kedalaman x 3 lokasi x 2 DPL dan NonDPL = 60 transek x 10 m² = 600 m² sudah disurvei. Setiap lokasi transek ditentukan secara acak dengan kedalaman yang sudah ditentukan. Transek digelar sejajar garis pantai mengikuti kontur terumbu karang. Penentuan stasiun permanen ini menggunakan referensi alat *Geographic Positioning System* (GPS) untuk pemantauan berikutnya.

Setiap koloni spesies dihitung dan diukur diameternya dan diidentifikasi hingga tingkat taksonomi terendah '*spesies atau genus*'. Prevalensi setiap penyakit karang dikalkulasi dengan cara membagi jumlah karang yang 'terkena penyakit' dibagi dengan jumlah seluruh koloni yang tercatat dalam transek.

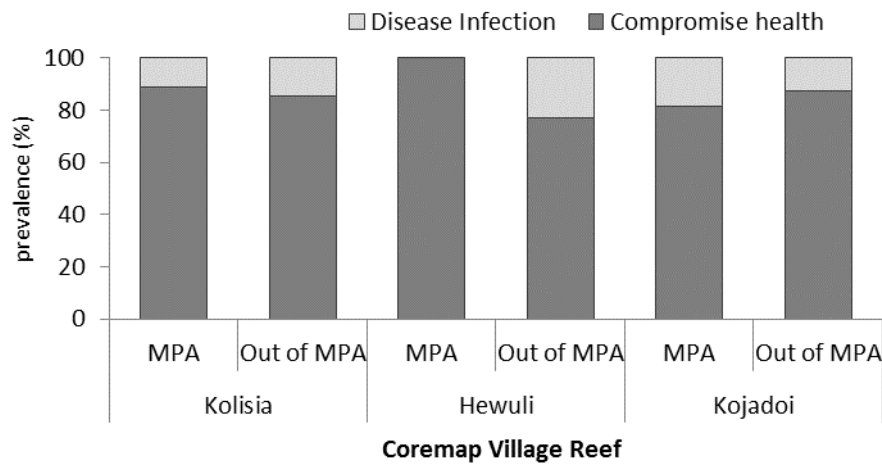


Gambar 1. Lokasi penelitian penyakit karang di Teluk Maumere, ditandai dengan bintang empat. .

Telah dilakukan survei penyakit karang di tiga lokasi Desa Coremap Kabupaten Sikka, yakni terumbu karang desa Hewuli, Kolisia dan Kojadoi sebagai sampel mewakili Lokasi Teluk Maumere. Masing-masing lokasi terdiri dari dua substasiun yakni di dalam dan luar MPA Desa, setiap substasiun terdiri atas lima transek yang panjangnya masing-masing 10 m. Total koloni karang yang tercatat sebanyak 7208 individu koloni. Dari jumlah tersebut ternyata hanya 7,24 % koloni karang yang terkena gangguan baik yang dipredasi, bleaching, kompetisi atau overgrowth maupun terinfeksi penyakit, sedangkan 92,76 % dalam kondisi sehat. Jumlah koloni karang yang terganggu 581 koloni, tercatat 13,74% yang terinfeksi penyakit dan 86,26% yang tergolong *compromise health* (Gambar2).



Gambar2. Prevalensi koloni karang yang sehat dan berpenyakit



Gambar 3. Prevalensi karang sehat dan karang berpenyakit di dalam DPL dan luar DPL di Teluk Maumere, Sikka.

Gambar 3 di atas menunjukkan prevalensi koloni karang yang terinfeksi penyakit dan koloni karang yang compromise health. Kasus penyakit yang terinfeksi pada karang di daerah ini relatif lebih tinggi yakni pada lokasi out of MPA Desa Hewuli 22,94%, MPA Kojadoi 18,52%; out of MPA Kolisia 14,67%. Pada umumnya gangguan terhadap koloni karang kurang dari 10 persen pada semua lokasi, baik dalam MPA maupun di luar MPA, namun terumbu karang di dalam MPA Desa Hewuli memiliki prevalensi penyakit karang yang sangat rendah yakni 2,84 persen. Hasil analisis Anova ($p < 0,05$) menunjukkan tidak ada perbedaan infeksi penyakit karang antar desa maupun antar MPA (Tabel 1).

Tabel 1. Analysis of variance jumlah karang yang terinfeksi penyakit

Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	1014,489	1	.	.	.
MPA	Hypothesis	74,648	1	74,648	,365	,654
	Error	204,526	1	204,526(b)		
DESA	Hypothesis	26,840	3	8,947	,044	,983
	Error	204,526	1	204,526(b)		
MPA * DESA	Hypothesis	204,526	1	204,526	.	.
	Error	,000	0	.(c)		

Adapun jenis penyakit (disease) terhadap karang keras pada semua lokasi survei yakni : white syndrome, Yellow band disease, Black Band Disease, Skeletal Eroding Band, Growth Anomaly (GA), Bleaching (BL) dan Tissue Lost (STL). Prevalensi penyakit karang umumnya di bawah 5 persen (Tabel 1). Sementara bentuk predasi yang ditemukan berasal dari Fish predation, COTS, dan Drupella dengan prevalensi yang umumnya lebih tinggi antara 10-16 persen. Pada kelompok gangguan ‘Compromise Health’ khususnya algae overgrowth prevalensinya lebih tinggi dibanding akibat cyanobacteria dan flatworm infestation.

Penyakit karang merupakan salah satu penyebab menurunnya kualitas terumbu karang (Hayes and Goreau 1998; Harvell et al. 2002; Weil et al. 2002). Saat ini peneliti memiliki pengetahuan yang terbatas mengenai ekologi atau patologi penyakit karang sekitar terumbu karang Indo-Pasifik dalam perspektif kesehatan terumbu karang. Sejak laporan pertama penyakit karang oleh Antonius pada tahun 1973, laju penemuan penyakit baru meningkat secara drastis lebih dari 29 jenis penyakit karang yang gambarkan oleh Green and Bruckner tahun 2000. Beberapa laporan saintis termasuk dari Indo-Pacific, lebih dari 80%

terumbu karang dunia (Bryant et al. 1998) tercatat memiliki proporsi yang tinggi (>65%) dalam Global Disease Database, dimana terumbu karang Caribbean menjadi pusat kajian penyakit karang beberapa tahun lalu (Green and Bruckner 2000).

Isu dan penelitian penyakit karang di Indo Pasifik sudah dimulai di Palau Filipina, namun bagaimana dengan terumbu karang yang berada di Indonesia? Sejak Haapkila (2009) melakukan penelitian penyakit karang di P. Hoga Wakatobi, para peneliti mulai tertarik dengan beberapa kasus penyakit karang di Indonesia. Dengan berbagai ancaman kualitas air laut terutama yang berdekatan dengan daerah pesisir terumbu karang Indonesia berpeluang munculnya penyakit karang. Hasil investigasi sementara oleh dua peneliti Drew Harvel dan Bette Willis tahun 2010 menunjukkan bahwa terumbu karang yang berada di Kepulauan Spermonde lebih banyak terinfeksi dibanding dengan terumbu karang yang terdapat di Kepulauan Wakatobi. Arniati (2012) dan Awaludinnoer (2013) telah menemukan beberapa penyakit karang di kepulauan Spermonde Makassar.

Peningkatan kejadian penyakit karang ditandai sejak meningkatnya stressor lokal maupun global yang memicu mewabahnya penyakit karang (Halpern, et.al. 2008; Knowlton and Jackson, 2008). Burge et.al. (2013) memprediksi bahwa kesempatan mewabah penyakit karang pada organisme terumbu karang tergantung pada perubahan fisik dan biologi dalam perairan laut. Namun sekitar perairan Teluk Sikka, tidak terlihat adanya tekanan lingkungan dari antropogenik kecuali adanya perubahan kondisi terumbu karang yang sudah berlangsung cukup lama.

Kesimpulan

Terumbu karang di Teluk Maumere mendapat ancaman kematian akibat penyakit karang sebesar 7,24 persen. Prevalensi penyakit karang tersebut lebih didominasi oleh jenis gangguan lain yang disebut compromise health, dibanding gangguan infeksi penyakit yang sebenarnya. Jenis penyakit yang membahayakan berasal dari White Syndrome, Yellow Band Disease, Black Band Disease, Skeletal Eroding Band, Growth Anomaly (tumor), Bleaching dan Tissue Lost. Sementara gangguan lain berasal dari predasi hewan laut seperti ikan, keong Drupella, dan fish predation, pigmented respon akibat bioeroder. Prevalensi penyakit karang lebih banyak terjadi di luar Daerah Perlindungan Laut dibanding di dalamnya.

Daftar Referensi

- Burge, C.A., et al. (2013) Special Issue Oceans and Humans Health: The Ecology of Marine Opportunists. *Microbial ecology*
- Haapkylä J, Seymour AS, Trebilco J, Smith D. 2007. Coral disease prevalence and coral health in the Wakatobi Marine Park, south-east Sulawesi, Indonesia. *J Mar Biol Ass U.K.* 87:403-414.
- Haapkylä J, Unsworth RKF, Seymour AS, Melbourne-Thomas J, Flavell M, Willis BL, Smith DJ. 2009. Spatio-temporal coral disease dynamics in the Wakatobi National Park, South-East Sulawesi, Indonesia. *Dis Aquat Org* 87: 105-115.
- Halpern, B.S., et al. (2008) A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319, 948-952
- Knowlton, N. and Jackson, J.B.C. (2008) Shifting baselines, local impacts and global change on coral reefs. *PLoS biology* 6, e54
- Massinai, A. 2012. Kondisi dan sebaran penyakit karang keras di Kepulauan Spermonde. Disertasi PascaSarjana Universitas Hasanuddin.
- Sokolow, S. (2009) Effects of a changing climate on the dynamics of coral infectious disease: a review of the evidence. *Diseases of aquatic organisms* 87, 5-18

Komposisi Jenis dan Kepadatan Anemon Laut di Perairan Pantai Barat Pulau Barrang Lompo Kota Makassar, Sulawesi Selatan

Syainullah Wahana^{1*}, Hadiratul Kudsiyah², Muhammad Nur¹

¹Program Magister Perikanan, Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin

²Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Makassar 90241

*E-mail: wahanalatambaga@gmail.com

ABSTRAK

Anemon laut merupakan biota laut yang tergolong dalam kelompok Actinaria dan tersebar di perairan Indonesia, umumnya ditemukan disekitar ekosistem terumbu karang, padang lamun dan perairan berpasir. Nilai ekonomis penting dari anemon laut diantaranya sebagai pelengkap ikan hias *Amphiprion* pada akuarium dan sebagai bahan makanan di beberapa daerah. Penelitian dilakukan pada bulan Januari hingga maret 2011 di perairan pantai barat pulau Barrang Lompo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Penelitian ini bertujuan mengetahui komposisi jenis dan kepadatan anemon pada kedalaman A (0 - 5 m) dan B (5-10 m). Penelitian ini menggunakan metode transek kuadrat. Analisis data menggunakan uji-t untuk melihat perbedaan pada setiap stasiun dan kedalaman. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 3 jenis anemon laut yang tergolong dalam 2 kelas yaitu Entacmaea dan Sticodactyla. Ketiga jenis anemon laut tersebut adalah Entacmaea quadricolor, Sticodactyla gigantea, dan Sticodactyla haddoni. Kepadatan pada setiap stasiun dikategorikan rendah, dengan kisaran nilai 0,02-0,14 Ind/m². Kepadatan jenis anemon tertinggi terdapat pada jenis Sticodactyla gigantea (0,14 Ind/m²). Uji statistik terhadap kepadatan anemon laut menunjukkan tidak ada perbedaan baik pada setiap stasiun dan kedalaman.

Kata kunci: Anemon Laut, Kepadatan, Komposisi Jenis, Kota Makassar, Pulau Barrang Lompo

Pendahuluan

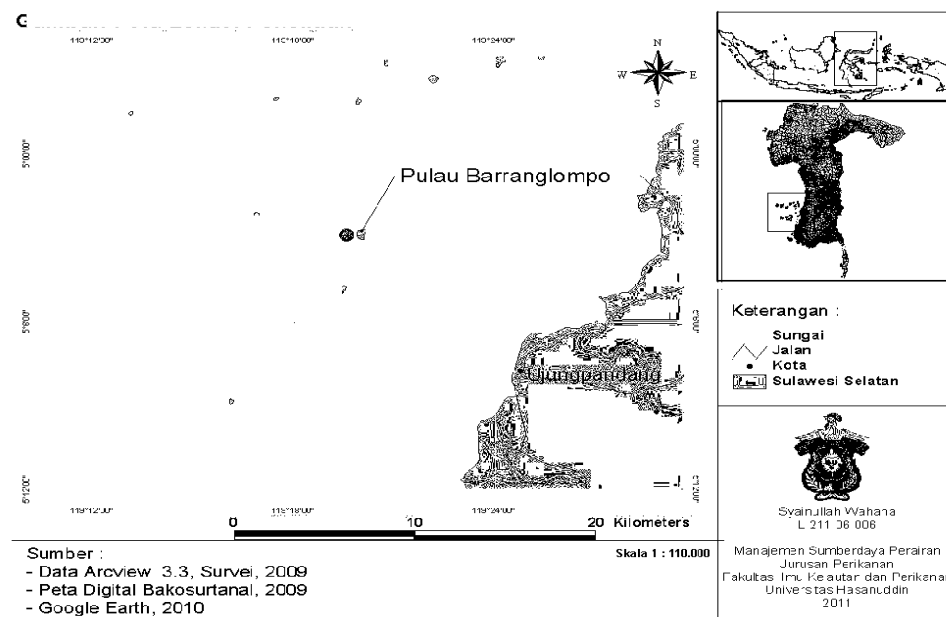
Indonesia memiliki banyak potensi sumberdaya pesisir dan laut dibandingkan dengan Negara lain karena wilayahnya yang mempunyai keanekaragaman tertinggi di dunia, Menurut Supriharyono (2009) ekosistem sumberdaya perairan laut di wilayah pesisir diketahui sangat produktif. Salah satu sumberdaya laut yang telah ada dan selalu dimanfaatkan sebagaimana masyarakat pesisir dan pulau-pulau kecil adalah anemon laut, karena merupakan salah satu komoditi perairan laut yang memiliki nilai ekonomis dan ekologis yang sangat penting.

Anemon laut merupakan salah satu kelompok biota air laut yang biasa di temukan di daerah perairan laut tropis. Dunn (1981) menyatakan bahwa bangsa *Actinaria* telah ditemukan dan tersebar di perairan Indonesia sebanyak 10 jenis yang berdasarkan habitat dan kedalamannya. Secara umum biota tersebut biasa tersebar disekitar ekosistem terumbu karang, daerah berpasir, dan ada pula yang tersebar di sekitar ekosistem padang lamun. Biota ini pula biasanya sangat di sukai sebagai bahan makanan, terutama di luar negeri antara lain Prancis, Jepang, Korea, dan Kepulauan Pasifik Bagian Timur (Rifa'i, 2009). Nilai ekonomis penting lain dari anemon laut adalah dapat dijadikan sebagai hewan pelengkap pengisi akuarium air laut yang menyerupai bunga dan biasa di tempati oleh ikan *Amphiprion* untuk sebagai tempat tinggalnya. Menurut Allen (1974), anemon menjadi tempat hidup bersama bagi 26 jenis ikan hias *Amphiprion* termasuk 1 jenis *Premas biaculeatus*. Anemon laut dan ikan *Amphiprion* akan hidup dan tumbuh dengan apabila hidup bersama-sama, tetapi apabila hidup sendiri-sendiri tanpa simbiosis mutualisme maka salah satu atau keduanya akan terganggu pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya (Allen 1975 dan Randall *et.al.*, 1990).

Pulau Barrang lombo Wilayah Kecamatan Ujung Tanah merupakan pulau yang terletak tidak jauh dari Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan. Jarak tempuh dari kota Makassar ke pulau tersebut yaitu ± 1 Jam dengan menggunakan Kapal penumpang Masyarakat Pulau. Luas daratan pulau yaitu 0,49 Km² dengan jumlah penduduk 4.046 Jiwa. Perkembangan jumlah penduduk yang sangat cepat serta berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi menyebabkan pemanfaatan anemon laut terus meningkat di pulau tersebut, terutama untuk memenuhi permintaan pasar ikan dan anemon hias domestik dan ekspor. Sehingga apabila pemanfaatan anemon oleh nelayan tidak terkontrol dengan baik dapat menyebabkan degradasi habitat terhadap ekosistem di perairan pulau. Olehnya penelitian mengenai komposisi jenis dan kepadatan anemon laut diharapkan dapat memberikan informasi awal tentang anemon laut yang dapat dimanfaatkan dalam pengelolannya, khususnya di perairan pantai Barat pulau Barrang Lompo Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan selama tiga Bulan, yaitu pada bulan Januari hingga akhir Maret 2011, bertempat di Pulau Barrang Lompo, Kota Makassar Sulawesi Selatan (Gambar 1). Identifikasi jenis Anemon laut dilakukan di Hatchery Marine Station, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Agar anemon contoh tetap hidup, anemon di lepaskan di kolam budidaya (Hatchery) Keong Mas LIPI dan DIKTI Pulau Barrang Lompo untuk memperbaiki kondisinya sebelum dikembalikan ke perairan laut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Prosedur Penelitian. Tahapan awal kegiatan penelitian yaitu melakukan beberapa kegiatan pendahuluan antara lain melakukan observasi lapangan dan studi literatur. Observasi dimaksudkan untuk mengidentifikasi permasalahan sebagai dasar dari pengembangan hipotesis awal dan dalam perencanaan pelaksanaan penelitian. Selanjutnya dilakukan studi literatur untuk penguatan kerangka pikir penelitian dengan cara penelusuran literatur yang berhubungan dengan objek studi penelitian serta penyusunan kerangka metode penelitian. Beberapa Bahan dan metode yang digunakan yaitu Meteran Rol (digunakan sebagai transek garis) untuk mengukur panjang stasiun pengamatan dilakukan di pantai Barat pulau Barrang Lompo. Stasiun pengamatan terdiri atas tiga bagian yaitu : (1) Bagian Utara, (2) Bagian Tengah, dan (3) Bagian Selatan. Dimana, pada masing-masing stasiun dilakukan dua kali penarikan transek garis

dari pantai ke arah laut lepas. Sedangkan jarak transek garis tiap stasiun ke stasiun berikutnya yaitu 50 m.

Pada setiap transek garis ditempatkan transek kuadrat berukuran 5x5 m² pada kedalaman 0-5 dan 5-10 meter; Untuk pengambilan data lapangan di dalam bawah laut digunakan 2 set Peralatan selam (digunakan oleh 2 orang penyelam dalam melakukan pendataan). Patok skala / tali dan pemberat di bawahnya (mengukur kedalaman perairan) yaitu pada saat dilakukan pengamatan. Termometer yang (digunakan mengukur suhu permukaan air laut), Suhu yang diukur adalah suhu perairan pada kedalaman 0-5 dan 5-10 meter pada masing-masing stasiun. Seichi disk (digunakan mengukur kecerahan perairan), yang diambil mulai dari atas permukaan laut hingga kebawah dasar laut sampai piring seichi mulai tidak kelihatan. Pengamatan kecerahan dilakukan pada saat sampling, Kecerahan diukur adalah kecerahan perairan pada kedalaman 0-5 dan 5-10 meter di masing-masing stasiun dengan menggunakan Seichi disk (Piringan Seichi). Plastik sampel (digunakan untuk sebagai wadah penyimpanan sampel anemone) yang telah ditemukan sehingga anemon laut dapat diidentifikasi dengan mudah dan tepat. Sabak dan alat tulis menulis (digunakan mencatat data pada saat pengamatan) sehingga dengan mudah dilakukan analisis. Kamera Bawah Air (digunakan mengambil gambar kondisi habitat anemon laut) sehingga dapat diketahui gambaran lingkungan kondisi perairan dari setiap stasiun penelitian dan Salinometer (digunakan mengukur salinitas perairan), Pengamatan salinitas perairan dilakukan pada saat sampling di lapangan, Sampel air laut dimasukkan kedalam gelas ukur kemudian mencelupkan salinometer kedalam gelas ukur sampai salinometer tidak bergerak maka akan terlihat nilai salinitas yang ditunjukkan pada alat tersebut, selanjutnya mencatat skala salinitas yang terbaca. Sehingga dapat diketahui kadar salinitas air pada setiap stasiun dengan kedalaman perairan yang berbeda yaitu 0-5 dan 5-10 meter.

Komposisi Jenis dan Kepadatan. Peubah yang diamati adalah jenis dan jumlah individu anemon laut yang terdapat dalam transek kuadrat. Identifikasi dilakukan di Marine Stasiun Barrang Lompo menggunakan buku petunjuk, *The Clownfish Sea Anemones: Sticodactylidae (Coelenterata: Actinaria) and Other Sea Anemones Symbiotic with Pomacentrid Fishes* (Dunn, 1981) dan *Field Guide to Anemone Fishes and Their Host Sea Anemones* (Fautin dan Allen, 1997). Anemon laut yang telah teridentifikasi, selanjutnya dimasukkan kedalam kolam budidaya Hatchery Keong Mas IPTEKDA LIPI Pulau Barrang Lompo, untuk menstabilkan kondisinya sebelum dikembalikan ke laut. Analisis data yang diamati yaitu meliputi komposisi jenis dan kepadatan anemon laut dengan melihat perbedaan diantara beberapa sampel pada kedalaman 0-5 dan 5-10 meter di setiap stasiun penelitian.

Komposisi Jenis. Komposisi jenis dihitung dengan menggunakan formula berdasarkan petunjuk Krebs (1989, dalam Ali *et al.*, 1994) sebagai berikut :

$$KJ_i = \frac{n_i}{n} \times 100\% \quad (1)$$

dimana KJ_i = Komposisi jenis ke-I, n_i = Jumlah individu ke-I dan N = Jumlah individu seluruh spesies.

Kepadatan. Kepadatan anemon laut dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D_i = \frac{\sum n_i}{A} \quad (2)$$

Dimana D_i = Kepadatan Jenis ke-I, n_i = Jumlah individu ke-I, A = Luas daerah pengamatan

Untuk mengetahui perbedaan kepadatan anemon laut antar stasiun dan antar kedalaman maka akan dianalisis menggunakan SPSS 17 dengan melakukan uji *Mann-Whitney*.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Jenis. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat 3 jenis anemon laut yang ditemukan antara lain, *Entacmaea quadricolor*, *Sticodactyla gigantea*, dan *Sticodactyla haddonii* (Gambar 2).



Gambar 2. Anemon laut yang ditemukan selama penelitian *Sticodactyla gigantea* (A), *Sticodactyla haddonii* (B), *Entacmaea quadricolor* (C)

Anemon laut jenis *Sticodactyla gigantea* umumnya ditemukan di perairan yang berhabitat di terumbu karang – pasir. Biasanya mereka bersembunyi di Gua - Gua Terumbu Karang tetapi kadang mereka keluar dari persembunyiannya. Sebagian dari jenis ini juga terdapat di habitat lamun – pasir. *Sticodactyla haddonii* ditemukan di perairan yang berhabitat lamun - pasir. tetapi terkadang juga terlihat menurut Dunn (1981) hidup di daerah karang mati berpasir pada kedalaman 3 m dan jenis anemone laut *Entacmaea quadricolor* ditemukan pada substrat yang keras seperti pecahan - pecahan karang, mereka menempel dengan keras pada substrat sehingga sangat susah untuk dilepaskan. Yasir *et al.* (2010) menyatakan jenis ini umumnya menghuni habitat dengan kondisi pecahan karang hancur, pasir dan celah-celah karang.

Tabel 1. Komposisi jenis anemon laut yang ditemukan pada masing-masing stasiun dan kedalaman di Pantai Barat Pulau Barrang Lompo Kota Makassar Sulawesi Selatan selama penelitian

Stasiun	Kedalaman (Meter)	Komposisi Jenis (%)		
		<i>Entacmaea quadricolor</i>	<i>Sticodactyla gigantea</i>	<i>Sticodactyla haddonii</i>
1	0 - 5	0	60	40
	5 - 10	60	40	0
2	0 - 5	0	77.78	22.23
	5 - 10	50	50	0
3	0 - 5	0	55.55	33.33
	5 - 10	75	25	0

Berdasarkan Tabel 1 dapat diperhatikan bahwa komposisi jenis pada masing-masing stasiun hanya jenis *Sticodactyla gigantea*, yang memiliki nilai tertinggi pada masing-masing stasiun, berada pada kedalaman 0 - 5 m di stasiun 2 yaitu 77.78%. Jenis *Sticodactyla haddonii* merupakan jenis terendah yang hanya hidup di kedalaman 0 - 5 m, nilai tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu 40%. Sedangkan jenis *Entacmaea quadricolor* merupakan jenis yang hanya hidup di kedalaman 10 m, nilai tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 75 %. Hal ini menunjukkan bahwa hanya *Sticodactyla gigantea* yang dapat hidup dengan baik di semua stasiun. Hal ini disebabkan karena ada beberapa jenis anemon laut yang tidak dapat hidup di kedalaman tertentu. Dunn (1981) menyatakan bahwa jenis dari *Entacmaea quadricolor* didapatkan biasanya hidup di daerah terumbu karang dari surut rendah sampai kedalaman 40 m, jenis dari *Sticodactyla gigantea* hidup

dengan habitat pasir dan tepian padang lamun, sedangkan jenis *Sticodactyla haddonii* hidup di daerah karang mati berpasir pada kedalaman 3 m.

Kepadatan. Kepadatan jenis anemon berdasarkan setiap stasiun (Tabel 2) menunjukkan jenis *Sticodactyla gigantea* merupakan jenis anemon yang paling banyak ditemukan dengan nilai kepadatan tertinggi terdapat pada stasiun 2 di kedalaman 0-5 meter yaitu 0,14 Ind/m². Kepadatan *Sticodactyla haddonii* hanya ditemukan pada kedalaman 0-5 meter di setiap stasiun dengan nilai kepadatan tertinggi hanya 0.06 Ind/m² dan kepadatan *Entacmaea quadricolor* hanya ditemukan pada kedalaman 10 m di setiap stasiun dengan nilai kepadatan tertinggi juga 0.06 Ind/m².

Tabel 2. Kepadatan anemon laut yang ditemukan pada masing-masing stasiun dan kedalaman di pantai Barat Pulau Barrang Lompo Kota Makassar Sulawesi Selatan selama penelitian

Stasiun	Kedalaman (Meter)	Kepadatan Anemon Laut (Individu/m ²)		
		<i>Entacmaea quadricolor</i>	<i>Stichodactyla gigantea</i>	<i>Stichodactyla haddonii</i>
1	0 - 5	0.00	0.06	0.04
	5 - 10	0.06	0.04	0.00
2	0 - 5	0.00	0.14	0.04
	5 - 10	0.04	0.04	0.00
3	0 - 5	0.00	0.10	0.06
	5 - 10	0.06	0.02	0.00

Uji Statistik *Mann-Whitney* terhadap kepadatan anemon laut menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$) dari setiap jenis yang di temukan di setiap stasiun pada kedalaman 0-5 m dan 5-10 m Perairan Pantai Barat. Dunn (1981) menjelaskan bahwa perbedaan-perbedaan lingkungan yang sukar diketahui dalam faktor-faktor tersebut, seperti halnya kekeruhan air, perbedaan suhu dan terlindung atau tidaknya habitat dari kelas *Anthozoa* dapat menggeser keseimbangan dari keuntungan kelompok yang satu dengan kelompok yang lainnya.

Parameter Lingkungan. Kondisi parameter lingkungan perairan pada masing-masing stasiun dan kedalaman dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kondisi Parameter Lingkungan Perairan pada masing-masing Stasiun dan kedalaman di perairan pantai Barat Pulau Barrang Lompo Kota Makassar Selama Penelitian.

Parameter	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3	
	3 m	10 m	3 m	10 m	3 m	10 m
Salinitas (ppt)	22.8	22.6	23.8	23.4	23.8	23.6
Suhu (°C)	29.4	29.2	28.6	28.5	38.7	38.4
Kecerahan (%)	100 %	100%	100 %	100%	100 %	100%

Kecerahan perairan relatif sama pada semua stasiun yaitu 100 %. Suhu perairan yang didapatkan selama penelitian berlangsung yaitu berkisar antara 29.1-31°C. Nilai suhu ini merupakan kisaran umum di perairan Indonesia Nusantara berkisar antara 28-31°C, nilai dari kisaran suhu ini masih sesuai dengan kehidupan anemon laut di pulau Barrang Lompo, karena menurut Rifa'I (2009) mengemukakan bahwa kisaran suhu perairan yang didapatkan di pulau Barrang Lompo pada saat melakukan penelitiannya yaitu berkisar antara 27.7-32.5°C.

Selanjutnya menjelaskan bahwa kisaran suhu ini masih berada pada kisaran normal bagi kehidupan anemon laut.

Salinitas perairan yang didapatkan pada saat penelitian di lokasi pengamatan yaitu berkisar antara 22.8-23.8 ppt. Rifa'I (2009) mengemukakan bahwa kisaran salinitas perairan yang ditemukan selama penelitiannya berlangsung di Pulau Barrang Lompo yaitu berkisar 32.9-34.7 ppt, kisaran ini masih berada pada kisaran normal bagi kehidupan anemon laut. Selanjutnya lagi menjelaskan bahwa penurunan salinitas yang cepat dapat terjadi melalui *run off* air tawar, hujan lebat, atau banjir. Selama penelitian berlangsung terjadi penurunan salinitas karena di lokasi penelitian terjadi hujan lebat sehingga pada saat pengambilan sampel mempengaruhi salinitas perairan di lokasi pengamatan saat melakukan penelitian. Faktor lingkungan yang berpengaruh pada perubahan salinitas yaitu pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan alairan air sungai (Nontji, 1987).

Kesimpulan

Hasil penelitian memberikan kesimpulan sebagai berikut bahwa anemon laut di perairan pantai Barat pulau Barrang Lompo terdiri dari 3 spesies yaitu *Entacmaea quadricolor*, *Stichodactyla gigantea*, dan *Stichodactyla haddonii*. Selain itu, kepadatan jenis anemon tertinggi terdapat pada jenis *Stichodactyla gigantea* dengan nilai kepadatan tertinggi terdapat pada stasiun 2 di kedalaman 0-5 meter yaitu 0,14 Ind/m². Kepadatan anemon laut juga tidak berbeda nyata pada berbagai lokasi dan kedalaman perairan. Serta kondisi lingkungan perairan masih layak bagi kehidupan anemon laut pada setiap stasiun.

Daftar Referensi

- Ali, S.A., C. Rani dan M. Hatta, 1994. Studi Tingkat Kehidupan dan Keragaman Jenis Karang Sebagai Salah Satu Pendekatan Pengelolaan Sumberdaya Pantai di Tanjung Bira. Laporan Penelitian. Pusat Studi Lingkungan, Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Allen, G.R., 1974. Damselfishes of the South Seas. T.F.H. Publication. Inc. Sydney. Australia.
- Dunn, D.F. 1981. The Clownfish Sea Anemones: Stichodactylidae (Coelenterata: Actinaria) and Other Sea Anemones Symbiotic with Pomacentrid Fishes. Transactions of the American Philosophical Society.
- Fautin, D.G. And Allen. 1997. Field Guide to Anemone Fishes and Their Host Sea Anemones. Western Australian Museum, Perth Australia. <http://www.nhm.ku.edu>.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Djembatan. Jakarta.
- Randall, J.E., G.R. Allen, and R.C. Steene. 1990. Fishes of The Great Barrier Reef and Coral Sea. House Press Bathurst, Australia, Pub. USA, University of Hawaii Press.
- Rifa'I, M.A. 2009. Dinamika Symbiont Alga Zooxanthellae Anemon Laut *Stichodactyla gigantea* (Forsskal 1775), Alam dan Hasil Rekayasa Reproduksi Aseksual, Pascasarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Supriharyono. 2009. Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Yasir I., Syaifuddin dan Sumarjito. Identifikasi Jenis Ikan Anemon (Amphiprioninae) dan Anemon simbiotiknya di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. Jurnal ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol 2, No.2, Hal. 10-16. Desember 2010.

Variasi Musiman Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Distribusi Klorofil Selama Musim Monsoon Tenggara di Perairan Indonesia

W. Samad^{1*}, J-H Oh², D. A. Suriamihardja³

¹Dept. of Marine Science, Hasanuddin University, Indonesia.

²Dept. of Environmental and Atmospheric Science, Pukyong National University, Korea

³Dept. of Physics, Hasanuddin University, Indonesia

*E-mail: acilws@gmail.com

ABSTRAK

Distribusi Suhu Permukaan Laut (SPL) dan konsentrasi klorofil (CHL) permukaan telah dianalisis dengan menggunakan variabilitas musiman ketika hembusan angin monsun tenggara di belahan bumi selatan perairan Indonesia. Data satelit digunakan untuk merumuskan variasi musiman SPL dan distribusi CHL permukaan selama periode monsun tenggara. Hasil menunjukkan bahwa distribusi CHL lebih tinggi terkonsentrasi di sepanjang perairan pesisir selatan Jawa dan Sumatera selama periode Juni – Juli – Agustus (JJA) hingga September – Oktober – November (SON). Fase berkembangnya variabilitas musiman SPL dan CHL menunjukkan perbedaan selama periode JJA dan SON. Fenomena ini jelas terlihat dalam analisis korelasi antara SPL dan konsentrasi CHL permukaan. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa variasi musiman tidak semata-mata dipengaruhi oleh angin pasat tenggara tetapi juga oleh Indian Ocean Dipole (IOD). Studi ini menyoroti adanya respon CHL permukaan akibat proses fisis pada skala waktu musiman. Peningkatan konsentrasi CHL pada variabilitas musiman ditandai dengan SPL yang lebih rendah dari normal karena adanya gerakan vertikal massa air dari lapisan yang lebih dalam ke lapisan permukaan.

Kata Kunci: Perairan Indonesia, monsun tenggara, SPL, CHL, IOD.

Pendahuluan

Isu meningkatnya pemanasan bumi yang dibarengi meningkatnya suhu permukaan bumi mendapat banyak perhatian kalangan para ahli bumi beberapa tahun terakhir mengenai pemanasan global. Bukan hanya negara-negara maju yang mengalaminya akan tetapi turut mempengaruhi keadaan iklim di Indonesia. Salah satu indikator yang mudah dikenali penyebab meningkatnya suhu permukaan bumi adalah karbondioksida (CO₂). CO₂ merupakan gas pencemar yang menjadi penyebab meningkatnya level suhu udara di atmosfer. Penyumbang CO₂ terbesar pada mulanya hanya kepada Negara-negara maju dengan kemajuan industrinya (Paulson and Simpson, 1977). Meskipun penyebab meningkatnya suhu permukaan laut bukan hanya disebabkan oleh isu pemanasan global melainkan suatu kejadian interaksi laut atmosfer dan menjadi perhatian mendalam, khususnya para ahli kebumihan (Manabe, 1969; Korres et al, 2000). Di sisi lain, suhu permukaan laut (SPL) merupakan salah satu indikator penting dalam mempelajari sifat fisis dan dinamika suatu perairan, sehingga menarik perhatian untuk dikaji sehubungan dengan meningkatnya konsentrasi klorofil pada saat angin pasat tenggara berhembus sangat kuat pada periode musim timur hingga pada musim peralihan yaitu, Juni-Juli-Agustus (JJA) dan September-Oktober-November (SON) (Susanto et al., 2001). Selama periode JJA-SON konsentrasi klorofil permukaan cenderung meningkat yang ditandai turunnya suhu permukaan laut lebih dari kondisi normal beberapa lokasi di belahan bumi selatan perairan Indonesia. Meningkatnya konsentrasi klorofil permukaan menjadi perhatian para ahli kebumihan yang menyatakan bahwa erat hubungannya dengan peristiwa Indian Ocean Dipole (IOD) di Samudera Hindia dan pengaruh ENSO di samudera Pasifik (Susanto and Marra, 2005). Fenomena IOD yang spektakuler tersebut serempak para ahli menyatakan minatnya untuk meneliti lebih jauh tentang kejadian tersebut (Iskandar et al., 2010; Sartimbul et al., 2010; Meyers et

al., 2007). Namun, pada waktu yang bersamaan para peneliti juga menemukan adanya korelasi antara turunnya suhu permukaan laut yang signifikan mengindikasikan kejadian meningkatnya unsur hara yang diikuti naiknya massa air lapisan dalam ke lapisan permukaan yang diperkirakan sangat subur akan unsur hara. Proses ini menjadi penyebab meningkatnya konsentrasi klorofil-a pada beberapa tempat di perairan Indonesia. Proses naiknya massa air ke lapisan permukaan yang membawa partikel yang kaya unsur hara sebagai sumber kehidupan bagi ekosistem laut terutama ikan-ikan pelagis, sehingga areal ini sangat potensial untuk dijadikan sebagai areal penangkapan ikan. Berdasarkan informasi para peneliti laut dan atmosfer bahwa kejadian unik ini terjadi pada saat periode Juni-Juli-Agustus (JJA) hingga September-Oktober (SON) yang dikenal sebagai musim timur bagi wilayah Indonesia.

Kejadian dipole mode di samudera Hindia juga diikuti oleh kejadian ENSO (El-Nino Southern Oscillation) yaitu kondisi dimana tahun-tahun kejadian munculnya IOD bertepatan dengan tahun-tahun ENSO (Kunarso et al., 2005; Lalli and Parson, 1994; Saji et al., 1999; Lehodey et al., 1997). Oleh karena itu, penelitian ini memberikan pemahaman tentang analisis fisis keterkaitan antara kejadian IOD dan ENSO. Selanjutnya, analisis komposit akan digunakan untuk mengidentifikasi variabilitas musiman berdasarkan data satelit MODIS-Aqua yang diolah menggunakan perangkat lunak komputer berbasis MATLAB. Hasil tersebut akan diverifikasi berdasarkan informasi dan data observasi yang sudah ada sebelumnya..

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada kondisi periode musim timur hingga periode musim peralihan, dengan asumsi bahwa pada bulan Juni-Juli hingga Agustus (JJA) dikelompokkan sebagai musim timur, sedangkan September-Oktober-November (SON) sebagai musim transisi dari periode musim timur ke musim penghujan untuk wilayah Indonesia pada umumnya. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian untuk wilayah perairan Indonesia dan sekitarnya

Ketersediaan Data. Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metadata yang dapat diakses pada link berikut ini dengan ketersediaan data hanya sampai pada tahun 2011.

Data angin di atas perairan Indonesia dari NCEP/NCAR re-analisis bulanan: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.nmc.html>.

Komponen Zonal and meridional pada level permukaan pada bulan Desember 2002 – Desember 2011 dengan format NetCDF.

Klorofil permukaan diperoleh dari SeaWiFS re-analisis bulanan data klorofil. Ocean Color Time Series online visualization and analysis system data based on the GES-DISC interactive online visualization analysis infrastructure (Giovanni) <http://reason.gsfc.nasa.gov/>. dari bulan Desember 2002 – Desember 2011.

Untuk mengestimasi variabilitas musiman suhu permukaan laut dan klorofil digunakan data dari Ocean Watch <http://las.pfeg.noaa.gov/> yang disajikan oleh Coast watch and SWFSC/Environmental Research Division, NOAA.

Prosedur. *Setting syarat batas lokasi penelitian.* Syarat batas penelitian mengacu kepada koordinat bujur $92^{\circ}00'00''$ - $152^{\circ}00'00''$ E dan lintang $-12^{\circ}00'00''$ U - $12^{\circ}00'00''$ S.

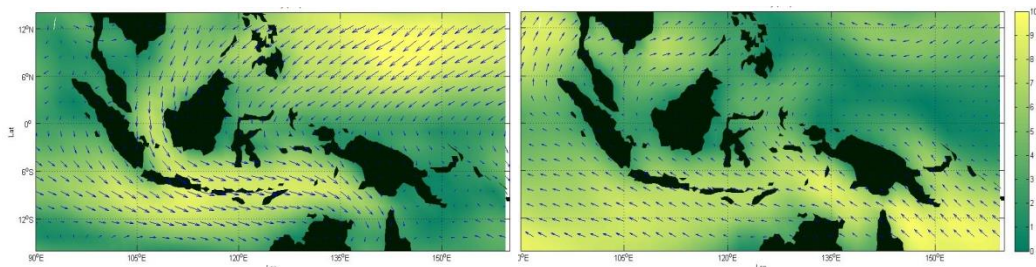
Mengekstrak data dengan ext. NetCDF. Data yang telah diperoleh dari link yang disebutkan pada link di atas kemudian diekstrak menggunakan perangkat lunak Matlab. Visualisasi data tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Panoply dari NASA yang dapat diperoleh secara gratis. Selanjutnya data ekstensi netcdf yang sudah di peroleh dapat dibaca dengan membuat listing program menggunakan Matlab sesuai syarat batas daerah penelitian.

Menjalankan program (running). Data-data yang sudah diperoleh dengan ekstensi netcdf kemudian dirunning dengan menggunakan program Matlab, namun sebelumnya terlebih dahulu dibuat listing program singkatnya.

Hasil dan Pembahasan

Angin Musim. *Periode Musim Barat.* Muson barat atau muson musim dingin timur laut adalah angin yang bertiup pada bulan Oktober-April di Indonesia. Angin ini bertiup saat matahari berada di belahan bumi selatan, yang menyebabkan benua Australia sedang mengalami musim panas, berakibat pada tekanan minimum dan benua Asia lebih dingin, berakibat memiliki tekanan maksimum. Menurut *Hukum Buys Ballot*, angin akan bertiup dari daerah bertekanan maksimum ke daerah bertekanan minimum, sehingga angin bertiup dari benua Asia menuju benua Australia, dan karena menuju selatan khatulistiwa, maka angin akan dibelokkan ke arah kiri. Pada periode ini, Indonesia akan mengalami musim hujan akibat adanya massa uap air yang dibawa oleh angin ini, saat melalui lautan luas dibagian utara (Samudera Pasifik dan Laut Cina Selatan).

Periode Musim Timur. Muson timur atau muson musim panas barat daya adalah angin yang bertiup pada bulan April-Oktober di Indonesia. Angin ini bertiup saat matahari berada di belahan bumi utara, sehingga menyebabkan benua Australia terjadi musim dingin, sehingga bertekanan maksimum dan benua Asia lebih panas, sehingga bertekanan minimum. Menurut *Hukum Buys Ballot*, angin akan bertiup dari daerah bertekanan maksimum ke daerah bertekanan minimum, sehingga angin bertiup dari benua Australia menuju benua Asia, dan karena menuju utara khatulistiwa, maka angin akan dibelokkan ke arah kanan. Pada periode ini, Indonesia akan mengalami musim kemarau akibat angin tersebut melalui gurun pasir di bagian utara Australia yang kering dan hanya melalui lautan yang sempit. Periode angin musim barat maupun angin musim timur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Profil rata-rata angin pada periode saat musim barat (Desember-Januari-Februari) dan periode musim tenggara (JJA)

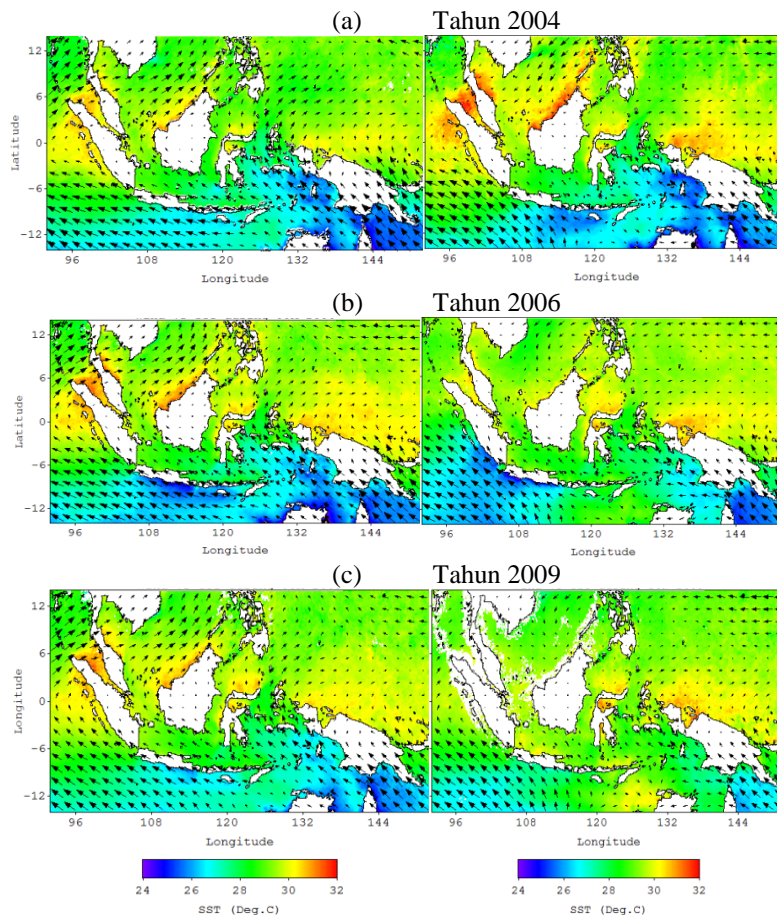
Distribusi Suhu Permukaan Laut (SPL). ENSO atau Elnino Southern Oscillation merupakan peristiwa adalah gejala penyimpangan (anomali) pada suhu permukaan samudra Pasifik di pantai barat Ekuador dan Peru yang lebih tinggi daripada rata-rata normalnya. Kejadian ini kemudian semakin sering muncul yaitu minimal tiga hingga tujuh tahun serta dapat memengaruhi iklim dunia selama

lebih dari satu tahun. Klasifikasi tahun-tahun ENSO (baik pada kondisi El Nino maupun kondisi La Nina) diambil dari indeks ONI (Oceanic NINO Index), MEI (Multivariate ENSO Index) dan DMI (Dipole Mode Index), seperti rangkuman yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Tahun-Tahun ENSO dan IOD yang digunakan dalam kajian ini

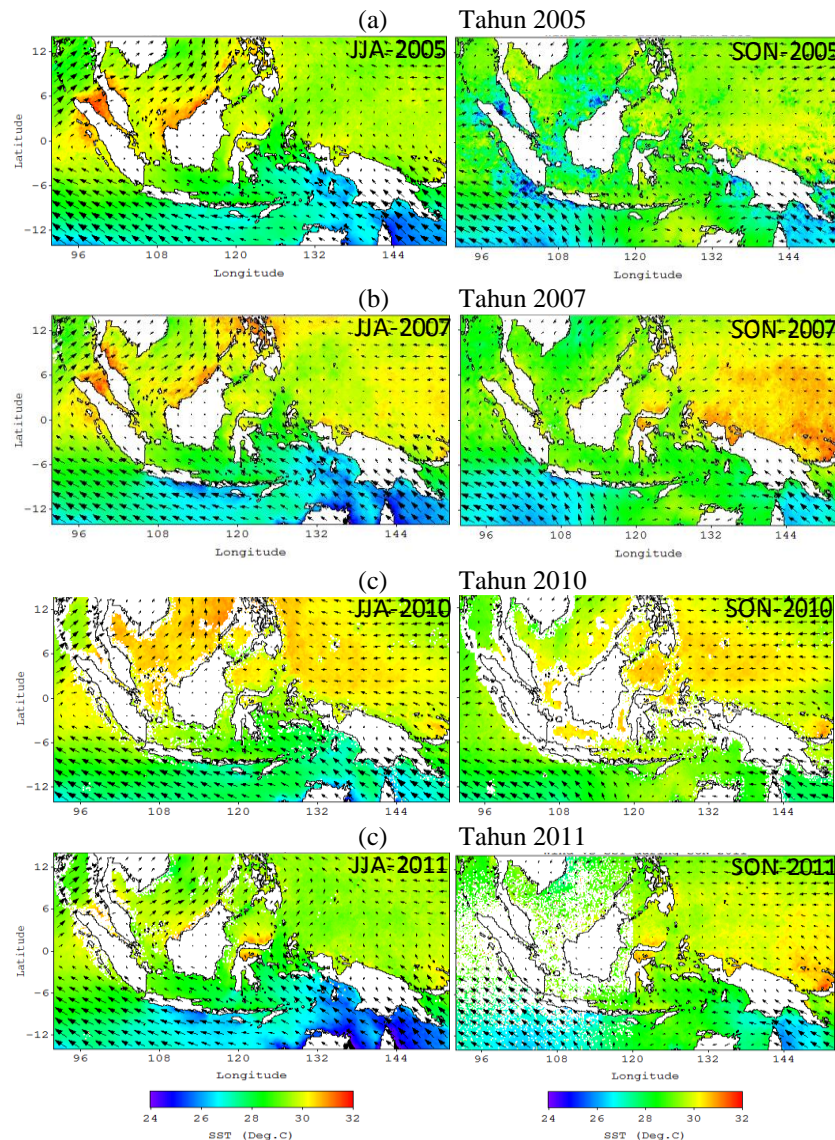
Tahun-Tahun Kejadian	Variabilitas Iklim
2004	El Nino dan IOD (-)
2005	La Nina dan IOD (-)
2006	El Nino dan IOD (+)
2007	La Nina dan IOD (+)
2009	El Nino dan IOD (+)
2010	La Nina dan IOD (+)
2011	La Nina dan IOD (+)

SPL + Angin selama tahun-tahun kejadian El-Nino (2004, 2006, 2009). Pengaruh ENSO diperairan Indonesia cukup terasa seperti kejadian El nino dan La Nina yang selalu memberikan efek terhadap dinamika iklim dalam segala sektor kehidupan. Ketika pengaruh El Nino yang sifatnya kering sehingga memperpanjang masa kemarau di beberapa wilayah di Indonesia. Dampaknya terasa ketika memasuki musim munsun tenggara sekitar akhir Mei hingga pada bulan peralihan musim kering ke musim penghujan diperkirakan sekitar akhir November. Angin pasat tenggara berhembus sangat kuat yang mampu menggerakkan lapisan massa air di lapisan permukaan laut menjadi penyebab terangkatnya lapisan yang lebih dalam ke lapisan permukaan, sehingga pada musim tenggara ini menyebabkan sebaran klorofil terkonsentrasi di sepanjang pantai selatan Jawa hingga Sumatra. Salah satu indikasinya adalah meningkatnya konsentrasi klorofil permukaan yang diindikasikan dengan suhu yang lebih rendah dari kondisi normal.



Gambar 3. Rata-rata musiman suhu permukaan laut yang di overlay dengan angin periode JJA dan SON selama kejadian El-Nino dan IOD.

Fenomena penurunan suhu permukaan laut sangat signifikan pada musim tenggara di tahun El Nino (Gambar 3[a-c]) dibandingkan pada tahun-tahun La Nina seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4[a-d]. Hal ini menjadi unik, karena bukan hanya pada kondisi El Nino akan tetapi bersamaan munculnya peristiwa yang spektakuler di Samudera Hindia dengan fenomena Indian Ocean Dipole (IOD) khususnya pada tahun 2006-2007. Konsentrasi klorofil sangat tinggi dalam areal yang sangat luas. Luasnya area tersebut merupakan peran angin pasat tenggara yang mampu menggerakkan arus permukaan laut jauh dari lepas pantai. Konsentrasi klorofil ini terkonsentrasi hampir seluruh perairan di bagian selatan Jawa-Sumatra selama musim tenggara hingga musim peralihan.



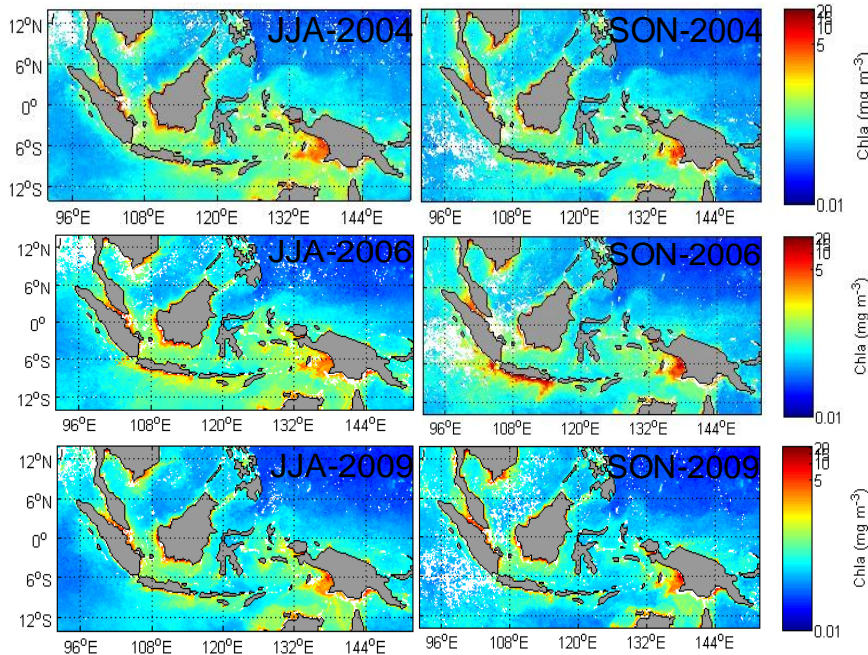
Gambar 4. Rata-rata musiman suhu permukaan laut yang di overlay dengan angin periode JJA dan SON selama periode La Nina dan IOD

SPL + Angin selama tahun-tahun kejadian La-Nina (2005, 2007, 2010, 2011). Suhu permukaan laut pada musim tenggara pada tahun-tahun La Nina masih dominan di kisaran antara 25-28°C khususnya di sepanjang pantai selatan perairan Jawa-Sumatra. Semakin kuat hembusan angin pasat maka distribusi suhu permukaan juga semakin luas bahkan sampai ke daerah lepas pantai. Peran arus permukaan menjadi media bagi konsentrasi klorofil mencapai jangkauan yang cukup luas selama pengaruh angin munsun masih ada. Pengaruh angin pasat ini berubah secara signifikan mulai November hingga awal Desember. Karena

periode ini kekuatan angin musim tenggara cenderung melemah akibat pergantian arah angin musim, dimana kekuatan angin musim barat sudah sangat intens selama periode Desember hingga Februari. Dorongan angin musim barat menjadi faktor penyebab melemahnya hembusan angin pasat tenggara. Fenomena ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Distribusi Konsentrasi Klorofil (Chl)

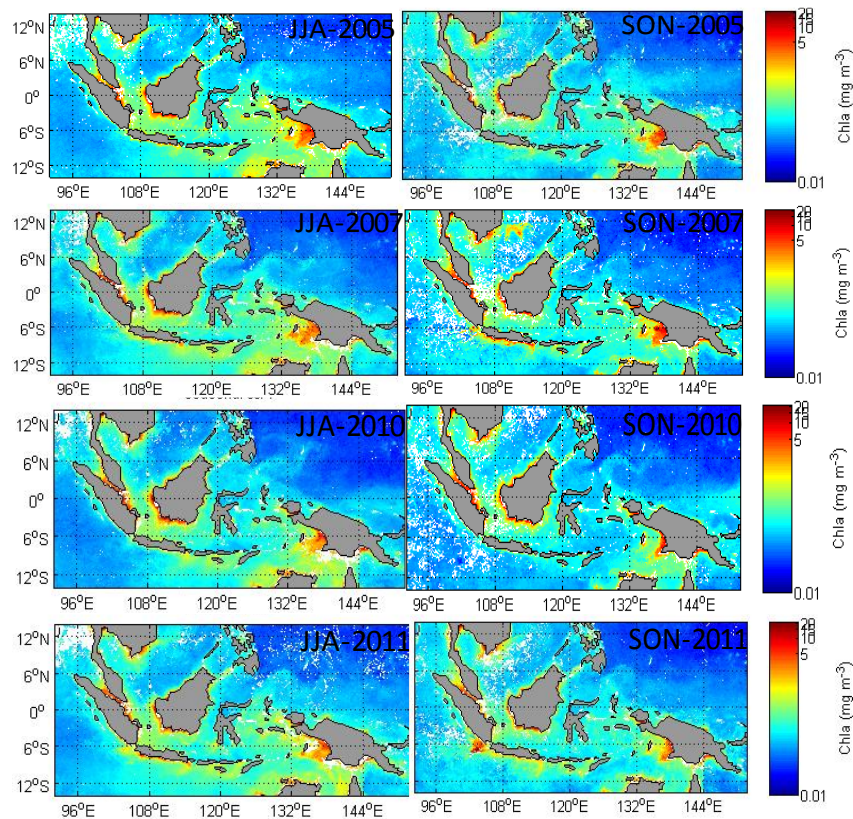
Konsentrasi Klorofil selama tahun-tahun El-Nino (2004, 2006, 2009). Sebaran klorofil permukaan terkonsentrasi di belahan bumi bagian selatan perairan Indonesia ketika hembusan angin pasat sangat intens pada periode JJA-SON. Tingginya konsentrasi klorofil di wilayah ini sangat erat kaitannya dengan angin musim tenggara yang dapat dilihat pada tahun-tahun kejadian El Nino, konsentrasi klorofil meningkat signifikan selama periode JJA-SON. Semakin kuat hembusan angin pasat maka konsentrasi klorofil justru mengalami peningkatan hingga akhir periode JJA-SON. Melemahnya angin musim ini akibat adanya dorongan angin barat laut yang mulai berhembus akibat pembalikan arah angin. Sehingga kekuatan angin musim tenggara tidak mampu lagi mendorong arus permukaan akibat hembusan angin barat laut yang mulai tumbuh. Pelemahan angin pasat tenggara ini menyebabkan pergantian musim dan arah angin di atas wilayah perairan Indonesia. Fenomena ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rata-rata musiman konsentrasi klorofil periode JJA dan SON selama periode El Nino dan IOD

Konsentrasi Klorofil selama tahun-tahun kejadian La-Nina (2005, 2007, 2010, 2011). Pengaruh angin pasat cukup signifikan terhadap periode JJA-SON pada tahun El Nino dan La Nina. Konsentrasi klorofil pada musim tenggara periode La Nina tidak setinggi pada periode El Nino. Konsentrasi klorofil permukaan pada saat angin pasat berhembus justru tidak signifikan perubahannya, namun beberapa konsentrasi klorofil beberapa wilayah perairan justru ditemukan hamper tiap musim. Kuat dugaan bahwa konsentrasi klorofil tidak selalu disebabkan oleh pengangkatan massa air dari lapisan dalam ke permukaan, melainkan suplay unsur hara dari daratan melalui sungai (run off) hingga jauh ke lepas pantai. Sehingga klorofil permukaan terkonsentrasi hampir seluruh wilayah pesisir pantai, untuk memastikan keberadaan klorofil (hamper permanent) harus dilakukan studi yang mendalam. Konsentrasi klorofil musiman dapat dilihat pada

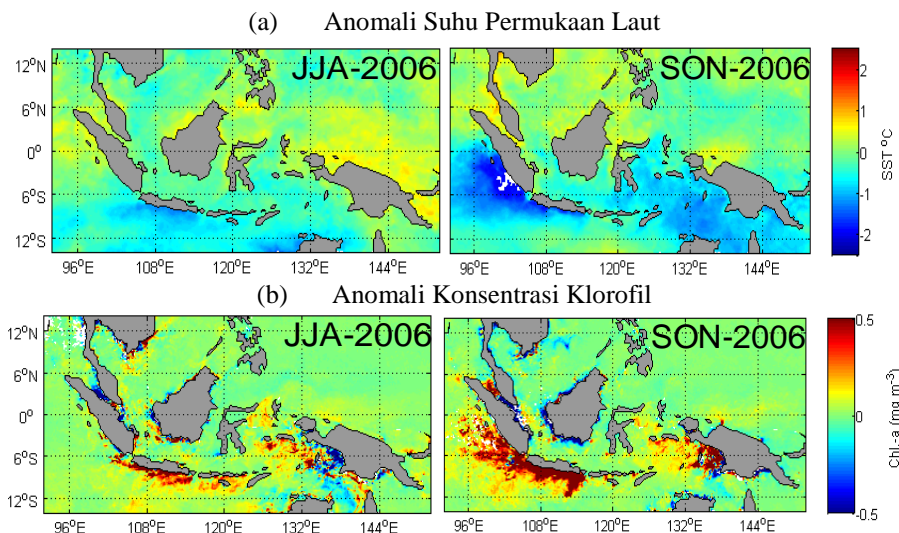
Gambar 6. Disisi lain, konsentrasi klorofil dalam skala tahunan sangat tinggi pada tahun 2006 (periode 2003-2011) fenomena ini menggambarkan bahwa kuatnya pengaruh angin pasat selama periode JJA-SON yang bersamaan munculnya kejadian IOD di Samudera Hindia dan pengaruh El Nino.



Gambar 6. Rata-rata musiman konsentrasi klorofil periode JJA dan SON selama periode La Nina dan IOD

Anomali Musiman Suhu Permukaan Laut dan Klorofil. Kejadian *El Nino + IOD Tahun 2006*. Angin pasat tenggara yang sangat intens selama musim munsun tenggara memberikan gambaran bahwa hembusan angin tersebut mampu mendistribusikan suhu permukaan laut jauh ke arah lepas pantai khususnya di perairan pantai selatan Jawa hingga Sumatra. Distribusi suhu permukaan laut terlihat dari analisis anomali musiman selama periode JJA dan SON, khususnya pada kondisi tahun El Nino. Intensitas angin musim yang berhembus menyebabkan sirkulasi arus permukaan menjadi penyebab terikunya klorofil pada wilayah yang sangat luas. Indikator anomali suhu tersebut memberikan gambaran bahwa suhu yang rendah tidak selalu muncul pada kondisi tahun El Nino, akan tetapi terjadi secara temporer. Studi ini menjadi menarik bila digabungkan dengan analisis peristiwa ENSO couple dengan peristiwa IOD di samudera Hindia. Hanya pada tahun 2006 anomali (-) suhu permukaan terkonsentrasi di perairan pantai Selatan Jawa hingga Sumatra, dan terlihat intens pada periode SON (Gambar 7).

Intensitas angin musim yang berhembus menyebabkan sirkulasi arus permukaan menjadi penyebab terikunya klorofil pada wilayah yang sangat luas. Indikator anomali suhu tersebut memberikan gambaran bahwa peningkatan konsentrasi klorofil pada musim tenggara dengan indikator suhu yang lebih rendah dari kondisi normal, fenomena tersebut ditemukan selama periode JJA-SON seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Anomali musiman (a) SPL dan (b) Klorofil selama musim munsun tenggara pada tahun El Nino yang bertepatan kejadian munculnya IOD.

Kesimpulan

Distribusi SPL adalah berbeda setiap lokasi di perairan Indonesia. Dalam beberapa kasus di perairan Indonesia adalah dicirikan dengan munculnya massa air ke permukaan dari lapisan yang lebih dalam ke lapisan permukaan yang dikenal dengan peristiwa upwelling yang dipicu oleh angin pasat tenggara yang sangat kuat khususnya selama musim munsun tenggara. Namun, air lapisan lebih dalam yang naik ke permukaan muncul secara temporer tetapi tidak selalu, sehingga angin pasat tenggara sangat erat kaitannya dengan mekanisme pembangkitan antara suhu permukaan laut dan distribusi klorofil permukaan dan beberapa faktor lain seperti system iklim skala besar seperti pengaruh ENSO di Samudera Pasifik dan IOD di Samudera Hindia.

Angin munsun merupakan salah satu faktor sebagai sumber pembangkit melimpahnya klorofil di lapisan permukaan. Khususnya hembusan angin pasat tenggara yang diindikasikan dengan fenomena suhu permukaan laut yang lebih rendah dari normal. Namun blooming konsentrasi klorofil di lapisan permukaan tidak hanya dipengaruhi oleh kuatnya angin munsun tenggara tetapi juga ada kemungkinan pengaruh Indian Ocean Dipole Positif (IOD +) yang bersamaan munculnya dengan La Nina khususnya pada tahun 2006-2007.

Daftar Referensi

- A. Sartimbul, H. Nakata, R. Erfan, B. Yusuf, and H. P. Kadarisman, "Variation in Chlorophyll-a concentration and the impact on *Sardinella lemuru* catches in Bali Strait, Indonesia," *Progress in Oceanography*, vol. 87, pp. 168-174, 2010.
- G. Korres, N. Pinardi, and A. Lascaratos, "The Ocean Response to Low-Frequency Interannual Atmospheric Variability in the Mediterranean Sea. Part II: Empirical Orthogonal Functions Analysis," *Journal of Climate*, vol. 13, pp. 732-745, 2000.
- G. Meyers, P. McIntosh, L. Pigot, and M. Pook, "The Years of El Nino, La Nina, and Interactions with the Tropical Indian Ocean," *Journal of Climate*, vol. 20, pp. 2872-2880, Jul. 2007.
- I. Iskandar, H. Sasaki, Y. Sasai, Y. Masumoto, and K. Mizuno, "A numerical investigation of eddy-induced chlorophyll bloom in the southeastern tropical Indian Ocean during Indian Ocean Dipole-2006," *Ocean Dynamics*, vol. 60, pp. 731-742, 2010.
- Kunarso, S. Hadi, & N.S. Ningsih. 2005. *Kajian Lokasi Upwelling Untuk Penentuan Fishing Ground Potensial Ikan Tuna*. *Ilmu Kelautan*, 10(2): 61-67.
- Lalli, C.M., & T.R. Parson. 1994. *Biological Oceanography: An introduction*. Pergamon, BPC Wheatons Ltd, British. 301p.
- N. H. Saji, B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran, and T. Yamagata, "A dipole mode in the tropical Indian Ocean," *Nature*, vol. 401, pp. 360-363, 1999.

- P. Lehodey, M. Bertignac, J. Hampton, A. Lewis, and J. Picaut, "El Nino Southern Oscillation and Tuna in the Western Pacific," *Nature*, vol. 389, pp. 715-718, 1997.
- Susanto, R.D., A.L. Gordon, & Q. Zheng. 2001. Upwelling along the Coast of Java and Sumatra and Its relation to ENSO, *J. Geophysical Research Letters*. 28(8): 1599-1602.
- Susanto, D., & J. Marra. 2005. Effect of the 1997/1998 El Niño on Chlorophyll-a Variability along the Southern Coast of Java and Sumatera. *J. Oceanography*, 18(4): 124-127.
- S. Manabe, "Climate and The ocean Circulation," *Monthly Weather Review*, vol. 97, no. 11, pp. 739-749.
- T. J. Smyth, P. I. Miller, S. B. Groom, and S. J. Lavender, "Remote sensing of sea surface temperature and chlorophyll during Lagrangian experiments at the Iberian margin," *Progress in Oceanography*, vol. 51, pp. 269-281, 2001.774, Nov. 1969.

Seleksi Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Strain Majalaya Tahan Infeksi Penyakit Menggunakan Marka Molekuler Cyca-DAB1*05

Alimuddin^{1*}, Adi Sucipto², Nurly Faridah², Sri Nuryati¹, dan Ayi Santika²

¹Departmen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

²Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar, Sukabumi.

*Email: alimuddin@ipb.ac.id; alimuddin_alsani@yahoo.com

ABSTRAK

Ikan mas *Cyprinus carpio* termasuk spesies budidaya air tawar utama di Indonesia. Salah satu strain yang banyak dibudidayakan adalah strain Majalaya. Sejak tahun 2002, kematian ikan mas akibat infeksi koi herpesvirus (KHV) masih terjadi khususnya pada musim hujan. Patogen lain yang sering menginfeksi ikan mas adalah *Aeromonas hydrophila*. Vaksin untuk KHV and *A. hydrophila* telah tersedia, tetapi harganya relatif mahal. Budidaya ikan mas secara genetik tahan terhadap penyakit merupakan alternatif pemecahan masalah. Primer spesifik untuk gen Cyca-DAB1*05 didesain dan digunakan untuk memilih induk ikan mas kandidat tahan terhadap penyakit. Pada artikel ini dilaporkan strategi perakitan dan hasil uji performa ikan mas strain Majalaya terhadap infeksi KHV dan *A. hydrophila*. Induk ikan mas F0 dipilih berdasarkan keberadaan marka Cyca-DAB1*05 menggunakan metode PCR. Sebanyak 2 induk betina dan 8 induk jantan dipijahkan secara massal untuk menghasilkan ikan generasi pertama (F1), dan selanjutnya F1 yang mempunyai marka Cyca-DAB1*05 dipijahkan untuk menghasilkan ikan F2. Uji tantangan dilakukan pada ikan mas F2 (bobot sekitar 10 g) dengan menyuntikkan secara intramuskuler sebanyak 0,1 mL filtrat KHV (pengenceran 10-2), atau bakteri *A. hydrophila* (LD50). Pemeliharaan dilakukan selama 21 hari. Sampel darah diambil setiap minggu untuk analisis leukosit total, dan aktivitas fagositosis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase ikan F0 yang membawa marka Cyca-DAB1*05 adalah 50,0%, F1 sebanyak 70,0%, dan F2 sebanyak 83,3%. Ikan mas F2 yang mempunyai marka Cyca-DAB1*05 memiliki kelangsungan hidup, leukosit total, dan aktivitas fagositik lebih tinggi daripada ikan yang tidak mempunyai marka tersebut. Dengan demikian, ikan mas tahan infeksi KHV dan *A. hydrophila* dapat diproduksi menggunakan metode seleksi berbasis marka Cyca-DAB1*05, dan budidaya ikan mas tahan penyakit berpotensi tinggi mendukung program peningkatan produksi ikan nasional.

Kata kunci: daya tahan penyakit, ikan mas, seleksi berbasis marka molekuler

Pendahuluan

Ikan mas *Cyprinus carpio* merupakan spesies ikan air tawar yang sudah lama dibudidayakan dan terdomestikasi dengan baik di dunia. Di Cina, para petani telah membudidayakan sekitar 4000 tahun yang lalu sedangkan di Eropa beberapa ratus tahun yang lalu. Sejumlah varietas dan subvarietas ikan mas telah banyak dibudidayakan Asia Tenggara sebagai ikan konsumsi dan ikan hias. Di Indonesia, dikenal beberapa strain yang dibudidayakan, yakni Majalaya, Punten, Sinyonya, Domas, Merah/Cangkringan, Kumpai dan sebagainya (Hardjamulia, 1995). Pembudidayaan ikan mas di Indonesia sempat mengalami penurunan sejak serangan beberapa penyakit seperti koi herpes virus (KHV) dan bakteri *Aeromonas hydrophila*.

Serangan penyakit tersebut, makin menambah rendahnya ketersediaan induk ikan mas yang ada di masyarakat, baik kualitas maupun kuantitas. Upaya pemulihan kondisi ini terus dilakukan terutama oleh lembaga pemerintah. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi pun turut pula terlibat aktif melalui upaya meningkatkan ketahanan tubuh induk dan benih ikan mas melalui treatment immunostimulan dan vitamin C, seleksi level alel dengan marka Cyca DAB1*05 untuk ketahanan terhadap penyakit bakterial, memperbaiki kualitas lingkungan pemeliharaan serta terus mencari teknik pemeliharaan yang diduga mampu mengeliminir serangan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dr. Krzysztof L. Rakus seperti yang tertuang dalam buku “Major Histocompatibility (MH) Polymorphism Of Common Carp: Link With Disease Resistance”, maka besar harapan untuk dapat segera menghasilkan ikan yang tahan penyakit. Kajian dan penerapan bioteknologi level alel ini telah diinisiasi tahun 2009 dan secara berkesinambungan dilanjutkan hingga tahun 2013 ini, khususnya pada strain Majalaya. Respon imun biasanya terkait dengan adanya molekul MHC class I dan MHC class II. Molekul MHC class I secara spesifik terlibat dalam mengeliminir infeksi virus melalui mekanisme sitotoksik. Sedangkan MHC class II akan mengaktifkan sel-sel fagosit untuk memproduksi antibodi dan mengaktifkan karakter-karakter imunologi yang terlibat dalam mengeliminasi parasit, bakteri, dan menetralkan virus.

Beberapa penelitian telah memberi penjelasan bahwa ada hubungan antara MH polymorphism dengan ketahanan terhadap penyakit pada beberapa spesies. Namun umumnya dilakukan pada ikan salmonid. Pada ikan mas, gen MH yang ada adalah MH class I B dan MH class II B. Polymorphism dari MH class II B lebih besar dibandingkan dengan MH class I B. Gen-gen yang termasuk ke dalam MH class I B adalah Cyca-DAB*1-like genes, dan Cyca-DAB*2-like genes. CycaDAB*1-like gene bersifat ubiquitous, artinya mampu aktif di semua jaringan. Gen ini pun memiliki polymorphism yang tinggi. Sedangkan Cyca-DAB*2-like: bersifat homozygous atau seringkali tidak ditemukan (karena tidak aktif). Gen major histocompatibility complex (MHC) merupakan gen marker (penanda) kandidat yang berkaitan kuat dengan resistensi terhadap penyakit. Molekul MHC mempunyai kemampuan mengeluarkan suatu peptida pada sel limfosit T dengan keefektifan berbeda-beda yang dapat mempengaruhi respon imun organisme sehingga mempengaruhi resistensi organisme tersebut terhadap organisme patogen (Rakus, 2008).

Dari hasil penelitian Rakus (2008), telah diketahui bahwa alel Cyca-DAB1*05 merupakan bagian dari gen Cyca-DAB1 yang memiliki hubungan yang sangat kuat dengan resistensi terhadap penyakit terutama pada CyHV-3 yang juga dikaitkan dengan Koi Herpes Virus (KHV) sehingga sangat sesuai jika digunakan sebagai marker genetik pada kegiatan seleksi ikan mas *Cyprinus carpio*. Berdasarkan kesepakatan dan saran pakar dalam kegiatan Pemuliaan Ikan Mas, maka kegiatan verifikasi ikan-ikan MHC+ difokuskan pada pasangan basa 300 saja. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan ikan mas yang tahan penyakit, khususnya terhadap bakteri *Aeromonas hydrophyla* dan koi herpes virus.

Bahan dan Metode

Identifikasi stok induk ikan mempunyai marka MHC II. Identifikasi stok induk ikan mas Majalaya (F0) yang memiliki marka MHC II dilakukan menggunakan metode PCR sesuai dengan metode Alimuddin *et al.* (2011). DNA genom diekstraksi dari jaringan sirip ekor menggunakan kit komersial (Qiagen, Ltd) dengan prosedur sesuai protokol manual. DNA dilarutkan dengan 50 µL air steril, kemudian disimpan dalam lemari dingin 4°C hingga akan digunakan dalam proses PCR.

Volume reaksi PCR sebanyak 25 µL yang tersusun atas: 0,25 µL *DreamTaq DNA Polymerase* (Fermentas), 2,5 µL 10x buffer, 2,0 µL dNTPs, 1,0 µL primer forward, 1 µL primer reverse, 17,25 µL air steril, dan 1 µL DNA. Program PCR yang digunakan adalah: predenaturasi 94°C selama 3 menit, 35 siklus amplifikasi (denaturasi 94 °C selama 30 detik, *annealing* 55 °C selama 30 detik, ekstensi 72°C selama 1 menit), dan ekstensi akhir 72°C selama 5 menit. Produk PCR diseparasi dengan elektroforesis pada gel agarosa 1%, kemudian divisualisasi menggunakan cahaya ultraviolet dan didokumentasi.

Produksi dan pemeliharaan ikan mas generasi satu dan dua. Ikan mas generasi dua (F2) dihasilkan dengan cara memijahkan ikan mas generasi satu (F1)

betina dan jantan yang memiliki marka MHC II, dan ikan F1 dihasilkan dengan cara memijahkan ikan F0 betina dan jantan yang memiliki marka MHC II. Pemijahan induk ikan mas dilakukan menggunakan metode *induced spawning*, dengan menyuntikkan ovaprim untuk sebanyak 0,5 ml/kg. Setelah induk mengalami ovulasi dan spermiasi, telur dan sperma dikoleksi, dan pembuahan telur dilakukan secara buatan. Metode penetasan telur, pendederan dan pembesaran ikan dilakukan mengacu kepada protokol perbanyakkan calon induk ikan mas (*Cyprinus carpio*) galur murni (PPIMN, 2012).

Uji Tantang Bakteri *Aeromonas hydrophila*. Daya tahan ikan mas terhadap infeksi bakteri *A. hydrophila* dilakukan menggunakan dosis LD₅₀. Ikan mas F2 (panjang total 5-8 cm) yang membawa marka dan yang tidak membawa marka MHC II dipastikan tidak terinfeksi parasit, bakteri dan virus sebelum digunakan dalam uji tantang. Uji tantang dilakukan dengan menyuntikkan secara intramuskuler suspensi bakteri *A. hydrophila* sebanyak 0,1 ml/ekor. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 14 hari, dan ikan diberi pakan komersial (kadar protein 28%) secara *ad libitum*. Jumlah ikan yang mati setiap hari dihitung, dan sampel jaringan diambil untuk memastikan kematian ikan diakibatkan oleh bakteri *A. hydrophila*.

Uji Tantang KHV. Sama halnya pada uji tantang dengan bakteri *A. hydrophila*, ikan mas F2 (panjang total 5-8 cm) yang membawa marka dan yang tidak membawa marka MHC II dipastikan tidak terinfeksi parasit, bakteri dan virus sebelum digunakan dalam uji tantang. Uji tantang dilakukan mengikuti metode Nuryati (2010). Uji tantang dilakukan dengan menyuntikkan secara intramuskuler filtrat KHV sebanyak 0,1 ml/ekor. Pemeliharaan ikan dilakukan pada suhu air 20-25°C, selama 14 hari, dan ikan diberi pakan komersial (kadar protein 28%) secara *ad libitum*. Jumlah ikan yang mati setiap hari dihitung, dan sampel jaringan diambil untuk memastikan kematian ikan diakibatkan oleh KHV. Deteksi infeksi KHV dilakukan mengikuti metode Nuryati (2010).

Jumlah Total Leukosit. Pengambilan darah dilakukan menggunakan jarum suntik pada bagian pembuluh vena di pangkal ekor ikan. Sampel darah diambil dari tiga ekor ikan, dilakukan penghisapan dengan pipet skala 0,5, dan selanjutnya ditambahkan larutan Turk's skala 11. Pipet digoyang hingga homogen. Tetesan pertama dibuang, kemudian tetesan berikutnya dimasukkan ke dalam hemositometer dan ditutup dengan kaca penutup. Penghitungan dilakukan pada lima kotak besar. Jumlah leukosit total adalah jumlah leukosit terhitung x 50 sel mm⁻³ (Blaxhall dan Daisley, 1973).

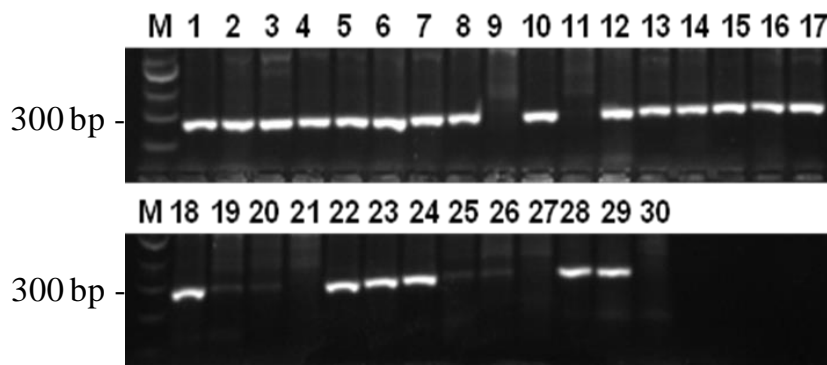
Pengukuran Aktivitas Fagositik. Darah dikoleksi menggunakan jarum suntik pada bagian pembuluh vena di pangkal ekor ikan. Sampel darah diambil dari tiga ekor ikan, dimasukkan ke mikrotiter plat sebanyak 50 µL, ditambahkan 50 µL suspensi *Staphylococcus aureus* dalam PBS (10⁷ sel), selanjutnya dicampur secara homogen dan diinkubasikan selama 20 menit. Hasil inkubasi tersebut diambil sebanyak 5 µL untuk dibuat sediaan ulas, kemudian dikeringudarkan. Selanjutnya preparat difiksasi dengan metanol, dikeringudarkan, diwarnai dengan Giemsa selama 15 menit, dicuci dengan air mengalir, kemudian dikeringkan dengan kertas tisu. Aktivitas fagositik dihitung dari persentase sel yang menunjukkan fagositosis dari 100 sel yang dihitung (Anderson dan Siwicki, 1993).

Hasil dan Pembahasan

Pewarisan marka MHC II. Berdasarkan analisis PCR terhadap 10 ekor induk betina dan 10 ekor induk jantan ikan mas varietas Majalaya yang ada di BBPBAT Sukabumi, diperoleh sebanyak 50% membawa marka Cyca-DAB1*05

(ukuran sekitar 300 bp), yakni 8 ekor ikan jantan, dan 2 ekor betina. Ikan tersebut dipijahkan secara massal untuk memproduksi ikan F1. Berdasarkan hasil PCR pada 20 ekor benih F1, terdapat 70% benih tersebut membawa marka *Cyca-DAB1*05*. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak semua F1 membawa marka *Cyca-DAB1*05*. Dengan demikian, maka sangat perlu dilakukan seleksi untuk menghasilkan induk F1 yang membawa marka *Cyca-DAB1*05*.

Produksi ikan F2 dilakukan dengan memijahkan ikan F1 secara massal. Dari 30 ekor ikan F2 yang diperiksa, diperoleh sebanyak 25 ekor (83,33%) membawa marka *Cyca-DAB1*05* (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan jumlah individu F2 membawa marka *Cyca-DAB1*05* dibandingkan dengan F0 (50%) dan F1 (70%).



Gambar 1. Elektroforegram hasil analisis marka *Cyca-DAB1*05* pada ikan mas varietas Majalaya generasi kedua (F2). Produk amplifikasi PCR untuk marka *Cyca-DAB1*05* berukuran sekitar 300 bp

Pada ikan mas Majalaya, terdapat 3 pita DNA berukuran berbeda (sekitar 300 bp, 500 bp, dan 1.000 bp) hasil amplifikasi PCR menggunakan primer yang didesain oleh Alimuddin *et al.* (2011). Pada riset ini, digunakan marka *Cyca-DAB1*05* ukuran sekitar 300 bp. Ikan mas varietas Majalaya tahan penyakit ini telah lolos evaluasi rilis varietas ikan baru pada tahun 2014. Selanjutnya, ikan ini bisa diperbanyak untuk disebar ke pembudidaya, meskipun belum semua memiliki marka *Cyca-DAB1*05*. Marka *Cyca-DAB1*05* juga sedang diaplikasikan untuk menghasilkan ikan mas tahan KHV di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Jambi, Balai Pengembangan Budidaya Ikan Nila dan Mas, Wanayasa-Purwakarta, dan Balai Penelitian Pemuliaan Ikan, Sukamandi.

Pada penelitian ini, dengan menyilangkan antar ikan F1, persentase progeni F2 belum semuanya memiliki marka *Cyca-DAB1*05*. Produksi massal ikan mas mempunyai marka MHC II dapat dilakukan dengan menggunakan induk homozigot. Secara teoritis, individu homozigot dapat dihasilkan dengan memijahkan antar ikan F1 atau F2. Melalui uji progeni, individu homozigot dapat diidentifikasi, tetapi metode ini memerlukan waktu dan fasilitas banyak. Secara molekuler, primer tertentu dapat digunakan untuk mendeteksi individu homozigot menggunakan metode real-time PCR. Namun demikian, jumlah alel pada MHC II relatif banyak (Rakus *et al.* 2009), sehingga diperlukan strategi khusus untuk mendapatkan primer tersebut.

Daya tahan terhadap penyakit. Hasil uji tantang menunjukkan bahwa ikan mas Majalaya F2 memiliki marka MHC II secara signifikan lebih tahan (kelangsungan hidup 74,4%) terhadap serangan bakteri *A. hydrophila* dibandingkan ikan mas Majalaya non-MHC (kelangsungan hidup 21,1%) (Tabel 1). Daya tahan ikan mas F2 terhadap infeksi KHV juga lebih tinggi ($p < 0,05$) daripada ikan mas dari masyarakat. Ikan mas Majalaya F2 memiliki kelangsungan hidup 100%, sedangkan ikan mas dari masyarakat hanya hidup 12,5% (Tabel 1).

Tabel 1. Kelangsungan hidup, jumlah leukosit total, dan indeks fagositik ikan mas varietas Majalaya generasi kedua hasil seleksi berbasis marka MHC II, diuji tantang dengan koi herpesvirus dan bakteri *Aeromonas hydrophila*, selama 21 hari.

Parameter	Ikan F2 memiliki marka MHC II	Ikan tidak memiliki marka MHC II
Kelangsungan hidup (%):		
KHV	100,0±0,0 ^a	12,5±3,5 ^b
<i>A. hydrophila</i>	74,4±8,4 ^a	21,1±5,1 ^b
Leukosit total (x10 ³)	52,9±2,6 ^a	19,4±2,3 ^b
Aktivitas fagositik	22,0±1,0 ^a	8,3±2,5 ^b

Ikan mas non-MHC diperoleh dari pembudidaya. Leukosit total dan index fagositik diperoleh dari ikan ditantang dengan KHV. Nilai disajikan dalam bentuk rerata ± simpangan baku, dengan tiga ulangan. Huruf superskrip berbeda pada lajur sama menunjukkan berbeda nyata menggunakan uji lanjut Duncan ($p < 0,05$).

Kelangsungan hidup ikan yang memiliki marka MHC II relatif tinggi baik setelah diuji tantang dengan virus KHV maupun yang diuji tantang dengan *A. hydrophila*. Data ini menunjukkan bahwa ikan mas yang memiliki marka MHC II relatif resisten terhadap penyakit yang biasa menginfeksi ikan mas dibandingkan dengan ikan mas yang tidak memiliki marka MHC. Hal ini dibuktikan dengan data jumlah leukosit total ikan yang mengandung marka MHC II lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang tidak mengandung marka MHC II. Jumlah leukosit total yang tinggi menunjukkan bahwa respons imun non-spesifik ikan mas yang mengandung marka MHC II bekerja lebih dalam menghadapi infeksi virus KHV maupun bakteri *A. hydrophila*. Aktivitas fagositik yang tinggi menunjukkan bahwa ikan yang mengandung marka MHC II lebih responsif dalam melakukan fagositosis terhadap benda asing termasuk virus maupun bakteri patogen sehingga aktivitas ini mampu mendukung kelangsungan hidup yang mencapai 100% setelah uji tantang dengan virus KHV dan 74,4% setelah uji tantang dengan bakteri *A. hydrophila*.

Kesimpulan

Ikan mas strain Majalaya tahan infeksi KHV dan bakteri *A. hydrophila* dapat diproduksi menggunakan metode seleksi berbasis marka Cyca-DAB1*05, dan metode ini dapat digunakan pada ikan mas strain lainnya. Persentase ikan mas generasi kedua yang memiliki marka Cyca-DAB1*05 adalah 83,3%, meningkat daripada generasi sebelumnya. Kelangsungan hidup ikan mas F2 yang tinggi didukung oleh jumlah leukosit total, dan indeks fagositik yang lebih tinggi daripada ikan yang tidak memiliki marka Cyca-DAB1*05. Budidaya ikan mas tahan penyakit berpotensi tinggi mendukung program peningkatan produksi ikan nasional.

Daftar Referensi

- Alimuddin, Mubinun, Santika, A., Carman O., Faizal I dan Sumantadinata K. 2011. Identification of Majalaya common carp strain resistant to KHV infection using Cyca-DAB1*05 allele as the marker. Indonesian Aquaculture Journal, 6(2): 157-163.
- Anderson, D.P., and Siwicki A.K. 1993. Basic Hematology and Serology for Fish Health Programs. Second Symposium on Diseases in Asian Aquaculture Aquatic Animal Health and the Environment. Phuket, Thailand. 25-29th October 1993.
- Blaxhall, P.C. and Daisley K.W. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. Journal of Fish Biology 5: 771-781.
- Lucky, Z. 1977. *Methods for Diagnosis of Fish Disease*. American Publishing Co.
- Nuryati S. 2010. Pengembangan Vaksin DNA Penyandi Glikoprotein Virus KHV (Koi Herpesvirus) Menggunakan Isolat Lokal. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Ødegård, J., Olesen I, Dixon P, Jeney Z, Nielsen H-M, Way K, Joiner C, Jeney G, Ardó L, Rónyai A, and Gjerde B. 2010. Genetic analysis of common carp (*Cyprinus carpio*) strains. II: Resistance to koi herpesvirus and *Aeromonas hydrophila* and their relationship with pond survival. *Aquaculture*, 304: 7-13.
- Rakus K.L. 2008. Major histocompatibility (MH) polymorphism of common carp link with disease resistance. PhD Thesis. Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen University. Netherlands.
- Rakus, K.L., Wiegertjes, G.F., Adamek, M., Siwicki, A.K., Lepa, A., and Irnazarow, I. 2009. Resistance of common carp (*Cyprinus carpio* L.) to Cyprinid herpesvirus-3 is influenced by major histocompatibility (MH) class II B gene polymorphism. *Fish & Shellfish Immunology* 26: 737–743.

Uji Antibakteri Patogen Ekstrak Sponge Menggunakan Metode *High Throughput Screening* (HTS) dengan Indikator MTT (3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide)

Arniati*, Abdul Haris, dan Shinta Werorilangi

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin, Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar

*E-mail: arniatimassinai@gmail.com

ABSTRAK

Untuk menggali potensi sumberdaya sponge yang mengandung senyawa bioaktiv, perlu dilakukan penelitian mengenai potensi farmakologis sponge laut, terutama pada kawasan yang memiliki tingkat keanekaragaman jenis yang tinggi, seperti di Kawasan Timur Indonesia, khususnya di Kepulauan Spermonde, Kota Makassar. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol. Skrining aktivitas antibakteri dilakukan dengan Metode High Throughput Screening (HTS) dengan indikator MTT (3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide). Bakteri yang digunakan adalah *Salmonella typhii*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio harveyii*, dan *Pseudomonas* sp. Berdasarkan hasil skrining dengan metode HTS menggunakan indikator MTT didapatkan 8 ekstrak yang memiliki aktivitas terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila*, 6 ekstrak memiliki aktivitas terhadap *Vibrio harveyii*, 7 ekstrak memiliki aktivitas terhadap *Salmonella typhii* dan *Pseudomonas* sp. Hasil pengamatan uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa hanya ekstrak sponge *Aaptos subertiodes* (SLLWRS6-2), *Haliclona* sp (LJWWRF2-2), *Xestospongis* sp (BBLWRFx-4), *Xestospongis* sp ((KKLWRF1-1), dan *Agelas conifera* (LJLWRS 4-2) memiliki aktivitas antibakteri terhadap keempat bakteri uji. Sampel sponge yang memiliki potensi terbaik sebagai antibakteri adalah Unidentified (KKLWRF1-1) dengan konsentrasi sampel 0,65 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *Aeromonas hydrophila* dan *Salmonella typhii*, konsentrasi 0,3123 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *Vibrio harveyii*, dan konsentrasi 2,5 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *Pseudomonas* sp yang yang disolasi dari karang *Acropora* sp yang terinfeksi penyakit brown band disease.

Kata kunci : ekstrak sponge, antibakteri, Metode HTS, MTT, Kepulauan Spermonde, Makassar

Pendahuluan

Organisme laut yang mendapat perhatian para ahli terfokus pada sponge, karang lunak, karang batu, bryozoa, moluska, nudibranchia, tunikata, echinodermata, dan ganggang. Diantara organisme tersebut sponge adalah organisme yang memiliki jenis senyawa bioaktiv yang tergolong banyak dan memiliki berbagai macam aktivitas farmakologi, seperti sitotoksik, anti-HIV, antitumor, antikanker, antileukemia, antivirus, antibakteri, anti jamur, dan imunomodulator.

Di dunia terdapat sekitar 10.000 spesies sponge, di Indonesia diperkirakan sebanyak 850 spesies (van Soest, 1989) sampai 1500 spesies (Hooper dan van Soest, 2002). Sponge atau porifera adalah hewan dari phylum porifera yang merupakan salah satu hewan primitif yang hidup menetap dan bersifat filter feeder. Secara ekologi, sponge merupakan salah satu penyusun pada ekosistem pesisir dan laut, terutama pada ekosistem terumbu karang dan padang lamun yang umumnya dijumpai di perairan tropik dan subtropik (Haris 2013, Samawi et al., 2009).

Pengujian antimikroba dengan jumlah sampel yang banyak memerlukan waktu yang lama dengan medium banyak. Untuk menggali potensi farmakologis sponge laut yang jumlah jenisnya relatif banyak di Indonesia, perlu digunakan suatu metode yang dapat menskrining secara cepat dan efektif. Salah satu metode

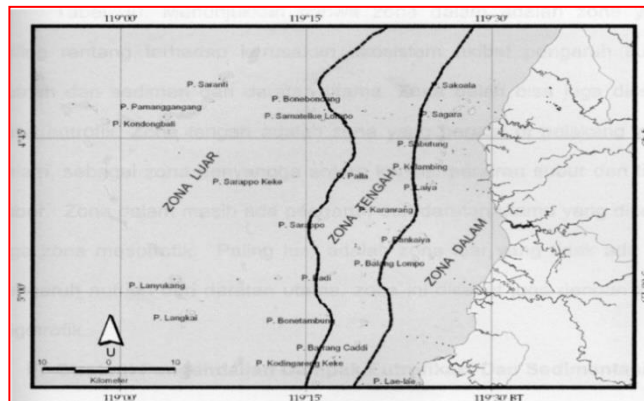
yang mempunyai kemampuan untuk menguji sejumlah besar sampel yang dapat diskripping secara cepat, efektif dan murah adalah *High Throughput Screening* (HTS). HTS terdiri atas microplate titer sebagai pelat pengujian/tempat untuk melakukan reaksi biokimiawi antara cairan sampel yang dianalisis dengan pereaksi kimia dan buffer. Dalam metode ini pengujian aktivitas antimikroba dilakukan dengan menggunakan indikator pertumbuhan sel mikroba seperti MTT, XTT, INT, dan resurin (Kasanah dan Isnansetyo, 2013).

MTT (*3-(4,5-Dimethyl-2thiazolyl)-2,5-diphenyl-2H tetrazolium bromide*) assay adalah sebuah metode yang sangat populer yang digunakan dalam penentuan proliferasi sel. Penggunaan MTT (garam tetrazolium) ditemukan oleh Mosmann (1983), dimana prinsip kerjanya adalah terjadinya pembentukan farmazan yang terbentuk akibat reduksi sel makhluk hidup. Semakin banyak organisme yang hidup semakin banyak farmazan terbentuk. Assay ini mendeteksi sel yang hidup tetapi tidak mati, sehingga signal yang terdeteksi bergantung pada seberapa besar aktivasi sel. Oleh karena itu metode ini dapat digunakan untuk mengukur bioaktivitas, bahkan sitotoksitas dan proliferasi sel pada makhluk hidup.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2013 dengan pengambilan sampel di beberapa pulau pada tingkat eutrofikasi yang berbeda di Perairan Kepulauan Spermonde Kota Makassar Sulawesi Selatan, mewakili zona luar yaitu pulau Lajukkang dan Pulau langkai, mewakili zona tengah yaitu pulau Barranglompo, pulau Bonebatang dan pulau KodingarengKkeke, sedangkan untuk zona dalam diwakili oleh pulau Samalona, pulau Lae-Lae dan pulau Kayangan. Peta menurut pembagian Zonasi Eutrofikasi Faizal (2011) didapatkan seperti pada gambar 1.

Pengamatan potensi farmakologis sponge dilakukan di Laboratorium Kimia Oseanografi, Mikrobiologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, dan Laboratorium Kimia Bahan Alam FMIPA Universitas Hasanuddin Makassar.



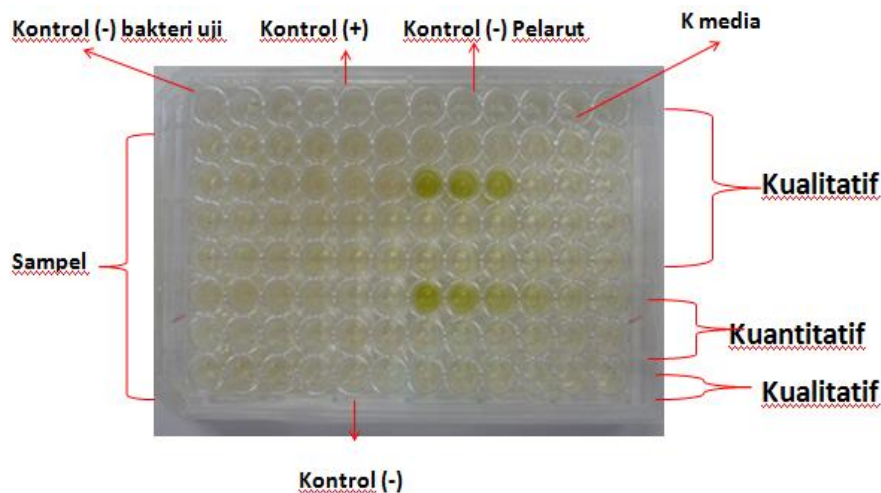
Gambar 1. Lokasi penelitian di zonasi eutrofikasi kepulauan spermonde (Faizal, 2011)

Bahan yang digunakan pada penelitian antara lain adalah: sampel sponge dari Kelas Demospongia, aquades, air laut steril, Nutrien Agar, Tryptic Soy Broth, Tryptic Soy Agar, Dimethyl sulfoxide (DMSO) buffer fosfat, aluminium foil, tissue, kapas, bakteri patogen *Vibrio harveyii*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella typhi* dan *Pseudomonas sp* (bakteri asosiasi karang terinfeksi penyakit Brown band disease), ciprofloxaci, *-3(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide* (MTT), sedangkan alat yang digunakan antara lain adalah: Microtiter plate dengan well plate 96, erlenmeyer, gelas piala, corong, batang pengaduk, corong pisah, botol sampel, kertas saring, , tabung reaksi, pipet ukur, pipet, pipetor skala 20, 40, 50 dan 100, pit, cawan petri, jarum ose, paper disc, Spektrofotometer, vaccum rotary evaporator, centrifuge, blender, waterbath,

vorteks, hot plate, pH meter, refrigerator, Sheker inkubator, oven, autoclave, Laminar flow, inkubator, mikroskop, dan kamera.

Ekstraksi. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menurut petunjuk Rachmaniar (1994, 1995). Metode tersebut adalah sebagai berikut: sponge laut di potong-potong kecil, dikeluarkan bahan-bahan pengotornya lalu ditimbang sebanyak 50 gr berat segar dan selanjutnya diblender sampai halus. Kemudian dimaserasi dengan metanol p.a 80 % sebanyak 50 ml. Setelah dimaserasi selama 24 jam, suspensi pekat disentrifuge selama 15 menit dengan kecepatan 3500 rpm. Setelah itu, ekstrak yang didapatkan disaring dengan kertas saring kemudian ditimbang untuk mengetahui konsentrasinya. Ekstrak disimpan di dalam lemari pendingin untuk dilakukan pengujian bioaktivitasnya.

Uji Aktivitas Antimikroba High Throughput Screening (HTS) dengan MTT Assay. Uji aktivitas antimikroba dengan menggunakan indikator pertumbuhan mikroba -3(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) yang ditetesi pada cawan kecil yang disebut mictotiter plate dengan 96 well plate (Mishra et al., 2008; Wang, et al., 2010) (Gambar 2). Kemampuan aktivitas antimikroba dapat diketahui dengan melihat perubahan warna setelah pemberian larutan MTT, bila terjadi perubahan warna biru-ungu berarti tidak ada aktivitas sedangkan bila tidak terjadi perubahan warna berarti ada aktivitas dari sampel uji. Metode ini dilakukan secara kualitatif untuk mengetahui ada tidaknya aktivitas antimikroba (antibakteri dan antifungi) dalam bahan uji (ekstrak sponge) dan secara kuantitatif yang biasa disebut juga microplate dilution assay. Assay kuantitatif dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi terendah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri (MIC=KHM).



Gambar 2. Tata letak pengujian ekstrak dan fraksi sponge pada well plate

Peremajaan Kultur Murni Bakteri Uji dan Perhitungan OD standar McFarland. Bakteri uji *Vibrio harveyii*, dan *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella typhi* dan *Pseudomonas sp* diremajakan dengan mengambil masing-masing 1 ose kultur bakteri diinokulasi dalam medium Nutrien Broth (NB), inkubasi suhu 37⁰ C selama 24 jam.

Perhitungan kepadatan bakteri , Optical density (OD) berdasarkan metode Standar McFarland (Sutton, 2011). Mc Farland adalah peyetaraan konsentrasi mikroba dengan menggunakan larutan BaCl₂ 1% dan H₂SO₄ 1%. Standar kekeruhan Mc Farland ini dimaksudkan untuk menggantikan perhitungan bakteri satu per satu dan untuk memperkirakan kepadatan sel yang akan digunakan pada prosedur pengujian antimikroba. Bakteri kultur murni yang telah diremajakan diambil 1 ml diinokulasi dalam medium Natrium Agar dengan cara zigzag, inkubasi suhu 37⁰ C selama 24 jam. Bakteri yang tumbuh diambil kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 mL kemudian dilakukan

pengenceran. Spektrofotometer disiapkan dengan setting panjang gelombang 540-600 nm (Standard McFarlan). Blanko (medium) dan Sampel kultur (biakan cair) disiapkan masing-masing sebanyak 2 mL ke dalam kuvet steril, run spektrofotometer dan catat hasil Absorbansi dan setarakan dengan nilai absorbansi pada konsentrasi Mc Farland.

Hasil dan Pembahasan

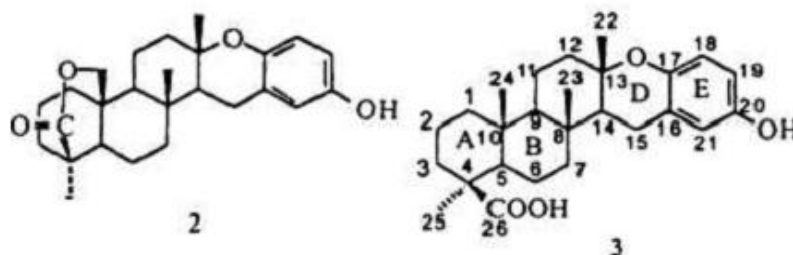
Aktifitas Ekstrak Sponge terhadap Mikroba Patogen. *Assay Kualitatif.* Berdasarkan hasil uji dengan metode *High throughput Screening* menggunakan indikator MTT didapatkan 8 ekstrak yang memiliki aktivitas terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila*, 6 ekstrak memiliki aktivitas terhadap *Vibrio harveyii*, 7 ekstrak memiliki aktivitas terhadap *Salmonella typhii* dan *Pseudomonas* sp (Tabel 1).

Hasil pengamatan uji aktivitas antibakteri pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hanya ekstrak sponge *Aaptos subertiodes* (SLLWRS6-2), *Haliclona* sp (LJWWRF2-2), *Xestospongis* sp (BBLWRFx-4), *Xestospongis* sp ((KKLWRF1-1), dan *Agelas conifera* (LJLWRS 4-2) memiliki aktivitas antibakteri terhadap keempat bakteri uji. Ines *at al.*, (2007) melaporkan 90% ekstrak sponge yang berasal dari Pesisir Tunisia memiliki aktivitas antibakteri. Dua jenis diantara 9 ekstrak sponge *Agelas oroides* dan *Axinella damicornis* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan strain resisten gentamisin *Listeria monocytogenese* dan aktivitas spektrum yang luas *Enterococcus faecalis*.

Tabel 1. Aktivitas antibakteri ekstrak sponge yang berasal dari Kepulauan Spermonde (Metode HTS)

Kode sampel	Sponge	Bakteri Uji			
		<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Vibrio Harveyii</i>	<i>Salmonella Typhii</i>	<i>Pseudomonas</i> sp
LKLWRS8-1	<i>Haliclona</i> sp	0	0	0	0
SLLWRS6-2	<i>Aaptos subertiodes</i>	+	+	+	+
BBLWRS6-3	<i>Xestospongis</i> sp	+	0	+	0
LJWWRF2-2	<i>Haliclona</i> sp	+	+	+	+
KYWWRF2-3	<i>Clathria tuberosa</i>	0	0	0	0
BBLWRF3-1	<i>Hymeniacidon Parleve</i>	0	0	0	0
BLWWRF2-4	<i>Carterisopongia foliances</i>	0	0	0	0
KKLWRS2-1	Unidentified	0	0	0	0
SL LW RS2-3	<i>Callyspongia</i> sp	+	+	+	+
BBLWRFx-4	<i>Xestospongis</i> sp	+	+	+	+
LJWWRS2-2	<i>Petrosia</i> sp	0	0	0	0
GTLWRS1-4	<i>Phyllospongia</i> sp	0	0	0	0
LKWRS5-2	<i>Acanthostonglophora ingens</i>	0	0	0	0
BLLWRS1-4	<i>Clathria basilana</i>	+	0	0	+
KKLWRF1-1	<i>Xestospongis</i> sp	+	+	+	+
BBLWRS3-3	Unidentified	0	0	0	+
LJLWRS 4-2	<i>Agelas conifera</i>	+	+	+	+
SLWWRS5-4	<i>Amphimedon viridis</i>	0	0	0	0

Sedangkan senyawa *Strongylophorines* yang diisolasi dari spons *Strongylophora durissima* yang bersal dari di Papua New Guinea, dimana senyawa meroditerpenoid ini aktif menghambat bakteri *Salmonella typhii* dan *Micrococcus luteus* dengan zone diameter hambat bakteri 7-9 mm pada konsentrasi 100µg/disk (BALBIN *et al.* 1998 *dalam* Munarsih, 2003). Berikut di bawah ini adalah struktur dari senyawa *Strongylophorine 2* dan *Strongylophorine 3* (Gambar 3).



Gambar 3. Struktur dari senyawa Strongyloporine 2 dan Stronggyloporine 3 yang aktif menghambat *Salmonella typhi*

Assay Kuantitatif. Assay ini adalah Uji Minimum Inhibition Concentration (MIC) ekstrak-ekstrak sponge yang memiliki aktivitas terhadap mikroba menggunakan *High Throughput Screening* (HTS) dengan indikator MTT (indikator pertumbuhan bakteri dan jamur). Metode dilakukan dengan mencampur sampel, mikroba uji dan media inokulasi dengan beberapa variasi pengenceran. Aktivitas yang diamati dengan kontrol tanpa adanya bahan uji. Metode ini biasanya digunakan untuk menentukan nilai MIC (*minimum inhibition concentration*), konsentrasi terendah yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba uji. Microplate titer assay well plate 96 menggunakan prinsip dalam metode dilusi tapi dengan skala yang lebih kecil (100-250 μ L) (Khasanah dan Isnansetyo, 2013).

Tabel 2. Aktivitas Ekstrak sponge dari Kepulauan Spermonde berdasarkan uji MIC

Sponge	Konsentrasi MIC (mg/mL)							
	No. well	<i>Aeromonas hydrophila</i>	No. well	<i>Vibrio harveyi</i>	No. Well	<i>Salmonella typhi</i>	No. well	<i>Pseudomonas sp</i>
<i>Callyspongia sp</i> (SLLWRS6-2)	3	2,5	6	0,3123	3	2,5	6	0,3125
<i>Xestospongia sp</i> (BBLWRS6-3)		-		-	3	2,5		-
<i>Haliclona sp</i> (LJWWRF2-2)	2	5		-	6	0,3125	5	0,65
<i>Aaptos subertiodes</i> (SL LWRS23)	2	5	2	5	4	1,25	2	5
<i>Xestospongia sp</i> (BBLWRFx-4)	1	10	1	10	1	10	1	10
<i>Clathria basilana</i> (BLLWRS1-4)		-		-		-	1	10
Unidentified KKLWRF1-1	5	0,65	6	0,3125	5	0,65	3	2,5
<i>Xestospongia sp</i> (BBLWRS3-3)		-		-		-	1	10
<i>Agelas conifera</i> (LJLWRS 4-2)	1	10	5	0,65	1	10	2	5

Tabel 2 memperlihatkan dari 5 dari 9 ekstrak sponge yang memiliki aktivitas terhadap ke empat bakteri patogen yaitu ekstrak *Callyspongia sp* (SLLWRS6-2), *Haliclona sp* (LJWWRF2-2), *Aaptos subertiodes* (SL LWRS23), *Unidentified* (KKLWRF1-1), *Agelas conifera* (LJLWRS 4-2).

Berdasarkan nilai konsentrasi terendah dengan daya aktivitas tinggi terdapat pada sampel dengan *Callyspongia sp* dengan konsentrasi 0,0312 mg/mL memiliki aktivitas terhadap bakteri *Vibrio harveyi* dan *Pseudomonas sp.*, sampel *Haliclona sp* terhadap *Salmonella typhi* dan spesies *Unidentified* (KKLWRF1-1) terhadap *Vibrio harveyi*. Namun secara keseluruhan sampel yang memiliki

potensi terbaik sebagai antibakteri adalah Unidentified (KKLWRF1-1) dengan konsentrasi sampel 0,65 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *Aeromonas hydrophila* dan *Salmonella typhii*, konsentrasi 0,3123 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *Vibrio harveyii*, dan konsentrasi 2,5 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *Pseudomonas* sp yang yang disolasi dari karang *Acropora* sp yang terinfeksi penyakit *brown band disease*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji dengan metode *High throughput Screening* menggunakan indikator MTT didapatkan 8 ekstrak yang memiliki aktivitas terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila*, 6 ekstrak memiliki aktivitas terhadap *Vibrio harveyii*, 7 ekstrak memiliki aktivitas terhadap *Salmonella typhii* dan *Pseudomonas* sp. Hasil pengamatan uji aktivitas antibakteri menunjukan bahwa hanya ekstrak sponge *Aaptos subertiodes* (SLLWRS6-2), *Haliclona* sp (LJWWRF2-2), *Xestospongis* sp (BBLWRFx-4), *Xestospongis* sp ((KKLWRF1-1), dan *Agelas conifera* (LJLWRS 4-2) memiliki aktivitas antibakteri terhadap keempat bakteri uji.

Sampel sponge yang memiliki potensi terbaik sebagai antibakteri adalah Unidentified (KKLWRF1-1) dengan konsentrasi sampel 0,65 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *Aeromonas hydrophila* dan *Salmonella typhii*, konsentrasi 0,3123 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *Vibrio harveyii*, dan konsentrasi 2,5 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *Pseudomonas* sp yang yang disolasi dari karang *Acropora* sp yang terinfeksi penyakit *brown band disease*.

Daftar Referensi

- Faizal A, 2011. Dinamika Spasio-Temporal Pengaruh Eutrofikasi Sedimentasi Terhadap Degradasi Terumbu Karang. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Haris A, 2013. Sponge : Biologi dan Ekologi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan – Universitas Hasanuddin, Makassar. (Belum dipublikasikan)
- Hooper, J.N.A, 2003. Sponguide : Guide to Sponge Collection and Identification. Queensland Museum, PO Box 3300, South Brisbane, QLD, 4101, Australia
- Ines, T., Amina. B., Khaled, S., and Kamel, G. 2007. Screening of antimicrobial activity of marine sponge extracts collected from Tunisian coast. Proc West Pharmacol Soc, 50: 152-155 (Abstrak)
- Kasanah, N. dan A. Isnansetyo, 2013. High Throughput Screening dan Bioassay dalam Penemuan Bioaktif dari Alam. Materi Workshop dan Pelatihan Bioprospecting Bahan Alam Kelautan II. Laboratorium Hidrobiologi Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.
- Mishra, K.P., L. Ganju, M. Sairam, P.K. Banerjee, and R.C. Sawhney. 2008. A review of high throughput technology for the screening of natural products. Biomedicine & Pharmacotherapy 62: 94-98
- Mosmann T., 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. J Immunol Method. 65(1-2):55-63.
- Murniasih, T. 2003. Metabolit sekunder dari spons sebagai bahan obat-obatan. Oseana, 3 : 27-33
- Rachmaniar R. 1994. Penelitian Produk Alam Laut Skreening Substansi Bioaktif. Laporan Penelitian Tahun Anggaran 1993/1994. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Puslitbang Oseanologi.
- Rachmaniar R. 1995. Penelitian Produk Alam Laut Skreening Substansi Bioaktif. Laporan Penelitian Tahun Anggaran 1994/1995. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Puslitbang Oseanologi.
- Samawi M.F., C. Rani, dan Ramli. 2009. Keterkaitan antara Kondisi Oseanografi dengan Komposisi Jenis dan Kepadatan Sponge Laut di Kepulauan Spermonde. Faculty of Marine Science and Fishery, Hasanuddin University. Makassar.
- Soest RWM Van. 1989. The Sponge Fauna: Status Report. Netherlands Journal of Sea Research 23 (2): 223 – 230 (1989)
- Van Soest, R.W.M., 1989. The Indonesian Sponge Fauna : A Status Report. Institute of Taxonomic Zoology, University of Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands
- Wang, H., H. Cheng, F. Wang, D. Wei, and X. Wang. 2010. An improved 3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT) reduction assay for evaluating the viability of *Escherichia coli* cells. Journal of Microbiological Methods 82: 330-333

**Regenerasi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*
Hasil Transformasi Gen Lysozim Menggunakan
Agrobacterium tumefaciens pada Media Pemeliharaan
dengan Pupuk yang Berbeda**

Emma Suryati^{1*}, Andi Tenriulo¹, Utut Widiyastuti² dan Sri Rejeki H¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Maros, Sulawesi Selatan ,

²Pusat penelitian Sumberdaya hayati dan Bioteknologi, IPB dan departemen Biologi, FMIPA IPB

*E-mail:emmasuryati@yahoo.com

ABSTRAK

Introduksi gen lysozim pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* menggunakan *Agrobacterium tumefaciens* telah berhasil dilakukan secara invitro. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan ketahanan rumput laut terhadap penyakit *ice-ice*. Media regenerasi yang digunakan antara lain media cair yang diperkaya dengan pupuk PES, Grund, Conwy dan SSW. Regenerasi tunas dilakukan pada eksplan yang tahan pada media seleksi higomisin serta eksplan yang membawa gen lysozim, pertumbuhan tunas dipacu dengan penambahan penambahan ZPT antara lain dari golongan auxin dan sitokinin yaitu IAA dan BAP dengan beberapa perbandingan konsentrasi yaitu 1:1; 1:2, dan 2:1 ppm. Integrasi gen lysozim pada rumput laut dapat dilihat melalui evaluasi transgenik menggunakan teknik PCR, dibawah kendali promoter 35S CaMV dan Nos TR. Hasil penelitian memperlihatkan efisiensi transformasi gen lisozym sebesar 0,28%, perkembangan tunas pada media yang diperkaya dengan PES dan Grund memperlihatkan pertumbuhan yang paling baik dengan sintasan 94% dan 86%, penambahan IAA dan BAP dengan perbandingan 1:1 memperlihatkan sintasan paling tinggi yaitu 80%. Pemeliharaan yang paling baik untuk rumput laut hasil transgenik yaitu pada botol kultur yang ditempatkan pada chamber pada suhu 20oC dengan perbandingan gelap terang 12:12.

Kata Kunci : regenerasi, *Kappaphycus alvarezii*, transformasi gen lysozim

Pendahuluan

Perubahan mutu lingkungan yang ekstrim dapat menyebabkan pertumbuhan rumput laut terganggu dan memicu serangan penyakit *ice-ice* sehingga dapat menurunkan produksi. Penyakit *ice-ice* seringkali disebabkan oleh perubahan mutu lingkungan antara lain pergantian musim, serta masuknya limbah pemukiman, pertanian, limbah pabrik, kegiatan perikanan ke perairan sehingga mempengaruhi kondisi ekologis perairan (Colleen , 1995). Penyakit tersebut lebih mengindikasikan stress dari pada serangan pathogen. Hal ini didukung dengan ditemukan fakta bahwa penyakit *ice ice* lebih menonjol pada lingkungan yang kualitas airnya rendah, pergantian air sedikit, salinitas rendah dan tinggi rendahnya suhu air serta kandungan logam berat yang tinggi di perairan (Mtolera *et al.*, 1995).

Untuk meningkatkan dan mempertahankan produksi rumput laut nasional perlu dilakukan upaya-upaya dalam mengatasi permasalahan dalam budidaya, seperti menurunnya mutu genetik rumput laut akibat permasalahan penyakit dan lingkungan (Largo *et al.* 1997; Vairappan 2006) melalui beberapa pendekatan teknologi, antara lain rekayasa genetik melalui transformasi gen potensial yang dapat meningkatkan ketahanan serta memperbaiki gen dari rumput laut.

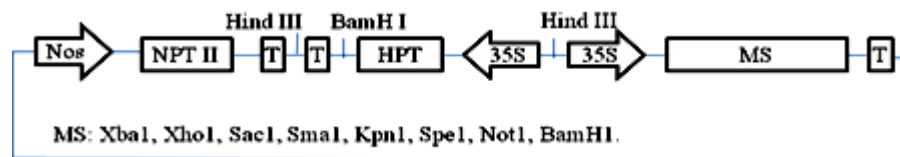
Lysozim telah digunakan untuk menghasilkan ikan transgenik yang tahan terhadap infeksi bakteri, seperti ikan zebra (Yazawa *et al.*2006), udang (*Litopenaeus vannamei*) (Burge *et al.*2007) dan salmon (*Salmo salar* L.) (Fletcher *et al.*2011). Lysozim adalah enzim yang dapat menghidrolisis ikatan glikosida β-

1,4-linked dari peptidoglikan, komponen dinding sel utama bakteri gram positif (Li *et al.* 2008). Selain itu, lisozim juga mampu membunuh bakteri gram negatif yang dapat menginfeksi bivalvia dan udang (Burge *et al.* 20017). Aktivitas lisozim litik dari F2 pada ikan salmon transgenik 40% lebih besar daripada non-transgenik (Fletcher *et al.* 2011). Lisozim ayam memiliki kemampuan melisis *Micrococcus ysoideicticus*, *Flavobacterium columnare*, *Aeromonas hydrophilla* dan *Vibrio anguillarum* (Yazawa *et al.* 2006). Dengan demikian, lisozim ayam merupakan komponen penting dari pertahanan kekebalan tubuh terhadap infeksi bakteri yang beragam yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan daya tahan rumput laut terhadap patogen. Dalam rangka penanggulangan penyakit ice-ice pada rumput laut, introduksi gen lisozim pada rumput laut *K.alvarezii* diharapkan dapat meningkatkan ketahanan terhadap bakteri yang diakibatkan oleh penyakit ice-ice. Konstruksi vektor biner serta transformasi gen lisozim pada rumput laut *K.alvarezii* melalui mediasi menggunakan bakteri *A. tumefaciens* telah berhasil dilakukan dengan keberhasilan transformasi hingga 23,5%, serta efisiensi regenerasi 11,32% (Handayani *et al.* 2014).

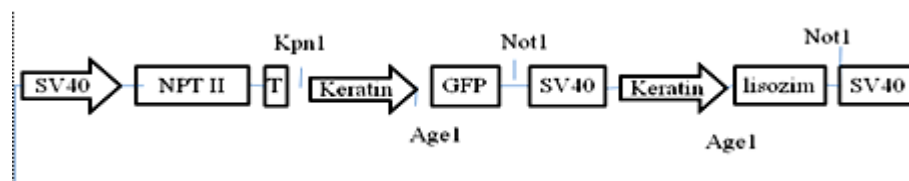
Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan regenerasi dan perbanyakan rumput laut *K.alvarezii* hasil transformasi gen lisozim menggunakan media kultur yang diperkaya dengan pupuk yang berbeda.

Bahan Dan Metode

Bahan Rumput Laut dan Bakteri. Thalus *K. alvarezii* warna coklat dipotong sekitar 3 cm, disterilisasi menggunakan larutan iodine 1% dan detergen, kemudian dikultur dalam media Prevasoli (PES) cair hingga siap untuk ditransformasi. Bakteri yang digunakan adalah *Escherichia coli* DH5 α yang membawa plasmid pMSH1 (Gambar 1), *E. coli* DH5 α yang membawa plasmid pJfKer-Lis (Gambar 2), *E. coli* DH1 (pRK2013) dan *A. tumefaciens* LBA4404.



Gambar 1. Peta daerah T-DNA plasmid pMSH1 (NAIST, Japan). NPT II adalah gen marka seleksi *neomycin phosphotransferase II*, HPT adalah gen marka seleksi *hygromycin phosphotransferase*, MS adalah daerah peyisipan gen target yang dikontrol oleh promoter *cauliflower mosaic virus 35S* (CaMV 35S) dan terminator (T) *nopaline synthase* (Nos).



Gambar 2. Peta plasmid pJfKer-Lis (Yazawa *et al.* 2005). Gen *lisozim* ayam dikontrol oleh promoter keratin (Keratin) ikan flounder Jepang (*Paralichthys olivaceus*). SV40 adalah terminator *simian virus 40*. NPT II = *neomycin phosphotransferase*, GFP = *green flourescens protein*.

Transformasi pMSH1-Lis ke *A. tumefaciens* dan Analisis PCR.

Transformasi pMSH1-Lis ke *A. tumefaciens* dilakukan dengan cara *tri-parental mating* (TPM) (Liberty *et al.* 2008). Transformasi menggunakan tiga macam bakteri, yaitu *E. coli* yang membawa plasmid pMSH1-Lis, bakteri helper DH1 (pRK2013) dan *A. tumefaciens* LBA4404. Setiap bakteri tersebut sebanyak 20 μ L dicampur, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 36 jam. Bakteri yang tumbuh di media LA ini ditumbuhkan dalam media seleksi LA mengandung

kanamisin 50 mg/L, higromisin 50 mg/L dan streptomisin 50 mg/L, diinkubasi pada suhu ruang selama 36 jam.

Analisis transforman *A. tumefaciens* dilakukan dengan teknik PCR menggunakan primer 35S-F: 5'-ATG GCT GGA GTA TTA GCT GGG-3' dan Lis-R: 5'-TTG CGG CCG CTC CTC ACA GCC GGC AGC -3' serta Lis-F: 5'-GCA CTA GTG GCA ACA TGA GGT CTT TGC-3' dan Nos-R: 5'-CTC ATA AAT AAC GTC ATG CAT TAC A-3'. Produk PCR dipisahkan dengan teknik elektroforesis pada gel agarosa 2% menggunakan bufer TAE 1x. Pengamatan dilakukan terhadap pola pita DNA hasil amplifikasi DNA pada ukuran 100 bp.

Transformasi pMSH1-Lis pada Thalus *K. Alvarezii*.

Kultur A. tumefaciens hasil konjugasi. Satu koloni *A. tumefaciens* yang membawa plasmid pMSH1-Lis ditumbuhkan pada media LB mengandung streptomisin 50 mg/L, kanamisin 50 mg/L dan higromisin 50 mg/L, dikocok menggunakan *shaker* (kecepatan 200 rpm) selama 36 jam pada suhu ruang. Setelah dilakukan subkultur selama 18 jam, bakteri diendapkan dengan sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Pelet bakteri kemudian dilarutkan dalam 25 mL media PES cair dan penambahan 100 µM asetosiringon hingga mencapai *optical density* (OD) 0,5-1,0.

Transformasi gen lisozym pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii*.

Transformasi dilakukan mengikuti metode Cheney *et al.* (2001). Transformasi menggunakan thalus rumput laut yang telah dipotong sepanjang 1-2 cm dan dikultur selama 3 hari, kemudian dilukai menggunakan jarum steril. Sampel direndam dalam media infeksi yang berisi *A. tumefaciens* dan 100 µM asetosiringon selama 30 menit dengan penggoyangan. Kemudian dikeringkan dengan tisu steril dan dipindahkan ke media ko-kultivasi (media PES 0,8% dan 100 µM asetosiringon) selama 3 hari di ruang gelap. Eksplan hasil ko-kultivasi dicuci dengan cefotaxime 200 mg/L, dibilas dengan air laut steril sebanyak 3 kali. Eksplan dikeringkan di atas tisu steril, kemudian dipindahkan ke media *recovery* (PES 0,5% tanpa asetosiringon) selama 7 hari. Selanjutnya eksplan dipindahkan ke media seleksi (PES 0,5% yang mengandung higromisin 20 mg/L) dan diinkubasi selama 2 minggu di ruang terang (intensitas cahaya antara 1000-1500 lux) pada suhu 26°C. Pengamatan dilakukan pada media seleksi yang mengandung higromisin. Variabel yang diukur adalah: 1) jumlah eksplan hidup pada media seleksi higromisin, dan 2) jumlah eksplan yang membawa gen Lisozym.

Regenerasi eksplan hasil transformasi gen lisozym. Eksplan rumput laut hasil transformasi yang mengandung gen lisozym, dipindahkan pada media yang diperkaya dengan pupuk antara lain PES, Grund dan SSW sebagai kontrol. Penambahan zat perangsang tumbuh (ZPT) diharapkan dapat memacu perkembangan tunas dan talus, kombinasi yang digunakan yaitu NAA dengan BAP pada beberapa kombinasi antara lain 1:2; 1:1, dan 2:1. Selanjutnya regenerasi rumput laut dan pemeliharaan eksplan dilakukan pada labu yang dilengkapi dengan aerasi diletakan di dalam *Cultur chamber* pada suhu 20°C dengan Intensitas cahaya berkisar antara 500 hingga 1500 lux.

Identifikasi Thalus Transforman dengan Metode *Polymerase Chain Reaction*. DNA diisolasi menurut Doyle & Doyle (1987): 0,1 g sampel dihancurkan, kemudian ditambahkan 600 µL CTAB 2% dan 1,2 µL mercapto etanol 0,2% dan diinkubasi pada suhu 65°C selama 30 menit. Larutan ditambahkan 600 µL CI (chloroform : isopropanol) dan disentrifugasi dengan kecepatan 10000 rpm selama 5 menit pada 4°C, kemudian ditambahkan dengan 600 µL PCI (phenol : chloroform : isopropanol), dan disentrifugasi kembali pada 10000 rpm selama 5 menit pada 4°C. Supernatan ditambahkan dengan 0,1x volume dengan 2 M NaOAc pH 5,2 dan 2x volume dengan etanol absolut, kemudian diinkubasi pada suhu -20°C selama 3 jam. Selanjutnya disentrifugasi kembali pada 10000 rpm 4°C selama 5 menit. Pelet ditambahkan dengan 500 µL etanol 70%, selanjutnya disentrifugasi 10000 rpm 4°C selama 5 menit. Pelet

dikeringkan dengan vacum, dilarutkan dalam 20 μ L ddH₂O dan 4 μ L 1 mg/ml RNase, dan kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Aktivitas RNase diinaktivasi menggunakan suhu 70°C selama 10 menit. Amplifikasi DNA hasil ekstraksi dilakukan menggunakan mesin PCR. Primer yang digunakan adalah F Lis – R Lis, F 35S - R Lis dan F Lis – R Nos. Untuk melihat pita DNA yang terbentuk, hasil PCR dielektroforesis pada gel agarosa 2% dengan voltase 50 V selama 50 menit.

Hasil Dan Pembahasan

Transformasi gen *lisozim* pada thalus *Kappaphycus alvarezii* melalui *A.tumefaciens*. Transformasi gen *lisozim* pada thalus *K. alvarezii* yang sebelumnya diadaptasikan pada media kultur PES cair dan padat. Hasil transformasi menunjukkan bahwa penambahan 100 μ M asetosiringon dengan OD 0,5-0,8 selama masa infeksi 30 menit di media PES yang mengandung *A. tumefaciens* menunjukkan pertumbuhan eksplan pada media seleksi (Tabel 1). Menurut James *et al.* (1993), penambahan asetosiringon ke dalam media ko-kultivasi efektif meningkatkan efisiensi transformasi. Penambahan asetosiringon mampu menginduksi gen vir yang berfungsi mentransfer T-DNA ke dalam sel tanaman dan mempertinggi efektivitas infeksi *A. tumefaciens* sehingga meningkatkan jumlah sel transforman (Orlikowska *et al.* 1995). Selain itu, perlakuan lama ko-kultivasi (inkubasi) antara bakteri dan eksplan sangat mempengaruhi efektivitas infeksi bakteri. Inkubasi yang terlalu cepat dapat mempengaruhi keberhasilan transformasi, karena bakteri belum sempat menginfeksi sel-sel eksplan secara sempurna. Menurut Kubo *et al.* (1996) keberhasilan dan transfer gen oleh *A. tumefaciens* sangat ditentukan oleh ada tidaknya luka/perluasan, kerapatan bakteri (*optical density*), lama inokulasi dan lama ko-kultivasi.

Tabel 1. Efisiensi transformasi dan tunas putatif rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan gen *Lisozim*.

Percobaan	Jumlah thalus awal	Thalus tahan higromisin		Jumlah thalus		Efisiensi	
		Jumlah	Persentase ^{a)}	Bertunas putatif	+ PCR	Tunas putatif ^{b)}	Transformasi ^{c)}
Transformasi	300	220	73,33%	90	86	40 %	0,28%
Kontrol ⁻¹⁾	100	0	0	12	0	0,12%	0
Kontrol ⁺²⁾	100	-	-	45	-	0,45%	-

^{a)}Jumlah thalus tahan higromisin/jumlah thalus awal x 100%

^{b)}Jumlah thalus yang bertunas putatif / jumlah thalus tahan hiromisin x 100%

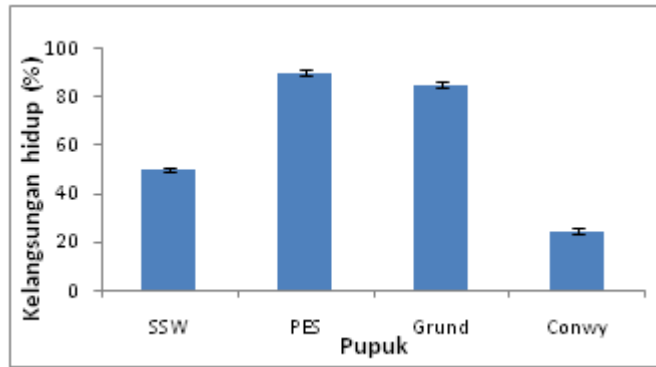
^{c)}Jumlah thalus yang menghasilkan tunas yang PCR positif/jumlah thalus awal x 100%

¹⁾Thalus non-transgenik yang ditumbuhkan pada media seleksi higromisin

²⁾Thalus non-transgenik yang ditumbuhkan pada media PES tanpa higromisin

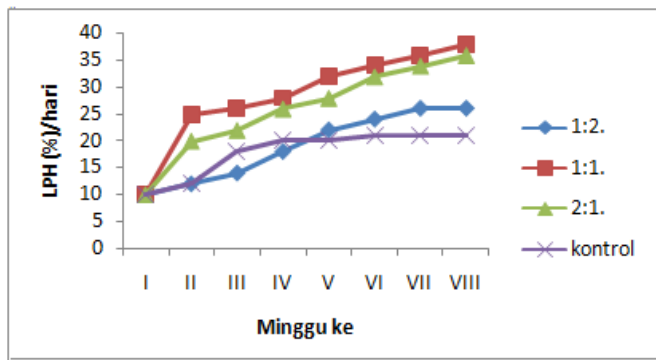
Thalus rumput laut yang mampu bertahan di media seleksi higromisin sebesar 73,33%. Thalus yang berhasil bertunas putatif berjumlah 90, dengan efisiensi sebesar 40% (Tabel 1). Efisiensi thalus bertunas putatif ditentukan berdasarkan rasio jumlah thalus bertunas putatif terhadap jumlah thalus yang mampu bertahan di media seleksi higromisin. Efisiensi tunas putatif thalus yang ditransformasi lebih rendah daripada efisiensi tunas putatif pada thalus kontrol positif yang tidak ditransformasi (0,45%). Rendahnya efisiensi tunas putatif diduga disebabkan oleh perlakuan infeksi *Agrobacterium* dan seleksi antibiotik yang mengakibatkan penurunan daya regenerasi thalus untuk bertunas putatif. Menurut Suma *et al.* (2008) penambahan antibiotik dalam media seleksi dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan dan perkembangan kalus. Efisiensi transformasi yang diperoleh sebesar 0,28%.

Pemeliharaan eksplan hasil transformasi pada media kultur yang berbeda memperlihatkan kelangsungan hidup yang berbeda, namun pada umumnya memperlihatkan pertumbuhan yang paling baik pada media kultur yang diperkaya dengan pupuk PES dan Grund. (Gambar 3)

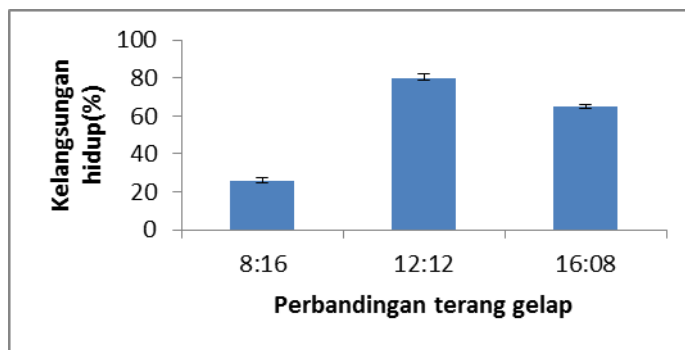


Gambar 3. Kelangsungan hidup eksplan hasil transformasi gen lisozym pada rumput laut *K.alvarezii* dengan media tumbuh yang berbeda.

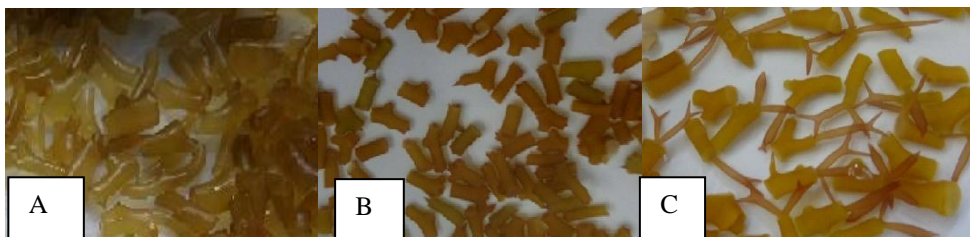
Untuk memacu pertumbuhan digunakan ZPT dengan kombinasi NAA dengan BAP dengan perbandingan 1:2; 1:1, dan 2:1. Laju pertumbuhan harian yang paling baik yaitu pada perbandingan 1:1 menunjukkan laju pertumbuhan harian yang paling tinggi selama 8 minggu pemeliharaan (Gambar 4).



Gambar 4. Laju pertumbuhan eksplan hasil transformasi gen lisozym pada rumput laut *K.alvarezii* dengan penambahan kombinasi ZPT NAA dan BAP yang berbeda

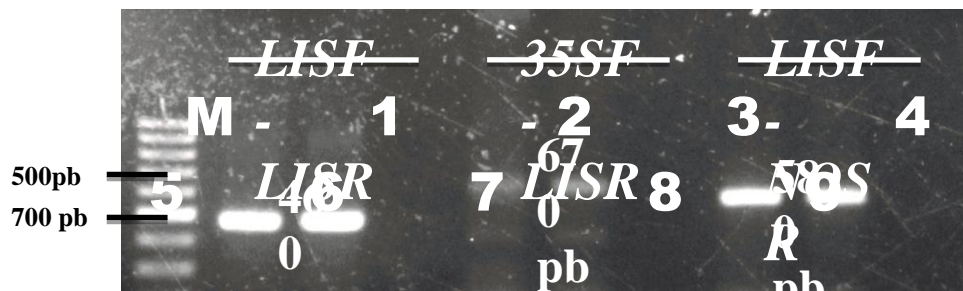


Gambar 5. Kelangsungan hidup eksplan hasil transformasi gen lisozym pada rumput laut *K.alvarezii* dengan perbandingan terang dan gelap yang berbeda



Gambar 6. Perkembangan eksplan hasil transformasi gen lisozym pada rumput laut *K.alvarezii* (A) 0 hari; (B) 1 minggu; (C) 4 minggu

Konfirmasi rumput laut transgenik melalui keberadaan gen *lisozim* pada thalus rumput laut hasil transformasi dilakukan dengan PCR. Pasangan primer yang digunakan adalah Lis-F dan Lis-R dengan ukuran fragmen amplikon sebesar 460 pb, 35S CaMV-F dan Lis-R dengan ukuran fragmen amplikon sebesar 680 pb serta Lis-F dan Nos-R dengan ukuran fragmen amplikon sebesar 570 pb. Plasmid pMSH1-Lis digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan rumput laut tipe liar digunakan sebagai kontrol negatif. Hasil PCR menunjukkan bahwa rumput laut hasil transformasi terbukti positif sebagai rumput laut transgenik (Gambar 7), sedangkan rumput laut non transgenik tidak menunjukkan amplifikasi fragmen tersebut.



Gambar 7. Hasil analisis PCR DNA rumput laut hasil transformasi dengan gen *Lisozim* menggunakan tiga jenis primer (kolom 1,2 dan 3 dengan primer Lis-F dan Lis-R; 4, 5 dan 6 dengan primer 35S-F dan Lis-R; 7, 8 dan 9 dengan primer Lis-F dan Nos-R). M = marka DNA 100 pb ladder (Fermentas), 1 = 4 = 7 adalah rumput laut transgenik, 2 = 5 = 8 adalah kontrol positif (plasmid pMSH1-Lis), 3 = 6 = 9 adalah kontrol negatif (rumput laut non-transforman).

Kesimpulan

1. Regenerasi eksplan hasil transformasi genetik pada *K. alvarezii* dengan gen *lisozim* menghasilkan thalus rumput laut transgenik.
2. Efisiensi tunas putatif dari thalus tahan higromisin sebesar 40%, sedangkan efisiensi transformasi genetiknya sebesar 0,28%.
3. Media regenerasi yang paling baik yaitu pada media PES dan Grund dengan kelangsungan hidup 94% dan 86%
4. Media tumbuh untuk regenerasi rumput laut digunakan media tumbuh yang diperkaya dengan ZPT dengan kombinasi NAA dan BAP dengan perbandingan 1:1.
5. Pemeliharaan yang paling baik yaitu pada botol kultur yang ditempatkan pada Chamber dengan suhu 20 oC dengan perbandingan gelap dan terang 12:12

Daftar Referensi

- Burge EJ, Madigan DJ, Burnett LE, Burnett KG. 2007. Lysozyme gene expression by hemocytes of Pacific white Shrimp *Litopenaeus vannamei*, after injection with *Vibrio*. *Fish Shellfish Immun* 22:327-39
- Collen J. U. 1995. Farming and Physiology of the Red Algae *Euclima* Growing Commercial Importance in East Africa. *Ambio*. Vol 24. p 7-8
- Fletcher GL, Hobbs RS, Evans RP, Shears MA, Hahn AL, Hew CL. 2011. Lysozyme transgenic Atlantic salmon (*Salmo salar* L) *Aquaculture Res* 42:427-40.
- Handayani T. 2013. Konstruksi vektor biner dan transformasi gen lisozim pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* menggunakan perantara *Agrobacterium tumefaciens*. Seminar hasil sekolah pasca sarjana. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor
- James DJ, Uratsu S, Cheng J, Negri P, Viss P, Dandekar AM. 1993. Acetosyringone and osmoprotectants like betaine or proline synergistically enhance *Agrobacterium*-mediated transformation of apple. *Plant Cell Rep*. 12: 559-563.

- Kubo T, Hiei Y, Komari T. 1999. Agrobacterium-mediated transformation. Mol. Biol. Rice 25: 235-256.
- Largo DB. 2002. Recent developments in seaweed diseases. In: The National Seaweed Planning Workshop. Proceeding: 2001 ;Tigbauan .Iloilo (PH): SEAFDEC .pp 35-42.
- Li H, Parisi MG, Toubiana M, Cammarata M, Roch P. 2008. Lysozyme gene expression and hematocyte behaviour In theMediterranean mussel, *Mytilus alloprovincialis*, after injection of various bacteria or temperature
- Liberty, Herman M, Wattimena GA. 2008. Konstruksi plasmid biner pembawa gen Cry1Ab dan transformasi plasmid biner dengan metode tri parental mating. Zuriat 19 (2): 130-139.
- Mtolera MSP, Collén J, Pedersen M, Semesi AK . 1995. Destructive hydrogen peroxide production in *Eucheuma denticulatum* (Rhodophyta) during stress caused by elevated pH, high light intensities and competition with other species. Eur J Phycol. 30:289–297
- Orlikowska TK, Cranston HJ, dyer WE. 1995. Factor influencing Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation and regeneration of the sunflower cultivar “centennial”. Plant Cell Tissue and Organ Cult. 40: 85-91
- Suma B, Keshavachandran K, Nybe EV. 2008. Agrobacterium tumefaciens mediated transformation and regeneration of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). J. Trop. Agri. 46 (1-2): 38-44.

Potensi Bioaktif Rumput Laut Hijau *Ulva reticulata* Asal Takalar, Sulawesi Selatan Terhadap Mikroba Patogen Tanaman Kentang

Huyyirnah^{1*}, Ifayanti Ridwan², Elmi Nurhaidah Zainuddin¹

¹Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin,
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Makassar 90245

²Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin,
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Makassar 90245

*E-mail : huyyirnah@yahoo.com

ABSTRAK

Banyak penelitian melaporkan bahwa rumput laut memiliki aktivitas antimikroba yang luas terhadap manusia, ikan dan patogen tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan potensi bioaktif rumput laut hijau *Ulva reticulata* asal Sulawesi Selatan terhadap mikroba patogen tanaman kentang. Isolasi mikroba patogen dilakukan dengan metode *direct plate*, dan dilanjutkan dengan uji patogen dan karakterisasi. Rumput laut hijau *Ulva reticulata* diekstraksi dengan metode maserasi kinetik menggunakan pelarut dengan polaritas yang berbeda (n-heksana, kloroform, etil asetat, metanol, dan metanol / air). Pengujian aktivitas antimikroba dilakukan dengan metode difusi agar. Hasil uji patogenisitas bakteri 7 terisolasi dan 3 jamur terisolasi diperoleh 5 bakteri patogen, (*Erwinia* sp., *Streptomyces* sp., *Pseudomonas* sp., *Xanthomonas* sp. dan *Ralstonia* sp.) dan 3 jamur patogen (*Fusarium* sp-1., *Phytium* sp. dan *Fusarium* sp-2). Ekstrak kloroform *Ulva reticulata* memiliki aktivitas antibakteri tertinggi terhadap *Streptomyces* sp dengan diameter zona penghambatan 20,55 mm. Hanya aktivitas antijamur ditunjukkan oleh ekstrak n-heksana terhadap *Phytium* sp (diameter zona hambatan: 13,23 mm). Uji bioautografi ekstrak aktif menggunakan Liebermann Burchard-reagen mendeteksi bahwa ekstrak mengandung senyawa terpenoid dan steroid.

Kata kunci : antimikroba, kentang, patogen, rumput laut, *Ulva reticulata*

Pendahuluan

Sulawesi Selatan memiliki keanekaragaman hayati laut yang tinggi, di antaranya adalah makro dan mikroalga. Makroalga atau rumput laut dimanfaatkan terutama sebagai sumber agar, alginat, dan karaginan yang merupakan hasil metabolit primernya. Selain kandungan primernya yang bernilai ekonomis, penelitian tentang kandungan metabolit sekunder dari rumput laut, baik dari ekstrak maupun senyawa murni (*drug discovery*), memperlihatkan berbagai aktivitas sebagai antibakteri, antivirus, antiparasit, antijamur, sitotoksik dan antikanker (Zainuddin *et al.*, 2009; 2010 dan Wikanta *et al.*, 2010).

Kemampuan rumput laut untuk memproduksi metabolit sekunder terhalogenasi yang bersifat sebagai senyawa bioaktif dimungkinkan terjadi, karena kondisi lingkungan hidup rumput laut yang ekstrim seperti salinitas yang tinggi atau akan digunakan untuk mempertahankan diri dari ancaman predator (Zainuddin *et al.*, 2010). Telah dilaporkan bahwa rumput laut memiliki senyawa yang menunjukkan potensi antimikroba terhadap beberapa mikroba patogen penting medis, pertanian, dan lingkungan. Gonzalez *et al.*, (2001) dalam penelitiannya melaporkan aktivitas antivirus, antijamur, dan antibakteri telah terdeteksi di dalam rumput laut hijau, coklat, dan merah. *Ulva* merupakan salah satu rumput laut hijau (Chlorophyta) non komersil yang berpotensi sebagai antimikroba dan telah diidentifikasi mengandung senyawa hidrokarbon (Sukatar, 2006). *Ulva* banyak ditemukan tersebar di daerah pantai Takalar, Sulawesi Selatan, diantaranya adalah *U. intestinalis* dan *U. reticulata*, namun belum dimanfaatkan oleh masyarakat di sekitarnya. Skrining aktivitas antibakteri beberapa rumput laut dari perairan Takalar Sulawesi Selatan telah dilakukan oleh Zainuddin *et al.*, (2009) di mana bioaktivitas antibakteri yang berspektrum luas

terdapat dalam rumput laut hijau *Ulva* dan rumput laut merah *Gracilaria coronopifolia* terhadap bakteri patogen manusia antara lain *Bacillus subtilis*, *Staph. aureus* dan jamur *Candida albicans* dari ekstrak diklorometana dan metanol (Nawi, 2010; Sattar, 2010).

Pemanfaatan potensi rumput laut merah, hijau dan coklat mulai dikembangkan dalam mengatasi penyakit tanaman yang disebabkan oleh bakteri maupun jamur patogen di mana menurut Delattre (2005) rumput laut merupakan sumber dari berbagai macam produk alami yang kompleks dan bisa menjadi sumber yang menjanjikan dari senyawa bioaktif baru yang dapat membantu kelangsungan hidup tanaman dengan menawarkan perlindungan terhadap stres yang diakibatkan oleh patogen.

Patogen yang menyerang tanaman seringkali menjadi faktor pembatas dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas produk pertanian. Ada beberapa jenis penyakit yang sering ditemukan menyerang tanaman lain penyakit layu, penyakit daun menggulung, busuk umbi, dan hawar daun. Penyakit layu bakteri disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*, dapat menimbulkan kerugian yang besar, karena dapat mengurangi kualitas dan kuantitas produksi tanaman bahkan dapat mematikan tanaman. Selain itu beberapa strain *Pseudomonas* dapat menyebabkan noda bintik-bintik pada tanaman kentang, juga penyakit layu akibat *Erwinia* sp dan *Xanthomonas* sp. banyak menyerang tanaman sayuran dan tanaman hias. (Weller *et al.*, 2000; Jimenez *et al.*, 2012) Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi bioaktif rumput laut hijau *Ulva reticulata* yang berasal dari kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan terhadap mikroba patogen tanaman kentang.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf (All American), blender (Sharp), inkubator (Imperial III), rotavapor (Buchi), *laminar air flow* (Enviroco), *hot plate with magnetic stirrer* (EBA), mikropipet (Jencons), mikroskop (Olympus), oven (Jumo), vortex (IKA), timbangan analitik (Sartorius) dan rotavapor dan *freeze dryer* (Buchi), cawan petri (Ø 90 mm, Pyrex), jangka sorong (Calliper), *chamber* KLT, lampu UV. Bahan-bahan yang digunakan adalah rumput laut hijau *Ulva reticulata*, umbi dan akar tanaman kentang yang terinfeksi mikroba patogen, tanaman kentang berumur 1 bulan, media NA (*nutrient agar*), media agar TZC (*triphenyl tetrazolium chloride*), media PDA (*potato dextrosa agar*), media YDC (*yeast dextrose carbonat*), media King's B, media oksidasi dan fermentasi, media SIM (*sulfit indol motility*), media Urea, larutan fisiologis NaCl 0,9%, n-heksana, kloroform (CHCl₃), etil asetat (EtOAc), metanol (MeOH), akuades, kertas saring Whatman no.41, lempeng KLT Silika gel G-60 F₂₅₄, tetrasiklin, nistatin, KOH 3%, kristal violet, lugol-iodium, etanol 95%, alkohol 70%, safranin, H₂O₂ 3%, *tetramethylparaphenylenediamine dihydrochloride* 1%, pereaksi Liebermann-Burchad.

Prosedur. *Ekstraksi Rumput Laut Hijau Ulva reticulata.* Sampel rumput laut *Ulva reticulata* diperoleh dari Desa Punaga Kab. Takalar Sul-Sel dipreparasi di laboratorium selanjutnya diekstraksi dengan metode maserasi kinetik selama 24 jam untuk setiap pelarut pada suhu kamar. Proses ekstraksi dilakukan secara bertingkat dimulai dari pelarut non polar sampai polar. Pelarut yang digunakan secara berturut-turut mulai dari n-heksana, kloroform, etil asetat, metanol, dan metanol:air (1:1).

Sebanyak 50 g simplisia diekstraksi dengan perbandingan pelarut (1 : 6). Ekstraksi dilakukan selama 24 jam dan diulang sebanyak tiga kali. Setelah selesai proses ekstraksi, pelarut organik diuapkan secara vakum dengan menggunakan rotavapor sampai diperoleh ekstrak kasar.

Uji Aktivitas Antimikroba Metode Difusi Agar. Metode yang digunakan dalam pengujian aktivitas antimikroba adalah metode difusi agar (Zainuddin, 2006). Setiap ekstrak dilarutkan kembali dalam pelarut yang sesuai dan selanjutnya diteteskan sebanyak 2 mg/50 µl/disk pada disk steril berdiameter 6 mm. Sebagai kontrol positif, digunakan antibiotik tetrasiklin 30 ppm dan nistatin 100 UI dan kontrol negatif digunakan pelarut yang sesuai untuk ekstrak. Konsentrasi mikroba uji yang digunakan 10^8 sel/ml setara dengan Mc. Farland 0.5.

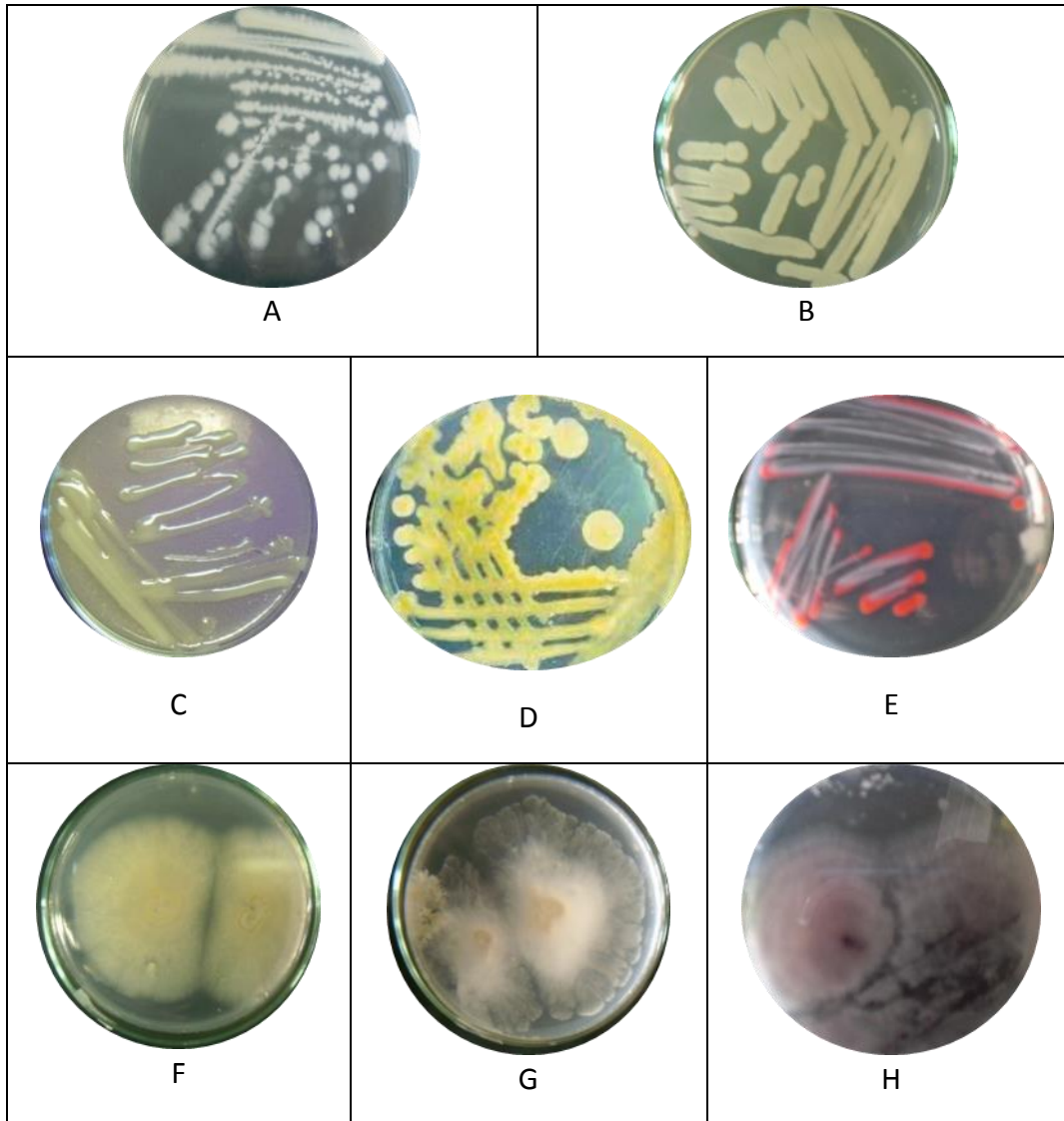
Analisis Data. Untuk menguji hipotesis dalam penelitian ini, maka dilakukan analisis statistik Oneway ANOVA (*Analysis of Variance*) terhadap data diameter zona hambatan dari 5 perlakuan ekstrak rumput laut hijau *Ulva reticulata*.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil isolasi mikroba dari umbi dan perakaran tanaman kentang yang terinfeksi diperoleh 7 isolat bakteri dan 3 isolat jamur (Huyyirnah, 2012). Dalam proses isolasi bakteri perlu adanya ketelitian dan pengamatan yang jelas terhadap koloni bakteri yang tumbuh dalam setiap media, secara keseluruhan isolat bakteri yang diperoleh dapat terlihat perbedaannya sehingga memudahkan dalam pengamatan (Gambar 1).

Keberadaan mikroba hasil isolasi sangat beragam, diduga bakteri dan jamur ini merupakan sumber infeksi primer. Hal ini sejalan dengan penelitian Purwantisari & Hastuti (2009) yang telah berhasil mengisolasi 7 isolat jamur yang merupakan patogen tanaman kentang dan Kuswinanti (2005) berhasil mendeteksi 2 isolat bakteri dan 4 isolat jamur hasil isolasinya langsung dari umbi kentang. Namun bila dibandingkan dengan isolat bakteri yang ditemukan, dalam penelitian ini diperoleh lebih banyak isolat bakteri dibandingkan dengan jamur. Hal ini diduga bahwa infeksi yang dialami oleh tanaman kentang yang diteliti lebih dominan akibat infeksi bakteri. Kurangnya isolat jamur yang diperoleh juga diduga karena ada beberapa jamur tanaman tidak bisa tumbuh dengan baik pada medium PDA, disebabkan karena memerlukan nutrisi lain dalam pertumbuhannya (Kuswinanti, 2005).

Dari 7 isolat bakteri dan 3 isolat jamur yang diuji patogenitasnya diperoleh 5 isolat bakteri yang bersifat patogen dan ketiga isolat jamur adalah jamur patogen. Postulat Koch dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat patogen dari isolat mikroba yang diperoleh terhadap tanaman kentang. Sejalan dengan yang dikemukakan oleh Goto (1992) bahwa agar timbul penyakit, mikroba patogen harus berhubungan dengan jaringan tanaman yang hidup dan berkembang di dalamnya. Aktivitas mikroba patogen dalam tubuh tanaman terutama bersifat kimiawi. Karena itu pengaruh yang disebabkan oleh mikroba patogen pada tanaman hampir seluruhnya akibat reaksi-reaksi biokimia yang terjadi antara substansi yang dihasilkan oleh patogen dengan substansi yang terdapat dalam badan tanaman, atau yang dibentuk oleh tanaman.



Gambar 1. Bakteri patogen tanaman kentang (A. *Erwinia* sp., B. *Streptomyces* sp., C. *Pseudomonas* sp., D. *Xanthomonas* sp. E. *Ralstonia* sp.) dan 3 jamur patogen (F. *Fusarium* sp-1., G. *Phytium* sp. dan H. *Fusarium* sp-2).

Berdasarkan hasil identifikasi yang mengacu pada buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* diketahui 5 jenis isolat bakteri patogen tanaman kentang adalah sebagai berikut :

1. *Erwinia* sp

Bakteri ini termasuk famili Enterobacteriaceae, patogen, Gram-negatif, berbentuk batang, panjangnya 1,0-1,5 μm , bentuk koloni bulat kecil, warna koloni putih mengkilat, ukuran koloni 0,1-0,4 mm, bersifat aerob, motil, reaksi urea dan katalase negatif sedangkan reaksi oksidase positif.

2. *Streptomyces* sp

Bakteri ini termasuk kelompok bakteri Gram-positif, bentuk batang, bentuk koloni bulat kecil, warna koloni putih mengkilat, ukuran koloni 0,1-0,5 mm, non motil, katalase dan oksidase positif.

3. *Pseudomonas* sp

Pseudomonas merupakan salah satu genus dari Famili Pseudomonadaceae. Bakteri ini berbentuk batang lurus atau lengkung, ukuran tiap sel bakteri 0.5-0.1 μm x 1.5-4.0 μm , tidak membentuk spora dan bereaksi negatif terhadap pewarnaan Gram. *Pseudomonas* terbagi atas beberapa grup, diantaranya adalah sub-grup berpendarfluor (*Fluorescent*) yang dapat mengeluarkan pigmen phenazine (Brock & Madigan, 1988).

4. *Xanthomonas* sp

Xanthomonas adalah bakteri yang berbentuk batang dengan kedua ujung membulat, berukuran pendek, dengan panjang berkisar antara 0,7-2,0 μm dan lebar antara 0,4-0,7 μm , memiliki satu flagel, tanpa spora. Ciri khas genus *Xanthomonas* adalah koloninya berlendir, dan menghasilkan pigmen berwarna kuning yang merupakan pigmen xanthomonadin (Bradbury, 1984).

5. *Ralstonia* sp.

Bakteri ini termasuk divisi Gracilicutes, kelas Proteobacteria, ordo Eubacteriales, famili Pseudomonadaceae, dan genus *Pseudomonas*. Sifat morfologi bakteri ini : berukuran 0,5 – 0,7 x 1,5 – 2,5 mikron, berbentuk batang dengan ujung membulat, tidak membentuk kapsul, tanpa spora, motil dengan satu flagela polar, isolat yang virulen umumnya flagelnya pendek dan pergerakan lambat, sedang yang avirulen flagelnya lebih panjang dan memungkinkan bergerak lebih cepat. Sedangkan 3 isolat jamur patogen adalah sebagai berikut :

1. *Fusarium* sp-1

Koloni jamur berwarna putih kekuningan, miselium menyebar teratur, pertumbuhan koloni datar, tebal, berserabut halus menyerupai kapas. Hifa tampak bersepta, kinodiofor panjang berbentuk silinder, sederhana dan bengkok (Barnett & Hunter, 1998)

2. *Phytium* sp

Dari pengamatan makro dan mikroskopik, ciri-ciri *Phytium* sp secara mikroskopis menurut Barnett & Hunter (1998) adalah sebagai berikut : jamur *Phytium* adalah organisme yang kecil, bersifat filamen yang kekurangan klorofil. Oospora memiliki dinding yang agak tebal dan halus, hifa *Phytium* sp adalah tidak bersekat dan umumnya memiliki cabang banyak (multi).

3. *Fusarium* sp-2

Koloni jamur berwarna merah muda keunguan, miselium menyebar teratur, pertumbuhan koloni datar, berserabut halus menyerupai kapas. Hifa tampak bersepta dan berbentuk bengkok (Barnett & Hunter, 1998)

Secara keseluruhan bakteri dan jamur ini merupakan patogen yang sering menyerang tanaman kentang. Sejalan dengan penelitian Warda (2008), dalam kajiannya terhadap beberapa referensi pada status hama dan penyakit tanaman kentang yang berada di Sulawesi Selatan, penyakit yang ditemukan antara lain adalah penyakit layu *Fusarium* (*Fusarium solani* Mont Sacc), layu bakteri (*Ralstonia* (*Pseudomonas*) *solanacearum* (EF.SM) EF.Sm. Penyakit tanaman kentang lainnya yaitu *black leg* akibat bakteri *Erwinia carotovora*, *common scab* oleh bakteri *Streptomyces scabies* dilaporkan juga sangat menurunkan produksi tanaman kentang di Peru dan Bolivia (Kabeil, 2008).

Pseudomonas merupakan genus penyebab penyakit tanaman kentang, bakteri ini berbentuk batang, motil dengan flagela polar. Genus *Pseudomonas* meliputi hampir separuh jenis bakteri yang mampu menimbulkan penyakit tanaman. Bakteri patogen ini menyebabkan gejala yang bervariasi mulai dari bercak daun, hawar, busuk daun, sampai layu. Bakteri berbentuk batang kecil, bergerak dengan satu flagela di ujung, koloni berlendir berwarna kuning. Gejala-gejala yang disebabkan oleh *Xanthomonas* juga bervariasi yang meliputi busuk, hawar dan bercak. Jenis-jenis *Xanthomonas* mempunyai kekhususan terutama terbentuknya pigmen kuning pada koloninya (Streets, 1972).

Aktivitas Antimikroba Rumput Laut Hijau *Ulva reticulata*. Analisis sidik ragam *one-way* ANOVA memperlihatkan bahwa semua perlakuan ekstrak memberikan pengaruh yang nyata terhadap 5 bakteri patogen tanaman yaitu *Erwinia* sp, *Streptomyces* sp, *Pseudomonas* sp, *Xanthomonas* sp, dan *Ralstonia solanacearum* dan 3 jamur pathogen yaitu *Fusarium* sp-1, *Phytium* sp dan *Fusarium* sp-2 (Tabel 1 dan Tabel 2).

Tabel 1. Rata-rata diameter zona hambat dari beberapa ekstrak rumput laut hijau *Ulva reticulata* terhadap bakteri patogen tanaman kentang (*A. Erwinia* sp., *B. Streptomyces* sp., *C. Pseudomonas* sp., *D. Xanthomonas* sp. *E. Ralstonia* so)

Ekstrak dari pelarut	Rata-rata diameter zona hambat (mm)				
	Isolat A	Isolat B	Isolat C	Isolat D	Isolat E
n-heksana	17.35±0.13 ^d	6.00±0 ^a	6.00±0 ^a	6.00±0 ^a	6.00±0 ^a
Kloroform	15.17±0.76 ^c	20.55±0.41 ^e	6.00±0 ^a	11.28±0.26 ^c	6.00±0 ^a
etil asetat	9.83±0.29 ^a	13.40±0.53 ^c	9.75±0.43 ^b	10.28±0.10 ^b	10.28±0.10 ^b
Methanol	14.07±0.12 ^b	12.05±0.09 ^b	6.00±0 ^a	6.00±0 ^a	6.00±0 ^a
metanol:air(1:1)	20.28±0.26 ^e	16.25±0.22 ^d	6.00±0 ^a	6.00±0 ^a	6.00±0 ^a

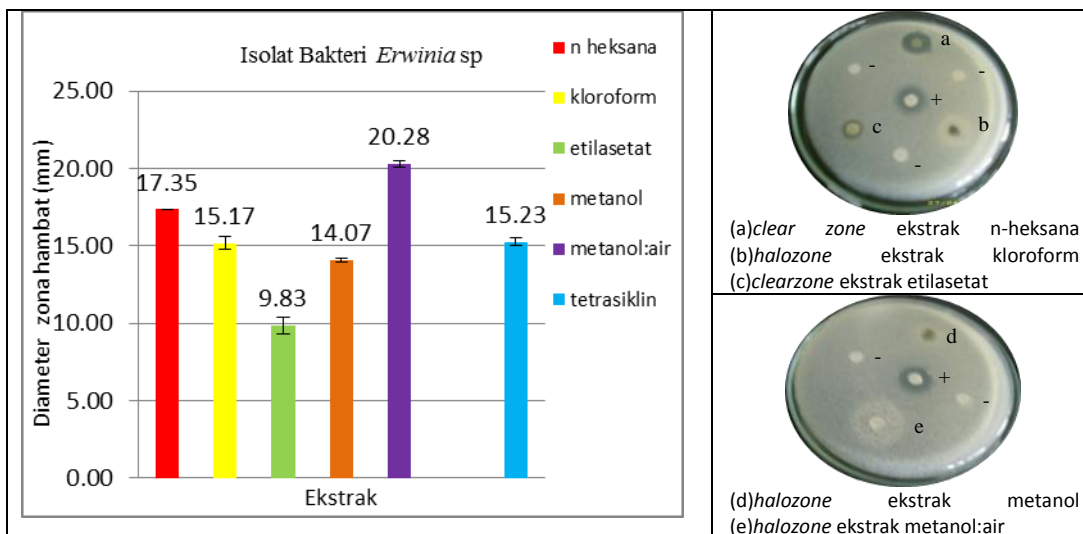
Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan pada taraf $p < 0.05$ pada masing-masing kolom

Tabel 2. Rata-rata diameter zona hambat dari beberapa ekstrak rumput laut hijau *Ulva reticulata* terhadap jamur patogen tanaman kentang (*F. Fusarium* sp-1., *G. Phytium* sp. dan *H. Fusarium* sp-2).

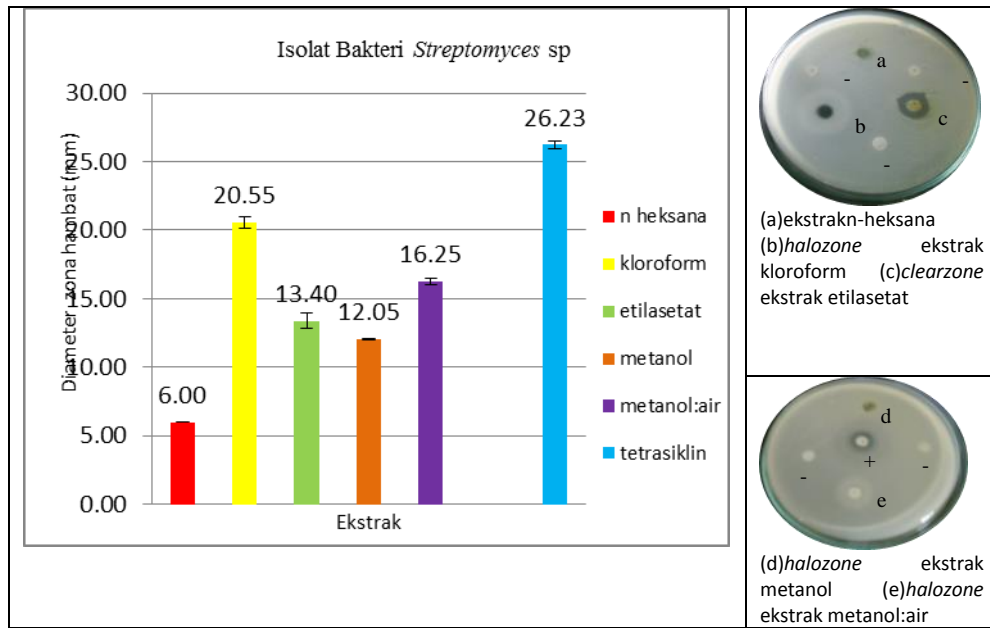
Ekstrak dari Pelarut	Rata-rata diameter zona hambat (mm)		
	Isolat F	Isolat G	Isolat H
n-heksana	7.93±0.12 ^b	13.23±0.25 ^d	6.00±0 ^a
Kloroform	6.00±0 ^a	8.87±0.32 ^{b,c}	6.00±0 ^a
etil asetat	6.00±0 ^a	8.18±0.24 ^c	9.50±0.12 ^b
Methanol	6.00±0 ^a	7.43±0.67 ^{a,b}	6.00±0 ^a
metanol:air (1:1)	6.00±0 ^a	7.03±0.06 ^b	6.00±0 ^a

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan pada taraf $p < 0,05$ pada masing-masing kolom

Secara keseluruhan dari hasil pengujian aktivitas antibakteri, terlihat bahwa ekstrak kloroform merupakan ekstrak yang paling aktif memberikan penghambatan pertumbuhan 3 isolat bakteri A (15.17 mm), isolat B (20.55 mm), dan isolat D (11.28 mm). Ekstrak metanol:air (1:1) hanya berpotensi antibakteri terhadap isolat bakteri A (20.28 mm) dan isolat B (16.25 mm) sedangkan terhadap tiga isolat bakteri lainnya bersifat tidak aktif. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh ekstrak metanol yang hanya aktif terhadap dua isolat bakteri yaitu isolat A (14.07 mm) dan isolat B (12.05 mm). Hasil ini pada dasarnya cukup memberikan informasi bahwa dari ekstrak polar rumput laut hijau *U. reticulata* juga memiliki potensi antibakteri. Potensi antibakteri rumput laut terhadap patogen tanaman dari ekstrak polar ini juga telah ditemukan menghambat pertumbuhan bakteri *Erwinia carotovora* secara *in vitro* (Jimenez, 2011).



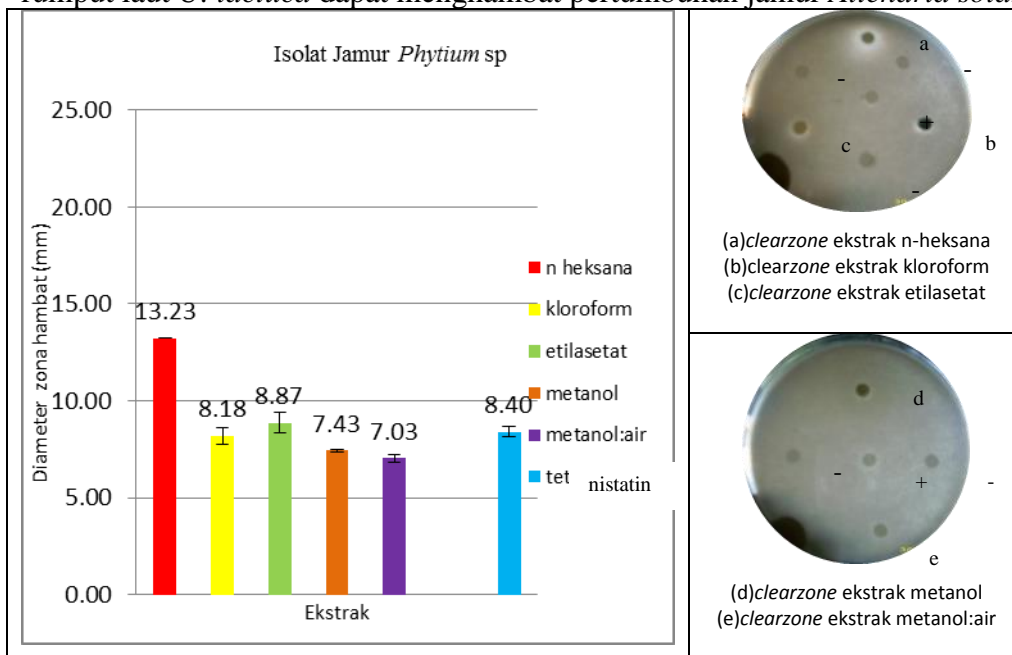
Gambar 2. Grafik diameter zona hambat ekstrak n-heksana, kloroform, etil asetat, metanol dan metanol:air (1:1) terhadap isolat bakteri *Erwinia* sp.



Gambar 3. Grafik diameter zona hambat ekstrak n-heksana, kloroform, etil asetat, metanol dan metanol:air (1:1) terhadap isolat bakteri *Streptomyces* sp.

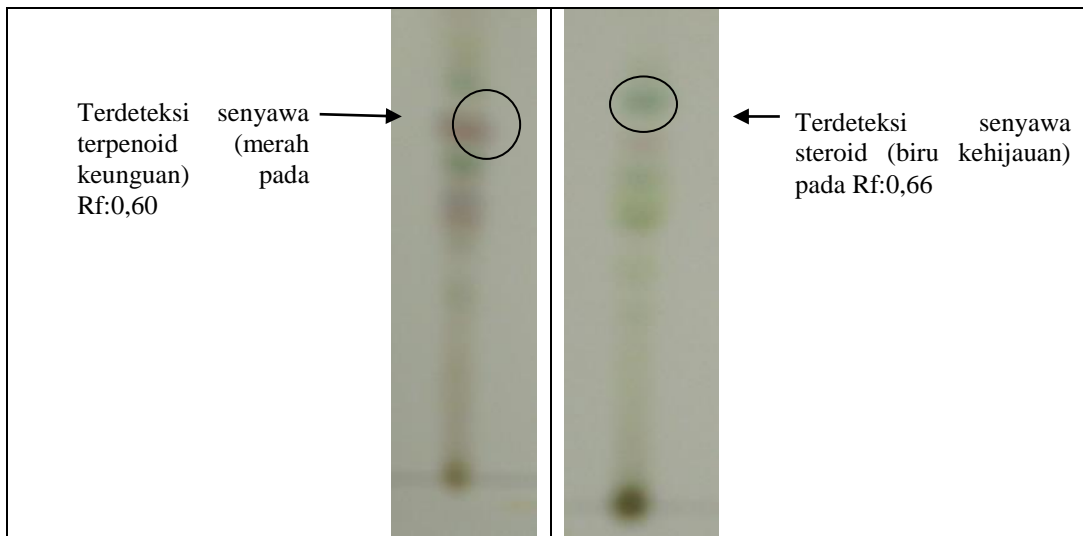
Ekstrak kloroform dan n-heksana dari rumput laut *U. reticulata* memiliki potensi sangat tinggi sebagai antibakteri. Dari sini dapat disimpulkan bahwa senyawa antibakteri dari rumput hijau *U. reticulata* umumnya bersifat non-polar karena larut pada pelarut non-polar kloroform, senyawa yang larut di dalam pelarut ini merupakan senyawa yang bersifat non-polar juga seperti senyawa-senyawa terpenoid, steroid dan karotenoid (Harborne, 1987).

Aktivitas antijamur tertinggi dari ekstrak rumput laut hijau *U. reticulata* hanya ditunjukkan oleh ekstrak n-heksana terhadap isolat jamur *Phytium* sp bersifat sedang dengan diameter zona hambatan 13.23 mm. Diduga pula bahwa komponen senyawa antijamur merupakan senyawa yang bersifat non-polar karena dapat larut dalam pelarut n-heksana. Aktivitas antijamur dari senyawa non-polar juga telah dilaporkan oleh Chantini *et al.* (2012) bahwa ekstrak n-heksana dari rumput laut *U. lactuca* dapat menghambat pertumbuhan jamur *Altenaria solani*.



Gambar 4. Grafik diameter zona hambat ekstrak n-heksana, kloroform, etil asetat, metanol dan metanol:air (1:1) terhadap isolat jamur *Phytium* sp.

Senyawa Aktif Antimikroba. Pengujian KLT bioautografi yang digunakan adalah metode bioautografi pencelupan karena lebih mudah dan sederhana (Djide & Sartini, 2009). Dari pengujian KLT-Bioautografi ekstrak kloroform, yang dideteksi dengan pereaksi Liebermann-Burchard di mana noda yang memberikan zona penghambat terhadap bakteri *Streptomyces* sp. berubah warna menjadi warna merah keunguan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa salah satu komponen yang bersifat antibakteri yang terdapat dalam ekstrak kloroform rumput laut hijau *Ulva reticulata* adalah senyawa terpenoid. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Tamat, 2007 yang telah mendeteksi adanya senyawa golongan terpenoid dalam rumput laut ini sedangkan ekstrak n-heksana yang aktif terhadap jamur *Phytium* sp. yang dideteksi dengan pereaksi yang sama yaitu Liebermann-Burchard memberikan hasil warna noda yang tampak menjadi warna biru kehijauan. Menurut Harborne, 1987 uji yang banyak digunakan adalah dengan reagen Liebermann-Burchard yang kebanyakan senyawa steroid memberikan warna biru hijau. Dari hasil tersebut diduga senyawa antijamur yang terkandung di dalam ekstrak n-heksana yang bersifat sebagai fungisidal tersebut adalah golongan senyawa steroid (Gambar 5).



Gambar 5 . Analisis senyawa antimikroba

Potensi antibakteri dari senyawa golongan steroid telah dilaporkan pula dari jenis rumput laut hijau lainnya, terdeteksi mengandung senyawa aktif antibakteri dari ekstrak metanol berupa senyawa steroid yaitu 24-isophyl-5-cholesten-beta-ol (Ghazala & Shameel, 2005), sedangkan suatu steroidal glycoside berhasil diisolasi dari alga hijau jenis *Codium* sp (Ali *et al.*, 2002).

Kesimpulan

Ekstrak kloroform rumput laut hijau *Ulva reticulata* memiliki aktivitas antibakteri sangat tinggi terhadap isolat bakteri *Streptomyces* sp dengan diameter zona hambat 20.55 mm. Ekstrak n-heksana memiliki aktivitas antijamur dengan kategori sedang terhadap isolat jamur *Phytium* sp dengan diameter zona hambat 13.23 mm.

Pengujian KLT-Bioautografi dengan pereaksi Liebermann-Burchard terhadap ekstrak kloroform memperlihatkan noda/pita yang bersifat antibakteri terhadap *Streptomyces* sp, dengan Rf 0.60 dan berwarna merah keunguan. Terhadap ekstrak n-heksana memperlihatkan noda/pita yang bersifat antijamur *Phytium* sp, dengan Rf 0.66 dan berwarna biru kehijauan. Komponen senyawa antibakteri pada ekstrak kloroform adalah senyawa terpenoid, senyawa antijamur yang terkandung pada ekstrak n-heksana adalah steroid.

Daftar Referensi

- Ali, M.S., M. Saleem, R. Yamdagni, M.A Ali. 2002. Steroid and Bacterial Steroidal Glycosides from Marine Green Algae *Codium iyengarii* Borgesen. *Nat. Prod. Lett.* 16(6):407-413.
- Barnett, H.L & B. B. Hunter. 1998. *Illust Genera of Imperfect Fungi*. APS Press. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota.
- Chanthini, K., C. S Kumar, S. J. Kingsley. 2012. Antifungal activity of seaweed extracts against phytopathogen *Alternaria solani*. *J. Acad. Indus. Res.* Vol. 1(2): 86-91.
- Delattre, C.; Michaud, B.; Courtois, B.; Courtois, J. 2005. Oligosaccharides engineering from plants and algae applications in biotechnology and therapeutics. *Minerva Biotechnol.* 17:107-117.
- Djide MN, & Sartini. 2009. Analisis Mikrobiologi Farmasi. Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Ghazala, B. and M. Shameel. 2005. Phytochemistry and Bioactivity of Some Fresswater Green Algae from Pakistan. *Pharmaceutical Biology*. Vol 43 (4): 358-369.
- Gonzalez del Val A, Platas G, Basilio A (2001). Screening of antimicrobial activities in red, green and brown macroalgae from Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *Int. Microbiol.* 4: 35-40.
- Goto, M., 1992. *Fundamentals of Bacterial Plant Pathology*. Academic Press. Inc, Tokyo.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Mengekstraksi Tumbuhan, Edisi II*, Penerbit ITB, Bandung.
- Jimenez E, F. Dorta, C. Medina, A. Ramirez, I. Ramirez, H. Pena-Cortes. 2011. Anti-phytopatogenic Activities of Macro-Algae Extract. 2011. *Marine Drugs* ISSN 1660-3397, 9: 739-756
- Kabeil, S. , S.M. Lashin dan M.H. El- Masry. 2008. Potato Brown Rot Disease in Egypt: Current Status and Prospects. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 4 (1): 44-54.
- Kuswinanti, T, Fitriani, Baharuddin. 2005. Isolasi dan Identifikasi Mikroba Terbawa Benih Pada Umbi Kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Penyimpanan. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel.
- Purwantisari, S. dan R.B. Hastuti. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Jurnal Bioma*, Vol 11 (1): 24-32. Diakses 15 Maret 2012.
- Satar, S.M. 2011. Uji Aktivitas Antimikroba dan Analisis KLT Ekstrak Rumput Laut Merah *Gracilaria coronopifolia* Terhadap Mikroba Patogen Manusia. Skripsi. Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.
- Streets, R.B. 1972. *Diagnosis of Plant Disease*. The University of Arizona Press, USA.
- Sukatar A, Karabay-yavasoglu NU, Ozdemir G, Horzum Z (2006). Antimicrobial activity of volatile component and various extracts of *Enteromorpha linza* (Linnaeus) J. Agardh from the coast of Izmir, Turk. *Ann. Microbiol.* 56(3): 275-279
- Wan Nawi, W.N.F. 2011. Uji Aktivitas Antimikroba dan Analisis KLT-Bioautografi Ekstrak Alga Hijau *Enteromorpha Linza* Terhadap Mikroba Patogen Pada Manusia. Skripsi. Fakultas Farmasi. Universitas Hasanuddin.
- Warda, 2008. Hama dan Penyakit pada Tanaman Kentang di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Dalam Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI PFI XIX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan. 5(8): 397-401.
- Wikanta, T. 2010. Pemanfaatan Organisme Laut untuk Mendukung Industri Pangan dan Farmasi. Laporan Akhir Riset Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekayasa . Balai Besar Riset Pengolahan produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan da Perikanan. Jakarta.
- Zainuddin, E.N. 2006. Chemical and Biological Investigations of Selected Cyanobacteria (Blue-green Algae). PhD Thesis, University Greifswald.
- Zainuddin, E.N. dan A.C. Malina. 2009. Skrining rumput laut komersil asal Sulawesi Selatan sebagai antibiotik melawan bakteri patogen pada ikan. Penelitian Research Grant, Biaya IMHERE-DIKTI.
- Zainuddin, E.N. 2010. Antibacterial potential of marine algae collected from South Sulawesi coast against human pathogens. Proceedings of International Conference and Talkshow on Medicinal Plants. BPPT, Jakarta, Indonesia. ISBN 978-602-95911-1-8.

Analisa Kadar Fukosantin dalam Daun *Sargassum filipendula* dengan Menggunakan Metode TLC. Scanner

Kartini Zailanie* dan Hartati Kartikaningsih

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.
Jl. Veteran Malang

*E-mail : kartinizailanie@gmail.com

ABSTRAK

Sargassum sp. merupakan tanaman Rumput laut yang terdapat Padike Kecamatan Talango Kepulauan Sumenep – Madura, ekstrak *Sargassum* sp telah diketahui khasiatnya sebagai, anti kanker, anti obesitas, anti unflamasi, *Sargassum* sp mengandung beberapa komponen dan salah satunya adalah Fukosantin. Fukosantin adalah pigmen berwarna oranye, termasuk kelompok xantofil dari karotenoid yang memiliki gugus oksigen (O₂). Rangka utamanya merupakan isoprenoid poliene yang terbentuk oleh penggabungan delapan satuan isoprene. Pigmen fukosantin banyak ditemukan pada alga coklat, alga hijau dan merah, namun tidak ditemukan dalam tumbuhan tingkat tinggi. Rantai poliene dari karotenoid, mengandung ikatan ganda terkonjugasi yang bertanggung jawab atas terbentuknya pigmen karotenoid dan memiliki kemampuan menyerap foton pada panjang gelombang sinar tampak. Uji yang dilakukan dengan cara kromatografi lapis tipis dan pengukuran komponen menggunakan TLC Scanner pada λ 450 mm. Hasil analisa menunjukkan fukosantin pada alga coklat dengan ekstrak kasar sebesar 0,23 (mg/g) dan kandungan fukosantin untuk *S. Cinerium* 0,9 ; *S. echinocarpum* 0,9 ; *S. fillipendula* 0,10 ; *T. conoides* 0,10 dan *P. australis* 0,19.

Kata kunci: Alga Coklat, Fukosantin, TLC-Scanner

Pendahuluan

Rumput laut telah populer terutama di Jepang, Cina dan Korea sebagai salah satu komponen utama dalam menu diet harian (Sachindra *et al.*, 2010.). Rumput laut coklat mengandung pigmen karotenoid yang menarik sebagai sumber antioksidan dan anti kanker seperti yang dilaporkan oleh Mori *et al.*, (2004). Rumput laut coklat jenis *Sargassum* sp merupakan salah satu jenis alga coklat yang tumbuh tersebar di perairan Indonesia terutama di perairan yang terdapat terumbu karang yang belum banyak dimanfaatkan (Handayani, Sutarno dan Setyawan, 2004). Rumput laut coklat tersusun atas polisakarida dan mengandung mineral dan vitamin (Ruperez and Calixto, 2001). *Sargassum* Sp mengandung sejumlah besar zat warna yaitu fukosantin dan zat-zat lainnya yang berperan sebagai zat anti obesitas (Ruperez and Calixto, 2001), anti oksidan (Dounporn, Peeranpornpisal, Taesotikul, Jamjai, Nualchareo dan Kanjanapothi, 2007; Pangestuti, Limantara dan Susanto, 2007), anti koagulan (Cumashi, Natalia, Ushakova, Marina and Armida, 2007) anti diabetes (Maeda Tsukui, Sashima, Hosokawa dan Miyashita, 2008), anti kanker (Pangestuti, *et al.*, 2007), anti tumor dan kanker usus besar (Okuzumi, Nishino, Murakoshi, iwashima, Tanaka, Yamane, Fujita and Takashasi, 1990. dalam Liqun, Pengcheng dan Shoujin, 2008).

Fukosantin sebagai bagian utama dari karotenoid dalam rumput laut coklat memiliki ikatan alenik tertentu, dimana 5,6 - monoepoksida memainkan peran penting dalam struktur fukosantin (Haugan *et al.*, 1995 dan Matsuno, 2001). Christiana, Susanto dan Limantara (2008), telah mengidentifikasi fukosantin pada rumput laut *Udotea* sp, *Amphiroa rigida*, dan *Turbinaria conoides*. Sedangkan Hegazi, Ruzafa, Almela dan Candela, (1998), telah melakukan identifikasi klorofil dan karotenoid dari *Caulerpa prolifera*, dan *Padina pavonica*. Sifat fukosantin labil terhadap basa sehingga saat ekstraksi basa harus dihindari pada proses ekstraksinya.

Pada umumnya rumput laut banyak dimanfaatkan hanya dari jenis alga merah, yang menghasilkan agar-agar dan karaginan. Sedangkan rumput laut jenis alga coklat menghasilkan alginat dan pigmen belum banyak (Bachtiar, 2007). Oleh karena itu menjadi sangat penting dilakukan eksplorasi fukosantin dari rumput laut coklat yang berasal dari perairan Madura melalui ekstraksi, dan karakterisasi fisika kimiawi.

Bahan dan Metode

Bahan utama yang digunakan adalah alga coklat *Sargassum ecinocarpum*, *Sargassum cinereum*, *Sargassum filipendula*, *Turbinaria conoides*, dan *Padina australis* segar, pengambilan sampel dengan GPS dengan metode transek di Desa Padike. Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Dasar pada bulan Maret 2014.

Alat yang digunakan adalah labu 100 ml, pengocok elektrik, corong, erlenmayer, kertas saring, mikropipet, lempeng aluminium silika Gel 60 F 354, oven, chamber, dan TLC scanner aksi yang digunakan aquades, CHCl_3 p.a., etanol absolut, etil asetat dan bahan pembanding fukosantin.

Dalam percobaan ini terlebih dahulu dilakukan uji kualitatif fukosantin untuk komponen fukosantin dari masing-masing contoh.

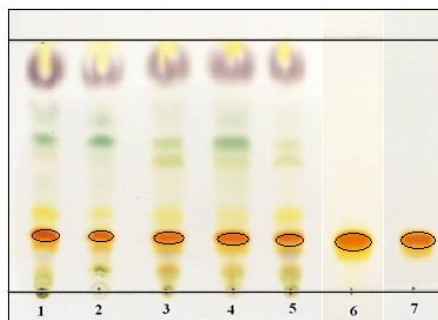
Pembuatan ekstrak. *Padina australis*, *Turbinaria conoides*, *Sargassum ecinocarpum*, *Sargassum cinereum*, *Sargassum filipendula*. Kelima rumput laut coklat tersebut diekstraksi dengan metode menurut Seely *et al.*, (1992) yang telah dimodifikasi yakni menggunakan metode DMSO (*Dimethyl sulfoxide*).

Pembuatan larutan Standar. Ditimbang sebanyak $\pm 0,0025$ gram standar fukosantin dilarutkan dengan aquadest dalam labu ukur 25 ml.

Penetapan kadar fukosantin. Masing-masing ekstrak dan standar ditotolkan sebanyak 5 μl pada lempeng Aluminium Silika Gel 60 F254, kemudian dikembangkan dengan fase gerak CHCl_3 : Etanol absolut (49: 1) ditambah beberapa tetes etil asetat. Setelah elusi selesai, intensitas warna yang terbentuk diukur dengan menggunakan TLC scanner dengan panjang gelombang maksimal yang sudah ditentukan terlebih dahulu yaitu pada $\lambda = 301$ nm.

Hasil dan Pembahasan

Analisis fukosantin dari alga coklat telah dilakukan dengan metoda normal *phase* TLC (*Thin Layer Chromatography*) untuk mendapatkan beberapa total pigmen yang ditunjukkan dengan total yang mempunyai R_f (*Retardation factor*) dan warna yg berbeda. Warna total yang berbeda dari hasil TLC ini didasarkan pada nilai R_f yang dilakukan oleh peneliti terdahulu, (Sofiani *et al.*, 2004 dan Pratikno *et al.*, 2004) dengan menggunakan standar fukosantin. Hasil analisa dapat dilihat dalam Gambar 1.



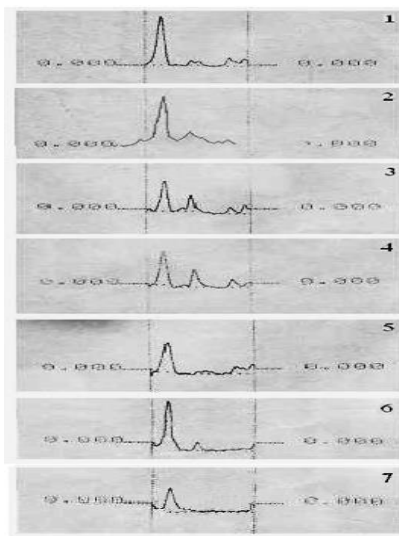
Gambar 1. Hasil TLC dari Ekstrak Kasar Lima Jenis Alga Coklat (1) *Padina australis* (2) *Turbinaria conoides* (3) *Sargassum filipendula* (4) *Sargassum ecinocarpum* dan (5) *Sargassum cinereum* (6) Hasil Isolasi (7) standar fukosantin: dengan fase gerak heksana:etil asetat (1:1. v/v)

Pada gambar 1. Totol yang berwarna oranye pekat memiliki nilai Rf 0,23 yang diyakini sebagai fukosantin. Menurut Yan *et al.*, (1999), nilai Rf pigmen fukosantin dengan fase gerak heksana : etil asetat (1 : 1, v/v) berkisar antara 0,25 – 0,28. Nilai Rf Totol D hasil penelitian ini juga berada dikisaran nilai Rf seperti yang dilaporkan oleh Nurcahyati dan Timothius (2007). Fukosantin yang berwarna oranye menurut Jeffrey, *et al.*, (1997) juga Nurcahyanti dan Timotius, (2007) termasuk golongan santofil (bersifat polar). Pigmen fukosantin merupakan pigmen dominan yang dimiliki oleh alga coklat dan menyebabkan warna coklat pada seluruh bagian *thallus* (Pangestuti, 2007).

Hasil analisa TLC dilakukan penghitungan konsentrasi menggunakan Densitofotometer (Alegantina *et al.*, 2010) dengan perhitungan:

$$\frac{\text{luas area sampel}}{\text{luas area standar}} \times \text{Konsentrasi standar Fukosntin} \quad (1)$$

Hasil perhitungan konsentrasi dari TLC menggunakan Densitofotometer dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. TLC scanner/ Chromato-gram Densitometer. Keterangan: (1) *Padina Australis*, (2) *Turbinaria*, (3) *S. Fillipendula*, (4) *S. Echinocarpum*, (5) *S. Cinereum* (6) hasil isolasi dan (7) standard

Hasil perhitungan konsentrasi dari TLC menggunakan Densitofotometer dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Konsentrasi TLC dengan Densito-fotometer dari lima rumput laut coklat

Rumput Laut	Luas segitiga (mm ²)	Konsentrasi fukosantin (mg/g)
<i>Padina Australis</i>	38,00	0,19
<i>Turbinaria</i>	34,12	0,10
<i>S. Fillipendula</i>	19,50	0,10
<i>S. Echinocarpum</i>	18,00	0,09
<i>S. Cinereum</i>	17,23	0,09
Hasil Isolasi	33,25	0,16
Standar	12,00	

Data dalam Tabel 1. menunjukkan bahwa hasil konsentrasi fukosantin dengan metode densitometri (perhitungan lengkap pada Lampiran 7), dimana konsentrasi yang tinggi terdapat pada *Padina australis* karena pada TLC timbulnya warna karena adanya interaksi antara fase gerak dan silika gel yang bersifat absorpsi dan gaya kapiler (Sulaswatty, 2002). Kandungan fukosantin hasil analisa dengan metode TLC ditimbulkan oleh permukaan silika Gel yang sangat polar sehingga gugus – OH dapat membentuk ikatan hidrogen dengan senyawa-

senyawa yang sesuai disekitarnya, sebagaimana halnya pada gaya Van de Waals dan interaksi dipol-dipol

Kesimpulan

Kadar fukosantin dari alga coklat yang diidentifikasi menggunakan TLC scanner pada ekstrak kasar alga coklat dijumpai beberapa beberapa total warna dan total warna orange dari standar fukosantin sebesar 0,23 (mg/g) dan kandungan fukosantin untuk *S. Cinerium* 0,9 ; *S. echinocarpum* 0,9 ; *S. fillipendula* 0,10 ; *T. conoides* 0,10 dan *P. australis* 0,19.

Daftar Referensi

- Bachtiar E. 2007. Penelusuran Sumber Hayati Laut (Alga) sebagai Biotarget Industri. Makalah, Universitas Pajajaran Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bandung.
- Christiana, R., A.B. Susanto dan Limantara L. 2008. Analisis Pigmen Ekstrak Aseton Rumput Laut *Udotea* sp, *Amphiora rigidada* dan *Turbinaria conoides*. Prosiding Sains dan Teknologi Pigmen Alami. Semarang. Hal 194-210.
- Cumashi, A., Natalia, A., Ushakova, Marina, E. and Armida, D. 2007. A comparative study of the anti-inflammatory, anticoagulant, antiangiogenic and antiadhesive activities of nine different fucoidans from brown seaweeds. *J. Glycobiology.*, 17 (5): 541-552.
- Doungporn, A., Peeranpornpisal Y., Taesotikul T., Jamjai U., Nualchareo M. and Kanjanapothi D. 2007. Antioxidant Activity of *Padina minor* Yamada. *KMITL Sci. Tech. J.*, 7: S1.
- Handayani, T., Sutarno dan Setyawan A.D. 2004. Analisis Komposisi Nutrisi Rumput Laut *Sargassum crassifolium*. *J. Agardh. Biofarmasi*, 2 (2) : 45:52.
- Haugan, J.A., S.L. Jensen. 1995. C15-Allenic Model Compounds for Carotenoid Synthesis, Comparative ¹HNMR Data and a New Intramolecular Reaction. ISSN 0904-213
- Matsuno, T. 2001. Aquatic animal carotenoids. *Fisheries Science*, 67 : 771-783.
- Hegazi M.M., Ruzafa A. P., Almela L. and Candela M. E. 1998. Separation and Identification of Chlorophylls and Carotenoids From *Caulerpa prolifera*, *Jania rubens*, and *Padina pavonica* by Reversed-phase High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatography*, A 829 : 153-159.
- Jeffrey, S. W.; R. F. C Mantoura, and S. W Wright. 1997. *Phytoplankton Pigments in Oceanography. Guidelines to Modern Methods*. Unesco. Paris.
- Liqun, Y., Pengcheng LI. and Shoujin F. 2008. The Extraction of Pigments from Fresh *Laminaria japonica*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 26 (2): 193-196.
- Maeda, H., Takayuki T., Tokutake S., Masashi H., Kazuo M. 2008. Seaweed Carotenoid, Fucoxanthin, as a Multi-functional Nutrient. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008;17 (SI): 196-199.
- Mori K., Ooi T., Hiraoka M., Oka N., Hamada H., Tamura M. And Kusumi T. 2004. Fucoxanthin and Its Metabolites in Edible Brown Algae Cultivated in Deep Seawater. *Marine Drugs*, 2: 63-72.
- Nurcahyanti, A.D.R dan Timotius K.H. 2007. Fucoxanthin Sebagai Antiobesitas. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*, XVIII (2) ; 134-141.
- Pangestuti, R. Limantara, L. dan Susanto, A. 2007. Kandungan Dan Aktivitas Fukosantin *Sargassum polycystum* C.A. Agardh. Prosiding Back to Nature dengan Pigmen Alami, Salatiga. 201-209.
- Rupérez, P. and Calixto, F. S. 2001. Dietary Fibre and Physicochemical Properties of Edible Spanish Seaweeds. *Eur. Food Res. Technol.*, 212: 349-354.
- Sachindra, N. M., E. Sato, H. Maeda, M. Hosokawa, Y. Niwano, M. Kohno dan K. Miyashita. 2007. Radical Scavenging and Singlet Oxygen Quenching Activity of Marine Carotenoid Fucoxanthin and Its Metabolites. *J. Agric. Food Chem.*, 55:8515-8522.
- Seely, G. R., Duncan M. j. and Vindaver W. E.. 1992. Preparative and Analytical Extraction of Pigment from Brown Algae with Dimethyl Sulfoxide. *J. Marine Biology.*, 12: 184-199
- Soviani, H. Soetjipto, dan L. Limantara. 2004. Komposisi Pigmen Tomat Buah (*Lycopersicon esculentum* Mill) Varietas Arthaloka Selama Pematangan. Prosiding Seminar Nasional Kima VI Hal: 197-203
- Pratikno, M. K., S. P. Hastuti, dan L. Limantara. 2004. Pengaruh Penyimpanan Daun Terhadap Komposisi Pigmen Daun dan Gelatin Cincau Perdu (*Melastoma polyanthum* B.). Prosiding Seminar Nasional Kimia VI Hal: 127-133
- Sulaswaty, Anny. 2002. Penggunaan Pelarut Teknis Pada Pemisahan α - Dan β - Karoten Dari Pekatan Karotenoid Crude Olein. ISSN:0854-477.
- Yan X., Chuda Y., Suzuki M. and Nagata T. 1999. Fucoxanthin as the Major Antioxidant in *Hijikia fusiformis*, a Common Edible Seaweed. *Biosci, Biotechnol. Biochem.*, 63 (3): 605-607.

Karakterisasi Kualitas Garam dengan Teknologi Ulir dan Filter (TUF) pada Wilayah Pesisir Kabupaten Takalar

Mohammad Wijaya*, Sudding dan Vita Yulianti

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar
Jl. Daeng Tata Raya, Kampus UNM Parangtambung Makassar 90224

*E-mail : wijasumi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara yang sebagian besar wilayah berupa Lautan. Garam merupakan salah satu kebutuhan pelengkap dari kebutuhan pangan untuk keperluan memasak, bumbu racikan dalam makanan, bahan baku untuk pembuatan logam dan zat penyedap rasa. Kementerian Kelautan dan Perikanan mencanangkan pada Tahun 2014, Indonesia akan swasembada garam industri. Kabupaten Takalar merupakan penghasil garam selain Kabupaten Jeneponto dan Pangkep. Namun produksi garam yang dihasilkan umumnya memiliki kualitas sedang dengan kenampakan warnanya yang kecoklatan dan lembab. Untuk itu perlu dilakukan perubahan dengan menggunakan teknologi ulir dan filter. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kualitas garam yang dihasilkan melalui TUF sebesar 85,50% lebih rendah dibandingkan kadar NaCl yang memakai cara tradisional sebesar 88,10%. Sedangkan kadar air untuk garam tradisional sebesar 5,30% lebih tinggi dengan garam dengan TUF sebesar 1,10%. Perlu dilakukan pengkajian analisis garam dengan melihat kualitas garam dari aspek lingkungan dan ukuran porinya.

Kata Kunci : Tambak, air laut, TUF, NaCl.

Pendahuluan

Indonesia termasuk Negara maritim, namun usaha produksi garam masih dilakukan secara tradisional. Hal ini belum banyak masyarakat memanfaatkan lahan tambak untuk produksi garam, selain harga garam murah dan kualitasnya masih rendah. Padahal kebutuhan garam yang berkualitas banyak masih di impor dari Luar negeri. Salah satu garam yang mempunyai kebutuhan yang tinggi di pasaran adalah garam yang untuk kebutuhan industri, namun kekurangan garam sangat di rasakan oleh masyarakat Indonesia. Garam dapur yang lebih di kenal dengan senyawa NaCl mempunyai struktur Kristal yang berwarna putih, tidak higroskopis. Manfaat garam yang selama ini digunakan untuk bumbu masakan, bahan pembuatan logam Na dan NaOH (bahan pembuatan keramik, kaca dan pupuk), dan zat penyedap, industri garam yang digunakan untuk proses kimia dasar pembuatan soda dan chlor, dan pharmaceutical salt (Elvia, 2011).

Pada tahun 2014, diharapkan Indonesia menjadi swasembada garam industri yang telah dicanangkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. Dalam rangka mencapai target tersebut dilakukan program yang terkait dengan peningkatan produksi garam rakyat diantaranya pengembangan usaha garam rakyat (PUGAR). Saat ini pemerintah terus berupaya mengembangkan produksi garam dengan teknologi Ulir dan Filter. TUF ini menggunakan filter dimana petakan-petakannya dan terdapat ulir dalam penampungan besar maupun kecil sehingga menghasilkan garam yang putih dan berkristal besar.

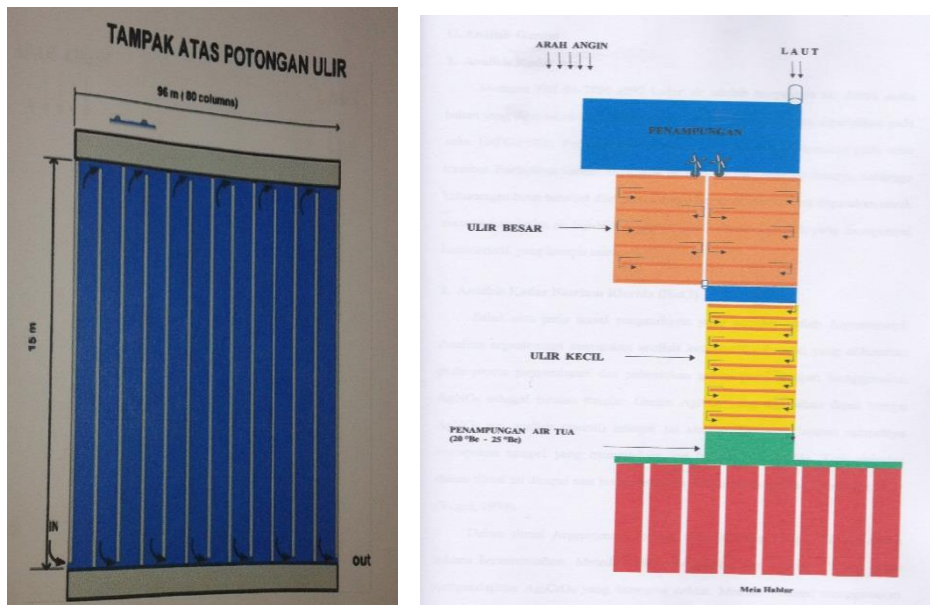
Potensi dan peluang usaha untuk mengembangkan produksi garam rakyat (PUGAR), dan teknologi TUF membutuhkan garam yang berkadar 98%, sehingga garam tersebut untuk digunakan pembuatan bahan makanan dalam kemasan, yang telah banyak dijual di kecamatan Mangarabombang Kab Takalar. sehingga masyarakat calon pengusaha sangat termotivasi untuk membuka lahan tambak garam dengan skala kecil dan menengah (UKM), Persoalan yang dihadapi saat ini adalah sertifikat lahan tambak yang di klaim salah satu pihak untuk membuka lahan tambak baru yang dulunya empang ikan bandeng, yang mana bisa

menimbulkan konflik antara pengusaha dan masyarakat yang berada disekitar usaha tersebut. Sebagian dari Wilayah Kabupaten Takalar merupakan daerah pesisir pantai. Kabupaten Takalar memiliki akses perdagangan regional, nasional dan Internasional (Kementerian Dalam Negeri. 2012).Lahan Tambak garam yang selama ini dilakukan oleh petambak berada di sekitar Kecamatan Mangarabombang Kab Takalar merupakan kawasan budidaya Ikan Bandeng yang mana sebagian lahan tambak digunakan untuk pembuatan garam Lahan tambak selama ini masih dilakukan secara tradisional dan menunggu musim kemarau datang.Lahan tambak garam tersebut memberikan kontribusi dalam meningkatkan produksi garam dengan menggunakan teknologi TUF yang mana menggunakan arang tempurung kelapa sebagai filter untuk itu perlu sentuhan teknologi yang ramah lingkungan yang mampu mengurangi pencemaran lingkungan.

Kementerian Kelautan dan Perikanan memiliki kebijakan pembangunan perikanan meliputi Minapolitan, Industrialisasi dan *Blue Economy*. Minapolitan adalah pembangunan perikanan berbasis kawasan. Adapun Industrialisasi dimaksudkan untuk menambah nilai pada produk perikanan dan meningkatkan daya saingnya. Sedangkan *Blue Economy* adalah sebuah konsep untuk menciptakan industri kelautan dan perikanan yang ramah lingkungan, melipat gandakan pendapatan, menciptakan kesempatan kerja dan menggerakkan perekonomian masyarakat. Ketiga kebijakan tersebut diharapkan dapat menggerakkan perekonomian Indonesia menuju kemapanan berbasis pembangunan perikanan.Tujuan penelitian adalah peningkatan produksi garam dengan teknologi TUF dengan Tradisional dan melakukan pengujian kualitas garam dengan komposisi nutrient yang terkandung didalamnya, Manfaat penelitian ini adalah meningkatkan Kualitas Produksi Garam rakyat dari segi kandungan NaCl dan warna Kristal, memenuhi garam Nasional dengan efektifitas waktu pembuatan air baku dan efektivitas tata letak., mensukseskan Program Industrialisasi Kementerian kelautan dan Perikanan dengan membuat jenis garam yang berkualitas tinggi.

Bahan Dan Metode

Penelitian ini telah dilakukan pada Tahun 2013 yang meliputi pembuatan dan pengambilan sampel garam di kawasan tambak garam di desa Bonto mania Kecamatan Mangarabombang Kab Takalar. Pengambil sampel dan analisis sampel dengan titrasi argentometri dilaksanakan di Laboratorium Kimia FMIPA dan analisis sifat fisik dan kimia dilakukan di Lab. Kimia Laut FKIP Unhas Makassar. lahan tambak rakyat agar mampu menghasilkan produksi garam yang berkualitas dan memenuhi standar K berupa garam yang bersih, putih dan berkristal besar. sehingga kelompok petambak garam tersebut dibuatkan ulir dan filter tersebut agar bisa digunakan untuk mengolah garam tradisional menjadi garam yang memenuhi standar di kecamatan Mangarabombang Kab Takalar.Masyarakat umum yang berada disekitar lahan tambak Garam kecamatan Mangarabombang Kab Takalar.Metode Pembuatan petak tambak garam konstruksi penggaraman dimana suatu kompleks (kelompok-kelompok) penggaraman yang luas yang letaknya teratur dijadikan suatu kelompok peminihan secara kolektif yang kemudian air pekat (air tua) yang dihasilkan dialirkan ke suatu meja kristalisasi untuk proses kristalisasi garam 1. Pembuatan petak kristalisasi, 2. Pencangkulan lantai petak kristalisasi, 3.Pembuburan & Penaburan silica , 4. Pengeringan Petak Kristalisasi , 5. Pengeloran Petak kristalisasi dan 6. Pengisian air petak kristalisasi.(Lihat Gambar 1) Analisis kadar garam dan kadar air sesuai standar SNI 01-2891-1992.



Gambar 1. (a). Desain ulir penampung (b). Desain Tambak Garam dengan TUF (Dinas Kelautan dan Perikanan. 2012)

Hasil dan Pembahasan

Perbedaan warna antara garam TUF dan garam tradisional dapat dilihat pada gambar, bahwa garam yang diproduksi secara TUF mempunyai perubahan warna kristal yang lebih putih dan karena adanya filter pada proses pembuatan garam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar NaCl dilakukan dengan menggunakan metode Argentometri bahwa adanya ion klorida yang mengendap dalam sampel garam maupun air. Pengujian kadar NaCl dilakukan menggunakan metode argentometri yang didasarkan pada penggunaan larutan baku yaitu perak nitrat (AgNO_3), titrasi tersebut untuk mengendapkan ion klorida dalam sampel garam maupun air. Penelitian ini digunakan cara Mohr dalam menentukan saat tercapainya titik ekuivalen. Indikator yang digunakan adalah Kalium kromat. Bereaksi dengan ion perak akan membentuk endapan coklat merah dalam suasana netral atau agak alkalis. (Lihat Gambar 2)



Gambar.2. Perbandingan garam TUF dengan garam tradisional serta analisis kadar garamnya

Menurut Wayan (2012), terbentuknya endapan merah pada titik akhir titrasi ini menunjukkan bahwa seluruh ion Cl^- telah terendapkan oleh ion Ag^+ dari titran sehingga CrO_4^{2-} mulai diendapkan sebagai Ag_2CrO_4 . Berdasarkan nilai Ksp bahwa Ag_2CrO_4 lebih mudah mengendapkan dibandingkan Ag_2CO_3 . Hal ini disebabkan karena CrO_4^{2-} merupakan ion bivalen sehingga memerlukan lebih

banyak Ag+ untuk mengendapkan. Pada Kadar NaCl yang ada pada garam tradisional lebih tinggi dari kadar NaCl dalam garam TUF. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa kadar NaCl yang ada pada garam Tradisional sebesar 88,10% sedangkan kadar NaCl yang ada pada garam TUF sebesar 85,50%. Penyebabnya factor salinitas, dimana salinitas untuk pesisir pantai kabupaten Takalar sebesar 30 ppt. Salinitas dipengaruhi oleh pasang surut, curah hujan, penguapan, presipitasi dan topografi suatu perairan. Akibatnya salinitas suatu perairan berbeda dengan daerah pesisir pantai lain.

Menurut Santoso (2004), persentase untuk air payau adalah 0,5-30 ppt. sedangkan air saline berkisar 30-50 ppt. Selain itu sampel yang diuji merupakan hasil panen pertama (jenis 1), dan Menurut Sarlam (2011), bahwa hasil panen pertama memiliki kadar NaCl yang rendah serta garam hasil pengolahan dengan menggunakan TUF tidak dilakukan proses pencucian yang bertujuan untuk menghilangkan zat pengotor sehingga bias meningkatkan kadar NaCl pada garam tersebut, berbeda dengan garam tradisional yang dilakukan pencucian setelah panen. Ini menunjukkan bahwa garam yang telah dihasilkan secara TUF tidak mempengaruhi kualitas garam yang terdapat pada daerah pesisir pantai Kabupaten Takalar. Pada pengujian kadar air diperoleh bahwa garam TUF memiliki kadar air yang relative lebih kecil dibandingkan garam tradisional sebesar 5,30%. Kadar air yang lebih sedikit dan Kristal yang lebih besar dibandingkan penyebabnya adalah penguapan yang lebih sempurna karena air yang menuju meja hablur akan melalui ulir, fungsi ulir agar penguapan yang sempurna karena ulir memiliki penguapan yang lebih kecil dan rute yang lebih panjang, semakin kecil suatu permukaan maka semakin cepat penguapannya. Dari hasil perhitungan untuk kadar garam yang diperoleh hasil yang sesuai dengan SNI yaitu maksimal 7%.

Tabel 1. Hasil Uji proksimat garam yang berasal dari Kab Takalar

No	Parameter Uji	Satuan	Nilai/Kapasitas
1	Salinitas	0/00	33
2	Kekeruhan	NTU	26,29
3	pH	-	7,55
4	Total Padatan Melayang (TSS)	mg/L	21
5	Klorida (Cl ₂)	mg/L	40014
6	Kalsium	mg/L	434,043
7	Magnesium	mg/L	2586,259
8	Timbal (Pb)	mg/L	0,8027
9	Tembaga (Cu)		0,0709
10	Kadmium (Cd)	mg/L	0,1220
11	Krom (Cr)	mg/L	0,2521
12	Kalium (K)	mg/L	228,2588
13	Natrium (Na)	%	0,97
14	Besi (Fe)	mg/L	0,5640

Hasil penelitian ini (Lihat Tabel 1) menunjukkan bahwa derajat keasamaan (pH) untuk garam TUF sebesar 7,55 dan total padatan melayang sebesar 21 mg/L Analisis sifat fisika dan Kimia menunjukkan unsur Cl sebesar 400.14 mg/L, Ca sebesar 434,043 mg/L, Unsur Mg sebesar 2586,259 mg/L, Kandungan Logam untuk garam TUF dengan Pb sebesar 0,0709 mg/L, logam Cd sebesar 0,1220 mg/L, unsur Cr sebesar 0,2521 mg/L, Unsur K sebesar 228,2588 mg/L, Natrium sebesar 0,97% dan Unsur Fe sebesar 0,5640 mg/L. Menurut Prithiviraj *et al.* 2015, bahwa komposisi kimia garam menunjukkan pH sebesar 6,5-7,2. Unsur C sebesar 0,05%, Mn sebesar 0,4%, unsur P sebesar 0,02% dan unsur S sebesar 0,03%. Menurut Winarno (1997), bahwa mineral iodium dibutuhkan sejumlah 100-300 ug per hari dan sampai dengan 1 mg per hari mungkin dapat di konsumsi dengan aman. Menurut Burhanuddin (2001), kandungan impuritas (sulfat, magnesium, dan kalsium) yaitu 2% dan kotoran lainnya (lumpur, pasir) yaitu 1% serta kadar

air maksimal yaitu 7%. Garam konsumsi ini digunakan untuk konsumsi rumah tangga, makanan, minyak goreng, pengasinan dan pengawetan ikan.

Tabel 2. Hasil Uji proksimat air laut tambak garam yang berasal dari Kab Takalar

No	Kandungan	Satuan	Parameter uji
1	Pasir	%	7
2	Debu	%	35
3	Liat	%-	58
4	Ekstrak 1 : 25 pH H ₂ O		7,07
5	C organik	%	2,04
6	BOT	%	8,97
7	Besi (Fe)	%	3,25
8	Natrium (Na)	%	0,72
9	Kalium (K)	%	0,47
10	Magnesium (Mg)	%	1,32

Hasil analisis sifat fisik dan kimia yang terkandung dalam air tambak garam (Lihat Tabel 2) mengandung komposisi pasir 7%, debu sebesar 35% dan liat sebesar 58%. Sedangkan hasil pengujian lempung liat berdebu Kab Takalar menunjukkan bahwa pH Ekstrak sebesar 7,07, C organik sebesar 2,04 %, BOT sebesar 8,97%, unsur Fe sebesar 3,25%, unsur Na sebesar 0,72%, unsur K sebesar 0,47% dan unsur Mg sebesar 1,32%.

Kesimpulan

Garam yang diproduksi dengan TUF memiliki kadar NaCl sebesar 85,50% lebih rendah dibandingkan garam tradisional sebesar 88,10%. Derajat keasamaan (pH) untuk garam TUF sebesar 7,55 dan total padatan melayang sebesar 21 mg/L Analisis sifat fisika dan Kimia menunjukkan unsur Cl sebesar 400.14 mg/L, Ca sebesar 434,043 mg/L, Unsur Mg sebesar 2586,259 mg/L, Kandungan Logam untuk garam TUF dengan Pb sebesar 0,0709 mg/L

Daftar Referensi

- Dini Purbani 2012. Proses Pembentukan Kristalisasi Garam. Jurnal Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumber daya Non Hayati. Badan Riset Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Noviyenti E. 2011. Analisis Kadar Iodat dalam Garam Dapur. Skripsi Program Eksistensi Fakultas Farmasi USU Medan.
- Madiya, IW .2012. Analisis Kadar Klorida pada Mata Air Sudhamala dengan Titrasi Argentometri Metode Mohr. Jurnal Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja Bali.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2012. Garam TUF. Dinas Perikanan dan Kelautan Kota Cirebon, Jawa Barat.
- Lalam, Sarlam. 2011. Sifat Fisika Kimia dan Daya Tahan Garam Rakyat. Skripsi. Program Studi S1 Teknologi Industri Pertanian Fateta IPB Bogor.
- Prithiviraj D, Rajendran R , Venugopal . 2015. Correlation between Neutral Salt Spray (NSS) Test and Potentiostat Dynamic Test for Corrosion on Zinc Plated International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology An ISO 3297: 2007 Certified Organization, Volume 4, Special Issue 4,
- Sugiyo. W.2010. Perbandingan Penggunaan NaOH-NaH dengan NaOH Na₂ sebagai Bahan pengikat Impurities pada pemurnian Garam Dapur. Jurnal Prima Astuti. Polimerisasi Akrilamid vol 8 : 1.
- Winarno, F.G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.

Deteksi Virus Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis Virus (IHHNV) Tipe Infeksius pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan PCR

Sriwulan*, Hilal Anshary, dan Junaedi

Lab. Parasit dan Penyakit Ikan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,
Universitas Hasanuddin
Jl Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar

*E-mail: sriwulancinga@yahoo.com

ABSTRAK

Virus IHHNV yang menginfeksi udang terbagi atas 2 tipe yaitu tipe infeksius dan tipe non infeksius (A dan B). Dampak virus IHHNV tipe infeksius lebih serius dibandingkan tipe non infeksius yaitu menyebabkan kekerdilan pada udang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi virus IHHNV tipe infeksius yang terdapat pada udang vaname di pembenihan dan tambak menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Penelitian ini dilaksanakan pada September 2013 sampai Januari 2014. Pengamatan sampel dengan PCR dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Jurusan Perikanan, FIKP, UNHAS, Makassar. Hewan uji yang digunakan adalah udang vaname dewasa umur 2-3 bulan dengan jumlah hewan uji 10 ekor/lokasi yang diambil dari Kabupaten Maros, Pangkep, dan Pinrang serta benih udang vaname dari pembenihan di Kabupaten Takalar dan Barru masing-masing berukuran PL 10 dan 13. Ekstraksi DNA menggunakan *Qia-Amp DNA Mini Kit* dan amplifikasi DNA menggunakan PCR dengan primer IHHNV309F/R. Keberadaan Virus IHHNV tipe infeksius diketahui melalui munculnya pita DNA pada gambar/elektroforegraf dengan ukuran sebesar 309 bp. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa PCR dengan primer IHHNV309F/R mendeteksi keberadaan virus IHHNV tipe infeksius pada udang vaname dari tambak sementara benih tidak terdeteksi. Hal ini berarti bahwa virus IHHNV tipe infeksius telah mengancam produksi udang vaname di Sulawesi Selatan.

Kata kunci: IHHNV tipe infeksius, *Polymerase Chain Reaction*, udang vaname.

Pendahuluan

Virus IHHNV sebagai salah satu virus penyebab penyakit kerdil pada udang windu (IHHNV, MBV, dan HPV) merupakan suatu virus terkecil, tidak bersampul, bentuk morfologi ikosahedral dengan ukuran diameter 22-23 nm dengan sebuah genom DNA untai tunggal lurus yang berukuran panjang 4.1 kb (Bonami et al., 1990; Mari et al., 1993; Shike et al., 2000). Sekarang ini IHHNV diklasifikasikan sebagai *Penaeus stylirostris brevidensovirus* (PstDNV) (Tattersall et al., 2005). Virus IHHNV sering menjadi perhatian para peneliti di bidang biomolekuler karena IHHNV mempunyai strain yang berbeda berdasarkan letak geografis. Virus IHHNV terbagi atas dua kategori yaitu IHHNV infeksius dan IHHNV non infeksius. IHHNV infeksius adalah IHHNV yang dapat menyebabkan infeksi pada udang sedangkan IHHNV non infeksius adalah IHHNV yang tidak menyebabkan infeksi atau disebut dengan infeksi laten (Tang and Lightner, 2006). IHHNV infeksius umumnya menyerang *P. stylirostris* di Hawaii, Thailand, Philipina, dan Taiwan. IHHNV non infeksius terbagi atas dua tipe yaitu tipe A yang umumnya berasal dari udang windu Australia dan Madagaskar dan tipe B umumnya berasal dari udang windu Tanzania (Tang and Lightner, 2006; Rai et al., 2009; 2011). Kedua kategori virus ini memberikan efek berbeda terhadap inang yang sama. Tang et al., (2003) membuktikan bahwa homogenat udang windu yang terinfeksi IHHNV asal Philipina dan Thailand yang diketahui sebagai IHHNV infeksius diinjeksikan ke udang *vannamei* memberikan efek infeksi tapi tidak terjadi mortalitas, sebaliknya homogenat udang windu yang terinfeksi IHHNV dari Madagaskar yang dikenal sebagai IHHNV non infeksius tipe A diinjeksikan ke udang *vannamei* menunjukkan tidak terjadi infeksi,

sehingga disimpulkan bahwa IHHNV dari Madagaskar tidak dapat meginfeksi udang vannamei.

Sriwulan (2012) meneliti virus IHHNV secara molekuler menggunakan primer IHHNV302F/R hasil rancangan Khawsak et al. (2008) untuk PCR dan sekuensing dan menemukan bahwa virus IHHNV pada udang windu di Sulawesi Selatan adalah IHHNV non infeksius tipe A karena memiliki homologi 99% dengan IHHNV non infeksius tipe A di Bank Gen. Hal ini menginformasikan bahwa primer tersebut dapat mendeteksi virus IHHNV non infeksius tipe A dan IHHNV non infeksius tipe A juga terdapat pada udang windu di Sulawesi Selatan dimana informasi-informasi tersebut belum pernah dilaporkan sebelumnya terutama di Indonesia. Selanjutnya Sriwulan dkk. (2013), udang windu di Sulawesi Selatan baik benih maupun udang dewasa terinfeksi oleh virus IHHNV tipe infeksius yang terdeteksi dengan primer spesifik IHHNV309F/R dan mempunyai kemiripan 98% dengan IHHNV tipe infeksius asal Australia dan Thailand. Hal ini memperlihatkan bahwa IHHNV infeksius dan IHHNV non infeksius tipe A menyerang udang windu di Sulawesi Selatan.

Informasi tentang IHHNV pada udang vaname (*Litopennaeus vannamei*) di Sulawesi Selatan telah diteliti di laboratorium kami dan menunjukkan bahwa virus IHHNV pada udang vaname di tambak terserang oleh virus IHHNV non infeksius tipe A (Chandra, 2012). Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi keberadaan virus IHHNV tipe infeksius pada udang vaname di Sulawesi Selatan. Deteksi ini sangat penting untuk keperluan akurasi deteksi dan penanggulangan secara dini dan cepat.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada September 2013 sampai Januari 2014. Analisis sampel dengan PCR dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Hewan Uji. Hewan uji yang digunakan adalah benih dan udang vaname dewasa umur 2 sampai 3 bulan dengan jumlah hewan uji 10 ekor/lokasi (Tabel 1).

Amplifikasi DNA. Ekstraksi DNA mengikuti petunjuk Kit komersil (Qiagen). Amplifikasi DNA IHHNV dengan PCR menggunakan primer spesifik untuk IHHNV infeksius yaitu primer IHHNV309F/R (Tang et al., 2007). Komposisi dan kondisi PCR sesuai petunjuk Sriwulan dkk. (2013).

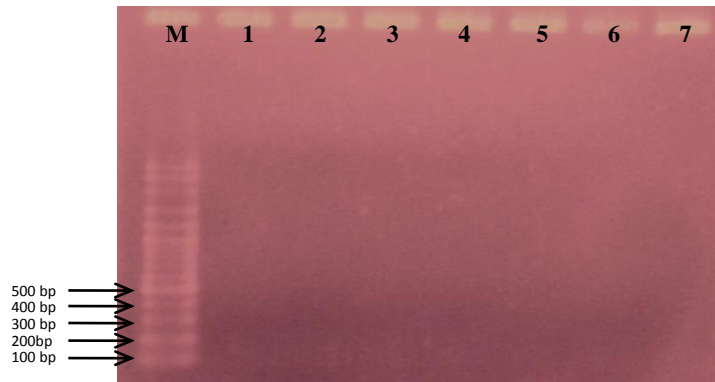
Parameter Penelitian dan Analisis Data. Parameter penelitian adalah keberadaan virus IHHNV infeksius pada udang vaname yang ditunjukkan oleh munculnya pita DNA berukuran 309 bp. Data hasil PCR berupa elektroforegraf dianalisis secara deskriptif.

Tabel 1. Sampel benih dan udang vaname dewasa

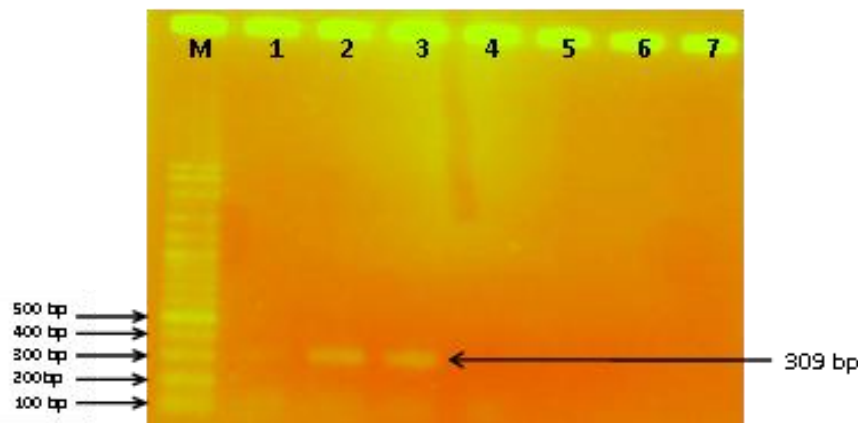
Lokasi sampel	Ukuran Sampel			Standar ukuran udang vaname umur 2-3 bulan (Subyakt., dkk 2009).
	PL	Dewasa (gram)		
		Besar	Kecil	
Takalar	10	-	-	
Barru	13	-	-	
Maros	-	7,31 - 18,69	-	6 -16 gram
Pangkep	-	-	0,69 - 1,27	
Pinrang	-	6,08 - 6,18	2,74 - 3,39	

Hasil dan Pembahasan

Hasil deteksi virus IHHNV infeksius dengan PCR menggunakan primer spesifik untuk IHHNV infeksius yaitu primer IHHNV309F/R (Tang et al., 2007) menunjukkan bahwa benih udang vaname tidak terinfeksi virus IHHNV infeksius (Gambar 1), udang vaname dewasa terinfeksi virus IHHNV infeksius (Gambar 2)



Gambar 1. Elektroforegraf DNA Hasil PCR Sampel Benih Udang Vaname dari Kabupaten Takalar dan Barru yang Tidak Terinfeksi Virus IHHNV Infeksius (Lane1-7) dan Marker (M)



Gambar 2. Elektroforegraf Hasil PCR Sampel Udang Vaname Dewasa Ukuran Kecil dari Pangkep yang Terinfeksi Virus IHHNV Infeksius (Lane 2 & 3) dan Marker (M).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa udang vaname yang dipelihara di tambak terinfeksi oleh virus IHHNV infeksius sementara benih udang vaname tidak terinfeksi. Infeksi IHHNV pada udang dewasa di tambak kemungkinan diperoleh dari transmisi horizontal dari lingkungan atau dari vector di sekitar tambak dan benih yang bebas virus IHHNV kemungkinan karena benih udang vaname adalah hasil pembenihan yang menerapkan seleksi/skrining yang ketat terhadap virus.

Keberadaan virus IHHNV infeksius pada udang vaname di tambak akan mengancam produksi udang vaname karena virus ini dapat menyebabkan kekerdilan atau pertumbuhan lambat dan menurunkan produksi. Hal ini terlihat dari sampel udang dewasa berumur 2-3 bulan pemeliharaan ukurannya hanya 0.69 – 3.39 g padahal untuk umur 2-3 bulan pemeliharaan seharusnya sudah berukuran 6 -16 g (Subyakto dkk., 2009). Lightner et al. (1983) mengemukakan bahwa IHHNV adalah suatu jenis virus yang mendapat perhatian sejak tahun 1981 karena telah menyebabkan mortalitas lebih dari 90% pada budidaya *P. stylirostris* di Hawaii. *P. vanname* dan *P. monodon* juga dapat terjangkit oleh penyakit ini, dengan gejala seperti pertumbuhan menurun dan cacat, seperti runt deformity syndrome (RDS). Ciri khusus dari RDS adalah terjadi deformiti pada rostrum, antenna mengkerut, kutikular menjadi kasar dan terjadi abnormal pada ruas 6

tubuh dan ekor kipas. Kelambanan pertumbuhan adalah lebih besar 30% untuk beberapa populasi dan mungkin mencapai 90% sehingga menyebabkan kehilangan keuntungan secara ekonomi. Udang yang bertahan hidup akan menjadi karier virus selama hidupnya dan akan menularkannya ke keturunannya dan populasi lain melalui transmisi vertikal dan horizontal (Bell and Lightner, 1984; Kalagayan et al., 1991; Lightner et al., 1983; Wyban et al., 1992; Lotz, 1997).

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa primer IHHNV309F/R juga mendeteksi virus IHHNV infeksius pada udang vaname yang sebelumnya mengamplifikasi DNA IHHNV infeksius pada udang windu di Sulawesi Selatan (Sriwulan dkk., 2013). Selanjutnya Sriwulan dkk. (2013), primer IHHNV309F/R tidak dapat mengamplifikasi IHHNV non infeksius sehingga tidak memberikan hasil positif palsu pada PCR. Rai et al., (2009) dan Tang et al., (2007), primer 309 bp spesifik untuk IHHNV infeksius karena tidak dapat mengamplifikasi IHHNV tipe non infeksius. Terdapat 4 sampai 8 perbedaan nukleotida dengan IHHNV non infeksius tipe A dan 4 sampai 5 perbedaan nukleotida dengan IHHNV non infeksius tipe B. Primer ini bisa digunakan untuk diagnosa udang windu di pembenihan dan tambak sehingga tindakan prefensi seperti pengadaan induk dan benih udang windu bebas virus IHHNV dapat terlaksana.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah deteksi dengan PCR menggunakan primer IHHNV309F/R menunjukkan adanya infeksi virus IHHNV infeksius pada udang vaname dewasa di tambak dan tidak ditemukan pada benih udang vaname.

Daftar Referensi

- Bell, T.A. and Lightner, D.V. 1984. IHHN virus: infectivity and pathogenicity studies in *Penaeus styliostris* and *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*. 38, 185–194.
- Bonami, J.R., Trumper, B., Mori, J., Brehelir, M., and Lightner, D.V., 1990. Purification and characterisation of the infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus of penaeid shrimps. *J. Gen. Virol.* 71: 2657–2664.
- Candra, I. 2012. Deteksi Virus DNA (HPV, MBV dan IHHNV) Pada Udang *Vannamaei* (*Litopenaeus vannamei*) dengan metode PCR. Skripsi Program Studi Budidaya Perairan. Jurusan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar. 30 Hal
- Kalagayan, H., Godin, D., Kanna, R., Hagino, G., Sweeney, J. and Wyban, J. 1991. IHHN virus as an etiological factor in Runt-Deformity Syndrome (RDS) of juvenile *Penaeus vannamei* cultured in Hawaii. *J. World Aquacult. Soc.* 22: 235–243.
- Khawsak, P., Deesukon, W., Chaivisuthangkura, P. and Sukhumsirichart, W. 2008. Multiplex RT-PCR assay for simultaneous detection of six viruses of penaeid shrimp. *Molecular and Cellular Probes.* 22:177-183.
- Lightner, D.V., Redman, R.M. and Bell, T.A., 1983. Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis, a newly recognized virus disease of penaeid shrimp. *J. Invertebr. Pathol.* 42, 62–80.
- Lightner, D.V., 1993. Diseases of Cultured Penaeid Shrimp. In: McVey, J.P. (Ed.), *Crustacean aquaculture*. CRC Press, Boca Raton, pp. 393–486.
- Lotz J.M., Browdy, C.L., Carr, W.H., Frelie, P.F. and Lightner, D.V. 1997. USNSFP suggested procedures and guidelines for assuring the specific pathogen free status of shrimp broodstock and seed. In: Browdy CL, Hopkins JS (eds) *Swimming through troubled water. Proceedings of the special session on shrimp farming, Aquaculture '95*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, p 66–75.
- Mari, J., Bonami, J.R., Lightner, D.V., 1993. Partial cloning of the genome of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus, an unusual parvovirus pathogenic for penaeid shrimps; diagnosis of the disease using a specific probe. *J. Gen. Virol.* 74:2637–2643.
- Rai, P., Pradeep, B., Safeena, M.P., Karunasagar, I. and Karunasagar, I. 2009. Simultaneous presence of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) and Type A virus-related sequence in *Penaeus monodon* from India. *Aquaculture*. 295:168-174.

- Rai, P., Pradeep, B., Safeena, M.P., Karunasagar, I. and Karunasagar, I. 2011. Complete nucleic acid sequence of *Penaeus stylirostris* densovirus (PstDNV) from India. *Aquaculture*. 158:37-48.
- Shike, H., Dhar, A.K., Burns, J.C., Shimizu, C., Jousset, F.X., Klimple, K.R. and Bergoin, M., 2000. Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus of shrimp is related to mosquito brevidensoviruses. *Virology*. 277: 167–177.
- Sriwulan. 2012. Deteksi molekuler dan analisis virus penyebab penyakit kerdil udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) di Sulawesi Selatan. Disertasi Pascasarjana UNHAS.181 hal.
- Sriwulan, Rantetondok., A. dan Bunga., M. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Infectious Hypodermal Haematopoietic Necrosis Virus (IHHNV) Tipe Infeksius Sebagai Salah Satu Virus Penyebab Penyakit Kerdil Pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr) di Sulawesi Selatan. Laporan Hasil Penelitian. LP2M. Universitas Hasanuddin. Makassar. 59 hal.
- Subyakto, S. Sutende, D. Afandi, M. dan Sofiati. 2009. Budidaya Udang *Vannamei* (*Litopenaeus Vannamei*) Semiintensif dengan Metode Sirkulasi Tertutup untuk Menghindari Serangan Virus. Balai Budidaya Air Payau. Situbondo. Hal 7.
- Tang, K.F.J., Poulos, B.T., Wang, J., Redman, R.M., Hsiu-Hui, S., and Lightner, D.V., 2003. Geographic variations among infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) isolates and characteristics of their infection. *Dis. Aquat. Org.* 53: 91– 99.
- Tang, K.F.J., and Lightner, D.V., 2006. Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus (IHHNV)-related sequence in the genome of the black tiger prawn *Penaeus monodon* from Africa and Australia. *Virus Res.* 118:185 –191.
- Tang, K.F.J., Navarro, S.A., and Lightner, D.V., 2007. PCR assay for discriminating between infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) and virus-related sequences in the genome of *Penaeus monodon*. *Dis. Aquat. Org.* 74:165–170.
- Tattersall, P., Bergoin, M., Booom, M.E. and Brown, K.E. 2005. Family Parvoviridae. In: Fauquet CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselberger U, Ball LA (eds) *Virus taxonomy*. Eighth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier, Amsterdam. p 353–369.
- Wyban, J.A., Swingle, J.S., Sweeney, J.N. and Pruder, G.C. 1992. Development and commercial performance of high health shrimp using specific pathogen free (SPF) broodstock *Penaeus vannamei*. In: Wyban, J.A. (Ed.), *Proc Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, pp. 254–260.

Pengaruh Hormon Tiroxin (T4) terhadap Pertumbuhan Ikan Bawal Bintang *Trachinotus Blochii*, Lacepede

Muhammad Imam Tanthowi, Usman M. Tang* dan Iskandar Putra

Laboratorium Teknologi Akuakultur
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau
Jl. Subrantas Km12,5 Pekanbaru

*E-mail : usman_mt@yahoo.co.id

ABSTRAK

Ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*, Lacepede) merupakan ikan yang tergolong baru dibudidayakan di Indonesia. Pada tahun 2007, pembenihan Bawal Bintang sudah berhasil di Balai Budidaya Laut Batam untuk pertama kali di Indonesia. Penelitian penambahan hormone thyroxine (T4) dalam pakan telah dilakukan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh hormone tiroksin terhadap pertumbuhan ikan bawal bintang. Metode penelitian dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yaitu: 0; 0,3; 0,6 dan 0,9 mg hormone T4/kg pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hormone T4 berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan ikan bawal bintang. Perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan hormone T4 0,9 mg/kg pakan dengan laju pertumbuhan harian sebesar 6,07%.

Kata kunci: Tingkat Kelangsungan Hidup, Efisiensi Pakan, Bawal bintang

Pendahuluan

Ikan Bawal Bintang merupakan ikan budidaya yang tergolong baru di Indonesia. Pada tahun 2007 untuk pertama kali dibudidayakan di Balai Budi Daya Laut Batam Permintaan pasar untuk ikan ini cukup tinggi, mulai dari tingkat lokal, hingga internasional seperti di Taiwan, Hongkong, dan Singapura.

Bawal Bintang relatif mudah membudidayakannya, karena tahan terhadap perubahan kualitas air, namun masih terkendala dalam hal pertumbuhan yang lambat yaitu rata-rata 0,8-0,9 g selama 1 bulan pemeliharannya. Lambatnya laju pertumbuhan Bawal Bintang, diduga sebagai akibat laju metabolisme yang lambat. Proses metabolisme dan pertumbuhan ikan dipengaruhi faktor hormonal, dalam hal pertumbuhan hormon tiroksinlah yang memegang peranan penting.

Hormon tiroksin ini mampu membantu mengatur proses metabolisme pada ikan dan memacu laju pertumbuhan, menambah bobot tubuh dan meningkatkan kecepatan absorpsi makanan (Agustinus, 2013). Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan hormon tiroksin (T4) pada pakan terhadap laju pertumbuhan ikan Bawal Bintang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan hormon tiroksin (T4) pada pakan terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan Bawal Bintang.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama 28 hari yang dimulai pada 24 Juni sampai 21 Juli 2014 dan bertempat di Balai Perikanan Budidaya Laut Batam.

Benih ikan Bawal Bintang yang dipelihara berasal dari Balai Perikanan Budidaya Laut Batam, berukuran panjang rata-rata 2 cm dan bobot 0,2 g/ekor. Wadah yang di gunakan dalam penelitian ini adalah bak fiber berbentuk bulat dengan ukuran 1000 L.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor 4 perlakuan, masing – masing perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Perlakuan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

Perlakuan 1 = Tanpa hormon tiroksin (kontrol)

Perlakuan 2 = Penambahan hormon tiroksin 0,3 mg/kg

Perlakuan 3 = Penambahan hormon tiroksin 0,6 mg/kg
 Perlakuan 4 = Penambahan hormon tiroksin 0,9 mg/kg

Hormon tiroksin yang digunakan adalah hormone tyrax (T4) berbentuk tablet, setiap tablet mengandung 0,1 mg levothyroxine. Tablet tersebut dihaluskan kemudian dimasukkan ke dalam alat penyemprot sesuai dosis yang diterapkan, selanjutnya, diberi sedikit air dan diaduk hingga merata sehingga menjadi campuran yang homogen. Setelah itu disemprotkan pada pelet yang telah disiapkan kemudian pelet diangin-anginkan sampai kering sehingga pakan siap digunakan.

Ikan diberi pakan 3 kali sehari pada pagi pukul 08.00 WIB, siang pukul 12.00 WIB, dan sore pukul 16.00 WIB.

Pengukuran parameter pertumbuhan, dilakukan dengan pengukuran awal yaitu sebelum benih ditebar ke dalam wadah pemeliharaan, pengukuran selanjutnya setiap minggu selama empat minggu, cara pengukuran dengan pengambilan sampel 10% dari setiap unit percobaan.

Parameter yang diukur yaitu pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan dan tingkat kelulushidupan. Parameter kualitas air juga diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, pH, DO, dan salinitas.

Data yang terkumpul dianalisis dengan uji F dan uji lanjut Newman-Keuls, sedangkan data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan. Data pertumbuhan dari benih ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) pada setiap perlakuan pada akhir percobaan berkisar antara 1,23–1,73 g/ekor (Tabel 1).

Tabel 1. Pertumbuhan benih ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) pada setiap perlakuan

Dosis Hormon (mg/kg)	Bobot Akhir (g)
0	1,07
0,3	1,23
0,6	1,42
0,9	1,73

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat penambahan bobot yang berbeda antara masing-masing perlakuan. Rata-rata bobot ikan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya hari pengamatan, pada hari pengamatan ke- 7, 14 dan 21 bobot rata-rata ikan mengalami peningkatan, namun melambat setelah hari pengamatan ke- 21 hingga hari pengamatan ke- 28.

Bobot rata-rata ikan meningkat secara signifikan, dimana bobot ikan tertinggi terdapat pada perlakuan dengan penambahan hormon tiroksin 0,9 mg/kg pakan yaitu 1,73 g, selanjutnya penambahan hormon tiroksin 0,6 mg/kg pakan yaitu 1,42 g, selanjutnya penambahan hormon tiroksin 0,3 mg/kg pakan yaitu 1,23 g dan tanpa penambahan hormon tiroksin sebesar 1,07 g.

Pertumbuhan bobot mutlak ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) selama 28 hari penelitian adalah 0,73–1,42 g (Tabel 2).

Tabel 2. Pertumbuhan bobot mutlak dan panjang mutlak ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) dengan dosis Tiroksin yang berbeda

Dosis Hormon (mg/kg)	Rata-rata pertumbuhan bobot mutlak (g)	Rata-rata pertumbuhan panjang mutlak (cm)
0	0,73±0,17 ^a	1,63±0,25 ^a
0,3	0,92±0,05 ^{ab}	1,88±0,17 ^{ab}
0,6	1,10±0,13 ^b	2,12±0,15 ^{bc}
0,9	1,42±0,10 ^c	2,34±0,15 ^c

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Pertumbuhan bobot mutlak ikan Bawal Bintang (*T. blochii*) yang diberikan pakan dengan penambahan hormon tiroksin (T4), yaitu kontrol berbeda nyata dengan dosis hormon 0,6 mg/kg dan dosis hormon 0,9 mg/kg, dosis hormon 0,3 mg/kg berbeda nyata dengan dosis hormon 0,9 mg/kg, dan dosis hormon 0,6 mg/kg berbeda nyata dengan dosis hormon 0,9 mg/kg.

Rata-rata pertumbuhan bobot mutlak ikan Bawal Bintang (*T. blochii*) selama penelitian dari rata-rata tertinggi hingga terendah yaitu pada penambahan hormon 0,9 mg/kg pakan sebesar 1,42 g, penambahan hormon 0,6 mg/kg pakan sebesar 1,10 g, penambahan hormon 0,3 mg/kg sebesar 0,92 g dan pada kontrol yaitu pakan yang tidak ditambahkan hormon tiroksin sebesar 0,73 g.

Pertumbuhan panjang mutlak ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) selama penelitian adalah 1,63 – 2,34 cm (Tabel 2).

Pertumbuhan panjang mutlak ikan Bawal Bintang (*T. blochii*) yang diberikan pakan dengan penambahan hormon tiroksin (T4), dimana kontrol berbeda nyata dengan dosis hormon 0,6 mg/kg dan dosis hormon 0,9 mg/kg, dosis hormon 0,3 mg/kg dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan dosis hormon 0,9 mg/kg.

Rata-rata pertumbuhan panjang mutlak mulai dari yang tertinggi hingga terendah untuk masing-masing perlakuan adalah 2,34 cm untuk penambahan hormon 0,9 mg/kg, 2,12 cm untuk penambahan hormon 0,6 mg/kg, 1,88 cm untuk penambahan hormon 0,3 mg/kg dan 1,63 cm untuk control.

Data di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang sejalan dengan pertumbuhan bobot ikan, hal ini sesuai dengan pendapat Effendie (1992) yang mengatakan bahwa pertumbuhan merupakan perubahan bentuk, baik panjang maupun berat sesuai dengan perubahan waktu.

Pertumbuhan ikan baik bobot ataupun panjang terjadi karena ikan Bawal Bintang (*T. blochii*) mampu memanfaatkan pakan yang ditambahkan hormon tiroksin dengan dosis yang berbeda-beda. Dosis hormon sangat berpengaruh dalam pemberian pakan tersebut, karena pemberian hormon tiroksin dalam jumlah yang banyak akan memberikan efek negatif yang mengakibatkan penurunan proses pertumbuhan. Kelebihan konsentrasi tiroksin (T4) dalam tubuh dapat menyebabkan abnormalitas pada metabolisme tubuh (Djojosoebagio, 1999).

Berdasarkan hasil pengukuran terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*), maka diperoleh rata-rata laju pertumbuhan spesifik adalah 4,12 – 6,07 % (Tabel 3)

Tabel 3. Laju pertumbuhan spesifik ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) dengan dosis yang berbeda

Dosis Hormon (mg/kg)	Rata-Rata Laju Pertumbuhan Spesifik (%)
0	4,12±0,65 ^a
0,3	4,84±0,84 ^{ab}
0,6	5,31±0,25 ^b
0,9	6,07±0,29 ^c

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Laju pertumbuhan spesifik ikan Bawal Bintang (*T. blochii*) yang diberikan pakan dengan penambahan hormon tiroksin (T4), yaitu kontrol berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan dosis hormon 0,6 mg/kg dan dosis hormon 0,9 mg/kg, dosis hormon 0,3 mg/kg berbeda nyata dengan dosis hormon 0,9 mg/kg, dan dosis hormon 0,6 mg/kg berbeda nyata dengan dosis hormon 0,9 mg/kg.

Laju pertumbuhan spesifik ikan berbeda untuk tiap-tiap perlakuan, ini berarti kadar hormon yang ditambahkan pada pakan ikan mempengaruhi laju pertumbuhan ikan tersebut. Nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik ikan dari tertinggi hingga terendah adalah pada penambahan hormon 0,9 mg/kg pakan yaitu

6,07 %, penambahan hormon 0,6 mg/kg pakan yaitu 5,31 %, selanjutnya penambahan hormon 0,3 mg/kg pakan yaitu 4,84 %, dan kontrol yaitu 4,12 %.

Dimana terlihat jelas perbedaan peningkatan pertumbuhan bobot ikan yang diberikan pakan dengan penambahan hormon tiroksin (perlakuan) dan ikan yang diberikan pakan pelet saja tanpa penambahan hormon tiroksin (kontrol).

Hasil ini menunjukkan bahwa jangka waktu pemberian hormon dan dosis hormone dalam pakan juga menentukan peningkatan pertumbuhan ikan dimana dalam penelitian ini semakin tinggi dosis pemberian hormon tiroksin dan semakin lama pemberian pakan yang mengandung hormon tersebut maka semakin meningkatkan pertumbuhan ikan.

Peningkatan pertumbuhan yang cepat pada ikan dengan pemberian hormon tiroksin ini karena hormon yang diberikan dapat merangsang sistem syaraf pusat yaitu hypothalamus dan merangsang adenohipophysis yang mengandung hormon tyrotropik yaitu TSH untuk mengaktifkan kelenjar tyroid pada ikan sehingga kelenjar tyroid mengumpulkan iodine mensenyawakan dengan tyrosil yang diberikan lalu mengaktifkan metabolisme ikan. Karena metabolisme pada ikan berjalan dengan baik maka nafsu makan meningkat dan mengakibatkan pertumbuhan meningkat pula.

Pertumbuhan bobot pada ikan terjadi akibat metabolisme tubuh ikan yang bekerja secara baik setelah ikan mengkonsumsi pakan, hal ini sesuai dengan pendapat Mcdonald yang mengatakan bahwa hormon tiroksin yang diberikan dapat merangsang syaraf pusat ikan dan bekerja dalam tubuh sehingga dapat mencapai sel target yaitu efek terhadap metabolisme. Selanjutnya Affandi & Tang mengatakan bahwa pertumbuhan bobot pada ikan dapat terjadi karena adanya alokasi energi yang berasal dari pakan untuk pertumbuhan.

Menurut Halver (1972), kecepatan pertumbuhan ikan tergantung pada jumlah pakan yang diberikan, ruang, suhu, kedalaman air dan faktor lainnya. Selanjutnya menurut Huet (1971), faktor-faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan ikan yaitu faktor internal merupakan faktor-faktor yang berhubungan dengan ikan itu sendiri seperti umur, dan sifat genetik ikan yang meliputi keturunan, kemampuan untuk memanfaatkan makanan dan ketahanan terhadap penyakit. Faktor eksternal merupakan faktor yang berkaitan dengan lingkungan tempat hidup ikan yang meliputi sifat fisika dan kimia air, ruang gerak dan ketersediaan makanan dari segi kualitas dan kuantitas.

Dalam penelitian ini dosis hormon yang ditambahkan dalam pakan dapat dikatakan dosis yang tepat untuk pertumbuhan ikan Bawal Bintang sehingga ikan dapat memanfaatkan pakan yang telah diberikan. Makanan yang dimanfaatkan ikan pertama-tama digunakan untuk memelihara tubuh dan menggantikan organ tubuh yang rusak, setelah itu kelebihan makanan yang tersisa digunakan untuk pertumbuhan (Affandi dan Tang).

Brett (2003) mengatakan bahwa jumlah pakan yang mampu dikonsumsi ikan setiap harinya merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi potensi ikan untuk tumbuh secara maksimal dan laju konsumsi makanan berhubungan erat dengan kapasitas dan pengosongan perut.

Efisiensi Pakan dan Kelulushidupan. Berdasarkan hasil penelitian dan pengukuran yang telah dilakukan, ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) yang dipelihara selama 28 hari mampu memakan pakan yang diberikan yaitu pelet yang ditambahkan dengan hormon tiroksin (T4). Nilai efisiensi pakan selama penelitian adalah 3,41 – 4,85 % (Tabel 4).

Efisiensi pakan ikan Bawal Bintang (*T. blochii*) yang diberikan pakan dengan penambahan hormon tiroksin (T4), yaitu dosis hormon 0,9 mg/kg berbeda nyata dengan kontrol, dosis hormon 0,3 mg/kg, dan dosis hormon 0,6 mg/kg.

Nilai efisiensi pakan merupakan indikator untuk menentukan efektifitas pakan. Nilai rata-rata efisiensi pakan dari yang tertinggi hingga terendah adalah pada penambahan hormon 0,9 mg/kg yaitu sebesar 69,34 %, penambahan hormon 0,6 mg/kg sebesar 58,25 %, selanjutnya penambahan hormon 0,3 mg/kg sebesar

53,86 % dan kontrol sebesar 48,71 %. Dengan demikian dapat diketahui bahwa ikan efisien dalam memanfaatkan pakan yang diberikan, hal ini sesuai dengan pendapat Craig dan Helfrich (2002), dimana pakan dapat dikatakan baik bila nilai efisiensi pemberian pakan lebih dari 50% atau bahkan mendekati 100%.

Derajat kelulushidupan ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) selama penelitian adalah 99,17 – 99,83 % (Tabel 4). Nilai rata-rata kelulushidupan ikan selama penelitian tinggi dari keempat perlakuan. Menurut Yadi (2010), nilai kelangsungan hidup atau derajat kelulushidupan ikan merupakan salah satu parameter yang menunjukkan keberhasilan dalam budi daya pembesaran ikan.

Perlakuan penambahan hormon 0,9 mg/kg pakan dengan derajat kelulushidupan 99,83 %, hal ini menunjukkan bahwa ikan Bawal Bintang (*T. blochii*) mampu bertoleransi dan beradaptasi dengan pemberian pakan yang telah ditambahkan hormon tiroksin dengan dosis yang berbeda-beda untuk masing-masing perlakuan, dengan demikian perlakuan tersebut dapat mengurangi mortalitas ikan.

Tabel 4. Efisiensi pakan dan Kelulushidupan ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) dengan dosis yang berbeda

Dosis Hormon (mg/kg)	Rata-rata efisiensi pakan (%)	Rata-rata derajat kelulushidupan (%)
0	48,71±8,42 ^a	99,67±0,28
0,3	53,86±3,61 ^a	99,50±0,50
0,6	58,25±2,52 ^a	99,17±0,28
0,9	69,34±1,96 ^b	99,83±0,28

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Efisiensi Ikan dalam memanfaatkan pakan dapat dilihat juga dari kenaikan rata-rata bobot ikan yang terus meningkat selama penelitian, ikan mampu bertahan hidup dan beradaptasi terhadap pakan tersebut sehingga rata-rata bobot ikan semakin meningkat. Semakin baik metabolisme dalam tubuh ikan maka selera makan meningkat, daya tahan tubuh ikan terhadap pengaruh lingkungan sekitarnya akan semakin baik sehingga mortalitas ikan lebih rendah. Tingkat kelulushidupan yang tinggi adalah penanganan selama pengukuran dan penimbangan ikan dilakukan seakurat mungkin untuk menghindari ikan stress. Stress merupakan upaya yang dilakukan oleh ikan tersebut untuk mempertahankan atau menetralkan metabolisme di dalam tubuh untuk mengatasi rangsangan fisika dan kimia dari lingkungan sekitar.

Kesimpulan

Penambahan hormon tiroksin (T4) dalam pakan ikan Bawal Bintang memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan ikan, perlakuan dengan dosis 0,9 mg hormon tiroksin (T4)/kg pakan merupakan dosis yang terbaik dalam penelitian ini dimana memberikan laju pertumbuhan bobot mutlak sebesar 1,42 g, pertumbuhan panjang mutlak sebesar 2,34 cm, laju pertumbuhan spesifik sebesar 6,07 %, efisiensi pakan sebesar 69,34 %, dan derajat kelulushidupan sebesar 99,83 %.

Daftar Referensi

- Affandi, R & U.M, Tang. 2003. Fisiologi Hewan Air. Unri Press
- Agustinus, L. 2013. Hormon Tiroksin. <http://id.doltuku.com>. Diakses 28 Februari 2014.
- Cocon. 2013. Hormon Tiroksin T4 (L-3,5,3',5' Tetraiodotironin dalam Pakan Buatan Pacu Pertumbuhan Benih Ikan Gurami. <http://infoakuakultur.blogspot.com>. Diakses 28 Februari 2014.
- Effendie, M. I. 1992. Metode Biologi Perikanan. Yayasan Agromedia. Bogor.

- Craig, S and Helfrich, L. A. 2002. Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding. Virginia State University.
- Djojosoebagio, D. 1999. Endokrinologi. IPB Press
- Halver, J. E. 1972. Fish Nutrition. Academic Pres, Newyork and London. 713 p.
- Huet, M. 1971. Textbook of Fish Culture: Breeding and Cultivation of Fish. Two edition. Fishing News.
- Peter, R. E. 1979. The brain and feeding behaviour, p: 121-153. In W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett (Eds.). Fish Physiology. Vol. VIII. Academic. Press. London.
- Retnani, H. T. dan Abdulgani, N. 2013. Pengaruh Salinitas terhadap Kandungan Protein dan Pertumbuhan Ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*). Jurnal Sains dan Seni. 2 (1-6).
- Setiawati, M dan Suprayudi, M. A. 2003. Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Ikan Nila Merah (*Oreochromis Sp.*) yang Dipelihara pada Media Bersalinitas. Jurnal Akuakultur Indonesia 2(1) : 27-30.
- Yadi. 2010. Perbesaran Lele. <http://yadi45.wordpress.com/>. Diakses tanggal 24 Agustus 2014.

Potensi Sitotoksitas Bahan Aktif Bakteri Asosiasi *Flavobacterium* sp. dari Karang Keras *Acropora Muricata* yang Terinfeksi Penyakit BrB (*Brown Band*)

Widyastuti*, Shinta Werorilangi, Arniati Massinai, Akbar Tahir

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,
Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar

E-mail: widyastuti160@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi sitotoksitas bahan aktif bakteri asosiasi dari karang keras yang terinfeksi penyakit *Brown Band Disease* dengan menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) atau menggunakan *Artemia salina*. Penelitian ini menggunakan 360 ekor larva *Artemia salina* yang dibagi menjadi 3 kelompok jenis ekstrak bakteri. Konsentrasi ekstrak bakteri, masing-masing terdiri dari 10 ekor larva *Artemia salina* dengan replikasi 3 kali untuk kelompok seri konsentrasi ekstrak. Kelompok perlakuan ekstrak bakteri terdiri dari konsentrasi 10 ppm, 100 ppm, dan 1000 ppm. Data kematian *Artemia salina* dianalisis dengan menggunakan analisis EPA probit versi 1,5 untuk mengetahui nilai LC₅₀. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai LC₅₀ yang berbeda-beda dari setiap jenis ekstrak bakteri yang berasosiasi dengan karang sehat dan karang yang terinfeksi BrB. Nilai LC₅₀ masing-masing ekstrak bakteri sebagai berikut ; ekstrak bakteri karang sehat jenis *Bacillus* sp. konsentrasi LC₅₀ nya berada pada 183,7 ppm, *Chromobacterium* sp. sebesar 4969,5 ppm dan jenis bakteri dari karang yang terinfeksi yaitu *Flavobacterium* sp. adalah 109,9 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak bakteri yang berasosiasi dengan karang sehat dan karang yang terinfeksi penyakit BrB memiliki potensi sitotoksik yang berbeda terhadap *Artemia salina* berdasarkan metode BSLT, namun ekstrak bakteri yang memiliki daya racun yang tertinggi berasal dari bakteri asosiatif karang yang terinfeksi penyakit sebab nilai LC₅₀ yang didapatkan <1000 ppm (109,9 ppm).

Kata Kunci: Sitotoksitas, Bahan Aktif Bakteri Asosiasi Karang, *Artemia salina*, BSLT, LC₅₀.

Pendahuluan

Bakteri asosiasi pada umumnya melindungi biota yang ditumpanginya dan dirinya dengan menghasilkan senyawa aktif yang merupakan golongan senyawa dengan struktur bervariasi dan khas untuk setiap organisme, memiliki berat molekul relatif kecil dan ditemukan dalam jumlah minor. Senyawa aktif pada suatu organisme akan dikeluarkan ketika organisme tersebut mengalami stress atau ancaman dari lingkungan maupun organisme lainnya. Potensi bahan aktif bakteri asosiasi terhadap karang yang terinfeksi penyakit seperti *Brown Band* diindikasikan memiliki kandungan metabolit sekunder yang lebih besar dibandingkan dengan bakteri asosiasi karang yang sehat, hal ini dikarenakan organisme tersebut mengalami tekanan yang sangat kuat sehingga terus-menerus memproduksi bahan aktif sebagai bentuk perlawanan atau pertahanan diri terhadap ancaman yang terjadi.

Brown Band disease atau yang biasa disingkat dengan BrB merupakan salah satu penyakit yang menginfeksi karang. Pada karang yang terinfeksi penyakit BrB di dalam polipnya ditemukan ciliata yang dijadikan sebagai penyebab timbulnya penyakit BrB (Lobban, 2011). Karang keras yang terinfeksi penyakit ini diduga mengeluarkan senyawa aktif dalam hal ini metabolit sekunder yang lebih besar begitupun dengan bakteri asosiasinya.

Bahan aktif yang terdapat pada organisme laut telah banyak dimanfaatkan sebagai antitumor atau antikanker. Terdapat banyak metode yang dapat dilakukan dalam menguji suatu senyawa untuk mengetahui apakah dapat menjadi antikanker atau antitumor, seperti BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*), *Lemma Assay* dan

Potato disc. Namun diantarametode tersebut metode BSLT merupakan metode yang paling sering digunakan, sebab menurut Meyer (1982) BSLT merupakan metode yang sangat sederhana, ekonomis dan mudah didapatkan. Anderson (1992), juga menyarankan untuk menggunakan metode BSLT sebab tingkat kepercayaan yang dihasilkan sangat tinggi sekitar 95% terhadap uji spesifik antikanker.

Oleh karena itu, penelitian ini akan menguji potensi sitotoksikitas bahan aktif pada bakteri asosiasi karang yang terinfeksi penyakit BrB dari perairan Pulau Barrang Lompo, Kepulauan Spermonde, Kota Makassar, Sulawesi Selatan dengan menggunakan *Artemia salina* (*Brine Shrimp Lethality Test*) yang digunakan pada penapisan awal senyawa bioaktif bahan alam laut terhadap suatu uji spesifik antikanker.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Mei sampai Oktober 2014 di Laboratorium Mikrobiologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar. Pengambilan sampel bakteri asosiasi pada karang yang terinfeksi BrB dilakukan di perairan Pulau Barranglompo, Kepulauan Spermonde, Makassar, Sulawesi Selatan.

Peremajaan stok bakteri dari karang yang terinfeksi penyakit BrB.

Stok bakteri yang akan diekstraksi terlebih dahulu diremajakan. Peremajaan dilakukan dengan menginokulasi bakteri dengan menggunakan jarum ose kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi medium TSB, lalu diinkubasi pada suhu 30 °C selama 2x24 jam. Bakteri yang telah tumbuh ditandai dengan keruhnya medium.

Selanjutnya bakteri diinokulasi pada medium TSA. Inokulasi pada medium TSA dilakukan dengan mengambil inokulum menggunakan jarum ose kemudian digoreskan di permukaan medium yang telah memadat lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 1x24 jam lalu dikultur pada medium TSB.

Ekstraksi. Ekstraksi bakteri asosiasi karang yang terinfeksi penyakit BrB dimulai dengan mengocok-ngocok bakteri menggunakan alat *shacker incubator* yang telah diremajakan selama 3 hari, kemudian hasil tersebut dimasukkan ke dalam botol lalu disentrifus selama 20 menit pada kecepatan 6000 rpm untuk memisahkan supernatan dan sel pada bakteri. Pemisahan yang telah terjadi, selanjutnya sel bakteri dicampurkan dengan aquades lalu disentrifus kembali agar menyatu, setelah itu hasil sel bakteri yang telah disentrifus dipindahkan ke wadah lain dan ditambahkan pelarut metanol lalu diuapkan. Begitupun untuk ekstraksi supernatan dilakukan dengan mencampurkan supernatan dengan pelarut Metanol 1:1, kemudian dimasukkan ke dalam labu ekstraksi lalu dikocok-kocok dan didiamkan selama 20 menit hingga terdapat 2 cairan yang terpisah. Hasil ekstraksi yang diolah selanjutnya adalah cairan pada bagian atas yang kemudian diuapkan hingga mendapatkan ekstrak kasar.

Uji Sitotoksikitas dengan metode *Brine Shrimp Lethality* (BSLT). Uji sitotoksik ekstrak dilakukan pada supernatan atau sel diambil 10 mg, masing-masing dilarutkan dalam 1 ml pelarut (air laut dan DMSO 1%). Dibuat pengenceran 1000, 100, 10, ppm. Pengujian dilakukan dengan memasukkan 10 ekor larva *Artemia salina* berumur 24 jam ke dalam botol vial yang telah berisi larutan uji, setelah 24 jam, jumlah larva yang mati dihitung dengan bantuan alat kaca pembesar. Sebaiknya larva yang digunakan merupakan larva yang sehat dan baik dengan pengamatan visual seperti pergerakan yang aktif dan ukuran larva yang seragam.

Analisis data. Senyawa aktif yang memiliki daya bioaktivitas tinggi dapat diketahui berdasarkan nilai *Lethal Concentration 50%* (LC₅₀), yaitu suatu nilai yang menunjukkan konsentrasi zat toksik yang dapat menyebabkan kematian hewan uji sampai 50%, untuk mendapatkan nilai LC₅₀ terlebih dahulu harus menghitung nilai mortalitas hewan uji setelah 24 jam, dengan cara (Nurhayati, 2006)

$$\% \text{ mortalitas} = \frac{\text{Jumlah larva yang mati}}{\text{Jumlah larva Uji}} \times 100\% \quad (1)$$

Selanjutnya dengan mengetahui nilai persentase mortalitas yang didapatkan maka dilanjutkan dengan mencari LC₅₀ dengan program EPA Probit (Epa Program Analysis) versi 1,5 dan secara manual dengan rumus (Bado, 1993) ;

$$Y = m = \dot{X} + \frac{(5-y)}{b} \quad (2)$$

Apabila pada kontrol ada larva yang mati, maka % kematian ditentukan dengan rumus Abbot (Meyer *et al.*, 1982).

$$\% \text{ mortalitas} = \frac{T-K}{10} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan :

T = Jumlah larva uji yang mati

K = Jumlah larva kontrol yang mati

10 = Jumlah larva uji

Hasil dan Pembahasan

Penelitian uji potensi sitotoksitas ini menggunakan ekstrak bakteri asosiasi karang *Acropora muricata* yang terinfeksi penyakit BrB (*Brown Band*), jenis bakteri asosiasinya adalah *Flavobacterium* sp. dan bakteri asosiasi dari karang sehat *Stylophora* sp. yaitu *Bacillus* sp. dan *Chromobacterium* sp. Pengujian ekstrak bakteri dilakukan dari bakteri asosiatif karang yang terinfeksi penyakit yang dianalogikan sebagai organisme yang tingkat stresnya lebih tinggi dibandingkan dengan karang sehat yang tingkat stresnya lebih rendah.

Berdasarkan hasil penelitian Massinai dkk., (2014), kedua bakteri yang berasosiasi dengan karang sehat (*Stylophora* sp.) yaitu *Bacillus* sp dan *Chromobacterium* sp. memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri patogen *Vibrio harveyi* dan *Aeromonas hydrophila* sedangkan bakteri asosiatif karang (*Acropora muricata*) yang terinfeksi penyakit yaitu *Flavobacterium* sp. pada uji pendahuluan didapatkan ekstrak bakteri tersebut memiliki aktifitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Streptococcus*.

Ekstrak bakteri asosiasi karang yang terinfeksi penyakit BrB *Flavobacterium* sp. memiliki tingkat toksik yang lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri yang berasosiasi dengan karang sehat. Kemampuan mematikan larva *Artemia salina* dalam metode BSLT sangatlah tinggi, pada perlakuan pemberian ekstrak bakteri tersebut pada konsentrasi 100-1000 ppm membuat tingkat mortalitas larva *A. Salina* menjadi 100%, yang mengindikasikan bahwa senyawa aktif pada ekstrak bakteri tersebut memiliki potensi toksik, hal ini juga ditunjukkan dengan LC₅₀ pada ekstrak bakteri asosiasi karang (*Acropora muricata*) yang terinfeksi penyakit adalah 109 ppm dan lebih rendah dibandingkan dengan LC₅₀ pada ekstrak bakteri asosiasi karang sehat (Tabel 2).

Potensi sitotoksitas ekstrak bakteri asosiatif karang *Acropora muricata* yang terinfeksi penyakit BrB dan bakteri asosiatif karang sehat *Stylophora* sp. yang dapat berimplikasi pada uji spesifik seperti antikanker digunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) yang menggunakan hewan uji *Artemia salina*.

Tabel 2. Data Hasil Uji Potensi Sitotoksisitas

Karang	Sampel	Kons ($\mu\text{g/ml}$)	Log kons	Ulangan						% Mortalitas	LC50 (ppm)
				1		2		3			
				M	H	M	H	M	H		
Karang Terinfeksi BrB (<i>Acropora muricata</i>)	<i>Flavobacterium sp.</i>	1000	3	10	0	10	0	10	0	100	109
		100	2	3	7	1	9	0	10	13,3	
		10	1	0	10	0	10	0	10	0	
Karang Sehat (<i>Stylophora sp.</i>)	<i>Bacillus sp.</i>	1000	3	9	1	9	1	10	0	96,7	183,7
		100	2	1	9	0	10	0	10	3,3	
		10	1	4	6	2	8	0	10	20	
	<i>Chromobacterium sp.</i>	1000	3	4	6	5	5	4	6	43,3	4696,5
		100	2	0	10	2	8	2	8	13,3	
		10	1	1	9	2	8	2	8	16,7	

Keterangan: M = Mati; H= Hidup

Tabel 2 menunjukkan nilai LC_{50} yang didapatkan oleh masing-masing ekstrak berbeda, hal tersebut disebabkan oleh berbeda pula kandungan senyawa atau potensi dari bahan aktif masing-masing bakteri.

Tingginya tingkat sitotoksisitas karang yang terinfeksi penyakit kemungkinan disebabkan karena karang tersebut memiliki stres yang lebih tinggi sehingga untuk mempertahankan diri organisme tersebut mengeluarkan senyawa aktif begitupun dengan bakteri asosiasinya. Hal ini senada dengan yang dilaporkan oleh beberapa peneliti bahwa terdapat asosiasi mikroorganisme dengan organisme laut yang juga mensintesa senyawa aktif seperti organisme inangnya. Saat ini terdapat penelitian yang menyatakan bahwa bakteri tersebut memiliki senyawa aktif yang berpotensi sebagai antikanker namun belum diketahui jenis senyawa aktif yang berpotensi tersebut. Kumar et al., (2014) menjelaskan bahwa *Flavobacterium sp.* yang berasosiasi dengan makroalga memiliki potensi tersebut (Tabel 1). Beberapa peneliti seperti Isharmanto (2010), juga menyatakan bahwa bakteri tersebut memiliki enzim (enzim *epoxidase*) yang digunakan dalam produksi polimer plastik.

Karang keras yang sehat berjenis *Stylophora sp.* memiliki bakteri asosiasi berjenis *Bacillus sp.* dengan $LC_{50} < 1000$ ppm yaitu 183,7 ppm. LC_{50} ekstrak bakteri *Bacillus sp.* tergolong pada tingkat *low toxic* (daya racun) yang lemah sebab berada pada konsentrasi 100-1000 ppm berdasarkan klasifikasi Meyer, (1982). Terdapat penelitian yang menjelaskan bahwa *Bacillus sp.* memiliki potensi sitotoksisitas sebagai antikanker yang dapat menghambat HCT-116 yang merupakan sel kanker kolorektal pada manusia (Kumar et al., 2014). Selain itu terdapat penelitian yang menyatakan bahwa bakteri tersebut memiliki senyawa aktif sebagai bakterisin/antibakteri. *Bacillus sp.* yang merupakan salah satu bakteri yang mempunyai sifat yang lebih menguntungkan daripada mikroorganisme lain karena dapat bertahan hidup dalam waktu yang lama pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan untuk pertumbuhannya (Wong, 1994). Sebanyak 22 jenis *Bacillus* telah diidentifikasi diantaranya banyak ditemukan pada makanan. Beberapa kelompok bakteri ini menghasilkan metabolit sekunder yang dapat menekan pertumbuhan patogen (Backman et al. 1994).

Genus *Bacillus* digunakan sebagai agen biokontrol secara luas, menghasilkan zat antimikroba berupa bakteriosin. Bakteriosin adalah zat antimikroba polipeptida atau protein yang diproduksi oleh mikroorganisme yang bersifat bakterisida. Bakteriosin membunuh sel targetnya dengan menyisip pada membran target dan mengakibatkan fungsi membran sel menjadi tidak stabil sehingga menyebabkan sel lisis (Compant et al., 2005). *Bacillus sp.* juga diketahui menghasilkan spora dan enzim kitinase yang mampu menghambat pertumbuhan

jamur patogen yaitu *Aspergillus* sp. 2 pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) secara in vivo maupun in vitro (Malau, 2012). *Bacillus* juga menghasilkan enzim yang banyak digunakan dalam industri diantaranya Widyasti (2003) melaporkan *Bacillus* spp. penghasil enzim α -amilase yang banyak digunakan dalam industri untuk menghidrolisis ikatan α -1,4 glikosidik pati, glikogen dan substrat sejenisnya. Fuad *et al.*, (2004) melaporkan *Bacillus thermoglucosidasius* AF-01 memproduksi parsial protease alkali yang memiliki sifat proteolitik yang cukup tinggi banyak digunakan pada industri detergen dan makanan.

Hasil uji sitotoksitas ekstrak bakteri *Chromobacterium* sp. yang juga merupakan bakteri asosiasi dari karang sehat (*Stylophora* sp.), diklasifikasikan sebagai senyawa yang tidak aktif dengan potensi sitotoksitas yang sangat rendah karena memiliki $LC_{50} > 1000$ ppm yaitu 4696,5 ppm.

Chromobacterium sp. yang merupakan Famili Rhizobiaceae merupakan jenis bakteri yang mengandung senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai antibiotik untuk beberapa jenis bakteri patogen, selain itu Anderson *et al.*, (1974) menemukan metabolit yang diproduksi oleh bakteri tersebut yang mengandung *tetrabromopyrrole* namun senyawa yang digunakan sebagai antikanker belum ditemukan dalam ekstrak bakteri ini.

Berdasarkan hasil tersebut ekstrak bakteri asosiatif karang yang terinfeksi penyakit BrB (*Acropora muricata*) memiliki potensi sitotoksitas yang lebih besar, yang dapat berimplikasi pada uji spesifik seperti antikanker dibandingkan dengan bakteri asosiatif karang sehat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini ditemukan ekstrak bakteri yang berasosiasi dengan karang sehat dan karang yang terinfeksi penyakit BrB memiliki potensi sitotoksik yang berbeda terhadap *Artemia salina* berdasarkan metode BSLT, namun ekstrak bakteri yang memiliki daya racun tertinggi berasal dari bakteri asosiatif karang (*Acroporamuricata*) yang terinfeksi penyakit dengan nilai LC_{50} yang didapatkan < 1000 ppm (109,9 ppm).

Daftar Referensi

- Anderson, J., E. 1992. A Blind Comparison Of Simple Bench Top Bioassay And Human Tumor Cell Cytotoxicities As Antitumor Prescreens, Natural Product Chemistry. Elsevier. Amsterdam. Vol., 2, 107-111.
- Anderson, R., J., Wolfe, M., S. dan Faulkner, D., J. 1974. Autotoxic antibiotic production by a marine *Chromobacterium*. *Marine Biology*. 27 (4): 281-28
- Backman, P., A., Brannnen, P., M. Dan Mahaffe, W., F. 1994. Plant Respon and Disease Control Following Seed Inoculation with *Bacillus* sp. Di dalam: Ryder MH, Stephen PM, Bowen GD, editor. *Improving Plant Production with Rhizosphere Bacteria*. Australia: Pruc Third Int Work PGPR South Australia.
- Bado, A. 1993. Penentuan LC_{50} , LD_{50} , LI_{50} Bahan Beracun Berbahaya dengan Analisa Probit Terapan Statistik. Kursus. Analisis Limbah Industri Bagi Dosen Perguruan Tinggi Indonesia. Mipa. Unhas. Ujungpandang.
- Compant S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C. dan Barka, E., A. 2005. Mini review: Use Of Plant Growth – Promoting Rhizobacteria for Biocontrol Of Plant Diseases: Principles, Mechanism Of Action and Future Prospect. *Appl Environ Microbiol*. 71:4951-4959.
- Fuad, A., M., Rahmawati, R. dan Mubarik, N., R. 2004. Produksi dan Karakterisasi Parsial Protease Alkali Termotabil *Bacillus thermoglucosidasius* AF-01. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 9:29-35.
- Kumar, V., Roy, S. dan Borman, D. 2014. Bioactive Compounds From Algae And Bacteria In Marine Environment. http://aquafind.com/articles/Algae_&_Bacteria_In_Marine_Environment.php. [Diakses pada tanggal 15 November 2014].
- Lobban, S., C., Raymundo, M., L., dan Montagnes, S., J., D. 2011. Porpostoma Guamensis N. Sp., A Philasterine Scuticociliate Associated With Brown-Band Disease Of Corals. *Journal*. Pp 1-11.

- Malau, J. 2012. Kemampuan Bakteri Kitinolitik dalam Menghambat Infeksi *Aspergillus* sp. pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi. Medan: Sumatera Utara.
- Massinai, A., Werorilangi, S., Rastina dan Haris, A. 2014. Skrining Antimikroba Bakteri Asosiasi Karang Keras Sebagai Alternatif Pengendali Penyakit Karang Brown Band (BrB) dan Penyakit Organisme Budidaya. Laporan Hasil Peneliti Kompetensi Internal LP3M Unhas.
- Meyer, B., N., Ferrigni, N., R., Putman, J., E., Jacobsen, L., B., Nicols, D., E., dan McLaughlin, J., L. 1982. Brine shrimp : a convenient general bioassay for Active Plant Constituents. Vol. 45, pp. 31-34
- Nurhayati, D., P., A., Abdulgani, N. dan Febrianto, R. 2006. Uji Toksisitas Ekstrak *Eucheuma alvarezii* terhadap *Artemia salina* sebagai Studi Pendahuluan Potensi Antikanker. Akta Kimindo. Vol 2.
- Widyasti, E. 2003. Isolasi *Bacillus* spp. Penghasil α -Amilase Ekstraseluler dan Penentuan Suhu Serta pH Optimum Pertumbuhan. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wong, P., T., W. 1994. Bio-control of Wheat Take-All in the Field Using Soil Bacteria and Fungi. Di dalam: Ryder MH, Stephens PM, Bowen GP, editor. Improving Plant Productivity with Rhizosphere Bacteria. Australia: Proc Third Int Work PGPR South Australia.

Suplementasi Hormon Pertumbuhan Rekombinan dan Relevansinya dalam Pembenihan Ikan Bandeng

Wiwien Mukti Andriyani^{1*}, Alimuddin², Sofiati¹, Veni Darmawiyanti¹

¹Balai Perikanan Budidaya Air Payau Situbondo, Jawa Timur

²Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor

*E-mail: wiwinmukti@gmail.com

ABSTRAK

Riset telah membuktikan efektivitas pemberian hormon pertumbuhan rekombinan (recombinant growth hormone, rGH) ikan kerapu kertang dalam memacu pertumbuhan ikan budidaya lainnya, seperti ikan nila, ikan gurami, ikan kerapu, ikan sidat dan udang vaname. Pemberian rGH dapat dilakukan melalui perendaman, penyuntikan, dan pakan. Untuk mendukung pengembangan budidaya ikan bandeng, baru-baru ini telah dilakukan pengujian efektivitas rGH pada ikan bandeng. Pemberian rGH melalui perendaman dengan dosis perendaman 6 mg/L selama 2 jam meningkatkan bobot nener sekitar 36,85%, dan panjang sekitar 17,58% lebih tinggi dibandingkan kontrol. Selanjutnya pemberian pakan yang disuplementasi rGH dosis 5 mg/kg, yang diberikan setiap 3 hari dengan frekuensi 1x pemberian, menghasilkan peningkatan bobot benih 107% lebih tinggi dibandingkan kontrol. Efisiensi pakan yang disuplementasi rGH sekitar 9,04% lebih tinggi daripada kontrol. Retensi protein pada perlakuan pakan suplementasi rGH sebesar 8,98% lebih tinggi daripada kontrol. Sebagai kesimpulan, pemberian rGH pada benih ikan bandeng melalui perendaman, dan pakan menghasilkan peningkatan pertumbuhan relatif yang lebih besar dibandingkan kontrol. Hal ini membuktikan bahwa rGH dapat tersirkulasi ke dalam tubuh dan akhirnya menstimulasi pertumbuhan ikan.

Kata Kunci: Suplementasi rGH, Pembenihan, Ikan bandeng

Pendahuluan

Usaha intensifikasi budidaya bandeng terus dilakukan karena rendahnya produktivitas bandeng di Indonesia. Peningkatan sistem budidaya perlu diikuti dengan penggunaan teknologi baru. Perkembangan teknologi budidaya ikan bandeng di tambak lebih lambat dibandingkan dengan usaha budidaya udang. Kendala dalam budidaya ikan bandeng adalah terbatasnya ketersediaan benih dan kualitas benih sebar, waktu pemeliharaan benih yang lama 5-6 bulan untuk mencapai ukuran 200-250 gram (ukuran tebar > 7 cm) . Saat ini benih ikan bandeng yang berasal dari panti pembenihan selain menghadapi kendala laju pertumbuhan rendah, juga tingkat kelangsungan hidupnya rendah. Faktor-faktor tersebut dapat terjadi akibat buruknya kualitas pakan, faktor genetik dan/atau manajemen lingkungan.

Salah satu teknologi dalam upaya memacu pertumbuhan ikan adalah dengan memanfaatkan hormon pertumbuhan rekombinan (rGH). Beberapa penelitian menunjukkan peningkatan laju pertumbuhan ikan setelah penggunaan rGH, baik melalui perendaman, penyuntikan maupun melalui pakan (Sanchez 2000; Moriyama dan Kawauchi 2004). Penggunaan metode perendaman dianggap efisien diterapkan pada fase benih karena dapat menurunkan tingkat stres pada ikan perlakuan (Moriyama dan Kawauchi, 1990). Pemberian rGH melalui pakan buatan merupakan metode yang praktis, karena tidak perlu menangani ikan satu per satu (Jeh et al. 1998), namun terbatas pada benih ikan sudah lengkap system dan enzim pencernakannya. Metode injeksi rGH ke tubuh ikan dapat dipastikan bahwa protein rGH masuk ke tubuh melalui peredaran darah (Promdonkoy et al. 2004).

Peran Teknologi rGH dalam Akuakultur. rGH merupakan protein sintetik yang diproduksi menggunakan bioreaktor seperti *Escherichia coli*, *Bacillus*,

Streptomyces, dan *Saccharomyces* (Brown, 2006). Produksi rGH menggunakan bioreaktor dilakukan setelah diketahui bahwa pemberian hormon pertumbuhan alami dapat memacu pertumbuhan, dan gen penyandinya berhasil diisolasi. Penggunaan rGH juga merupakan prosedur yang relatif aman, karena yang dimodifikasi adalah bakteri yang memproduksi rGH saja, sehingga ikan yang diberikan rGH tidak dikategorikan sebagai organisme *genetically modified organism/GMO* (Acosta et al. 2007). Hal tersebut karena rGH tidak ditransmisikan ke keturunan ikan selanjutnya. Pemberian rGH dapat meningkatkan kelangsungan hidup ikan melalui peningkatan sistem kekebalan terhadap penyakit dan stres (McCormick, 2001).

Berbagai rGH ikan telah berhasil diproduksi seperti rGH ikan salmon (Sekine et al. 1985), rGH ikan flounder (Jeh et al. 1998), rGH orange-spotted grouper (Li et al. 2003); rGH ikan patin siam (Poen 2009), Pembuatan rGH di Indonesia sudah dilakukan dengan membuat konstruksi rGH ikan mas “rCcGH”, rGH ikan gurami “rOgGH” dan rGH ikan kerapu kertang “rElGH” (Alimuddin et al. 2010), yang selanjutnya bioaktivitasnya diujikan pada beberapa jenis ikan seperti ikan nila, ikan gurami, dan ikan mas (Alimuddin et al., 2010).

Beberapa penelitian aplikasi rGH, seperti pemberian rGH ikan mas sebesar 0,1 µg/g pada benih ikan nila dapat meningkatkan bobot tubuh sebesar 53,1% dibandingkan dengan kontrol (Li et al., 2003). Perlakuan rGH pada ikan rainbow trout juga dapat meningkatkan pertumbuhan 50% lebih tinggi dibandingkan dengan ikan kontrol (Sekine et al., 1985). Peningkatan pertumbuhan sebesar 20% dari kontrol juga dilaporkan pada ikan beronang dengan pemberian rGH sebanyak 0,5 µg/g selama 1 kali per minggu hingga 4 minggu.

Metode pemberian rekombinan hormon pertumbuhan melalui metode penyuntikan, melalui pakan, pemberian langsung melalui oral dan perendaman telah banyak dilakukan. Metode injeksi rGH pada ikan nila dilaporkan meningkatkan bobot hingga 20,94% dengan rGH ikan kerapu kertang (El-GH), 18,09% dengan rGH ikan mas (Cc-GH), dan 16,99% dengan rGH ikan gurami (Og-GH) (Alimuddin et al., 2010). Selanjutnya pemberian rGH melalui pakan alami dilaporkan Rahmawati (2011) dan mampu meningkatkan pertumbuhan ikan gurami sebesar 13% dari kontrol. Aplikasi rGH melalui metode perendaman oleh Acosta et al. (2009) dengan frekuensi perendaman sebanyak 3 kali dalam seminggu dapat meningkatkan bobot tubuh ikan nila sebesar 3,5 kali lipat dari kontrol setelah 15 hari pemeliharaan. Penerapan metode perendaman rGH pada ikan gurame dilaporkan meningkatkan bobot hingga 75% dari kontrol pada dosis rGH 30 mg/L (Putra, 2011). Selanjutnya, Perendaman glass eel ikan sidat dalam larutan rElGH dosis 12 mg/L meningkatkan bobot tubuh sebesar 37,4% dibandingkan dengan kontrol (Handoyo 2012). Efektivitas pemberian rGH dipengaruhi oleh dosis, metode pemberian, dan respons species ikan terhadap rGH.

Mekanisme Kerja rGH. Hormon pertumbuhan (*growth hormone/GH*) merupakan polipeptida yang terdiri atas rangkaian asam amino rantai tunggal dengan ukuran sekitar 22 kDa yang dihasilkan di kelenjar pituitari dengan fungsi pleiotropik pada setiap hewan vertebrata (Rousseau & Dufour, 2007), selanjutnya GH yang disintesis, disimpan dan disekresikan oleh sel somatotrof di dalam bagian anterior kelenjar pituitary, berperan merespons *growth hormone releasing factor (GHRF)* dari *hypothalamus*.

Mekanisme kerja GH dalam menstimulasi pertumbuhan khususnya pada vertebrata sudah banyak diteliti. Mekanisme kerja GH secara langsung memacu pertumbuhan tubuh khususnya merangsang pelepasan somato GH dapat bekerja secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung hormon ini memacu pertumbuhan tubuh, khususnya merangsang pelepasan somatomedin, dan mempengaruhi metabolisme protein, karbohidrat dan lemak (Moriyama dan Kawauchi 2004). Sedangkan mekanisme secara tidak langsung adalah dengan menstimulasi pertumbuhan linier skeleton yang diperantarai oleh insulin-like

growth factors-1 (IGF 1). Sintesis dan pelepasan IGF-1 diawali dengan masuknya rangsangan eksternal yang diintegrasikan oleh otak menjadi suatu perintah ke kelenjar pituitary untuk mensintesis dan mensekresikan GH. GH masuk kedalam jaringan darah dan selanjutnya berikatan dengan reseptor spesifik yaitu growth hormone receptor (GHR) di beberapa organ target terutama hati untuk menstimulasi sintesis dan pelepasan IGF-1 (Bolander 2004).

Bahan dan Metode

rElGH diproduksi oleh Laboratorium Bioteknologi Balai Perikanan Budidaya Air Payau Situbondo dan diujicobakan pada benih ikan bandeng umur 25 hari dengan kisaran panjang awal total tubuh $1,04 \pm 0,07$ cm dan bobot awal $0,0033 \pm 0,0011$ gram oleh Sofiati et al. (2014). rElGH diaplikasikan melalui metode perendaman dengan variasi dosis 0 mg/l (kontrol), 0,6 mg/l, 6 mg/l dan 60 mg/l dengan lama perendaman 2 jam. Pertumbuhan (bobot dan panjang mutlak) benih ikan bandeng diamati selama 40 hari pemeliharaan.

Aplikasi rElGH pada benih ikan bandeng ukuran ± 20 mm diujicobakan melalui pakan buatan (Veni D. et al. 2014). Pakan yang digunakan adalah pelet ikan bandeng komersial dengan kadar protein minimal 26%. Pakan komersial disalut rElGH dengan binder kuning telur. Dosis pengujian rElGH, yaitu 50 mg/kg pakan, 5 mg/kg pakan, dan 0,5 mg/kg pakan serta kontrol tanpa penambahan suplemen rElGH. Aplikasi rElGH diberikan selama 1 bulan pemeliharaan dengan frekuensi pemberian setiap 3 hari sekali pada masing-masing perlakuan. Retensi protein dan lemak dianalisa di Laboratorium Nutrisi BBAP Situbondo.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh rGH Terhadap Pertumbuhan Ikan Benih Bandeng. Dari hasil penelitian Irmawati et al. (2012) diketahui bahwa tingkat produksi rElGH (kertang) lebih tinggi daripada rCcGH (Mas) dan rOgGH (gurami), teruji penggunaa dosis rElGH dalam menghasilkan peningkatan pertumbuhan yang sama pada ikan gurami lebih rendah daripada rCcGH (Irmawati et al. 2012), sehingga penggunaan rElGH lebih efisien daripada rCcGH. Hasil aplikasi rElGH melalui metode perendaman dengan variasi dosis 0 mg/l (kontrol), 0,6 mg/l, 6 mg/l dan 60 mg/l dengan lama perendaman 2 jam, terhadap pertumbuhan (bobot dan panjang mutlak) benih ikan bandeng yang diamati selama 40 hari pemeliharaan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Respon pertumbuhan dan kelangsungan hidup (KH) benih ikan bandeng yang direndam suplemen pertumbuhan rElGH

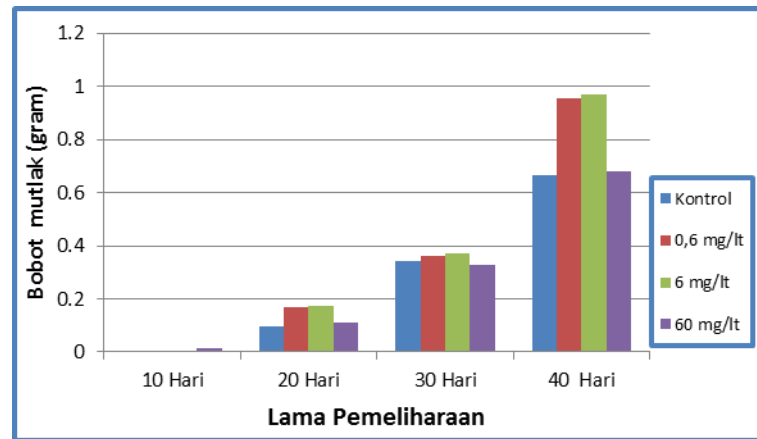
Perlakuan	Parameter pertumbuhan						KH (%)
	Bobot akhir (gram)	Panjang akhir (cm)	Bobot mutlak(gram)	Panjang mutlak (cm)	% ΔW p : K*	% ΔP p : K**	
Kontrol	1,1151 \pm 0,8053	4,83 \pm 0,90	1,1118 \pm 0,8042	3,79 \pm 0,83	-	-	83,25
0,6 mg/l	1,5008 \pm 1,0849	5,49 \pm 1,67	1,4975 \pm 1,0838	4,45 \pm 1,60	34,59	13,55	92,05
6 mg/l	1,5260 \pm 1,1269	5,68 \pm 1,36	1,5227 \pm 1,1258	4,64 \pm 1,29	36,85	17,58	94,60
60 mg/l	1,1329 \pm 0,9779	5,10 \pm 1,19	1,1296 \pm 0,9768	4,06 \pm 1,12	1,60	5,48	85,60

* persentase pertambahan bobot perlakuan dibandingkan dengan kontrol

**persentase pertambahan panjang perlakuan dibandingkan dengan kontrol,

Dosis perendaman 6 mg/l dengan suplemen pertumbuhan rElGH menunjukkan nilai bobot mutlak tertinggi (1,5227 gram) dibandingkan dengan perlakuan lainnya (kontrol : 1,1118 g; 0,6 mg/l: 1,4975 g; 60 mg/l: 1,1296 g). Nilai pertumbuhan panjang mutlak terbaik dihasilkan perendaman nener dengan dosis 6 mg/l (4,64 cm). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan suplemen pertumbuhan rElGH dengan metode perendaman mampu meningkatkan pertumbuhan benih ikan bandeng. Pertumbuhan menunjukkan peningkatan yang signifikan mulai hari ke-30 hingga akhir pengamatan, dengan peningkatan bobot

mutlak selama 10 hari berkisar 0,31-0,62 gram (Gbr 1). Hal ini menunjukkan bahwa rGH yang diberikan melalui perendaman dengan dosis 6 mg/l mampu menginduksi pertumbuhan nener. Mekanisme perendaman hormon pertumbuhan bekerja secara osmoregulasi yaitu diawali dengan insersi rGH melalui insang, dan disebarkan melalui pembuluh darah. Hormon yang masuk pada ikan kemudian dialirkan oleh peredaran darah, dan akan diserap oleh organ target (Affandi, 2002).



Gambar. 1. Pertumbuhan berat mutlak benih bandeng kontrol dan yang telah direndam larutan suplemen pertumbuhan rEIGH selama pemeliharaan

Perlakuan pemberian suplemen rEIGH dengan dosis berbeda melalui pakan pada benih bandeng memberikan respons bervariasi terhadap pertumbuhan, namun menghasilkan hasil kesimpulan yang sama dengan metode perendaman dosis 6 mg/l. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa dosis 5 mg/kg pakan dengan suplemen pertumbuhan rEIGH menunjukkan penambahan berat tertinggi (0.451 g) dibandingkan dengan perlakuan lainnya (0.5 mg/kg: 0.274g; kontrol: 0.217 g; 50 mg/kg: 0.117g). Laju pertumbuhan harian dan laju pertumbuhan spesifik menunjukkan tampilan respon yang sama. Respon pertumbuhan terendah pada pemberian rGH dengan dosis 50 mg/kg pakan. Hal ini diduga pada dosis 50 mg/kg, rGH menunjukkan efek negatif dan memberikan respon penurunan laju pertumbuhan pada ikan uji.

Tabel 2. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan bandeng dengan pakan uji

Perlakuan	Rerata bobot awal (g)	Rerata bobot akhir (g)	G (g)	GR (g/hari)	SGR (%)	KH (%)
A. Dosis rEIGH 50 mg/kg pakan	0.13 ± 0.091	0.25 ± 0.133	0.117	0.004	1.919	77.0
B. Dosis rEIGH 5 mg/kg pakan	0.12 ± 0.104	0.57 ± 0.379	0.451	0.015	5.532	76.4
C. Dosis rEIGH 0.5 mg/kg pakan	0.12 ± 0.095	0.39 ± 0.259	0.274	0.009	3.783	76.8
D. Dosis rEIGH 0 mg/kg pakan	0.11 ± 0.091	0.33 ± 0.162	0.217	0.007	3.831	73.0

G = pertumbuhan mutlak individu (g); GR = Laju pertumbuhan individu (g/hari); SGR = *Specific growth rate*/Laju pertumbuhan spesifik (%); KH = Tingkat kelangsungan hidup (%)

Semakin besar dosis penggunaan suplemen pertumbuhan rEIGH, pertumbuhan benih bandeng cenderung semakin kecil. Pemberian hormon pertumbuhan yang berlebih diduga dapat memberikan *feedback* negatif bagi pertumbuhan ikan. Wong *et al.* (2006) menyatakan tentang pengaturan *feedback* hormon pertumbuhan pada mamalia. Dalam pituitari mamalia, pelepasan hormon pertumbuhan/ Growth Hormon (GH) di somatotrop

dikontrol oleh GHRH dan SRIF di mana kedua regulator tersebut dirilis oleh hipotalamus dan akan disampaikan ke pituitari anterior melalui sistem peredaran darah. GH yang dirilis dari pituitari dapat memberikan *feedback* negatif pada somatotrop melalui tiga jalur. Pertama, *long-loop feedback* yang merupakan akibat tidak langsung dari aktivitas IGF-I yang diproduksi oleh hati. Kedua, *short-loop feedback* yang merupakan akibat langsung dari aktifitas GH di hipotalamus. Ketiga, *ultra-short feedback* yang merupakan akibat langsung dari aktivitas GH yang berada di dalam pituitari. Jumlah GH atau IGF-I yang berlebih dalam pembuluh darah akan menimbulkan *Feedback* negatif atau umpan balik negatif dan akan memberikan impuls pada kelenjar pituitari untuk tidak mensekresikan GH.

Pengaruh rGH Terhadap Efisiensi Pakan Ikan Benih Bandeng. Hasil uji coba yang dilakukan oleh Veni D. *et al.* (2014) memperlihatkan bahwa ikan yang diberi pakan rEIGH memiliki nafsu makan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ikan yang tidak diberi pakan rEIGH (Tabel 3). Pada perlakuan dosis 5 mg/kg pakan menunjukkan efisiensi pakan sebesar 45.93%, lebih tinggi 9.04% daripada pakan kontrol. Jumlah pakan konsumsi yang lebih besar, ditambah dengan kecepatan laju pertumbuhan yang lebih tinggi memberikan hasil efisiensi pakan yang lebih baik. Konversi pakan perlakuan dosis 5 mg/kg juga menunjukkan kebutuhan pakan yang lebih sedikit, untuk menghasilkan bobot tubuh setara yang dihasilkan oleh kontrol.

Peningkatan nafsu makan ini diduga disebabkan karena terjadi peningkatan kerja enzim yang berpengaruh terhadap perubahan aktivitas makan sebagai adaptasi metabolik. Hal ini diduga karena rEIGH yang masuk ke dalam hati akan dipecah oleh enzim yang bertanggung jawab untuk memprakarsai sintesis protein yaitu *amino acyl tRNA synthetase* yang sebagian besar terkonsentrasi di hati (Affandi, 2002), sehingga perubahan aktivitas enzim ini mempengaruhi kebutuhan energi untuk mensintesis *amino acyl tRNA synthetase* dengan cara adaptasi perubahan nafsu makan. Promdonkoy (2004) juga melaporkan bahwa pemberian Gc-GH pada ikan koki (*Carassius auratus*) dapat meningkatkan nafsu makan dan tingkah laku makan yang lebih agresif dan lebih energik terhadap pakan yang diberikan. Pemberian rGH meningkatkan konsumsi pakan sebesar 6,95% pada ikan *rainbow trout* yang diinjeksi *recombinan bovine somatotrop (RBS)* (Haghighi *et al.*, 2010).

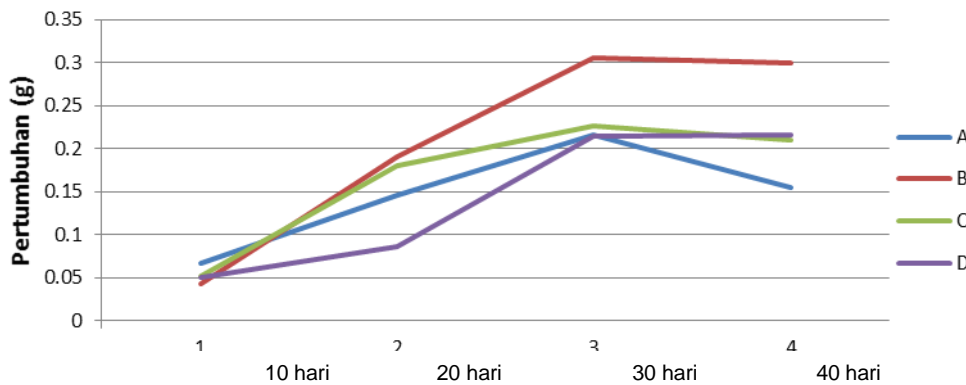
Tabel 3. Efisiensi pakan uji yang diperkaya dengan rEIGH

Perlakuan	Biomass awal (g)	Biomass akhir (g)	Jumlah Pakan (g)	CE/ efisiensi pakan (%)	FCR/ konversi
A. Dosis rEIGH 50 mg/kg pakan	33.39	59.38	178.62	14.55	6.87
B. Dosis rEIGH 5 mg/kg pakan	21.77	114.44	201.79	45.93	2.18
C. Dosis rEIGH 0.5 mg/kg pakan	25.87	80.47	177.56	30.75	3.25
D. Dosis rEIGH 0 mg/kg pakan	25.05	79.07	146.42	36.89	2.71

Pengaruh rGH Terhadap Retensi Nutrisi Ikan Benih Bandeng. Hasil analisa retensi nutrisi yang dilakukan oleh Veni D. *et al.* (2014) menunjukkan bahwa pada dosis rEIGH 50 mg/kg pakan, benih bandeng menunjukkan kemampuan untuk menyimpan lemak sebesar 4.36% namun kemampuan untuk menyimpan protein sangat buruk (table 4). Bobot tubuh benih bandeng perlakuan 50 mg/kg menurun (Gambar 2). Penurunan bobot tubuh disebabkan tidak adanya protein pakan yang tersimpan dalam tubuh sehingga menyebabkan terjadi pembongkaran jaringan lemak tubuh untuk menunjang kelangsungan hidup.

Tabel 4. Retensi Protein dan retensi lemak ikan bandeng yang diberi pakan dengan suplemen Mina Grow dengan dosis berbeda selama pemeliharaan.

Perlakuan	Retensi Protein (%)	Retensi Lemak (%)
A. Dosis rEIGH 50 mg/kg pakan	-75.68	4.36
B. Dosis rEIGH 5 mg/kg pakan	10.49	-7.49
C. Dosis rEIGH 0.5 mg/kg pakan	0.25	-10.43
D. Dosis rEIGH 0 mg/kg pakan	1.51	1.45

**Gambar 2. Pertumbuhan benih ikan bandeng selama pengamatan**

Perlakuan dosis rGH 0.5 mg/kg pakan menunjukkan sedikit penyimpanan protein pakan yakni 0.25% namun juga tidak dapat menyimpan lemak pakan. Sedangkan pada perlakuan kontrol tanpa suplemen rEIGH meskipun dalam jumlah yang rendah menunjukkan penyimpanan protein maupun lemak pakan.

Penggunaan suplemen pertumbuhan rEIGH pada benih bandeng dengan metode perendaman dosis 6 mg/l dan pemberian melaluipakan buatan dengan dosis 5 mg/kg pakan menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan masing-masing kontrol. Hal ini dikarenakan suplemen pertumbuhan rEIGH efisien memacu pertumbuhan bobot ikan lebih cepat dibandingkan kontrol, dengan melibatkan mekanisme peningkatan nafsu makan, konversi pakan, peningkatan kapasitas metabolisme lemak sehingga mengoptimalkan pemanfaatan protein untuk pertumbuhan.

Kesimpulan

Pertumbuhan benih ikan bandeng dapat ditingkatkan dengan menggunakan suplemen rEIGH.

Penggunaan suplemen pertumbuhan rEIGH pada benih bandeng dengan metode perendaman dosis 6 mg/l dan pemberian melaluipakan buatan dengan dosis 5 mg/kg pakan menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan masing-masing kontrol. Hal ini dikarenakan suplemen pertumbuhan rEIGH efisien memacu pertumbuhan bobot ikan lebih cepat dibandingkan kontrol, dengan melibatkan mekanisme peningkatan nafsu makan, konversi pakan, peningkatan kapasitas metabolisme lemak sehingga mengoptimalkan pemanfaatan protein untuk pertumbuhan.

Daftar Referensi

- Acosta J, Morales R, Morales A, Alonso M, Estrada MP. 2007. *Pichia pastoris* expressing recombinant tilapia growth hormone accelerates the growth of tilapia. *Biotechnology Lett.* 29: 1671-1676.
- Acosta JR, Estrada MP, Carpio Y, Ruiz O, Morales R, Martinez E, Valdes J, Borroto C, Besada V, Sanchez A, Herrera F. 2009. Tilapia somatotropin polypeptides : potent enhancers of fish growth and innate immunity. *Biotechnologia Aplicada*, 26:267-272
- Affandi, R. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. UNRI Press. Pekanbaru.

- Alimuddin, Lesmana, I., Sudrajat, A.O., Carman, O., Faizal, I. 2010. Production and bioactivity potential of three recombinant growth hormones of farmed fish. *Indonesian Aquacult Jour* 5: 11-17.
- .Affandi R, Tang UM. 2002. Fisiologi Hewan Air. Riau (ID) : Riau Univ Pr.
- Aslianti, T., K.M. Setiawati dan Wardoyo. 1998. Pengaruh Peningkatan Pergantian Air terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Larva Kerapu Bebek, *Cromileptes altivelis*. *Prosiding Seminar Teknologi Perikanan Pantai*. Denpasar-Bali, 6-7 Agustus 1998.
- Bolander FF, 2004. *Molecular Endocrinology*, 3rd ed. London (GB) : Elseiver Academic Pr.
- Forsyth, I.A., Wallis, M. 2002. Growth hormone and prolactin molecular and function evolution. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 7: 291- 312.
- Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- Funkenstein B, Dyman A, Lapidot Z, de Jesus-Ayson EG, Gertler A, Ayson FG. 2005. Expression and purification of a biologically active recombinant rabbitfish (*Siganus guttatus*) growth hormone. *Aquaculture*, 250:504-515.
- Haghighi, M., Sharif, R.M., Sharifpour, I., Sepahdari, A., Lashtoo, A.G.R. 2010. Oral recombinant bovine somatotropin improve growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Jour of Fish Scien* 10 (3): 415-424.
- Hartati S, 1986. *Biologi Bandeng (Chanos chanos Forskal)*. Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta (ID).
- Handoyo B. 2012. Respons benih ikan sidat terhadap hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang melalui perendaman dan oral. [Tesis]. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Irmawati, Alimuddin, Zairin M, Suprayudi MA, Wahyudi AT. 2012. Peningkatan laju pertumbuhan benih ikan gurame (*Osphronemus goramy* Lac.) yang direndam dalam media yang mengandung hormon pertumbuhan ikan mas. *Jurnal Iktiologi Indonesia (in press)*.
- Jeh HS, Kim CH, Lee HK, Han K. 1998. Recombinant flounder growth hormone from *Escherichia coli*: overexpression, efficient recovery, and growth-promoting effect on juvenile flounder by oral administration. *Journal Biotechnology*, 60:183-193.
- Leedom TA, Uchida K, Yada T, Richman NH, Byatt JC, Collier RJ, Hirano T, Grau EG. 2002. Recombinant bovine growth hormone treatment of tilapia: growth response, metabolic clearance, receptor binding and immunoglobulin production. *Aquaculture*, 207:359–380.
- Lesmana I. 2010. Produksi dan Bioaktivitas Protein Rekombinan Hormon Pertumbuhan Dari Tiga Jenis Ikan Budidaya. [tesis]. Bogor : Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Li Y, Bai J, Jian Q, Ye X, Lao H, Li X, Luo J, Liang X. 2003. Expression of common carp growth hormone in the yeast *Pichia pastoris* and growth stimulation of juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 216 : 329-341 Mclean E dan Donaldson EM, 1993. The role of growth hormone in the sea lamprey, an extra representative of a group of the most ancient vertebrates, *Endocrinology*, 143.4916-4921.
- Moriyama S dan Kawauchi H, 2001. Growth regulation by growth hormone and insulin-like growth factor-I in teleostei. *Otsuchi Mar Sci*. 26:23-27.
- Moriyama S dan Kawauchi H, 2004. Somatic growth acceleration of juvenile abalone by immersion in and intramuscular injection of recombinant salmon growth hormone. *Aquaculture*, 229.469-478.
- Poen S. 2009. Cloning, over-expression and characterization of growth hormone from striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). [tesis]. Master of Science (Genetic Engineering) Graduate School, Kasetsart University.
- Promdonkoy B., Warit S, Panyim S. 2004. Production of a biologically active growth hormone from giant catfish (*Pangasianodon gigas*) in *Escherichia coli*. *Biotechnology Letter*, 26:649-653.
- Promdonkoy B, Warit S, and Panyim S. 2004. Production of a biologically active growth hormone from giant catfish (*Pangasionodon gigas*) in *Escherichia coli*. *Biotechnol Lett* 26: 649-653.
- Reinecke M, Bjorn T, Walton WD, Stephen DMC, Isabel N, Deborah MP, Joaquim G. 2005. Growth Hormone and insulin-like growth factors in fish; where we are and where to go (Minireview). *Gen Comp. Endocrinol*. 142:20-24.
- Sakai M, Kajita Y, Kobayashi M, Kawauchi H. 1997. Immunostimulating effect of growth hormone : in-vivo administration of growth hormone in rainbow trout enhances resistance to *Vibrio anguillarum* infection. *Vet Immunol Immunopathol*.
- Sanchez JP, 2000. The involvement of growth hormone in growth regulation, energy, homeostasis and immune function in the gilthead Sea Bream : a short review, *Fish Physiology and Biochemistry* 22: 135–144, 2000.

- SNI 01-6150-1999, 1999. *Produksi benih ikan Bandeng kelas benih sebar*. SNI Perikanan Budidaya. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta (ID).
- .Sekine S, Mizukami T, Nishi T, Kuwana Y, Saito A, Sato M, Itoh S, Kawauchi H. 1985. Cloning and expression of cDNA for salmon growth hormone in *Escherichia coli*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 82:4306-4310.
- Tsai HJ, Hsieh MH, Kuo JC. 1997. *Escherichia coli* produced fish growth hormone as a feed additive to enhance the growth of juvenile black seabream (*Acanthopagrus schlegelii*). *J. Appl. Ichthyol.*, 13:78-82.
- Utomo DSC, 2010. *Produksi dan Uji Bioaktivitas Protein Rekombinan Hormon Pertumbuhan Ikan Mas*. [tesis]. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Wong A, Zhou H, Jiang Y, Ko W. 2006. Feedback Regulation of Growth Hormone Synthesis and Secretion in Fish and The Emerging Concept of Intrapituitary Feedback Loop. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 144 (2006) 284-305

Pengelolaan Mangrove Berbasis Mitigasi (Studi Kasus Kawasan Mangrove Tongke Tongke, Sulawesi Selatan)

Abdul Haris Sambu

Universitas Muhammadiyah Makassar
Jl. Sultan Alaudin No 259, Makassar

E-mail: abdulharis_spi@gmail.com

ABSTRAK

Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologi salah satunya sebagai pelindung pantai. Implikasi dari fungsi ekologi tersebut, mangrove perlu dikelola dengan baik. Berlokasi di Desa Tongke Tongke, Kabupaten Sinjai, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui struktur permasalahan pengelolaan mangrove di Desa Tongke Tongke dan merumuskan arahan pengelolaan mangrove berbasis mitigasi di Desa Tongke Tongke. Analisa yang digunakan meliputi analisis DPSIR dan analisis AHP. Hasil penelitian menunjukkan struktur permasalahan pengelolaan mangrove utamanya dipengaruhi oleh pembukaan tambak dan rendahnya penilaian masyarakat dan arahan pengelolaan mangrove secara berurutan adalah rehabilitasi mangrove (0.3), penguatan kelembagaan (0.2), ekowisata mangrove (0.20), produk olahan mangrove (0.15) dan pemberdayaan masyarakat (0.15).

Kata kunci: Mangrove, struktur permasalahan, DPSIR, AHP, Tongke Tongke

Pendahuluan

Pada kawasan pesisir di daerah tropis dan subtropis, ekosistem mangrove mengalami transformasi. Secara keseluruhan, ekosistem mangrove mengalami perubahan antara 2 sampai 8% (Miththapala, 2008). Penyebab utama dibelakang kondisi ini adalah konversi mangrove menjadi tambak ikan, tambak udang dan pemanfaatan mangrove lainnya yang tidak berkelanjutan (Duke *et al.*, 2007). Sampai pada suatu saat, banyak negara sadar akan betapa pentingnya ekosistem mangrove (Walters *et al.*, 2008). Kesadaran ini memacu upaya konservasi mangrove pada sebagian besar kegiatan pembangunan yang dilakukan (Ronback, 1999). Ditambah peningkatan kesadaran akan pentingnya ekosistem mangrove dalam menunjang kehidupan manusia sekaligus mewujudkan kesejahteraan (*human well-being*), termasuk didalamnya fungsi penting mangrove dalam menyediakan nursery service bagi sejumlah biota penting, crustaceans dan mollusca, natural coastal protection, nutrient and organic matter processing atau sediment kontrol (Polidoro *et al.*, 2010). Lebih lanjut, keberadaan ekosistem mangrove memberikan peran penting terhadap perekonomian lokal dan nasional pada wilayah pesisir di kawasan tropis (Warren-Rhodes *et al.*, 2011).

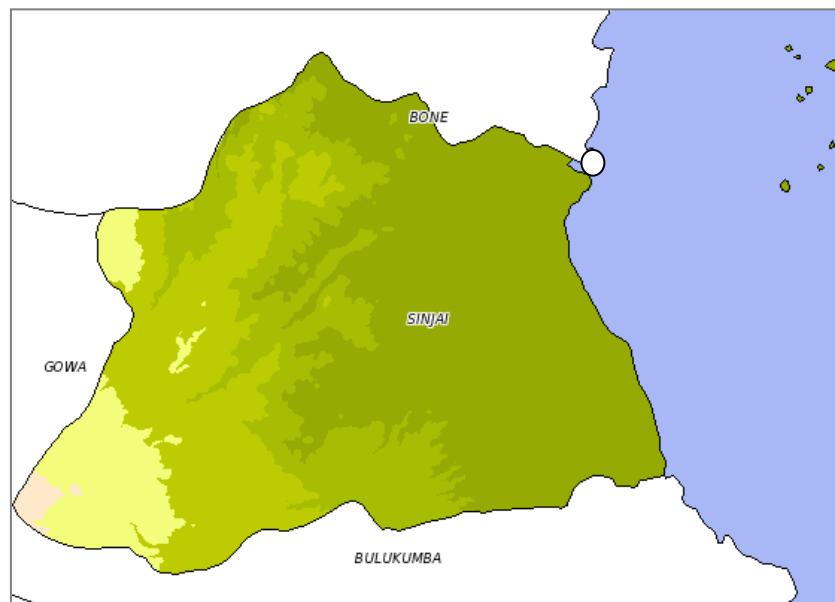
Berangkat dari hal tersebut diatas, berlokasi di kawasan ekosistem mangrove Tongke Tongke perlu dilakukan upaya pengelolaan yang terpadu. Mengingat sebagai kawasan wisata, ekosistem mangrove di Tongke Tongke sudah mengalami ancaman dari keberadaan sejumlah pemanfaatan seperti tambak dan pemukiman. Kesalahan, kekurangcermatan atau ketidakakuratan dalam merencanakan dan melaksanakan sistem pengelolaan ekosistem, memberikan dampak negatif yang signifikan terhadap menurunnya kualitas lingkungan dan mahluk hidup di dalamnya (termasuk masyarakat lokal) yang memiliki ketergantungan secara langsung terhadap SDA tersebut. Bila kondisi ini tetap dipertahankan, maka laju degradasi SDA akan semakin cepat. Untuk itu perlu dilakukan pengelolaan ekosistem mangrove berbasis mitigasi untuk menyelamatkan fungsi ekologis ekosistem mangrove yang ada sekaligus manfaat yang diterima masyarakat sekitar

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui struktur permasalahan pengelolaan mangrove di Tongke Tongke dan merumuskan arahan pengelolaan mangrove berbasis mitigasi di Tongke Tongke.

Bahan dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer bersumber dari hasil sampling. Data primer tersebut antara lain data titik sampling yang diperoleh dari peta dan GPS, dan data ekonomi serta data sosial dan kelembagaan yang diperoleh dari hasil wawancara. Sementara data sekunder berupa citra Landsat ETM 7 tahun 2006 (sumber : Biotrop dan BPPT) yang pengolahannya menggunakan Er Mapper 6.0 dan Arc View 3.3. Data sekunder lainnya yaitu data Peta Rupa Bumi (RBI), Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI), peta batimetri dan peta administrasi (sumber Bakosurtanal, BPN, BPPT, Puslitanak, BMG, Bappeda) yang pengolahannya menggunakan Arc View 3.3.

Lokasi Penelitian. Penelitian ini dilakukan pada Desa Tongke Tongke, Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai yang terletak pada 20 19' 50" - 50 36' 47" LS dan 119 48' 30" - 120 10' 00" BT



Gambar 1. Kabupaten Sinjai sebagai Lokasi Penelitian

Analisis Data. Analisis yang digunakan adalah analisis DPSIR. DPSIR merupakan metode dalam melakukan analisis sistem untuk mengamati masalah lingkungan dan cara pandang masyarakat terhadap permasalahan tersebut (EEA, 2006). DPSIR secara terminologi merupakan cara penilaian terhadap perkembangan sosial dan ekonomi (*Driving Forces / D*) dalam mengendalikan tekanan (*Pressures / P*) terhadap lingkungan dan, sebagai konsekuensinya, adalah bentuk (*State / S*) dari perubahan lingkungan. Hal ini akan menyebabkan dampak (*Impact / I*) pada ekosistem, kesehatan masyarakat yang menimbulkan respon (*Response / R*) masyarakat sebagai umpan balik terhadap (*Driving Forces / D*), (*State / S*) atau (*Impact / I*). Adapun langkah-langkah dalam analisa DPSIR, terdiri dari identifikasi komponen DPSIR; menyusun matriks keterkaitan DPSIR; perumusan rencana dan kebijakan :

- a. Identifikasi *Driving Forces (D)*; *Pressures (P)*; *State (S)*; *Impact (I)*; *Response (R)* dalam bentuk matriks. Bentuk matriks yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 1. Identifikasi Komponen DPSIR

No	Komponen				
	<i>Driving Forces (D)</i>	<i>Pressures (P)</i>	<i>State (S)</i>	<i>Impact (I)</i>	<i>Response (R)</i>

- b. Menyusun matriks keterkaitan *Driving Forces (D)*; *Pressures (P)*; *State (S)*; *Impact (I)*; *Response (R)*. Bentuk matriks yang digunakan sebagai berikut :

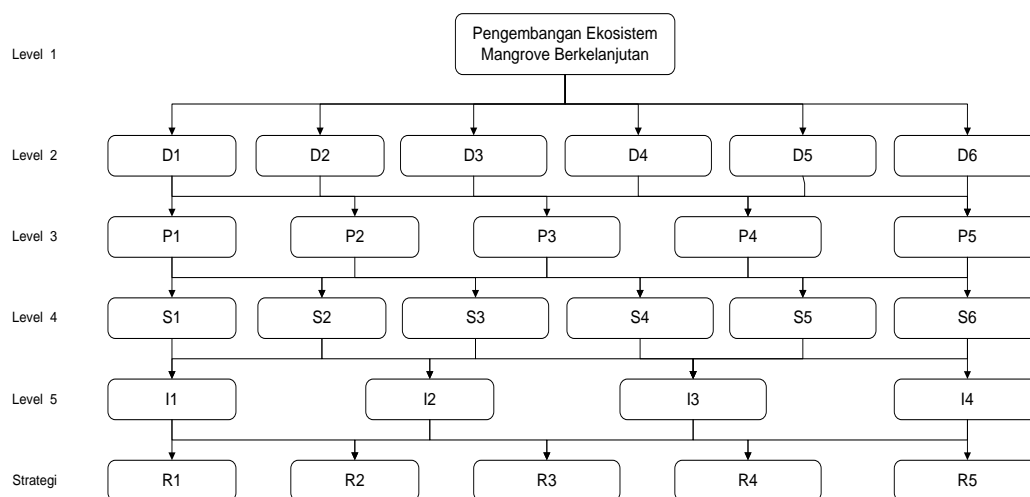
Tabel 2. Keterkaitan Komponen DPSIR

No	Komponen		No	Komponen	
	<i>Driving Forces (D)</i>	<i>Pressures (P)</i>		<i>Pressures (P)</i>	<i>State (S)</i>

No	Komponen		No	Komponen	
	<i>State (S)</i>	<i>Impact (I)</i>		<i>Impact (I)</i>	<i>Response (R)</i>

No	Komponen		No	Komponen	
	<i>Response (R)</i>	<i>Pressures (P)</i>		<i>Response (R)</i>	<i>State (S)</i>

Hasil analisa DPSIR dibuat prioritas keputusan strategi alternatif melalui AHP (*Analitycal Hierarchi Process*) menggunakan *Expert Choice*. AHP digunakan untuk melakukan analisis pembobotan atau prioritas berdasarkan kepentingan relatif antar level. Alat yang digunakan untuk pengumpulan data nilai berupa kuisioner. Tujuan penggunaan AHP dalam penelitian ini adalah untuk memberikan bobot atau prioritas pada tiap-tiap indikator berdasarkan kepentingan relatif antarlevel dalam susunan hirarki permasalahan. Hasil akhir analisis AHP menunjukkan bahwa nilai rasio inkonsistensi (*inconcistency ratio / IR*) sebesar 0.0 atau dibawah nilai inkonsistensi rasio yang diperbolehkan atau sebesar 0.1. Dapat disimpulkan bahwa bobot nilai yang diberikan oleh para responden penilai telah memenuhi syarat kekonsistenan.



Gambar 2. Struktur Penilaian Prioritas Strategi Pengelolaan Mangrove di Kawasan Kabupaten Sinjai

Hasil dan Pembahasan

Pengelolaan ekosistem mangrove di Desa Tongke Tongke memiliki tujuan untuk meningkatkan peran dan fungsi ekosistem mangrove beserta jasa lingkungan yang ada sekaligus meningkatkan peran serta masyarakat sekitar dalam upaya pelestarian ekosistem mangrove. Terkait dengan hal tersebut perencanaan pengelolaan ekosistem mangrove diperlukan analisa kondisi sekaligus persepsi masyarakat terhadap pengelolaan ekosistem mangrove kawasan Desa Tongke – Tongke.

Identifikasi Komponen DPSIR. Terdiri dari beberapa komponen yaitu *Driving Force (D)*, *Pressures (P)*, *State (S)*, *Impacts (I)*, *Response (R)*.

Driving Force (D). *Driving force (D)* merupakan perubahan sosial, ekonomi dan sistem institusional yang terjadi, dan hubungannya yang menjadi pemicu terhadap tekanan (*Pressures*) secara langsung dan tidak langsung. Potensi jasa ekosistem merupakan bagian dari sistem sosial sekaligus bagian dari sistem ekonomi. Berdasarkan hasil pengamatan dan survey yang dilakukan *Driving Force (D)* untuk pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan sebagai berikut :

Tabel 3. *Driving Force (D)* Pengelolaan Ekosistem Mangrove

No	<i>Driving Forces (D)</i>
1.	Keberadaan tambak (D 1)
2.	Perluasan pemukiman baru (D 2)
3.	Pembukaan lahan tambak baru (D 3)
4.	Kebutuhan kayu bakar dan pakan ternak (D 4)
5.	Perluasan lahan pertanian (D 5)
6.	Rendahnya pengetahuan masyarakat akan mangrove (D 6)

Luasan ekosistem mangrove di Tongke Tongke menunjukkan telah terjadinya perubahan baik disebabkan oleh keberadaan tambak serta perluasan pemukiman. Tercatat terjadi pengurangan luas lahan mangrove hampir sebesar 2 ha. Kondisi ini diperparah oleh ketidaktahuan masyarakat akan peran penting ekosistem mangrove. Mangrove selama ini hanya dinilai sebagai pakan ternak oleh masyarakat sekitar. Padahal ekosistem mangrove memiliki banyak fungsi seperti penyedia jasa ekosistem. Lebih lanjut, setiap perubahan dalam pengelolaan atau pemanfaatan terhadap jasa lingkungan lebih lanjut akan berpengaruh terhadap sejumlah jasa lainnya yang dihasilkan oleh ekosistem (de Groot *et al.*, 2010).

Pressures (P). *Pressures (P)* merupakan konsekuensi dari aktivitas manusia (misal: pembuangan limbah kimia; bahan fisik dan biologi; ekstraksi dan penggunaan sumberdaya, perubahan lahan) yang berpotensi untuk menyebabkan perubahan terhadap lingkungan dan jasa lingkungan (*impact*). Tabel 4 berikut menunjukkan hasil identifikasi *Pressures (P)* dalam pengelolaan ekosistem mangrove.

Tabel 4. *Pressures (P)* Pengelolaan Ekosistem Mangrove

No	<i>Pressures (P)</i>
1.	Konversi mangrove (P 1)
2.	Reklamasi pantai (P 2)
3.	Pembukaan mangrove (P 3)
4.	Penebangan mangrove (P 4)
5.	Under value mangrove (P 5)

Konversi ekosistem mangrove di kawasan pesisir Tongke-Tongke merupakan penyebab penurunan luasan lahan mangrove. Konversi yang dilakukan

dengan menebang dan membuka lahan mangrove selanjutnya berubah menjadi tambak dan pemukiman. Lebih lanjut, pemahaman kurang dari masyarakat akan peran ekosistem mangrove menjadikan masyarakat hanya menilai mangrove dari manfaat langsung yang bisa diterima.

State (S). *State (S)* dari lingkungan adalah kuantitas dari kondisi biologi, fisik dan kimia ekosistem dan fungsi ekosistem, kerentanan dan fungsi ekosistem pada suatu area tertentu. Berikut hasil identifikasi perubahan *State (S)* dalam pengelolaan ekosistem mangrove.

Tabel 5. *State (S)* Pengelolaan Ekosistem Mangrove

No	<i>State (S)</i>
1.	Berkurangnya kerapatan mangrove (S 1)
2.	Penurunan luas mangrove (S 2)
3.	Kerusakan ekosistem mangrove (S 3)
4.	Perubahan pola arus (S 4)
5.	Penurunan kualitas perairan (S 5)

Kuantitas dari ekosistem mangrove di kawasan pesisir Kecamatan Tongke Tongke ditunjukkan dengan penurunan luas mangrove dan berkurangnya kerapatan mangrove. Kerapatan untuk tingkat pohon menentukan tingkat kerusakan ekosistem mangrove seperti terdapat dalam Kepmen LH No. 201 tahun 2004. Hasil kajian yang dilakukan menunjukkan di kawasan pesisir Kecamatan Tongke-Tongke menunjukkan lebih dari 50% ekosistem mangrove berada dalam kategori sedang. Lebih lanjut perubahan kondisi mangrove berpengaruh terhadap perubahan pola arus dan penurunan kualitas perairan (Barbier, 2006)

Impacts (I). *Impacts (I)* merupakan perubahan fungsi ekosistem, berdampak negatif terhadap kesehatan lingkungan, dan berpengaruh terhadap perubahan jasa ekosistem, baik secara sosial dan ekonomi. Dampak atau *Impact (I)* yang disebabkan perubahan dalam *State (S)* ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. *Impact (I)* Pengelolaan Ekosistem Mangrove

No	<i>Impacts (I)</i>
1.	Sedimentasi (I 1)
2.	Peningkatan sampah domestik (I 2)
3.	Abrasi pantai (I 3)
4.	Pencemaran air dan tanah (I 4)

Abrasi pantai merupakan dampak negatif dari kerusakan ekosistem mangrove yang ada di Kecamatan di kawasan pesisir Tongke-Tongke. Masyarakat di kawasan pesisir harus membuat tembok untuk melindungi rumah dari abrasi yang terjadi. Hal ini tidak perlu terjadi jika ekosistem mangrove terpelihara dengan baik. Perlindungan dari abrasi pantai oleh ekosistem mangrove merupakan hasil dari kemampuan mangrove untuk menstabilkan pantai melalui akar-akarnya dan bagian dari fungsi ekosistem sebagai breaker angin dan gelombang. Jasa ekosistem mangrove lebih lanjut sangat dipengaruhi oleh penggunaan dan pengelolaan yang ada (de Groot *et al.*, 2010).

Response (R). *Response (R)* merupakan sebuah kebijakan yang diinisiasi oleh lembaga atau grup (*stakeholders*) yang secara langsung atau tidak langsung mendasari persepsi sosial terhadap dampak (*Impact*) untuk menjaga, mengeliminasi, mengurangi atau beradaptasi sebagai konsekuensi yang harus dijalani. Adapun *Response (R)* dalam pengelolaan ekosistem mangrove ditampilkan pada Tabel 7.

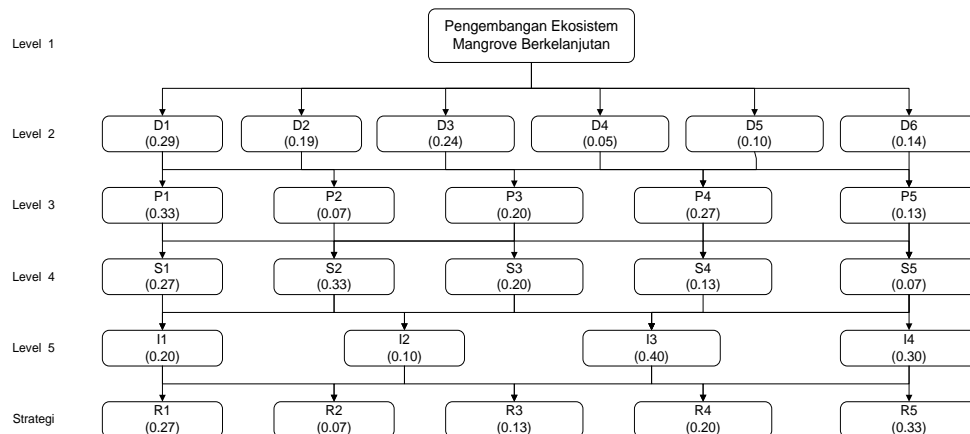
Tabel 7. Response (R) Pengelolaan Ekosistem Mangrove

No	Response (R)
1. Rehabilitasi ekosistem mangrove	(R1)
2. Home industri produk olahan mangrove	(R2)
3. Ekowisata mangrove	(R3)
4. Silvofishery	(R4)
5. Pembentukan kelompok masyarakat	(R5)

Perencanaan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Konsep pengelolaan mangrove di kawasan pesisir Tongke-Tongke, mengutamakan sistem pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Pembangunan berkelanjutan didefinisikan sebagai pembenagunan yang memperhatikan kebutuhan saat sekarang tanpa mengabaikan kepentingan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan sendiri (IISD, 2012). Lebih lanjut, European Commission (2012) menjelaskan pembangunan berkelanjutan menjamin kebutuhan generasi sekarang tanpa membahayakan kemampuan generasi masa depan untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri - yaitu, kualitas hidup yang lebih baik bagi semua orang, sekarang dan untuk generasi mendatang. Untuk mewujudkan hal tersebut perlu untuk mengintegrasikan tujuan langsung dan jangka panjang, tindakan lokal dan global, dan mempertimbangkan isu-isu sosial, ekonomi dan lingkungan sebagai komponen tak terpisahkan dan saling bergantung dari kemajuan manusia (Zacharoula *et al*, 2014). Hal ini yang akan di adopsi dalam perencanaan mangrove di di kawasan pesisir Tongke-Tongke.

Berangkat dari hasil analisa kondisi (Tabel 3 sampai Tabel 7), perencanaan pengelolaan ekosistem ekosistem di kawasan pesisir Tongke-Tongke dilakukan dengan menilai prioritas perencanaan pengelolaan yang akan dilakukan. Adapun hasil penilaian prioritas ditampilkan pada Gambar 3.

Hasil penilaian prioritas perencanaan pengelolaan berdasarkan persepsi stakeholder menunjukkan prioritas utama yang dilakukan secara berurutan sebagai berikut : 1) pembentukan kelompok masyarakat / R5 (0.33); 2) rehabilitasi ekosistem mangrove / R1 (0.27); 3) silvofishery / R4 (0.20); 4) ekowisata mangrove / R3 (0.13); dan 5) home industri produk olahan mangrove / R2 (0.07).



Gambar 3. Penilaian Prioritas Strategi Pengelolaan Mangrove di Kawasan Tongke Tongke, Kabupaten Sinjai

Pembentukan kelompok masyarakat dalam pengelolaan ekosistem mangrove di kawasan pesisir Tongke Tongke diperlukan untuk meningkatkan partisipasi sekaligus kapasitas masyarakat dalam menjaga kelestarian ekosistem mangrove. Peningkatan kapasitas masyarakat akan membukakan akses kepada penduduk lokal terhadap distribusi manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung. Terbukanya akses ini akan membuat penduduk menyadari arti penting

pengelolaan sumberdaya dan pada gilirannya akan menjamin kelestarian sumberdaya tersebut.

Kegiatan rehabilitasi dan konservasi mangrove membutuhkan pengawasan dan pemeliharaan secara berkelanjutan. Kemungkinan keberhasilan rehabilitasi sangat kecil tanpa adanya pengawasan. Keberhasilan rehabilitasi dan konservasi mangrove juga ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah peran serta atau partisipasi penduduk kawasan itu sendiri (penduduk lokal), karena penduduk lokal merupakan penduduk yang mempunyai kepentingan langsung, baik sebagai sumberdaya maupun sebagai ekosistem dengan fungsi-fungsi ekologisnya dengan wilayah rehabilitasi dan konservasi.

Rehabilitasi merupakan kegiatan/upaya, termasuk didalamnya pemulihan dan penciptaan habitat dengan mengubah sistem yang rusak menjadi yang lebih stabil. Pemulihan merupakan suatu kegiatan untuk menciptakan suatu ekosistem atau memperbaharainya untuk kembali pada fungsi alamiahnya. Namun demikian, rehabilitasi mangrove sering diartikan secara sederhana, yaitu menanam mangrove atau membenihkan mangrove lalu menanamnya tanpa adanya penilaian yang memadai dan evaluasi terhadap keberhasilan penanaman dan level ekosistem. Selain itu untuk alasan ekonomi usaha pemulihan kembali ekosistem mangrove sering kali terbatas pada jenis-jenis tertentu dari mangrove (2 atau 3 jenis spesies). Hal ini menyebabkan perubahan terhadap habitat dan penurunan fungsi ekologi ekosistem mangrove tersebut karena sifatnya yang homogen dibandingkan dengan yang alami (heterogen dan banyak spesies), yang merupakan biodiversitas dalam kaitannya dengan kekayaan genetik (Macintosh *et al.*, 2002 dalam Haikal, 2008).

Daftar Referensi

- Alongi, D.M., 2008. Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 76, 1–13.
- Barbier, E., 2006. Natural barriers to natural disasters: replanting mangroves after the tsunami. *Front. Ecol. Environ.* 4, 124–131.
- de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemsen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecology. Complex.* 7, 260–272
- Duke, N.C., Meynecke, J.O., Dittmann, S., Ellison, A.M., Anger, K., Berger, U., Cannicci, S., Diele, K., Ewel, K.C., Field, C.D., Koedam, N., Lee, S.Y., Marchand, C., Nordhaus, I., Dahdouh-Guebas, F., 2007. A world without mangroves? *Science* 317, 41
- Miththapala, S., 2008. Mangroves, Coastal Ecosystems Series. Ecosystems and Livelihoods Group Asia, IUCN, Colombo
- Polidoro, B.A., Carpenter, K.E., Collins, L., Duke, N.C., Ellison, A.M., Ellison, J.C., Farnsworth, E.J., Fernando, E.S., Kathiresan, K., Koedam, N.E., Livingstone, S.R., Miyagi, T., Moore, G.E., Ngoc Nam, V., Ong, J.E., Primavera, J.H., Salmo III, S.G., Sanciangco, J.C., Sukardjo, S., Wang, Y., Yong, J.W.H., 2010. The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS ONE* 5, e10095
- Ronnback, P., 1999. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecol. Econ.* 29, 235–252.
- Walters, B.B., Rønnback, P., Kovacs, J.M., Crona, B., Hussain, S.A., Badolad, R., Prima-vera, J.H., Barbier, E., Dahdouh-Guebas, F., 2008. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. *Aquat. Bot.* 89, 220–236.
- Warren-Rhodes, K., Schwarz, A.-M., Boyle, L.N., Albert, J., Agalo, S.S., Warren, R., Bana, A., Paul, C., Kodosiku, R., Bosma, W., Yee, D., Rønnback, P., Crona, B., Duke, N., 2011. Mangrove ecosystem services and the potential for carbon revenue programmes in Solomon Islands. *Environ. Conserv.* 38, 485–496
- Zacharoula A, Georgios T, Alexandros T, Vagis S, Christos B. 2014. Consulting for sustainable development, information technologies adoption, marketing and entrepreneurship issues in livestock farms. *Procedia Economics and Finance.* 9, 302 – 309
- Zhang Bing, Deng Wei. (2011). The economic circle traffic network evaluation index system Based on the DPSIR model [J]. *Transaction of East China Jiaotong University*, (4):7-13

- [EU] European Commission 2012. From ICTs to innovation. [http : //ec. europa. eu /information_society /1/ research/](http://ec.europa.eu/information_society/1/research/)
- [IISD] International Institute for Sustainable Development. 2012. What is Sustainable Development? Environmental, Economic and Social Well-being for Today and Tomorrow.

Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu dan Wisata Snorkeling Bagi Peningkatan Pendapatan Masyarakat Pulau Gili Labak, Sumenep

Agus Romadhon

Progam Studi Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura
Jl. Raya Telang, PO. Box 2 Kamal, Bangkalan, Madura 69162

E-mail: aromadhon46@gmail.com

ABSTRAK

Pulau Gili Labak memiliki potensi berupa ekosistem terumbu karang. Bagi pulau kecil, keberadaan ekosistem terumbu karang merupakan *natural capital asset* bagi peningkatan pendapatan masyarakat. Berangkat dari hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan : 1) Mengevaluasi kesesuaian pemanfaatan Pulau Gili Labak bagi budidaya ikan kerapu dan wisata snorkeling; dan 2) Menilai kontribusi budidaya ikan kerapu dan wisata snorkeling bagi peningkatan pendapatan Pulau Gili Labak. Analisa yang digunakan meliputi : 1) evaluasi kesesuaian menggunakan matrik kesesuaian budidaya kerapu dan wisata snorkeling; dan 2) analisa kelayakan ekonomi (NPV, IRR, BCR) Hasil penelitian menunjukkan : 1) Pulau Gili Labak memiliki tingkat kesesuaian S1 (sesuai) untuk pemafaatan kegiatan budidaya ikan kerapu dan wisata snorkeling; dan 2) Kegiatan budidaya ikan kerapu dan wisata snorkeling memiliki kelayakan ekonomi untuk dikembangkan dalam peningkatan pendapatan masyarakat.

Kata kunci : ikan kerapu, wisata snorkeling, Gili Labak, evaluasi kesesuaian, kelayakan ekonomi

Pendahuluan

Pulau kecil didefinisikan sebagai kumpulan pulau yang secara fungsional saling berinteraksi secara ekologis, ekonomis, sosial dan budaya. Karakteristik pulau kecil secara ekologis meliputi daya dukung yang terbatas namun biodiversitasnya tinggi dan memiliki spesies endemik, sedangkan untuk karakteristik secara ekonomi dan budaya adalah adanya ketergantungan ekonomi, aksesibilitas yang terbatas dan lain-lain. Pulau-pulau kecil juga memiliki banyak tempat-tempat yang indah dan nyaman untuk wisata seperti pantai berpasir putih, dan terumbu karang. Selain itu terdapat pula jasa-jasa lingkungan laut yang dapat dikembangkan untuk kegiatan transportasi laut. Sumberdaya kelautan tersebut kesemuanya merupakan potensi yang memiliki nilai tinggi bagi peningkatan pendapatan masyarakat lokal (Rita *et al.* 2013; Hind, 2010). Ekosistem pulau-pulau kecil, perairan laut dangkal yang unik, khas dan rapuh itulah yang menjadi alasan kawasan pulau-pulau kecil perlu untuk dijadikan kawasan konservasi.

Pulau Gili Labak merupakan salah satu pulau kecil di Madura yang memiliki potensi berupa ekosistem terumbu karang yang baik (Romadhon, 2014). Kondisi tersebut terlihat dari persentase tutupan dan *life form* yang baik. Lebih lanjut, masyarakat di Pulau Gili Labak seperti halnya masyarakat di pulau kecil lainnya menggantungkan hidup pada ketersediaan sumberdaya disekitar, utamanya kegiatan perikanan tangkap dengan komoditas berbagai jenis ikan karang. Meski merupakan kawasan dengan potensi laut yang baik, masyarakat Pulau Gili Labak belum dapat memanfaatkan secara optimal potensi tersebut. Rendahnya pengetahuan dan kemampuan masyarakat dalam memanfaatkan potensi laut tersebut menjadikan masyarakat Pulau Gili Labak masih sebagai masyarakat dengan tingkat kesejahteraan rendah.

Opsi pembangunan yang paling tepat dalam perspektif pembangunan pulau-pulau kecil berupa aktivitas yang hanya sedikit dampak negatifnya (Bengen dan Retraubun 2007). Keterbatasan yang ada tersebut menjadikan jenis pemanfaatan untuk kawasan pulau kecil berupa kegiatan pemanfaatan yang bersifat non

eksploratif seperti perikanan, budidaya dengan penggunaan bahan organik dan wisata. Berangkat dari hal tersebut, sebagai upaya peningkatan pendapatan masyarakat di Pulau Gili Labak perlu dinilai kelayakan pengembangan perikanan ikan karang dan wisata. Upaya ini juga diperlukan untuk meningkatkan *economic bargaining power* dan keberlanjutan pembangunan dari wilayah kepulauan, melalui pemberdayaan masyarakat kepulauan utamanya pemberdayaan sumberdaya alam, lingkungan, dan sumberdaya manusia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kesesuaian pemanfaatan Pulau Gili Labak bagi budidaya ikan kerapu dan wisata snorkeling. Tujuan lainnya yaitu menilai kontribusi budidaya ikan kerapu dan wisata snorkeling bagi peningkatan pendapatan Pulau Gili Labak

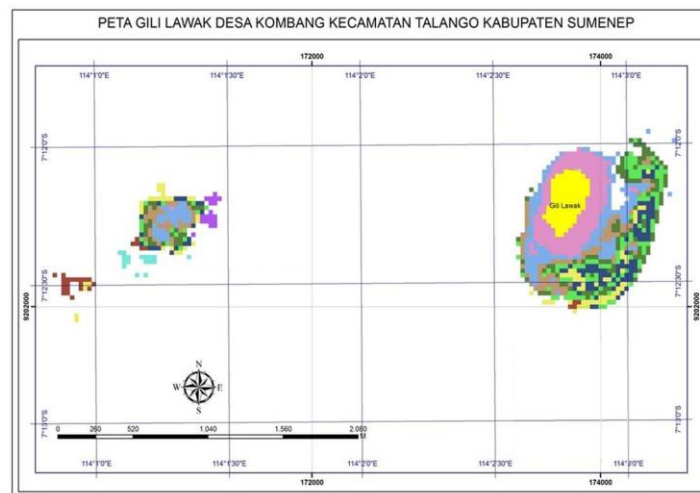
Bahan dan Metode

Alat dan Bahan. Pelaksanaan penelitian ini menggunakan sejumlah alat dan bahan (Tabel 1).

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No	Alat	Bahan
1.	Arc GIS	Citra satelit
2.	Kamera	Data sosial
3.	GPS	Data ekonomi
4.	DO meter	Kuesioner
5.	pH meter	Buku identifikasi karang
6.	Sechi disk	
7.	Refraktometer	
8.	Alat selam	

Lokasi Penelitian. Penelitian ini dilakukan pada Pulau Gili Labak, Kecamatan Talango, Kabupaten Sumenep yang terletak pada $114^{\circ} 2' 30''$ BT dan $7^{\circ} 12' 30''$ LS sampai $114^{\circ} 0' 30''$ BT dan $7^{\circ} 12' 0''$ LS



Gambar 1. Pulau Gili Labak sebagai Lokasi Penelitian

Analisis Data. *Kesesuaian Pemanfaatan Pulau Gili Labak Bagi Budidaya Ikan Kerapu dan Wisata Snorkeling.* Analisa kesesuaian pemanfaatan dilakukan dengan membandingkan kondisi perairan di Pulau Gili Labak dengan sejumlah parameter untuk budidaya ikan kerapu dan wisata snorkeling yang ada dalam bentuk matrik kesesuaian. Adapun matrik kesesuaian yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 2. Matrik Kesesuaian untuk Budidaya Ikan Kerapu

No	Parameter	Bobot	Kelas dan Skor Kesesuaian					
			Sesuai		Sesuai Bersyarat		Tidak Sesuai	
			Skor	Penilaian	Skor	Penilaian	Skor	Penilaian
1.	Keterlindungan	20	3	terlindung	2	Cukup terlindung	1	terbuka
2.	Gelombang (m)	20	3	≤ 0.3	2	0.3 - 0.5	1	> 0.5
3.	Kedalaman (m)	15	3	8 - 20	2	5 - 8	1	> 25
4.	Arus (m.det)	15	3	0.2 - 0.4	2	0.05 - 0.2	1	< 0.05
5.	Substrat Dasar	10	3	Pasir	2	Pasir berlumpur	1	Lumpur
6.	Kecerahan	10	3	80 - 100	2	60 - < 80	1	< 60
7.	DO (mg/l)	10	3	5 - 8	2	3 - < 5	1	< 3
8.	Bahan Organik Total	5	3	21-25	2	10 - < 21	1	< 10
9.	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	5	3	27-33	2	20 - < 27	1	< 20
10.	Salinitas (ppt)	5	3	30-35	2	25 - < 30	1	< 25

Sumber : Ditjenkanbud, 2005

Setiap tingkatan kesesuaian memiliki kisaran nilai indeks tertentu. Nilai indeks kesesuaian budidaya ikan kerapu dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kesesuaian} = \text{Bobot} \times \text{Skor} \quad (1)$$

dimana

Tidak Sesuai	=	115	-	191
Sesuai Bersyarat	=	192	-	268
Sesuai	=	269	-	345

Tabel 3. Matrik Kesesuaian Pulau Kecil untuk Wisata Snorkeling

No	Parameter	Bobot	Kelas dan Skor Kesesuaian					
			Sesuai		Sesuai Bersyarat		Tidak Sesuai	
			Skor	Penilaian	Skor	Penilaian	Skor	Penilaian
1.	Tutupan karang hidup (%)	5	3	> 67	2	34 - 67	1	< 34
2.	Jenis life form (sp)	5	3	> 10	2	6 - 10	1	< 6
3.	Kecerahan perairan (%)	3	3	> 80	2	50 - 80	1	< 50
4.	Jenis ikan karang (sp)	3	3	> 50	2	26 - 50	1	< 26
5.	Kecepatan arus (m/det)	3	3	< 0.1	2	$> 0.1 - 0.5$	1	> 0.5
6.	Kedalaman karang (m)	1	3	1 - 3	2	$> 3 - 5$	1	< 1
7.	Lebar hamparan datar karang (m)	1	3	> 100	2	20 - 100	1	< 20

Sumber : Romadhon A, 2013

Setiap tingkatan kesesuaian memiliki kisaran nilai indeks tertentu. Nilai indeks kesesuaian wisata dihitung mengacu pada Yulianda *et al* (2010) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{IKW} = \sum \left[\frac{N_i}{N_{\text{maks}}} \right] \times 100 \% \quad (2)$$

dimana

IKW	:	Indeks kesesuaian wisata
N_i	:	Nilai parameter ke - i (bobot x skor)
N_{maks}	:	Nilai maksimum dari suatu kategori wisata

dimana

Tidak Sesuai	=	1	-	33
Sesuai Bersyarat	=	34	-	66
Sesuai	=	67	-	100

Kelayakan Pemanfaatan Pulau Gili Labak Bagi Budidaya Ikan Kerapu. Analisa kelayakan terhadap usaha budidaya ikan kerapu dilakukan untuk mendapatkan gambaran pengembangan ikan kerapu dari perspektif ekonomis. Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

Revenue Cost Ratio (R/C)

$$R/C = TR/TC \quad (3)$$

dimana

R : Revenue TR : Total revenue
 C : Cost TC : Total cost

Net Present Value (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t} \quad (4)$$

dimana

Ct : benefit kotor pada tahun t i : *discount rate*
 Bt : cost kotor pada tahun t t : *Periode*
 n : Umur ekonomis dari proyek

Internal rate of return (IRR)

$$IRR = i_1 + \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) (i_2 - i_1) \quad (5)$$

dimana

IRR > tingkat bunga berlaku; NPV = 0 : kegiatan layak
 IRR < tingkat bunga berlaku; NPV < 0 : kegiatan tidak layak

Hasil dan Pembahasan

Pulau Gili Labak memiliki sejumlah potensi kelautan yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kondisi ini ditunjukkan dengan belum adanya kegiatan pemanfaatan lain selain kegiatan penangkapan ikan. Padahal dengan kondisi ekosistem terumbu karang yang baik, peluang pemanfaatan berupa budidaya ikan kerapu dan ekowisata selain sebagai tempat mencari ikan (*fishing based*). Berikut hasil dari penilaian pengembangan budidaya ikan kerapu dan ekowisata di Pulau Gili Labak

Kesesuaian Pemanfaatan Pulau Gili Labak Bagi Budidaya Ikan Kerapu dan Wisata Snorkeling. *Kesesuaian budidaya ikan kerapu.*

Keberhasilan pengembangan kegiatan budidaya ikan kerapu sangat ditentukan oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi. Diantaranya adalah pemilihan lokasi yang sesuai, teknologi perbenihan dan pembesaran, tersedianya sarana produksi yang memadai, pangsa pasar yang luas yang didukung dengan harga jual yang relatif tinggi serta adanya kebijakan pemerintah yang berpihak dan menjadikan perikanan budidaya (akuakultur) sebagai opsi dalam pengembangan pulau kecil. Lebih lanjut, keberadaan dan keberlanjutan pengelolaan pesisir dan pulau-pulau kecil sangat tergantung pada dinamika kualitas lingkungan dan daya dukung akibat adanya interaksi antar pengguna yang memungkinkan terjadinya konflik kepentingan dalam pemanfaatan lahan.

Terdapat 10 parameter dalam penilaian kesesuaian pemanfaatan Pulau Gili Labak bagi budidaya ikan kerapu (Tabel 3).

Tabel 4. Matrik Kesesuaian untuk Budidaya Ikan Kerapu

No	Parameter	Bobot	Penilaian	Skor	Bobot x Skor
1.	Keterlindungan	20	Cukup terlindung	2	40
2.	Gelombang (m)	20	0.3 - 0.5	2	40
3.	Kedalaman (m)	15	8 - 20	3	45
4.	Arus (m.det)	15	0.2 - 0.4	3	45
5.	Substrat Dasar	10	Pasir	3	30
6.	Kecerahan	10	80 - 100	3	30
7.	DO (mg/l)	10	5 - 8	3	30
8.	Bahan Organik Total	5	10 - <21	2	10
9.	Suhu ($^{\circ}$ C)	5	27-33	3	15
10.	Salinitas (ppt)	5	25 - <30	2	10
Total					295

Dimana : Tidak Sesuai = 115 - 191 Sesuai = 269 - 345
 Sesuai Bersyarat = 192 - 268

Penilaian kesesuaian kawasan Pulau Gili Labak untuk budidaya ikan kerapu menunjukkan Pulau Gili Labak memiliki tingkat kesesuaian *sesuai*. Parameter pendukung yang menjadi pembatas berupa keterlindungan, gelombang dan bahan organik total.

Lebih lanjut, berdasarkan hasil penilaian kesesuaian untuk budidaya ikan kerapu menunjukkan kawasan Pulau Gili Labak memiliki tingkat kesesuaian *sesuai*. Hal ini menunjukkan lingkungan perairan di Pulau Gili Labak dapat dikembangkan bagi budidaya ikan kerapu.

Kesesuaian wisata snorkeling. Ekosistem terumbu karang memegang peranan penting untuk kelangsungan hidup manusia dan membutuhkan pertimbangan khusus dalam pemanfaatannya. Terumbu karang terdapat meliputi hampir 1% dari wilayah laut (Hughes *et al.*, 2003), mendukung hampir sepertiga dari spesies ikan laut dunia (Newton *et al.*, 2007), menyediakan sekitar 10% dari total ikan dikonsumsi oleh manusia (Pauly *et al.*, 2002). Lebih lanjut, keberadaan terumbu karang pada suatu kawasan menjadi fokus utama bagi pengembangan wisata (Ahmed *et al.*, 2007). Salah satu kegiatan wisata yang mengandalkan keberadaan terumbu karang beserta biota lainnya adalah kegiatan wisata snorkeling.

Tabel 5. Matrik Kesesuaian untuk Wisata Snorkeling

No	Parameter	Bobot	Penilaian	Skor	Bobot x skor
1.	Tutupan karang hidup (%)	5	> 67	3	15
2.	Jenis life form (sp)	5	6 - 10	2	10
3.	Kecerahan perairan (%)	3	> 80	3	9
4.	Jenis ikan karang (sp)	3	26 - 50	2	6
5.	Kecepatan arus (m/det)	3	>0.1 - 0.5	2	6
6.	Kedalaman karang (m)	1	1 - 3	3	3
7.	Lebar hamparan datar karang (m)	1	< 20	1	1
Ni					50

Dimana : Tidak Sesuai = 1 - 33 Sesuai = 67 - 100
 Sesuai Bersyarat = 34 - 66

Penilaian kesesuaian kawasan Pulau Gili Labak untuk wisata snorkeling menunjukkan Pulau Gili Labak memiliki tingkat kesesuaian *sesuai bersyarat*. Parameter pendukung yang menjadi pembatas berupa lebar hamparan datar karang.

Kelayakan Pemanfaatan Pulau Gili Labak bagi Budidaya Ikan Kerapu. Kegiatan pemanfaatan Pulau Gili Labak berupa budidaya ikan kerapu merupakan kegiatan pemanfaatan membutuhkan kajian dan telaah dari aspek kelayakan usahanya melalui *investment criteria*. Hasil dari penilaian tersebut akan diketahui

seberapa besar manfaat yang akan diterima dari pengembangan usaha budidaya ikan kerapu di Pulau Gili Labak dapat memenuhi skala ekonomi yang optimal sekaligus memberikan keuntungan bagi masyarakat Pulau Gili Labak. Adapun hasil penilaian kelayakan ekonomi usaha pemanfaatan budidaya ikan kerapu di Pulau Gili Labak ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 6. Kelayakan Ekonomi Budidaya Ikan Kerapu di Pulau Gili Labak

No	Kriteria	Nilai	Status
1.	Revenue cost ratio (R/C)	1.25	> 1 : Kegiatan layak
2.	Net Present Value (NPV)	10.654.287	> 0 : Kegiatan layak
3.	Internal rate of return (IRR)	23.45	> 12% (suku bunga) : Kegiatan layak

Hasil penilaian kelayakan ekonomi (Tabel 5) usaha pengembangan budidaya ikan kerapu sistem keramba jaring apung di Pulau Gili Labak menunjukkan bahwa semua kriteria investasi menunjukkan nilai positif. Hal ini menunjukkan

Nilai R/C = 1.25, ini menunjukkan bahwa setiap investasi bernilai Rp.1.000.000,- yang ditanamkan akan memberikan manfaat sebesar Rp.1.250.000,- tiap tahunnya

Nilai NPV = Rp. 10.654.287,- menunjukkan nilai keuntungan bersih selama 5 tahun yang akan datang yang dihitung berdasarkan nilai uang saat ini

Nilai IRR = 22.82%, yang menunjukkan bahwa nilai uang yang diinvestasikan 5 tahun kemudian adalah sebesar 22,82%. Nilai ini menunjukkan bahwa nilai investasi akan lebih bagus dan jauh lebih besar dari tingkat suku bunga kredit komersial, yaitu 12% pertahun

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa kegiatan budidaya ikan kerapu memiliki tingkat kesesuaian kelas sesuai dan wisata snorkeling memiliki tingkat kesesuaian sesuai bersyarat untuk dikembangkan di Pulau Gili Labak. Selain itu, kegiatan budidaya ikan kerapu, memiliki tingkat kelayakan ekonomi untuk dikembangkan

Daftar Referensi

- Ahmed M, Umali GM, Chong CK, Rull MF, Garcia MC. 2007. Valuing recreational and conservation benefits of coral reefs - The case of Bolinao, Philippines. *Ocean & Coastal Management* 50, 103–118
- Bengen, D.G. 2000. Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir, *Sinopsis*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Calado H, Borges P, Phillips M, Ng K, Alves F. 2011. The Azores archipelago, Portugal: improved understanding of small island coastal hazards and mitigation measures. *Nat Hazard*. 58:427–444.
- Edgar GJ. 2011. Does the global network of marine protected areas provide an adequate safety net for marine biodiversity? *Aquat Conserv Mar Freshwater Ecosyst*. 21: 313–316.
- Hind EJ, Hiponia MC, Gray TS. 2010. From community-based to centralised national management—a wrong turning for the governance of the marine protected area in Apo Island, Philippines? *Mar Policy*. 34, 54–62.
- Hughes TP, Baird AH, Bellwood DR, Card M, Connolly SR, Folke C, Grosberg R, Hoegh-Guldberg O, Jackson JBC, Kleypas J, Lough JM, Marshall P, Nyström M, Palumbi SR, Pandolfi JM, Rosen B, Roughgarden J. 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301, 929–933
- Newton K, Cote IM, Pilling GM, Jennings S, Dulvy NK. 2007. Current and future sustainability of island coral reef fisheries. *Current Biology* 17, 655–658
- Pauly D, Christensen V, Guenette S, Pitcher TJ, Sumaila UR, Walters CJ, Watson R, Zeller D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418, 689–695

- Rita CA, Nancy L, Luisa S, Julian C. 2013. Marine conservation in remote small island settings: Factors influencing marine protected area establishment in the Azores. *Marine Policy*. 40, 1–9
- Romadhon, A. 2013. Penilaian Daya Dukung Pulau – Pulau Kecil Bagi Peruntukan Wisata. UTM Press. ISBN 978-602-7998-31-5.
- Salm, R.V., J.R. Clark and E. Siirila. 2000. Marine and Coastal Protected Areas: A Guide for Planners and Managers. Third Edition. International Union for Conservation of nature and natural Resources, Gland, Switzerland.
- Seoanea J. Carrascal LM, Palominoc D. 2011. Assessing the ecological basis of conservation priority lists for bird species in an island scenario. *Journal for Nature Conservation*. 19, 103–115
- Yulianda, F. 2004. Pedoman analisis penentuan status kawasan konservasi laut. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. FPIK. IPB. Bogor.

Pola Pertumbuhan Ikan Kembung *Rastreliger* sp. yang Tertangkap di Perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan

Muhamad Ali Yahya^{1*}, Syamsul Hadi¹ dan Wayan Kantun²

¹Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

²Sekolah Tinggi Teknologi Kelautan Balik Diwa

*E-mail: aliyahya60@gmail.com

ABSTRAK

Ikan kembung di perairan Selat Makassar, telah lama dimanfaatkan oleh nelayan dengan berbagai macam jenis alat tangkap sehingga diduga telah terjadi kelebihan penangkapan sehingga dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas sumberdaya ikan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pertumbuhan ikan kembung melalui hubungan bobot panjang. Data yang dipergunakan, berupa data primer yang merupakan hasil pengukuran langsung yang diperoleh dari hasil tangkapan nelayan, menggunakan pancing ulur dan jaring insang selama bulan Februari-Maret 2015. Data hasil tangkapan yang diukur adalah, hasil tangkapan nelayan dari perairan Kabupaten Takalar, Makassar dan Pangkajene Kepulauan. Data dianalisa menggunakan persamaan kurva geometrik. Hasil analisis secara umum menunjukkan pertumbuhan ikan kembung melalui hubungan bobot panjang (gabungan jantan dan betina) untuk semua lokasi bersifat allometrik negatif ($b < 3$), yakni untuk hasil tangkapan dari perairan Takalar dengan nilai $b=2,593$; perairan Makassar dengan nilai sebesar $b=2,924$ dan perairan Pangkajene Kepulauan dengan nilai $b=2,803$. Hal ini menunjukkan bahwa, pertumbuhan ikan kembung dari ketiga lokasi pengambilan sampel ikan, menunjukkan pola yang sama dengan penambahan panjang ikan kembung lebih cepat dari pada penambahan bobotnya.

Kata kunci : Pola pertumbuhan, bobot, panjang, Ikan kembung, Selat Makassar

Pendahuluan

Ikan kembung merupakan salah satu jenis ikan pelagis yang sangat potensial pada hampir seluruh perairan di Indonesia. Jenis ikan ini bahkan tertangkap dalam jumlah besar di beberapa perairan, termasuk di sepanjang pantai barat Sulawesi Selatan, khususnya di perairan Kabupaten Pangkep, Maros, Makassar (Kepulauan Spermonde), dan Takalar. Akhir-akhir ini, ikan kembung yang dihasilkan di sepanjang perairan pantai barat Sulawesi Selatan sudah mulai berkurang keberadaannya, bahkan dikhawatirkan akan mengalami kepunahan, sehingga harus mendapatkan pasokan ikan kembung dari Kotabaru (Kalsel) dan Balikpapan (Kaltim) untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di Sulawesi Selatan (Yahya, 2006). Kondisi yang demikian, tentunya akan merugikan pelaku perikanan ikan kembung yang ada di Sulawesi Selatan, dan masyarakat yang selama ini sangat gemar mengkonsumsi jenis ikan kembung. Kondisi ini, bahkan juga telah terjadi di perairan laut Sulawesi Barat (Majene dan Mamuju).

Perubahan sediaan stok dan kondisi populasi ikan kembung di perairan Indonesia, sebelumnya telah juga diteliti oleh beberapa peneliti ikan kembung, antara lain: (Djamali, 1977) tentang aspek biologi ikan kembung (*Rastrellige kanagurta*), (Burhannudin dan Djamali, 1977) tentang aspek biologi ikan kembung (*Rastrellige kanagurta*), (Burhannudin dan Djamali, 1977) tentang fekunditas ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*), (Sudjastani, 1972) telah meneliti morfometrik ikan kembung (*Rastreliger*) di Laut Jawa serta (Djamali dan Burhanuddin, 1980) menelaah stok ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) di Pulau-Pulau Seribu, DKI Jakarta.

Pengkajian dan analisis masalah sediaan stok populasi ikan kembung menjadi perhatian besar didalam pengelolaannya. Beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab adalah, terkait dengan dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya perubahan iklim global, terjadinya penurunan kualitas habitat perairan,

terjadinya over eksploitasi, serta penggunaan beberapa jenis alat penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan, sehingga gejala akan terjadinya ancaman kepunahan stok sumberdaya ikan tersebut dalam rentang waktu yang singkat diduga akan menjadi kenyataan. Kajian pola pertumbuhan ikan kembung hasil tangkapan nelayan dari Kabupaten Takalar, Makassar, dan Pangkep dengan menggunakan data hubungan antara panjang dan bobot ikan, menjadi awal pembahasan di dalam tulisan ini, untuk menelaah pertumbuhan stok sumberdaya ikan kembung (*R. kanagurta*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan panjang dan bobot ikan kembung, serta pola pertumbuhannya sebagai bagian dari kajian yang menyeluruh tentang stok sumberdaya ikan kembung dengan populasi yang dulunya melimpah pada hampir seluruh perairan laut Indonesia termasuk di pesisir pantai Selat Makassar Sulawesi Selatan, dan penyebab terjadinya ancaman kepunahan populasi ikan tersebut, yang akhir-akhir ini menunjukkan tren penurunan produksi yang signifikan. Hasil penelitian ini, diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam merumuskan kebijakan pengelolaan stok sumberdaya ikan kembung di masa yang akan datang, dalam rangka mengurangi ancaman kepunahan stok sumberdaya ikan tersebut.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan selama dua bulan yakni dari bulan Februari hingga bulan Maret 2015 dengan pengambilan sampel ikan di Kabupaten Takalar, Makassar, dan Kabupaten Pangkep, dari hasil tangkapan nelayan menggunakan alat tangkap pancing bulu (*vertical hand line*) dan jaring insang (*gillnet*). Pancing bulu/rinta (*vertical hand line*) merupakan alat penangkapan ikan kembung digunakan oleh nelayan di Takalar dan Makassar, dan jaring insang (*gillnet*) digunakan sebagai alat penangkapan ikan kembung di Pangkep.

Jenis dan Sumber Data. Data yang digunakan merupakan data primer hasil tangkapan ikan kembung dari tiga lokasi, yakni dari Takalar, Makassar dan Pangkep. Jumlah ikan kembung yang digunakan sebagai sampel adalah sebanyak 291 ekor, yang terdiri dari Takalar sebanyak 43 ekor, Makassar sebanyak 99 ekor, dan dari Pangkep sebanyak 149 ekor. Sampel ikan yang diperoleh, kemudian dilakukan pengukuran terhadap panjang cagak ikan (cm) menggunakan papan mistar dan bobot ikan (grm) menggunakan timbangan analitik (digital).

Analisis Data. Data hasil pengukuran panjang dan berat ikan kembung, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan persamaan kurva geometrik untuk melihat pola pertumbuhan ikan kembung di perairan pantai barat Sulawesi Selatan, menggunakan perangkat lunak *software Microsoft Excell* untuk tabulasi data dan SPSS v.11.00 untuk analisis hubungan panjang dan bobot ikan serta pola pertumbuhan ikan dari masing-masing kelompok asal.

Hubungan panjang dan bobot ikan dihitung berdasarkan model persamaan yang diberikan oleh Holt (1959) dan Effendie (1979), yakni :

$$W = aL^b \quad (1)$$

Dari persamaan diatas, kemudian selanjutnya ditransformasi kedalam persamaan linear dengan mengalgoritmakan terlebih dahulu, sehingga membentuk persamaan linear :

$$\text{Log } W = \text{Log } a + b\text{Log}L \quad (2)$$

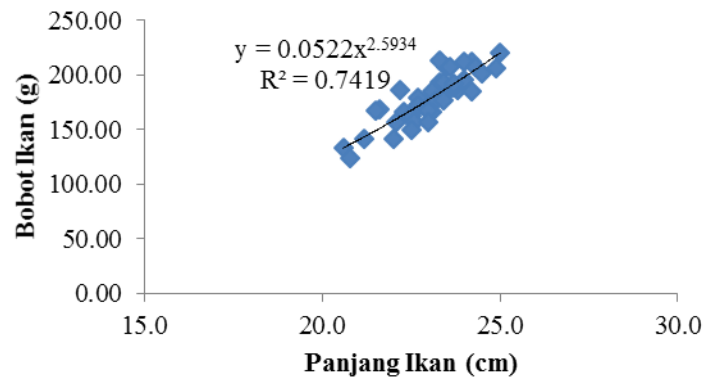
Dimana :

W = bobot ikan (grm), L = panjang ikan (cm), a dan b = konstanta

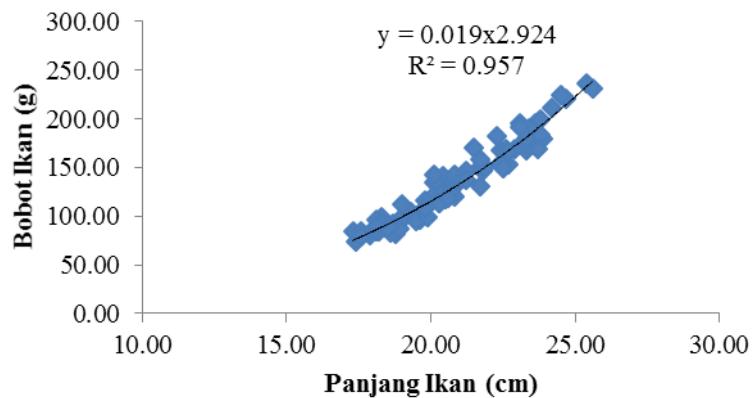
Nilai b merupakan hubungan panjang dan bobot ikan yang menggambarkan kesetimbangan pertumbuhan antara panjang dan bobot ikan. Apabila nilai $b=3$ maka pertumbuhan ikan adalah isometrik, dan sebaliknya jika nilai $b \neq 3$ maka pertumbuhan ikan adalah alometrik.

Hasil dan Pembahasan

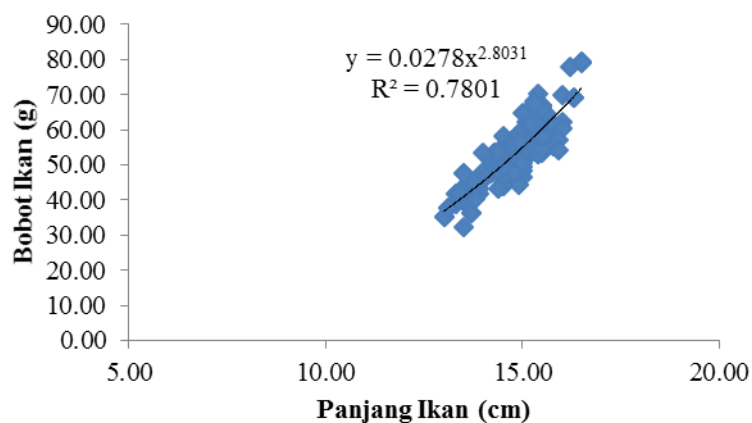
Hubungan Panjang dan Bobot Ikan Kembang. Analisis hubungan panjang dan bobot ikan kembang yang diperoleh dari hasil pengukuran panjang dan bobot ikan dari Takalar, Makassar, dan Pangkep, ketiga kelompok ikan tersebut, menunjukkan grafik pola pertumbuhan yang sama, dimana penambahan panjang tidak diikuti dengan penambahan bobot ikan (alometrik negatif). Grafik hasil analisis pertumbuhan sampel ikan yang diperoleh dari Takalar berjumlah 43 ekor (Gambar 1), sampel ikan dari Makasar berjumlah 99 ekor (Gambar 2), dan sampel ikan dari Pangkep berjumlah 149 ekor (Gambar 3).



Gambar 1. Hubungan panjang dan bobot ikan kembang dari perairan Takalar



Gambar 2. Hubungan panjang-bobot ikan kembang dari perairan Makassar



Gambar 3. Hubungan panjang-bobot ikan kembang dari perairan Pangkep

Hasil analisis regresi linear hubungan antara panjang dan bobot kelompok ikan dari Takalar, diperoleh nilai $b=2,593$, kelompok ikan dari Makassar dengan nilai $b=2,924$, dan kelompok ikan dari Pangkep dengan nilai $b=2,803$. Dari ketiga kelompok ikan kembang tersebut, kelompok ikan yang diperoleh dari Makassar memiliki penambahan bobot yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok ikan yang diperoleh dari Takalar dan Pangkep. Pertambahan bobot ikan yang terkecil, didapatkan pada kelompok ikan yang diperoleh dari Takalar. Namun demikian, secara keseluruhan menggambarkan bahwa, ketiga kelompok ikan kembang (*R. kanagurta*) semuanya memiliki pola pertumbuhan yang sama (alometrik negatif/ $b<3$).

Pola Pertumbuhan Ikan Kembang. Hasil analisis secara umum menunjukkan pertumbuhan ikan kembang melalui hubungan bobot panjang (gabungan jantan dan betina) untuk semua lokasi bersifat allometrik negatif ($b<3$), yakni untuk hasil tangkapan dari perairan Takalar dengan nilai $b=2,593$; perairan Makassar dengan nilai sebesar $b=2,924$ dan perairan Pangkajene Kepulauan dengan nilai $b=2,803$. Hal ini menunjukkan bahwa, pertumbuhan ikan kembang dari ketiga lokasi pengambilan sampel ikan, menunjukkan pola yang sama dengan penambahan panjang ikan kembang lebih cepat dari pada penambahan bobotnya. Hal yang sama, juga diperoleh dari hasil penelitian Suruwaky dan Endang (2013) dengan sampel ikan kembang lelaki yang tertangkap di perairan Sorong selama tiga bulan dari bulan September hingga Nopember 2012, menunjukkan pertumbuhan allometrik negatif yang ditandai dengan nilai koefisien pertumbuhannya ($b<3$). Nilai pertumbuhan allometrik negatif pada sumberdaya ikan kembang lelaki ini menunjukkan bahwa, potensi sumberdaya ikan kembang lelaki di perairan tersebut, telah mengalami over eksploitasi, sehingga penambahan panjang ikan, tidak diikuti dengan penambahan bobot.

Kejadian yang sama, juga ditemukan pada stok sumberdaya ikan kembang lelaki (*Rastrelliger kanagurta*) yang tertangkap di perairan Rembang Jawa Tengah, memiliki pola pertumbuhan yang bersifat allometrik negatif. Hal tersebut diduga disebabkan karena tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan tersebut yang demikian intensif, sehingga menyebabkan terjadinya kelebihan tangkap, selain karena faktor lingkungan perairan dan aktivitas manusia yang secara langsung menyebabkan kondisi habitat perairan menjadi rusak. Perubahan kondisi habitat perairan dan aktifitas penangkapan, diduga paling dominan mempengaruhi pola pertumbuhan ikan ini. Ketersediaan makanan di dalam perairan yang menjadi jenis makan utama jenis ikan ini, seperti plankton yang berukuran besar, copepoda, dan crustacea, juga memberikan kontribusi terhadap pola pertumbuhan yang dicapai, walaupun bentuk tubuh ikan ini menyerupai bentuk torpedo (Utami, dkk, 2014).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hubungan panjang dan bobot ikan kembang (*R. kanagurta*) yang diperoleh dari tiga lokasi pengambilan sampel, disimpulkan bahwa hubungan panjang dan bobot ikan kembang dari sampel ikan, diperoleh pola pertumbuhan alometrik, yakni penambahan panjang ikan tidak diikuti dengan penambahan bobot ikan itu sendiri. Selain itu, hasil analisis panjang dan bobot ikan kembang dari ketiga lokasi pengambilan sampel, menunjukkan pola pertumbuhan yang sama dengan nilai pertumbuhan alometrik negatif yakni dengan nilai koefisien pertumbuhan ($b<3$). Hal ini mengindikasikan telah terjadi over eksploitasi stok sumberdaya ikan tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada Ketua LPPM Politani Pangkep dan DP2M Dikti yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini. Begitu pula kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Kab. Takalar, Kota Makassar, dan Kabupaten Pangkep atas dukungan yang diberikan. Terkhusus kepada tenaga analis (Laboran) pada Laboratorium Biologi Ikan Politani Pangkep yang telah memberikan ketekunan di dalam melakukan pengukuran sampel ikan.

Daftar Referensi

- Burhanuddin dan A. Djamali. 1977. Penelaahan fekunditas ikan kembung laki, *Rastrelliger kanagurta* (CUVIER), di perairan Pulau Panggang, Pulau-Pulau Seribu, dengan catatan musim memijah. *Teluk Jakarta: Sumber daya sifat-sifat Oseanologi, serta permasalahannya*. Lembaga Oseanologi Nasional – LIPI, Jakarta : 13 – 24.
- Dinas Kelautan dan Perikanan, 2013. Laporan Tahunan dan Statistik Perikanan. Dinas kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan.
- Djamali, A. 1977. Penelaahan beberapa aspek biologi ikan kembung laki, *Rastrelliger kanagurta* (CUVIER), dari perairan sekitar Pulau Panggang, Pulau-Pulau Seribu. *Oseanologi di Indonesia* 8 : 1 – 10.
- Djamali, A. dan Burhanuddin, 1980. Penelaahan Stok Ikan Kembung, *Rastrelliger Kanagurta* (CUVIER) di sekitar Pulau Panggang, Pulau-Pulau Seribu. Dalam : Sumber Daya Hayati Bahar. Lembaga Oseanologi Nasional – LIPI : 109 – 116.
- Effendi, M. I., 1979. Metode Biologi Perikanan. Edisi I. Penerbit Yayasan Dewi Sri, Bogor. 112. Hal.
- Holt, S.J., 1959. Report of the International training center on the methodology and techniques of a research on mackerel (*Rastrelliger*), *FAO Report*, 1059 : 129 pp.
- Rao, V.R., 1967. Spawning behaviours and fecundity of the Indian mackerel, *Rastrelliger kanagurta* (CUVIER), at Mangalore, *Indian J. Fish.* 14 (1 & 2) : 171 – 186.
- Sudjastani, T. 1974. Dinamika populasi ikan kembung di Laut Jawa, *LPPL*. 1/74 – P.L. 048/74 : 30 – 64.
- Suruwaky, A. M., dan Endang, G., 2013. Identifikasi Tingkat Eksploitasi Sumberdaya Ikan Kembung Lelaki (*Rstrelliger kanagurta*) Ditinjau Dari Hubungan Panjang Berat. *Jurnal Akuatika*, Vol.IV No.2, September 2013 (131-140).
- Utami, M.R.F., Sr, R., dan Endang S., 2014. Komposisi Isi Lambung Ikan Kembung Lelaki (*Rastrelliger kanagurta*). *Journal of Marine Research*, Vol.2, No.3, Tahun 2014 (99-106).
- Yahya, M.A. dan Muslimin, 2005. Analisis Distribusi dan Pola Pemetaan Sumberdaya Ikan Kembung Dengan Teknologi GIS di Kab. Pangkep dan Kab. Barru. *Jurnal Lutjanus Politeknik Pertanian Negeri Pangkep*, Vol. VI Tahun 2006.
- Yahya, M.A. dan Nadir, 2006. Studi Tentang Hasil Tangkapan, Daerah dan Musim Penangkapan Ikan Kembung di Kab. Pangkep. *Jurnal Lutjanus Politeknik Pertanian Negeri Pangkep*, Vol. XI Tahun 2007.

Kajian Kualitas Fisika Kimia Air di Danau Limboto Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo

Arafik Lamadi* dan Mulis

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Negeri Gorontalo
Jalan Jenderal Sudirman No. 6 Kota Gorontalo, 96128

*E-mail: lamadi77@gmail.com

ABSTRAK

Danau Limboto merupakan salah satu sumberdaya alam di wilayah Provinsi Gorontalo yang harus dikelola secara baik. Sampai saat ini pengelolaan wilayah danau limboto, khususnya pengelolaan untuk bidang perikanan dinilai belum tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kondisi penggunaan lahan di Danau Limboto dan menganalisis kualitas air Danau Limboto yang meliputi aspek fisika dan kimia. Penelitian ini dilakukan dengan metode survey dari bulan Maret sampai dengan April 2012. Penentuan lokasi sampel dilakukan berdasarkan pertimbangan subyektif (*purposif sampling method*). Terdapat tiga lokasi pengamatan yaitu, Stasiun I daerah enceng gondok, Stasiun II daerah permukiman, dan dan Stasiun III Keramba Jaring Apung (KJA). Kualitas air diukur sebanyak 3 kali yang meliputi suhu, kecerahan, pH air, kadar oksigen terlarut (DO), dan fosfat. Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif, untuk menggambarkan karakteristik wilayah dan kondisi kualitas air di lokasi penelitian. Hasil penelitian menunjukkan wilayah danau limboto dimanfaatkan masyarakat sebagai pemukiman, sarana rekreasi, lokasi budidaya perikanan dan daerah penangkapan ikan. Selanjutnya hasil pengukuran kualitas air menunjukkan bahwa perairan Danau Limboto masih layak dan mendukung untuk kehidupan biota perairan.

Kata kunci: Danau Limboto, Penggunaan Lahan, Kualitas Air.

Pendahuluan

Sumberdaya alam merupakan salah satu modal dasar dalam pembangunan. Sumberdaya alam harus dimanfaatkan secara maksimal, dengan penerapan model pemanfaatan secara berkelanjutan. Pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan, dapat memelihara sekaligus meningkatkan manfaat sumberdaya tersebut untuk pembangunan pada masa mendatang.

Danau merupakan salah satu sumberdaya alam yang pengelolaannya harus dilakukan secara sungguh-sungguh. Pengelolaan danau harus disesuaikan dengan daya dukung lahan, sehingga diharapkan terjadi keseimbangan komunitas. Dalam usaha menjaga dan memelihara kelestarian danau, perlu adanya pengelolaan secara khusus dan menyeluruh.

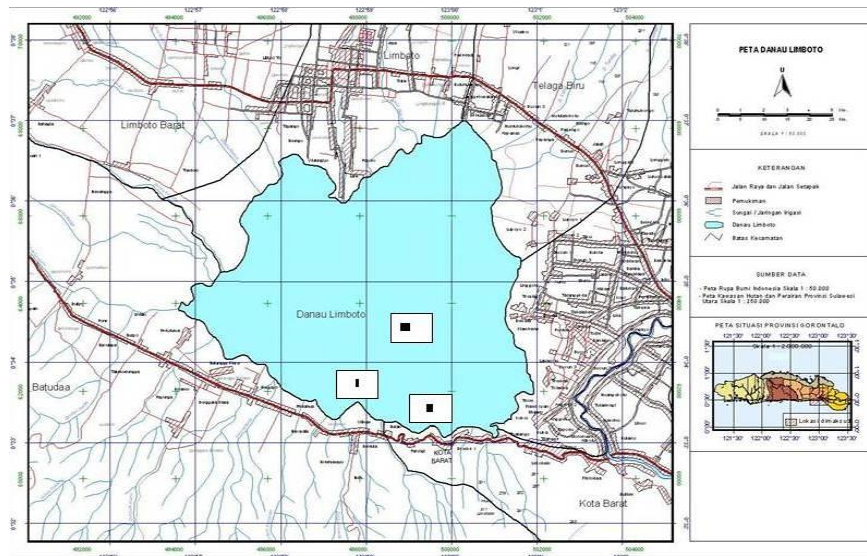
Danau Limboto adalah salah satu danau yang pengelolaannya butuh perhatian khusus. Danau Limboto terletak di Kabupaten Gorontalo, yang merupa danau terbesar di Provinsi Gorontalo. Masalah utama yang terjadi di Danau Limboto adalah penyusutan luas dan pendangkalan danau. Pada Tahun 1932 rata-rata kedalaman danau Limboto 30 meter dengan luas 7.000 Ha, dan tahun 1961 rata-rata kedalaman Danau Limboto berkurang menjadi 10 meter dan luas berkurang menjadi 4.250 Ha. Tahun 1990 kedalaman Danau Limboto rata-rata tinggal 2,5 meter dengan luas 3000 Ha, Tahun 2004 sampai sekarang 2,5 meter dengan luas 2800 Ha (DKP Kabupaten Gorontalo, 2009). Dua hal utama penyebab laju degradasi Danau Limboto, yaitu : 1) faktor tingginya angka sedimen yang disebabkan erosi dan 2) faktor penggunaan lahan di sekitar pesisir danau Limboto yang disertai dengan aktivitas penangkapan dan budidaya perikanan yang tidak menggunakan analisis dampak lingkungan. Kondisi tersebut memengaruhi perubahan kualitas dan kuantitas perairan yang ada di sekitar Danau Limboto.

Perubahan peruntukan lahan dan kualitas perairan di sekitar Danau Limboto, mengakibatkan semakin sempitnya badan danau dan munculnya masalah kualitas air. Oleh karena itu penelitian mengenai kajian kualitas fisika kimia air di Danau Limboto penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi perubahan penggunaan lahan di Danau Limboto dan menganalisis kondisi fisika kimia perairan Danau Limboto

Bahan dan Metode

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah thermometer, *secchi disk*, pH meter, DO meter, spektrofotometer, botol sampel dan sampel air.

Lokasi Penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di Danau Limboto (Gambar 1), Provinsi Gorontalo pada bulan Maret sampai April 2012.



Gambar 1. Peta Danau Limboto

Desain Penelitian. Penelitian ini menggunakan metode survey yaitu dengan cara melakukan pengamatan, pengukuran klasifikasi, pencatatan, dan evaluasi secara sistematis terhadap fenomena yang terjadi (Mulis 2009). Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah metode pertimbangan subyektif (*purposif sampling method*). Daerah penelitian dikelompokkan dalam tiga stasiun pengamatan yaitu Stasiun I daerah enceng gondok, Stasiun II daerah permukiman, dan dan Stasiun III Keramba Jaring Apung (KJA). Peta pengambilan sampel kualitas air dapat dilihat pada (Gambar 1).

Pengukuran dan Pengambilan Sampel. Pengukuran kualitas air seperti kecerahan, suhu, oksigen terlarut dan derajat keasaman dilakukan secara *in situ*. Sedangkan pengukuran fosfat dilakukan secara *ex situ*, yaitu dengan mengambil sampel air dan menyimpannya dalam botol gelap sebanyak 250 ml, selanjutnya dilakukan analisis di laboratorium kimia perairan.

Hasil dan Pembahasan

Penggunaan Lahan. Danau Limboto secara administratif terletak di Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo, terdiri dari lima kecamatan (Kecamatan Limboto, Telaga, Telaga Biru, Batudaa, dan Kota Barat) dan 17 Desa. Luas Danau Limboto 2800 Ha (DKP Kab Gorontalo, 2009), dengan posisi ketinggian 4,50 m diatas permukaan laut (dpl). Sumber air danau berasal dari lima

buah sungai besar yaitu Sungai Bone Bolango, Alo, Daenaa, Bionga, dan Molalahu, 23 buah anak sungai, dan air hujan. Danau ini merupakan hulu dari Sungai Tapodo yang muaranya menyatu dengan Sungai Bone Bolango dan mengalir ke laut.

Danau Limboto berbentuk seperti buah “pir” dengan tekstur sedimen berpasir, sedimen keras, dan lumpur. Seperti halnya danau lain, Danau Limboto juga memiliki beberapa fungsi seperti sebagai tempat berlangsungnya siklus hidup jenis flora/fauna, sebagai tempat penyimpanan kelebihan air yang berasal dari air hujan, sebagai sarana transportasi, dan berfungsi sebagai sarana rekreasi.

Pesisir Danau Limboto terutama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai wilayah permukiman. Bagian tengah danau dimanfaatkan sebagai tempat budidaya ikan dalam Karamba Jaring Apung (KJA), Danau Limboto juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai daerah penangkapan ikan dengan menggunakan alat tangkap tradisional seperti bibilo, amelo, jaring insang, tombak, pancing, tiopo, dan strom. Selain itu Danau Limboto juga dimanfaatkan sebagai sarana rekreasi.

Karakteristik Parameter Fisika dan Kimia Air Danau Limboto. Sifat fisika dan kimia air pada prinsipnya mencerminkan kualitas perairan dan kualitas lingkungan. Kondisi beberapa parameter fisika dan kimia air Danau Limboto mengalami perubahan selama penelitian seperti tertera pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa rata-rata parameter kualitas air yang terukur selama penelitian memiliki nilai yang bervariasi.

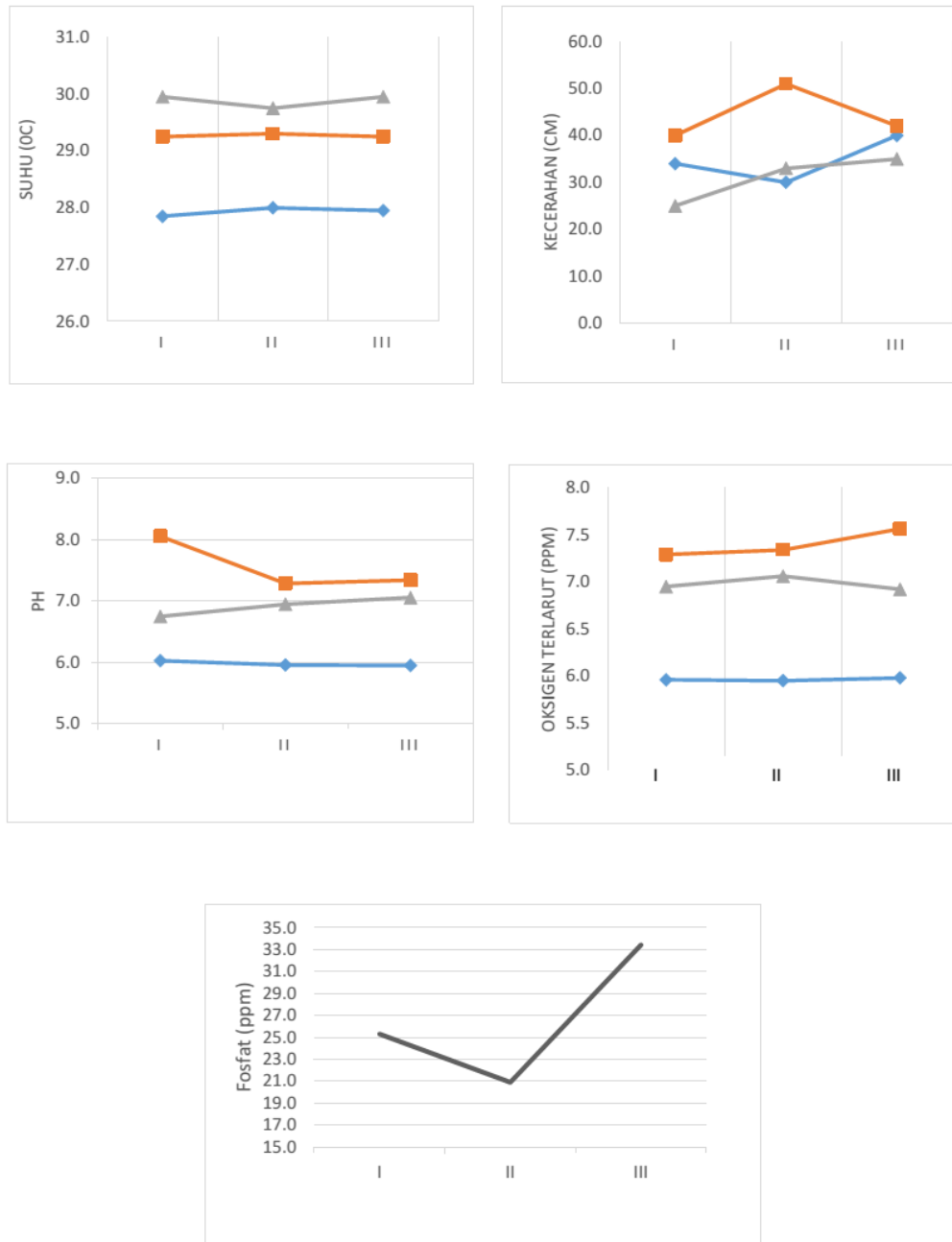
Suhu perairan Danau Limboto pada stasiun I berkisar antara 27,85-28,00 °C, stasiun II berkisar antara 29,25-29,30 °C, stasiun III 29,75-29,95 °C (Gambar 2). Suhu perairan dipengaruhi oleh musim, lintang (latitude), ketinggian permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, serta kedalaman air. Suhu perairan yang sesuai untuk kehidupan ikan dan biota air lainnya di daerah tropis rata-rata 25–30 °C.

Kecerahan merupakan parameter fisika perairan yang disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang tersuspensi masuk ke dalam kolom air. Semakin banyak partikel yang tersuspensi dalam air, maka perairan tersebut akan semakin keruh. Kecerahan perairan danau limboto (Gambar 2) adalah, pada stasiun I yaitu 30-40 cm, stasiun II 30-51 cm dan stasiun III 35-42 cm. Rendahnya kecerahan didanau ini disebabkan oleh kondisi lahan yang berada disekitarnya dan banyaknya sedimentasi yang masuk dari sungai yang bermuara dan adanya permukiman disekitar Danau Limboto.

Hasil pengukuran pH selama penelitian tidak menunjukkan perbedaan yang nyata sehingga masih sesuai dengan kebutuhan biota perairan. Nilai pH yang terukur di perairan pagi hari untuk stasiun I adalah 6.03-7.02, stasiun II 7.00-7.34 stasiun III 6.95-7.34. Abdulah (2005) menyebutkan bahwa pH untuk perairan dengan tipe oligotrofik antara 4 – 5, mesotrofik berkisar antara 5-7 sedangkan eutrofik berkisar antara 7 – 9. Berdasarkan di atas kisaran pH rata-rata setiap kedalaman di setiap stasiun maka Danau Limboto merupakan danau bersifat eutrofik. Selanjutnya menurut Abdulah, A.B (2005), bahwa batasan toleransi organisme perairan terhadap kondisi pH bervariasi yaitu, ikan dapat mentolerir antara 5 sampai 9. Dengan demikian dari aspek derajat keasaman (pH) perairan, maka Danau Limboto merupakan perairan yang masih baik untuk biota perairan. Rata-rata fluktuasi pH setiap pengamatan selama penelitian juga tidak menunjukkan perbedaan yang berarti.

Oksigen adalah salah satu faktor kimia yang sangat penting dalam menunjang proses kehidupan pada lingkungan perairan dan berperan dalam proses biologi seperti metabolisme, respirasi dan dekomposisi bahan organik. Sumber oksigen dapat berasal dari difusi udara melalui proses turbulensi dan hasil fotosintesis fitoplankton serta tumbuhan air lainnya. Berdasarkan Gambar 2, kandungan oksigen terlarut (DO) cenderung stabil untuk semua stasiun

berdasarkan kedalaman pengambilan sampel air danau. Kandungan oksigen terlarut pada stasiun I adalah 6,03-8.06 ppm, stasiun II 5.26-7.26 ppm dan stasiun III 5.95-7.04 ppm. Kandungan Oksigen Terlarut di Danau Limboto cukup baik untuk mendukung kehidupan ikan dan biota air lainnya, karena kadar lebih besar dari 5 ppm. perairan yang diperuntukan bagi kepentingan perikanan sebaiknya memiliki kadar oksigen terlarut lebih dari 5 ppm karena pada konsentrasi itu pertumbuhan dan reproduksi ikan berjalan normal.



Keterangan : Stasiun I = ◆ , Stasiun II = ■ , Stasiun III ▲

Ga

mbar 2. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air di Danau Limboto

Keadaan fosfat cukup tinggi melebihi kebutuhan normal organisme nabati maka terjadilah keadaan lewat subur (*eutrofikasi*). Keadaan lewat subur ditunjang pula tersedianya ion-ion atau unsur hara lainnya, akan merangsang perkembangan

organisme. Apabila tidak ter kendalinya pertumbuhan *plankton* maka mengakibatkan kematian ikan secara masal dan diikuti terbentuknya senyawa beracun seperti nitrat (H_2S), dan amonia (NH_3). Nilai fosfat yang terukur di Danau Limboto selama penelitian cenderung stabil yaitu pada stasiun I adalah 25,30 ppm, stasiun II adalah 20,90 ppm, dan stasiun III 33,45 ppm. Sesuai dengan Wardoyo (1981) yang menyatakan kandungan fosfat dalam perairan agar tidak lebih dari 50 ppm, supaya kualitas perairan tetap baik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, wilayah danau limboto dimanfaatkan masyarakat sebagai pemukiman, sarana rekreasi, lokasi budidaya perikanan dan daerah penangkapan ikan. Selanjutnya hasil pengukuran kualitas air menunjukkan bahwa perairan Danau Limboto masih layak dan mendukung untuk kehidupan biota perairan.

Daftar Referensi

- Abdulah AB. 2005. Studi bioekologi air tawar di Danau Galela (Tarakani) Kabupaten Halmahera Timur. Thesis . Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor. Hal 7-8.
- Arthana, I W. 2006. Studi kualitas air Danau Beratan, Buyan dan Tamblingan di Bedugul Bali. Jurnal Ilmu Lingkungan Ecotrophic. Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Udayana. Volume 1, Nomor 2 : 34-38. Denpasar.
- Chaerunisa. J.L. 2006. Sampah dan pengaruhnya terhadap kualitas Air Danau Limboto. Jurnal Entropi. Fakultas Pertanian. UNG. Hal 8-20.
- Dinas Kelautan Perikanan. 2009. Laporan tahunan. Kabupaten Gorontalo. Gorontalo. Hal 25-40
- Effendi H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Kanisisus. Yogyakarta. Hal 50-112
- Mulis. 2009. Kajian lingkungan kawasan pesisir untuk evaluasi kesesuaian lahan tambak budidaya udang di Kecamatan Tiworo Kepulauan Kabupaten Muna Provinsi Sulawesi Tenggara. Thesis. Sekolah Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada. Djogjakarta. Hal 40-41.
- Mustafa G, Kashmiri MA, Shahzad A, Mumtaz MW, and Arshad M. (2008). Estimation of Pollution Load at Critical Points in Stream Water Using Various Analytical Methods. Journal. Applied Environmental Sciences 3,97-105.
- Nazir M. 1988. Metode penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta. Hal. 346.
- Richard Maniagasi, Sipriana S. Tumembouw, Yopyy Mundeng .2013. Analisis kualitas fisika kimia air di areal budidaya ikan Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara. Jurnal Perikanan vol. no. 2. Universitas Samratulangi. Manado. Hal 29-37
- Silalahi. J. 2009. Analisis kualitas air dan hubungannya dengan keanekaragaman vegetasi akuatik di Perairan Balige Danau Toba. Thesis. Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan. Hal. 5-18.
- Tutwuri, H. Lilia dan Ardianor. 2009. Hubungan parameter kualitas air dengan ikhtiofauna di Danau Lulutan Kalimantan Tengah. Jurnal. Tropica Fisheris vol 4. Universitas Palangkaraya. Hal 416-430.

Aspek Reproduksi Udang Krosok (*Palaemon concinnus* DANA 1852) di Estuari Opak Kabupaten Bantul

Arif Yoga Pambuko, Djumanto, Eko Setyobudi*

Jurusan Perikanan UGM
Jl. Flora Gedung Perikanan A-4, Bulaksumur Yogyakarta, 55281

*E-mail: setyobudi0204@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aspek reproduksi udang krosok (*P. concinnus*) di Estuari Opak, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Pengambilan sampel udang dilakukan selama bulan Oktober 2013-April 2014, hasil tangkapan nelayan dengan menggunakan bubu dan jala. Sampel udang yang diperoleh, diukur panjang total, berat, dan ditentukan jenis kelaminnya. Udang yang membawa telur dipisahkan dan ditentukan tingkat kematangan gonad serta dihitung fekunditasnya. Analisis data meliputi distribusi frekuensi panjang, panjang pertama kali tertangkap dan panjang pertama kali matang gonad, fekunditas serta hubungan panjang dengan fekunditas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa udang krosok betina memiliki panjang total berkisar 4,0-7,1 cm, dengan ukuran paling banyak berkisar 5,0-5,4 cm (30,9%). Udang krosok yang sedang membawa telur ditemukan pada bulan Januari-April. Sebagian besar udang krosok yang tertangkap di Estuari Opak masih dalam stadium muda dan belum memijah, yang ditunjukkan dengan panjang pertama kali tertangkap lebih kecil dari panjang pertama kali matang gonad (5,1 < 5,3 cm). Rerata fekunditas *P. concinnus* adalah 274 butir (berkisar 92-502). Hubungan panjang total dengan fekunditas udang krosok mengikuti persamaan $F=4,712L^{2,281}$ ($r=0,731$). Pengelolaan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan populasi udang krosok, terutama dengan penutupan kawasan sertapengaturan alat dan musim penangkapan.

Kata kunci : Estuari Opak, matang gonad, fekunditas, *Palaemon concinnus*

Pendahuluan

Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki beberapa perairan estuari, salah satunya adalah estuari Opak yang terletak di Kabupaten Bantul. Perairan estuari bersifat sangat dinamis dengan variasi faktor fisik dan kimia yang tinggi. Wilayah estuari Opak terdiri dari mangrove dengan substrak dasar perairan berlumpur, dan perairan terbuka yang berbatasan langsung dengan laut dengan tipe substrat dasar perairan berlumpur, berpasir dan sedikit berbatu. Perairan ini banyak mendapat masukan zat hara dari daratan, sehingga memiliki tingkat kesuburan yang tinggi. Perairan estuari memiliki peran ekologi yang penting sebagai pemijahan dan pengasuhan bagi berbagai jenis ikan dan udang.

Masyarakat telah memanfaatkan kawasan estuari Opak untuk berbagai kegiatan berbasis perikanan, terutama lain penangkapan ikan yang dilakukan tangkap jaring insang, jala dan bubu. Salah satu hasil tangkapan yang diperoleh dan mempunyai nilai ekonomis cukup penting adalah udang krosok (*Palaemon concinnus*). Harga pasaran udang krosok mencapai Rp 33.000,00 per kilogram (Anonim, 2014). Udang krosok merupakan salah satu komponen penting dalam rantai makanan yang berperan dalam mengkonversi nutrisi dalam sedimen di perairan, meningkatkan distribusi oksigen dalam tanah, serta membantu daur hidup karbon (Prianto, 2007).

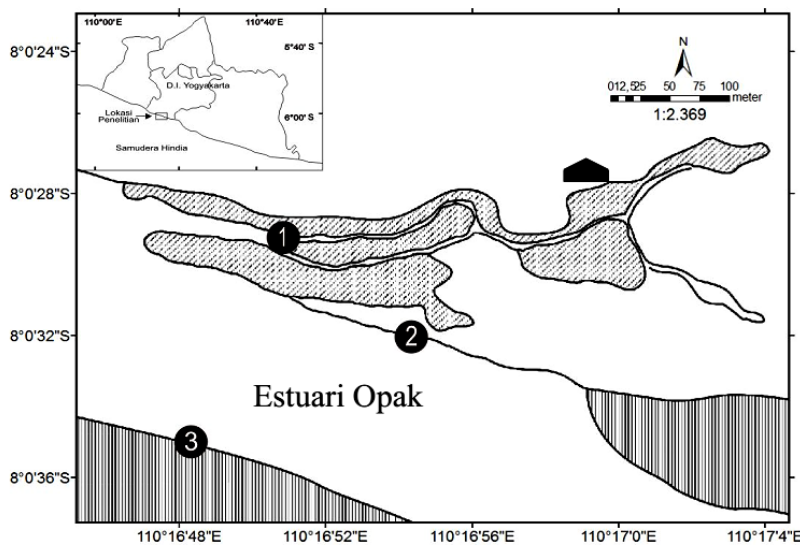
Ketersediaan informasi dan data aspek reproduksi yang terkait rasio kelamin, ukuran pertama kali matang gonad, musim dan fekunditas secara rinci sangat penting dalam pengembangan dan pelestarian spesies udang di estuari Opak. Keberhasilan pemijahan dan jumlah anakan yang dihasilkan merupakan salah satu komponen penting dalam menentukan kelestarian populasi dan menghubungkan satu generasi dengan generasi berikutnya. Beberapa penelitian

mengenai aspek reproduksi udang di perairan estuari telah dilakukan antara lain di Sungai Lempuing Sumatera Selatan (Utomo, 2000), Perairan Mayangan Pantai Utara Jawa Barat (Wedjatmiko & Yulianti, 2003), dan Kali Pantai Kabupaten Kulon Progo dan Purworejo (Purnomo, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aspek reproduksi *P. concinnus* di kawasan estuari Opak, Kabupaten Bantul. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan bahan pertimbangan dalam pengelolaan perikanan khususnya udang secara optimal dan berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan. Alat-alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah alat tangkap udang (bubu dan jala), penggaris (ketelitian 0,1 cm), timbangan digital (ketelitian 0,01 g), kamera digital, GPS, alat bedah, kaca pembesar, cawan petri, dan *hand counter*. Bahan utama adalah udang krosok hasil tangkapan.

Lokasi penelitian. Lokasi pengambilan sampel udang berada di kawasan estuari Opak, berada di Desa Tirtohargo, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Titik koordinat pengambilan sampel berada pada $8^{\circ}00'20''-8^{\circ}00'38''\text{LS}$ dan $110^{\circ}16'00''-110^{\circ}17'05''\text{BT}$. Stasiun sampling ditetapkan berdasarkan perbedaan habitat udang. Habitat yang dipilih terdiri dari beberapa kawasan yang berbeda, yaitu perairan di sekitar vegetasi mangrove, perairan pinggir sungai yang berumput, dan di perairan terbuka sekitar gumpul pasir (Gambar 3.1, nomor 1-3). Koordinat titik stasiun sampel ditetapkan dengan menggunakan GPS.



Gambar 1. Peta stasiun pengambilan sampel udang (No. 1-3)

Tabel 1. Letak koordinat dan deskripsi lokasi stasiun pengambilan sampel udang

Stasiun	Koordinat	Deskripsi Lokasi
1	$8^{\circ}00'30,4''\text{LS}$ - $110^{\circ}16'50,9''\text{BT}$	Berada di perairan yang berbatasan dengan vegetasi mangrove dengan substrat berlumpur tebal dan sangat padat.
2	$8^{\circ}00'32,5''\text{LS}$ - $110^{\circ}16'53,8''\text{BT}$	Berada di perairan yang berbatasan dengan lahan kosong yang ditumbuhi rerumputan, dipengaruhi pasang surut yang tinggi, memiliki substrat berpasir dengan kedalaman perairan ± 1 m.
3	$8^{\circ}00'36,4''\text{LS}$ - $110^{\circ}16'49,5''\text{BT}$	Berada di perairan yang berbatasan dengan gundukan pasir yang menghadap ke utara dengan salinitas yang cukup tinggi dengan substrat yang berpasir dan berbatu kerikil.

Pengambilan dan pengukuran sampel. Pengambilan sampel udang dilaksanakan mulai Oktober 2013 hingga April 2014. Pengambilan sampel udang krosok dilakukan dua kali dalam sebulan pada waktu malam hari. Sampel udang diperoleh dari hasil tangkapan nelayan dengan menggunakan alat tangkap bubu dasar dan jala. Penggunaan alat tangkap bubu dilakukan pada perairan yang bervegetasi mangrove sedangkan jala ditebardigunakan pada perairan terbuka yang tidak terdapat vegetasi mangrove.

Udang krosok yang terkumpul digunakan sebagai populasi sampel. Setiap udang kemudian diukur panjang, berat dan ditentukan jenis kelamin. Jika udang membawa telur, maka ditentukan tingkat kematangan gonad dan dihitung fekunditasnya.

Analisis data. Analisis data meliputi distribusi frekuensi panjang, proporsi udang bertelur setiap bulan, panjang pertama kali tertangkap (L_c), panjang pertama kali matang telur (L_m), fekunditas serta hubungan fekunditas dengan panjang total. *Lenght at the first capture* (L_c) merupakan panjang 50% udang yang tertangkap dapat dipertahankan dan panjang 50% udang yang dapat dilepaskan oleh suatu alat tangkap udang, sedangkan *Lenght at the first maturity* (L_m) ditentukan berdasarkan umur atau ukuran ketika 50% individu di dalam suatu populasi sudah matang gonad (King, 1995). Sampel udang untuk data hubungan panjang total dengan fekunditas merupakan sampel seluruh udang krosok betina yang telah memiliki TKG III dan IV.

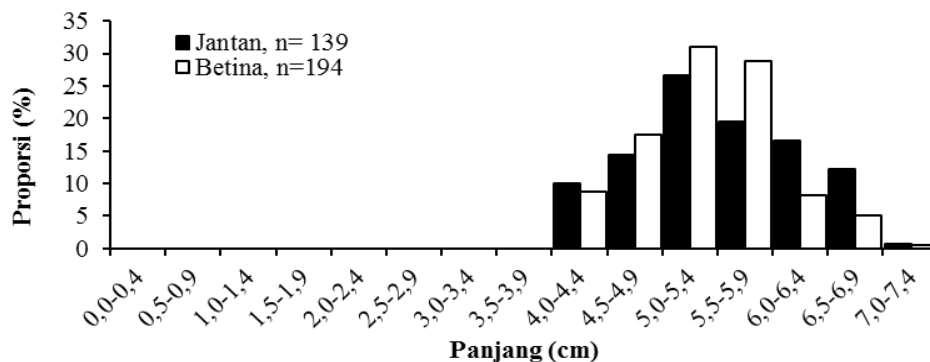
Hasil dan Pembahasan

P. concinnus (udang krosok) merupakan jenis udang yang dominan tertangkap di estuari Opak (47,1%), sedangkan proporsi jenis udang lain (*Metapenaeus ensis*, *Penaeus monodon*, *Macrobrachium equidens*, dan *Macrobrachium lar*) adalah 52,9%. Proporsi *P. concinnus* di estuari Opak lebih besar, dibanding proporsi udang sejenis di daerah muara sungai Serang yaitu hanya 19% (Darmawan dkk., 2007).

Tabel 2. Hasil tangkapan udang di estuari Opak, Kabupaten Bantul DIY

Hasil (ekor)	Tangkapan	Bulan							Total	
		Okt	Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Σ	%
<i>P. concinnus</i>		31	33	35	77	69	46	42	333	47,1
Udang jenis lain		35	41	47	84	71	52	44	374	52,9
									707	100

Udang krosok yang ditemukan di estuari Opak mempunyai ukuran bervariasi. Panjang total udang krosok betina berkisar 4,0-7,1 cm (rerata 5,3 cm) dengan berat berkisar 0,42-1,92 g (rerata berat 0,99 g). Panjang total udang krosok jantan berkisar 4,0-7,0 cm (rerata 5,5 cm), dengan berat berkisar 0,40-1,88 gram (rerata 0,93 gram).



Gambar 2. Distribusi panjang total udang krosok

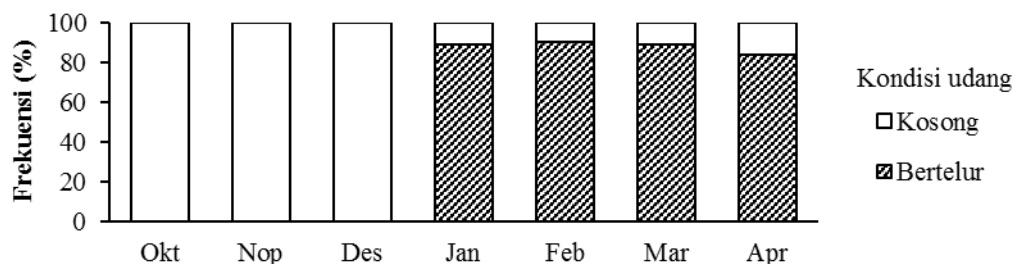
Panjang udang krosokbetina yang ditemukan di estuari Opak berkisar 4-7,1 cm (Gambar 2). Ukuran ini lebih panjang dibandingkan dengan udang krosok yang ditemukan di Kali Pantai Kulon Progo dan Purworejo dengan ukuran panjang 3,6-6,4 cm (Purnomo, 2006). Menurut Carpenter & Niem (1998), ukuran panjang total udang krosokbetinadapat mencapai ± 7 cm. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan reproduksi antara lain kualitas (salinitas, pH, suhu) dan ketersediaan pakan yang cukup dalam hal kuantitas dan kualitasnya. *P. concinnus* merupakan salah satu anggota famili Palaemonidae yang salah satu bagian siklus hidupnya menghuni estuari. Estuari Opak, khususnya di kawasan mangrove yang banyak terdapat nutrisi makanan bagi pertumbuhan dan perkembangan gonad.

Nisbah kelamin berkaitan dengan reproduksi udang yang akan mempengaruhi kestabilan populasi. Total udang krosok hasil tangkapan di estuari Opak sebanyak 333 ekor, terdiri dari 139 ekor (41,7%) jantan dan 193 ekor (58,3%) betina (Tabel 3). Udang krosok mempunyai *sex ratio* yang bervariasi pada tiap bulannya

Tabel 3. Nisbah kelamin udang krosok di estuari Opak, Kabupaten Bantul DIY

Bulan	Σ (ekor)	Jantan	Betina	Sex Ratio
Okt	31	13	18	1:1,38
Nop	33	15	18	1:1,20
Des	35	15	20	1:1,33
Jan	77	32	45	1:1,41
Feb	69	28	41	1:1,46
Mar	46	19	27	1:1,42
Apr	42	17	25	1:1,47
	333	139	194	1:1,40

Udang krosok betina yang siap memijah ditandai dengan ditemukan telur pada bagian pleopoda. Total udang krosok betina hasil tangkapan berjumlah 194 ekor, dengan proporsi udang matang gonad (TKG III dan IV) sebesar 39,7%. Proporsi tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan hasil penelitian Purnomo (2006) yaitu sebesar 97,3% dari 220 ekor udang yang tertangkap. Nilai TKG III dan IV ditunjukkan dengan adanya butirantelur yang terlihat jelas serta mudah dipisahkan, sedangkan pada TKG I dan II menunjukkan bahwa udang belum matang telur. Udang krosok betina yang membawa telur ditemukan mulai bulan Januari sampai April (Gambar 3).

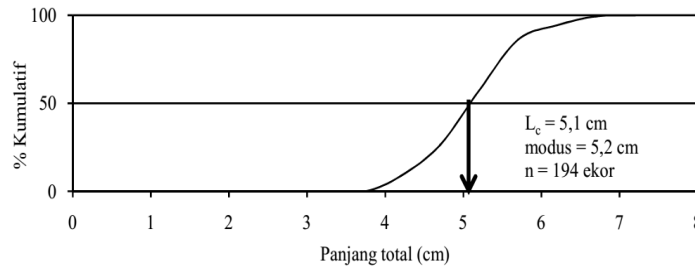


Gambar 3. Proporsi udang krosok betina bertelur di estuari Opak, Kab. Bantul DIY

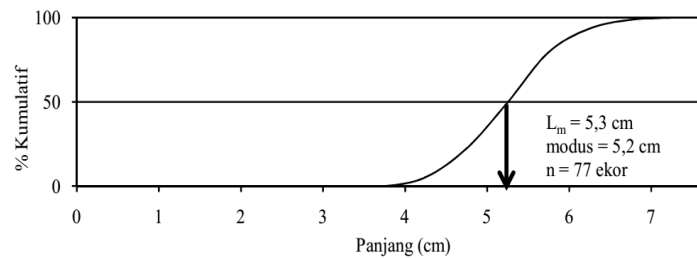
Proporsi udang krosokbetina yang bertelur tertinggi ditemukan pada bulan Februari (90,24%), sedangkan yang terendah terdapat pada bulan April (84%). Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, awal musim penghujan di Kabupaten Bantul terjadi pada akhir minggu bulan Nopember dan puncak hujan tertinggi terjadi pada pertengahan bulan Desember. Bulan Nopember dan bulan Desember terjadi banjir di estuari Opak. Banjir yang terjadi pada bulan November hingga Desember membawa sampah dan substrat lumpur

dari perairan sungai sehingga pada muara sungai mengendap dan terjadi gundukan pasir yang menyumbat perairan estuari. Banjir tersebut menyebabkan perairan estuari menjadi keruh dan mempengaruhi waktu pemijahan udang krosok menjadi tertunda. Udang famili Palaemonidae melakukan pemijahan sepanjang tahun dengan puncak pemijahan pada musim penghujan (Utomo, 2000).

Panjang udang pertama kali tertangkap (L_c) dan ukuran pertama kali matang telur (L_m) dapat dilakukan dengan menggunakan metode kurva logistik baku. Panjang udang krosok pertama kali tertangkap (L_c) adalah sebesar 5,1 cm (modus = 5,2 cm), sedangkan panjang udang krosok pertama kali matang gonad (L_m) adalah sebesar 5,3 cm (Gambar 4 dan Gambar 5).



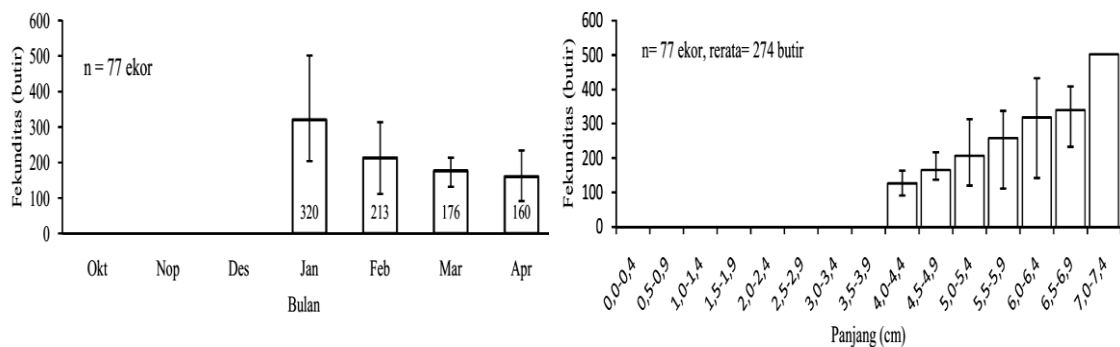
Gambar 4. Panjang udang krosok pertama kali tertangkap (L_c)



Gambar 5. Panjang udang krosok pertama kali matang gonad (L_m)

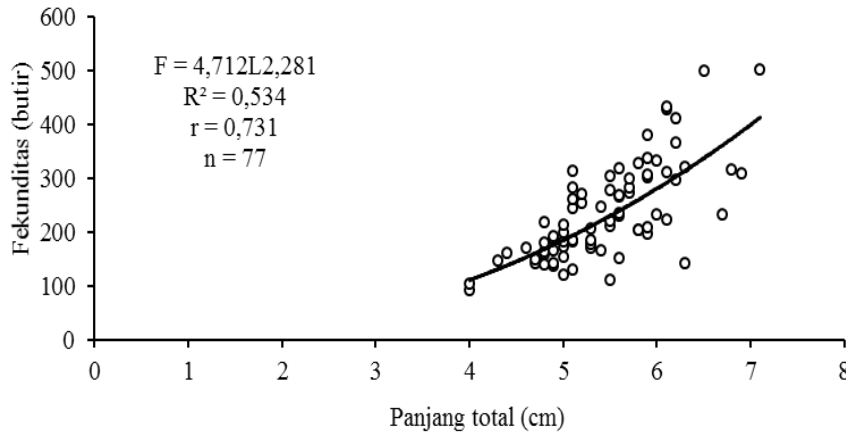
Ukuran udang krosok pertama kali matang gonad sangat penting diketahui terutama untuk pengelolaan perikanan (Motoh, 1997 dalam Ristianti, 2005). Nilai L_c udang krosok yang ditemukan di estuari Opak lebih kecil dibandingkan panjang matang gonad ($5,1 < 5,3$ cm). Hasil tersebut menunjukkan bahwa udang krosok dapat tertangkap meskipun belum pernah mengalami matang kelamin atau melangsungkan pemijahan. Sehingga semakin kecil ukuran udang yang dapat tertangkap, maka kepadatan stok udang akan semakin menurun karena terhalangnya proses reproduksi.

Udang krosok betina yang tertangkap di Estuari Opak memiliki panjang total berkisar 4-7,1 cm. Penentuan fekunditas dilakukan dengan mengambil ovarium udang betina yang matang gonad pada TKG III dan IV. Rerata fekunditas udang krosok adalah 274 butir (kisaran 92-502 butir), rerata fekunditas terbesar ditemukan pada bulan Januari (320 butir), sedangkan yang paling sedikit ditemukan pada bulan April (160 butir) (Gambar 6).



Gambar 6. Fekunditas udang krosok di estuary Opak

Udang Palaemon memiliki jumlah telur yang bervariasi. Menurut Kim *et.al* (2007), udang jenis *P. paucidens* memiliki jumlah telur berkisar 195-328 butir. Jenis lain yaitu *P. elegans* mempunyai jumlah telur berkisar 308-2628 butir dan jenis *P. adspersus* mempunyai jumlah telur berkisar 758-3710 butir (Bilgin and Osman, 2005). Rerata fekunditas udang krosok di estuari Opak (274 butir) lebih besar dibandingkan rerata fekunditas udang sejenis di di Kali Pantai (219 butir), meskipun udang krosok di Kali Pantai mempunyai fekunditas maksimal yang lebih tinggi (1304) (Purnomo, 2006).



Gambar 7. Hubungan panjang dengan fekunditas udang krosok betina di estuari Opak

Fekunditas udang krosok meningkat sejalan dengan peningkatan ukuran panjangnya dengan mengikuti persamaan $F=4,712L^{2,281}$. Nilai koefisien korelasi menunjukkan keeratan hubungan antara panjang total dengan fekunditas udang krosok ($r=0,73$). Hubungan yang serupa ditunjukkan oleh fekunditas *P. concinnus* di Kali Pantai Kulon Progo dan Purworejo dengan persamaan hubungan $F=0,8191L^{4,1575}$ ($r=0,6151$) (Purnomo, (2006). Beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah telur yang dihasilkan pada udang adalah musim, ketersediaan pakan, dan kondisi perairan. Menurut Effendie (2002), penambahan panjang tubuh berkorelasi kuat dengan penambahan jumlah telur.

Udang krosok hasil tangkapan di estuari Opak memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi, sehingga banyak nelayan yang melakukan penangkapan. Sebagian besar udang krosok yang tertangkap masih dalam masa pertumbuhan dan beberapa diantaranya dalam keadaan siap untuk memijah. Kajian mengenai musim pemijahan udang krosok perlu dilakukan untuk mengatur waktu penangkapan, sehingga populasi udang krosok di estuari Opak dapat terjaga kelestariannya.

Kegiatan pengelolaan sumberdaya udang di estuari Opak perlu dilakukan dengan penutupan area penangkapan (*closed area*) dan penutupan waktu penangkapan (*close season*). Penutupan area penangkapan udang di estuari Opak dilakukan dengan membatasi area penangkapan pada perairan yang berbatasan dengan vegetasi mangrove, sehingga daerah pemijahan udang tetap terlindung. Penutupan waktu penangkapan dilakukan dengan membatasi kegiatan penangkapan harus dilakukan pada bulan-bulan tertentu setelah musim penghujan untuk menghindari musim pemijahan sehingga dapat memberikan kesempatan udang krosok untuk melangsungkan proses pemijahan.

Kesimpulan

Udang krosok yang tertangkap di estuari Opak mempunyai panjang 4,0-7,1 cm, sebagian besar masih dalam stadia muda dan belum memijah, yang ditunjukkan dengan panjang pertama kali tertangkap lebih kecil dari panjang pertama kali matang gonad ($5,1 < 5,3$ cm).

Udang krosok yang sedang membawa telur ditemukan pada bulan Januari-April. Rerata fekunditas udang krosok adalah 274 butir (kisaran 92-502 butir),

fekunditas meningkat sejalan dengan pertambahan ukuran panjang udang krosok mengikuti persamaan $F=4,712L^{2,281}$ ($r=0,731$). Pengelolaan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan populasi udang krosok, terutama dengan penutupan kawasan serta pengaturan alat dan musim penangkapan.

Daftar Referensi

- BMKG, 2013. Prakiraan Musim Hujan 2013/2014. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Jakarta.
- Bilgin, Sabri and Osman Samsun. 2005. Fecundity and Egg Size of Three Shrimp Species, *Crangon crangon*, *Palaemon adspersus*, and *Palaemon elegans* (Crustacea: Decapoda: Caridea), off Sinop Peninsula (Turkey) in the Black Sea. *Turk J Zool*
- Carpenter E. K. and V.H. Niem. 1998. The Living Marine of The Western Central Pacific. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes Vol. II :Cephalopods, Crustaceans Holothurians, and Sharks. FAO. Rome.
- Darmawan P, Soeparno dan E. Setyobudi, 2007. Komposisi Udang Hasil Tangkapan di Sungai Serang Kabupaten Kulon Progo. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan IV. Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta, 28 Juli 2007
- Effendie, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- King, M. 1995. Fisheries biology, Assessment and Management. Fishing News Books. A Division of Blackwell Science Ltd. London.
- Risianti, I. 2005. Kajian Beberapa Aspek Biologi Udang Torpedo (*Parapenaeopsis maxilliped Alcock*) di Perairan Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah. [Skripsi] (tidak dipublikasikan) FPIK. UNDIP. Semarang.
- Utomo, A.D. 2000. Pertumbuhan dan Biologi Reproduksi Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) di Sungai Lempuing Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Edisi Sumberdaya dan Penangkapan*.
- Wedjatmiko dan Yulianti. 2003. Beberapa Aspek Biologi Udang Jerbung (*Penaeus merguensis*) di Perairan Mayangan, Pantai Utara Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Edisi Sumber Daya dan Penangkapan* 9 :27-34.

Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Terbang (*Exocoetidae*) di Laut Seram

Friesland Tuapetel^{1*}, Natsir Nessa², Syamsu Alam Ali² dan Sudirman²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Maluku

²Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar

*E-mail: f_tuapetel@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sumberdaya perikanan ikan terbang di Laut Seram khusus telurnya merupakan komoditi yang paling tinggi pemasukannya untuk pemerintah dan masyarakat Fak-Fak. Laut Seram termasuk daerah penangkapan sumberdaya ikan terbang yang baru, sejak ditemukan pertama kali oleh Daeng Ngerang pada tahun 2001 dan telah dimanfaatkan sampai sekarang. Namun disayangkan masih belum diketahui sejauh mana tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan ini terkait dengan perkembangan jumlah kapal dan kapasitas alat tangkap yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *trend* CPUE tahunan dan potensi MSY serta *trend* CPUE bulanan. Pengumpulan data tahun 2001-2013 melalui *review* data Dinas Kelautan Perikanan Fak-Fak Papua Barat dan diverifikasi dengan mewawancarai beberapa nelayan, punggawa dan eksportir terkait dengan data upaya dan hasil tangkapan. Sedangkan data bulan Juni-Oktober 2013 diperoleh dengan mengikuti langsung nelayan di lapangan. Hasil yang didapatkan menunjukkan terjadi penurunan nilai CPUE dengan puncaknya pada tahun 2007 dengan tingkat pemanfaatan potensi MSY terendah yakni -484641 kg, dan nilai MSY 402269 kg serta upaya optimal 614 unit kapal. Sedangkan produksi bulanan alat tangkap rumpung hanyut tahun 2013 menghasilkan rata-rata telur sebesar 149,4 kg/trip dengan total produksi 747 kg/musim. Jika dibandingkan dengan rata-rata produksi tahunan pada tahun yang sama yakni 561 kg/unit maka tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan terbang di Laut Seram tergolong dalam tahap berkembang. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi acuan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya ikan terbang di Laut Seram dengan membatasi jumlah kapal sesuai hasil analisis.

Kata kunci: Tingkat Pemanfaatan, Sumberdaya Ikan Terbang, Laut Seram.

Pendahuluan

Pemanfaatan sumberdaya ikan terbang khusus telurnya di Indonesia didominasi oleh produksi yang berasal dari Sulawesi Selatan (Hutomo et al 1985; Syahailatua et al 2008). Nelayan penangkap telur ikan terbang Sulawesi Selatan dikenal dengan nama patorani, awalnya mereka hanya menangkap di sekitar perairan Selat Makassar dan Laut Flores, namun dengan menurunnya produksi telur disekitar perairan ini akibat eksploitasi yang berlebih, maka mereka melakukan pencarian ke beberapa wilayah perairan lain salah satunya ialah Laut Seram (Ali, 2005).

Daerah penangkapan telur ikan terbang di Laut Seram pertama kali ditemukan oleh Daeng Ngerang pada tahun 2001 selanjutnya pada tahun-tahun berikutnya mulai berdatangan nelayan patorani ke perairan ini. Sejak tahun 2002 sampai sekarang tercatat telur ikan terbang merupakan komoditi yang paling tinggi pemasukannya untuk pemerintah dan masyarakat Fak-Fak, karena Kabupaten Fak-Fak dijadikan fishing base oleh nelayan patorani. Selanjutnya Upaya penangkapan nelayan ini sangatlah terkait dengan jumlah kapal dan alat tangkap yang digunakan, tetapi sayangnya informasi mendasar tentang tingkat pemanfaatan berdasarkan perkembangan jumlah kapal dan kapasitas rumpun hanyut (*bale-bale*) sebagai alat bantu penangkapan yang digunakan di perairan ini belum diketahui.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *trend* CPUE tahunan dan potensi MSY serta *trend* CPUE bulanan. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk monitoring dan evaluasi terhadap sumberdaya ikan terbang di Laut Seram, agar supaya dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

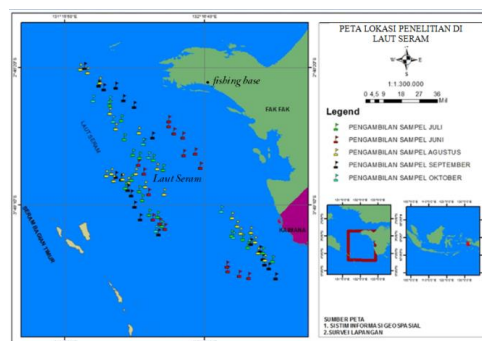
Bahan dan Metode

Pengumpulan Data. Perkembangan perikanan ikan terbang baik produksi (hasil tangkapan) maupun upaya penangkapan (jumlah kapal) tahun 2001-2013 diperoleh dari hasil *review* data Dinas Perikanan Fak-Fak yang tersedia serta konsultasi langsung dengan syahbandar pelabuhan perikanan di Torea Fak-Fak. Informasi ini kemudian dikonfirmasi dengan mewawancarai beberapa nelayan *patorani*, *punggawa* beserta eksportir baik yang berada di Fak-Fak maupun di Takalar. Data produksi dan upaya penangkapan dalam runtut waktu 2001-2013 digunakan untuk menganalisis tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan terbang di Laut Seram.

Deskripsi alat tangkap, teknik operasional serta hasil tangkapan harian rumpon hanyut (Gambar 1) diperoleh dengan mengikuti langsung operasional nelayan KM. Shara Wijaya selama satu musim penangkapan dari bulan Juni sampai Oktober 2013 di perairan Laut Seram (Gambar 2), sehingga diperoleh informasi tentang kapasitas tangkap rumpon hanyut sebagai alat utama yang digunakan.



Gambar 1. Ikan Terbang dan Telurnya



Gambar 2. Lokasi Penelitian di Laut Seram

Analisis Data. Analisis upaya, produksi dan CPUE untuk menjelaskan tingkat pemanfaatan ikan terbang di Laut Seram dalam kurun waktu tahun 2001-2013 menggunakan analisis regresi polinomial (Wilks 1995; Santoso 2000; Agung 2004; Ali 2005), hasilnya disajikan dalam bentuk gambar. Analisis hasil maksimum lestari (MSY) menggunakan model Schaefer (Spare *et al* 1998). Pengamatan lapangan tahun 2013 yang terdiri atas; hasil tangkapan dicatat per unit rumpong yang terdiri atas produksi telur yang ditimbang beratnya serta jumlah ikan dihitung tiap hari setelah *hauling*. Sama halnya dengan pengamatan upaya penangkapan dilakukan setiap hari sesuai total *hauling* per bulan, hasilnya kemudian ditampilkan dalam gambar.

Hasil dan Pembahasan

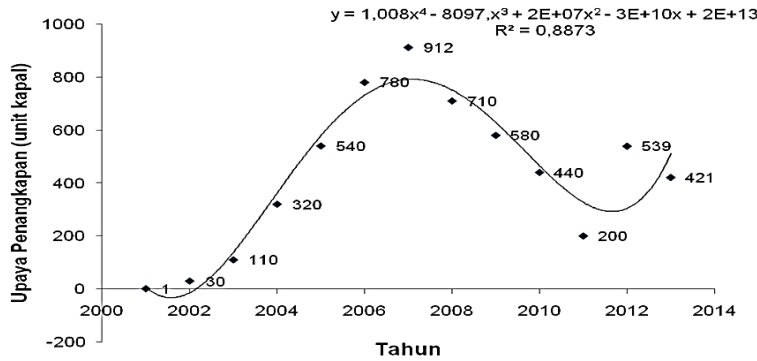
Tahun 2001-2013. Upaya Penangkapan. Perkembangan jumlah kapal dari tahun 2001-2013 serta analisis regresinya dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil analisis menunjukkan hubungan yang signifikan ($p < 0,05$) dalam bentuk regresi polinomial dengan nilai koefisien determinasi ($R^2 = 0,8873$) dengan persamaan:

$$Y = 2E+13 - 3E+10X + 2E+07X^2 - 8097X^3 + 1,008X^4 \quad (1)$$

Dimana Y adalah upaya penangkapan dan X adalah tahun penangkapan. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa upaya penangkapan mengalami fluktuasi, terlihat bahwa terjadi peningkatan jumlah kapal dari tahun 2001 sampai tahun 2007, selanjutnya mengalami penurunan dari tahun 2008 sampai tahun 2011, tahun 2012 meningkat selanjutnya tahun 2013 mengalami penurunan.

Fluktuasi jumlah kapal ini diduga karena hasil tangkapan di Laut Seram mengalami penurunan, padahal target tangkapan minimal yang harus dipenuhi per kapal adalah 500 kg, hal ini untuk dapat menyeimbangi biaya operasional yang cukup besar. Biaya operasional per kapal pada tahun 2001-2007 yakni sekitar 20-30 juta, sedangkan tahun 2008 sampai sekarang biayanya mencapai 40-50 juta per

kapal. Selanjutnya dari hasil wawancara diperoleh informasi bahwa pada Tahun 2007 jumlah kapal yang beroperasi di Laut Seram berada pada posisi puncaknya yakni berjumlah 912 unit atau sekitar 1000 unit kapal.



Gambar 3. Hubungan upaya (unit kapal) dengan periode penangkapan

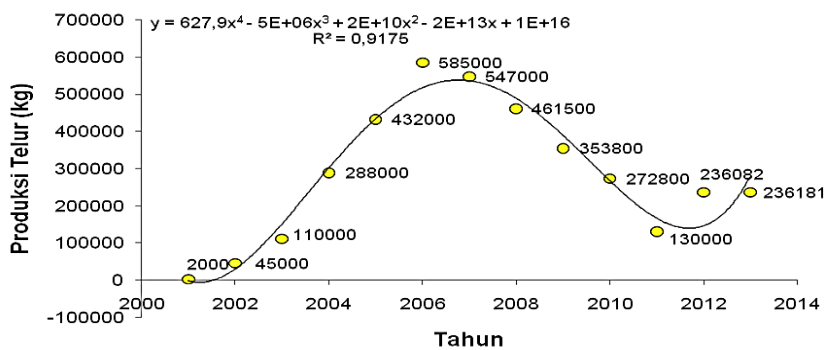
Jumlah kapal tersebut terus mengalami penurunan yang tercatat pada Dinas Kelautan dan Perikanan Fak-Fak, padahal jumlah yang sama setiap tahunnya tercatat keluar dari Takalar, tetapi sudah dengan tujuan yang berbeda. Tahun 2008, 1000 kapal keluar dari Takalar dengan perincian; 600 kapal ke Laut Seram dan 400 kapal ke Dobo, tahun 2009-2013 terjadi pergeseran dimana sekitar 300 kapal tetap beroperasi di Laut Seram sisanya beralih ke Perairan Dobo dan Saumlaki. Strategi eksploitasi ini terjadi pula dengan jumlah alat tangkap (bale-bale), dimana pada tahun 2001 jumlah yang digunakan hanya 40 buah, sedangkan tahun 2002-2013 dengan berdatangan nelayan patorani rata-rata per kapal memuat 50 sampai 70 buah dengan jumlah helai daun kelapa bervariasi antara 7-10 helai per satu bale-bale.

Produksi Telur Ikan Terbang. Produksi telur ikan terbang di Perairan Laut Seram dari tahun 2001 - 2013 cenderung berfluktuasi, hampir sama dengan trend upaya penangkapan. Hasil analisis regresi antara produksi telur dengan waktu penangkapan selama 13 tahun mulai dari 2001 sampai 2013 (Gambar 4) menunjukkan hubungan yang signifikan ($p < 0,05$) dalam bentuk regresi polinomial dengan nilai koefisien determinasi sebesar ($R^2 = 0,9175$) dengan persamaan:

$$Y = 1E+16 - 2E+13X + 2E+10X^2 - 5E+06X^3 + 627,9X^4 \quad (2)$$

Dimana Y adalah produksi telur ikan terbang dan X adalah tahun penangkapan.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa produksi telur tahun 2001 sampai 2006 mengalami peningkatan yang cukup signifikan, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2007 menjadi 547000 kg. Selanjutnya mulai menurun tahun 2008 menjadi 461500 kg dan terus menurun sampai terendah tercatat pada tahun 2011 yakni 130000 kg. Selanjutnya tahun 2012 produksi telur yang diperoleh menjadi 236082 kg, dan meningkat pula pada tahun 2013 dengan 236181 kg.

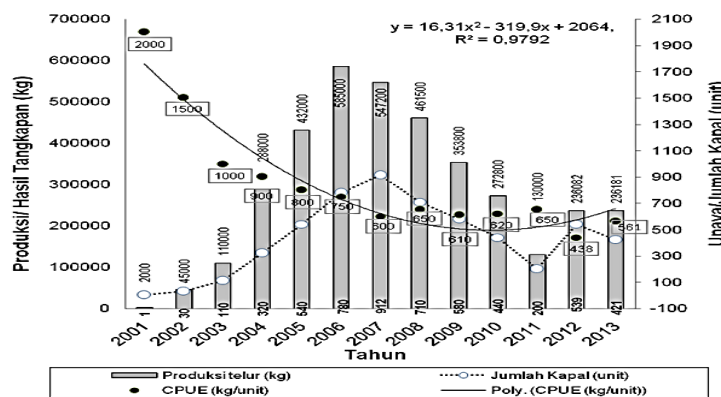


Gambar 4. Hubungan produksi telur dengan periode penangkapan

Trend CPUE Tahunan. Hubungan antara produksi (catch) per upaya (effort) dikenal dengan istilah CPUE (catch per unit effort). Hasil analisis regresi hubungan antara CPUE dan tahun penangkapan (2001-2013) dapat dilihat pada Gambar 5, hasil analisis menunjukkan hubungan yang signifikan ($p < 0,05$) dalam bentuk regresi polinomial dengan koefisien determinasi ($R^2 = 0,9792$) dengan persamaannya:

$$Y = 2064 - 319,9X + 16,31X^2 \tag{3}$$

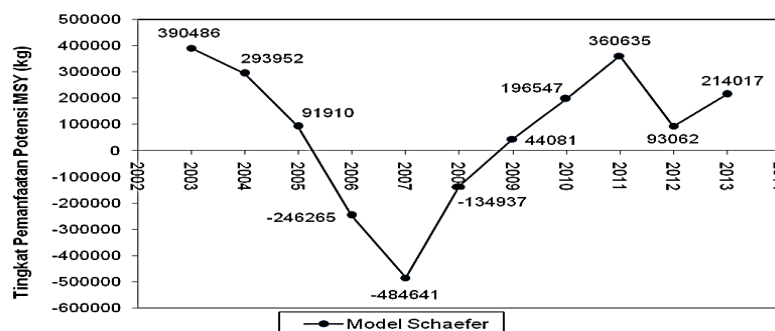
Dimana Y adalah CPUE (kg/unit) dan X adalah tahun penangkapan. Secara umum terlihat bahwa CPUE tahun 2001-2007 cenderung mengalami penurunan, sedangkan 2008-2013 mengalami fluktuasi naik turun. Secara terperinci dijelaskan sebagai berikut; terlihat bahwa awal tahun penangkapan (2001) hasil tangkapan 2000 kg dengan jumlah kapal hanya satu unit. Tahun 2002 dengan 30 unit kapal menghasilkan 1500 kg/kapal selama satu musim penangkapan. Tahun 2003 rata-rata produksi per kapal ialah 1000 kg, tahun 2004 CPUE 900 kg/unit. Selanjutnya mengalami penurunan CPUE sampai tahun 2007 dimana rata-rata kapal hanya menghasilkan 600 kg/unit.



Gambar 5. Trend CPUE tahunan (2001-2013)

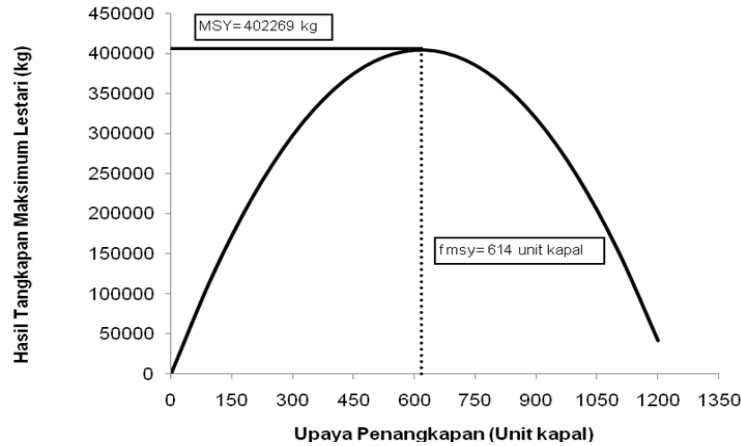
Tahun 2008 sampai 2013 rata-rata CPUE tidaklah melebihi 650 kg/unit. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan terbang di Laut Seram sudah melewati titik optimal penangkapan yang puncaknya pada tahun 2006 dengan rata-rata CPUE yakni 750 kg/unit. Karena meskipun pada tahun 2007 ada penambahan jumlah kapal menjadi 912 unit tetapi hasilnya tidak lagi meningkat malahan sebaliknya mengalami penurunan menjadi 600 kg/unit. CPUE terendah yakni pada tahun 2012 ialah 438 kg/unit, Tahun 2013 kembali meningkat menjadi 561 kg/unit dengan jumlah kapal 421 unit.

Tingkat Pemanfaatan MSY setiap Tahun. Pengurangan hasil tangkapan maksimum lestari (MSY) dengan potensi lestari (Y_i) diperoleh informasi mengenai tingkat pemanfaatan tahunan Gambar 6 yang menunjukkan hasil yang turun naik diantara garis keseimbangan potensi maksimum lestari (MSY). Dari gambar ini menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan yang melebihi potensi lestari terjadi pada tahun 2006, 2007 dan 2008, sedangkan pemanfaatan yang lebih rendah dari potensi lestari terjadi pada tahun 2001-2005 dan 2009-2013.



Gambar 6. Tingkat pemanfaatan MSY (Schaefer) setiap tahun 2003-2013

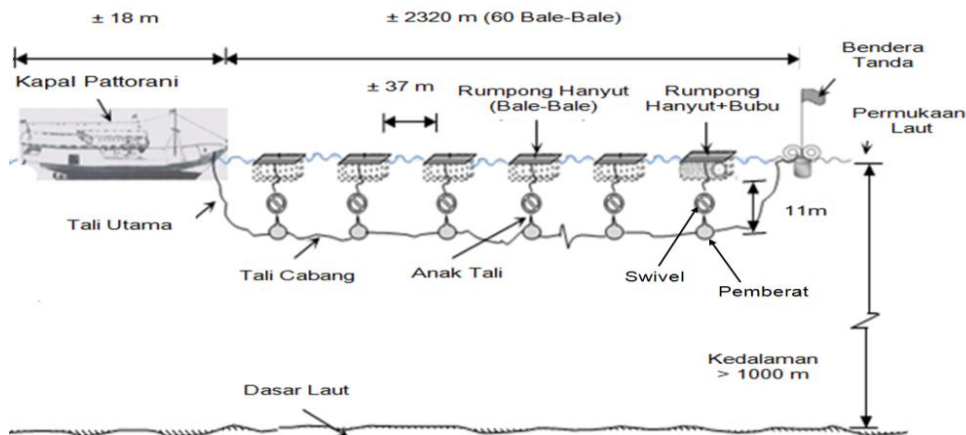
Terjadi pemanfaatan yang melebihi potensi lestari telur ikan terbang dengan puncaknya pada tahun 2007 diduga karena upaya penangkapan tertinggi yakni 912 unit kapal pada tahun tersebut telah melewati batas upaya maksimum yakni 614 kapal (Gambar 7). Berdasarkan hasil analisis MSY model Schaefer selama 10 tahun (2003-2013) nilainya berkisar antara 14341 kg sampai 190992 kg. Hasil tangkapan maksimum lestari (MSY) yakni 402269 kg dengan upaya optimal (f_{msy}) ialah 614 unit. Model ini dapat dijadikan standar acuan pengelolaan, misalnya dengan mengatur atau membatasi jumlah kapal patorani tidak melebihi 614 unit.



Gambar 7. Kurva hasil maksimum lestari telur ikan terbang model Schaefer

Bulanan Tahun 2013. Pemanfaatan sumberdaya ikan terbang berdasarkan kapasitas rumpong hanyut dijabarkan secara terperinci mulai dari deskripsi alat, sketsa operasi penangkapan dan produksi hariannya.

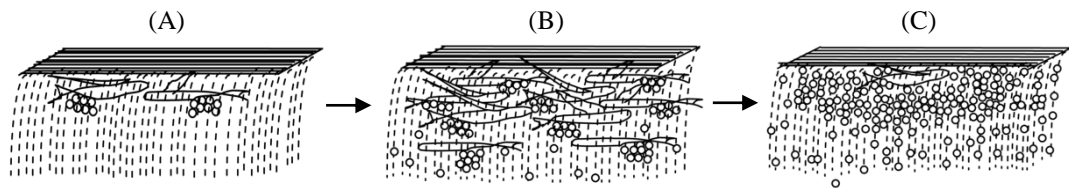
Deskripsi Alat Tangkap. Alat tangkapnya terdiri atas beberapa komponen yakni: rumpon hanyut (bale-bale), bubu hanyut (pakaja), bendera tanda, swivel, pemberat, tali temali dan tanda belakang, deskripsi selengkapnya terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Deskripsi Alat Tangkap Rumpong Hanyut yang dioperasikan kapal patorani di Laut Seram.

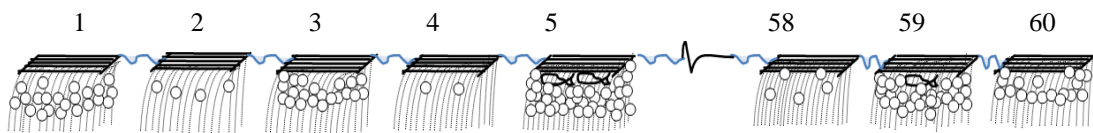
Sketsa saat operasi penangkapan dengan rumpong hanyut/bale-bale. Sebelum menjabarkan produksi harian rumpon hanyut, dibuat sketsa hasil tangkapan satu unit bale-bale saat operasi penangkapan yang dijelaskan pada Gambar 9 serta sketsa hasil tangkapan keseluruhan unit bale-bale yang dijelaskan pada Gambar 10. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa satu rumpong hanyut dapat menghasilkan telur rata-rata 2,93 kg/hauling dengan jumlah ikan yang terjat di dalamnya satu sampai dua ekor. Tidaklah semua rumpong yang

terpasang yang jumlahnya 60 buah menghasilkan. Rata-rata dari total bale-bale ini yang menghasilkan hanyalah sekitar 13% sampai 21% dari total rumpong tersebut atau sekitar 8 – 13 buah. Gambar 9 menjelaskan hasil tangkapan rumpong hanyut setelah diseting: (A) 10-11 jam, (B) 12-18 jam dan (C) 20-22 jam.



Gambar 9. Sketsa hasil tangkapan satu unit bale-bale saat operasi penangkapan.

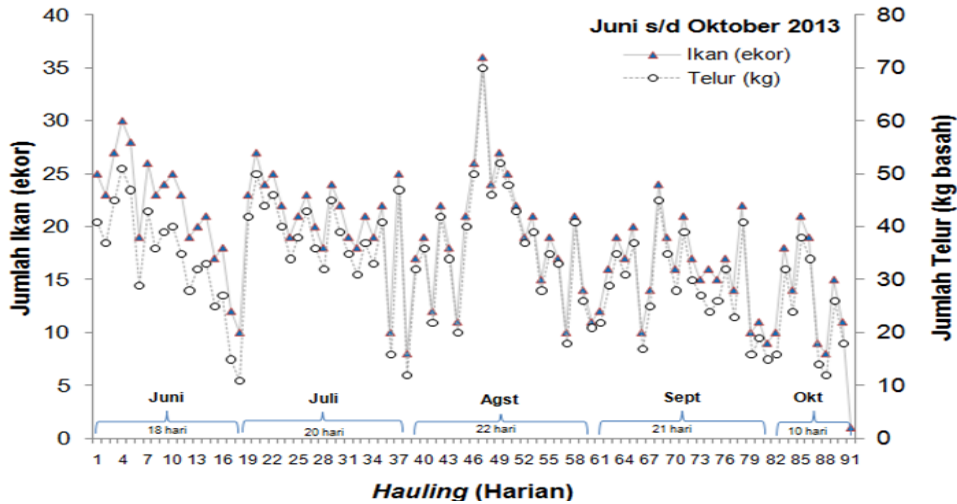
Berdasarkan Gambar 9 dapat dijelaskan bahwa rata-rata rumpong hanyut menghasilkan telur ikan terbang setelah minimal 20 jam perendaman. Alat disetting pada jam 06.00 pagi selanjutnya dibiarkan hanyut mengikuti arus dengan posisi bale-bale didepan kapal sekaligus berfungsi sebagai jangkar. Setelah dibiarkan terendam sekitar 20 sampai 22 jam, maka sekitar jam 04.00 subuh dilakukan hauling. Jikalau bale-bale diangkat kurang dari jam perendaman tersebut, misalnya setelah 10 jam atau 18 jam, maka hasil telur yang diperoleh sangat sedikit. Hal ini diduga karena pasangan induk ikan belum selesai melepaskan telurnya.



Gambar 10. Sketsa hasil tangkapan telur ikan terbang pada bale-bale secara keseluruhan saat operasi penangkapan.

Hasil tangkapan *bale-bale* secara keseluruhan seperti terlihat pada Gambar 10, diperoleh keterangan bahwa tidak semua *bale-bale* menghasilkan. Kalau dalam satu *bale-bale* didapati jumlah telur yang banyak, maka dapat dipastikan didalamnya turut terperangkap ikan terbang yang diduga adalah induknya, dalam kondisi sudah mati karena terlilit oleh telurnya sendiri. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Khokiattiwong *et al* (2000), bahwa ikan terbang yang telah selesai memijah mengalami kematian pasca pemijahan (*post spawning mortality*) dan memiliki umur yang pendek sekitar satu atau dua tahun (Mahon *et al* 1986; Campana *et al* 1993; Dalzel 1993; dan Hunte *et al* 1995).

Produksi harian rumpong hanyut. Untuk mendapatkan informasi produksi atau hasil tangkapan rumpon hanyut dilakukan pencatatan dalam buku harian setiap *hauling* dan dideskripsikan berdasarkan hasil tangkapan bulanan selama satu musim penangkapan, informasi selengkapnya disajikan pada Gambar 11. Hasil yang diperoleh saat beroperasi sangat berfluktuatif. Tercatat dari bulan Juni sampai September pada hari pertama sampai hari kedelapan rata-rata hasil tangkapan naik, selanjutnya cenderung turun naik. Rata-rata pada hari delapan belas sudah menurun kecuali pada bulan September meningkat. Hasil tangkapan bulan Oktober naik sampai pada hari keempat dan terus menurun sampai berakhir pada hari kesepuluh. Dari Gambar ini juga dapat dijelaskan bahwa puncak penangkapan diduga terjadi pada pertengahan bulan Agustus, tepatnya pada *hauling* ke 47 pada tanggal 18 Agustus 2013, dengan hasil tangkapan; total jumlah telur 70 kg (basah) dan jumlah ikan sebanyak 36 ekor, sedangkan yang paling terendah pada *hauling* ke 91 dengan total hasil tangkapan telur 10 kg dengan jumlah ikan satu ekor. Untuk kepentingan melihat *trend* CPUE bulanan maka yang digunakan ialah produksi telur ikan yang sudah dikeringkan dalam satuan kg/*hauling*.

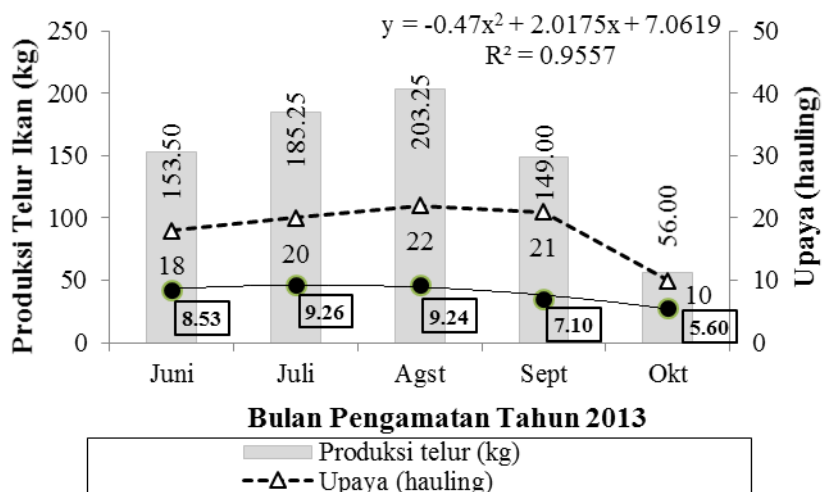


Gambar 11. Hasil tangkapan harian rumpung hanyut bulan Juni-Oktober 2013

Trend CPUE Bulanan. Hasil analisis regresi hubungan antara CPUE dan bulan pengamatan tahun 2013 disajikan pada Gambar 12, hasil analisis menunjukkan hubungan yang signifikan ($p < 0,05$) dalam bentuk regresi polinomial dengan koefisien determinasi ($R^2 = 0,955$) dengan persamaan:

$$Y = 7,061 + 2,017X - 0,47X^2 \tag{4}$$

Dimana Y adalah CPUE (kg/hauling) dan X adalah bulan pengamatan. Berdasarkan Gambar 12 diperoleh keterangan bahwa pada bulan Juni CPUE 8,53 kg/hauling dengan total produksi 153,50 kg selama 18 hari melaut. Sedangkan pada bulan Juli dengan 20 hari melaut diperoleh produksi 185,25 kg sehingga CPUE 9,26 kg/hauling. CPUE bulan Agustus sebesar 9,24 kg/hauling dengan produksi tertinggi yakni 203,25 kg selama 22 hari melaut. Selanjutnya mengalami penurunan CPUE pada bulan September yakni 7,10 kg/hauling dengan total produksi 149,00 kg dengan 21 hauling. Bulan Oktober sebesar 5,60 kg/hauling dengan total produksi sebesar 56,00 kg, upaya penangkapan bulan Oktober hanya 10 hari saja karena hasil tangkapan yang diperoleh nelayan yang sudah sangat sedikit.



Gambar 12. Trend CPUE bulanan tahun 2013

Berdasarkan Gambar 12 diduga puncak penangkapan sumberdaya ikan terbang di perairan Laut Seram terjadi pada bulan Juli dan Agustus dengan nilai

CPUE hampir sama yakni 9,26 kg/hauling dan 9,24 kg/hauling. Total produksi telur bulan Juni sampai Oktober 2013 ialah sebesar 747 kg, hasil lapangan ini jika dibandingkan dengan data CPUE tahunan pada tahun yang sama (2013) yakni 561 kg/unit kapal (Gambar 5), maka diperoleh keterangan bahwa nilai CPUE bulanan yang didapati di lapangan lebih besar dari nilai rata-rata CPUE tahunan. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat pemanfaatan telur ikan terbang di perairan Laut Seram masih tergolong produktif dengan status pemanfaatan dalam tahap berkembang, dalam artian pemanfaatan sumberdaya ikan terbang khususnya telurnya masih dapat dimanfaatkan dengan catatan bahwa pemantauan CPUE harus terus dilaksanakan untuk dapat mengawasi pemanfaatan khususnya jumlah unit kapal yang diizinkan beroperasi maksimal 614 unit (Gambar 7), sehingga pada akhirnya akan menjamin keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya ikan terbang khusus telurnya di perairan ini.

Kesimpulan

Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan terbang khusus telurnya di perairan Laut Seram tergolong dalam tahap berkembang, dengan total produksi telur bulanan (2013) lebih tinggi dari rata-rata total produksi tahunan pada tahun yang sama.

Daftar Referensi

- Agung, 2004. Statistika. Penerapan Metode Analisis untuk Tabulasi Sempurna dan Tak Sempurna dengan SPSS. Jakarta. PT Raja Grafindo Persada, 362 hal.
- Ali, 2005. Kondisi sediaan dan keragaman populasi ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus*, Bleeker 1852) dari Laut Flores dan Selat Makassar. Disertasi. Ilmu Pertanian. PPs. Universitas Hasanuddin, Makassar. 280 hal.
- Campana, S.E., H.A. Oxenford, and J.N. Smith. 1993. Radiochemical determination of longevity in flying fish *Hirundichthys affinis* using Th-228/Ra-228. Mar.Ecol.Prog. Ser. 100: 211-219.
- Dalzel 1993; Dalzell, P. 1993. The fisheries biology of flying fishes (families) Exocoetidae and Hemiranhidae from the Canotes Sea Central Philippines. Journal of Fish Biology, 43: 19 – 32.
- Hunte, W; H. A. Oxenford dan R. Mahon. 1995. Distribution and relative abundance of *flyingfish* (exocoetidae), in the eastern Caribbean (spawning substrat, eggs, and larvae). Mar. Ecol. Prog. Ser. 117:25-37.
- Hutomo, M., Burhanuddin dan S. Martosewojo. 1985. *Sumberdaya Ikan Terbang*. Lembaga Oseanologi Nasional. LIPI. Jakarta. 98 hal.
- Khokiattiwong, S.R. Mahon and W. Hunte. 2000. Seasonal abundance and reproduction of the fourwing flyingfish *Hirundichthys affinis* of Barbados. Environmental Biology of Fishes. 59:43-60.
- Mahon, R., Oxenford, H.A., and W. Hunte. (eds.) 1986. Development strategies for flyingfish fisheries of the eastern Caribbean, Workshop proceedings, IDRC-MR128e. International Development Research Centre, Ottawa.
- Santoso, S. 2000. Buku Latihan SPSS, Statistik Parametrik. PT. Gramedia Jakarta. PT. Elex Media Komputindo, Gramedia Jakarta, 390 Hal.
- Spare, P; E. Ursin and S.C. Veneva. 1998. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part I. FAO Fisheries Tech. Paper. Rome.
- Syahailatua, A. Ali, S. A. Makatipu P. 2008. Strategi reproduksi ikan terbang (Exocoetidae) dan kaitannya dengan faktor oceanografi di Perairan Indonesia. Jurnal. Lit. Ind. Vol 14. No 3 hal 303-310.
- Wilks, D.S. 1995. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences an Introduction. Academic Press. Newyork. 465 Hal.

Tingkat Kematangan dan Perkembangan Reproduksi Gonad Abalon *Haliotis asinina* yang dipelihara di Hatchery

Hadijah^{1*}, Irwan Junaedi Effendy², Darmawati²

¹Jurusan Perikanan Fak. Pertanian Universitas “45” Makassar

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Haluoleo Kendari

*E-mail : hadijahmahyuddin@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk menentukan tingkat kematangan dan perkembangan reproduksi gonad abalon yang dipelihara di hatchery. Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan (September-November 2010), bertempat di Hatchery Abalon Desa Tapulaga, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Sedangkan untuk pemeriksaan histologi dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin Makassar, Sulawesi Selatan. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Hasil penelitian disajikan secara deskriptif disertai dokumentasi gambar-gambar selama pengamatan histologi di laboratorium dan penjelasan dari gambar tersebut. Hasil pengamatan berupa visualisasi Tingkat Kematangan Gonad (TKG) diperoleh TKG 0-IV. Berdasarkan hasil pengamatan mikroskop, baik keadaan sperma maupun telur, menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing fase tingkat kematangan gonad. Ukuran diameter inti telur pun menunjukkan adanya perbedaan sesuai dengan tingkat kematangan gonad sampel abalon yang digunakan. Pada TKG 0, gonad belum berkembang, diameter inti telur pada TKG I berkisar 14-19 μm , TKG II sebesar 24-33 μm , TKG III sebesar 24-26 μm , dan TKG IV sebesar 4-9 μm .

Kata kunci: gonad abalon, tingkat kematangan gonad, perkembangan reproduksi gonad

Pendahuluan

Abalon adalah jenis siput atau keong laut yang termasuk dalam family *Haliotidae* yang bercangkang tunggal (Gardner *et al.*, 1995, Nicolas *et al.*, 2002) genus *Haliotis* (Davis, 1996) yang bersifat dieocious di mana antara jenis kelamin jantan dan kelamin betina terpisah dan terdapat pada individu yang berbeda (Anonim, 1990). Diperkirakan masih terdapat 55 spesies yang hidup di alam dan 40 spesies lainnya telah punah (Geiger, 1998; Geiger and Groves, 1999). Abalon merupakan jenis gastropoda laut yang secara komersial sangat penting dan bernilai ekonomis di beberapa negara seperti Jepang, Amerika, Meksiko, dan Australia. Beberapa jenis spesies yang terkenal di negara tersebut adalah *Haliotis asinina*, *Haliotis ovina*, dan *Haliotis varia*. Di antara ketiga spesies tersebut, *Haliotis asinina* memiliki ukuran paling besar dan paling ekonomis karena proporsi ukuran dagingnya lebih besar dibandingkan dengan dua spesies lainnya (Apisawetakan *et al.*, 1997).

Penentuan tingkat kematangan gonad berdasarkan umur individu abalon tergolong sulit. Sulitnya dalam memperkirakan umur abalon membutuhkan suatu metode yang tepat dalam menentukan tingkat kematangan gonad berdasarkan panjang cangkang. Menurut Parker *et al.* (1992), terjadinya kematangan gonad tergantung dari ukuran individu, namun anggapan bahwa ukuran gonad sebanding dengan ukuran tubuh individu tidak selalu valid (Gonor 1972, Hahn 1989a).

Bagian gonad dapat diketahui secara visual dengan cara mengangkat cangkang bagian bawah. Gonad induk jantan berwarna gading kecoklatan atau kuning kemerahan sedangkan warna induk betina hijau kebiruan (Anonim, 2008). Untuk mengetahui perkembangan reproduksi abalon jenis *Haliotis asinina* secara mendetail, tidak cukup hanya dengan melakukan pengamatan secara visual saja.

Oleh karena itu dibutuhkan pengamatan gonad secara histologi untuk mengetahui perkembangan reproduksi gonad pada setiap tahapan perkembangan gonad secara jelas. Pengamatan secara histologi prosesnya relatif cepat dan

simpel serta dapat memberikan informasi yang lebih detail (Giese and Pearce 1974, Hahn 1989a).

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan (September-November 2010), bertempat di Hatchery Abalon Desa Tapulaga, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Sedangkan untuk pemeriksaan histologi dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin Makassar, Sulawesi Selatan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ember hitam volume 60 liter, jangka sorong, aerasi, flowtrough, spatula plastik, alat bedah, pisau pemotong, *tissue block*, mikrotom, gelas erlenmeyer, water bath, kaca preparat, pipet tetes, incubator, oven, dan neraca analitik. Bahan yang digunakan adalah abalone, formalin 4%, alkohol (70-100%), parafin, xylol, aquadest, dan pewarna haematoxylin-eosin.

Abalon jenis *H. asinina* yang berasal dari alam sebanyak 40 individu diadaptasikan di Hatchery Desa Tapulaga dan dipelihara dalam wadah terkontrol berupa ember hitam volume 60 liter sebanyak 4 buah. Abalon yang digunakan memiliki panjang cangkang rata-rata 40-70 mm. Sebelum digunakan, terlebih dahulu wadah dibersihkan dengan klorin dan dicuci sampai bersih. Selanjutnya dilakukan pemasangan aerasi dan flowtrough pada setiap ember yang sudah berisi air laut yang telah disterilisasi dengan UV pada setiap wadah yang akan digunakan.

Setiap wadah berisi 10 individu abalon, masing-masing terdiri atas 5 induk jantan dan 5 induk betina dengan TKG yang sama. Selama pemeliharaan, setiap hari dilakukan pergantian air dalam wadah pemeliharaan. Pada saat dilakukan pergantian air, dilakukan pula pergantian atau penambahan pakan. Ember yang pakannya sudah habis, diberikan pakan baru dengan metode pemberian pakan *ad libitum*. Sisa pakan yang kualitasnya sudah kurang bagus jangan diberikan lagi kepada induk yang dipelihara. Pakan yang diberikan adalah rumput laut jenis *Gracilaria verrucosa*.

Pengamatan histologi gonad secara mikroskopis menurut Sobhon *et al.*, (1999), dilakukan dengan pengamatan preparat histologi. Pembuatan preparat histologi diawali dengan mengikat atau memfiksasi sub contoh gonad yang telah diawetkan dengan larutan formalin 4% selama 24 jam. Setelah itu gonad diparafinasi melalui tahapan dehidrasi dengan menggunakan alkohol yang konsentrasinya dinaikkan secara bertahap yaitu 70%, 80%, 95%, dan 100%, masing-masing tahap selama 2 jam, kecuali alkohol 70% selama 24 jam. Kemudian dilakukan penjernihan dengan larutan xylol selama 2 jam sebanyak 2 kali.

Selanjutnya dilakukan impregnasi untuk mengeluarkan xylol dari dalam jaringan dan digantikan dengan parafin cair selama 2 jam. Setelah itu dilakukan penanaman jaringan ke dalam parafin cair selama 2 jam. Blok parafin yang berisi jaringan testis dan ovari dipotong menggunakan mikrotom setebal 5 μ m. Lembaran parafin hasil potongan diletakkan di atas objek gelas untuk selanjutnya dilakukan deparafinasi dengan xylol sebanyak 3 kali masing-masing selama 5 menit. Dehidrasi dilakukan dengan mencelupkan objek gelas yang telah ditempel di lembaran parafin jaringan ke dalam alkohol dengan konsentrasi bertingkat dari konsentrasi tinggi ke rendah (100%, 95%, 80%, 70%, dan 50%) masing-masing 5 menit lalu dibilas dengan aquadest selama 5 menit. Preparat tersebut diwarnai dengan haematoxylin selama 5 menit, kemudian dicuci dengan air mengalir untuk mengurangi kepekatan haematoxylin, lalu dicelupkan ke dalam eosin selama 2 menit.

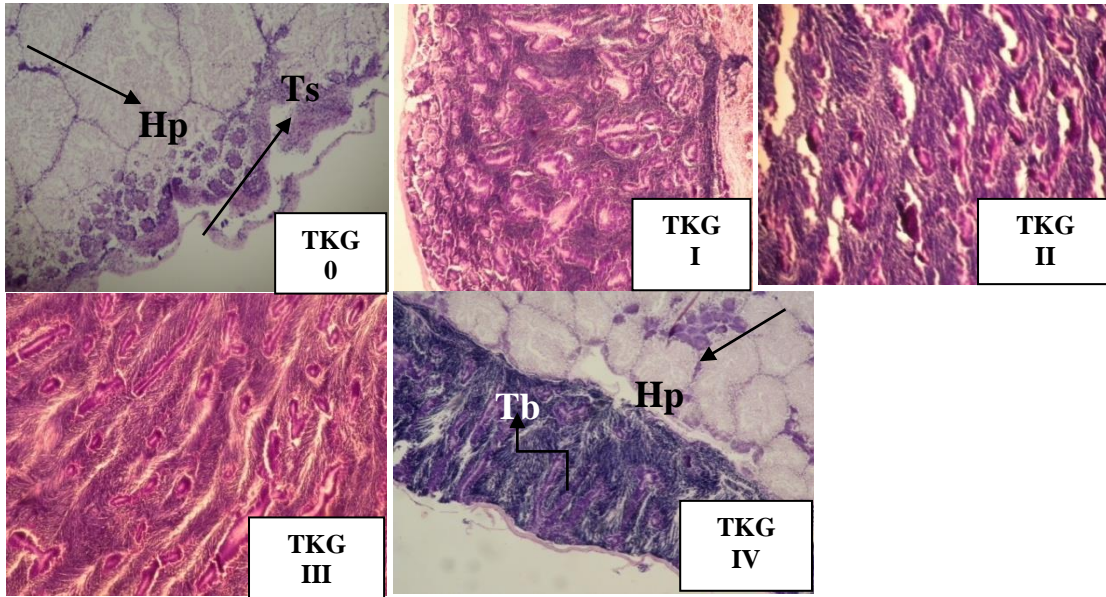
Preparat didehidrasi kembali dalam alkohol bertingkat dari konsentrasi rendah ke tinggi (95% dan 100%), kemudian dijernihkan dengan xylol masing-masing sebanyak 4 kali selama 5 menit. Terakhir gelas objek diberi larutan

entellan kemudian ditutup dengan gelas penutup, untuk selanjutnya diamati di bawah mikroskop.

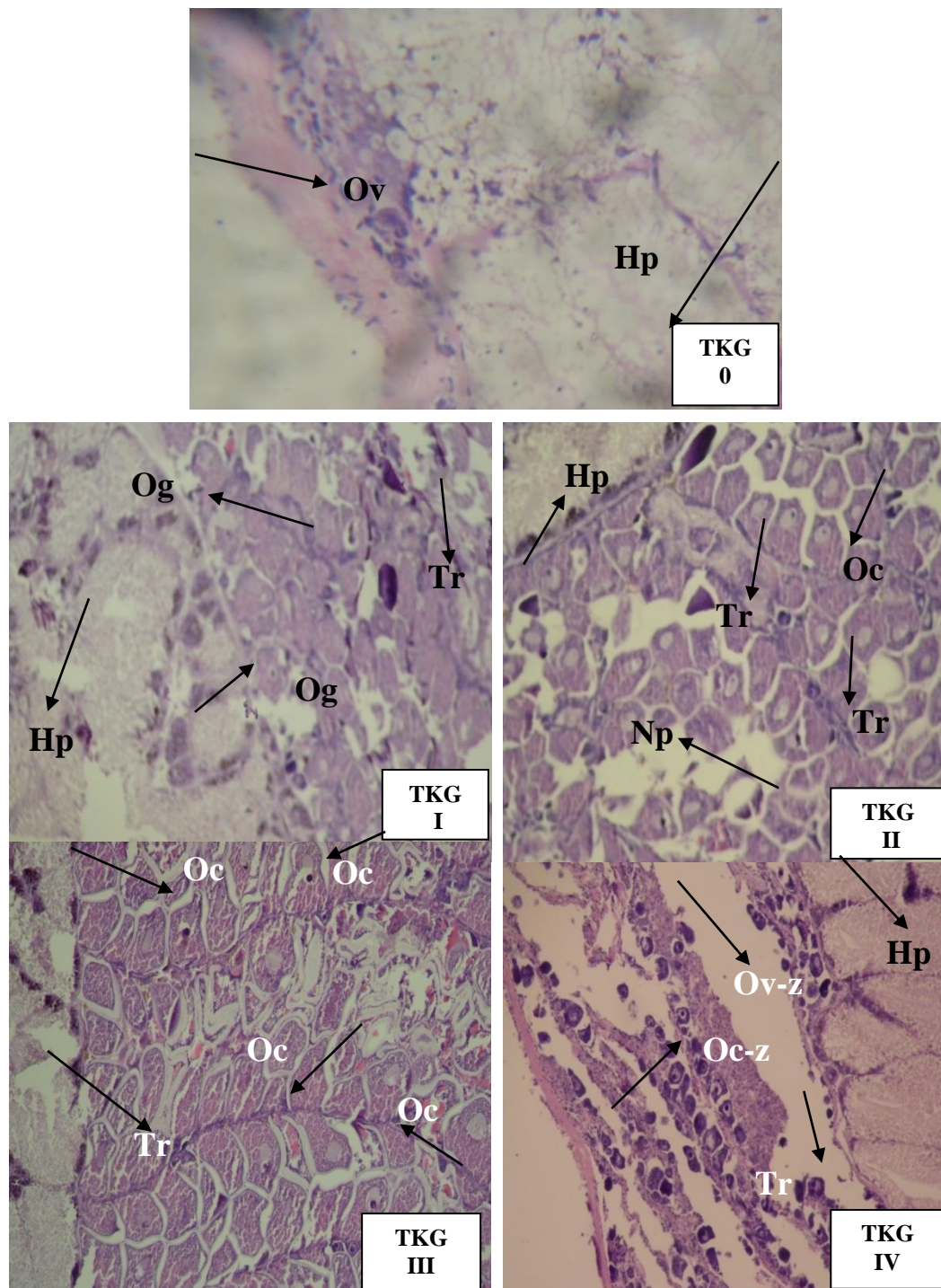
Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Hasil penelitian disajikan secara deskriptif disertai dokumentasi gambar-gambar selama pengamatan histologi di laboratorium dan penjelasan dari gambar tersebut.

Hasil dan Pembahasan

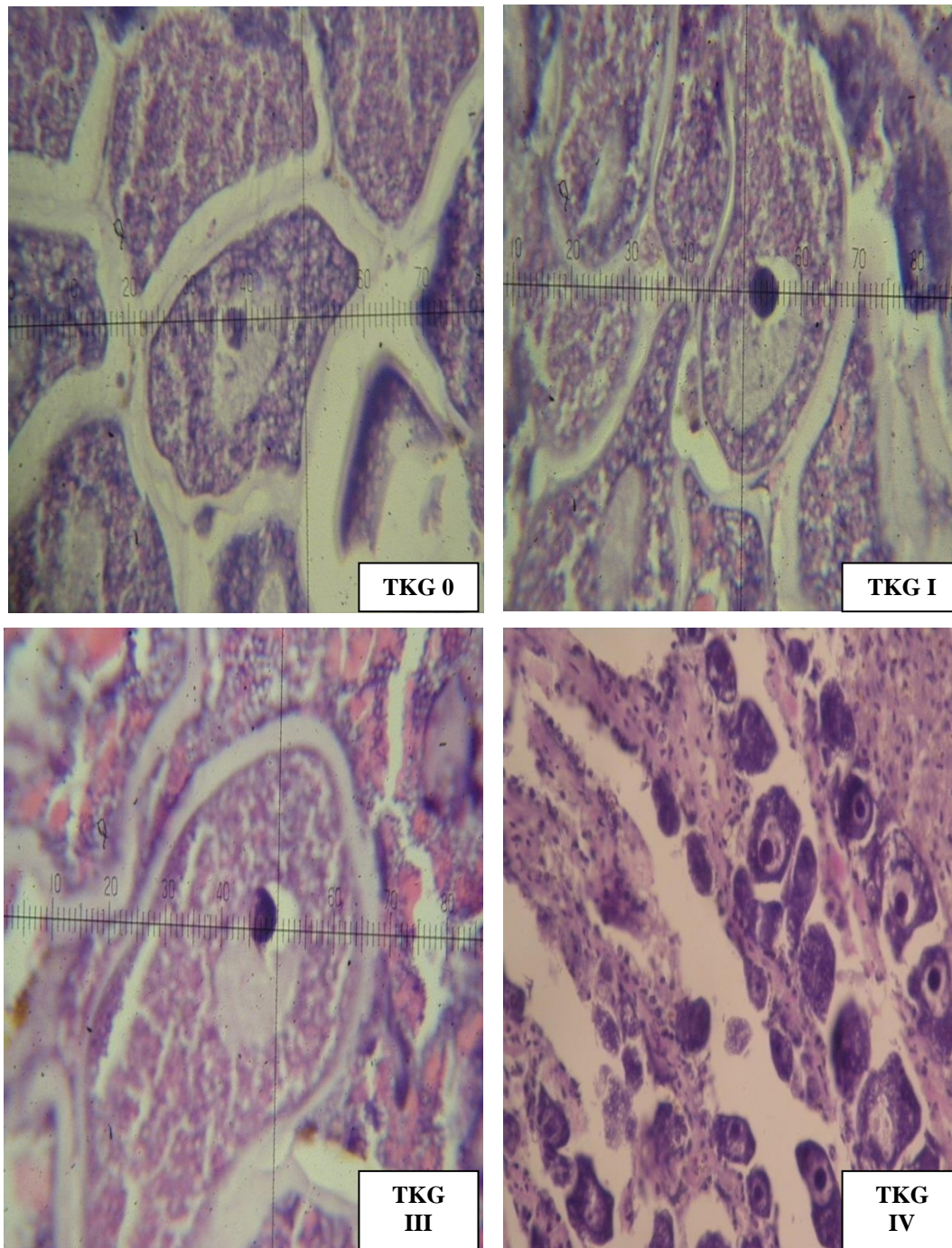
Karakter Mikroskopik Gonad. Foto histologi gonad abalon *Haliotis asinina* berdasarkan fase tingkat kematangan gonad dapat dilihat pada Gambar 1 (jantan) dan Gambar 2 (betina), sedangkan diameter telur disajikan padan Gambar 3.



Gambar 1. Foto histologi gonad abalon *Haliotis asinina* jantan berdasarkan fase tingkat kematangan gonad (perbesaran 10x10) (Hp-hepatopankreas, Ts-testis, Tb-tubules—kantong sperma yang sudah kosong)



Gambar 2. Foto histologi gonad abalon *Haliotis asinina* betina berdasarkan fase tingkat kematangan gonad (perbesaran 10x10) (Ov-ovari, Hp-hepatopankreas, Tr-trebecula, Og-oogonium, Oc-oocyte, Oc-z-sisa oosit yang mengkerut, Ov-z-ovari kosong setelah pemijahan)



Gambar 3. Foto pengukuran diameter inti telur abalon *Haliotis asinina* berdasarkan fase tingkat kematangan gonad (perbesaran 40x10)

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskop, baik keadaan sperma maupun telur, menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing fase tingkat kematangan gonad. Ukuran diameter inti telur pun menunjukkan adanya perbedaan sesuai dengan tingkat kematangan gonad sampel abalon yang digunakan. Pada TKG 0, gonad belum berkembang, diameter inti telur pada TKG I berkisar 14-19 μm , TKG II sebesar 24-33 μm , TKG III sebesar 24-26 μm , dan TKG IV sebesar 4-9 μm .

Seperti halnya nama-nama tahapan kematangan gonad secara visual, nama-nama tahapan atau proses perkembangan gonad secara histologi juga berbeda-

beda bergantung kepada penelitiannya serta kriteria yang digunakan dalam menentukan setiap tahapan tersebut.

Croft (1929) merupakan orang pertama yang melakukan studi morfologi abalon *H. Tuberculata* dan berhasil menunjukkan histologi gonad *H. Tuberculata* yang terdiri atas susunan serabut capsular dan trebacular. Studi histologi yang serupa pada spesies yang lain juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti ((Tomita, 1967; Takashima *et al.*, 1978; Boolootian *et al.*, 1962; Tutschultz dan Connell, 1981). Struktur histologi sel ovari pada abalon *H. rufescens* telah dikemukakan oleh Martin *et al.*, (1983). Dari beberapa studi tersebut diperoleh struktur organisasi gonad yang sama. Walau demikian terdapat beberapa perbedaan dalam klasifikasi *germ cell* pada proses oogenetik dan spermatogenik. Tomita (1967; 1968) mengklasifikasikan proses oogenetik ke dalam 7 tahapan (oogonium dan 6 tahapan oosit) berdasarkan ukuran telur dan penampakan histologi sedangkan untuk jantan diklasifikasikan ke dalam 4 tahapan yaitu spermatogonium, spermatosit, spermatid, dan spermatozoa. Takshima *et al.*, (1978) mengklasifikasikan proses oogenetik *H. Diversicolor diversicolor* hingga 9 tahapan (oogonium dan 6 tahapan oosit) dan 5 tahapan untuk jantan. Sementara itu, Young & DeMartini (1970) mengemukakan bahwa baik jantan maupun betina hanya memiliki 4 tahapan perkembangan gonad ditinjau dari penampakan histologi.

Pengamatan karakter mikroskopik gonad abalon dalam penelitian ini didasarkan pada Capinpin *et al.*, (1998), Sobhon *et al.*, (1999) dan Setyono (2006) yang membagi karakter gonad baik jantan maupun betina ke dalam 5 tahapan berdasarkan fase tingkat kematangan gonad yaitu fase *immature*(TKG 0), fase *proliveratif* (TKG I), fase *maturing* (TKG II), fase *ripe* (TKG III), fase *partially spawned* (TKG IV), dan fase *totally spawned* (TKG V). Namun dalam penelitian ini, pada fase *spawned* (telah memijah), hanya ada satu sampel abalon yang digunakan sehingga hanya sampai pada TKG IV. Sampel abalon yang telah memijah itu akan dilihat apakah melakukan pemijahan sebagian (*partially spawned*) atau pemijahan total (*totally spawned*). Klasifikasi *germ cell* mengikuti klasifikasi yang dikemukakan oleh Apisawetakan *et al.*, (1997) bahwa tahapan pembentukan sperma meliputi spermatogonium, primary spermatocytes, secondary spermatocytes, spermatid dan tahapan spermatozoa. Sedangkan tahapan-tahapan pembentukan telur yaitu tahapan oogonium dan 5 tahapan oocyte.

Berdasarkan data pengukuran diameter telur diperoleh diameter inti telur pada TKG I berkisar 14-19 μm , TKG II sebesar 24-33 μm , TKG III sebesar 24-26 μm , dan TKG IV sebesar 4-9 μm . Pertambahan tingkat kematangan gonad yang diamati secara visual, tidak serta merta mengindikasikan pertambahan ukuran telur menurut pengamatan secara histologi. Diameter inti pada TKG II justru sedikit lebih besar dibandingkan diameter inti pada TKG III. Banyak faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut diantaranya faktor nutrisi. Abalon yang dijadikan sampel dalam penelitian ini berasal dari alam. Di habitat aslinya, tentu abalon tersebut mendapatkan nutrisi yang berbeda-beda. Selain itu, faktor lingkungan juga mempengaruhi perkembangan telur. Litaay (2005) menyebutkan bahwa diameter dari telur moluska berhubungan erat dengan suhu dan ketersediaan makanan. Ukuran telur dan volume kantong telur, pada penetasan indikator morfologi dari kualitas telur.

Hahn, 1989; Setyono, 2004, 2005; Litaay dan De Silva (2003; dan Litaay, 2005) menyebutkan pula bahwa faktor lingkungan yang mempengaruhi kematangan gonad meliputi suhu air, kualitas air, periode panjang hari (fotoperiod), pasang surut, gelombang, suhu udara, salinitas, makanan (kualitas dan kuantitas) merupakan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan gonad dan siklus reproduksi dari gastropoda. Perkembangan gonad abalon berkorelasi positif dengan perubahan faktor lingkungan terutama temperatur (Hahn, 1989a), dan makanan atau nutrisi (Shepherd dan Steinberg, 1992; Capinpin dan Corre, 1996; Bautista-Teruel *et al.*, 2003).

Hal lain yang memungkinkan terjadinya perbedaan diameter inti telur adalah perbedaan panjang cangkang. Sampel abalon TKG II yang digunakan memiliki cangkang yang lebih panjang (79,23 mm) dengan bobot tubuh 97,24 g dan bobot gonad 11,03 g dibandingkan panjang cangkang abalon TKG III yakni 71,25 mm dengan bobot tubuh 81,37 g dan bobot gonad 10,51 g. Dengan cangkang yang panjang, memungkinkan adanya ruang yang lebih besar bagi perkembangan daging dan gonad abalon. Hal ini dapat dilihat dari hubungan panjang cangkang dan bobot tubuh abalon yang bersifat isometrik, artinya artinya penambahan panjang cangkang berbanding lurus dengan penambahan bobot tubuh atau penambahan panjang cangkang diikuti pula oleh penambahan bobot tubuh.

Levitan (1998) dalam studinya tentang korelasi antara ukuran telur dan keberhasilan fertilisasi menemukan bahwa ada korelasi positif antara ukuran telur dan ukuran induk pada gastropoda. Maguire *et al.*, (2005) mengemukakan pula bahwa ada korelasi positif antara panjang induk udang batu (*crayfish*) betina dengan jumlah dan diameter telur. Seperti halnya panjang induk, bobot tubuh induk udang batu betina pun memiliki korelasi yang positif terhadap jumlah dan diameter telur.

Dari uraian di atas, diketahui bahwa perkembangan sperma dan telur memiliki perbedaan. Seiring dengan penambahan kematangan gonad, terjadi pula penambahan volume dan ukuran telur. Sedangkan untuk sperma semakin bertambah kematangan gonad, justru bukan terjadi penambahan ukuran tetapi bentuk sperma menjadi semakin kecil dan ramping. Dari fase spermatogonium, spermatocytes, hingga fase spermatid, sel-sel pembentuk sperma berubah menjadi semakin ramping hingga akhirnya memanjang dan membentuk kepala dan ekor ketika telah terbentuk spermatozoa. Perubahan bentuk sperma yang memanjang dan menjadi lebih ramping merupakan strategi sperma dalam mengurangi gesekan ketika berenang membuahi telur. Dengan demikian semakin sedikit gaya yang dibutuhkan oleh sperma ketika mendekati telur dan sperma lebih cepat sampai kepada sasaran.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa jaringan gonad abalon jantan ditandai dengan karakter jaringan berupa serabut-serabut yang memanjang sedangkan gonad betina ditandai dengan karakter jaringan yang berbentuk bulat dan lonjong dengan inti di tengah. Pada TKG 0 gonad belum berkembang, diameter inti telur pada TKG I berkisar 14-19 μm , TKG II sebesar 24-33 μm , TKG III sebesar 24-26 μm , dan TKG IV sebesar 4-9 μm . Pertambahan tingkat kematangan gonad yang diamati secara visual, tidak serta merta mengindikasikan penambahan ukuran telur menurut pengamatan secara histologi. Faktor nutrisi dan lingkungan berpengaruh dalam proses ini. Setelah melakukan pemijahan, kondisi gonad abalon jantan dan betina mengalami perubahan yang sangat mencolok. Kondisi gonad tampak mengecil dan mengkerut, lumen gonad sebagian hancur atau rusak dengan trebeculae terlipat.

Daftar Referensi

- Apisawetakan, S., Thongkukiatkul, A., Wanichanon C., Linthong V., Kruatrachue M., Upatham E.S., Poomthong R. and Sobhon P. 1997. The Gametogenic Processes in Tropical Abalone, *Haliotis asinina* Linnaeus. *J. Sci. Soc. Thailand.* 23, 225-240.
- Capinpin, Jr. E. C., V.C. Encena, and N. C. Bayona. 1998. Studies on the Reproductive Biology of Donkey's Ear Abalone, *Haliotis asinine* Linne. *Aquaculture* 166, 141-150.
- Croft, D.R. 1929. *Haliotis*. *Liverpool Mar. Biol. Comm. Mem.* 29, 1-174.
- Effendy, I.J. 2000. Study of Early Development Stage on Donkey Ear Abalone *Haliotis asinina*. Linnaeus 1758. Institut of Aquaculture College of Fisheries University of the Philippines in the Visayas. Miag-ao, Iloilo. Philippines. 140 hal.

- Geiger, D.L. and Groves, L.T., 1999. Review of Fossil Abalone (Gastropoda: Vetigastropoda: Haliotidae) with Comparison to Recent Species. *J. Paleontol.* 73, 872-885.
- Hadijah, A. Tuwo., I. Djawad dan M. Litaay. 2010. Aspek Biologi Reproduksi Abalon Tropis *Haliotis asinina* di Perairan Kepulauan Tanakeke Sulawesi Selatan. Program Studi Ilmu Pertanian, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar. 116 hal.
- Hahn, K.O. 1989a. Gonad Reproductive Cycles. In: *Handbook of Culture of Abalone and Other Marine Gastropods*, (Hahn, K.O. ed.), CRC Press, Inc. Boca Raton, Pp. 13-39.
- Hahn, K.O. 1989d. Nutrition and Growth of Abalone. In: *Handbook of Culture of Abalone and Other Marine Gastropods*, (Hahn, K.O. ed.), CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. Pp. 135-156.
- Litaay, M. and S. S. De Silva. 2003. Spawning season, fecundity and proximate composition of the gonads of wild-caught blacklip abalone (*Haliotis rubra*) from Port Fairy waters, south eastern Australia. *Aquat. Living Resour.* 16: 353-361.
- Maliao, R.J., E.L. Webb, and K.R. Jensen. 2004. A survey of Stock of the Donkey Ear Abalone, *Haliotis asinina* L. in the Sagay Marine Reserve, Philippines: Evaluating the Effectiveness of Marine Protected Area Enforcement. *Fisheries Research*, 66: 343-353.
- Parker, D.O., Haaker, P.L., Togstad, H.A. 1992. Case Histories for Three Species of California Abalone, *Haliotis corrugata*, *H. fulgens*, and *H. cracherodii*. In: Sheperd, S.A., Tegner, M.J., Guzman del Proo, S.A. (eds) *Abalone of the World: Biology, Fisheries, and Culture*. Proc 1st Int Symposium Abalone. University Press, Cambridge, p 384-394.
- Sawatpeera, S., Upatham, E.S., Kruatrachue, M., Chitramvong, Y.P., Songchaeng, P., Pumthong, T. and Nugranad, J., 2001. Larval development in *Haliotis asinina* Linnaeus. *J. Shellfish Res.* 20, 593-601.
- Setyono, D. E. D. 2005. Abalone (*Haliotis asinina* L.) Embryonic and Larval Development. *Oseana*, 30 (1): 15-19.
- Sobhon, P., Apisawetakan, S., Chanpoo, M., Wanichanon C., Linthong V., Thongkukiattkul, A., Jarayabhand, P., Kruatrachue M., Upatham E.S., Poomthong R. 1999. Classification of Germ Cells, Reproductive Cycles and Maturation of Gonad in *Haliotis asinina* Linnaeus. *ScienceAsia* 25 (1999): 3-21.
- Takashima, F., Okuno, M., Nishimura, K., Nomura, M. 1978. Gametogenesis and Reproductive Cycle in *Haliotis diversicolor diversicolor* Reeve. *J. Tokyo Univ. Fish.* 1, 1-8.
- Thompson, W.F., A Preliminary Report on the Life-History of the Halibut. *British Columbia. Comm. Fish. Rept. for 1914*, (1915) 76-99.
- Tisna. 2008. Petunjuk Teknis Pembenuhan Abalone (*Haliotis asinina*). *Mustika Lautan Edisi 17 Juli 2008*. <http://mustikalautkidul.wordpress.com/2008/07>. Diakses tanggal 12 Desember 2008.
- Tomita, K. 1968. The Testis Maturation of the Abalone, *Haliotis discus hannai* Ino, in Rebun Island, Hokkaido, Japan. *Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Sta.* 9, 56-61.

**Hubungan Panjang - Bobot dan Faktor Kondisi Ikan Samandar
(*Siganus Canaliculatus* Park, 1797) pada Ekosistem Padang
Lamun Perairan Pulau Buntal Teluk Kotania
Kabupaten Seram Bagian Barat**

Husain Latuconsina dan Jahra Wasahua

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Darussalam,
Jln. Raya Tulehu Km. 24 Ambon 97582

*E-mail: husainlatuconsina@ymail.com

ABSTRAK

Padang Lamun merupakan salah satu habitat potensial bagi sumberdaya ikan ekonomis penting, khususnya ikan Samandar (*Siganus canaliculatus*) baik sebagai tempat pembesaran, maupun tempat pemijahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi ikan samandar pada ekosistem padang lamun perairan pulau Buntal-Teluk Kotania Kabupaten Seram Bagian Barat. Koleksi ikan menggunakan jaring insang dasar selama 3 bulan mengikuti periode bulan gelap dan terang, selama bulan Pebruari – April 2015. Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi dua stasiun dengan karakteristik habitat lamun yang berbeda dan kedekatannya dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang. Hasil penelitian menemukan sebanyak 520 individu ikan Samandar yang terdistribusi pada kedua stasiun. Stasiun I ditemukan sebanyak 282 individu, meliputi 154 jantan dan 128 individu betina, sedangkan stasiun II ditemukan 238 individu, meliputi jantan sebanyak 159 individu dan 79 individu betina. Kisaran panjang tubuh ikan jantan pada Stasiun I adalah 111,3 – 186,4 mm dengan kisaran bobot 31,3 – 82,1 g, dan betina dengan kisaran panjang 106,3 – 191,4 mm, dengan bobot 31,1 – 95,9 g. Sedangkan kisaran panjang tubuh ikan Jantan pada Stasiun II adalah 107,0 – 174,2 mm dengan bobot 31,4 – 75,8 g dan betina adalah 121,5 – 179,2 mm, dengan bobot 35,7 – 85,4 g. Hasil analisa hubungan panjang-bobot mendapatkan bahwa ikan jantan maupun betina pada kedua stasiun pengamatan memiliki pertumbuhan alometrik negatif yang berarti penambahan panjang tubuh lebih cepat dari penambahan bobot tubuhnya. Sedangkan hasil analisa korelasi menunjukkan hubungan yang kuat dan sangat kuat antara panjang dan bobot tubuh ikan jantan maupun betina pada kedua stasiun pengamatan dengan kisaran nilai r (0,708 – 0,902) yang menunjukkan semakin panjang ukuran tubuh ikan, maka akan semakin berat bobot tubuhnya. Nilai faktor kondisi ikan Samandar yang ditemukan pada lokasi penelitian bervariasi baik jantan maupun betina, dan meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran panjang total (TL) ikan.

Kata Kunci : Ikan Samandar (*Siganus canaliculatus*), Hubungan Panjang-Bobot, Faktor Kondisi, Perairan Pulau Buntal-Teluk Kotania, Seram Barat-Maluku

Pendahuluan

Padang lamun memiliki berbagai peranan dalam kehidupan ikan, sebagai daerah asuhan (*nursery ground*), sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*) dan perlindungan. Untuk lamunnya sendiri dapat menjadi makanan langsung ikan. Salah satu ikan ekonomis penting yang berasosiasi dengan padang lamun adalah ikan Baronang/Samandar (*Siganus canaliculatus*) yang memanfaatkan ekosistem padang lamun sebagai daerah asuhan, pembesaran dan tempat mencari makanan (Latuconsina *et al.* 2013; Latuconsina *et al.* 2014). *S. canaliculatus* tersebar pada ekosistem perairan laut dangkal dan berasosiasi dengan terumbu karang, padang lamun dengan asosiasi alga dan estuaria yang ditumbuhi mangrove (Kuitert & Tonzuka, 2001; Allen & Erdmann, 2012; Latuconsina, 2014).

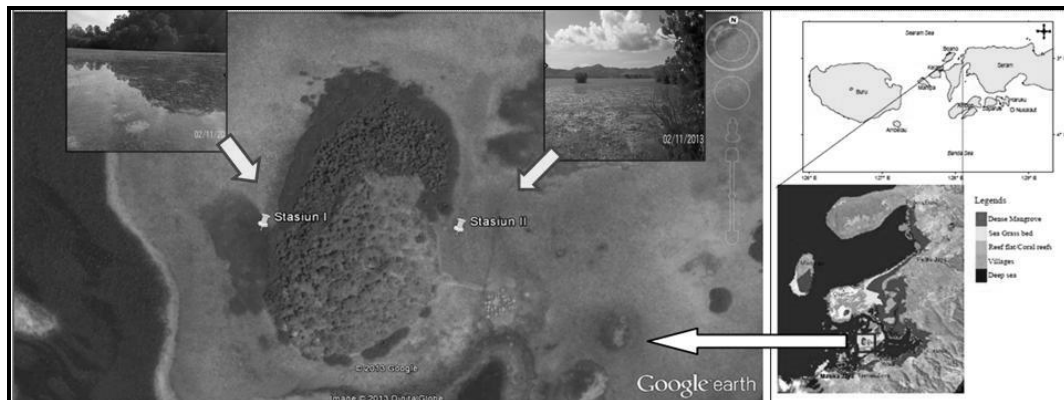
Perairan Pulau Buntal Teluk Kotania Seram Bagian Barat memiliki perairan yang khas karena ditemukan padang lamun yang luas mengelilingi pulau dan diapit oleh mangrove dan terumbu karang. Latuconsina *et al.* (2013) dan Latuconsina (2014) menemukan kelimpahan ikan Samandar yang lebih tinggi pada habitat dengan tingkat kerapatan dan keragaman vegetasi lamun yang tinggi

yang juga mempengaruhi keragaman makanan yang ditemukan pada isi lambungnya. Sementara Latuconsina *et al* (2014); Latuconsina dan Aidy (2015); Latuconsina *et al* (2015), menemukan adanya keterkaitan antara keragaman komunitas ikan dengan karakteristik habitat lamun yang dipengaruhi oleh kedekatannya dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang, dengan kelimpahan ikan yang tertinggi adalah ikan Samandar (*S.canaliculatus*) pada ekosistem padang lamun perairan pulau Buntal-Teluk Kotania Kabupaten Seram Bagian Barat-Maluku.

Untuk mengetahui secara mendalam keterkaitan ikan samandar dengan habitat lamun yang berbeda yang terkait dengan pertumbuhan dan perkembangannya, maka perlu dilakukan kajian aspek biologi khususnya hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi ikan Samandar (*Siganus canaliculatus*) di perairan pulau Buntal Teluk Kotania Seram Bagian Barat sehingga menjadi informasi penting dalam upaya pengelolaan untuk pemanfaatan ikan Samandar secara berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat. Penelitian dilakukan selama 3 bulan pada bulan Pebruari - April 2015, di perairan Pulau Buntal – Teluk Kotania Kabupaten Seram Bagian Barat (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian pada ekosistem padang lamun di perairan Pulau Buntal – Teluk Kotania Seram Bagian Barat-Maluku.

Lokasi penelitian dibagi menjadi dua stasiun pengamatan yang ditentukan berdasarkan perbedaan karakteristik habitat lamun meliputi kepadatan vegetasi dan kedekatannya dengan ekosistem mangrove maupun terumbu karang, yaitu :

Stasiun I : terletak pada posisi $3^{\circ} 3'19.15''$ LS - $128^{\circ} 4'56.99''$ BT, dengan yang ditumbuhi 5 vegetasi lamun dan didominasi oleh *Tahalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides*, ditemukan juga vegetasi mangrove yang cukup padat dan terumbu karang yang mengapit padang lamun.

Satsiun II : terletak pada posisi $3^{\circ} 3'19.58''$ LS - $128^{\circ} 4'44.80''$ BT yang ditumbuhi 5 vegetasi lamun dan didominasi oleh *Tahalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* vegetasi lamun dengan kepadatan yang lebih rendah dibandingkan stasiun I, dan ditemukan vegetasi mangrove namun tidak terlalu padat

Prosedur. Ikan dikoleksi menggunakan jaring insang dasar (mesh size 2 inchi) yang diletakan melingkari areal padang lamun saat pasang bergerak surut. Pengamatan dilakukan dua kali setiap bulan mewakili periode bulan gelap dan bulan terang. Ikan yang tertangkap dihitung jumlah, diukur panjang total (mm) dan ditimbang beratnya (g).Selanjutnya ikan dibedah untuk menentukan jenis kelamin dan pengambilan gonadnya. Jenis kelamin dan perkembangan gonad ditentukan dengan mengamati warna dan bentuk gonad secara morfologi dengan

mengacu kepada klasifikasi TKG berdasarkan metode Cassie yang telah dimodifikasi (Effendie, 1979).

Analisis Data.

Hubungan Panjang-Bobot. Hubungan panjang - bobot ikan Samandar (*Siganus canaliculatus*) dianalisis berdasarkan jenis kelamin pada setiap satasiun pengamatan (Setyobudiandy *et al*, 2009), dengan persamaan :

$$W = a \cdot L^b \quad (1)$$

yang dapat ditransformasikan ke dalam logaritma dengan persamaan linear

$$\log W = \log a + b \log L \quad (2)$$

Keterangan : W = bobot tubuh ikan (g) ;L = Panjang tubuh ikan (mm) ;
a = Konstanta (intersep), b = Eksponen pertumbuhan (koefisien regresi)

Setelah ditransformasikan kedalam bentuk logaritma, maka untuk mendapatkan nilai a dan b menggunakan metode kuadrat terkecil (Dias *et al* 1972 dalam Andy Omar, 2009), sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum \log W)(\sum \log^2 L) - (\sum \log L)(\sum \log L \times \log W)}{N(\sum \log^2 L) - (\sum \log L)^2} \quad \text{dan} \quad (3)$$

$$b = \frac{N(\sum \log L \times \log W) - (\sum \log L)(\sum \log W)}{N(\sum \log^2 L) - (\sum \log L)^2}$$

Jika nilai **b** = 3 maka pertumbuhan tergolong *isometric* yang artinya penambahan panjang dan bobot tubuh seimbang. Sedangkan jika nilai **b**<3 maka pertumbuhan disebut *allometrik*negatif dimana penambahan bobot tidak secepat pertambahan panjangnya, sedangkan jika nilai **b** > 3, maka disebut alometrik positif, dimana penambahan panjang tidak secepat pertambahan beratnya (Setyobudiandy *et al*, 2009). Untuk menguji apakah nilai **b** sama atau tidak dengan 3 maka diuji menggunakan uji-t Walpole (1982) dalam Setyobudiandy *et al*, (2009) dan Andy Omar, (2009).

Faktor Kondisi. Faktor kondisi ini menunjukkan keadaan baik dari ikan dilihat dari segi kapasitas fisik untuk survival dan reproduksi. Untuk mencari harga K dalam perhitungan digunakan rumus(Effendie ,2002)

$$K = \frac{W}{L^3} \times 10^5 \quad (4)$$

Keterangan:W=bobot rerata ikan yang sebenarnya dalam satu kelas,
L=panjang rerata ikan pada kelas tersebut

Harga K itu berkisar antara 2 – 4 apabila badan ikan itu agak pipih , Ikan-ikan yang badannya kurang pipih itu berkisar antara 1 – 3. Jika pertumbuhan ikan *Alometrik*, maka faktor kondisi dihitung dengan menggunakan faktor kondisi relatif. Persamaan faktor kondisi relatif menurut Le Cren (1951) dalam Andy Omar (2013), yaitu :

$$PI_n = \frac{Wb}{aL^b} \text{ atau } PI_n = \frac{Wb}{W^*} \quad (5)$$

Keterangan : Wb = bobot ikan hasil pengamatan (g)a**L**^b = hubungan panjang-bobot yang diperoleh W* = bobot tubuh ikan dugaan (g). Perhitungan panjang-bobot dan faktor kondisi selanjutnya dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk grafik dengan menggunakan Microsoft exel.

Hasil dan Pembahasan

Jumlah Ikan Contoh. Hasil penelitian menemukan sebanyak 520 individu ikan Samandar yang terdistribusi pada kedua stasiun. Stasiun I ditemukan 282 individu, meliputi 154 jantan dan 128 individu betina, sedangkan pada stasiun II ditemukan 238 individu (Tabel 1), meliputi jantan 159 individu dan 79.

Tabel 1. Jumlah, Kisaran panjang dan Bobot ikan Samandar (*S.canaliculatus*) pada lokasi penelitian

Stasiun Pengamatan	Jenis Kelamin	Σ sampel (ekor)	Ukuran Panjang (mm)		Ukuran Bobot (g)	
			Kisaran	Mean ± SE	Kisaran	Mean ± SE
Stasiun I	Jantan	154	111,3 – 186,4	147,9 ± 14,5	31,3 – 82,1	51,1 ± 9,1
	Betina	128	106,3 – 191,4	145,2 ± 13,6	31,1 – 103,3	56,7 ± 11,2
Stasiun II	Jantan	159	107,0 – 174,2	142,6 ± 12,4	31,4 – 75,8	47,9 ± 7,3
	Betina	79	121,5 – 179,2	148,8 ± 11,9	35,7 – 85,4	52,1 ± 8,9

Tabel 1, menunjukkan bahwa jumlah dan variasi ukuran ikan jantan lebih besar dibandingkan ikan betina pada kedua stasiun pengamatan, sebaliknya variasi ukuran bobot tubuh lebih tinggi pada ikan betina. Kisaran ukuran panjang (TL) ikan Samandar (*S.canaliculatus*) yang didapatkan ini relatif berukuran kecil jika dibandingkan temuan Jalil *et al* (2001) di perairan kecamatan Bua Kabupaten Luwu-Sulawesi Selatan yang menemukan *S.canaliculatus* berukuran kecil (62-115 mm), sedang (116-168 mm) sampai berukuran besar (169 - 220 mm), Anand & Reddy (2012), di Teluk Mannar India Selatan dengan kisaran panjang tubuh (TL) adalah 82 – 245 mm, hal yang sama ditemukan oleh Al-Marzouqi *et al.* 2009 di di perairan pantai Oman-laut Arab dengan kisaran 170 – 380 mm.

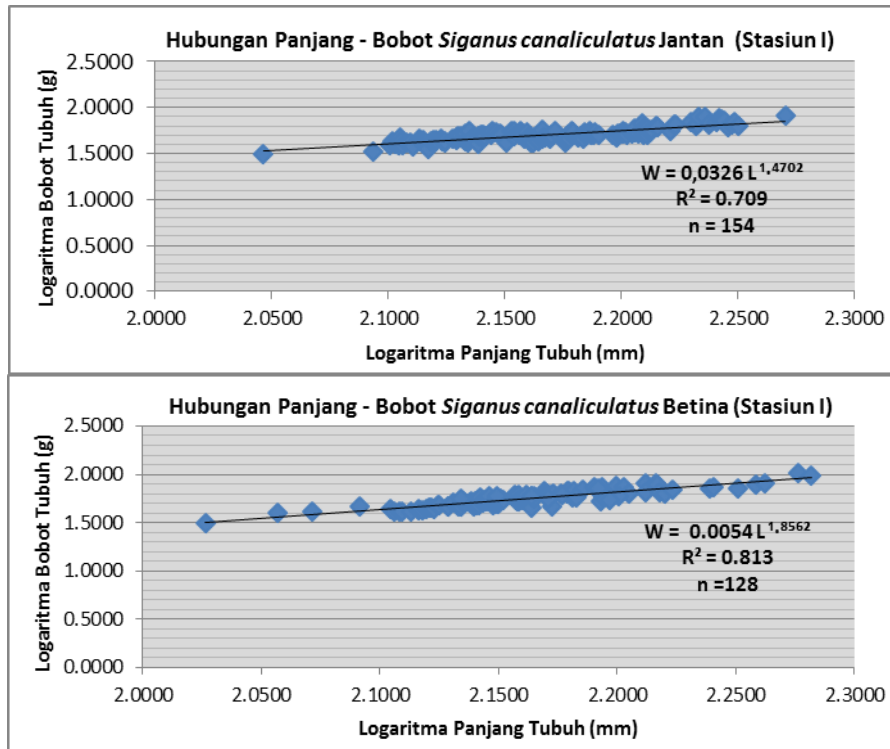
Total jumlah ikan Samandar (*S.canaliculatus*) yang tertangkap pada perairan pulau Buntal-Teluk Kotania hanya 7,5% dengan TKG III - IV kisaran panjang (TL) 143,4-186,4 (155,56 ± 11,61) untuk jantan, dan untuk betina kisaran panjang (TL) 143,4-186,4 (160,59 ± 11,75). Berdasarkan perbandingan kisaran ukuran ikan *S.canaliculatus* pada berbagai penelitian, menunjukkan bahwa ikan Samandar (*S.canaliculatus*) pada perairan pulau Buntal-Teluk Kotania 92,5 % berukuran lebih kecil sampai sedang. Meskipun demikian menurut Alcalá & Alcazar (1979) *Siganus canaliculatus* mulai mencapai kematangan gonad pada ukuran panjang tubuh 10,6 cm (106 mm) (TL) untuk ikan jantan, dan untuk ikan betina mencapai kematangan gonad pada ukuran panjang standar 11,6 cm (116 mm).

Fenomena ini menunjukkan bahwa tingkat eksploitasi yang semakin tinggi terhadap ikan Samandar (*S.canaliculatus*) pada perairan pulau Buntal, dimana menurut Widodo & Suadi (2006) bahwa gejala *overfishing* dapat dilihat dari semakin menurunnya jumlah hasil tangkapan per upaya penangkapan (CPUE) dan semakin kecilnya ikan target yang tertangkap.

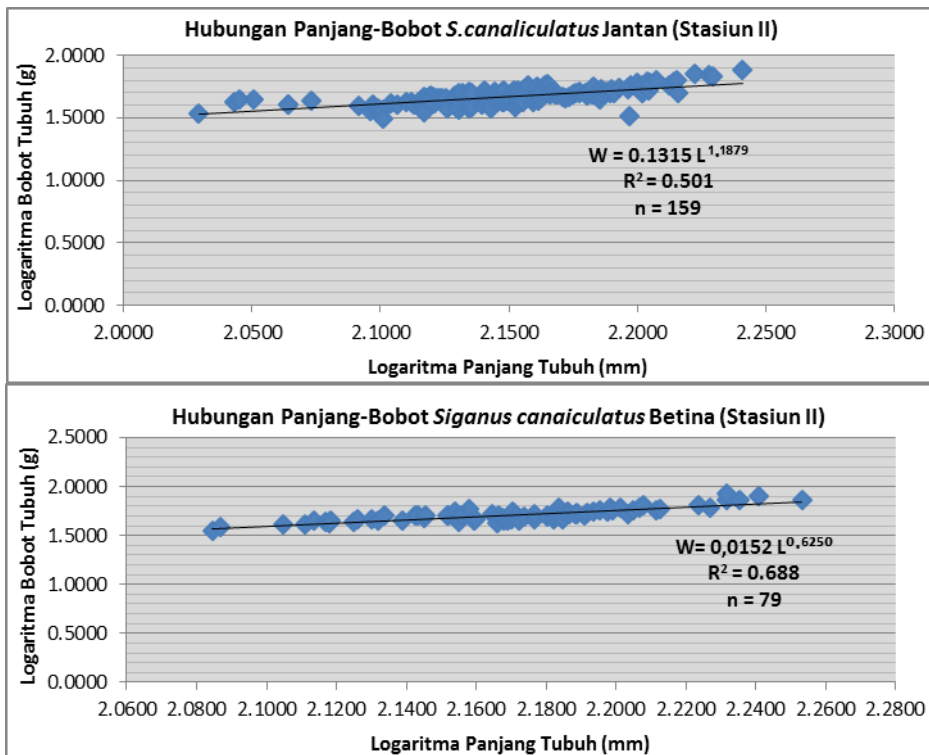
Hubungan Panjang – Bobot. Hasil analisis hubungan panjang - bobot ikan samandar (*S.canaliculatus*) pada stasiun I (Gambar 2).

Hasil analisa hubungan panjang-bobot ikan Samandar (*S.canaliculatus*) pada stasiun I (Gambar 2), berdasarkan uji-t, ikan jantan mempunyai koefisien regresi ($b < 3$), dimana nilai t-hitung lebih besar dari t-tabel baik ikan jantan maupun betina yang berarti pola pertumbuhannya *allometrik negatif*.

Grafik hubungan panjang bobot ikan Samandar (*Siganus canaliculatus*) jantan maupun betina pada stasiun II di ekosistem padang lamun perairan pulau Buntal seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Grafik hubungan panjang-bobot ikan Samandar (*S.canaliculatus*) jantan dan betina (Stasiun I) pada ekosistem padang lamun perairan pulau Buntal-Teluk Kotania Seram Bagian Barat



Gambar 3. Grafik hubungan panjang-bobot ikan Samandar (*S.canaliculatus*) jantan dan betina (Stasiun II) pada ekosistem padang lamun perairan pulau Buntal-Teluk Kotania, Seram Bagian Barat.

Hasil analisa hubungan panjang-bobot ikan Samandar (*S.canaliculatus*) pada stasiun II (Gambar 3). Berdasarkan uji-t terhadap nilai koefisien regresi ($b < 3$), dimana nilai t-hitung lebih besar dari t-tabel baik ikan jantan maupun betina, yang berarti pola pertumbuhannya adalah *allometrik negatif*.

Bobot ikan secara eksponensial berhubungan erat dengan panjangnya, sebagaimana terlihat pada persamaan linier pada Tabel 2, yang menunjukkan bahwa ikan Samandar (*S.canaliculatus*) jantan maupun betina pada kedua stasiun pengamatan memiliki pola pertumbuhan *allometrik negatif* dengan nilai ($b < 3$). Menurut Froese *et al*, (2011), ikan yang memiliki nilai ($b < 3$) memiliki pola pertumbuhan *allometrik negatif* yang artinya penambahan bobot lebih lambat dibandingkan penambahan panjangnya.

Hasil kajian ini berbeda dengan temuan Al-Ghais (1993) pada perairan selatan Teluk Arab sejak tahun 1988 – 1990 menemukan nilai b berkisar antara 2,647 – 3,094 untuk ikan betina dan 2,843 – 2,987 ($b=3$). Al-Marzouqi *et al*. (2009) juga menemukan pola pertumbuhan isometrik pada *S.canaliculatus* di perairan pantai Oman-Laut Arab dengan persamaan $-4.0395 + 2.6736 \log L$ untuk jantan, dan untuk betina $-4.3544 + 2.8048 \log L$ dan kisaran panjang total (TL) dengan nilai ($b=3$). Anand & Reddy (2012) di Teluk Mannar India Selatan, juga menemukan pola pertumbuhan *S.canaliculatus* jantan dan betina adalah isometrik ($b=3$) dengan persamaan $-5.0218 + 3.0304 \log L$ untuk ikan jantan dan untuk ikan betina $-5.8008 + 3.3990 \log L$, yang artinya bahwa penambahan bobot tubuh *S.canaliculatus* lebih cepat dibandingkan penambahan panjangnya.

Perbedaan nilai koefisien regresi (b) hubungan panjang-bobot ikan Samandar (*S.canaliculatus*) yang didapatkan pada perairan pulau Buntal-Teluk Kotania dengan lokasi lainnya, diduga berkaitan dengan faktor lingkungan. Menurut Bluweis (1978) dalam Tresnati (2001) bahwa hubungan parameter panjang-bobot menggambarkan beberapa fenomena ekologis yang dialami suatu organisme dalam daur hidupnya, misalnya hubungan alometrik dan isometrik dapat saja berubah dari suatu populasi akibat faktor lingkungan yang berbeda. Selain itu, pola pertumbuhan alometrik negatif yang didapatkan diduga karena sebagian besar ikan yang didapatkan masuk kategori ikan yang berukuran sedang jika merujuk pada kriteria Jalil *et al* (2001) dengan kisaran panjang tubuh (116–168 mm), sehingga masih dalam tahapan pertumbuhan panjang dibandingkan penambahan bobotnya.

Tabel 2. Hubungan Panjang – Bobot Ikan Samandar (*S.canaliculatus*) pada Ekosistem padang lamun Perairan Pulau Buntal-Teluk Kotania

Stasiun Pengamatan	Jenis Kelamin	Jumlah Sampel (ekor)	Persamaan Linier	Koefisien Korelasi (r)
Stasiun I	Jantan	154	$\log W = -1,486 + 1,470 \log L$	0,8420
	Betina	128	$\log W = - 2,264 + 1,856 \log L$	0,9017
Stasiun II	Jantan	159	$\log W = - 0,881 + 1,187 \log L$	0,7078
	Betina	79	$\log W = - 1,816 + 1,625 \log L$	0,8295

Berdasarkan Tabel 2, pada persamaan hubungan panjang – bobot ikan Samandar (*S.canaliculatus*) memperlihatkan adanya perbedaan nilai b antara jantan dan betina dan antar stasiun pengamatan, untuk ikan jantan maupun betina pada stasiun I memiliki nilai b yang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun II. Diduga kompleksitas habitat padang lamun yang diapit oleh mangrove dan terumbu karang pada stasiun I mampu berkontribusi terhadap ketersediaan makanan sehingga mempengaruhi pertumbuhan ikan Samandar yang lebih baik dibandingkan pada stasiun II dengan habitat lamun yang hanya berdekatan dengan mangrove, hal ini juga dibuktikan dengan variasi ukuran tubuh (panjang dan bobot) ikan Samandar jantan maupun betina pada stasiun I yang lebih tinggi dibandingkan stasiun II (Tabel 1) sehingga mempengaruhi nilai b. Menurut Effendie (2002), pengaruh ukuran panjang dan bobot tubuh ikan sangat besar

terhadap nilai b sehingga secara tidak langsung faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ukuran tubuh ikan akan mempengaruhi pola variasi nilai b .

Sementara itu, nilai koefisien korelasi (r) hubungan panjang-bobot tubuh ikan Samandar (*S.canaliculatus*) pada stasiun I untuk ikan jantan sebesar 0,8420, dan betina sebesar 0,9017 dan untuk pada stasiun II untuk ikan jantan sebesar 0,7078 dan betina sebesar 0,8295 (Tabel 2). Dengan nilai r pada stasiun I untuk ikan jantan maupun betina yang lebih kuat korelasinya dibandingkan dengan stasiun II. Jayasankar (1990) pada perairan Teluk Mannar-India juga mendapatkan korelasi panjang-bobot *Siganus canaliculatus* jantan sebesar 0,9856 dan untuk betina sebesar 0,9389, begitu pula temuan Al-Ghais yang menemukan kisaran nilai korelasi (r) untuk ikan jantan (0,97 – 0,99) dan betina (0,95 – 0,99) yang menunjukkan korelasi yang sangat kuat. Nilai korelasi yang sangat kuat panjang dan bobot tubuhnya, yang artinya bahwa semakin panjang bobot tubuh maka akan semakin besar bobot tubuhnya.

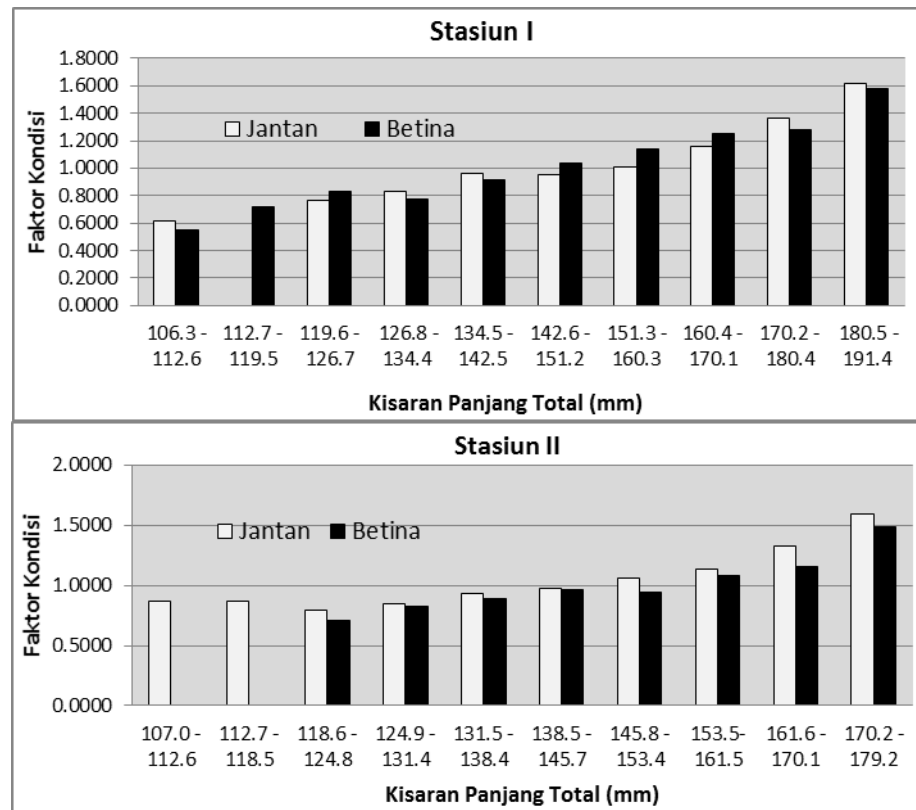
Faktor Kondisi. Hasil analisis faktor kondisi pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata nilai faktor kondisi ikan Samandar (*S.canaliculatus*) baik jantan maupun betina pada kedua stasiun pengamatan di ekosistem padang lamun perairan pulau Buntal-Teluk Kotania memiliki tubuh yang kurang pipih. Menurut Lagler (1961) dalam Effendie (1978) bahwa ikan-ikan yang mempunyai faktor kondisinya berkisar antara 1-3 menunjukkan tubuh ikan yang kurang pipih.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan adanya variasi nilai faktor kondisi baik pada ikan jantan maupun betina pada kedua stasiun pengamatan. Dimana nilai faktor kondisi ikan Samandar (*S.canaliculatus*) betina lebih besar dibandingkan jantan pada kedua stasiun pengamatan. Menurut Effendie (2002), bahwa fluktuasi faktor kondisi pada ikan tidak hanya dipengaruhi oleh bobot gonad tetapi juga oleh aktivitas selama pematangan gonad dan pemijahan.

Tabel 3. Nilai Rata-rata Faktor kondisi ikan Samandar (*S.canaliculatus*) berdasarkan ukuran panjang total (mm) pada setiap stasiun pengamatan di perairan Pulau Buntal-Teluk Kotania.

Kisaran Panjang	Stasiun I				Stasiun II				
	Jantan		Betina		Jantan		Betina		
	N	Faktor Kondisi	n	Faktor Kondisi	n	Faktor Kondisi	n	Faktor Kondisi	
106.3 - 112.6	1	0,6129	1	0,5540	107.0 - 112.6	4	0,8727 ± 0,1006	0	
112.7 - 119.5	0		2	0,7186 ± 0,0175	112.7 - 118.5	3	0,8713 ± 0,0361	0	
119.6 - 126.7	3	0,7614 ± 0,1000	3	0,8319	118.6 - 124.8	2	0,7909 ± 0,0504	2	0,7118 ± 0,0341
126.8 - 134.4	25	0,8313 ± 0,0554	15	0,7733 ± 0,0389	124.9 - 131.4	16	0,8527 ± 0,0832	6	0,8306 ± 0,0386
134.5 - 142.5	32	0,9577 ± 0,0796	42	0,9129 ± 0,0618	131.5 - 138.4	32	0,9301 ± 0,0909	6	0,8938 ± 0,0485
142.6 - 151.2	34	0,9509 ± 0,0880	34	1,0383 ± 0,0925	138.5 - 145.7	42	0,9766 ± 0,0944	14	0,9644 ± 0,0762
151.3 - 160.3	25	1,0128 ± 0,0475	16	1,1395 ± 0,1344	145.8 - 153.4	30	1,0560 ± 0,0728	25	0,9465 ± 0,0777
160.4 - 170.1	19	1,1572 ± 0,1149	8	1,2499 ± 0,1410	153.5 - 161.5	21	1,1305 ± 0,1339	17	1,0786 ± 0,0766
170.2 - 180.4	14	1,3653 ± 0,1149	3	1,2840 ± 0,0304	161.6 - 170.1	7	1,3261 ± 0,1593	4	1,1592 ± 0,0589
180.5 - 191.4	1	1,6180	4	1,5814 ± 0,2174	170.2 - 179.2	1	1,5901	5	1,4894 ± 0,1042
	154		128			158		79	

Menurut Lagler (1961) dalam Effendi (1978) Faktor kondisi adalah keadaan yang menyatakan kemontokan ikan, yang didapatkan melalui perhitungan berdasarkan panjang dan bobot ikan, selanjutnya menurut Setyobudiani *et al* (2009) bahwa Fekunditas merupakan metode yang digunakan untuk melihat hubungan antara kemontokan ikan dengan sumberdaya makanan dan habitatnya. Faktor kondisi ini menunjukkan keadaan baik dari ikandilihat dari kapasitas fisik untuk survival dan reproduksi. Nilai rata-rata faktor kondisi ikan Samandar pada kedua stasiun pengamatan (Gambar 4).



Gambar 4. Rerata Faktor Kondisi Ikan Samandar (*S.canaliculatus*) Jantan dan Betina pada masing-masing stasiun pengamatan di ekosistem padang lamun perairan pulau Buntal – Teluk Kotania.

Berdasarkan Gambar 4, nilai faktor kondisi yang diperoleh selama penelitian menunjukkan peningkatan seiring dengan meningkatnya ukuran panjang total ikan Samandar. Nilai faktor kondisi menurut Effendie (1979) dipengaruhi oleh jenis kelamin, selain itu menurut Effendie (2002) nilai faktor kondisi juga bergantung pada jumlah organisme yang ada di dalam suatu perairan, ketersediaan makanan di dalam perairan tersebut, dan kondisi lingkungan perairan itu sendiri, lebih lanjut dikatakan bahwa nilai faktor kondisi akan meningkat pada saat gonad ikan terisi oleh sel-sel kelamin dan akan mencapai nilai terbesar sesaat sebelum terjadi pemijahan.

Kesimpulan

Ikan Samandar (*Siganus canaliculatus*) yang ditemukan pada lokasi penelitian baik jantan maupun betina memiliki pola pertumbuhan alometrik negatif, dimana penambahan bobot ikan lebih lambat dibandingkan penambahan panjangnya.

Nilai faktor kondisi ikan Samandar (*Siganus canaliculatus*) yang ditemukan pada lokasi penelitian baik jantan maupun betina yang diperoleh selama penelitian meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran panjang total ikan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DP2M) -Dirjen DIKTI Kementerian Pendidikan Tinggi dan Riset, atas dukungan penelitian melalui Dana Penelitian Hibah Bersaing No.DIPA-023.04.1.673453/2015, tanggal 14 November 2014, beserta semua pihak yang membantu pelaksanaan dan kelancaran penelitian ini.

Daftar Referensi

- Alcala AC, Alcazar SN. 1979. Study on gonad morphology, oocyte development, gonad index, and fecundity in the rabbitfish *Siganus canaliculatus*(Park). *Silliman J.*, 26 (2&3): 147-162.
- Allen GR & Erdmann MV. 2012. Reef fishes of the East Indies. Volume I-III. Tropical Reef Research, Perth, Australia. 1292 pp.
- Al-Ghais, SM. 1993. Some aspects of the biology of *Siganus canaliculatus* in the Southern Arabian Gulf. *Bulletin of Marine Science*, 52(3): 886-897.
- Al-Marzouqi, A., A. Al-Nahdi, N. Jayabalan and S. Al-Habsi. 2009. Stomach contents and length weight relationship of the white-spotted rabbitfish *Siganus canaliculatus*(Park, 1797) from the Arabian Sea coast of Oman. *J. of the Marine Biological Association of India*. 51(2): 211-216.
- Anand.M., and PSR. Reddy. 2012. Length-weight relationship of the whitespotted rabbitfish *Siganus canaliculatus*(Park, 1797) from Gulf of Mannar, south India. *Journal of the Marine Biological Association of India* Vol. 54, No.1: 91-94.
- Andy Omar SB. 2009. Modul Praktikum Biologi Perikanan. Jurusan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Andy Omar SB. 2013. Hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi ikan Tawes, *Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1849) di perairan Danau Sidenreng, Sulawesi Selatan. In: Simanjuntak CPH (eds.). *Prosiding SEMNAS Ikan VII. Masyarakat Iktiologi Indonesia*. pp.327-337.
- Effendie, MI. 1978. Biologi Perikanan. Bagian I Studi Natural History. Fakultas Perikanan. Bobor Effendie, MI. 1979. Metode Biologi Perikanan. Penerbit Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 P.
- Effendie, MI. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pusataka Nusantara. Yogyakarta.
- Jalil., A. Mallawa dan S.A. Ali. 2001. Biologi Populasi Ikan Baronang Lingkis (*S. canaliculatus*) di perairan Kecamatan Bua Kabupaten Luwu. *Sci&tech*, Vol 2 No. 2: 1-13.
- Jayasankar, P. 1990. Some aspect of biology of the white-spotted spine-foot, *Siganus canaliculatus* (Park, 1797) from Gulf of Mannar. *Indian J. Fish.*, 37 (1): 9 -14.
- Kuiter, R.H. & T. Tonozuka. 2001. Indonesia Reef Fishes. Psrt 3. Jawfishes-Sunfishes. Zoonetic, Melbourne. Australia. 123 pp.
- Latuconsina H, R. Ambo-Rappe, & MN. Nessa, 2013. Asosiasi ikan baronang (*Siganus canaliculatus* Park, 1797) pada ekosistem padang lamun perairan Teluk Ambon Dalam. In: Simanjuntak CPH (eds.). *Prosiding SEMNAS Ikan VII. Masyarakat Iktiologi Indonesia*. pp. 123-137.
- Latuconsina, H., A.R. Lestaluhu dan M.A. Al'aidi. 2014. Sebaran Spasio Temporal Komunitas Ikan padang lamun Perairan Pulau Buntal-Teluk Kotania Kabupaten Seram Bagian Barat. Dalam *Atmadipoera et al* (eds.). *Prosiding PIT-ISOI IX*. pp. 280-295. Jakarta.
- Latuconsina. 2014. Peranan Ekosistem Padang Lamun Perairan Tanjung Tiram – Teluk Ambon Dalam Sebagai Habitat Sumberdaya Ikan Potensial. dalam Andy Omar et al (eds.). *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan I*, Universitas Hasanuddin, Makassar. pp. MSP-07.
- Latuconsina, H dan M.A. Aidy. 2015. Inventarisasi Potensi Sumberdaya Ikan Padang Lamun Perairan Pulau Buntal – Teluk Kotania Kabupaten Seram Bagian Barat Sebagai Dasar Pengelolaan Perikanan Berbasis Ekosistem. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VIII. Masyarakat Iktiologi Indonesia IV*, Bogor 3-4 Juni 2014. (Inpress).
- Latuconsina, H., M.H. Sangadji dan Naudin. 2015. Variabilitas Harian Ikan padang lamun Terkait Keberadaan Mangrove dan Terumbu Karang di perairan Pulau Buntal-Teluk Kotania Kabupaten Seram Bagian Barat. *Prosiding Pertemuan Iliah Tahunan (PIT) X Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI)*, Balikpapan 17-18 November 2014. (Inpress).
- Setyobudiandi I, Sulistiono, Yulianda F, Kusmana C, Hariyadi S, Damar A, Sembiring A, Bahtiar. 2009. Sampling dan analisis data perikanan dan kelautan; terapan metode pengambilan contoh di wilayah pesisir dan laut. *FPIK IPB*. Bogor. 312 pp.
- Tresnati, J. 2001. Kajian aspek biologi ikan sebelah langkau (*Psettodes erumei*) di perairan Kepulauan Spermonde Sulawesi Selatan. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar. 109 p.
- Widodo, J dan Suadi. 2006. Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Laut. Penerbit; Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 250 p.

Keragaman Genetik Ikan Beseng-Beseng (*Telmatherina ladiges*) dari Sulawesi Selatan

Jayadi¹, Andi Tamsil¹, dan St Hadijah²

¹Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo Km 5. Makassar, 90231

²Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo Km 5. Makassar, 90231

*email: jayadi_fatrial@yahoo.com

ABSTRAK

Ikan beseng-beseng atau ikan rainbow Sulawesi (*Telmatherina ladiges*) merupakan ikan hias asli air tawar di Sulawesi Selatan, termasuk ikan endemik dan mempunyai nilai ekonomis penting di Indonesia. Memiliki tingkat eksploitasi yang tinggi menyebabkan ikan ini sudah termasuk dalam kategori terancam punah dalam sejak IUCN 1996. Menurunnya populasi *T.ladiges* akan menyebabkan variasi genetik akan berubah pada masa selanjutnya yang mengarah terjadinya silang dalam. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka perlu dilakukan usaha pengelolaan yang bertanggung jawab seperti restocking, domestikasi, dan pembenihan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi genetik populasi ikan beseng-beseng di Sulawesi Selatan. Pengambilan sampel dilakukan di Kabupaten Maros (Sungai Bantimurung dan S.Abalu), Bone (S.Sawae), Soppeng (S.Asanae) dan Pangkep (S.Gowa Lorong dan S.Jennae). Metode analisis variasi genetik menggunakan *Random Amplified Polymorphism DNA* (RAPD). Hasil penelitian yaitu panjang gen ikan beseng-beseng adalah 600 bp. Panjang fragmen mt-DNA primer F berkisar 581 sampai 593 bp, sedangkan primer R berkisar 582 bp sampai 589 bp. Hasil similaritas sekuan gen ikan *Telmatherina ladiges* lebih dekat dengan *Marosatherima ladiges* yaitu 99 %. Hubungan kekerabatan genetik populasi ikan beseng-beseng di Sulawesi selatan sangat rendah.

Kata Kunci: Kergaman genetik, Metode RAPD, *Telmatherina ladiges*

Pendahuluan

Ikan beseng-beseng atau ikan rainbow Sulawesi (*Telmatherina ladiges*) dengan nama dagang dikenal *celebes rainbow*, merupakan ikan hias asli air tawar di Sulawesi Selatan, termasuk ikan endemik dan mempunyai nilai ekonomis penting di Indonesia (Kottelat *dkk.*1993).

Populasi ikan ini terdapat di daerah Sulawesi Selatan meliputi sungai di Kabupaten Maros, Pangkep, Bone, Soppeng dan Gowa (Said *dkk.* 2005). Khusus ikan jantan yang memiliki penampilan menawan sebagai ikan hias, memiliki permintaan tinggi, menyebabkan penangkapan yang sangat intensif dan kerusakan kondisi habitat alamnya (Andriani, 2000), sehingga ikan ini termasuk dalam kategori terancam punah dalam sejak IUCN 1993 (Kottelat,1996, IUCN, 1996). Menurunnya populasi ikan beseng-besengakan menyebabkan variasi genetik akan berubah pada masa selanjutnya. Kecilnya populasi ikan beseng-beseng yang tersisa akan mengarah terjadinya silang dalam yang berakibat kepada perubahan keragaman genetik. Dunham (2002) menjelaskan bahwa variasi genetik penting untuk kelangsungan hidup jangka panjang suatu species dan juga dapat menjamin fitness suatu spesies atau populasi dengan memberikan spesies atau populasi tersebut kemampuan untuk beradaptasi pada perubahan lingkungan.

Untuk mengantisipasi hal tersebut maka perlu dilakukan usaha pengelolaan yang bertanggung jawab seperti restocking, domestikasi, dan pembenihan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi genetik populasi ikan beseng-beseng di Sulawesi Selatan dengan menggunakan *Random Amplified Polymorphism DNA* (RAPD).

Bahan dan Metode

Sampel ikan beseng-beseng ditangkap dari sungaidi Kabupaten Maros (S.Bantimurung dan S. Abalu), Kabupaten Bone (S.Sawae), Kabupaten Soppeng (S. Asanae) dan Kabupaten Pangkep (S.Jenaedan S.Gowa Lorong)

Kegiatan analisis ekstraksi DNA dan amplikasi DNA dilakukan di laboratorium Bioteknologi, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Kabupaten Maros, provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia, sedangkan sekuensing DNA dianalisis ke First BASE Laboratories, The Gemini Singapore Science Park melalui PT.Genetika Science Indonesia, di Jakarta.

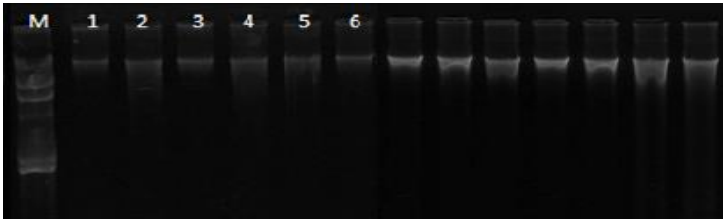
Ekstraksi DNA dilakukan metode Asahida dkk, (1996) dengan mengambil sampel 10-15 gram dimasukkan ke dalam efendorf 1,5 ml lalu ditambahkan 3 ml 1 x buffer TNES-UREA (6 M EDTA pH 7,5) dan 1 % SDS (*Sodium Deodecyl Sulfate*) pada pH 7,5. Sebanyak 0,8 mg proteinase K ditambahkan dan di induksi pada suhu 37°C selama 12 jam untuk pemecahan jaringan. Selanjutnya ditambahkan 6 M Na Cl sebanyak 1/3 – 1/2 dari volume larutan dan disentrifuse pada kecepatan 3500 rpm selama 2 menit pada suhu kamar. Pengendapan DNA dilakukan dengan memindahkan larutan supernatan yang mengandung DNA ke dalam efendorf baru yang telah berisi 300 µl isoproponol 100 %. Pengadukan dilakukan dengan membolak-balik tabung efendorf sebanyak 50 kali hingga terbentuk benang-benang berwarna putih yang merupakan benang DNA yang terbentuk. Selanjutnya disentrifuse pada 3500 rpm selama 25 menit dan DNA akan mengendap. Larutan supernatan dibuang dan efendorf diletakkan di atas kertas tissue dengan posisi terbalik hingga kering. Kemudian ditambahkan 300 µl etanol 70 % dan dibolak-balik agar DNA tercuci sempurna. Efendorf disentrifuse kembali dengan kecepatan 14000 rpm selama 1 menit. Larutan supernatan dibuang dan alkohol yang tersisa dihilangkan dengan cara meletakkan efendorf pada posisi terbalik pada suhu ruang. DNA dilarutkan dengan buffer TE (10 mM Tris-HCL pH 8, 0,1 mM EDTA) sebanyak 500 µl. Keberadaan DNA genom, dapat diketahui dengan elektroforesis 3 µl DNA hasil ekstraksi ditambahkan dengan 1 µl loading buffer pada gel agarose 1%. Keberadaan DNA pada gel dapat dilihat dengan menggunakan ultraviolet illuminator. Gel agarose 1% dibuat dengan mencampurkan agarose sebanyak 0,5 g dengan 50 ml larutan tris borat EDTA (TBE 1%). Larutan dipanaskan hingga berwarna bening, selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan dan sisir/comb. Gel yang telah membeku dapat langsung digunakan untuk elektroforesis atau di simpang/stok dengan merendam dalam larutan TBE 1%.

Amplifikasi sampel menggunakan primer mt-DNA forward F (5'CGC CTG TTT AAC AAA AAC AT-3') total length=20 dan referensya menggunakan primer mt-DRA R (5'-CCG GTC TGA ACT CAG ATC ATG T-3) dengan total length =22. Pengamplifikasi dilakukan melalui metode PCR dengan komposisi bahan : 2 µl primer tunggal (OPA kits dari OPERON Technologies), 3 µl DNA dan 18 µl air; dengan total volume 23 µl yang dicampur dalam 1 unit *dry tag*. Sampel dimasukkan ke dalam mesin PCR dengan *cycle, denaturasi, annealing* dan *elongasi*. Proses terakhir adalah pen- stabilan suhu elongasi hingga mencapai 4°C. Keberadaan hasil PCR dicek pada gel agarose 2 % yang dielektroforesis dan selanjutnya diamati di ultraviolet illuminator. Analisis profil fragmen RAPD menggunakan *program Basic Local Aligment Seaech Toll* (Blast-N untuk sekuen nukleotida). Untuk melihat similaritas sekuen menggunakan program GENETYX versi 7.

Hasil dan Pembahasan

Ekstraksi Genom Ikan beseng-beseng. Hasil ekstraksi DNA genom yang diperoleh memberikan hasil ekstraksi yang dapat diamplifikasi lebih lanjut, karena menghasilkan fragmen tunggal dengan berat molekul sekitar 23.130 bp. DNA yang terekstraksi pada hasil penelitian ini adalah DNA total/genom dan merupakan DNA keseluruhan bagian sel yang ada pada jaringan yang diekstraksi. Marker

yang digunakan adalah H Ind III. Keterangan : 1-3 (Sungai Bantimurung), 4-5 (Sungai Aballu), 6-7 (Sungai Goa lorong), 8-9 (Sungai Jenae), 10-11 (Sungai Asanae), dan 12-13 (Sungai Sawae). Hasil ekstraksi genom dapat dilihat pada Gambar 1 dengan standar ukuran molekul 100 bp DNA ladder (M). Hasil ekstraksi DNA genom menunjukkan bahwa dengan menggunakan larutan preservasi telah berhasil dilakukan dengan tingkat kemurnian DNA genom yang tinggi, jelas dan jernih. Indikasi tersebut menunjukkan bahwa preservasi TNES urea dan metode Phenol-Chloroform efektif digunakan untuk isolasi DNA genom ikan ikan beseng-beseng seperti yang dilakukan oleh Asahida *dkk*(1996), Dahlia *dkk* (2009), Parenrengi (2001), dan Hadijah (2014).

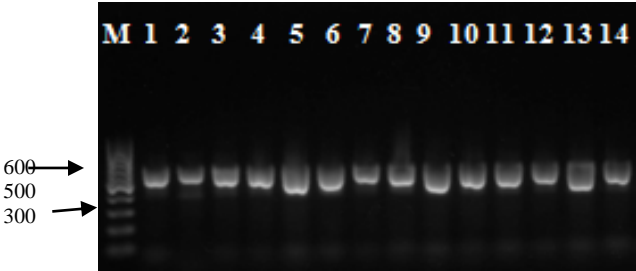
Parameter	Hasil Pengujian	Spesifikasi Metode
genom 23.130 bp		Metode fenol kloroform (sampel dipreservasi dalam Buffer TNES-Urea)

Gambar 1. Hasil ekstraksi genom populasi ikan beseng-beseng dengan standar ukuran molekul 100 bp DNA ladder (M)

Amplifikasi mt-DNA Ikan beseng-beseng

Panjang gen ikan beseng-beseng yang berhasil di amplifikasi (PCR) mt-DNA pada penelitian ini adalah 600 bp. Keberhasilan amplifikasi (PCR) mt-DNA dapat dilihat pada Gambar dibawah ini (Gambar 2) dengan M = Marker 100 bp.

Panjang fragmen DNA ikan beseng-beseng yang hidup diperairan Sulawesi Selatan dari Tabel 1 yaitu diperairan (sungai) Kabupaten Maros (Sungai Bantimurung dan Sungai Abalu Bone (Sungai Sawae), Pangkep (Sungai Jenae dan Sungai Gowa Lorong) dan Soppeng (Sungai Asanae), yang disekuensing dengan primer F berkisar 581 bp sampai 593 bp, sedangkan yang disekuensing dengan primer R berkisar 582 bp sampai 589 bp. Total panjang fragmen DNA ikan Beseng-beseng yaitu 1166-1180 bp. Hasil ini menunjukkan bahwa variasi ukuran fragmen baik antara primer maupun antara populasi adalah sangat kecil, perbedaan ukuran fragmen tersebut juga didapat pada ikan Butini, *Glossogobius matanensis* 200-1450 bp (Hamal, 2006), ikan beloso, *Glossogobius sp* 456-607 bp (Hadijah, 2014).

Parameter	Hasil Pengujian	Keterangan
mt-DNA		<u>Keterangan :</u> M = Marker 100 bp

Gambar 2. Fragmen tunggal gen ikan beseng-beseng hasil amplifikasi (PCR) mt-DNA

Hasil Sekuensing mt-DNA ikan Beseng-beseng

Hasil sekuensing dari Amplifikasi PCR mt-DNA ikan beseng-beseng telah berhasil dilakukan dan hasil sekuennya dapat dibaca melalui *software sequencing scanner*. Analisis sekuensing PCR mt-DNA ini dilakukan bolak balik dengan primer mt-DNA R dapat dilihat pada Tabel 1. Panjang fragmen DNA ikan Beseng-beseng yang hidup diperairan Sulawesi Selatan yaitu yang diseluensing dengan primer F berkisar 581 bp sampai 593 bp, sedangkan yang disekuensing dengan primer R berkisar 582 bp sampai 589 bp. Total panjang fragmen DNA ikan Beseng-beseng yaitu 1166-1180 bp.

Tabel 1. Panjang fragmen DNA hasil sekuensing dari ikan beseng-beseng dengan menggunakan primer mt-DNA F dan mt-DNA R

Sampel	Panjang fragmen DNA (bp) Primer mt-DNA F	Panjang fragmen DNA (bp) Primer mt-DNA R
S.Bantimurung	583-585	583-589
S.Abalu	584-593	585-587
S.Gowa Lorong	582-590	582-587
S.Jenae	583-591	585-589
S.Asanae	582-584	586-587
S.Sawae	581-587	587-588

Similiritas sekuen gen ikan beseng-beseng

Analisis BLAST-N gen ikan beseng-beseng terhadap gen ikan yang ada di Bank gen memperlihatkan kemiripan dengan sekian banyak gen ikan yang telah dilaporkan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil dari urutan nukleotida pada filogenetik ikan beseng-beseng dengan menggunakan program Unweighted Pair Group Arithmetic Average (UPGMA) menunjukkan rendahnya variasi genetik yang diperoleh, sehingga hubungan kekerabatan semakin kecil, dan genon yang dihasilkan semakin rendah, hal tersebut menunjukkan perkawinan inbreeding pada ikan beseng-beseng terjadi secara terus menerus dalam populasi sedikit, dan nantinya akan memungkinkan variasi genetiknya mendekati nol. Indikasi ini menunjukkan ikan beseng-beseng terancam populasi, akibat tingkat eksploitasi yang tinggi dan rusaknya habitat ikan tempat berkembangbiak serta migrasi yang sempit dan terisolasi, sehingga perkembangan populasi ikan tertekan dan kemampuan reproduksi menurun. Kejadian ini dapat mengakibatkan terjadi pengurangan fitness, fiabilitas dan kelangsungan hidup (Dunhan, 2002). Langkah selanjutnya untuk menyelamatkan plasma nutfa ikan Beseng-beseng adalah melakukan usaha persilangan antara populasi, baik melalui pembenihan maupun domestikasi.

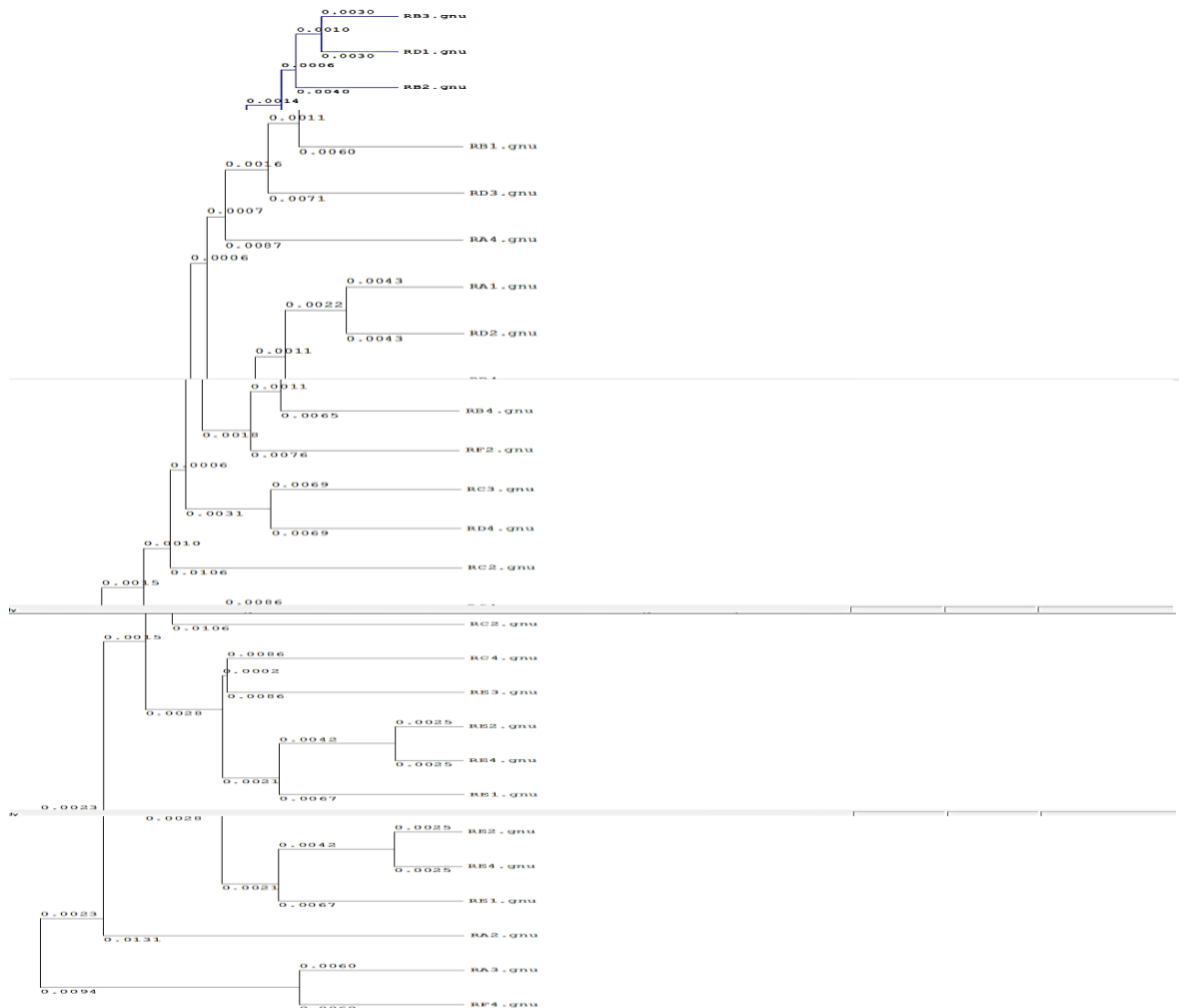
Tabel 2. Similaritas sekuen gen ikan *Telmatherina ladigesi* yang terdapat dalam Gen Bank

Description	Score Maximum	Query cover	Similarity max Identity
<i>Marosatherina ladigesi</i> 16S ribosoma RNA gene partial sequence, mitochondrial gene for mitochondrial product	994	92%	99%
<i>Oreochromis niloticus</i> strain America mitochondrion, complete qenome	728	97%	90%
<i>Oreochromis niloticus</i> strain Philippines mitochondrion, complete qenome	728	97%	90%
<i>Oreochromis niloticus</i> strain Eqypt mitochondrion, complete qenome	728	97%	90%
<i>Iso hawailensis</i> mitochondrial DNA complete qenome	725	97%	89%
<i>Oreochromis sp</i> 'red tilapia' mitochondrion, complete qenome	723	97%	89%
<i>Hapalogenys nigripinnis</i> , mitochondrion, complete qenome	723	97%	89%
<i>Capros aper</i> mitochondrial DNA complete and partial sequence	723	97%	90%
<i>Oreochromis sp</i> , KM-2005 mitochondrial DNA complete qenome	723	97%	89%

Filogenetik ikan beseng-beseng

Hasil dari urutan nukleotida yang didapat kedua primer yang digunakan maka diperoleh jarak genetik antara individu ikan beseng-beseng di perairan Sulawesi Selatan dapat dilihat dari Gambar 3. Jarak genetik ikan beseng-beseng dari S.Bantimurung-S.Jenae (0,0022), S.Abalu-S.Jenae (0,0010, S.Bantimurung-S.Sawae (0,0094),S.GowaLorong-S.Sawae(0,0012), S.Gowa Lorong-S.Jenae (0,0031), S.Gowa Lorong-Asanae (0,0086), S.Abalu-S.Jenae (0,0022), S.Abalu-Bantimurung (0,0022).

Analisis BLAST-N terhadap gen ikan beseng-beseng yang diperoleh pada penelitian ini, menunjukkan kemiripan sekuen yang sangat tinggi yaitu mencapai 99% dengan gen ikan *Marosatherina ladigesi* 16S, ini menunjukkan bahwa ikan *Telmatherina ladigesi* mirip dengan *Marosatherina ladigesi*, sehingga dapat disebut *Telmatherina ladigesi* C. G. E. Ahl, 1936sinomin *Marosatherina ladigesi* (Kottelat *dkk.* 1993)



Gambar 3. Filogenetik gen ikan beseng-beseng di perairan Sulawesi Selatan

Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa panjang gen yang berhasil diamplifikasi adalah \pm 600 bp. Panjang fregmen mt-DNA primer F berkisar 581 bp sampai 593 bp, dmt-DNA dan primer R berkisar 582 bp sampai 589 bp. Ikan *Telmatherina ladigesi* mempunyai similaritas lebih dekat dengan *Marosatherima ladigesi* yaitu 99 %. Keanekaragaman genetik ikan beseng-beseng yang terdapat di perairan Sulawesi Selatan sudah sangat rendah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada kepala Laboratorium Bioteknologi BRP-BAP Maros dan PT Genetika Science Indonesia Jakarta dalam analisis keragaman genetik.

Daftar Referensi

- Andriani, I. 2000. Bioekologi, morfologi, karyotip dan reproduksi ikan hia rainbow Sulawesi (*Telmatherina ladigesii*) di Sungai Maros, Sulawesi Selatan. Tesis. Bogor. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Asahida, T., T.Kobayasi., K.Saitoch. and I. Nakayama. 1996. Tissue preservation and total DNA extraction from fish stored at ambient temperature using buffers containing high concentration of urea. *Fisheries Sciences*. 62.(5):772-730.
- Dahlia, Amrullah dan Wahidah. 2009. Kajian fenotif, genotif dan reproduksi ikan Bungo (*Glossogobius giurus*) di Danau Tempe. *Lutjanus* 14 (2) : 133-140.
- Dunham, R.A. 2002. *Aquaculture and fisheries biotechnology: Genetic Approach*. CABI Publishing, Cambridge, USA. 85-99 p.
- Hadijah, ST. 2014. Ekobiologi dan Keragaman genetik ikan beloso (*Glossogobius* sp) di Danau Tempe Sulawesi Selatan. Disertasi. Makassar: Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- IUCN. 1996. International Union for Conservation of Nature (IUCN) red list of treatedened animals. IUCN. Gland and Cambridge.
- Kottelat, M., A.J. Whitten, S.N. Kartikasari and S. Wirjoatmodjo, 1993. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions, Hong Kong. 221 p.
- Kottelat, M. 1996. *Telmatherina ladigesii*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 19 December 2014.
- Parentrengi, A.2001. Genetic variability of grouper (*epinaphelus* spp) from Indo-Malaysian water. Using PCR/RAPD analysis. Maater, Tesis.Trenggano. Faculty Sains and Techology, University Putra Malaysia.
- Said, D.S., Lukman, Triyanto, Sulaeman dan S.Husni. 2005 . Kondisi populasi dan ekologis serta strategi pengembangan ikan pelangi Sulawesi, *Telmatherina ladigesii*. Makalah disampaikan pada Konferensi Nasional Akuakulture (MAI) 2005. Makassar, Sulawesi Selatan 23-25 November 2005.
- <http://fishbase.sinica.edu.tw/Nomenclature/SynonymsList.php?ID=6300&SynCode=132852&GenusName=Marosatherina&SpeciesName=ladigesii>, accessed on 19 Desember, 2014, 22:25 PM
- http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_nama_ikan_air_tawar_endemik_Indonesia, accessed on 1 January 2015, 6.55 AM

Harvest Control Rule Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Sulawesi Tenggara

La Sara* dan Oce Astuti

Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo,
Kendari, 93232, Indonesia

*email: lasara_unhalu@yahoo.com

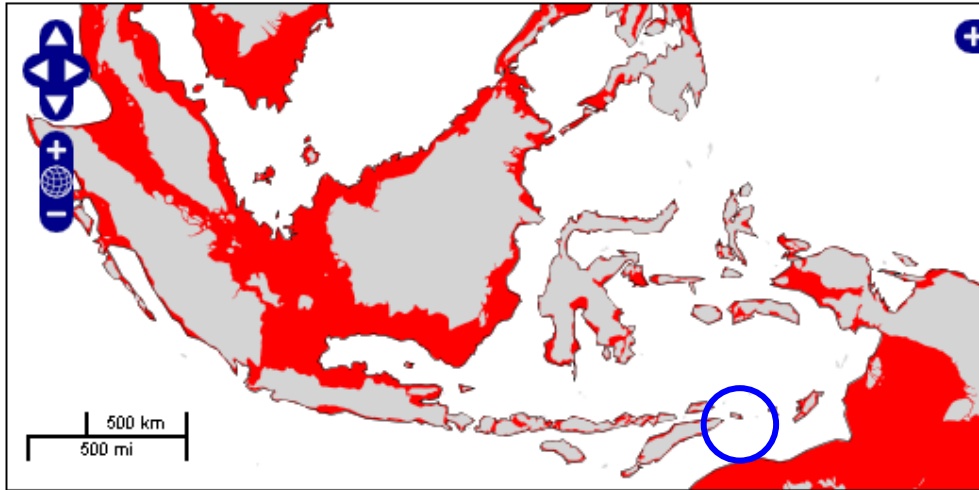
ABSTRAK

Rajungan umumnya ditemukan di wilayah pesisir, misalnya di Sulawesi Tenggara ditemukan di Teluk Lasongko, Mawasangka, Selat Tiworo, Kolono, Moramo, Pulau Kabaena, Poleang, Toronipa, dan Buton Utara. Penangkapan intensif biota ini dilakukan 2 dekade terakhir ini ketika harganya cukup tinggi karena permintaan dari Amerika, Eropa dan beberapa negara Asia terus meningkat. Rajungan ditangkap dengan alat tangkap non-selektif seperti bubu, gillnet dan mini trawl. Populasi biota ini sudah menunjukkan over-eksploitasi sebagaimana ditunjukkan ukuran lebar karapas yang semakin kecil (< 6 cm), biomass semakin rendah (10 – 20 individu/kg), CPUE 2 – 3 kg/trip, SPR sekitar 12% dan fishing ground semakin jauh. Mengatasi permasalahan tersebut direkomendasikan penangkapan rajungan harus ukuran lebar karapas ≥ 10 cm (diadopsi oleh APRI sesuai Surat Edaran tanggal 4 Februari 2014 yang ditanda tangani oleh 12 perusahaan eksportir, kemudian diperkuat Surat Edaran Dirjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan No. SE.1185/P2HP/HK.155/IV/2014 tanggal 30 Maret 2014, dan terakhir ditetapkan dengan PERMEN KP RI No.1/PERMEN-KP/2015 tanggal 6 Januari 2015). Alat tangkap bubu selektif yang mempunyai “escape vent” ukuran 5,0 cm x 3,5 cm telah direkomendasikan untuk menangkap rajungan ukuran lebar karapas tersebut. Selain itu, Daerah Perlindungan Laut rajungan telah ditetapkan di beberapa wilayah pesisir. Himbauan kepada nelayan digalakan beberapa tahun ini di wilayah penangkapan rajungan adalah melepaskan rajungan yang mempunyai telur. Tahun 2015 ini akan dirumuskan komponen HCR meliputi pemetaan spawning, nursery dan fishing ground, memodifikasi alat tangkap yang lebih praktis, penetapan musim penangkapan, dan pengaturan jumlah alat tangkap yang diizinkan beroperasi. HCR rajungan tersebut akan dirumuskan dalam blue swimming crab fisheries governance).

Kata Kunci: Rajungan (*Portunus pelagicus*), Tangkap lebih (over exploited), Harvest Control Rule

Pendahuluan

Perikanan rajungan di Indonesia tersebar luas hampir di seluruh wilayah pesisir dan pulau-pulau dari Pulau Sumatera sampai di Papua (Gambar 1). Walaupun demikian, intensitas usaha penangkapan rajungan di Indonesia terkonsentrasi di perairan Laut Jawa, Sulawesi Tenggara, Kepulauan Riau dan perairan bagian utara dan selatan Pulau Sumatera. Rajungan di perairan Sulawesi Tenggara yang berada di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 714 lebih umum ditemukan perairan Teluk Lasongko dan Mawasangka, Tiworo Kepulauan, Selat Tiworo, perairan Kolono dan Moramo, perairan Pulau Kabaena, perairan bagian barat Bombana, Konawe Utara (Toronipa) dan perairan Buton Utara. Diantara semua daerah penangkapan tersebut, perairan Selat Tiworo dan Kepulauan Tiworo merupakan daerah penangkapan yang kontribusinya paling besar, yaitu mencapai 60% produksi rajungan Sulawesi Tenggara.



Gambar 1. Distribusi Geografi Rajungan di Indonesia (lingkaran biru adalah Sulawesi Tenggara) Sumber: FAO species fact sheet <http://www.fao.org/fishery/species/2629/en>

Sekitar 2 dekade lalu, perikanan rajungan hanya diusahakan oleh nelayan untuk dipasarkan lokal atau untuk kebutuhana konsumsi rumah tangga saja. Penangkapan biota ini hanya menggunakan pancing, bubu dan hand picking. Sekitar tahun 1990 sampai menjelang tahun 2000, biota ini hanya dihargai Rp 2.000 – Rp 5.000/kg. Ukuran bobot tubuh segar rajungan pada saat itu cukup besar, yaitu berkisar 3 – 5 ekor/kg. Rajungan tersebut ditampung dan diberi es, selanjutnya dijual di beberapa perusahaan besar di Kota kendari, seperti PT. Dharma Samudera, PT. Sultra Tuna dan Yanagi Histalayara. Menjelang tahun 2000, ketika beberapa perusahaan besar mulai masuk di wilayah Sulawesi Tenggara dan terbuka membutuhkan rajungan maka harga rajungan mentah (segar) naik menjadi Rp 7.000/kg. Perusahaan besar tersebut langsung membangun mini plant processing (crab meat cooking) di lokasi dekat pemukiman nelayan. Beberapa perusahaan besar terus bersaing membangun fasilitas mini plant processing di daerah lain di Sulawesi Tenggara sehingga persaingan semakin kuat. Harga rajungan segar meningkat menjadi Rp.16.000/kg. Kegiatan penangkapan rajungan yang dilakukan oleh nelayan semakin intensif dengan alat tangkap gillnet dan bubu non-selektif. Sebagian nelayan bahkan menggunakan alat tangkap mini trawl yang non selektif. Alat tangkap ini, tidak hanya menangkap rajungan dan berbagai jenis biota lainnya, terumbu karang juga ikut rusak. Alat tangkap bubu yang digunakan nelayan mencapai 150 – 250 unit/nelayan, sedang nelayan yang menggunakan gillnet mempunyai dimensi panjang 2 – 3 km, tinggi 80 – 100 cm, dan mesh size 4 – 5 inch.

Wilayah penangkapan rajungan semakin luas tanpa batas dan cukup intensif untuk memenuhi permintaan (kebutuhan) ekspor dari pembeli (buyers) yang kerahkan oleh perusahaan-perusahaan eksportir. Tanpa disadari populasi rajungan mulai dirasakan menurun jumlahnya seperti ditunjukkan oleh hasil tangkapan nelayan. Keprihatinan dan kekhawatiran telah disampaikan kepada Pemerintah Daerah (melalui DKP Provinsi atau Kabupaten/Kota, Bappeda Provinsi dan Kabupaten/Kota) agar penangkapan rajungan harus diatur berdasarkan sediaan stok di alam. Pengalaman di beberapa negara, seperti Philippines, menunjukkan bahwa penangkapan yang tidak terkendali karena tidak ada aturan yang dirujuk oleh perusahaan yang menangkap rajungan dapat menimbulkan bahaya bagi sediaan stok populasi dan ketidak stabilan tropik level pada ekosistem perairan. Ketika jumlah hasil tangkapan sudah mulai menurun maka harga rajungan segar terus meningkat yang mencapai Rp 50.000 – Rp 60 000/kg, sedang harga crab meat mencapai Rp.270.000 – Rp. 300.000/kg. Di Sulawesi Tenggara, komoditas rajungan merupakan komoditas penting yang menempati urutan ketiga setelah udang dan tuna/cakalang.

Saat ini populasi rajungan di perairan Sulawesi Tenggara seperti yang disebutkan di atas telah menurun dengan sangat signifikan sehingga banyak nelayan yang harus berhenti menangkap rajungan dan beralih pada kegiatan lain. Data terakhir yang dikumpulkan menunjukkan hasil tangkapan untuk bubu mencapai 0 – 10 kg/trip/hari (jumlah bubu 50 – 300 unit), hasil tangkapan gillnet 0 – 18 kg/trip/hari (panjang gillnet 2 – 25 pieces), dan hasil tangkapan mini trawl 0 – 6 kg/trip/kapal (rata-rata 2,1 kg/trip/kapal). Keadaan ini sudah terjadi sejak 5 – 10 tahun terakhir. Faktor ini menyebabkan beberapa perusahaan terpaksa mulai mengurangi volume pengolahannya. Keadaan yang terjadi ini menimbulkan kesadaran bersama stakeholder (walaupun sudah terlambat), terutama para akademisi, perusahaan eksportir dan pembeli (buyers) dari US bahwa tindakan pengelolaan penangkapan rajungan harus diatur, termasuk menjaga habitatnya.

Permasalahan Dan Isu Perikanan Rajungan

Kegiatan pembangunan dan penambahan jumlah penduduk memicu peningkatan kebutuhan manusia untuk mempertahankan hidupnya. Salah satu kebutuhan yang harus dipenuhi adalah papan dan pangan. Kebutuhan papan dipenuhi melalui pembangunan rumah tempat tinggal. Tempat yang paling mudah dicapai (aksesibilitas tinggi) terdapat di wilayah pesisir. Pembangunan jalan raya dan fasilitas sosial ekonomi umumnya lebih mudah ditemukan di wilayah pesisir. Oleh karena semua kebutuhan primer tersebut banyak ditemukan di wilayah pesisir maka sebagian besar sumberdaya alam penting di wilayah pesisir terpaksa harus dikorbankan atau turut mengalami kerusakan. Wilayah hutan mangrove yang merupakan habitat penting bagi keberlanjutan populasi rajungan telah mengalami kerusakan akibat dikonversi menjadi fasilitas sosial ekonomi tersebut (pemukiman, hotel dan perkantoran, tempat ibadah, tempat sarana pendidikan, jalan/jalan raya, jembatan/dermaga, tempat hiburan). Selain itu juga dikonversi menjadi tambak udang/ikan bandeng, tempat mengambil kebutuhan rumah tangga seperti kayu api, bahan pagar (rumah dan kebun), dan lain-lain. Kegiatan pembangunan di wilayah daratan wilayah pesisir ini menimbulkan dampak di laut, terutama menimbulkan sedimen yang masuk ke perairan kemudian menutupi poriterumbu karang (coral reef) dan lamun yang mengganggu dan menghambat proses fotosintesis. Akibatnya, terumbu karang dan lamun tersebut rusak dan mati. Kedua ekosistem ini mendukung kehadiran rajungan di wilayah pesisir, baik secara langsung maupun tidak.

Permasalahan lain adalah upaya memenuhi kebutuhan pangan. Kebutuhan pokok ini sering ditempuh dengan cara-cara yang tidak memperhitungkan keberlanjutan sumber pangan tersebut. Misalnya penangkapan ikan menggunakan alat-alat yang merusak kehidupan biota dan ekosistemnya, seperti penggunaan bahan peledak (bom) dan racun serta alat tangkap non selektif (misalnya mini trawl, dan lain-lain). Penggunaan “alat tangkap” seperti ini tidak hanya membunuh biota target, tetapi juga membunuh biota-biota lainnya, misalnya rajungan. Akibatnya populasi biota akan punah.

Ketidak-khawatiran lain adalah penangkapan rajungan terus dilakukan secara intensif menggunakan alat tangkap non selektif (bubu, gillnet dan mini trawl). Semua ukuran rajungan ditangkap dan rajungan betina yang mengandung telur juga ditangkap. Semua tindakan ini secara nyata mengancam keberlanjutan populasi rajungan di perairan. Habitat yang berhubungan langsung dengan populasi rajungan juga mengalami kerusakan berat, seperti penebangan hutan mangrove untuk berbagai kebutuhan.

Secara keseluruhan tindakan-tindakan tersebut mengakibatkan populasi rajungan semakin tertekan. Penangkapan rajungan yang tidak selektif dan intensif telah menunjukkan gejala over-eksploitasi, seperti ditunjukkan oleh beberapa indikator berikut:

- Ukuran lebar karapas <6 cm
- Biomass semakin kecil: 10 – 20 ind/kg

CPUE: 2 – 3 kg/trip (1 trip 1- 2 days)

Fishing ground semakin jauh (menjadi tidak efisien), dan

Habitatnya telah mengalami kerusakan karena ditebang, dikonversi, sedimentasi, reklamasi wilayah pantai, dan lain-lain (Wangsaatmadja, 2007; Sanitha, 2007; La Sara dkk, 2010; La Sara dan Astuti, 2011; La Sara dkk., 2014; La Sara, 2014).

Ikutan dari permasalahan tersebut adalah:

Perikanan rajungan berubah – populasi stok terus menurun;

Kuantitas dan kualitas hasil tangkapan menurun membawa posisi perdagangan Indonesia menurun

Menimbulkan “unfortunate fishermen” dan kehilangan lapangan pekerjaan

Pembahasan terakhir perumusan Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) Rajungan di Kendari dan Demak dirumuskan beberapa isu penting dalam pengelolaan perikanan rajungan, yaitu meliputi isu sosial dan ekonomi, isu tatakelola, dan isu sumberdaya dan lingkungan. Isu sosial dan ekonomi meliputi: (1) tuntutan produk rajungan yang mensyaratkan ukuran minimal yang boleh ditangkap; (2) kurangnya koordinasi nelayan penangkap rajungan dengan lembaga keuangan daerah; (3) keterbatasan pengetahuan nelayan tentangnya pentingnya kelestarian rajungan bagi keberlanjutan usahanya; dan (4) nelayan rajungan umumnya berawal dari latar belakang ekonomi yang “unfortunate”. Isu tatakelola meliputi: (1) kurangnya koordinasi antara nelayan penangkap rajungan dengan DKP Provinsi dan Kabupaten/Kota menyangkut penguatan permodalan; (2) penguatan modal bagi nelayan rajungan (dan juga lainnya) tidak mempunyai mekanisme dan terlihat menggunakan charity approach; (3) penegakan hukum yang lemah (Peraturan perundang-undangan sudah banyak yang dihasilkan); (4) rumusan skala prioritas komoditas penting yang ditetapkan tidak fokus bersinergi diantara SKPD Pemerintah Daerah, sedang isu sumberdaya dan lingkungan terdiri atas: (1) penangkapan rajungan bertelur (berried female) dan ukuran lebar karapas < 10 cm masih terus berlanjut; (2) habitat penting rajungan terus mengalami kerusakan; (3) alat tangkap non selektif dan merusak masih dijumpai penggunaannya diantara para nelayan; (4) masih banyak hasil tangkapan rajungan yang tidak dilaporkan dan tidak terdata dalam Statistik Perikanan; dan (5) kajian ilmiah masih sangat terbatas, terutama terkait dengan pendugaan status stok populasi rajungan.

Fakta-fakta yang terdapat pada perikanan rajungan tersebut meminta perhatian stakeholder untuk segera mengambil tanggung jawab sebagai berikut: (1) kampanye penyadaran untuk semua nelayan dan pemilik mini plant rajungan; (2) pendugaan stok populasi rajungan di setiap fishing ground; (3) regulasi penangkapan: jumlah nelayan menangkap rajungan di setiap fishing ground, jumlah alat tangkap yang diizinkan beroperasi, dimensi alat tangkap, quota yang diizinkan ditangkap, ukuran rajungan yang diizinkan ditangkap, close season and area, izin penangkapan, dll; (4) mengatur dan mengontrol pengelolaannya; dan (5) kontrol pemasaran, dll.

Mewujudkan Harvest Control Rule (Hcr)

Sudah banyak energi yang telah dikeluarkan untuk bertindak mengelola penangkapan (harvest control) rajungan yang dilakukan oleh nelayan tanpa kendali. Penangkapan tersebut dipicu oleh “permintaan” pembeli lokal dan beberapa negara seperti US, negara Eropa dan Asia dengan harga tinggi. Tindakan kontrol penangkapan tersebut harus dilakukan karena dampak yang timbul cukup besar, misalnya penurunan pendapatan nelayan, kehilangan lapangan pekerjaan, dan berbagai masalah sosial ekonomi ikutannya seperti urbanisasi mencari pekerjaan di kota, ketidak-mampuan membayar biaya pendidikan dan pengobatan di rumah sakit. Tindakan untuk mengontrol atau mengelola penangkapan rajungan lebih umum dikenal dengan ‘harvest control rule’ (HCR).

HCR merupakan seperangkat regulasi yang telah diformulasi dengan baik dan dapat digunakan untuk: (1) mengatur total tangkapan yang diizinkan setiap tahun (TAC) dan (2) merumuskan strategi pengelolaan yang mempunyai tujuan jelas. HCR dapat juga dimaksudkan sebagai kesepakatan awal untuk menyesuaikan pengelolaan stok rajungan berdasarkan statusnya. Di dalam HCR dapat mengatur, antara lain:

- mengontrol laju eksploitasi (diperoleh melalui studi Dinamika Populasi Rajungan),
- porsi dari TAC (untuk mempertahankan breeding stock),
- membatasi tangkapan maksimum dalam periode tertentu,
- penentuan quota tangkapan tahunan,
- kebijakan penetapan Daerah Perlindungan Laut (DPL) untuk juvenile rajungan,
- mengatur mesh size (gillnet?)
- memberikan hukuman, seperti denda kepada nelayan yang menangkap rajungan melewati batas MSY, atau
- kombinasi strategi tersebut diatas.

HCR rajungan ini ditujukan untuk mendapatkan panen produksi tinggi (jumlah individu sedikit, tetapi biomass besar), mencapai homogenitas ukuran lebar karapas, dan mencegah resiko penurunan biomass populasi. Jika Pemerintah Daerah atau Pemerintah merumuskan kebijakan pengelolaan rajungan seperti diindikasikan dalam HCR maka HCR tersebut harus menjelaskan antara lain mengatur TAC. Agar TAC dapat diketahui maka indikator status stok harus diketahui terlebih dahulu (misalnya melalui survey menggunakan data hasil tangkapan trawl yang dilakukan beberapa tahun), yang dapat ditunjukkan oleh abundance index related to CPUE, total mortality (Z), atau qualitative measurement of fish size, growth, reproduction, dst (Cotter et al. 2009).

Tujuan perumusan HCR adalah untuk mencapai pemanfaatan optimal dalam rangka mempertahankan hasil tangkapan dengan cara:

Menentukan kerangka kerja jangka panjang pada dampak perikanan rajungan

Menghindari atau paling sedikit membatasi dampak negatif pada ekosistem atau habitat rajungan, dan

Menciptakan kerangka kerja perikanan rajungan yang menguntungkan berdasarkan jumlah kapal tangkap dan sediaan sumberdaya rajungan.

Maksud perumusan HCR adalah untuk menemukan manajemen perikanan rajungan yang baik dalam jangka panjang agar supaya secara ekonomi perikanan rajungan tetap memberi keuntungan serta populasi dan habitatnya tetap terjaga. Maksud tersebut dapat terwujud jika HCR dalam implementasinya diikuti dengan penegakan hukum yang tegas. Sasaran HCR perikanan rajungan “untuk mengharmonisasi antara kesempatan kerja dan pendapatan nelayan sedang populasi RAJUNGAN stabil dan lingkungan perairan terjaga dengan baik”.

Upaya Perwujudan Hcr Rajungan di Sulawesi Tenggara

Upaya mewujudkan HCR rajungan didasari oleh beberapa data empiris menyangkut keberlanjutan populasi rajungan di perairan Sulawesi Tenggara dan hasil tangkapan nelayan yang sebagian besar menunjukkan kecenderungan menurun. Hal tersebut terjadi karena:

Penangkapan rajungan intensif dengan alat tangkap non-selektif selama 2 dekade ini telah mengancam populasi rajungan di perairan Sulawesi Tenggara. Beberapa penelitian yang kami laksanakan 2 – 3 tahun terakhir di beberapa perairan Sulawesi Tenggara sudah menunjukkan gejala tangkap lebih.

Buyers di luar negeri (pemasaran internasional) menerapkan regulasi ketat, misalnya penetapan ukuran lebar karapas legal minimum (Minimum Legal Size), apakah semua ukuran lebar karapas betina rajungan dilarang diperdagangkan, atau hanya betina bertelur (berried females) dilarang ditangkap. Hingga 2013, MLS yang berlaku di dalam negeri adalah 8 cm. Ukuran rajungan seperti ini secara

biologis belum dewasa jika hidup di perairan yang tidak tercemar dan penangkapan tidak intensif. Oleh sebab itu ancaman populasi rajungan adalah laju eksploitasi lebih besar dari laju recovery (pertumbuhan).

Berdasarkan fakta empiris tersebut, maka:

Tahun 2013 – 2014 kami melakukan penelitian untuk merumuskan HCR dengan menghasilkan rekomendasi penangkapan rajungan minimal ukuran lebar karapas ≥ 10 cm. Alasannya adalah (1) ukuran ini telah mencapai matang gonad pertama untuk betina, (2) ukuran ini adalah ukuran minimum “jumbo lump”, (3) daging rajungan lebih besar ketika mencapai ukuran lebar karapas yang lebih besar, dan (4) memproses daging yang lebih besar lebih cepat dan biaya rendah pada tenaga kerja.

Pada bulan Februari 2014 Asosiasi Pengolahan Rajungan Indonesia (APRI) menyetujui lebar karapas rajungan ≥ 10 cm (APRI, 2014) dan ditanda tangani oleh 12 exporter. Kesepakatan ini dipraktikkan oleh semua perusahaan yang mengelola mini plant dan nelayan yang mensuplai mini plant.

Surat Edaran Dirjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan No.: SE.1185/P2HP/HK.155/ IV/2014, tentang ukuran minimum lebar karapas rajungan (*Portunus pelagicus*) adalah 10 cm (ditanda tangani pada 30 Maret 2014).

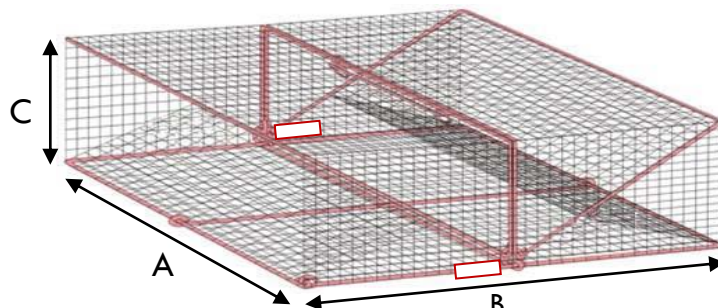
PERMEN KP No.1/KEPMEN-KP/2015 tentang Penangkapan Lobster, Kepiting, dan Rajungan (datanda tangani pada 6 Januari 2015). Pasal 2 PERMEN KP tersebut menjelaskan setiap orang dilarang menangkap lobster, kepiting, rajungan dalam kondisi bertelur, sedang Pasal 3 menjelaskan persyaratan ukuran panjang karapas lobster dan lebar karapas kepiting dan rajungan yang boleh ditangkap adalah masing-masing > 8 cm, > 15 cm, dan > 10 cm.

Mulai tahun 2015, berlaku Surat Edaran Menteri KP No. 18 Tahun 2015 tentang penangkapan lobster, kepiting dan rajungan dengan bobot tubuh masing-masing > 200 g untuk lobster, > 200 g untuk kepiting, dan 55 g untuk rajungan. Surat edaran ini juga memuat peraturan yang lebih tegas yang berlaku mulai 2016 dan seterusnya, yaitu: panjang karapas lobster > 8 cm atau berat > 300 g, lebar karapas kepiting > 15 cm atau berat > 350 g, dan lebar karapas rajungan > 10 cm atau berat > 55 g.

Pembentukan Komisi Pengelolaan Data Perikanan Rajungan Sulawesi Tenggara sejak tahun 2013 yang ditetapkan oleh Kepala Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sulawesi Tenggara untuk memantau perkembangan perikanan rajungan di Sulawesi Tenggara.

Penyiapan Hatchery. Fasilitas ini dimaksudkan sebagai tempat penyiapan benih atau juvenile rajungan dalam rangka restocking di nursery ground rajungan atau untuk kebutuhan budidaya rajungan

Implementasi penangkapan lebar karapas rajungan ≥ 10 cm sesungguhnya untuk menjamin: (1) keberlanjutan populasi rajungan, (2) kesempatan kerja untuk nelayan dan “pickers” dalam mini plants, dan (3) sistem pemasaran (export) daging rajungan. Upaya untuk menjamin rajungan yang ditangkap mempunyai lebar karapas ≥ 10 cm telah direkomendasikan alat bubu (collapsible crab pot) yang dilengkapi dengan “escape vent” pada kedua sisi kiri dan kanan bubu alat tangkap (Gambar 2).



Gambar 2. Bubu (Collapsible Crab Pot) Sebagai Alat Tangkap Selektif Rajungan Dengan Escape Vent 5.0 cm x 3.5 cm (A = 36 cm; B = 54 cm; C = 19 cm)

Komponen-komponen HCR rajungan lainnya yang masih perlu dirumuskan mencakup:

- Jumlah potensial perikanan rajungan;
- Habitat atau daerah penangkapan diizinkan/tidak diizinkan kegiatan penangkapan;
- Musim penangkapan diizinkan/tidak diizinkan;
- Jumlah tangkapan setiap tipe alat tangkap (berdasarkan musim);
- Jumlah alat tangkap diizinkan operasi penangkapan;
- Dimensi tiap alat tangkap diizinkan untuk operasi penangkapan;
- Jumlah kapal diizinkan menangkap pada daerah penangkapan rajungan;
- Mencatat semua ikan yang ditangkap pada landing station (TPI, Miniplant, dll);
- Pemetaan Nursery Ground, Fishing Ground dan Karakteristik Perikanan Rajungan (dirumuskan tahun 2015/2016).
- Mekanisme monitoring and evaluasi secara periodik

Jika Persyaratan HCR Rajungan (BSC Fisheries Governance) terpenuhi maka berarti populasi rajungan akan berkelanjutan di perairan Sulawesi Tenggara, lapangan pekerjaan dan pendapatan nelayan terjamin, dan kepastian suplai bahan baku rajungan untuk mini plant juga terjamin. Tetapi yang paling penting adalah eksportir daging rajungan akan lebih mudah memperoleh Marine Stewardship Council (MSC) Certificate. Implikasinya adalah tidak ada lagi kekhawatiran produk-produk hasil olahan daging rajungan yang diekspor ke luar negeri ditolak oleh buyers. Selain itu kepastian harga (yang tinggi) lebih terjamin. Dengan demikian nilai ekspor rajungan diharapkan akan terus naik.

Daftar Referensi

- Criquet, G. 2014. Marine Stewardship Council Pre-Assessment Report for the Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia (APRI) Tiworo Strait, Southeast Sulawesi Blue Swimming Crab Trap and Gillnet Fisheries. Facilitated By the USAID/Indonesia - Indonesia Marine and Climate Support (IMACS) Project. SAI Global Assurance Services.
- de Lestang, S., N. Hall and I.C. Potter. 2003. Influence of a deep artificial entrance channel on the biological characteristics of the blue swimmer crab *Portunus pelagicus* in a large microtidal estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 295: 41 – 61.
- Gayanilo, F.C., P. Spare and D. Pauly. 1996. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) user's guide. FAO computerized information series (Fisheries) No.6. Rome, FAO. 186p.
- Gulland, J. A. 1985. Fish stock assessment, a manual of basic method, Vol. 1. John Wiley and Sons. Chichester. 223p.
- Haefner, Jr., P. A. 1985. The biology and exploitation of crabs, pp. 111 – 166. In D. E. Bliss (ed). *The Biology of crustacea* 10. Academic Press, New York.
- Hill, B. J. (ed). 1982. The Queensland mud crab fishery. Queensland Fisheries Information Series FI 8201. Queensland Department of Primary Industries, Queensland.
- Ingles, J.A. 1996. The crab fisheries off Bantayan, Cebu, Philippines. IMFO-CF, University of the Philippines – PCMARD, Philippines.
- King, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Fishing Books, London, 341p.
- La Sara. 2001. Ecology and fisheries of mud crab *Scylla serrata* in Lawele Bay, Southeast Sulawesi, Indonesia. PhD Dissertation. University of the Philippines in the Visayas. 198p.
- La Sara. 2010. Study on Size Structure and Population Parameters of Mud Crab *Scylla serrata* in Lawele Bay, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Journal of Coastal Development* 13(2): 133 – 147.
- Lavina, A. Fe D. 1980. Notes on the biology and aquaculture of *Scylla serrata* (F.) de Haan. Paper presented during the seminar-workshop on Aquabusiness Project Development and Management (APDEM) II held at UP Diliman, Q.C, July 28 to August 16, 1980.
- Millamena, O.M. and J.P. Bangcaya. 2001. Reproductive performance and larval quality of pond-raised *Scylla serrata* females fed various broodstock diets. *Asian Fisheries Sciences* 14: 153 – 159.

- Mirera, D.O. and A. Mtile. 2009. A preliminary study on the response of mangrove crab (*Scylla serrata*) to different feed types under drive-in cage culture system. *Ecology and Natural Environment* 1(1): 7 – 14.
- Moser, S.M., D.J. Macintosh, S. Pripanapong and N. Tongdee. 2002. Estimated growth of mud crab *Scylla olivacea* in the Ranong mangrove ecosystem, Thailand, based on a tagging and recapture study. *Journal of Marine and Freshwater Research* 53: 1083 – 1089.
- Mwaluma, J. 2002. Pen culture of the mud crab *Scylla serrata* in Mwapa mangrove system, Kenya, Western Indian Ocean. *Journal of Marine Science* 1: 127 – 133.
- Ong Kah Sin. 1966. Observation on the post-larval life history of *Scylla serrata* Forskal, reared in the laboratory. *The Malaysian Agr. J.* 45(4): 429 – 443.
- Pet, J and P.J. Mous. 2002. Marine Conservation Area and Its Useful for Fisheries. The Nature Conservancy – Southeast Asia Center for Marine Protected Areas, Sanur, Bali, Indonesia
- Potter, M.A., W.D. Sumpton and G.S. Smith. 1991. Movement, fishing sector impact and factors affecting the recapture rate of tagged sand crabs, *Portunus pelagicus* (L) in Moreton Bay, Queensland. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 42: 751 – 760.
- Regional Center of Sea Partnership Consortium of Southeast Sulawesi, 2006. Pembentukan daerah suaka perikanan kepiting rajungan di kawasan Teluk Lasongko Kabupaten Buton. Program Mitra Bahari-Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan. Kendari..
- Sanitha, I. 2007. Studi perubahan hasil tangkapan rajungan (*Portunus pelagicus*) di perairan Teluk Lasongko, Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Haluoleo, Kendari.
- Sukumaran, K.K. and B. Neelakantan. 1996. Mortality and stock assessment of two marine portunid crabs, *Portunus* (*Portunus*) *sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus* (*Portunus*) *pelagicus* (Linnaeus) along the Southwest coast of India. *Indian Journal Fishery* 43(3): 225 – 240.
- Sukumaran, K.K. and B. Neelakantan. 1997. Age and growth in two marine portunid crabs, *Portunus* (*Portunus*) *sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus* (*Portunus*) *pelagicus* (Linnaeus) along the south-west coast of India. *Indian Journal Fisheries* 44: 111 – 131.
- Supardan, A. 2006. Kebijakan Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Teluk Lasongko. Makalah Disampaikan pada Rapat Koordinasi Pengelolaan Terpadu Teluk Lasongko, Bau-Bau: 14 November 2006.
- Wangsaatmaja, H. 2007. Studi habitat dan kelimpahan rajungan (*Portunus pelagicus*) di perairan Teluk Lasongko, Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Haluoleo, Kendari.
- Ward, T.M., D.W. Schmarr and R. McGarvey. 2008. Northern Territory mud crab fishery: 2007. Stock assessment. SARDI Aquatic Science Publication No.F2007/000926-1. SARDI Res. Rep. Ser. No.244 West Beach, South Australia.
- Yatsuzuka, K and J. Meruane. 1987. Growth and development, especially on the external sexual characters of *Portunus* (*Portunus*) *pelagicus* (Linne) (Crustacea, Brachyura). *Rep. Usa mar. biol. Inst., Kochi Univ.* 9: 1 – 37.
- Zafar, M., S.M.N. Amin and M.M. Rahman. 2006. Population dynamics of mud crab (*Scylla serrata*) in the southern coastal region of Bangladesh. *Asian Fisheries Sciences* 19: 43 – 50.

Kandungan Beberapa Logam di Dalam Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Kabupaten Bantaeng

Liestiaty Fachruddin dan Khusnul Yaqin*

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin,
Jl. Perintis Kemerdekaan km. 10 Tamalanrea, Makassar 90241

*e-mail: khusnul@gmail.com

ABSTRAK

Kandungan logam pada rumput laut yang berlebih dapat memberikan efek negatif pada rumput laut dan juga manusia yang mengonsumsinya. Telah dilakukan penelitian kandungan logam pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan di perairan Bantaeng. Penelitian ini dilakukan dengan memelihara bibit rumput laut di beberapa wilayah yang diduga minim dengan buangan limbah (stasiun Borongloe/B dan Papanloe/P) dan yang banyak mengalami gelontoran limbah (Stasiun Rumah Sakit/RS). Sebelum dan sesudah dipelihara selama 45 hari, dilakukan analisis beberapa logam pada rumput laut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kandungan logam di dalam tubuh rumput laut. Logam Fe meningkat dari 0,656 mg/kg BK menjadi 56,555, 14,460, dan 5,740 mg/kg BK pada masing-masing di stasiun B, P, dan RS. Hal yang sama terjadi pada logam Zn, yang mana Zn tidak terdeteksi pada bibit dan terjadi akumulasi logam Zn pada akhir pemeliharaan dengan konsentrasi 0,006, 0,270, 1,664 mg/kg BK pada masing-masing stasiun B, P, dan RS. Logam Cu mengalami akumulasi di stasiun B dari 0,732 ke 1,711 mg/kg BK dan depurasi di Stasiun P dan RS masing-masing dari 0,732 ke 0,307 dan 0 mg/kg BK. Logam Ni terdeteksi di dalam bibit dengan kadar 0,510 mg/kg BK dan meningkat menjadi 0,647 dan 0,630 mg/kg BK pada masing-masing stasiun B dan RS. Akan tetapi Ni mengalami depurasi dari 0,510 mg/kg BK menjadi 0,277 mg/kg BK di stasiun P. Kemungkinan penggunaan *K. alvarezii* sebagai eco-sentinel organism dalam kegiatan monitoring bahan pencemar dan biosorben akan didiskusikan di makalah ini.

Kata Kunci: logam, *Kappaphycus alvarezii*, eco-sentinel organism, biosorben, Bantaeng

Pendahuluan

Kabupaten Bantaeng saat sekarang ini dikenal dengan Kabupaten dengan produksi budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang tinggi. Dari data statistik Dinas Perikanan dan Kelautan tahun 2011 di Bantaeng tercatat jumlah RTP pembudidaya rumput laut yaitu 3,197 orang yang memanfaatkan sekitar 2.888,8 ha. Luas itu berarti 50.7% dari total luas wilayah yang bisa ditanami rumput laut (\pm 5.375 ha) (Dinas Kelautan dan Perikanan Sulawesi Selatan, 2011). Hal ini menjadikan Kabupaten Bantaeng ditunjuk sebagai salah sentra budidaya dan pengembangan rumput laut di Sulawesi Selatan.

Di samping itu Kabupaten Bantaeng sekarang ini sedang melakukan upaya peningkatan aktivitas ekonomi dan industri untuk memacu peningkatan pendapatan daerah dan masyarakat. Aktivitas seperti itu di satu sisi akan memberikan keuntungan ekonomi bagi pemerintah dan masyarakatnya, pada sisi yang lain dapat menimbulkan dampak buruk berupa limbah antropogenik. Salah satu limbah antropogenik adalah unsur logam.

Logam baik esensial maupun non-esensial bila kandungannya melebihi batas kapasitas yang dibutuhkan atau kemampuan organisme perairan untuk mengatasi keberadaan logam di tubuhnya, maka ia akan membahayakan kelangsung hidup organisme perairan. Pertumbuhan rumput laut dapat dihambat oleh beberapa jenis logam yang pada muaranya akan merugikan petani rumput laut. Di sisi lain bila logam diserap oleh rumput laut, maka ia akan disimpan secara intra maupun ekstra seluler oleh rumput laut (García-Ríos, *et al.*, 2007). Ketika rumput laut yang mengandung bahan pencemar logam itu dikonsumsi manusia, maka logam akan terakumulasi ke dalam tubuh manusia yang pada akhirnya dapat menimbulkan problem bagi kesehatan manusia (Volesky, 2001).

Oleh karena itu keberadaan logam di dalam rumput laut perlu menjadi perhatian khusus pemerintah dan masyarakat, sedemikian sehingga sumber pangan laut, seperti rumput laut dapat tumbuh dengan optimal dan tidak mengganggu kesehatan manusia yang konsumsinya.

Untuk mengontrol keberadaan logam di dalam rumput laut perlu dilakukan studi kandungan residu logam di dalam tubuh rumput laut. Di sisilain penelitian yang berfokus pada kandungan logam pada rumput laut di perairan Bantaeng masih sedikit. Oleh karena itu dalam makalah ini akan diuraikan hasil penelitian kandungan beberapa logam di dalam tubuh rumput laut *K. alvarezii*.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Atomic Absortion Spectrophometer (AAS)*, DO meter, pH Meter, Hand Refractometer, layang-layang arus, *secchi disk*, *cool box*. Bahan yang digunakan yaitu rumput laut, *Kappaphycus alvarezii*.

Lokasi penelitian. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bantaeng pada bulan Juni hingga September 2014. Stasiun pengambilan sampel di lokasi budidaya rumput laut pada wilayah yang kurang pasokan limbah antropogenik dan yang memunyai pasokan antropogenik yang tinggi. Dua stasiun terletak di daerah yang pasokan antropogeniknya diperkirakan rendah, yaitu di stasiun B (Borongloe) dan P (Papanloe). Satu lagi stasiun terletak di depan Rumah Sakit yang memiliki pasokan limbah yang tinggi (RS). Pada setiap stasiun dibagi menjadi empat sub-stasiun yang berjarak kurang lebih 100 meter. Lokasi penelitian dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian. B dan P adalah wilayah yang rendah pasokan limbah antropogeniknya dan RS adalah wilayah yang tinggi pasokan limbah antropogeniknya (Yaqin dkk. 2014).

Pengambilan sampel

Dalam penelitian ini bibit rumput laut yang akan dibudidayakan dijadikan sebagai data awal (*base-line*) kandungan logam di dalam rumput laut. Bibit diperoleh dari petani rumput laut di Bantaeng. Selanjutnya, bibit dipilih secara acak dan dibawa ke laboraotium untuk dianalisis kandungan logamnya. Bibit setelah itu ditebar di area budidaya yang sudah ditentukan dengan teknik budidaya *long line*. Setelah 45 hari dilakukan pemanenan rumput laut. Rumput laut hasil panen juga dipilih secara acak untuk dianalisis logamnya di laboratorium. Analisis logam dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Kualitas air seperti pH, suhu, oksigen terlarut, salinitas, kecerahan, fosfat, nitrat dan kecepatan arus diukur secara *in situ* kecuali, fosfat dan nitrat dianalisis di

laboratorium Produktivitas dan Kualitas Air Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Logam Fe, Cu, Zn dan Ni di perairan juga dianalisis di laboratorium.

Laju bioakumulasi (LB) logam diukur dengan rumus (Yap, *et al* 2003)

$$LB \left(\frac{mg}{kgBK} / hari \right) = \frac{KP - KK}{t}$$

KP = Konsentrasi logam pada rumput laut dewasa (mg/kg BK)

KK = Konsentrasi logam pada bibit rumput laut (mg/kg BK)

t = durasi pemaparan (hari)

Analisis Data

Data dianalisis dengan statistik deskriptif dan inferensia. Gambaran data akan ditampilkan dalam bentuk grafik. Analisis statistik inferensia dilakukan pertama-tama dengan menguji normalitas dan homogenitas data. Bila data normal dan homegen, maka data dianalisis dengan menggunakan analisis of variant (ANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan konsentrasi logam pada rumput laut di masing-masing stasiun. Transformasi data dilakukan bila data tidak berdistribusi normal dan homegen. ANOVA digunakan untuk mengetahui perbedaan konsentrasi logam pada rumput laut di setiap stasiun, bila data telah proses transformasi menjadi berdistribusi normal dan homogen. ANOVA non parametrik digunakan jika data hasil transformasi tetap tidak berdistribusi normal dan homogen. ANOVA non parametrik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Kruskal-Wallis, Tukey-test atau Dunn-Multiple Comparison Test Uji lanjutan digunakan.

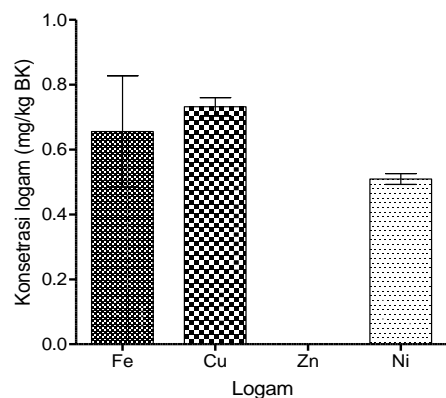
Hasil dan Pembahasan

Konsentrasi empat logam di perairan tempat budidaya rumput laut *K. alvarezii* dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel itu dapat dilihat bahwa konsentrasi logam yang tertinggi pada stasiun B dan P adalah Fe masing yaitu 1,212 dan 1,919 mg/l, sedangkan konsentrasi logam tertinggi di stasiun RS adalah Zn yaitu 0,270 mg/l. Logam Zn tidak terdeteksi di stasiun P. Konsentrasi logam Cu tidak terdeteksi di stasiun RS dan terbesar di stasiun P yaitu 0,824 mg/l. Konsentrasi logam Ni tertinggi di stasiun P (0,351 mg/l) disusul di stasiun B (0,339 mg/l) dan stasiun RS (0,223 mg/l).

Tabel 1. Konsentrasi beberapa logam di perairan ketika panen rumput laut (Yaqin, *et al.*, 2014).

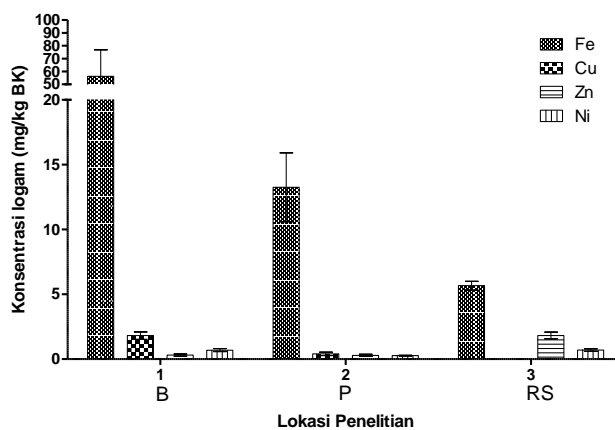
Nama stasiun	Fe (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)	Ni (mg/l)
B1	1.339	0.634	0.016	0.37
B2	0.319	0.676	ttd	0.327
B3	1.339	0.71	ttd	0.328
B4	1.849	0.738	0.006	0.331
Rata-rata	1.212	0.690	0.006	0.339
SD	0.642	0.045	0.008	0.021
P1	2.615	0.773	ttd	0.373
P2	3.253	0.801	ttd	0.339
P3	1.849	0.843	ttd	0.342
P4	0	0.878	ttd	0.351
Rata-rata	1.929	0.824		0.351
SD	1.408	0.046		0.015
RS1	0.296	ttd	0.011	0.205
RS2	0.374	ttd	0.013	0.227
RS3	0.298	ttd	0.527	0.22
RS4	0.314	ttd	0.53	0.239
Rata-rata	0.321		0.270	0.223
SD	0.037		0.298	0.014
Baku Mutu	*	0.008	0.05	0.05

Keterangan: Baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 untuk biota air, * = tidak tercantum dalam daftar baku mutu, ttd = tidak terdeteksi. SD= Standard Deviasi.



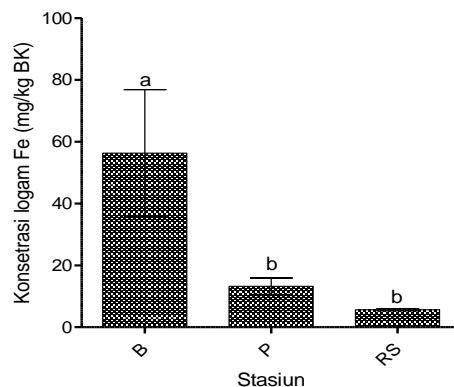
Gambar 2. Kandungan beberapa logam di dalam bibit rumput laut, *K. alvarezii* (Yaqin et al., 2014).

Dari Gambar 2 dapat diamati bahwa bibit rumput laut yang ditebar di tempat budidaya sudah mengandung beberapa logam esensial yang dipilih, kecuali Zn. Hal ini menunjukkan bahwa bibit rumput laut yang digunakan di Bantaeng telah mengandung logam-logam esensial seperti Fe, Cu dan Ni.



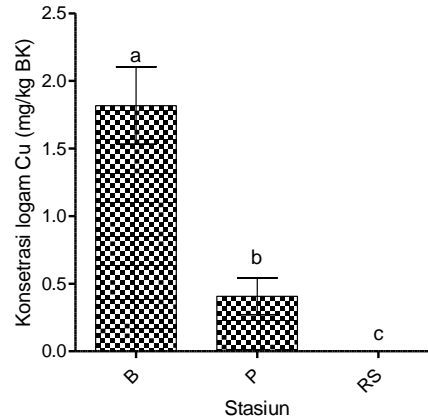
Gambar 3. Konsentrasi empat logam di dalam rumput laut yang telah dipelihara selama 45 hari di perairan Kabupaten Bantaeng. Bar adalah standard error (Yaqin et al., 2014).

Gambar 3 menunjukkan bahwa selain ada penambahan konsentrasi logam di dalam rumput laut seperti pada Fe dan Zn, juga terdapat pengurangan konsentrasi logam Cu dan Ni atau yang dikenal dengan proses depurasi logam. Logam Fe adalah logam yang diakumulasi oleh rumput laut dalam jumlah yang terbesar disusul oleh Cu, Zn dan Ni.



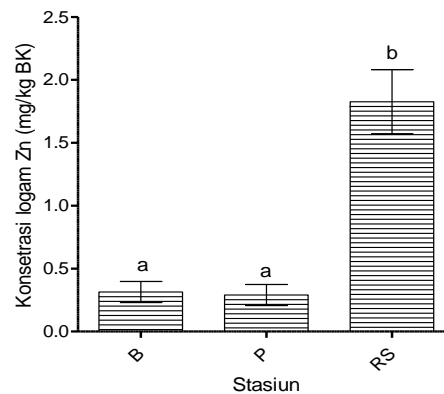
Gambar 4. Perbandingan logam Fe di dalam tubuh rumput laut yang dibudidayakan pada stasiun yang berbeda. Bar adalah standard error. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik ($p < 0,05$) (Yaqin et al., 2014).

Gambar 4 mendeskripsikan konsentrasi Fe di dalam rumput laut yang dipelihara pada lokasi yang berbeda. Setelah dianalisis normalitasnya, data berdistribusi tidak normal. Oleh karena itu dilakukan transformasi terhadap data dengan menggunakan transformasi logaritma. Setelah ditransformasi, data berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji ANOVA dengan uji *post hoc* Benferoni. Hasil dari uji Benferoni menunjukkan bahwa konsentrasi logam Fe pada rumput laut di stasiun B berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan yang dipelihara di stasiun P dan RS. Konsentrasi Fe tidak berbeda nyata pada rumput laut yang dipelihara di stasiun P dan RS ($p > 0,05$).



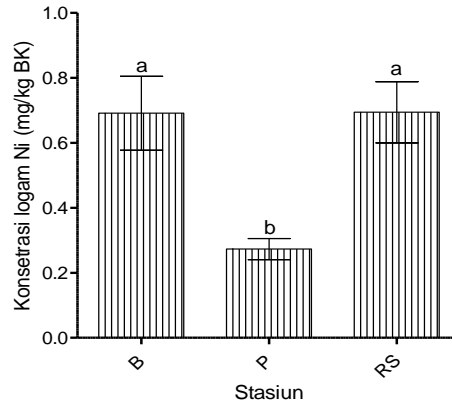
Gambar 5. Perbandingan logam Cu di dalam tubuh rumput laut yang dibudidayakan pada stasiun yang berbeda. Bar adalah standard error. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik ($p < 0,05$) (Yaqin *et al.*, 2014).

Data konsentrasi logam Cu berdistribusi normal. Karena data Cu di stasiun RS tidak terdeteksi, maka pengujian dilakukan dengan t-student dan hasilnya menunjukkan bahwa ada perbedaan yang nyata logam Cu di stasiun B dan P. Tentunya karena kandungan Cu di stasiun RS tidak terdeteksi, maka kandungan Cu di stasiun RS berbeda dengan stasiun B dan P (Gambar 5).



Gambar 6. Perbandingan logam Zn di dalam tubuh rumput laut yang dibudidayakan pada stasiun yang berbeda. Bar adalah standard error. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik ($p < 0,05$) (Yaqin *et al.*, 2014).

Data logam Zn tidak berdistribusi normal dan tidak homogen. Setelah ditransformasi dan diuji normalitas dan homogenitasnya, data Zn berdistribusi normal dan homogen. Oleh karena itu uji ANOVA digunakan untuk mendeterminasi perbedaan rata-rata dari kadar Zn di masing-masing stasiun. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara stasiun B dan P. Akan tetapi kandungan Zn di stasiun RS berbeda nyata dengan kandungan Zn rumput laut yang dipelihara di stasiun B dan P.



Gambar 7.Perbandingan logam Ni di dalam tubuh rumput laut yang dibudidayakan pada stasiun yang berbeda. Bar adalah standard error. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik ($p < 0,05$) (Yaqin *et al.*, 2014).

Data konsentrasi logam Ni di dalam rumput laut berdistribusi normal, akan tetapi variannya tidak homogen. Oleh karenanya data ditransformasi dengan menggunakan transformasi logaritma yang selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Hasilnya menunjukkan bahwa varian data hasil transformasi adalah homogen. Selanjutnya dilakukan uji ANOVA dan post hoc yang mana hasilnya seperti dapat dilihat pada Gambar 7. Gambar 7 menunjukkan bahwa konsentrasi rumput laut yang dibudidayakan di stasiun B dan P tidak berbeda nyata, sedangkan keduanya berbeda nyata dengan konsentrasi logam Ni di dalam rumput laut yang dipelihara di stasiun B.

Tabel 2. Faktor-faktor oseanografis dan kualitas air perairan Bantaeng (Yaqin, *et al.*, 2014)

Nama stasiun	Kecerahan (cm)	Arus (m/detik)	pH	Salinitas (permil)	Kedalaman (m)	Suhu C	DO (mg/L)	PO4 (mg/l)	Nitrat (mg/L)
B1	96	0.19	8.3	35	5.5	32	5.7	0.05	0.223
B2	110	0.17	8.1	35	6	31.2	5.3	0.10	0.417
B3	124	0.12	8	35	6	31.4	5.1	0.08	0.172
B4	105	0.09	8.1	33	6	31.52	5.2	0.07	0.099
Rata-rata	108.750	0.144	8.125	34.500	5.875	31.530	5.325	0.075	0.228
SD	11.701	0.048	0.126	1.000	0.250	0.340	0.263	0.021	0.136
P1	142	0.11	8.1	34	6	31.7	6.8	0.09	0.264
P2	138	0.06	8.1	35	4	31.1	6.9	0.11	0.208
P3	121	0.11	8	34	3	30.5	6.9	0.10	1.137
P4	136	0.06	8.1	34	1.5	31.5	6.2	0.10	0.221
Rata-rata	134.250	0.085	8.075	34.250	3.625	31.200	6.700	0.100	0.458
SD	9.179	0.027	0.050	0.500	1.887	0.529	0.337	0.008	0.454
RS1	99	0.05	8.2	35	3	28.7	4.6	0.16	0.465
RS2	119	0.05	8	34	5.6	28	5.2	0.16	0.626
RS3	140	0.05	8.6	34	5	28	5.6	0.08	0.607
RS4	129	0.08	8.2	30	10	28.6	6.7	0.07	0.715
Rata-rata	121.750	0.059	8.250	33.250	5.900	28.325	5.525	0.116	0.603
SD	17.424	0.018	0.252	2.217	2.951	0.377	0.885	0.050	0.104

Tabel 3. Kriteria kalayakan untuk lokasi budidaya rumput laut sesuai dengan nilai BNSI dan SNI KKP No.01-6492-2010 (Wantasen dan Tamrin, 2012)

Parameter	Kisaran	Optimum
Kecerahan (m)	1-5	>3
Suhu (°C)	20-33	27 -30
Kecamatan arus (cm/det)	5-50	20-40
Pasang surut (cm)	10-150	30-60
Kedalaman (m)	0,33-3	0,60-0,80
pH	6,0-90	7,5-8,0
Salinitas (‰)	15-38	28-34
Oksigen terlarut (mg/l)	1-15	3-8
Nitrat (mg/l)	1,0-3,2	1,5-2,5
Fosfat (mg/l)	0,021-0,1	0,050-0,075

Data kualitas air (Tabel 2) menunjukkan bahwa hampir semua parameter kualitas air di perairan Bantaeng memenuhi kriteria yang dibutuhkan untuk kehidupan dan pertumbuhan rumput laut (Wantasen dan Tamrin, 2012), kecuali parameter fosfat dan nitrat. Kandungan fosfat lebih dari persyaratan pertumbuhan rumput laut yang optimal, sedangkan kandungan nitrat kurang dari kebutuhan rumput laut untuk bertumbuh secara optimal.

Data laju bioakumulasi (Tabel 4) menunjukkan bahwa logam Fe dan Zn mengalami bioakumulasi di dalam tubuh rumput laut yang dipelihara di semua stasiun pengamatan. Akan tetapi logam Cu mengalami depurasi pada stasiun P dan RS serta mengalami bioakumulasi pada stasiun B. Logam Ni juga mengalami depurasi pada stasiun P dan akumulasi pada stasiun B dan RS. Laju akumulasi terhadap Fe terbesar di seluruh stasiun di susul oleh Zn.

Tabel 4. Laju bioakumulasi beberapa logam pada rumput laut, *K. alvarezii* (Yaqin, *et al.*, 2014).

Nama stasiun	Fe (mg/kgBK/hari)	Cu (mg/kgBK/hari)	Zn (mg/kgBK/hari)	Ni (mg/kgBK/hari)
B1	0.665	0.009	0.014	-0.002
B2	0.682	0.013	0.007	0.000
B3	0.610	0.022	0.002	0.002
B4	3.013	0.043	0.007	0.012
B5	1.214	0.034	0.005	0.008
Rata-rata	1.237	0.024	0.007	0.004
SD	1.023	0.014	0.004	0.006
P1	1.166	-0.015	0.011	-0.007
P2	0.511	-0.012	0.008	-0.006
P3	0.238	-0.008	0.000	-0.005
P4	0.247	-0.003	0.005	-0.003
P5	0.231	0.002	0.008	-0.006
Rata-rata	0.479	-0.009	0.006	-0.005
SD	0.402	0.007	0.004	0.002
RS1	0.307	-0.016	0.022	-0.001
RS2	0.122	-0.016	0.047	-0.001
RS3	0.127	-0.016	0.038	0.005
RS4	0.096	-0.016	0.039	0.007
RS5	0.097	-0.016	0.057	0.010
Rata-rata	0.150	-0.016	0.041	0.004
SD	0.089	0.000	0.013	0.005

Trace metal yang belum diketahui fungsinya digolongkan sebagai logam non-essensial, sedangkan yang sudah diketahui fungsinya di dalam tubuh organism disebut logam esensial, seperti nikel. Logam-logam ini apabila keberadaannya melebihi baku mutu yang sudah ditentukan maka ia dapat menjadi persoalan di lingkungan perairan karena dapat membahayakan kehidupan biota dan ekosistem perairan (Yaqin, *et al.*, 2014). Camizuli *et al.*, (2014) mendapati bahwa logam yang ada di daerah bekas aktivitas penambangan masih memunyai efek buruk terhadap biota perairan.

Logam yang diukur kadarnya pada penelitian ini adalah logam yang termasuk logam esensial yaitu Fe, Cu, Zn dan Ni. Volesky (2001) membuat klasifikasi logam berdasarkan tingkat resikonya di alam. Kuprum, seng dan nikel dikelompokkan ke dalam logam yang bersiko sedang terhadap lingkungan, sedangkan Fe digolongkan beresiko rendah.

Dari hasil analisis logam dengan alat AAS diketahui bahwa bibit rumput laut yang biasa digunakan oleh nelayan pembudidaya rumput laut telah mengandung baik logam esensial Fe, Cu, dan Ni. Kadar Fe di dalam bibit rumput laut yaitu 0,656 mg/kg BK, sedangkan Cu dan Ni masing-masing yaitu 0,732 dan 0,5095 mg/kg BK. Seng tidak terdeteksi di dalam bibit rumput laut (Gambar 2). Keberadaan beberapa logam pada bibit sangat dimungkinkan karena sumber bibit rumput laut yang dibudidayakan berasal dari teknik vegetatif yang berasal dari perairan di mana petani membudidayakan rumput laut. Bila perairan tempat mengambil bibit terkontaminasi dengan logam, maka bibit rumput laut yang digunakan juga akan terkontaminasi oleh logam.

Setelah dilakukan pemeliharaan selama 45 hari, terjadi akumulasi dan depurasi logam pada rumput laut. Bioakumulasi ini merupakan refleksi dari proses biologis dari rumput laut yang menyerap apa saja yang ada di kolom air baik itu berupa nutrisi untuk kebutuhan hidup ataukah bahan logam seperti Fe, Cu, Zn dan Ni. Depurasi juga merupakan proses biologis untuk mengeluarkan kelebihan logam di dalam tubuh rumput laut atau sebagai konsekuensi dari proses penyeimbangan dan interaksi dengan konsentrasi logam lainnya di dalam dan di luar thallus rumput laut (Andrade, *et al.*, 2006)

Salah satu senyawa yang bertanggung jawab terhadap akumulasi dan depurasi logam pada rumput laut adalah senyawa fitocelatin (Hu & Wu, 1998; Pawlik-Skowrońska *et al.*, 2007; Mellado, *et al.*, 2012), kecuali pada logam arsen (Wood *et al.*, 2011). Fitocelatin mengikat logam dan membentuk kompleks fitocelatin-logam yang disimpan di organel-organel sel seperti vakuola dan kloroplast (Estrella-Gómez *et al.*, 2009). Dengan cara itu maka dampak buruk logam terhadap organisme dapat direduksi (Mendoza-Cózatl, *et al.*, 2006). Fitocelatin merupakan peptida yang mengatur konsentrasi ion-ion logam di jamur, tumbuhan darat dan ganggang atau rumput laut (Cobbett, 2000; Rauser, 1995; Zenk, 1996) dengan berat molekul antara 2 -10 Kd yang disintesis oleh enzim, fitocelatin sintase (Torres *et al.*, 2008). Hu & Wu, (1998) menemukan bahwa keberadaan fitocelatin di dalam rumput laut *Kappaphycus alvarezii* berkorelasi positif dengan konsentrasi logam di dalam thallus rumput laut dan media air. Ketika rumput laut yang tercemar oleh logam dimasukkan ke dalam media yang bersih, maka konsentrasi logam di dalam rumput laut semakin berkurang tetapi konsentrasi fitocelatin tidak mengalami pengurangan (Hu & Wu, 1998).

Laju bioakumulasi yang terukur pada rumput laut dapat dilihat pada Tabel 4 yang menunjukkan bahwa Fe merupakan logam yang diakumulasi oleh rumput laut dengan laju akumulasi yang terbesar. Logam Ni adalah logam dengan laju akumulasi yang rendah, bahkan pada stasiun P terjadi depurasi. Fe juga adalah logam yang paling banyak diakumulasi oleh rumput laut dan Ni adalah yang terendah. Hal ini dimungkinkan karena Fe adalah logam yang paling banyak berperan dalam proses kehidupan rumput laut sebagai bagian dari proses fotosintesis (Rueter *et al.*, 1990). Ni meskipun termasuk sebagai logam esensial tetapi kebutuhan rumput laut terhadap Ni tidak sebanyak kebutuhan terhadap Fe, bahkan Ni pada konsentrasi tertentu dapat mendisfungsi klorofil (Sheoran *et al.*, 1990) yang berakibat pada penurunan pertumbuhannya (Jiang *et al.*, 2014). Di sisi lain ikatan antara Ni dan fitocelatin tidak kuat sehingga mudah dilepaskan di perairan (Hu & Wu, 1998). Hal ini lah yang mungkin terjadi pada rumput laut yang dipelihara di stasiun P, yang mana Ni yang ada di dalam thallus rumput laut mengalami depurasi.

Cu juga mengalami akumulasi dan depurasi. Tidak ada hubungan yang linear antara Cu di perairan dengan akumulasi dan depurasi yang dilakukan oleh rumput laut. Hal ini lebih karena logam Cu di perairan pada saat sampling tidak terefleksikan di dalam rumput laut. Hal yang sama terjadi pada Zn yang menunjukkan perilaku pengakumulasi logam. Akumulasi logam Zn tidak berhubungan secara linear dengan keberadaan Zn di perairan pada saat disampling.

Kandungan Zn dan Cu yang ada pada rumput laut *K. Alvarezii* yang dipelihara di Bantaeng belum melebihi kadar yang diizinkan oleh *European Economic Community* (EEC) (Yaqin, *et al.*, 2009). Kadar Cu yang diukur dari rumput laut berkisar dari 0,307-1,711 ppm atau mg/kg BK, dan kadar Zn yaitu 0,270-1,644 ppm. Kadar maksimum Cu dan Zn yang diperbolehkan (EEC) yaitu 25 ppm.

Rumput laut yang terpapar logam pencemar akan mengalami penurunan berat molekul proteinnya (Ryan, 2010). Penurunan protein ini akan berakibat pada menurunnya kinerja fotosintesis yang pada akhirnya akan menurunkan laju pertumbuhan rumput laut. Eder *et al.*, (2012) menyebutkan bahwa logam pencemar dapat menyebabkan degenarasi tilakoid, klorofil a dan protein picobilin yang menyebabkan turunnya proses fotosintesis dan pada akhirnya akan menurunkan pertumbuhannya.

Rumput laut yang dibudidayakan di perairan Bantaeng mempunyai pertumbuhan rata-rata harian 4,47 %/hari (Yaqin, *et al.*, 2014). Nilai pertumbuhan ini termasuk rendah bila dibandingkan dengan termasuk rendah bila dibandingkan dengan pertumbuhan rumput laut, *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan di India. Thirumaran and Anantharaman, (2009) menyebutkan bahwa pertumbuhan rumput laut, *K. alvarezii* di Teluk Mannar India, mempunyai laju pertumbuhan 6,11 %/hari. Di Brazil rumput laut *K. alvarezii* dapat tumbuh dengan laju pertumbuhan 8,9 % (Paula dan Pereira, 2003). Di Pulau Pari, Jakarta rumput laut mempunyai laju pertumbuhan mencapai 6,11 %/hari (Yulianto dan Mira, 2009).

Rendahnya laju pertumbuhan rumput laut yang dibudidayakan di perairan Bantaeng kemungkinan disebabkan oleh kandungan nitrat yang kurang (Tabel 2 dan 3). Kemungkinan kedua, karena adanya bahan pencemar logam yang sudah melebihi batas baku mutu biota laut. Logam pencemar ini yang mengganggu fotosintesis rumput laut, sehingga rumput laut di perairan Bantaeng pertumbuhannya lebih rendah dibandingkan pertumbuhan rumput laut di daerah-daerah lain (Yaqin, *et al.*, 2014).

Fakta bahwa rumput laut, *K. alvarezii* dapat menyerap atau mengakumulasi logam memberi harapan dalam bidang ekotoksikologi untuk digunakan sebagai apa yang disebut *sentinel organism*. Istilah *sentinel organism* seringkali ditukar dengan istilah biomonitor, akan tetapi bukan pada tempatnya untuk mendiskusikan hal itu di makalah ini. Chakraborty dan Owens (2014) mengobservasi bahwa rumput laut lebih bagus digunakan sebagai *sentinel organism* untuk monitoring konsentrasi logam dibandingkan dengan menggunakan konsentrasi logam di media air atau sedimen. Kemampuan rumput laut dalam menyerap logam didukung oleh adanya senyawa peptida fitocelatin yang mengikat logam dalam bentuk kompleks fitocelatin-logam yang disimpan di dalam thallus rumput laut. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa logam menstimulasi konsentrasi fitocelatin (Hu & Wu, 1998; Sáez Avaria, 2014). Fitocelatin memainkan peranan yang signifikan dalam mendetoksifikasi dan menoleransi kontaminasi logam, ketika rumput laut berada di perairan yang tercemar (Morris *et al.*, 1999; Malea *et al.*, 2006). Dengan demikian salah satu karakteristik biologis rumput laut yang dapat digunakan sebagai biomarker yaitu konsentrasi fitocelatin. Untuk mendapatkan efektifitas penggunaan fitocelatin sebagai biomarker perlu dilakukan penelitian yang lebih komprehensif sedemikian sehingga fitocelatin dapat digunakan sebagai biomarker dalam program-program ekotoksikologis pada skala laboratorium maupun lapangan.

Di samping itu fakta kemampuan serap rumput laut terhadap logam juga menginspirasi beberapa penelitian untuk menggunakan rumput laut sebagai biosorben (Kumar, *et al.*, 2007; Kang *et al.*, 2011; Rafiq., *et al.*, 2013; Praveen, *et al.*, 2014). Kumar *et al.*, (2007) membandingkan tiga warna *K. alvarezii* dalam menyerap logam. Mereka menemukan bahwa *K. alvarezii* yang berwarna kuning pucat lebih besar kemampuannya terhadap logam kromium dibandingkan yang berwarna hijau atau coklat. Berbeda dengan Kumar *et al.* (2007), Kang *et al.*

al. (2011) menggunakan limbah pengolahan rumput laut *K. alvarezii* sebagai biosorben logam kromium. Hasilnya menunjukkan bahwa limbah rumput laut mampu menyerap logam kromium dan daya serapnya meningkat dengan peningkatan konsentrasi logam awal. Akan tetapi daya serap rumput laut terhadap kromium menurun dengan penambahan logam lain yaitu logam Cu dan Cd. Hal sebaliknya ditemukan oleh Rafiq, *et al.* (2013) yang menunjukkan bahwa prosentasi daya serap rumput laut yang ditepungkan menurun dengan peningkatan konsentrasi awal. Praveen *et al.* (2014) menunjukkan bahwa daya serap rumput laut terhadap Pb lebih besar dibandingkan Cd, Cu dan Ni.

Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kandungan logam di dalam tubuh rumput laut. Logam Fe meningkat dari 0.656 mg/kg BK menjadi 56.555, 14.460, dan 5.740 mg/kg BK pada masing-masing di stasiun B, P, dan RS. Hal yang sama terjadi pada logam Zn, yang mana Zn tidak terdeteksi pada bibit dan terjadi akumulasi logam Zn pada akhir pemeliharaan dengan konsentrasi 0,006, 0,270, 1.664 mg/kg BK pada masing-masing stasiun B, P, dan RS. Logam Cu mengalami akumulasi di stasiun B dari 0,732 ke 1.711 mg/kg BK dan depurasi di Stasiun P dan RS masing-masing dari 0,732 ke 0,307 dan 0 mg/kg BK. Logam Ni terdeteksi di dalam bibit dengan kadar 0.510 mg/kg BK dan meningkat menjadi 0,647 dan 0,630 mg/kg BK pada masing-masing stasiun B dan RS. Akan tetapi Ni mengalami depurasi dari 0.510 mg/kg BK menjadi 0,277 mg/kg BK di stasiun P.

Daftar Referensi

- Andrade, S., Medina, M. H., Moffett, J. W., & Correa, J. A. 2006. Cadmium-copper antagonism in seaweeds inhabiting coastal areas affected by copper mine waste disposals. *Environmental science & technology*, 40(14), 4382-4387.
- Camizuli, E., Monna, F., Scheifler, R., Amiotte-Suchet, P., Losno, R., Beis, P. Amiotte-Suchet, R. Losno, P. Beis, B. Bohard, C. Chateau, P. Alibert. (2014). Impact of trace metals from past mining on the aquatic ecosystem: A multi-proxy approach in the Morvan (France). *Environmental research*, 134, 410-419.
- Chakraborty, S., & Owens, G. (2014). Metal distributions in seawater, sediment and marine benthic macroalgae from the South Australian coastline. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11(5), 1259-1270.
- Cobbett, C., 2000. Phytochelatins and their roles in heavy metals detoxification. *Plant Physiol.* 123, 825–832.
- Dinas Kelautan dan Perikanan.(2012). Data Potensi Perikanan Sulawesi Selatan. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi-Selatan. Makassar.
- Éder C, S., Roberta de P, M., Alexandra, L., Marcelo, M., Paulo A, H., & Zenilda L, B. 2012. Effects of cadmium on growth, photosynthetic pigments, photosynthetic performance, biochemical parameters and structure of chloroplasts in the agarophyte *Gracilaria domingensis* (Rhodophyta, Gracilariales). *American Journal of Plant Sciences*, 2012.
- Estrella-Gómez, N., Mendoza-Cózatl, D., Moreno-Sánchez, R., González-Mendoza, D., Zapata-Pérez, O., Martínez-Hernández, A., & Santamaría, J. M. (2009). The Pb-hyperaccumulator aquatic fern *Salvinia minima* Baker, responds to Pb 2+ by increasing phytochelatin synthesis via changes in SmPCS expression and in phytochelatin synthase activity. *Aquatic toxicology*, 91(4), 320-328.
- García-Ríos, V., Freile-Peigrín, Y., Robledo, D., Mendoza-Cózatl, D., Moreno-Sánchez, R., & Gold-Bouchot, G. (2007). Cell wall composition affects Cd 2+ accumulation and intracellular thiol peptides in marine red algae. *Aquatic toxicology*, 81(1), 65-72.
- Hu, S., Wu, M., 1998. Cadmium sequestration in the marine macroalga *Kappaphycus alvarezii*. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.* 7, 97–104.
- Jiang, Y., Nunez, M., Laverty, K. S., & Quigg, A. (2014). Coupled effect of silicate and nickel on the growth and lipid production in the diatom *Nitzschia perspicua*. *Journal of Applied Phycology*, 1-12

- Kang, O. L., Ramli, N., Said, M., Ahmad, M., Yasir, S. M., & Ariff, A. (2011). Kappaphycus alvarezii waste biomass: A potential biosorbent for chromium ions removal. *Journal of Environmental Sciences*, 23(6), 918-922.
- Kumar, K. S., Ganesan, K., & Rao, P. S. (2007). Phycoremediation of heavy metals by the three-color forms of Kappaphycus alvarezii. *Journal of hazardous materials*, 143(1), 590-592.
- Malea, P., Rijstenbil, J.W., Haritonidis, S., 2006. Effects of cadmium, zinc and nitrogen status on non-protein thiols in the macroalgae *Enteromorpha* spp. from the Scheldt Estuary (SW Netherlands, Belgium) and Thermaikos Gulf (N Aegean Sea, Greece). *Mar. Environ. Res.* 62, 45–60.
- Mellado, M., Contreras, R. A., González, A., Dennett, G., & Moenne, A. (2012). Copper-induced synthesis of ascorbate, glutathione and phytochelatins in the marine alga *Ulva compressa* (Chlorophyta). *Plant Physiology and Biochemistry*, 51, 102-108.
- Mendoza-Cózatl, D., Rodríguez-Zavala, J., Rodríguez-Enríquez, S., Mendoza-Hernandez, G., Briones-Gallardo, G., Moreno-Sánchez, R., 2006. Phytochelatin–cadmium–sulfide high-molecular-mass complexes of *Euglena gracilis*. *FEBS J.* 273, 5703–5713.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor : 115 tahun 2003.
- Morris, C.A., Nicolaus, B., Sampson, V., Harwood, J.L., Kille, P., 1999. Identification and characterization of a recombinant metallothionein protein from a marine alga *Fucus vesiculosus*. *Biochem. J.* 338, 553–560.
- Paula, E.J., Pereira, R.T.L., 2003. Factors affecting growth rates of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P. Silva (Rhodophyta, Solieraceae) in subtropical waters of Sao Paulo, Brazil. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 17, 381–388.
- Pawlik-Skowrońska, B., Pirszel, J., & Brown, M. T. (2007). Concentrations of phytochelatins and glutathione found in natural assemblages of seaweeds depend on species and metal concentrations of the habitat. *Aquatic Toxicology*, 83(3), 190-199.
- Praveen, R. S., & Vijayaraghavan, K. (2014). Optimization of Cu (II), Ni (II), Cd (II) and Pb (II) biosorption by red marine alga *Kappaphycus alvarezii*. *Desalination and Water Treatment*, (ahead-of-print), 1-9.
- Rafiq, S., Ali, M. K., Sakari, M., Sulaiman, J., & Yasir, S. M. (2013). Biosorption of Toxic Heavy Metals by Unmodified Marine Red Alga (*Kappaphycus alvarezii*): Kinetics and Isotherm Studies. *Int. J. Environ. Bioener*, 7(2), 91-107.
- Rueter, J. G., Ohki, K., & Fujita, Y. (1990). The Effect of Iron Nutrition on Photosynthesis and Nitrogen Fixation in Cultures of *Trichodesmium* (cyanophyceae) 1. *Journal of Phycology*, 26(1), 30-35.
- Ryan, S. (2010). An investigation into the biochemical effects of heavy metal exposure on seaweeds (Doctoral dissertation, Waterford Institute of Technology).
- Sáez Avaria, C. (2014). Physiological, biochemical, and molecular responses to copper stress in different strains of the model brown alga *Ectocarpus siliculosus*.
- Sheoran, I. S., Singal, H. R., & Singh, R. (1990). Effect of cadmium and nickel on photosynthesis and the enzymes of the photosynthetic carbon reduction cycle in pigeonpea (*Cajanus cajan* L.). *Photosynthesis Research*, 23(3), 345-351.
- Thirumaran, G and Anantharaman, P. 2009. Daily Growth Rate of Field Farming Seaweed *Kappaphycus alvarezii*. (Doty) Doty ex P. Silva in Vellar Estuary. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 1 (3): 144-153.
- Torres, M.A., Barros, M.P., Campos, S.C.G., Pinto, E., Rajamani, Sayre, R.T., Colepicolo, P, 2008. Biochemical biomarkers in algae and marine pollution: areview. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 71,1–15.
- Volesky, B. (2001). Detoxification of metal-bearing effluents: biosorption for the next century. *Hydrometallurgy*, 59(2), 203-216.
- Wang, Z., Wang, X., & Ke, C. (2014). Bioaccumulation of trace metals by the live macroalga *Gracilaria lemaneiformis*. *Journal of Applied Phycology*, 26(4), 1889-1897.
- Wantasen, ASj dan Tamrin. 2012. Analisis lokasi budidaya rumput di perairan teluk Dodinga Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*. VIII-1; 23-26.
- Wood, B. A., Miyashita, S., Kaise, T., Raab, A., Meharg, A. A., & Feldmann, J. (2011). Arsenic is not stored as arsenite–phytochelatin complexes in the seaweeds *Fucus spiralis* and *Hizikia fusiforme*. *Environmental Chemistry*, 8(1), 30-43.

- Yaqin K, Fachruddin L, Suwarni, Umar M.T, Rahim SR. 2014. Inovasi proteksi dan pelestarian lingkungan dalam peningkatan produksi budidaya rumput laut. Laporan Penelitian. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Yaqin, K., Burhanddin, AI., dan Samad W., 2009. Kajian Keanekaragaman spesies rumput laut di zona litoral wilayah perairan Sulawesi Selatan. Laporan Penelitian. LPPM, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Yulianto, K dan Mira, S. 2009. Budidaya makro algae *kappaphycus alvarezii* (doty) secara vertikal dan gejala penyakit "ice-ice" di perairan pulau pari. Oseanologi dan limnologi di indonesia 35(3): 323-332.
- Zenk, M., 1996. Heavy metal detoxification in higher plants—review. Gene 179, 21–30.

Pengawasan Lalu Lintas Tuna Tongkol Cakalang (TTC) melalui Pendekatan Sertifikasi di Kota Palu

Mohammad Zamrud

Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Palu
Jl. Garuda No. 22 Palu Sulawesi Tengah

E-mail : zamrud_bangkep@yahoo.com

ABSTRAK

Ikan tuna, tongkol, dan cakalang (TTC) merupakan komoditas perikanan unggulan Propinsi Sulawesi Tengah yang tersebar di perairan Teluk Tomini, Teluk Tolo, Laut Sulawesi dan Selat Makassar. Selama ini, perdagangan TTC di kota Palu masih memiliki banyak kelemahan seperti kurangnya informasi tentang data lalu lintas dan panjangnya rantai tata niaga yang dapat menyebabkan kemunduran mutu ikan. Jalur perdagangan yang tidak efisien dan pola perdagangan yang tidak terencana menyebabkan pemanfaatan sumberdaya yang tidak efisien. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui frekuensi komoditi TTC yang dilalulintaskan di Kota Palu. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif secara *time series*. Analisis data diperoleh dengan melihat volume pengiriman TTC pada tahun 2013 – 2014 dan memprediksi potensi perdagangannya di tahun-tahun mendatang. Data diambil dari aplikasi Sister Karoline (Sistem Komputerisasi Karantine Ikan Online) yang dioperasikan secara *real time* di lapangan. Pengawasan lalu lintas TTC dengan pendekatan sertifikasi karantina ikan merupakan bagian integral dari pengelolaan sumberdaya perikanan di wilayah kota Palu secara berkelanjutan dan berkeadilan. Melalui pendekatan ini, perdagangan TTC menjadi terkontrol. Data tahun 2013 - 2014 menunjukkan perdagangan TTC dengan pendekatan sertifikasi selama 2 tahun terakhir, volume pengiriman TTC mengalami peningkatan pada komoditi tongkol dan cakalang, sedangkan pada komoditi tuna mengalami penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh rantai tata niaga yang terlalu panjang, berkurangnya jumlah trip nelayan dan adanya gejala kelebihan tangkap. Selain itu, tingginya permintaan ikan untuk kebutuhan konsumsi lokal dan pertumbuhan industri kecil serta menengah di bidang pengolahan hasil perikanan juga berpengaruh secara signifikan terhadap kelancaran perdagangan TTC di kota Palu.

Kata Kunci: TTC, pengawasan, sertifikasi, Palu

Pendahuluan

Ikan tuna, tongkol dan cakalang(TTC) merupakan beberapa jenis ikan ekonomis penting di Indonesia. Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2013) menyebutkan target pertumbuhan ekspor mencapai 19% dimana posisi TTC sangat strategis dalam menghasilkan devisa negara, selain sebagai komoditas pencukupan sumber protein hewani untuk penduduk Indonesia. Laporan terkini menyebutkan bahwa kelompok TTC menyumbang sebanyak 12% dari total 40% ekspor produk perikanan. Gambaran ekspor produk perikanan dalam periode 2010-2013 mengalami peningkatan volume rata-rata sebesar 4,85% per tahun. Sama halnya dengan peningkatan volume ekspor, nilai ekspor produk perikanan dalam periode yang sama juga mengalami peningkatan rata-rata sebesar 13,43% per tahun. Untuk komoditas tuna tongkol cakalang (TTC) pada tahun 2013 mengalami pertumbuhan yang melambat, yakni sebesar 3,8% dibandingkan dengan tahun 2012. Hal ini diantaranya disebabkan karena penurunan permintaan yang cukup signifikan di pasar China, Amerika Serikat dan Jepang, yakni sebesar 46,78%, 14,27%, dan 9,35% dibandingkan dengan tahun 2012, meskipun di pasar Uni Eropa mengalami pertumbuhan yang signifikan, yakni 56,07% (Setiyawan *et al*, 2013).

Sulawesi Tengah merupakan propinsi yang memiliki 4 Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) yaitu WPP 713, WPP 714, WPP 715 dan WPP 716 berbasis Selat Makassar, Teluk Tomini, Teluk Tolo dan Laut Sulawesi. Potensi

sumberdaya perikanan Sulawesi Tengah sejalan dengan visi Pemerintah Propinsi Sulawesi Tengah yaitu “Sulawesi Tengah sejajar dengan propinsi maju di kawasan timur Indonesia dalam Pengembangan Agribisnis dan Kelautan melalui Kualitas Sumberdaya manusia yang Berdaya Saing di tahun 2020”. Sebagai ibukota Propinsi Sulawesi Tengah, Palu memiliki peran yang strategis dalam pengelolaan potensi perikanan sejalan dengan ditetapkannya Palu menjadi Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) tahun 2014 serta dimasukkannya TTC sebagai salah satu komoditas unggulan perikanan sesuai dengan Masterplan Percepatan Pengembangan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011 – 2025 yang dikenal dengan MP3EI.

Perdagangan TTC di kota Palu masih memiliki kelemahan, salah satunya adalah kurangnya informasi tentang data lalu lintas. Sebagai otoritas kompeten dalam pengawasan produk perikanan, Badan Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM) bertugas mengawasi pengeluaran dan pemasukan komoditi perikanan untuk kegiatan ekspor, impor dan antar area di seluruh wilayah Indonesia. Pengawasan lalu lintas komoditi perikanan dilakukan di pintu pemasukan dan pengeluaran seperti di pelabuhan laut dan bandara. Sesuai dengan kewenangannya, BKIPM juga melakukan kegiatan monitoring dan pemantauan di farm pengguna jasa untuk melihat ketelusuran mulai proses pendaratan sampai pengiriman produk. Visi pembangunan karantina ikan, pengendalian mutu dan keamanan hasil perikanan tahun 2011 – 2014 adalah hasil perikanan yang sehat bernutu, aman konsumsi dan terpercaya. Sertifikasi yang diterbitkan merupakan jaminan dan telah memenuhi syarat untuk diterima di pasar nasional dan internasional.

Lalu lintas TTC berbasis data merupakan kajian yang diperlukan untuk mengambil kebijakan pengelolaan perikanan secara berkelanjutan dan berkeadilan. Melalui pendekatan sertifikasi karantina ikan, diharapkan rantai tata niaga pada TTC dapat diketahui secara efektif dan efisien, sehingga tidak akan memakan waktu dan biaya yang tinggi.

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui volumelalu lintas pengiriman komoditi TTC di kota Palu dan menganalisis faktor penyebab fluktuasi volumelalu lintas pengiriman selama tahun 2013 – 2014. Adapun manfaat penelitian ini adalah memberikan pengetahuan dan informasi kepada pemangku kepentingan dalam rangka pengambilan kebijakan terkait pengelolaan perikanan TTC secara berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang bertujuan untuk membandingkan data volume lalu lintas menggunakan data *time series* dimana data pengiriman TTC yang dilalulintaskan pada Januari 2013 sampai dengan Nopember 2014 telah divalidasi dan dibandingkan dengan data dan telaah hasil penelitian sebelumnya. Data diambil dari aplikasi Sister Karoline (Sistem Komputerisasi Karantine Ikan Online) yang dioperasikan secara *real time* di lapangan.

Hasil dan Pembahasan

Volume perdagangan resmi TTC melalui jalur legal (pelabuhan laut dan bandara) yang tersertifikasi diperoleh dari pihak Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I Palu. Sebagaimana diketahui, berdasarkan Undang-Undang Nomor 16 tahun 1992 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan, bahwa Karantina Ikan mempunyai tugas melakukan sertifikasi kesehatan ikan terhadap media pembawa yang akan dilalulintaskan keluar, masuk maupun antar area dalam wilayah negara Republik Indonesia, termasuk TTC sebagai salah satu komoditi perikanan yang dilalulintaskan keluar wilayah Palu. Adapun data volume lalu lintas pengiriman ikan tuna keluar wilayah Palu sampai bulan Nopember 2014 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1.Rekapitulasi data volume lalu lintas pengiriman tuna keluar wilayah Palu tahun 2013-2014^{*)}

Bulan	Volume Pengiriman Tuna (kg)	
	2013	2014
Januari	6.851	18.075
Februari	12.950	6.215
Maret	23.950	7.835
April	10.555	23.250
Mei	29.870	34.335
Juni	17.059	14.895
Juli	11.110	11.700
Agustus	25.800	10.290
September	23.370	10.575
Oktober	24.240	24.330
Nopember	20.040	8.400
Desember	7.215	10.350
Jumlah	213.010	180.250

^{*)}Sumber : Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I Palu, 2014

Data pada Tabel 1 menunjukkan volume lalu lintas pengiriman tuna keluar wilayah kota Palu pada tahun 2013 lebih tinggi yaitu 213.010 kg dibandingkan tahun 2014 sebesar 169.900 kg. Terjadinya penurunan jumlah pengiriman tuna di tahun 2014 kemungkinan disebabkan rantai tata niaga tuna yang terlalu panjang sehingga menjadi kendala bagi pelaku usaha dalam melakukan aktivitas ekonominya. Sebagaimana diketahui, bahwa penanganan yang terlalu lama menyebabkan kemunduran mutu pada ikan karena tidak bisa dipertahankan kandungan histamin dalam batas aman konsumsi. Selain itu, berkurangnya jumlah trip nelayan dan adanya gejala kelebihan tangkap di wilayah penangkapan Selat Makassar, Laut Sulawesi, Teluk Tolo dan teluk Tomini menjadi indikasi menurunnya volume lalu lintas pengiriman, namun hal ini membutuhkan penelitian lebih lanjut. Volume pengiriman tertinggi dicapai pada bulan Mei 2014 sebesar 34.335 kg sedangkan volume terendah terjadi pada bulan Februari 2014 sebesar 6.215 kg. Rerata pengiriman tuna perbulan pada tahun 2013 adalah 11.751kg sedangkan pada tahun 2014 adalah 14.159kg. Ini berarti terdapat penurunan rerata pengiriman tuna pada tahun 2014 dibandingkan dengan tahun 2013.

Untuk pengiriman tuna melalui jalur pesawat dan kapal laut di kota Palu, wilayah penangkapannya berada di selat Makassar, Teluk Tomini maupun Laut Sulawesi. Adapun untuk wilayah penangkapan Teluk Tolo, kebanyakan pengumpul langsung mengirim ke wilayah Sulawesi Selatan atau Luwuk Banggai Sulawesi Tengah. Di Luwuk Banggai, terdapat pelabuhan peti kemas dengan tujuan Surabaya maupun Jakarta maupun eksportir ikan beku.

Hasil yang diperoleh pada tabel 2 menunjukkan volume lalu lintas pengiriman ikan tongkol keluar daerah kota Palu pada tahun 2013 yaitu 74.833 kg dan pada tahun 2014 sebanyak 859.709 kg. Terjadi peningkatan volume pengiriman pada tahun 2014 dibandingkan tahun 2013. Hal ini dipengaruhi oleh bertumbuhnya industri kecil dan menengah di bidang pengolahan hasil perikanan di kota Palu dalam kurun waktu 3 tahun terakhir sehingga permintaan terhadap ikan pelagis bertambah secara signifikan. Selain itu, permintaan ikan untuk kebutuhan konsumsi lokal juga tinggi.

Tabel 2. Rekapitulasi data volume lalu lintas pengiriman ikan tongkol keluar wilayah Palu tahun 2013-2014)**

Bulan	Volume Pengiriman Tongkol (kg)	
	2013	2014
Januari	3.600	16.515
Februari	3.030	36.550
Maret	4.030	210.600
April	31.050	290.410
Mei	6.460	55.300
Juni	9.328	103.079
Juli	3.400	7.000
Agustus	800	63.050
September	2.800	60.300
Oktober	7.010	15.760
Nopember	155	1.145
Desember	3.170	2.370
Jumlah	74.833	862.079

*Data bulan Desember 2014 belum diperoleh

***)Sumber : Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I Palu, 2014

Menurut Melmambessy (2010) bahwa ikan tongkol termasuk dalam golongan ikan tuna kecil, dan selalu bergerombol. Jenis ikan tongkol yang ada di Selat Makassar adalah *Euthynnus affinis*, *Auxis thazard*, dan *Auxis rochei*. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kebutuhan pangan dan gizi yang lebih baik memacu tingginya permintaan masyarakat pada kebutuhan konsumsi ikan. Permintaan ikan yang meningkat tentu berpengaruh positif bagi peningkatan pendapatan nelayan, namun perlu disadari bahwa peningkatan permintaan sumberdaya tersebut selalu diikuti tekanan untuk melakukan eksploitasi semakin intensif.

Tabel 3. Rekapitulasi data volume lalu lintas pengiriman ikan cakalang keluar wilayah Palu tahun 2013-2014

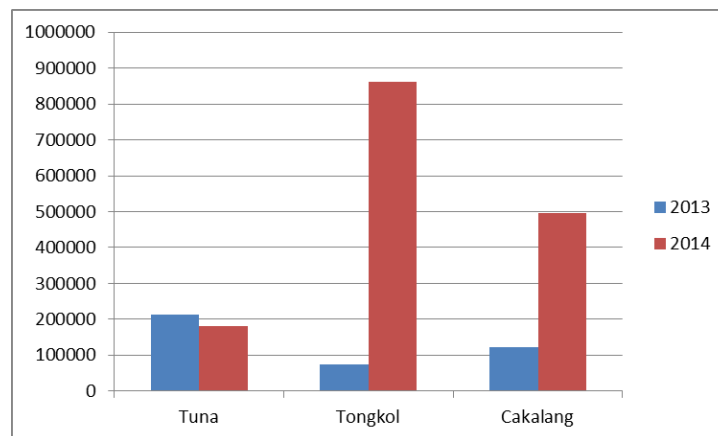
Bulan	Volume Pengiriman Cakalang (kg)	
	2013	2014
Januari	24.000	12.670
Februari	1.050	64.465
Maret	19.050	19.770
April	750	12.605
Mei	20.245	22.450
Juni	9.700	15.828
Juli	7.350	20.700
Agustus	20.114	87.950
September	15.520	57.500
Oktober	835	80.296
Nopember	910	65.943
Desember	2.850	36.255
Jumlah	122.374	496.432

Sumber : Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I Palu, 2014

Data pada tabel 3 menunjukkan volume lalu lintas pengiriman cakalang keluar wilayah kota Palu pada tahun 2014 lebih tinggi yaitu 460.177 kg dibandingkan tahun 2013 sebesar 122.374 kg. Terjadinya kenaikan pengiriman komoditi cakalang di tahun 2014 disebabkan oleh permintaan pasar yang tinggi terhadap komoditas cakalang baik untuk konsumsi lokal maupun produk olahan. Untuk daerah tujuan pengiriman cakalang adalah wilayah Kalimantan Timur dan Sulawesi Selatan.

Peran serta Stasiun Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I Palu dalam melakukan kegiatan sertifikasi jaminan mutu adalah dengan melakukan proses penelusuran sampai ke pelaku usaha. Menurut BKIPM (2014) bahwa ketertelusuran (*traceability*) merupakan bagian penting dalam sistem jaminan kesehatan ikan, mutu dan keamanan hasil perikanan sesuai persyaratan internasional. Setiap produk hasil perikanan yang akan didistribusikan dari hulu ke hilir harus dapat ditelusuri melalui pemenuhan alur informasi dan basis data. Pengembangan *traceability* ditujukan untuk mengendalikan produk apabila terjadi insiden keamanan pangan atau produk yang bermasalah akan mudah ditelusuri. Kegiatan ini terutama ditujukan agar pelaku usaha pada setiap rantai bisnis hasil perikanan dapat melakukan dokumentasi secara sistematis dan konsisten.

Untuk membandingkan tren volume lalu lintas pengiriman TTC dari tahun 2013 - 2014 dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan tren volume lalu lintas pengiriman TTC dari tahun 2013 – 2014

Gambar 1 menunjukkan bahwa selama 2 tahun terakhir, volume pengiriman TTC mengalami peningkatan pada komoditi tongkol dan cakalang, sedangkan pada komoditi tuna mengalami penurunan. Beberapa kajian stok populasi ikan menyatakan bahwa pemanfaatan sumberdaya akan meningkat sejalan dengan besarnya minat untuk mengeksploitasi sumberdaya perikanan laut, namun akan ada titik balik dimana sumberdaya akan mengalami penurunan. Volume pengiriman komoditi tongkol dan cakalang menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan. Ketersediaan bahan baku di alam mempengaruhi kelancaran kegiatan perdagangan dan produksi. Beberapa manfaat yang diperoleh Sulawesi Tengah terutama kota Palu masuk ke dalam Sistem Logistik Ikan Nasional (SLIN) antara lain adalah (1) Harga ikan di tingkat nelayan (khususnya pelagis kecil dan pelagis besar) pada saat panen raya akan meningkat dari Rp 2.500 per kg menjadi Rp 6.500; (2) Harga ikan di tingkat masyarakat pada saat musim paceklik tadinya Rp 20.000 per kg dapat ditekan menjadi Rp 15.000 per kg; (3) Akan meningkatkan Nilai Tukar Nelayan atau kesejahteraan masyarakat; serta (4) Dapat berperan menekan meningkatnya inflasi. Disamping itu, pengawasan lalu lintas TTC dengan pendekatan sertifikasi merupakan bagian integral dari pengelolaan sumberdaya perikanan di wilayah kota Palu secara berkelanjutan dan berkeadilan. Melalui pendekatan ini, perdagangan TTC menjadi terkontrol.

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : komoditi tuna tongkol cakalang (TTC) merupakan komoditas unggulan propinsi Sulawesi Tengah, volume pengiriman tuna keluar wilayah kota Palu pada tahun 2013 lebih tinggi yaitu 213.010 kg dibandingkan tahun 2014 sebesar 169.900 kg, volume lalu lintas pengiriman ikan tongkol keluar kota Palu pada

tahun 2013 lebih rendah yaitu 74.833 kg dibandingkan tahun 2014 sebanyak 859.709 kg, volume lalu lintas pengiriman cakalang keluar kota Palu pada tahun 2014 lebih tinggi yaitu 460.177 kg dibandingkan tahun 2013 sebesar 122.374 kg serta secara umum selama 2 tahun terakhir, volume pengiriman TTC mengalami peningkatan pada komoditi tongkol dan cakalang, sedangkan pada komoditi tuna mengalami penurunan

Perlu diadakan studi lanjutan tentang hubungan antara gejala kelebihan tangkap (*overfishing*) dan volume lalu lintas pengiriman TTC keluar wilayah kota Palu serta korelasi antara musim penangkapan dan volume pengiriman.

Daftar Referensi

- Anonim.2014. Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah (LAKIP) Badan Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Tahun 2013.90 p. Tidak dipublikasikan.
- Anonim.2013. Laporan Tahunan Dinas Kelautan dan Propinsi Sulawesi Tengah Tahun 2012.75 p. Tidak dipublikasikan.
- Melmambessy, E.H.P. 2010.Pendugaan stok ikan tongkol di selat Makassar Sulawesi Selatan. Dimuat dalam Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (Agrikan UMMU Ternate) Vol.3 (1) : 53 - 61.
- Setiyawan, A. S.T. Haryuni, Wijopriono. 2013. Perkembangan hasil tangkapan per upaya dan pola musim penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di perairan Prigi, Propinsi Jawa Timur. Dimuat dalam Jurnal Depik Vol. 2(2) :76 -81.

Nisbah Kelamin dan Ukuran Pertama Kali Matang Gonad Ikan Layang Deles (*Decapterus macrosoma* BLEEKER, 1841) di Perairan Majene, Sulawesi Selatan

Muh.Arifin Dahlan*¹, Sharifuddin Bin Andy Omar¹, Joeharnani Tresnati¹,
Moh Tauhid Umar¹ & Muhammad Nur²

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, FIKP, Universitas Hasanuddin

²Mahasiswa Magister Ilmu Perikanan, PPS Universitas Hasanuddin

Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Makassar 90241

*Email: arifin.dahlan54@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonad ikan layang (*Decapterus macrosoma* Bleeker, 1841). Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni hingga Oktober 2013 di Kelurahan Pangaliali, Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene, Sulawesi Selatan. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Biologi Perikanan, Jurusan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Nisbah kelamin dianalisis menggunakan uji chi-kuadrat dan ukuran pertama kali matang gonad diperoleh dari ukuran pertama pada Tingkat Kematangan Gonad (TKG) III. Jumlah ikan yang diperoleh selama penelitian adalah sebanyak 627 ekor, dengan nisbah kelamin jantan : betina adalah 1,23 : 1,00. Secara statistik, nisbah kelamin ikan jantan dan betina di perairan Majene 1 : 1 atau masih dalam keadaan seimbang ($\alpha = 0,05$; X^2 hitung = 122,8674; X^2 tabel = 9,488; db = 4). Ikan jantan matang gonad pada ukuran 206 mm dan ikan betina pada ukuran 219 mm.

Kata kunci: Nisbah kelamin, Ukuran matang gonad, Ikan layang, Perairan Majene

Pendahuluan

Ikan merupakan salah satu sumber daya alam yang bersifat dapat pulih. Jika sumber daya ini dikelola dengan baik maka dapat memberikan produksi yang berkesinambungan, untuk selanjutnya dapat digunakan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan menghasilkan devisa buat negara. Pengelolaan perikanan merupakan upaya yang dinamis, yang pada awalnya cenderung hanya bertujuan melestarikan sumber daya perikanan. Selanjutnya, tujuan ini semakin luas dengan adanya keprihatinan terhadap para pelaku utama sehingga pengelolaan perikanan juga harus memberikan keuntungan kepada mereka (King, 1995). Oleh karena itu, pengelolaan perikanan saat ini selain bertujuan untuk melestarikan sumber daya perikanan dan kondisi lingkungan, juga memberikan manfaat ekonomi sumber daya perikanan secara maksimum, dan memastikan diterapkannya keadilan terhadap para pengguna yang telah memanfaatkan sumber daya alam milik umum tersebut. Berdasarkan tujuan-tujuan tersebut, kegiatan perikanan diharapkan berkelanjutan (*sustainable*) (Sondita, 2004).

Produksi perikanan yang cenderung menurun dalam dekade saat ini telah menjadi isu penting, tidak saja secara lokal tetapi juga sudah menjadi perhatian nasional, regional, bahkan internasional. Tingginya tekanan penangkapan, terutama di daerah pesisir pantai perairan Indonesia, dapat menyebabkan timbulnya eksploitasi yang berlebihan. Hal ini selanjutnya dapat menyebabkan kapasitas reproduksi, ukuran populasi, dan variasi genetik yang semakin menurun, serta keseimbangan ekosistem yang terganggu (Pauly *et al.*, 1998; 1999).

Perairan Kabupaten Majene merupakan salah satu perairan yang termasuk kedalam wilayah perairan Selat Makassar dengan potensi perikanan yang cukup besar. Jenis-jenis ikan yang menjadi hasil tangkapan nelayan di perairan ini meliputi Ikan-ikan pelagis antara lain adalah ikan layang, cakalang dantongkol.

Ikan layang merupakan komoditas ekonomis penting sehingga jika terjadi upaya penangkapan ikan yang tidak terkontrol maka dapat mengancam kelestariannya, dan lebih lanjut dapat menghancurkan potensi ekonomis yang terkandung di dalamnya. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengatasi penurunan stok populasi ikan antara lain adalah dengan mencari nisbah kelamin dan ukuran ikan pertama kali matang gonad sehingga dapat ketahui keseimbangan populasi dan dilakukan pembatasan ukuran ikan yang boleh tertangkap. Oleh karena itu, untuk melakukan pengelolaan ikan layang yang bertanggungjawab dan berkelanjutan diperlukan informasi dan data mengenai ikan tersebut, termasuk di antaranya adalah data tentang nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonad.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Oktober 2013 pada lokasi yang merupakan *fishing-base* nelayan penangkap ikan layang deles. Pengambilan sampel di perairan Majene dilakukan di Kelurahan Pangaliali, Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene. Sampel ikan layang ditangkap dengan menggunakan alat tangkap purse seine Analisis ikan contoh dilaksanakan di Laboratorium Biologi Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Metode Pengumpulan Data. Sampel ikan layang deles hasil tangkapan nelayan yang bermukim di setiap lokasi tersebut di atas diambil secara acak, dimasukkan ke dalam kotak *styrofoam* dan diberi es curah. Pengukuran contoh ikan yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan mistar ukur berketelitian 1 mm. Bobot tubuh dan bobot gonad ditimbang dengan menggunakan timbangan digital berketelitian 0,01 g. Untuk menentukan Jenis kelamin, terlebih dahulu ikan contoh dibedah menggunakan alat bedah (gunting bedah, skalpel dan pinset) kemudian gonadnya diamati. Pengamatan TKG dilakukan secara morfologi dengan menggunakan bantuan lup dan ditentukan berdasarkan modifikasi dari klasifikasi Cassie (Effendie, 1997).

Analisis Data. Nisbah kelamin yang didasarkan pada jumlah sampel ikan layang deles jantan dan betina, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$NK = \frac{\sum J}{\sum B} \quad (1)$$

dimana: NK = nisbah kelamin, $\sum J$ = jumlah ikan layangdeles jantan (ekor), $\sum B$ = jumlah ikan layang deles betina (ekor).

Untuk mengetahui nisbah kelamin antara ikan jantan dan betina pada setiap waktu pengambilan sampel dan tingkat kematangan gonad (TKG) dilakukan dengan menggunakan uji *chi-square* yang disusun dalam bentuk tabel kontingensi (Zar, 2010) :

$$E_{ij} = \frac{(n_{i0} \times n_{0j})}{n} \quad (2)$$

dimana: E_{ij} = frekuensi teoritik yang diharapkan terjadi, n_{i0} = jumlah baris ke-i, n_{0j} = jumlah kolom ke-j, n = jumlah frekuensi dari nilai pengamatan.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3)$$

dimana: O_i = Nilai yang nampak sebagai hasil pengamatan ikan jantan dan betina; E_i = Nilai yang diharapkan terjadi pada ikan jantan dan betina.

Ukuran pertama kali matang gonad diperoleh dari ukuran pertama pada Tingkat Kematangan Gonad (TKG) III.

Hasil dan Pembahasan

Nisbah kelamin.Jumlah contoh ikan layang deles yang diperoleh selama penelitian sebanyak di Perairan Majene 627 ekor, terdiri dari 346 ekor ikan jantan dan 281 ekor ikan betina. Distribusi jumlah dan nisbah kelamin yang diperoleh pada setiap pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.Selanjutnya Distribusi jumlah dan nisbah kelamin pada setiap tingkat kematangan gonad dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 1. Distribusi Jumlah (ekor) Ikan layang deles (*Decapterus macrosoma* Bleeker, 1841) yang diperoleh selama penelitian pada setiap waktu pengambilan sampel

Waktu Pengambilan Sampel	J	B
Juni 2013	70	70
Juli 2013	40	8
Agustus 2013	84	63
September 2013	73	77
Oktober 2013	79	63
Jumlah	346	281

Tabel 2. Nisbah kelamin Ikan layang deles (*Decapterus macrosoma* Bleeker, 1841) yang diperoleh selama penelitian pada setiap waktu pengambilan sampel

Waktu Pengambilan Sampel	J	B
Juni 2013	1.00	1.00
Juli 2013	5.00	1.00
Agustus 2013	1.33	1.00
September 2013	1.00	1.05
Oktober 2013	1.25	1.00
Jumlah	1.23	1.00

Tabel 3. Distribusi Jumlah (ekor) Ikan layang deles (*Decapterus macrosoma* Bleeker, 1841) yang diperoleh selama penelitian pada setiap tingkat kematangan gonad

TKG	J	B
I	70	36
II	68	55
III	99	68
IV	86	94
V	23	28
Jumlah	346	281

Tabel 4. Nisbah kelamin Ikan layang deles (*Decapterus macrosoma* Bleeker, 1841) yang diperoleh selama penelitian pada setiap tingkat kematangan gonad

TKG	J	B
I	1.94	1.00
II	1.24	1.00
III	1.46	1.00
IV	1.00	1.09
V	1.00	1.22
Jumlah	1.23	1.00

Secara statistik, nisbah kelamin ikan jantan dan betina di perairan Majene 1 : 1 atau masih dalam keadaan seimbang ($\alpha = 0,05$; X^2 hitung = 122,8674; X^2 tabel = 9.488 ; db = 4). Jumlah ikan layang deles jantan dan betina yang ideal di dalam suatu perairan adalah tidak berbeda nyata pada setiap waktu pengambilan

contoh atau perbandingan ikan layang deles jantan dan betina adalah 1,00 : 1,00. Yusra (2013) terhadap ikan layang deles *D. macrosoma* di Selat Makassar menemukan ikan jantan lebih banyak daripada ikan betina dengan nisbah kelamin 3,02 : 1,00. Begitupula dengan penelitian Arniati (2013) terhadap ikan layang deles *D. macrosoma* di Teluk Bone diperoleh nisbah kelamin Ikan layang jantan dan betina Teluk Bone 1,75 : 1,00. Sementara itu Unus (2009) yang melakukan penelitian aspek reproduksi ikan malalugi biru di perairan Banggai Kepulauan, Sulawesi Tengah, memperoleh jumlah ikan jantan lebih banyak daripada ikan betina, dengan nisbah 1,32 : 1. Jumlah ikan layang *D. russelli* jantan yang lebih banyak juga ditemukan oleh Tiews *et al.* (1968) di Perairan Teluk Manila dan di laut Jawa (Widodo, 1988).

Ball dan Rao (1984) menyatakan bahwa nisbah kelamin ikan jantan dan ikan betina di alam diperkirakan mendekati 1,00 : 1,00, yang menunjukkan jumlah ikan betina dan jantan yang tertangkap relatif hampir sama banyaknya. Lebih lanjut dijelaskan bahwa sering terjadi penyimpangan dari kondisi ideal tersebut karena adanya perbedaan pola tingkah laku bergerombol antara ikan jantan dan ikan betina, perbedaan laju mortalitas, dan perbedaan pertumbuhan. Menurut Nikolsky (1963), nisbah kelamin dapat berubah menjelang dan selama pemijahan. Dalam ruaya ikan untuk memijah terjadi perubahan nisbah kelamin secara teratur, pada awalnya ikan jantan dominan, rasio kelamin berubah menjadi 1,00 : 1,00, dan selanjutnya diikuti dengan dominasi ikan betina.

Beberapa populasi ikan menunjukkan nisbah kelamin yang menyimpang dari 1,00 : 1,00 disebabkan oleh pengaruh suhu terhadap determinasi kelamin, mortalitas yang selektif terhadap jenis kelamin tertentu, tingkah laku seksual dan laju pertumbuhan yang berbeda. Perbedaan laju pertumbuhan antar jenis kelamin dapat menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan proporsi di dalam populasi. Jenis kelamin yang memiliki laju pertumbuhan lebih cepat akan bertumbuh besar sehingga mengurangi predasi dan kejadian sebaliknya terjadi pada jenis kelamin yang lambat bertumbuh dan akan menjadi santapan bagi predator (Vincentini dan Araujo, 2003). Faktor lain yang dapat mempengaruhi nisbah kelamin adalah ketersediaan makanan. Nikolsky (1963) menyatakan bahwa jika makanan melimpah maka ikan betina akan dominan. Sebaliknya, ikan jantan akan dominan jika makanan terbatas.

Ukuran Pertama Kali Matang Gonad. Ukuran pertama kali matang gonad merupakan salah satu variabel dari strategi reproduksi pada ikan, selain nisbah kelamin, periode dan tipe pemijahan, perkembangan oosit dan fekunditas (Gomiero *et al.*, 2008). Pendugaan ukuran pertama kali matang gonad ini merupakan salah satu cara untuk mengetahui perkembangan populasi dalam suatu perairan. Berkurangnya populasi ikan di masa mendatang dapat terjadi karena ikan yang tertangkap adalah ikan yang akan memijah atau ikan yang belum memijah. Tindakan pencegahan yang diperlukan antara lain adalah penggunaan alat tangkap yang selektif seperti ukuran mata jaring yang digunakan harus disesuaikan dengan jenis ikan target, agar pemanfaatan sumber daya ikan layang dapat berkelanjutan dan terjamin kelestariannya.

Ukuran pertama kali matang gonad Ikan layang deles jantan pada perairan Majene berada pada ukuran 206 mm dan betina pada ukuran 219 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa populasi ikan layangdelesjantannya pada perairan Majene matang gonad pertama kali pada ukuran panjang yang lebih kecil dibandingkan populasi ikan betina. Arniati (2013) menemukan rata-rata pertama kali matang gonad ikan layang deles jantan di Teluk Bone pada panjang tubuh 250 mm dan ikan betina 245 mm atau dengan kata lain pada ikan betina sehingga populasi ikan layang deles betina matang gonad pertama kali pada ukuran panjang yang lebih kecil dibandingkan populasi ikan jantan. Hal yang sama juga diperoleh oleh Yusra (2013) pada ikan layang deles di perairan Selat Makassar, yaitu dimana populasi ikan layang deles betina matang gonad pertama kali pada ukuran panjang yang lebih kecil dibandingkan populasi ikan layang deles jantan. Ikan

layang deles betina matang gonad pada ukuran 237 mm dan jantan sebesar 239 mm. Ikan layang deles jantan di Teluk Ambon pertama kali matang gonad pada ukuran panjang total sebesar 163 mm dan betina sebesar 155 mm (Senen *et al.*, 2010).

Hasil penelitian Prihartini *et al.*, (2004) PPN Pekalongan, Jawa Barat, didapatkan dugaan ukuran pertama kali memijah atau matang gonad ikan layang *D. macrosoma* berkisar 14,5 cm - 15,1 cm. Ukuran ini lebih kecil apabila dibandingkan dengan hasil ukuran ikan layang deles yang tertangkap di perairan perairan Mejene. Sementara itu Froese and Binohlan(2000) in Prihartini (2006) panjang pertama kali matang kelamin (L) *D. russelli* terjadi pada ukuran 15,4 cm dan 14,3 - 14,9 cm untuk *D. macrosoma*. Rata-rata panjang cagak (L) pada saat pertama kali memijah adalah 15,6 cm untuk *D. russelli* dan *D. macrosoma* 14,5 cm - 15,1 cm Menurut Widodo (1988) ukuran *D. macrosoma* pertama kali matang kelamin (Lm opt) 14,86 – 14,89 cm sedang untuk *D. russelli* 13,9 – 15,20 cm. Keadaan ini terjadi akibat pengusahaan penangkapan yang berlebihan (*overfishing*).

Ukuran dan umur ikan pada saat pertama kali matang gonad tidak sama antara satu spesies dan spesies lainnya. Bahkan, ikan-ikan yang berada pada spesies yang sama juga akan berbeda jika berada pada kondisi dan letak geografis yang berbeda. Lagler *et al.*, (1977) menyatakan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi saat ikan pertama kali matang gonad antara lain adalah perbedaan spesies, umur dan ukuran, serta sifat-sifat fisiologi individu. Faktor luar yang berpengaruh antara lain suhu, arus, adanya individu yang berbeda jenis kelamin, dan tempat berpijah yang sesuai.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nisbah kelamin jantan : betina ikan layang di Perairan Majene adalah 1,23 : 1,00 atau masih dalam keadaan seimbang. Ikan jantan matang gonad pada ukuran 206 mm dan ikan betina pada ukuran 219 mm.

Daftar Referensi

- Arniati. 2013. Nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonad ikan layang (*Decapterus macrosoma*) tertangkap di perairan Teluk Bone. Skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Ball, D.V. and K.V. Rao. 1984. Marine Fisheries. Tata Mc.Graw-Hill Publishing Company, Limited New Delhi. 521 p.
- Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 hal.
- Effendie, M.I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 hal.
- Gomiero, L.M., L. Garuana and F.M.S. Braga. 2008. Reproduction of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1819)(Characiformes) in the Serra do Mar State Park, São Paulo, Brazil. Brazil Journal of Biology 68(1): 187-192.
- King, M. 1995. Fisheries Biology: Assessment and Management. Fishing News Books, Oxford.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller and D.R.M. Passino. 1977. Ichthyology. Second edition. John Wiley & Sons, New York. 506 p.
- Nikolsky, G. V. 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press. London. 352 p.
- Pauly, D., V. Christensen., J. Dalsgaard., R. Froese, and F. Torres Jr. 1998. Fishing down marine food webs. Science 279: 860-863.
- Prihatini, A. 2006. Analisis Tampilan Biologis Ikan Layang (*Decapterus spp*) Hasil Tangkapan Purse Seine yang Didaratkan di PPN Pekalongan. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Senen, B.; Sulistiono & Muchsin, I. 2010. Beberapa aspek biologi ikan layang deles (*Decapterus macrosoma*) di perairan Banda Neira, Maluku. Pengembangan Pulau-Pulau Kecil. ISBN: 978-602-98439-2-7.
- Sondita, M.F.A. 2004. Monitoring pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan. Makalah disampaikan dalam Workshop-2 Rencana Pengelolaan Perikanan Layur, Kerjasama COFISH dan Dinas Kelautan dan Perikanan Trenggalek, Kediri 20-23 Juli 2004.

- Tiews, K., Ronquilo, I.A., and Caces-Borja. 1970. On the biology of round scads (*Decapterus Bleeker*) in Philippines waters. Proc. Indo. Pacific Fish.Counc. 13 (II): 82-106.
- Vicentini, R.N and F.G. Araujo. 2003. Sex ratio and size structure of *Micropogonias furnieri* (Dermanest, 1823) (Cypriniformes, Sciaenidae). Brazil Journal of Biology 63 (4) : 559 – 556.
- Widodo J. 1988. Population biology of Russell's scad (*Decapterus russelli*) in the Java sea, Indonesia. In : S.C. Venema, j.m. Christensen, dan D. Pauly (eds.) *Contributions to tropical fisheries biology*. FAO Fish Rep 389:308–323.
- Yusra. 2013. Nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonad ikan layang (*Decapterus macrosoma*) tertangkap di perairan Selat Makassar. Skripsi. Universitas Hasanuddin
- Zar, J.H. 2010. *Biostatistical Analysis*. Fifth edition. Pearson Prentice Hall. New Jersey. 944 p.

Logam Berat Pb dan Zn dalam Sedimen dan Kaitannya dengan Tekstur, Bahan Organik dan Potensial Redoks di Perairan Estuaria Jeneberang

Najamuddin¹, Tri Prartono², Harpasis S. Sanusi², I. Wayan Nurjaya²

¹Sekolah Pascasarjana Program Studi Ilmu Kelautan, IPB

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB
Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680,

e-mail:najamuddin313@gmail.com

ABSTRAK

Penentuan konsentrasi logam berat dalam sedimen sangat penting dilakukan karena konsentrasi logam berat dalam sedimen menggambarkan tingkat akumulasi logam berat pada suatu periode waktu tertentu. Namun tingkat akumulasi logam berat dalam sedimen sangat ditentukan oleh karakteristik fisika kimia sedimen. Dengan demikian, perbedaan karakteristik sedimen menyebabkan perbedaan dalam sedimen dalam mengakumulasi logam berat. Karakteristik fisika kimia sedimen yang paling utama adalah ukuran partikel sedimen, kandungan bahan organik, dan ketersediaan oksigen dalam sedimen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi konsentrasi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen dan kaitannya dengan parameter tekstur, kandungan bahan organik, dan potensial redoks di Perairan Estuaria Jeneberang. Tekstur sedimen ditentukan dengan metode pipet berdasarkan UNEP (1995), bahan karbon organik dalam sedimen dengan metode pengabuan berdasarkan APHA, AWWA, WEF (2005), potensial redoks sedimen diukur dengan Eh Meter, dan konsentrasi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen ditentukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) berdasarkan APHA, AWWA, WEF (2005). Hasil penelitian menunjukkan pola distribusi konsentrasi logam berat Pb dan Zn menunjukkan pola yang serupa yaitu konsentrasinya menurun/lebih kecil dalam perairan estuaria dibanding pada perairan pantai/laut dan sungai. Sumber logam berat Pb dan Zn dalam estuaria berasal dari laut dan sungai. Penurunan konsentrasi dalam estuaria membuktikan bahwa estuaria berperan sebagai penyaring alami polutan. Tekstur sedimen di estuaria Jeneberang didominasi oleh fraksi liat, persentase kandungan bahan karbon organik dalam sedimen berkisar antara 2,14 – 3,04 %, dan nilai potensial redoks sedimen termasuk kategori zona reduksi dan transisi. Analisis statistik menunjukkan tekstur, kandungan karbon organik, dan potensial redoks berpengaruh terhadap distribusi konsentrasi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen di perairan Estuaria Jeneberang. Tingkat pencemaran estuaria Jeneberang berdasarkan indeks geoakumulasi untuk logam Pb tergolong tercemar ringan dan untuk logam Zn berada pada kriteria tercemar ringan sampai tercemar sedang.

Kata kunci: logam berat, tekstur, bahan organik, potensial redoks, Estuaria Jeneberang

Pendahuluan

Polutan logam berat dalam lingkungan selalu mendapat perhatian serius karena sifatnya yang persisten akibat sulit didegradasi, toksik (menimbulkan efek khusus terhadap biota), akumulatif (mengalami penimbunan konsentrasi dalam lingkungan dan biota), dan pada manusia menyebabkan gangguan fungsi sistem saraf.

Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami proses pengendapan, pengenceran dan dispersi. Sifat logam berat dalam perairan yang mudah mengikat bahan organik menyebabkan kemudian logam berat mengendap ke dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air bahkan menurut Bryan and Langston, 1992 bahwa konsentrasi logam berat dalam sedimen biasanya mencapai 3-5 kali lebih tinggi dari konsentrasilogam berat dalam kolom air di atasnya.

Penentuan konsentrasi logam berat dalam sedimen sangat penting dilakukan karena konsentrasi logam berat dalam sedimen menggambarkan tingkat akumulasi logam berat pada suatu periode waktu tertentu. Namun tingkat akumulasi logam berat dalam sedimen sangat ditentukan oleh karakteristik fisika kimia sedimen. Dengan demikian, perbedaan karakteristik sedimen menyebabkan perbedaan dalam sedimen dalam mengakumulasi logam berat. Karakteristik fisika

kimia sedimen yang paling utama adalah ukuran partikel sedimen dan kandungan bahan organik (Rainbow, 2006).

Stecko dan Bendell-Young (2000) bahwa ketersediaan logam berat dalam sedimen sangat berkaitan erat dengan sifat-sifat dan ukuran sedimen. Sedimen yang mengandung jumlah mineral lempung (*clay*) dan bahan organik akan cenderung mengakumulasi logam lebih tinggi, karena senyawa-senyawa tersebut memiliki sifat mengikat logam. Komponen hasil oksida besi, magnesium dan bahan organik merupakan komponen geokimia yang paling penting dalam mengontrol pengikatan logam-logam berat dalam sedimen estuaria.

Kandungan bahan organik memiliki hubungan yang positif dengan konsentrasi logam berat dalam sedimen. Kandungan logam berat dalam sedimen juga bergantung pada komposisi kimia dan mineral sedimen. Konsentrasi logam berat dalam sedimen umumnya lebih tinggi pada sedimen berupa liat, lumpur, pasir berlumpur, dan campuran ketiganya dibanding sedimen berupa pasir murni. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya tarik elektro kimia partikel sedimen yang lebih kuat pada sedimen yang lebih halus (Sanusi, 2006).

Fraksi sedimen yang halus memiliki area permukaan yang lebih luas sehingga dapat mengikat zat terlarut lebih banyak. Faktor lain yang juga berperan adalah kandungan bahan organik yang lebih tinggi pada fraksi sedimen yang halus sehingga logam berat membentuk ikatan dengan partikel organik.

Distribusi logam berat dalam sedimen, selain dipengaruhi oleh tekstur dan kandungan bahan organik, juga ditentukan oleh mekanisme reaksi oksidasi-reduksi dalam sedimen ditentukan oleh ketersediaan oksigen terlarut dalam air jebakan (*interstitial water*) dan pH sedimen (Parsons dan Takahashi, 1977 dalam Sanusi, 2006).

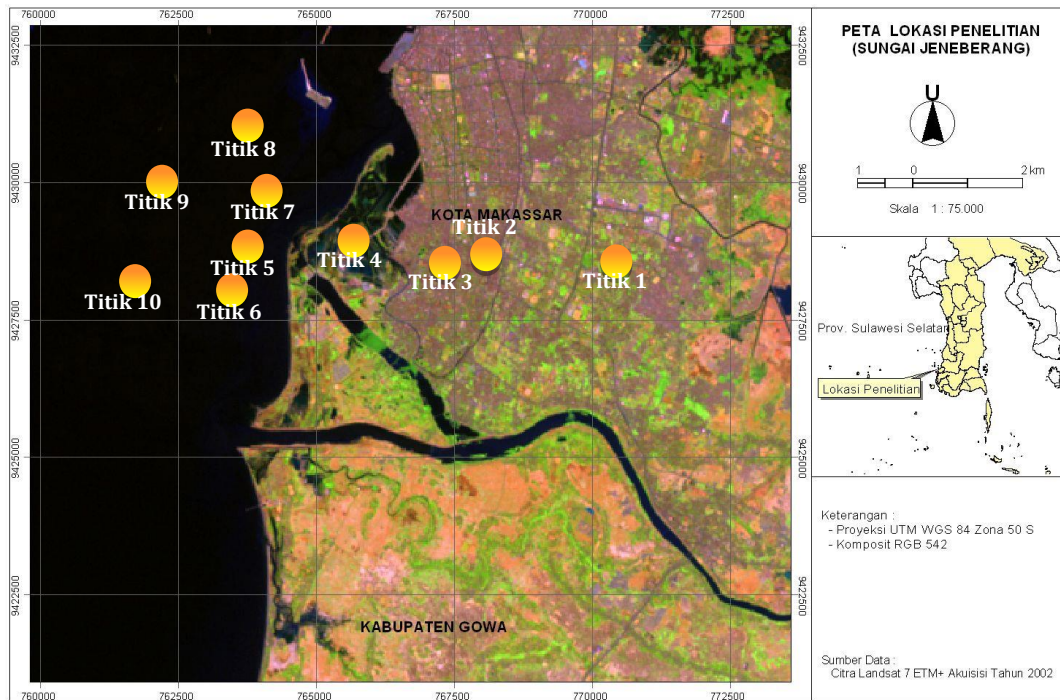
Estuaria Jeneberang merupakan muara dari daerah aliran sungai terbesar di Kota Makassar yang terbentang dari Kabupaten Gowa hingga Kota Makassar. Dalam rencana tata ruang wilayah Kota Makassar, wilayah di sekitar perairan estuaria Jeneberang dinyatakan sebagai kawasan strategis yang diperuntukkan sebagai kawasan bisnis terpadu (Perda Kota Makassar Tahun 2005). Oleh karena itu, perkembangan kota Makassar ke depan khususnya kawasan di sekitar perairan estuaria Jeneberang akan mendapatkan tekanan yang semakin besar dimana potensi buangan polutan akan semakin tinggi sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan perairan estuaria Jeneberang.

Oleh karena itu, salah satu sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi konsentrasi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen dan kaitannya dengan parameter tekstur, bahan organik, dan potensial redoks serta menganalisa tingkat pencemaran lokasi studi berdasarkan pendekatan indeks geoakumulasi.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini Eh Meter, GPS, *Ekman Grab Sampler*, Spektrofotometer serapan atom (AAS), oven, *ice box*, *freeze dryer*, saringan, gelas ukur, timbangan digital, dan perahu survei. Bahan yang digunakan yaitu sedimen, kantong sampel, aquades, HCl, HNO₃ pekat, H₂O₂, pipet, dan aluminium foil.

Waktu dan Tempat. Penelitian ini dilakukan di sekitar perairan estuaria Jeneberang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan sebaran titik sampling di perairan Estuaria Jeneberang, Sulawesi Selatan

Prosedur. Sampel sedimen diambil pada lapisan permukaan dengan *Ekman Grab Sampler* (distribusi titik sampling ditunjukkan pada Gambar 1). Sampel sedimen kemudian dimasukkan ke dalam kantong sampel. Sampel sedimen selanjutnya disimpan dalam ice box pada suhu 4 °C. Setelah di laboratorium sampel sedimen dikeringkan dengan menggunakan alat *freeze dryer* pada suhu -12°C. Pada saat pengambilan sampel dilakukan langsung dilakukan pengukuran potensial redoks sedimen dengan Eh meter digital. Tekstur sedimen ditentukan dengan metode pipet berdasarkan UNEP (1995), bahan karbon organik dalam sedimen dengan metode pengabuan berdasarkan APHA, AWWA, WEF (2005) di analisis di laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Konsentrasi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen ditentukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) berdasarkan APHA, AWWA, WEF (2005) di analisis di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan.

Analisis Data. Tingkat pencemaran logam berat dalam sedimen ditentukan dengan Persamaan Indeks Geoakumulasi atau *Geoaccumulation Index* (Rabee *et al.*, 2011; yaitu:

$$I_{\text{geo}} = \log_2 (C_x / 1,5 B_n) \quad (1)$$

dimana: I_{geo} = Indeks geoakumulasi; C_x = konsentrasi logam x dalam contoh, B_n = konsentrasi logam x dalam (background); 1,5 = konstanta

Tabel 1. Kriteria Tingkat Pencemaran berdasarkan nilai Indeks Geoakumulasi

Nilai Indeks Geoakumulasi	Kriteria Pencemaran
$I_{\text{geo}} < 0$	tidak tercemar
$0 < I_{\text{geo}} < 1$	tercemar ringan
$1 < I_{\text{geo}} < 2$	tercemar sedang
$2 < I_{\text{geo}} < 3$	tercemar cukup parah
$3 < I_{\text{geo}} < 4$	tercemar parah
$4 < I_{\text{geo}} < 5$	tercemar luar biasa parah
$I_{\text{geo}} > 5$	tercemar sangat luar biasa parah

Seluruh variabel dianalisis dengan metode deksriptif sedang kaitan antarapeubah seperti tekstur, bahan organik, dan potensial redoks dengan distribusi konsentrasi logam berat dalam sedimen dianalisis dengan regresi dan korelasi.

Hasil dan Pembahasan

Distribusi Konsentrasi Logam Berat Pb dan Zn dalam Sedimen.

Konsentrasi logam berat Pb tertinggi ditemukan pada titik 2 yang berada pada Bendungan Karet Jeneberang (zona perairan sungai) yaitu sebesar 4,30 mg/Kg berat kering. Sumber Pb dalam sungai diduga berasal dari pemukiman, aktivitas pertanian, dan transportasi darat yang dilalui aliran sungai Jeneberang yang kemudian terbawa aliran air sungai dan terjadi akumulasi dalam Bendungan Karet Jeneberang. Konsentrasi yang tinggi juga ditemukan pada titik 8 yaitu pada perairan pantai/laut sebelah utara estuaria Jeneberang.

Tingginya konsentrasi Pb dalam sedimen pada titik 8 karena dekat dengan aktivitas pelabuhan dan industri kapal yang berkontribusi menyumbang polutan logam berat Pb ke dalam perairan. Selain itu, sumber lain yang berpotensi menyumbang polutan logam berat Pb adalah keberadaan rumah sakit, hotel, dan mall di pesisir pantai Losari yang dekat dengan titik 8 serta aktivitas transportasi darat yang ikut menyumbang Pb dari buangan asap kendaraan karena TEL (tetra ethyl lead) digunakan sebagai peningkat nilai oktan bahan bakar sehingga buangan dari asap kendaraan dapat meningkatkan Pb dalam lingkungan.

Konsentrasi terendah ditemukan pada titik 3 yang berada di zona perairan estuaria yaitu sebesar 0,03 mg/Kg berat kering (Gambar 2). Diduga konsentrasi terendah Pb dalam sedimen pada titik 3 karena kuatnya proses pengadukan atau turbulensi massa air sehingga terjadi proses desorpsi logam dari sedimen ke dalam kolom air akibat proses resuspensi sedimen. Hal ini dikemukakan oleh Lenzi (2008) bahwa resuspensi sedimen menyebabkan terjadinya desorpsi atau pelepasan logam dan nutrien, peningkatan karbonat dan peningkatan konsumsi oksigen di dalam kolom air sebagai dampak lanjutan yang muncul adalah perubahan pola interaksi logam berat terlarut dan partikulat dalam kolom air. Mekanisme tersebut menggambarkan kondisi yang selalu terjadi di perairan estuaria sehingga perilaku logam berat di perairan estuaria sangat spesifik dan dinamis.

Lebih lanjut Lenzi (2008) menyatakan bahwa efek resuspensi bergantung pada musim dan kondisi dasar perairan. Misalnya efek resuspensi berupa peningkatan nitrogen yang terjadi secara tiba-tiba akibat pencampuran antara air jebakan dalam sedimen (*interstitial water*) dengan kolom air, namun jumlah yang dilepaskan dipengaruhi oleh gradien difusinya dalam periode waktu yang lama. Resuspensi sedimen dengan karakter permukaan yang halus meningkatkan oksidasi dalam sedimen sehingga terjadi peningkatan nilai Eh, penurunan bahan organik namun tidak menunjukkan peningkatan nutrien dan konsumsi oksigen secara signifikan dalam kolom air.

Rata-rata konsentrasi sedimen di wilayah perairan estuaria sebesar 1,038 mg/Kg berat kering. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Werorilangi *et al.* 2013 yang menyatakan bahwa distribusi logam Pb dan Zn di sekitar perairan pantai Kota Makassar termasuk pantai Losari cukup tinggi. Perbandingan hasil penelitian ini dengan beberapa penelitian lain disajikan pada Tabel 2.

Konsentrasi logam berat Pb dalam sedimen pada semua titik sampling masih di bawah kadar Pb alami dalam kerak bumi, sebagaimana Mohiuddin *et al.*, 2010 menyatakan bahwa konsentrasi alami Pb dalam kerak bumi adalah 12,5 mg/Kg atau menurut Louma dan Rainbow, 2008 sebesar 14 mg/Kg dan menurut Effendi, 2003 sebesar 15 mg/Kg.

Canadian Council of Ministers for the Environment (CCME, 2002) menyatakan bahwa nilai ambang batas logam Pb dalam sedimen untuk perlindungan biota adalah sebesar 35 mg/Kg berat kering dengan demikian perairan di sekitar estuaria Jeneberang masih aman bagi kelangsungan hidup

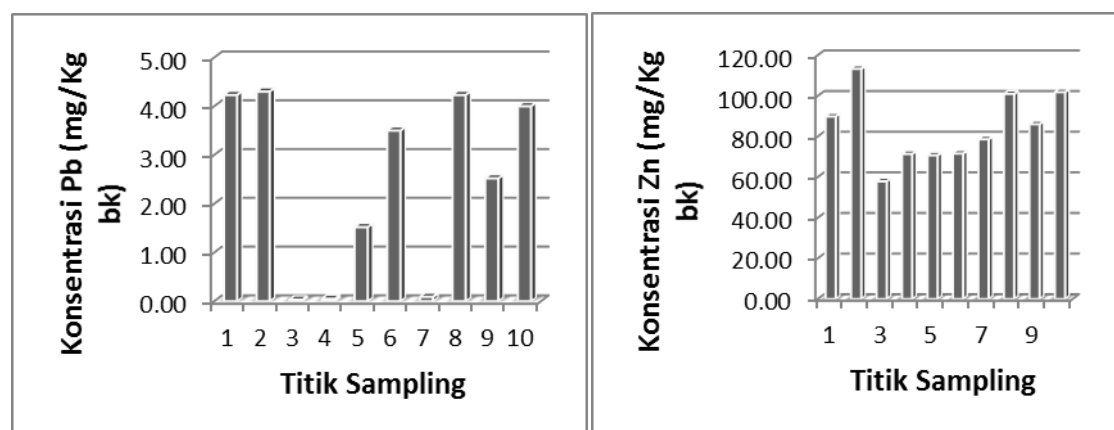
biota. Sedang baku mutu menurut US NOAA bahwa konsentrasi logam berat Pb dalam sedimen yang aman bagi biota (ERL; *Effect Range Low*) atau konsentrasi logam berat Pb dalam sedimen yang tidak memberikan efek negatif bagi biota sebesar 46,7 mg/Kg dan konsentrasi yang sudah bisa memberikan efek negatif bagi biota (ERM; *Effect Range Medium*) sebesar 218 mg/Kg (Turki, 2007), maka berdasarkan hal tersebut konsentrasi Pb di lokasi penelitian masih aman bagi kelangsungan hidup biota.

Pola distribusi konsentrasi logam berat Pb menunjukkan penurunan konsentrasi dalam perairan estuaria dibanding pada perairan pantai/laut dan sungai sehingga dapat dikatakan bahwasumber logam berat Pb dalam estuaria berasal dari laut dan sungai. Penurunan konsentrasi dalam estuaria membuktikan bahwa estuaria sangat berperan sebagai penyaring alami polutan. Variasi distribusi di sekitar perairan estuari ditentukan oleh input material dari daratan melalui aliran sungai dan dari laut melalui siklus pasang surut dan proses fisika-kimia-biologi yang berlangsung di dalam estuaria.

Konsentrasi logam berat Zn dalam sedimen tertinggi juga diperoleh di titik 2 yaitu yang berada pada Bendungan Karet Jeneberang (zona perairan sungai) yaitu sebesar 113,19 mg/Kg berat kering. Besarnya konsentrasi Zn di titik ini diduga karena keberadaan bendungan menyebabkan pola aliran air dari sungai tertahan sehingga terjadi deposisi partikel sehingga logam terakumulasi cukup tinggi dalam sedimen. Adapun konsentrasi Zn terendah berada pada titik 3 yaitu sebesar 57,84mg/Kg berat kering yang merupakan zona perairan estuaria (Gambar 2).

Tingginya konsentrasi logam berat Zn dalam sedimen diduga terutama berasal dari hasil pelapukan dan pengikisan batuan di lahan atas yang kemudian terbawa oleh aliran air sungai baik sebagai terlarut maupun berbentuk partikulat akibat tingginya curah hujan. Adapun input lain yang ikut menyumbang logam berat Zn adalah dari aktivitas pemukiman dan pertanian.

Distribusi konsentrasi logam berat Zn dalam sedimen menunjukkan pola yang sama dengan logam berat Pb dimana konsentrasi terendah diperoleh pada zona perairan estuaria dan konsentrasi tinggi ditemukan pada zona perairan tawar (sungai) dan pantai/laut. Kondisi ini menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi logam Zn dalam estuaria disebabkan karena mekanisme filter (penyaringan) yang terjadi secara alami dilakukan estuaria. Mekanisme filter ini terutama diperankan oleh keberadaan partikel tersuspensi yang mengadsorpsi logam terlarut dalam kolom air akibat perubahan sifat fisik kimia air yang mendukung berlangsungnya proses adsorpsi di estuaria.



Gambar 2. Distribusi konsentrasi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen di sekitar perairan estuaria Jeneberang.

Konsentrasi logam berat Zn dalam sedimen pada pada zona perairan tawar/sungai (titik 1 dan 2) dan laut/pantai (titik 8 – 10) sudah lebih besar dibanding kadar alami logam berat dalam sedimen berdasarkan Mohiuddin *et al.*, 2010 dan Effendi, 2003 yang menyatakan bahwa konsentrasi alami Zn dalam

kerak bumi adalah 70 mg/Kg. Sementara Louma dan Rainbow, 2008 menyatakan bahwa kadar alami logam berat Zn dalam kerak bumi sebesar 75 mg/Kg, namun dalam zona perairan estuaria (titik 3 – 7) konsentrasi masih lebih kecil dibanding kadar alaminya.

Adapun menurut *Canadian Council of Ministers for the Environment* (CCME, 2002) bahwa nilai ambang batas logam Zn dalam sedimen untuk perlindungan biota adalah sebesar 123 mg/Kg berat kering, maka lokasi penelitian masih aman bagi kelangsungan hidup biota. Sedangkan baku mutu menurut US NOAA bahwa konsentrasi logam berat Zn dalam sedimen yang aman bagi biota (ERL; *Effect Range Low*) atau konsentrasi logam berat Zn dalam sedimen yang tidak memberikan efek negatif bagi biota sebesar 150 mg/Kg dan konsentrasi ERM yaitu konsentrasi yang sudah bisa memberikan efek negatif bagi biota (ERM; *Effect Range Medium*) sebesar 410 mg/Kg (Turki, 2007), maka lokasi penelitian menunjukkan bahwa kisaran konsentrasi Zn dalam sedimen belum memberikan efek negatif bagi biota.

Kisaran konsentrasi logam berat Pb dan Zn di lokasi penelitian lebih rendah jika dibanding dengan penelitian Rastina, 2012 di sungai Tallot tetapi sedikit lebih tinggi dibanding hasil penelitian Werorilangi *et al.* 2013 pada musim yang sama (musim hujan). Sementara jika dibanding dengan hasil penelitian di beberapa lokasi di perairan lainnya di Indonesia maka kisaran konsentrasi Pb di lokasi penelitian paling rendah sedang kisaran konsentrasi logam Zn termasuk tinggi kecuali hasil penelitian Lestari dan Budiyanto, 2013 di Perairan Gresik yang lebih tinggi (Tabel 2).

Tabel 2. Perbandingan hasil penelitian konsentrasi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen (mg/Kg bk) di beberapa lokasi perairan di Indonesia

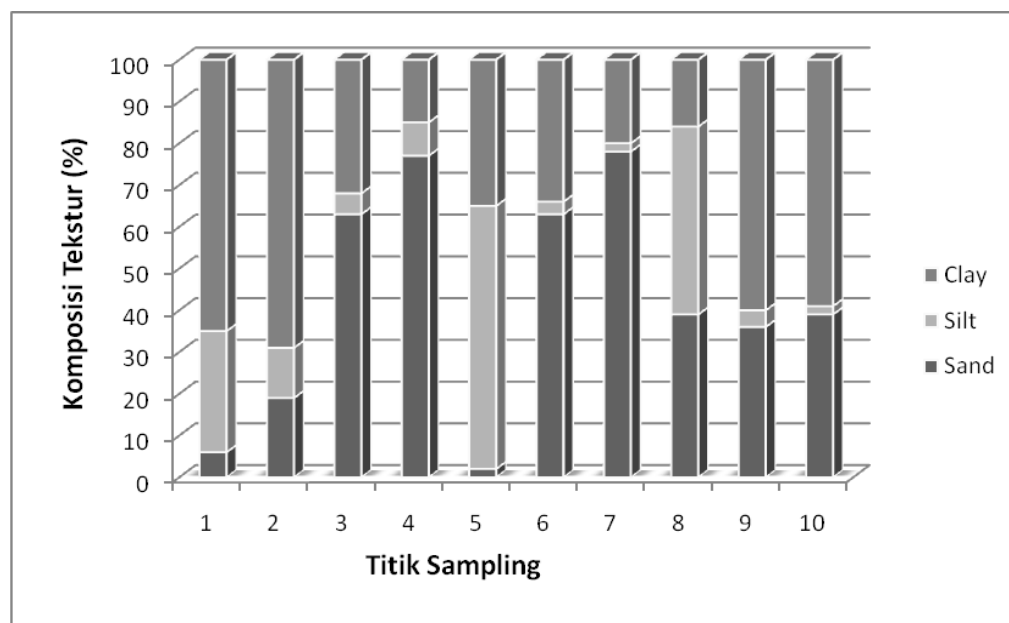
Nama Peneliti	Lokasi Penelitian	Pb	Zn
Penelitian ini	Estuaria Jeneberang	0,03-4,30	57,84-113,19
Werorilangi <i>et al.</i> 2013	Perairan Pantai Kota Mks	0,38-2,58	0-107,49
Rastina, 2012	Estuaria Tallo	14,55-83,01	53,57-294,76
Hamzah dan Setiawan, 2010	Muara Angke, Jakarta	18,64-29,57	56,58-69,30
Arifin, 2011	Teluk Kelabat, Pulau Bangka	11,46	13,64
Arifin, 2008	Delta Berau, Kalimantan	12,2	6,1
Ahmad, 2013	Pulau Bangka	5,794	16,706
Lestari dan Budiyanto, 2013	Perairan Gresik	1,74-12,70	77,3-405,0
Lestari, 2011	Perairan Pantai Semarang	10,9-17,3	13,6-16,3

Hasil perhitungan indeks geoakumulasi diperoleh kisaran nilai indeks geoakumulasi untuk logam Pb adalah 0,02 – 0,07 dengan kriteria tercemar ringan. Indeks geoakumulasi untuk logam Zn diperoleh kisaran antara 0,93 – 1,82 yang berada pada kriteria tercemar ringan sampai tercemar sedang.

Parameter yang Mempengaruhi Distribusi Logam Berat dalam Sedimen. *Tekstur Sedimen.* Tekstur sedimen umumnya didominasi oleh fraksi sangat halus masing-masing lempung dan lanau dengan kisaran antara 15 – 69% dan 2 – 63 % atau total fraksi sangat halus dengan kisaran 21 – 94 % sedang fraksi pasir berkisar antara 2 – 79 % (Gambar 3). Komposisi dari fraksi sedimen yang terbentuk mencerminkan proses deposisi partikel yang terjadi dari permukaan ke dasar perairan yang berkaitan secara langsung dengan mekanisme transpor yang diperankan oleh pergerakan arus. Fraksi sedimen sangat halus berupa lempung (clay) dominan ditemukan pada titik pengamatan dengan pergerakan arus yang lemah seperti pada titik 2 (bendungan) dan di wilayah perairan laut yang cukup tenang dan dalam yaitu pada titik 9 dan 10. Akibat lemahnya pergerakan arus maka partikel halus akan terdeposisi ke dasar perairan.

Sebaliknya, fraksi lebih besar berupa pasir (sand) dominan dijumpai pada titik 3, 4, 6, dan 7 yang merupakan wilayah perairan estuaria dengan pergerakan massa air yang cukup kuat terutama pengadukan massa air (turbulensi) akibat pertemuan aliran massa air dari sungai dan arus pasang surut dari laut sehingga fraksi yang dapat terdeposisi adalah yang bertekstur lebih besar. Stecko dan Bendell-Young (2000) bahwa ketersediaan logam berat dalam sedimen sangat berkaitan dengan sifat-sifat dan ukuran sedimen. Sedimen yang mengandung jumlah mineral lempung (*clay*) dan bahan organik akan cenderung mengakumulasi logam lebih tinggi, karena senyawa-senyawa tersebut memiliki sifat mengikat logam. Komponen hasil oksida besi, magnesium dan bahan organik merupakan komponen geokimia yang paling penting dalam mengontrol pengikatan logam-logam berat dalam sedimen estuari.

Fraksi sangat halus (*clay* dan *silt*) lebih memiliki kemampuan berikatan dengan logam berat karena semakin halus tekstur maka luas permukaannya semakin besar sehingga kapasitas untuk berikatan dengan logam juga makin besar. Selain itu, fraksi sangat halus juga memiliki kemampuan berikatan dengan bahan organik sehingga logam dengan bahan organik akan membentuk ikatan kompleks dalam sedimen. Sebagaimana Sanusi, (2006) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat dalam sedimen umumnya lebih tinggi pada sedimen berupa liat, lumpur, pasir berlumpur, dan campuran ketiganya dibanding sedimen berupa pasir murni. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya tarik elektro kimia partikel sedimen yang lebih kuat pada sedimen yang lebih halus.



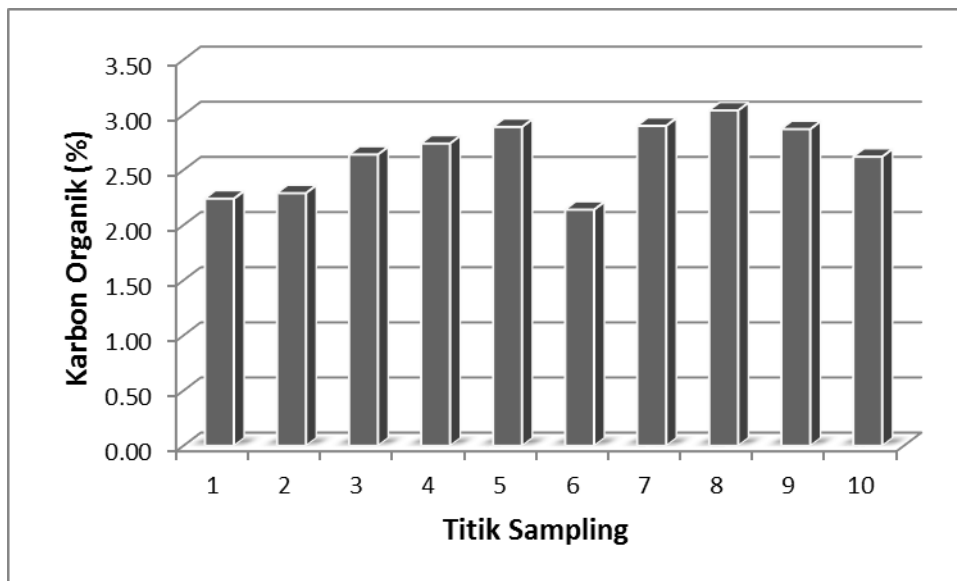
Gambar 3. Komposisi tekstur sedimen di sekitar perairan estuaria Jeneberang

Karbon Organik. Kandungan karbon organik berkisar antara 2,14 – 3,04 %, dimana kandungan karbon organik minimum ditemukan pada titik 6 yang termasuk dalam wilayah estuaria atau pantai sedang kandungan maksimum ditemukan pada titik 8 yang merupakan wilayah laut. Tingginya kandungan karbon organik pada titik 8 karena wilayah perairan laut di bagian utara Jeneberang terdapat sejumlah aktivitas yang dapat menyumbang buangan bahan organik seperti restoran, rumah makan, hotel, rumah sakit dan aktivitas pelabuhan.

Sumber karbon organik juga berasal dari aliran sungai baik dalam bentuk terlarut maupun berasosiasi dengan partikel tersuspensi. Menurut Kemp (1989) bahwa kebanyakan bahan organik berbentuk partikulat yang kemudian akan mengendap di permukaan sedimen sehingga dapat meningkatkan konsentrasi bahan organik dalam sedimen. Sumber karbon organik yang lain dapat berasal

dari buangan limbah dari aktivitas manusia secara langsung ke dalam laut atau dari hasil dekomposisi dan ekskresi organism.

Bahan organik di sedimen, terutama dalam bentuk karbon organik, akan lebih memungkinkan terbentuknya ikatan-ikatan antara karbon organik dengan logam. Karbon mampu melakukan ikatan dengan sedimen dalam bentuk ikatan kompleks (*complexation*), sehingga semakin tinggi konsentrasi karbon organik dalam sedimen, akan mempengaruhi tinggi konsentrasi polutan logam berat dalam sedimen. Seperti yang diungkapkan oleh Sanusi, 2006 bahwa kandungan bahan organik memiliki hubungan yang positif dengan konsentrasi logam berat dalam sedimen.



Gambar 4. Kandungan karbon organik dalam sedimen di sekitar perairan estuaria Jeneberang

Potensial Redoks. Potensial redoks (Eh) merupakan sifat elektrokimia yang dapat dipakai sebagai indikasi dalam mengukur derajat anaerobiosis tanah dan tingkat transformasi biogeokimia yang terjadi (Ponnamperuma, 1984). Nilai potensial redoks sedimen di lokasi penelitian berkisar antara -14,13 – 23,43 dan ini termasuk kategori zona reduksi dan transisi atau berada pada kondisi anaerob. Odum (1993), yang mengelompokkan sedimen dasar suatu perairan menjadi 3 zona yang didasarkan pada nilai potensial redoks. Ketiga zona tersebut adalah zona oksidasi dengan nilai $Eh > 200$ mv, zona transisi dengan nilai Eh antara 0-200 mv dan zona reduksi dengan nilai $Eh < 0$.

Zona reduksi bisa terjadi karena adanya aktivitas bakteri yang mendegradasi bahan organik dan kurangnya sirkulasi air yang menyebabkan terjadinya deplesi oksigen (kadar oksigen menurun). Perubahan suasana oksidatif ke reduktif mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk besi, dari feri tereduksi menjadi ferro dan masuk ke dalam sedimen. Pada kondisi anaerob, mikroorganisme fakultatif dan obligatif akan menggunakan oksidan anorganik selain oksigen sebagai akseptor elektron, seperti NO_3^- , Mn^{4+} , Fe^{3+} , CO_2 , N_2 dan H^+ , yang kemudian akan direduksi berturut-turut menjadi N_2 , Mn^{2+} , Fe^{2+} , H_2S , CH_4 , NH_4^+ , dan NH_2 .

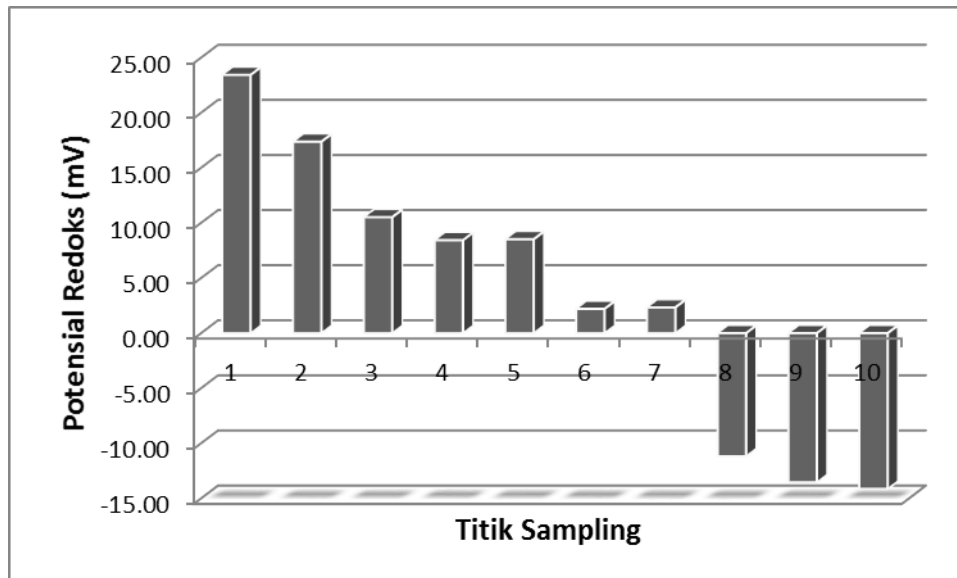
Mangan oksida dan besi oksida dalam sedimen mempengaruhi kandungan dan asosiasi logam berat dalam sedimen. Fe-oksida dan Mn-oksida dalam keadaan oksidasi dapat menyerap kation dan anion dari larutan serta logam dalam air terutama logam runtuhan. Dalam keadaan reduksi logam yang terserap dapat diremobilisasi kembali ke larutan dan bertindak sebagai sumber logam dalam perairan, namun logam yang terikat oleh fraksi sedimen akan mengalami

diagenesis yang menyebabkan peningkatan bobot molekul dan hilangnya gugus fungsi (Connel dan Miller, 1995).

Peningkatan pH ke arah laut akan menyebabkan terjadinya penurunan nilai potensial redokssedimen dan penurunan itu akan semakin tajam jika kandungan bahan organik tinggi dalam sedimen dan siklus pergerakan air kecil. Kondisi itu terlihat pada titik 10 yang berada pada perairan laut dengan titik sampling paling luar. Penurunan nilai potensial redoks disebabkan adanya kontribusi bahan organik ke dalam sedimen, baik gugus hidroksil maupun senyawa karbosis lainnya yang dapat memberi keseimbangan terhadap aktivitas ion H^+ sehingga menyebabkan menurunnya konsentrasi ion H^+ . Penurunan tersebut juga mendorong berkurangnya jumlah elektron dalam sedimen. Jumlah elektron berbanding lurus dengan potensial redoks sehingga penurunan jumlah elektron secara otomatis akan menurunkan pula nilai Eh. Perairan dalam juga dicirikan dengan kondisi deplesi O_2 sehingga akan diikuti oleh penurunan nilai potensial redoks sebagaimana Rhoads (1974), bahwa konsentrasi oksigen dalam sedimen berhubungan erat dengan nilai potensial redoks (Eh) sedimen. Nilai Eh +400 mv, konsentrasi oksigennya antara 4-10 mg/l. Sedangkan pada nilai Eh +300 mv, konsentrasi oksigen sekitar 0,3 mg/l dan pada +200 mv, oksigennya sekitar 0,1 mg/l, konsentrasi oksigen menjadi tidak terukur jika nilai Eh di bawah 0 mv.

Peningkatan nilai pH dapat terjadi karena adanya kontribusi bahan organik yang melepaskan ion OH^- karena terjadi proses reduksi. Demikian pula keberadaan ion Fe^{+3} dalam sedimen tereduksi akan berubah menjadi Fe^{+2} sehingga berpeluang melepaskan OH^- dan meningkatkan pH sedimen atau menurunkan Eh.

Mekanisme reaksi oksidasi-reduksi dalam sedimen ditentukan oleh ketersediaan oksigen terlarut dalam air jebakan (*interstitial water*) dan pH sedimen. Pada kondisi oksigen rendah akan terjadi reaksi reduksi sehingga senyawa kimia yang terbentuk adalah S^{2-} , CH_4 , NH_3 , N_2 , Fe^{2+} , dan Mn^{2+} yang bereaksi membentuk endapan kompleks. Pada kondisi oksigen cukup tersedia akan terjadi reaksi oksidasi dimana senyawa kimia yang terbentuk adalah SO_4^{2-} , CO_2 , CO_3^{2-} , NO_3^- , Fe^{3+} dan Mn^{4+} yang bereaksi membentuk endapan kompleks (Parsons dan Takahashi, 1977 dalam Sanusi, 2006).



Gambar 5. Nilai Potensial Redoks sedimen perairan estuaria Jeneberang

Hasil analisis regresi dan korelasi terhadap beberapa parameter yang mempengaruhi distribusi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen menunjukkan hubungan yang linier atau berbanding lurus antara tekstur sedimen halus dan kandungan organik karbon dengan konsentrasi logam berat dalam sedimen, tetapi

korelasi nilai potensial redoks dan tekstur kasar terhadap konsentrasi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen berbanding terbalik. Artinya, semakin besar persentase tekstur sedimen yang berukuran halus dan kandungan bahan organik karbon dalam sedimen maka semakin besar pula konsentrasi logam yang terikat dalam sedimen, namun semakin kecil nilai potensial redoks dan tekstur kasar maka konsentrasi logam berat dalam sedimen semakin besar. Sanusi (2006) menyatakan bahwa kandungan bahan organik memiliki hubungan yang positif dengan konsentrasi logam berat dalam sedimen. Selain itu, kandungan logam berat dalam sedimen juga bergantung pada komposisi kimia dan mineral sedimen.

Persamaan regresi yang diperoleh menunjukkan bahwa parameter yang paling berpengaruh terhadap distribusi logam berat Pb dan Zn dalam sedimen di sekitar perairan estuaria Jeneberang adalah kandungan organik karbon. Peranan karbon organik dalam mengikat logam berat terjadi melalui pembentukan ikatan kompleks antara logam dan organik karbon terutama dalam hal ini yang paling berperan adalah asam humus (humic acid). Chester (1990) menyatakan bahwa reaktivitas biogeokimia dalam perairan alami diatur oleh sejumlah parameter fisiko-kimia seperti: pH, redoks potensial, salinitas, konsentrasi *complexing ligand*, berbagai jenis nutrisi, komponen organik dan bahan-bahan partikulat. Demikian pula Togwell (1979), bahwa konsentrasi logam berat pada sedimen, tidak saja ditentukan oleh proses pelapukan batuan, tetapi juga dipengaruhi oleh komposisi mineral dan ukuran (partikel) endapan sedimen. Faktor berpengaruh lainnya adalah status redoks, konsentrasi karbon organik dan tingkat bioturbasi.

Adapun nilai keeratan hubungan antara distribusi konsentrasi logam berat Pb dalam sedimen dengan parameter tekstur, kandungan organik karbon, dan potensial redoks yang ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,68 hal ini menunjukkan bahwa keeratan hubungannya cukup tinggi sedang untuk logam Zn diperoleh nilai R^2 sebesar 0,81 artinya keeratan hubungannya sangat tinggi. Hal ini sesuai dengan Meadoret *al.* (1998) menyatakan bahwa distribusi dan konsentrasi elemen dalam sedimen dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: tekstur sedimen, konsentrasi karbon organik dalam sedimen, redoks potensial sedimen dan bioturbasi.

Kesimpulan

Konsentrasi logam berat Pb di lokasi penelitian masih di bawah konsentrasi alami dan masih aman bagi kelangsungan hidup biota sedang konsentrasi logam berat Zn sudah lebih tinggi dari konsentrasi alami namun belum memberikan efek negatif bagi biota. Berdasarkan Indeks Geoakumulasi lokasi penelitian tergolong tercemar ringan sampai tercemar sedang untuk logam berat Pb dan tercemar cukup parah untuk logam Zn.

Pola distribusi konsentrasi logam berat Pb dan Zn di lokasi penelitian menunjukkan pola yang serupa dimana konsentrasi lebih kecil dalam perairan estuaria dibanding pada perairan pantai/laut dan sungai. Sumber logam berat Pb dan Zn dalam estuaria Jeneberang berasal dari laut (aktivitas pelabuhan) dan dari sungai (hasil pelapukan batuan). Penurunan konsentrasi dalam estuaria membuktikan bahwa estuaria cukup berperan sebagai penyaring alami polutan. Parameter tekstur, potensial redoks dan kandungan bahan organik karbon dalam sedimen memberikan pengaruh terhadap distribusi logam berat dalam sedimen di perairan sekitar estuaria Jeneberang.

Daftar Referensi

- Ahmad F. 2013. Distribusi dan Prediksi Tingkat Pencemaran Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni) dalam Sedimen di Perairan Pulau Bangka Menggunakan Indeks Beban Pencemaran dan Indeks Geoakumulasi. *Jurnal Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 5, No. 1, Juni 2013:170
- Arifin Z. 2011. Konsentrasi Logam Berat di Air, Sedimen, dan Biota di Teluk Kelabat, Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 3, No. 1, Juni 2011:104

- Arifin Z. 2008. Nasib kontaminan logam dan implikasinya pada komunitas bentik di Delta Berau, Kalimantan Timur. Laporan akhir kumulatif Riset Kompetitif Tahun 2006-2008. Puslit Oseanografi-LIPI. Jakarta.
- Bryan, G. W. and W. J. Langston. 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. *Environ. Pollut.* (76): 89-131.
- Canadian Council of Ministers for the Environment (CCME). 2002. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life Summary Table. CCME. Winnipeg, MB. 7p.
- Chester, R. 1990. Marine geochemistry. Unwin Hyman, London, England.
- Connel D. W dan Miller J. G. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Diterjemahkan oleh Yanti Koestoer. Penerbit UI Press Press. Jakarta.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Hamzah F. dan A. Setiawan. 2010. Akumulasi Logam Berat Pb, Cu, dan Zn di Hutan Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 2, No. 2, Desember 2010: 41
- Kemp, W. M. 1989. Estuarine Chemistry. In Day, J. W., C. A. S. Hall, W. M. Kemp and A. Yanez-Arancibia (eds): estuarine ecology, section II: physical considerations. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Lenzi M. 2008. Resuspension of Sediment as a Method for Managing Eutrophic Lagoons. *Marine Pollution: New Research*, Nova Science Publishers, Inc. New York. pp.15-21.
- Lestari dan F. Budiyanto, 2013. Konsentrasi Hg, Cd, Cu, Pb, dan Zn dalam sedimen di Perairan Gresik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 5, No. 1, Juni 2013: 182
- Lestari 2011. Distribusi dan geokimial logam berat dalam sedimen di Perairan Semarang, Jawa Tengah. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan VIII ISOI 2011. Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia*, 25-27 September 2011. Makassar. Hal.: 204-217
- Luoma, S.N. and P.S. Rainbow. 2008. Metal Contamination in Aquatic Environments : Science and Lateral Management. Cambridge University Press. New York. USA.
- Meador, J. P., P. A. Robisch, R. C. Clark and D. W. Ernest. 1998. Element in fish and sediment from the Pacific Coast of the United States: result from the national benthic surveillance project. *Marine Poll. Bull.* Vol. 37 (1-2): 56-66.
- Mohiuddin, M.K., H.M. Zakir, K. Otomo, S. Sharmin, N. Shikazono. 2010. Geochemical distribution of trace metal pollutants in water and sediments of downstream of an urban river. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 7(1): 17-28.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Rabee, M.A., Y.F. Al-Fatlawy, A.A.H.N.A. Own, and M. Nameer. 2011. Using Pollution Load Index (PLI) and Geoaccumulation Index (I-Geo) for the Assessment of Heavy Metals in Tigris River Sediment in Bagdad Region. *J. of Al-Nahrain University*, 14(4): 108-114.
- Rhoads, D.C. 1974. Organism-Sediment Relations. In *Oceanography and Marine Biology*. Barnes, H. (ed). George Allen and Unwin Ltd, London.
- Samawi M. F. 2007. Desain Sistem Pengendalian Pencemaran Perairan Pantai Kota. Studi Kasus Perairan Pantai Kota Makassar. Disertasi Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sanusi H. S. 2006. Kimia Laut. Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. IPB, Bogor.
- Togwell, A. J. 1979. Source of heavy metals contamination in a river-lake system. *Environ. Poll. England* (18) : 131 – 138.
- Turki, A.J. 2007. Metal Speciation (Cd, Cu, Pb and Zn) in Sediments from Al Shabab Lagoon, Jeddah, Saudi Arabia. *Marine Science* 18 : 191-210.
- Werorilangi S., A. Tahir, A. Noor, dan M.F. Samawi, 2013. Status Pencemaran dan Potensi Bioavailabilitas Logam di Sedimen Perairan Pantai Kota Makassar. Makalah Seminar Nasional Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Struktur Ukuran dan Tingkat Pemanfaatan Kepiting Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Galesong Kabupaten Takalar

Nuraeni L. Rapi* dan Harianti

Sekolah Tinggi Teknologi Kelautan Balik Diwa, Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan VIII Tamalanrea, Makassar

*email: fishreni@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan dan penambahan jumlah unit alat tangkap secara langsung memberikan dampak terhadap populasi rajungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur ukuran dan tingkat pemanfaatan rajungan di perairan Galesong Kabupaten Takalar. Metode yang digunakan adalah survei. Analisis data yang digunakan untuk struktur ukuran adalah dekriptif, sedangkan pada tingkat pemanfaatan digunakan metode schaefer dan fox. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil tangkapan yang diperoleh sebanyak 1.476 ekor dengan kisaran panjang karapaks untuk jantan 80,5 – 140,5 mm maupun untuk betina 70,5 – 175,5 mm. Kepiting rajungan jantan berjumlah 719 ekor dan betina berjumlah 757 ekor. Tingkat pemanfaatan rajungan di perairan Galesong tergolong tinggi.

Kata kunci :struktur ukuran, pemanfaatan, rajungan

Pendahuluan

Sulawesi Selatan khususnya di perairan Kabupaten Takalar memiliki potensi rajungan yang cukup. Dimana keberadaan rajungan tersebut telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat sekitarnya sebagai pendapatan dan bahan makanan. Penangkapan kepiting rajungan di perairan Galesong Selatan Kabupaten Takalar dilakukan dengan menggunakan jaring insang, pukot pantai dan cantrang. Penangkapan yang dilakukan secara terus menerus untuk memenuhi permintaan konsumen tanpa adanya suatu usaha pengaturan, maka sumberdaya hayati ikan dalam kurung waktu tertentu dapat mengalami kelebihan tangkapan dan berakibat terganggunya kelestarian sumberdaya (Nessa *et al.* 1986).

Penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan dan penambahan jumlah unit alat tangkap secara langsung memberikan dampak terhadap populasi rajungan. Kebijakan pemerintah melalui regulasi terhadap pemanfaatan sumberdaya ikan berkelanjutan perlu dilakukan. Oleh karena itu diperlukan adanya pemikiran dan pendekatan yang dapat digunakan secara umum untuk setiap alat tangkap. Muhsoni dan Abida (2009), mendapatkan laju eksploitasi rajungan di perairan Madura sebesar 0,788. Hal ini menandakan rajungan di perairan Madura mempunyai kecenderungan *overfishing*.

Pandangan yang realistis dari stok yang lestari dalam pengelolaan sumberdaya perikanan, dimasukkan untuk memanfaatkan stok yang ada di alam secara optimal, sebagai contoh stok rajungan. Untuk kepentingan tersebut **maka** perlu dilakukan analisis terhadap struktur ukuran dan tingkat pemanfaatan rajungan yang dapat dijadikan sebagai salah satu indikasi dalam pengaturan alat tangkap khususnya mengenai ukuran mata jaring alat tangkap gill net, cantrang dan pukot pantai. Hal ini dapat dijadikan sebagai salah satu rujukan dalam pengelolaan sumberdaya perikanan yang lestari.

Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rajungan. Metode yang digunakan adalah survey yaitu mengamati populasi rajungan di perairan Galesong Kabupaten Takalar.

Analisis data

Struktur Ukuran. Untuk mengetahui struktur ukuran rajungan maka data dianalisis menggunakan histogram dengan mengambil sampel rajungan jantan dan betina yang tertangkap pada alat tangkap gill net.

Tingkat Pemanfaatan. Analisa tingkat eksploitasi rajungan dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder berupa hasil tangkapan pertahun yang diperoleh dari data statistik Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Sulawesi Selatan selama 10 tahun terakhir dan dilakukan standarisasi alat tangkap, kemudian digunakan metode Schaefer dan Fox *dalam* Ricker (1995) sebagai berikut :

Metode Schaefer

$$Y/f = a + bf \quad (1)$$

Untuk menentukan potensi lestari cumi-cumi digunakan formula antara lain :

$$MSY = -0,25 \frac{a^2}{b} \text{ (ton)} \quad (2)$$

dan jumlah alat tangkap yang optimal adalah :

$$F_{opt} = -0,5 \frac{a}{b} \quad (3)$$

Metode Fox

$$Y/f = \exp (a + bf) \quad (4)$$

Untuk menentukan potensi lestari cumi-cumi adalah :

$$MSY = -\frac{1}{b} e^{a-1} \quad (5)$$

dan jumlah alat tangkap optimal adalah :

$$F_{opt} = -\frac{1}{b} \quad (6)$$

Dimana :

Y = Hasil tangkapan (ton)

f = Upaya penangkapan

a = Intercept

b = Slope

Untuk menentukan tingkat eksploitasi digunakan rumus :

$$\text{Tingkat Eksploitasi} = (\text{Produksi Tahun Terakhir}/MSY) \times 100\%$$

Standarisasi upaya penangkapan mengikuti persamaan (Gulland, 1982) sebagai berikut :

$$Estd = \frac{CPUEn}{CPUEstd} x En \quad (7)$$

dimana :

Estd = Upaya penangkapan total yang telah distandarisasikan (trip)

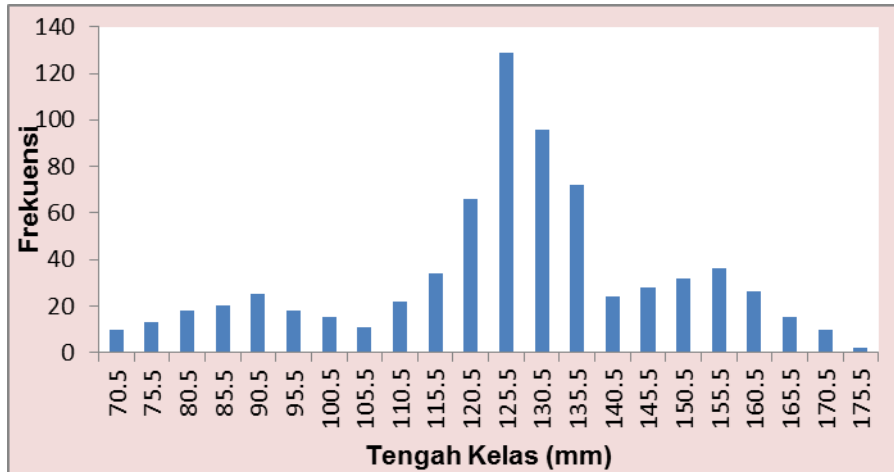
CPUE_n = CPUE alat tangkap yang akan distandarisasikan (ton/trip)

CPUE_{std} = CPUE alat tangkap yang standar (ton/trip)

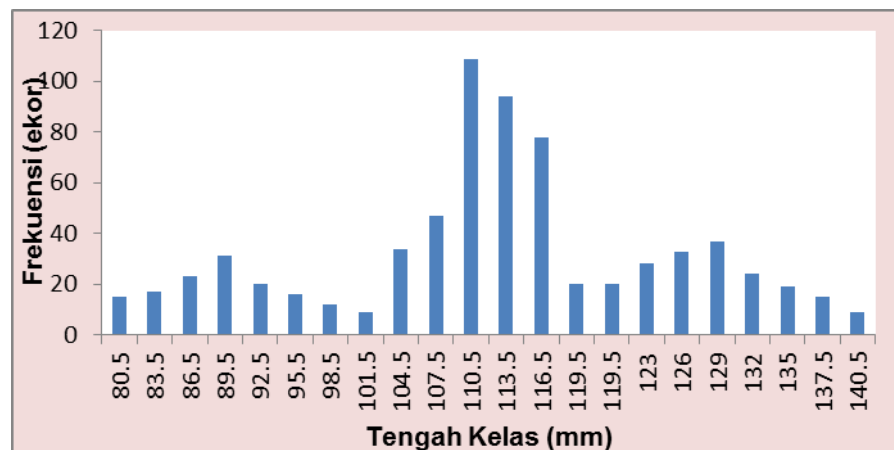
En = Upaya penangkapan yang akan distandarisasi

Hasil dan Pembahasan

Struktur Ukuran. Jumlah sampel kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*) yang diperoleh selama penelitian adalah 1.476 ekor dengan kisaran panjang karapaks untuk jantan 80,5 – 140,5 mm maupun untuk betina 70,5 – 175,5 mm. Kepiting rajungan jantan berjumlah 719 ekor dan betina berjumlah 757 ekor.



Gambar 1. Struktur Ukuran Rajungan Betina



Gambar 2. Struktur Ukuran Rajungan Jantan

Gambar 1 dan 2 menunjukkan adanya perbedaan struktur ukuran rajungan jantan dan betina. Terlihat bahwa hasil tangkapan rajungan betina lebih kecil dari rajungan jantan. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa rajungan di perairan Galesong Selatan telah mengalami *over fishing*. Selain itu dari jumlah tangkapan, rajungan betina lebih banyak tertangkap dibanding dengan rajungan jantan, hal ini dapat menyebabkan penurunan dari sumberdaya rajungan karena kurang kesempatan untuk menghasilkan individu baru.

Tingkat Eksploitasi. *Maximum Sustainable Yield* (MSY) atau tangkapan lestari maksimum merupakan produksi perikanan maksimum yang dapat

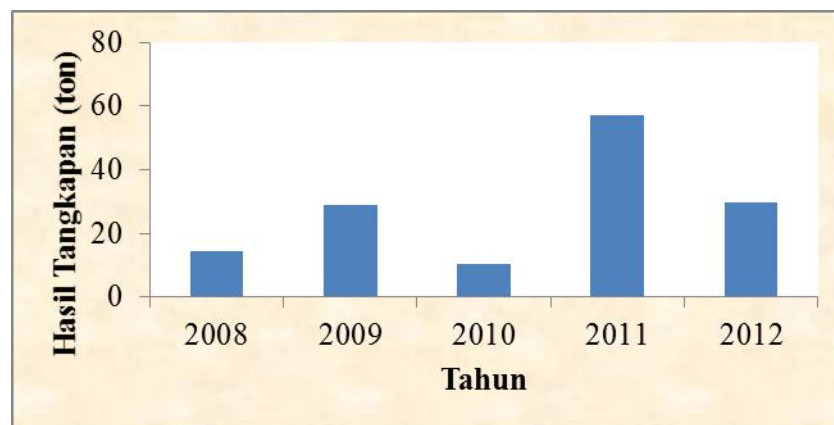
dipertahankan secara berlanjut, dan merupakan salah satu parameter pengelolaan yang dihasilkan dalam pengkajian sumberdaya perikanan.

Penangkapan rajungan di Kabupaten Takalar biasanya menggunakan alat tangkap seperti gill net, jaring insang lingkaran, jaring insang hanyut, dogol, serok, pancing yang lain (*Other Pole and Line*), dan bubu. Dari semua alat tangkap yang menangkap rajungan di Kabupaten Takalar, alat tangkap gill net dan purse seine mempunyai produksi terbesar sehingga prosedur analisis estimasi harus menggunakan alat tangkap tersebut sebagai alat tangkap standar. Estimasi potensi sumberdaya rajungan dilakukan dengan cara menganalisis data total hasil tangkapan dan upaya penangkapan dari beberapa jenis alat tangkap. Dengan menggunakan data statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Propinsi Sulawesi selatan pada Kabupaten Takalar dapat dihitung tingkat eksploitasi dengan menggunakan model produksi dari Schaefer dan Fox *dalam* Ricker (1975). Untuk mengetahui hasil tangkapan per unit penangkapan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Eksploitasi Hasil Pendugaan Besarnya Hasil Tangkapan dan CPUE Model Schaefer pada rajungan di perairan Kabupaten Takalar

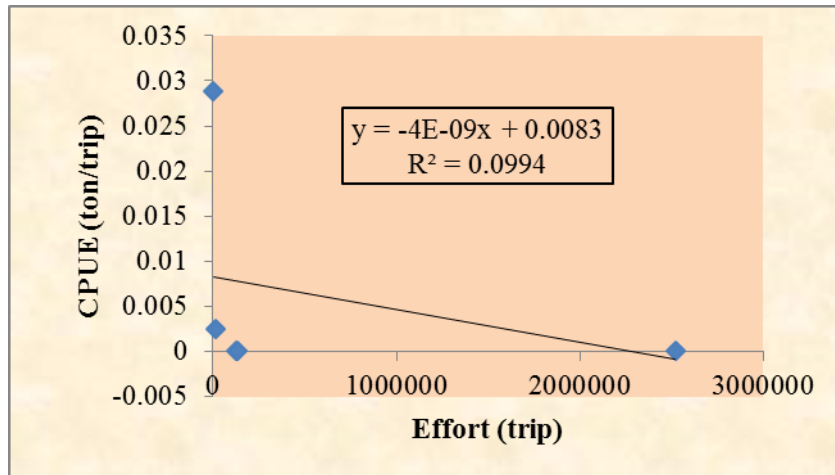
Tahun	Hasil Tangkapan (ton)	Upaya Penangkapan (trip)	CPUE
2008	14,46846847	125015	0,000116
2009	28,91986828	11525	0,002509
2010	10,64067553	137008	0,00077
2011	57,28865979	2522384	0,00227
2012	29,96868009	1039	0,028847

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai CPUE yang tertinggi didapatkan pada tahun 2012 yaitu 0,028847 ton per trip, sedangkan CPUE terkecil pada tahun 2001 yaitu 0,0001 ton per tahun. Hal tersebut menandakan bahwa tidak selamanya peningkatan upaya penangkapan akan meningkatkan hasil tangkapan. Hal ini dapat dilihat pada tahun 2010, dimana upaya penangkapan sebanyak 137008 trip tetapi produksi rajungan hanya 11 ton.

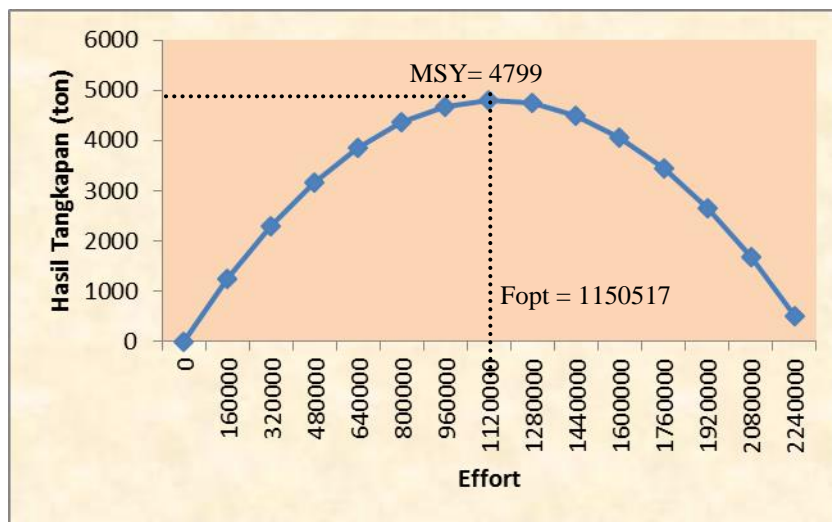


Gambar 3. Histogram Hubungan antara Hasil Tangkapan dengan Waktu.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa produksi hasil tangkapan terbesar terjadi pada tahun 2011 yaitu 57 ton. Hasil tangkapan terkecil terjadi pada tahun 2010 yaitu 11 ton.



Gambar 4. Grafik hubungan antara CPUE dengan Effort pada Persamaan Regresi Model Schaefer



Gambar 5. Grafik hubungan hasil tangkapan (Y) dan upaya (f) untuk model Schaefer

Gambar 5 memperlihatkan bahwa semakin besar upaya penangkapan maka hasil tangkapan semakin berkurang. Hasil tangkapan terbesar didapatkan pada upaya penangkapan sebesar 1120000 trip dimana hasil tangkapan sebanyak 4795 ton.

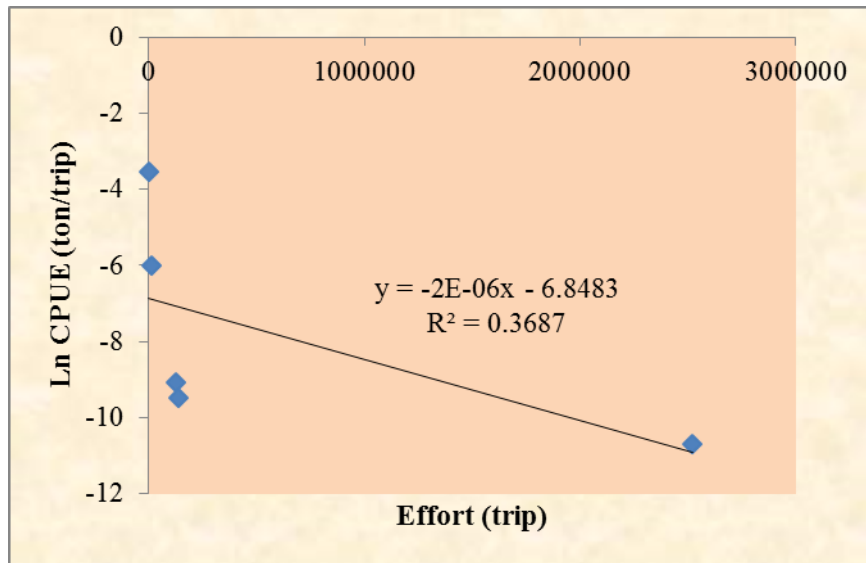
Secara teoritis apabila potensi maksimum lestari (MSY) dibanding dengan hasil tangkapan tahunan dengan perbandingan $MSY = \text{hasil tangkapan tahunan (catch/tahun)}$, maka tergolong ke dalam tingkat eksploitasi sedang atau berimbang, MSY lebih besar dari produksi tahunan tergolong tingkat eksploitasi rendah dan jika MSY kurang dari produksi tahunan, maka digolongkan tingkat eksploitasi tinggi.

Fox dalam Ricker (1975) yang melihat hubungan antara effort dan logaritma natural dari CPUE didalam menduga MSY dan upaya penangkapan maksimum. Dari hasil analisis data (Tabel 2) yang diperoleh dari Dinas Perikanan Propinsi Sulawesi Selatan pada Kabupaten Takalar dapat pula diduga besarnya tangkapan dan CPUE setiap tahunnya.

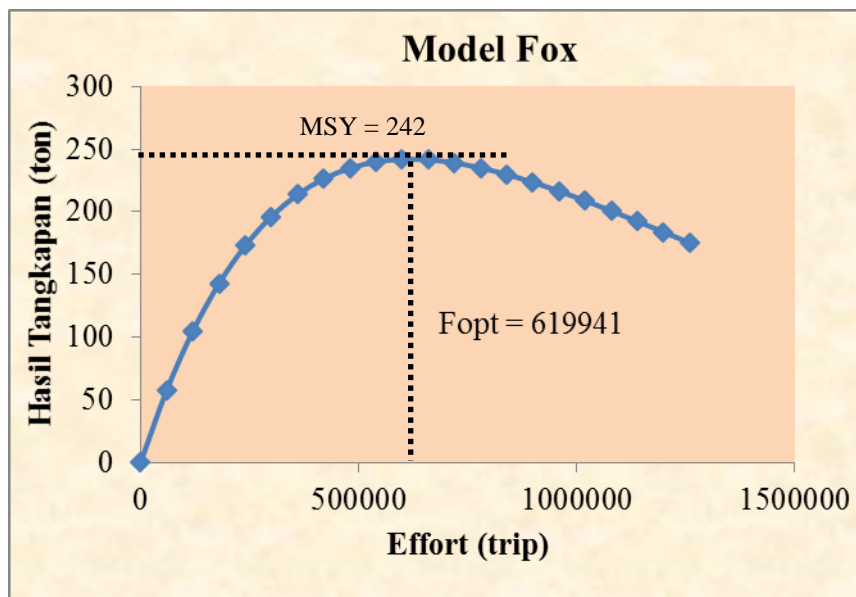
Tabel 2. Data Eksploitasi Hasil Pendugaan Besarnya Hasil Tangkapan Gill net dan CPUE Model Fox pada Rajungan di perairan Kabupaten Takalar

Tahun	Catch (ton)	Effort Standar (trip)	CPUE	Ln CPUE
2008	14,46846847	125015	0,000116	-9,06422
2009	28,91986828	11525	0,002509	-5,98771
2010	10,64067553	137008	7,77E-05	-9,46311
2011	57,28865979	2522384	2,27E-05	-10,6926
2012	29,96868009	1039	0,028847	-3,54573

$$\ln C/f = -56,848 - 0,000002 f \tag{8}$$



Gambar 6. Grafik Hubungan antara ln CPUE dengan Effort pada Persamaan Regresi Model Fox



Gambar 7. Grafik Hubungan Hasil Tangkapan (Y) dan Upaya (f) untuk Model Fox

Dari Gambar 7 diatas dapat terlihat bahwa semakin besar upaya penangkapan maka hasil tangkapan semakin berkurang. Hasil tangkapan terbesar didapatkan pada upaya penangkapan sebesar 540000 trip dimana hasil tangkapan sebanyak 239 ton.

Dalam kasus penangkapan rajungan di Perairan Kabupaten Takalar seperti pada hasil tangkapan ikan lainnya, hasil tangkapan tidak tergantung pada unit usaha saja, tetapi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti cuaca, rekrutmen dan faktor oseanografi. Model Schaefer dan Fox mengikuti asumsi bahwa Y menurun dengan meningkatnya upaya penangkapan, akan tetapi mereka berbeda dimana model Schaefer nilai Y mendekati nilai nol, sedangkan pada model Fox Y adalah selalu lebih besar daripada nol untuk seluruh nilai f . Upaya penangkapan pada model Schaefer dan model Fox telah melebihi nilai MSY , sehingga harus dilakukan pembatasan terhadap alat tangkap untuk menjaga agar stok tetap lestari. Nilai R_2 pada kedua model diatas berbeda, dimana nilai R_2 untuk model Schaefer yaitu 0,099 dan model Fox yaitu 0,368 sehingga model Fox cenderung memiliki hubungan yang lebih kuat antara produksi dan upaya penangkapan (*effort*) sehingga model Fox yang digunakan sebagai acuan untuk penentuan MSY .

Pengendalian upaya penangkapan sangat diperlukan untuk menjaga sumberdaya tetap lestari. Pengendalian upaya penangkapan adalah salah satu pendekatan pengelolaan sumberdaya perikanan yang berkaitan dengan pembatasan kapasitas penangkapan atau jumlah alat tangkap ikan. Tujuannya, meningkatkan hasil ikan yang ditangkap serta meningkatkan kinerja ekonomi industry perikanan melalui pelarangan upaya atau kapasitas penangkapan ikan yang berlebihan (Nikilijuw, 2002).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai struktur ukuran dan tingkat pemanfaatan rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Galesong Kabupaten Takalar, maka dapat disimpulkan bahwa :Ukuran rajungan betina lebih kecil dari rajungan jantan. Tingkat pemanfaatan terhadap rajungan tergolong eksploitasi tinggi

Daftar Referensi

- Muhsoni, F., F. dan Abida, I., W. 2009. Analisis Potensi Rajungan (*Portunus pelagicus*) Di Perairan Bangkalan-Madura. Jurnal Embryo. Vol. 6 No. 2.
- Nessa, N, S. A. Ali, A. Salam, R. Mappangaja. F. A. Ali, A. Sumah dan T. M. Said, 1986. Survey Potensi Sumberdaya Hayati di Selat Makassar UNHAS. Ujung Pandang.
- Nikilijuw. 2002. Rezim Pengelolaan Sumberdaya Perikanan. P.T. Pustaka Cidesindo. Jakarta.
- Ricker, W.A. 1975. Hand Book of Computation of Biological Statistic of Fish Population. Bull Fish Res. Board Can.

Analisis Daya Dukung Perairan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dalam Rangka Pengembangan Sistem Penguatan Industri Rumput Laut di Kabupaten Morowali

Nur Afraeni Lagalanti^{1*}, Alva Edy Tontowi² dan Anna Maria Sri Asih²

¹Prodi Magister Teknik Sistem, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada*,
²Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Teknika Utuara no.3, Berek, Yogyakarta 55281

*email: nurafraeni@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis daya dukung perairan rumput laut *Eucheuma cottonii* berdasarkan pendekatan kapasitas perairan sistem *longline* dan nilai eksternalitas positif penyerapan tenaga kerja melalui usaha budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* pada kawasan minapolitan dalam rangka pengembangan sistem penguatan industri rumput laut di Kabupaten Morowali. Metode penelitian adalah dengan pendekatan survei secara *purposive sampling*, pendekatan kapasitas unit budidaya sistem *longline* (ukuran 25 m x 100 m) dan *replacement cost*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan kesesuaian lahan budidaya rumput laut pada kawasan minapolitan adalah 8,35 % atau seluas 11.055,33 Ha. Kawasan ini terdiri atas aktifitas budidaya dan aktifitas pembibitan, dengan daya dukung perairan seluas 3.876 Ha. Jumlah aktifitas budidaya adalah sebanyak 15.032 unit dan kapasitas produksi mencapai 901.920 ton basah. Aktifitas pembibitan adalah sebanyak 472 unit dengan produksi bibit mencapai 99.120 ton bibit *Eucheuma cottonii* umur taman 30 hari. Nilai manfaat ekonomi dari proyeksi penyerapan tenaga kerja mencapai Rp 339,723 milyar/tahun.

Kata kunci: rumput laut, *Eucheuma cottonii*, sistem *longline*, penyerapan tenaga kerja, Morowali.

Pendahuluan

Sistem otonomi daerah mewajibkan setiap daerah harus mampu menciptakan dan menemukan potensi unggulan yang layak untuk diusahakan dan dapat menerapkan asas kemandirian daerah dengan mengoptimalkan penerimaan dari sektor Pendapatan Asli Daerah (PAD).

Berdasarkan Masterplan Pengembangan Rumput Laut di Sulawesi Tengah, kesesuaian lahan rumput laut pada kawasan minapolitan di Kabupaten Morowali pada perairan pesisir Teluk Tolo adalah seluas 132.600,50 Ha dengan daya dukung perairan seluas 46.496,33 Ha.

Pada tahun 2011 pemanfaatan lahan aktifitas budidaya rumput laut seluas 7.362 Ha atau meningkat sebesar 52,77 % dari tahun sebelumnya, dan pada tahun 2012 mengalami penurunan sebesar 6,89 % atau menjadi seluas 6.855 Ha. Tahun 2013, pemanfaatan lahan aktifitas budidaya rumput laut meningkat sebesar 15,65% atau seluas 7.928 Ha atau sebesar 5,98% dari total kesesuaian lahan pengembangan rumput laut Kabupaten Morowali. Data sementara sampai pada Triwulan III tahun 2014, terjadi penurunan pemanfaatan kesesuaian lahan sebesar 83,80% di bandingkan dengan tahun sebelumnya dengan luas 1.284 Ha dan produksi sebesar 1.570 ton basah.

Belum diterapkannya standarisasi persyaratan teknis tentang produksi rumput laut *Eucheuma cottonii* yaitu SNI 7579.2:2010, sebagai upaya meningkatkan jaminan kualitas dan keamanan pangan mengingat proses produksi mempunyai pengaruh terhadap kualitas rumput laut yang dihasilkan.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis daya dukung perairan rumput laut *Eucheuma cottonii* berdasarkan pendekatan kapasitas perairan sistem *longline* dan nilai eksternalitas positif penyerapan tenaga kerja melalui usaha budidaya

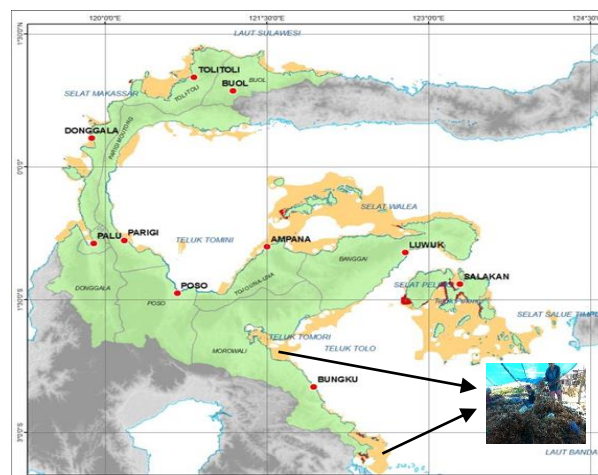
rumpun laut *Eucheuma cottonii* pada kawasan minapolitan dalam rangka pengembangan sistem penguatan industri rumput laut di Kabupaten Morowali.

Bahan dan Metode

Data. Data primer didapatkan melalui proses observasi dan pengamatan yang dilakukan di lapangan, melalui kuisioner, wawancara, dan uji karakteristik mutu rumput laut *Eucheuma cottonii* kering. Data sekunder adalah data perkembangan kondisi eksisting, meliputi luas pemanfaatan lahan kesesuaian pengembangan rumput laut, jumlah petani dan tenaga kerja yang terlibat dalam aktifitas budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* dan masterplan pengembangan rumput laut Kabupaten Morowali (Dinas Kelautan dan Perikanan Daerah Sulawesi Tengah Tahun 2012).

Metode penelitian adalah dengan pendekatan survei secara purposive sampling digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan pada kondisi sistem rill terhadap aspek teknik budidaya, aspek panen, penanganan pasca panen, karakteristik rumput laut kering dan keragaan kepemilikan aktifitas budidaya. Analisis daya dukung lingkungan perairan budidaya rumput laut menggunakan metode pendekatan kapasitas unit budidaya sistem longline (ukuran 25 m x 100 m). Metoda replacement cost digunakan untuk mengukur eksternalitas positif penyerapan tenaga kerja melalui kegiatan usaha budidaya rumput laut.

Lokasi Penelitian. Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober sampai Desember 2014. Penelitian ini dilakukan di kawasan minapolitan pada perairan pesisir Teluk Tolo, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah. (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Kawasan Minapolitan perairan pesisir Teluk Tolo, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah.

Pengambilan Sampel. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Sampel di pilih secara sengaja yaitu petani rumput laut yang berpengalaman dimana aktifitas budidaya yang dilakukan merupakan mata pencaharian pokok.

Analisis Data. *Identifikasi dan Analisa Sistem Rill Industri Rumput Laut Eucheuma cottonii*. Untuk mengidentifikasi sistem rill industri rumput laut di Kabupaten Morowali digunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan survei secara *purposive sampling* terhadap aspek teknik budidaya, aspek panen, penanganan pasca panen, karakteristik rumput laut kering dan keragaan kepemilikan aktifitas budidaya di kawasan minapolitan.

Analisa Daya Dukung Perairan Budidaya Rumput Laut Eucheuma cottonii. Parameter yang menjadi acuan dalam penentuan daya dukung lahan tersebut

menurut Rauf (2007), adalah luas perairan budidaya rumput laut yang sesuai, kapasitas perairan, luas unit budidaya dan daya dukung perairan untuk budidaya. Tahapan-tahapan dalam penentuan masing-masing parameter tersebut adalah sebagai berikut :

Luas perairan budidaya rumput laut yang sesuai . Luas perairan budidaya rumput laut yang sesuai dalam penelitian ini berdasarkan pada pemanfaatan daya dukung perairan yang tidak boleh melebihi daya dukung perairan pada masterplan pengembangan rumput laut di kawasan minapolitan.

Kapasitas perairan. Kapasitas perairan diartikan sebagai luasan lahan perairan yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya rumput laut secara terus menerus yang secara sosial tidak menimbulkan konflik serta secara ekologis tidak mengganggu ekosistem pesisir.

$$P = \frac{K \frac{P_2 l_1}{P_1 l_2}}{P_2 l_1} \quad (1) \quad 100\% \quad \dots\dots\dots$$

Dimana : KP = Kapasitas Perairan Budidaya, l_1 = lebar unit budidaya, l_2 = lebar yang sesuai untuk satu unit budidaya, p_1 = panjang unit budidaya, dan p_2 = panjang yang sesuai untuk satu unit budidaya.

Luasan unit budidaya. Luasan unit budidaya adalah besaran yang menunjukkan luasan dari satu unit budidaya rumput laut. Dalam penelitian ini luasan satu unit budidaya didasarkan pada metode longline dengan ukuran 100 m x 25 m = 2500 m² atau 0,25 ha.

Daya dukung perairan. Daya dukung perairan menunjukkan kemampuan maksimal lahan untuk mendukung aktivitas budidaya secara terus menerus tanpa menimbulkan penurunan kualitas, baik lingkungan biofisik maupun sosial. Berdasarkan pendekatan tersebut diatas maka daya dukung perairan untuk budidaya rumput laut dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$DDP_{RL} = LPS \times KP \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : DDPRL = Daya dukung perairan budidaya rumput laut (Ha), LPS = Luas perairan yang sesuai (Ha), KP = Kapasitas perairan (ha)

Perhitungan berapa jumlah maksimum unit budidaya yang dapat didukung oleh perairan berdasarkan daya dukung perairan yang diperoleh, digunakan persamaan, sebagai berikut :

$$JUB_{RL} = DDP/LUB \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dimana : JUB_{RL} = Jumlah unit budidaya rumput laut (Unit), DDP = Daya dukung, perairan (Ha), dan LUB = Luas unit budidaya (Unit/Ha).

Proyeksi Penyerapan Tenaga Kerja dan Manfaat Ekonomi Usaha Budidaya Rumput Laut Euchuema cottonii. Eksternalitas yang bersifat menguntungkan dengan adanya kegiatan pengembangan budidaya rumput laut adalah memberikan peluang kesempatan kerja. Metoda yang digunakan untuk mengukur nilai tersebut adalah replacement cost atau biaya pengganti. Dampak positif menimbulkan eksternalitas positif yang menguntungkan bagi masyarakat melalui penyerapan tenaga kerja melalui kegiatan budidaya rumput laut dapat dihitung menggunakan rumus :

$$NMKJ = \sum_{n=i}^{Tahun} \sum_{n=j}^n JPMij \times ICMij \quad (2.4)$$

Dimana : NMKJ = Nilai Manfaat Ekonomi Aktifitas Budidaya sebagai Penyedia, Lapangan Kerja (Rp/ha/tahun), JPM = Jumlah orang yang kerja (orang/ha/tahun); ICM = Upah Tenaga Kerja (Rupiah/orang).

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi dan Analisa Sistem Rill Industri Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. Hasil identifikasi sistem rill pada aspek budidaya ditemukan kondisi ketidaksesuaian pada industri rumput laut *Eucheuma cottonii* di Kabupaten Morowali, seperti yang disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1 Aspek Budidaya

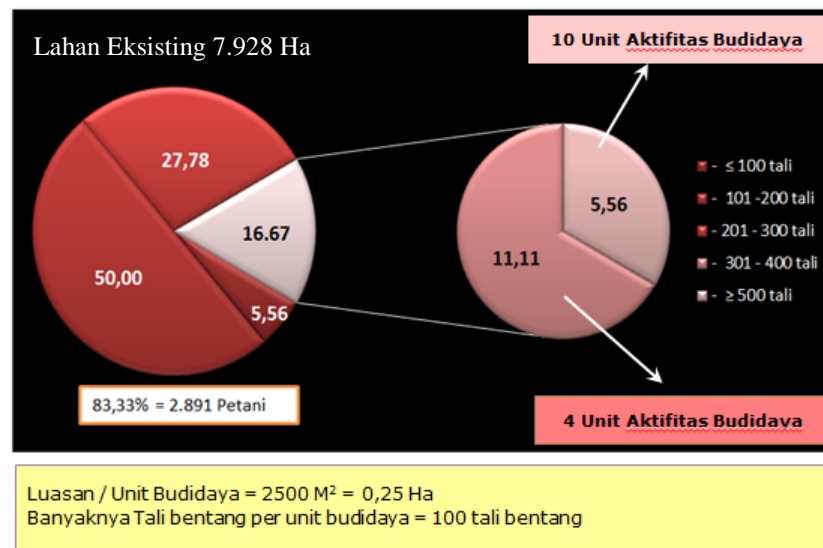
Ketidaksesuaian	1. Menggunakan bibit yang berumur 40 hari	38,38%
	2. Menggunakan bibit dengan bobot > 150 gram	66,67%
	3. Tidak dapat membedakan kualitas bibit baik dan kurang baik	5,56%
	4. Tidak pernah melakukan pembersihan lumut pada tali bentang	33,33%
Kesesuaian	SNI 7579.2 : 2010 <ul style="list-style-type: none"> • Umur Bibit antara 25 – 30 hari. • Bobot bibit antara 50 – 100 gram, berhubungan dengan aspek ketahanan bibit untuk dibudidayakan dalam siklus waktu tertentu, sebagai akibat patahnya bibit (kerontokan) (Anonymous², 2008). • Bibit kualitas baik dengan ciri-ciri : <ol style="list-style-type: none"> 1. Bercabang banyak, rimbun, dan runcing 2. Tidak terdapat bercak-bercak dan terkelupas 3. Warna spesifik (cerah) tidak transparan. Selama siklus tanam, di lakukan pengontrolan minimal 3 kali seminggu untuk	
Solusi	Pada aspek budidaya dapat diperbaiki melalui penyuluhan penerapan SNI 7579.2 : 2010 kepada kelompok usaha ikat bibit dan kelompok Tani dalam Kelembagaan Koperasi Primer.	

Hasil identifikasi sistem rill pada aspek panen, penanganan pasca panen dan karakteristik rumput laut kering ditemukan kondisi ketidaksesuaian pada industri rumput laut *Eucheuma cottonii* di Kabupaten Morowali, seperti yang disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2 Aspek Teknik Panen, Penanganan Pasca Panen dan Karakteristik Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Kering

Ketidaksesuaian	1. Hasil panen rata-rata per tali bentang kurang dari 100 kg	61,11%
	2. Proses pelepasan rumput laut dari tali ris dan bentangan di lakukan dengan cara pemurusan.	61,11%
	3. Proses pengeringan metode penjemuran lebih dari 3 hari (kadar air > 37%)	94,44%
	4. Kondisi tempat penyimpanan rumput laut di simpan di dalam rumah dalam ruangan dengan penerangan seadanya, dimana karung di letakkan langsung menempel di lantai semen	56,56%
	5. Timbangan yang di pergunakan tidak terdapat label tanda tera ulang.	
	6. Kadar keragenan rumput laut kering <i>Eucheuma cottonii</i> Kadar adalah 52,50% Sudah sesuai SNI, kadar keragenan (min) 25 %.	
Kesesuaian	1. Laju pertumbuhan optimal rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> adalah 10 kali dari berat bibit. (Responden yang menggunakan bibit dari balai benih dengan hasil panen \geq 400 Kg/tali bentang sebesar 33,33%). 2. Metode yang tepat adalah dengan cara melepas tali pengikat (tali raffia/ris) satu persatu. 3. Proses pengeringan cepat menggunakan mesin pengeringan. 4. Tempat penyimpanan yang baik adalah tertutup, memiliki sirkulasi udara yang baik (tidak lembab), mudah dirawat dan dibersihkan, serta tidak menimbulkan kotoran dan benda asing pada produk. Ketinggian susunan karung maksimal 5 susun, dengan jarak antar alas papan 20 cm. Pengeluaran produk dari gudang harus mengikuti metode FIFO (<i>First In First Out</i>) (Anonymous ¹ , 2008). 5. Verifikasi/kalibrasi alat timbang perlu dilakukan untuk mengeliminir terjadinya praktek-praktek kecurangan. 6. Kadar keragenan untuk setiap spesies <i>Eucheuma</i> bervariasi antara 54 % - 73 %, tergantung pada jenis dan lokasinya (Andriani, 2006). Berdasarkan hal tersebut maka kandungan keragenan sebesar 52,50 % masih terlalu rendah sehingga harus di carikan solusinya.	
Solusi	1. Dapat di perbaiki dengan penyuluhan kelompok Tani dalam Kelembagaan Koperasi Primer dan kepada kelompok usaha wanita yang terlibat dalam proses panen rumput laut. 2. Fasilitasi Pengadaan Kebun Bibit. 3. Sosialisasi tentang penggunaan timbangan yang telah diberikan label tanda tera. 3. Adanya jaminan kestabilan harga rumput laut kering yang berlaku di tingkat petani.	

Keragaan Kepemilikan Aktifitas Budidaya pada Kawasan Minapolitan Kabupaten Morowali seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi Eksisting Pemanfaatan Lahan Kesesuaian Budidaya Rumput Laut Tahun 2013 dan Keragaan Kepemilikan Aktifitas Budidaya

Daya Dukung Perairan Budidaya Rumput Laut *Euchuema cottonii*.

Hasil analisis daya dukung lingkungan berdasarkan masterplan pengembangan rumput laut pada kawasan minapolitan Kabupaten Morowali dengan luas 132.600,50 Ha adalah seluas 46.496,33 Ha. Kawasan ini terdiri atas kawasan aktifitas budidaya seluas 44.996 Ha sebanyak 179.986 unit dan aktifitas pembibitan seluas 1500 Ha sebanyak 6000 unit. Kapasitas produksi aktifitas budidaya mencapai 10.799.148,04 ton basah/tahun dan kapasitas aktifitas pembibitan mencapai 314.975,15 ton/tahun.

Hasil analisis daya dukung perairan berdasarkan optimasi keragaan kepemilikan aktifitas budidaya adalah 94,44 % atau sebanyak 3.276 petani memiliki aktifitas budidaya masing-masing sebanyak 4 unit dengan luasan 1 Ha dan 5,56 % atau sebanyak 193 petani memiliki aktifitas budidaya sebanyak 10 unit dengan luasan 2,5 Ha. Secara rinci seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Jenis Aktifitas, Produksi, Daya Dukung Perairan, dan Pemanfaatan Kesesuaian Lahan Berdasarkan Rencana Pengembangan Keragaan Kepemilikan Aktifitas Budidaya di Kawasan Minapolitan Kabupaten Morowali

No	Kecamatan	Jenis Aktifitas (Unit)		Produksi (Ton)		Daya Dukung Perairan		Kesesuaian Lahan	
		Budidaya	Pembibitan	Bibit	Budidaya	Budidaya	Pembibitan	Budidaya	Pembibitan
1	Menui Kepulauan	4.112	129	27.090	246.720	1.028,00	32,35	2.932,12	91,99
2	*Bungku Selatan	10.032	315	66.150	601.920	2.508,00	78,85	7.153,45	224,61
3	Bungku Barat	98	3	630	5.880	24,50	0,75	71,31	2,14
4	Bumi Raya	420	13	2.730	25.200	105,00	3,25	299,49	9,27
5	Witaponda	370	12	2.520	22.500	92,50	3,00	278,09	8,56
Jumlah		15.032	472	99.120	901.920	3.758,00	118,00	10.718,77	336,57

*Gabungan dengan Kec. Bungku Pesisir

Pemanfaatan daya dukung perairan rumput laut terdiri atas aktifitas budidaya dan aktifitas pembibitan adalah seluas 10.55,33 atau sebesar 8,35% dari daya dukung berdasarkan masterplan pengembangan rumput laut pada kawasan minapolitan kabupaten Morowali.

Proyeksi Peyerapan Tenaga Kerja dan Manfaat Ekonomi Usaha Budidaya Rumput Laut *Euchuema cottonii*. Pada tiap satu unit aktifitas budidaya per- siklus tanam membutuhkan tenaga kerja yang terdiri dari 1 orang pemelihara dan 26 orang tenaga kerja harian/musiman. Dalam 1 Ha lahan terdapat 4 unit budidaya maka tiap 1 Ha lahan dibutuhkan 108 orang tenaga kerja yang

terdiri dari 4 orang tenaga kerja pemelihara dan 104 orang buruh harian/musiman. Aktifitas budidaya rumput laut di wilayah kajian setiap tahunnya yaitu 6 siklus tanam, sehingga secara keseluruhan serapan tenaga kerja dari aktifitas budidaya rumput laut adalah sebanyak 24 orang/Ha/tahun tenaga kerja pemelihara dan 624 orang tenaga kerja harian/Ha/tahun. Secara rinci seperti yang di sajikan pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4 Nilai Manfaat Ekonomi Penyerapan Tenaga Kerja Aktifitas Budidaya Rumput Laut *E. cottonii* Per Tahun

No	Uraian Kegiatan	Nilai	Keterangan
1	a. Penyiapan wadah budidaya	Rp 500.000	per paket/siklus
	Upah penyiapan budidaya	Rp 3.000.000	per unit/tahun
	b. Sortir dan Pengikat bibit	Rp 7.000	Per tali bentang
	Upah sortir dan pengikat bibit	Rp 4.200.000	Per unit per tahun
	c. Panen dan Jemur	Rp 7.000	Per tali bentang
	Upah panen dan jemur	Rp 4.200.000	Per unit per tahun
	d. Pasang Bentangan	Rp 7.000	Per tali bentang
	Upah pasang bentangan	Rp 4.200.000	Per unit per tahun
	e. Sulam Tali	Rp 8.000	Per tali bentang
	Upah sulam tali	Rp 4.000.000	Per unit per tahun
	f. Pemeliharaan	Rp 340.000	Per unit/siklus
	Upah Pemeliharaan	Rp 3.000.000	Per unit per tahun
	Total pendapatan upah tenaga kerja/unit/tahun	Rp 22.600.000	per unit/ tahun
2	Total pendapatan upah tenaga kerja/ha/tahun	Rp 90.400.000	per hektar per tahun
	Pemanfaatan daya dukung perairan aktifitas budidaya	3.758	Ha
	Serapan tenaga kerja buruh harian aktifitas budidaya	586.248	Orang/Tahun
	Serapan tenaga kerja pemelihara aktifitas budidaya	90.192	Orang/Tahun
	Nilai manfaat ekonomi penyerapan TK	Rp 339,723	Milyar per Tahun

Kesimpulan

1. Keterbatasan aktifitas budidaya yang dimiliki oleh petani disebabkan karena keterbatasan modal pengadaan penambahan aktifitas budidaya dan keterbatasan bibit.
2. Perlu adanya penataan kawasan aktifitas budidaya dan aktifitas pembibitan untuk menjamin *supply* aktifitas budidaya dalam rangka keberlanjutan pengembangan rumput laut yang berkelanjutan.

Daftar Referensi

- Bengen D dan Retraubun A., 2006, Menguak Realitas dan Urgensi Pengelolaan Berbasis Eko-Sosio Sistem Pulau-Pulau Kecil P4L, Bogor.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 1998. Standar Nasional Indonesia Rumput Laut Kering, SNI No.2690.01: 1998, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2010, Produksi Rumput Laut Kotoni (*Euchema cottonii*) – Bagian 2 : Metode Long-line, SNI 7579.2:2010, Jakarta.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Sulteng, 2012, Masterplan Pengembangan Rumput Laut di Sulawesi Tengah, Laporan Akhir, Sulawesi Tengah.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan RI No. 35/KEPMEN-KP/2013 tentang Penetapan Kawasan Minapolitan, Kementerian Kelautan RI, Jakarta.
- Rauf, A., 2007, Pengembangan Terpadu Pemanfaatan Ruang Kepulauan Tanakeke Berbasis Daya dukung, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Morfometrik dan Meristik Ikan Rabbitfish (*Siganus* sp.) di Perairan Spermonde dan Teluk Bone

Sahabuddin¹, Abdullah B.¹, Andi Iqbal Burhanuddin²

¹Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan,
Universitas Muhammadiyah Parepare

² Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin

*E-mail: assahab06@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu ikan rabbitfish (*Siganus* sp) di Perairan Kabupaten Luwu diyakini memiliki perbedaan dengan daerah yang lain. Dimana masyarakat Kabupaten luwu meyakini bahwa spesies tersebut adalah ikan endemik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan antara karakter morfometrik dan meristik ikan rabbitfish (*Siganus* sp) di Perairan teluk Bone dan Spermonde untuk menentukan perbedaan karakter morfometrik dan meristik dari kedua lokasi penelitian. Sampel ikan dianalisis dan diidentifikasi sebanyak 60 spesies dengan menggunakan metode identifikasi Saanin (1995), Allen (2000) and Carpenter (2001). Data dianalisis dengan menggunakan analisis faktorial diskriminan dengan menggunakan software Microsoft excel dan SPSS statistics 16.0. untuk menentukan perbedaan karakter dari kedua kelompok populasi dengan sejumlah variabel kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan Terdapat empat karakter penciiri untuk Kabupaten Luwu yaitu Panjang Total (PT), Panjang Dasar Sirip Dada (PDSDD), Panjang Batang Ekor (PBE), dan Tinggi Batang Ekor (TBE), sedangkan untuk Perairan Kabupaten Takalar memiliki dua karakter penciiri yaitu Tinggi Badan (TB), dan Panjang Antara Mata dengan Sudut Operculum (PMTSDPRE). Hasil test of equality dari 29 karakter yang diuji menghasilkan 24 karakter yang tidak bersifat pembeda atau sekitar (83%) karakter (cenderung sama), dan sekitar (17%) karakteristik morfometrik yang cenderung berbeda.

Kata kunci : Morfometrik, Meristik, Malaja, *Siganus*

Pendahuluan

Biodiversity yang tinggi di wilayah perairan laut Indonesia merupakan anugerah dari Tuhan Yang Maha Kuasa yang perlu kita jaga dan lestarikan keberadaannya, salah satu keanekaragaman sumberdaya hayati tersebut adalah spesies ikan dari famili Siganidae (Ikan Baronang) yang merupakan salah satu ikan pelagis yang bernilai ekologi dan ekonomi cukup tinggi. Selain untuk memenuhi konsumsi dan kebutuhan protein masyarakat, ikan ini pun menjadi komoditi ekspor Indonesia (Ghufron, 2005).

Ikan baronang dari famili Siganidae memiliki keanekaragaman spesies yang tersebar di berbagai wilayah perairan di Indonesia, ikan baronang tersebar hampir di seluruh perairan dangkal atau karang. Ikan dari famili ini terdiri dari satu genus yaitu *Siganus*, yang keberadaannya di Indonesia terdapat 12 spesies (Iwatsuki et al., 2000; Dirjen Perikanan, 2001; Carpenter, 2001). Yunus (2005) mendapatkan 13 spesies di perairan spermonde, sedangkan (Burhanuddin et al., 1979; Burhanuddin et al., 2006) mendapatkan spesies dari famili Siganidae sebanyak 16 spesies.

Aktifitas penangkapan ikan beronang (*Siganus*) di perairan Spermonde dan Teluk Bone terus meningkat sehingga menyebabkan tekanan eksploitasi pada ikan *Siganus* yang dicirikan dengan jumlah hasil tangkapan semakin menurun. Indikator tekanan eksploitasi tersebut didukung data statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Propinsi Sulawesi Selatan tahun 2006 bahwa total produksi ikan beronang adalah 955,2 ton dan menurun menjadi 121,4 ton pada tahun 2007 (Lante, 2010).

Spesies ikan Baronang *Siganus canaliculatus* (Kabupaten Luwu = Malaja) yang berada di Teluk Bone merupakan ikan primadona masyarakat Kabupaten Luwu yang diyakini masyarakat sebagai ikan endemik dan sekarang ini sedang dibuatkan rencana pengelolaan untuk menghindari kepunahan spesies ikan Malaja (DKP Sul-Sel, 2012). Ikan Malaja yang merupakan ikan primadona masyarakat Kabupaten Luwu memiliki ciri khas dimana ikan ini lebih gurih, lebih enak, dan aromanya lebih harum jika dibakar, yang apabila dibandingkan dengan daerah lain ikan jenis ini terasa lebih hambar (Khaeruddin, 2012), selain itu menurut syakhrudin (2012) bahwa jenis ikan Malaja hanya terdapat di Karang-karangan perairan Bua yang memiliki ciri khas dagingnya empuk dan memiliki musim bertelur antara Juli dan Agustus selanjutnya istirahat dan bertelur kembali setelah tiga bulan.

Menurut Jalil, et al., (2001) Ikan hasil tangkapan jenis *S. canaliculatus* di Kabupaten Luwu mengalami penurunan ukuran dari waktu ke waktu, selain itu bahwa penangkapan ikan di daerah tersebut telah melewati nilai lestari, yang bila dilakukan penangkapan terus menerus akan mengalami kepunahan. Selanjutnya disampaikan bahwa upaya penangkapan yang terus menerus dilakukan menyebabkan penurunan produksi persatuan usaha dari 100 kg/trip menjadi 15-30 kg/trip dari hasil tangkapan di perairan Desa Karang-karangan, Kecamatan Bua, Kabupaten Luwu.

Penurunan produksi sumberdaya perairan perlu mendapat perhatian khusus dengan melakukan pengelolaan, salah satu upaya pengelolaan terhadap sumber daya perairan adalah dengan menganalisis keragaman genetik dalam suatu populasi untuk mengetahui karakteristik sumber daya yang akan dikelola. Beberapa metode dapat diterapkan untuk menganalisis keragaman genetik antara lain yaitu metode meristik dan morfometrik (Lante, 2010), Oleh karena itu dibutuhkan penelitian tentang studi morfometrik, meristik spesies untuk mengetahui karakter morfometrik, meristik antara spesies yang terdapat di perairan Teluk Bone dan Selat Makassar. Selanjutnya hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan informasi terutama dalam pengelolaan dan konservasi jenis *S. canaliculatus* di Kabupaten Luwu yang diyakini masyarakat sebagai ikan endemik.

Tujuan dari penelitian ini adalah Menganalisis dan menentukan perbedaan karakter morfometrik dan meristik *S. canaliculatus* yang berada di Spermonde (Kabupaten Takalar) dan Teluk Bone (Kabupaten Luwu).

Bahan dan Metode

Lokasi Penelitian. Penelitian ini dilakukan pada Bulan Juni sampai Oktober 2014, Pengambilan sampel dilakukan di 2 lokasi perairan yaitu perairan Spermonde (Kabupaten Takalar), dan Teluk Bone (Kabupaten Luwu) (Gambar 1). Identifikasi ikan berdasarkan ciri-ciri morfometrik dan meristik dilakukan di Laboratorium Biologi Laut Universitas Hasanuddin. Data yang telah dihasilkan kemudian dianalisis untuk mendapatkan karakter pembeda dan penciri dari setiap lokasi.

Bahan. Bahan yang digunakan yaitu sampel ikan Baronang (*S. canaliculatus*), formalin (37 %), metil biru, NaHSO₄, buku identifikasi, kertas label, tisu, kuas, mistar digital, mistar biasa (30 cm), mistar sorong, papan preparat, pinset, sarung tangan, wadah tempat sampel, lup (kaca pembesar), jarum pentul, kain keras (untuk label), benang/nylon, cutter, cool box, kamera.



Gambar 1. Perbandingan *Siganus* sp. Kanan: di Perairan Kabupaten Luwu (Teluk Bone); kiri: Perairan Kabupaten Takalar (Spermonde)

Teknik Pengumpulan data. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan hasil pengukuran sampel ikan berdasarkan ciri-ciri morfometrik dan meristik dengan mengacu pada metode identifikasi Saanin (1995), Allen (2000) serta Carpenter (2001).

Pengambilan sampel dilakukan disetiap lokasi, dimana jumlah ikan yang diambil untuk diidentifikasi masing-masing sebanyak 30 ekor dari berbagai ukuran. Sampel ikan yang telah diambil dibagi menjadi 6 (enam) kelompok, sehingga dalam 1 (satu) kelompok terdapat 5 (lima) ekor ikan sampel. Pembagian kelompok yang dilakukan didasarkan pada besar ikan sampel yang telah diambil. Setiap sampel ikan dari kelompok tersebut di tagging/ditandai dengan menggunakan label yang telah disiapkan sebelumnya. Pengawetan dilakukan dengan posisi badan sebelah kanan berada di bagian bawah, semua sirip-sirip sampel ikan diregangkan kemudian dioleskan formalin 37 % sampai kaku. Sampel disimpan dengan baik yang dilanjutkan dengan pengambilan data.

Analisis Data. Analisis data yang digunakan untuk morfometrik dan meristik adalah Analisis Faktorial Diskriminan yaitu analisis yang bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan nyata antar beberapa kelompok yang ditentukan oleh sejumlah variabel kuantitatif (variabel morfometrik dan meristik), Analisis faktorial diskriminan karakter morfometrik dan meristik dilakukan dengan bantuan Software excel dan SPSS 16.0 for Windows release, untuk mendeterminasi variabel-variabel yang paling mengkarakteristikan perbedaan-perbedaan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil. Tabel 1 memperlihatkan persentase (%) pengukuran morfometrik terhadap spesies ikan yang telah diukur di Teluk Bone dengan rata-rata ukuran mutlak panjang cagak = 12.07 (cm); panjang baku = 9.69 (cm); tinggi kepala = 2.63 (cm); tinggi badan = 4.18 (cm), maka diperoleh bahwa spesies ini memiliki rata-rata persentase (%) panjang cagak = 12.05 (cm); panjang baku = 9.61 (cm); tinggi kepala = 2.67 (cm); tinggi badan = 4.38 (cm) maka diperoleh bahwa spesies di daerah ini memiliki rata-rata persentase (%) panjang cagak; panjang baku 80.24, panjang batang ekor 5.17, panjang hidung 4,67, dan panjang rahang atas 7.46;

Persentase tinggi badan: tinggi batang ekor 17.40, tinggi bukaan mulut 20.23; serta persentase tinggi kepala: lebar bukaan mulut 43.93. Sedangkan spesies ikan di spermondedengan rata-rata ukuran mutlak panjang cagak = 12.05 (cm); panjang baku = 9.61 (cm); tinggi kepala = 2.67 (cm); tinggi badan = 4.38 (cm), maka didapatkan bahwa spesies di daerah ini memiliki rata-rata persentase (%) panjang cagak ; panjang baku 79.75, panjang batang ekor 5.61, panjang hidung 5.01, dan panjang rahang atas 7.28; persentase tinggi badan : tinggi batang ekor 16.92, tinggi bukaan mulut 15.65; serta persentase tinggi kepala: lebar bukaan mulut 39.77.

Tabel 1. Persentase Perbandingan Karakter Morfometrik Ikan Baronang *Siganus sp*

No	Karakter	Kab. Luwu (n=30)		Kab. Takalar (n=30)	
		Ukuran (mm)	Rata-rata	Ukuran (mm)	Rata-rata
Berdasarkan Persentase Panjang Cagak (%)					
1	PT	100.97 - 109.00	105.12	93.94 - 109.19	103.61
2	PB	78.52 - 83.32	80.24	72.73 - 83.04	79.78
3	PDSPG	56.28 - 60.28	57.68	52.38 - 74.91	58.16
4	PDSDD	5.34 - 6.38	5.81	5.02 - 6.06	5.54
5	PDSPR	7.95 - 11.87	9.66	7.36 - 10.80	9.54
6	PDSDB	35.58 - 38.51	36.62	34.37 - 38.43	36.52
7	PBDSPG	23.40 - 27.98	26.42	24.24 - 28.04	25.96
8	PBE	4.49 - 8.90	5.17	4.08 - 5.55	4.58
9	PBKBM	4.97 - 7.62	6.45	5.71 - 6.95	6.59
10	PJSDDTR	6.50 - 17.10	14.76	14.11 - 17.78	15.86
11	PJSPRTR	9.01 - 13.81	12.14	11.17 - 13.60	12.57
12	PJKTRSPG	9.61 - 13.59	11.39	9.52 - 12.44	11.25
13	PJLTRSPG	8.42 - 11.62	10.00	8.78 - 12.11	10.18
14	PJKTRSDB	10.13 - 12.76	11.22	9.52 - 12.01	11.20
15	PJLTRSDB	7.21 - 16.32	9.26	8.31 - 9.84	9.25
16	PK	15.46 - 24.46	22.97	19.22 - 24.74	23.31
17	PH	4.16 - 5.17	4.67	4.03 - 5.67	4.99
18	PMTSDPRE	7.06 - 8.59	7.88	7.57 - 8.92	8.42
19	PRA	6.33 - 8.64	7.46	5.59 - 7.61	6.83
20	PRB	4.17 - 6.40	5.36	4.38 - 5.99	5.27
21	PRMT	4.04 - 8.79	7.61	7.10 - 8.83	7.78
Berdasarkan Persentase Tinggi Badan (%)					
1	TBE	13.67 - 26.39	17.40	13.04 - 16.23	14.72
2	TP	20.49 - 27.73	22.98	21.14 - 25.62	22.69
3	TBM	16.17 - 38.79	20.23	14.93 - 19.06	17.33
Berdasarkan Persentase Tinggi Kepala (%)					
1	LM	28.01 - 38.11	32.58	29.12 - 33.48	31.14
2	LBM	30.04 - 56.65	43.93	36.14 - 53.48	43.63

Hasil perhitungan karakter meristik ikan baronang (*Siganus sp.*) berdasarkan jari-jari yang dihitung untuk Kabupaten Luwu : Jumlah jari-jari sirip punggung 1 = 12 – 14 dan jumlah jari-jari sirip punggung 2 = 10 - 11 (DXII-XIV. 10 - 11), jumlah jari-jari sirip dubur 1 = 7 – 8 dan jumlah jari-jari sirip dubur 2 = 8 – 10 (A VII-VIII, 8-10), jumlah jari-jari sirip dada = 13 – 16 (P 13 – 16, jumlah jari-jari sirip perut = 5 (V 5), sedangkan untuk Perairan Kabupaten Takalar memiliki : Jumlah jari-jari sirip punggung 1 = 13 dan jumlah jari-jari sirip punggung 2 = 9 - 11 (DXIII, 9 - 11), jumlah jari-jari sirip dubur 1 = 7 dan jumlah jari-jari sirip dubur 2 = 8 – 10 (A VII. 8-10), jumlah jari-jari sirip dada = 13 – 16 (P 13 – 16), jumlah jari-jari sirip perut = 5-6 (V 5-6).

Hasil test of equality (Tabel 2) dari 29 karakter yang diuji menghasilkan 24 karakter yang tidak bersifat pembeda atau sekitar (83%) karakter (cenderung sama), dan sekitar (17%) karakteristik morfometrik yang cenderung berbeda. Tabel 3 menunjukkan pembagian kelompok berdasarkan kemiripan karakter morfometrik ikan baronang (*Siganus sp.*), dimana perairan Kabupaten Luwu dicirikan dengan: Panjang Total (PT), dan Lebar Mata (LM), sedangkan perairan

Kabupaten Takalar dicirikan oleh karakter: Tinggi Badan (TB), Panjang Hidung (PH) dan Panjang Jari-jari Sirip Perut Terpanjang (PJSPRTR).

Tabel 2. Tests of Equality of Group Means

Karakter	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
PT	0.998	0.115	1	58	0.736
PB	0.997	0.163	1	58	0.688
PC	10.000	0.012	1	58	0.914
PDSPG	0.999	0.048	1	58	0.827
PDSDD	0.997	0.172	1	58	0.680
PDSPR	0.995	0.274	1	58	0.603
PDSDB	0.998	0.128	1	58	0.722
PBDSPG	0.998	0.110	1	58	0.741
PBE	0.859	9.513	1	58	0.003
PBKBM	0.976	1.457	1	58	0.232
TB	0.907	5.954	1	58	0.018
PJSDDTR	0.972	1.669	1	58	0.201
PJSPRTR	0.928	4.477	1	58	0.039
PJKTRSPG	0.981	1.143	1	58	0.290
PJLTRSPG	0.976	1.453	1	58	0.233
PJKTRSDB	1.000	0.028	1	58	0.868
PJLTRSDB	0.936	3.943	1	58	0.052
TBE	0.990	0.584	1	58	0.448
PK	0.997	0.192	1	58	0.663
PH	0.831	11.782	1	58	0.001
PMTSDPRE	0.921	4.954	1	58	0.030
PRA	0.980	1.164	1	58	0.285
PRB	0.965	2.132	1	58	0.150
PRMT	0.920	5.039	1	58	0.029
TK	0.992	0.477	1	58	0.492
TP	0.998	0.099	1	58	0.754
TBM	0.837	11.294	1	58	0.001
LM	0.837	11.263	1	58	0.001
LBM	0.896	6.738	1	58	0.012

Tabel 3. Variabel pembeda dan Penciri Karakter Morfometrik

O	Variabel Pembeda	Kab. Luwu	Kab. Takalar
1	Panjang Total (PT)	√	-
2	Tinggi Badan (TB)	-	√
3	Panjang Dasar Sirip Dada (PDSDD)	√	-
	Panjang Batang Ekor (PBE)	√	-
5	Tinggi Batang Ekor (TBE)	√	-
6	Panjang Antara Mata dengan Sudut Operculum (PMTSDPRE)	-	√

Keterangan : √ = Karakter Pembeda

Pembahasan. Penelitian ini menunjukkan ikan baronang (*Siganus sp.*) di Perairan Spermonde dan Teluk Bone secara morfologi tidak berbeda nyata dari daerah penangkapan (Perairan Kabupaten Luwu, dan Kabupaten Takalar)

memiliki bentuk yang sangat mirip dan perbedaan diantara keduanya sangat kecil. Ikan Baronang (*Siganus sp.*) memiliki ciri-ciri morfologi yaitu kepala yang tidak bersisik, tubuhnya membujur dan memipih lateral, tubuh dilindungi oleh sisik yang kecil dan halus dengan warna yang bervariasi, memiliki tipe sisik cycloid, mulut kecil, posisinya terminal. Badan bagian atas bertitik putih pucat, kelabu atau kuning emas agak kehijauan, sedangkan bagian perut bertitik-titik, kadang-kadang titik tersebut kabur, tidak ada perbedaan yang mencolok antara spesies yang berkelamin jantan dengan spesies yang berkelamin betina, sirip ekor pinggiran berlekuk (emarginate) atau bercagak (forked), rahang atas selalu lebih panjang dibandingkan dengan panjang rahang bawah.

Dari segi pola pewarnaan, pada umumnya ikan Baronang (*Siganus sp.*) memiliki warna yang bagian sirip-sirip berwarna putih pucat, hijau terang keabu-abuan pada bagian atas, terdapat bintik-bintik pada bagian tubuh dengan warna putih pucat. Namun ikan Baronang (*Siganus sp.*) yang berasal dari Kabupaten Luwu berbeda dengan lokasi yang berasal dari Selat Makassar, dimana ikan dari Kabupaten Luwu yang terletak di Desa Karang-karangan memiliki corak/belang warna putih pada tubuh yang terkadang hampir menutupi badan. Yunus, (2005) menemukan bahwa ada perbedaan dari pola warna terhadap habitat yang berbeda pada jenis ikan *S. canaliculatus* dimana ikan yang hidup yang berasosiasi dengan terumbu karang memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan dengan habitat lamun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran rata-rata ikan baronang (*Siganus sp.*) yang tertangkap di Spermondeperairan Kabupaten Takalar lebih besar dibandingkan dengan hasil tangkapan yang berada di Teluk Bone Kabupaten Luwu.

Penghitungan karakter meristik ikan baronang (*Siganus sp.*) berdasarkan jumlah sisik untuk Kabupaten Luwu : Jumlah sisik di atas gurat sisi = 20 – 35, Jumlah sisik di bawah gurat sisi = 93 – 152, Jumlah sisik sekitar batang ekor = 14 – 30, Jumlah gurat sisi = 34 – 56, dan jumlah sisik depan sirip punggung = 17 – 30. Untuk Perairan Kabupaten Takalar memiliki : Jumlah sisik di atas gurat sisi = 20 – 30, Jumlah sisik di bawah gurat sisi = 95 – 125, Jumlah sisik sekitar batang ekor = 18 – 25, Jumlah gurat sisi = 36 – 48, dan jumlah sisik depan sirip punggung = 11 – 25.

Dari data yang didapatkan dari kedua lokasi menunjukkan adanya kesamaan, dimana jumlah jari-jari sirip dada dan jari-jari sirip lemah sirip dubur didapatkan (P 13 – 16) dan (A2. 8-10). Sementara Jumlah jari-jari sirip punggung (D1 dan D2), jumlah jari-jari keras sirip dubur dan jumlah jari-jari sirip perut menunjukkan adanya perbedaan.

Menurut (Yunus, 2005) dari 10 ekor *Siganus sp.* yang dihitung pada daerah terumbu karang, padang lamun dan daerah tercemar ikan *Siganus sp.* memiliki jari-jari keras sirip punggung 13 dan jari-jari lemah 10; jari-jari keras sirip dubur 7 dan jari-jari lemah 9; jari-jari sirip dada 14; jari-jari keras sirip perut 2 dan jari-jari lemah 3; jumlah sisik di atas gurat sisi 28-34; jumlah sisik di bawah gurat sisi 96-105.

Hasil perhitungan sisik menunjukkan bahwa jumlah sisik ikan baronang (*Siganus sp.*) di Kabupaten Luwu memiliki jumlah yang lebih banyak dari setiap karaktermeristik yang dihitung dari kedua lokasi.

Untuk melihat pemisahan kelompok karakter morfometrik maka digunakan analisis faktorial diskriminan dengan program SPSS Statistics 16.0 untuk menguji apakah terdapat perbedaan nyata ikan baronang (*Siganus sp.*) di kedua lokasi penelitian.

Hasil test of equality analisis diskriminan (Tabel 2) dari 29 karakter yang diuji menghasilkan 24 karakter yang tidak bersifat pembeda atau sekitar (83%) karakter (cenderung sama) yaitu : Panjang Total (PT), Panjang Baku (PB), Panjang Cagak (PC), Panjang Dasar Sirip Punggung (PDSPG), Panjang Dasar Sirip Perut (PDSPR), Panjang Dasar Sirip Dada (PDSDD), Panjang Dasar Sirip Dubur (PDSDB), Panjang Bagian Depan Sirip Punggung (PBDSP), Panjang

Bagian Kepala Belakang Mata (PBKBM), Tinggi Badan (TB), Panjang Jari-jari Sirip Dada Terpanjang (PJSDDTR), Panjang Jari-jari Sirip Perut Terakhir (PJSRTR), Panjang Jari-jari Keras Terakhir Sirip Punggung (PJKTRSPG), Panjang Jari-jari Lemah Terpanjang Sirip Punggung (PJLTRSPG), Panjang Jari-jari Terpanjang Keras Sirip Dubur (PJKTRSDB), Tinggi Batang Ekor (TBE), Panjang Jari-jari Lemah Terpanjang Sirip Dubur (PJLTRSDB), Panjang Kepala (PK), Panjang Antara Mata Dengan Sudut Operculum (PMTSDPRE), Panjang Rahan Atas (PRA), Panjang Rahang Bawah (PRB), Panjang Ruang Antara Mata (PRMT), dan Tinggi Pipi (TP). Sekitar (17%) karakteristik morfometrik yang cenderung berbeda dari karakter yang diuji yaitu, Panjang Batang Ekor (PBE), Panjang Hidung (PH), Tinggi Bawah Mata (TBM), dan Lebar Mata (LM).

Kedua lokasi menunjukkan ada pengelompokan individu ikan baronang (*Siganus sp.*). Pengelompokan tersebut memberikan informasi adanya perbedaan beberapa karakter yang diukur yang kemungkinan merupakan karakter penciri dari tiap lokasi pengambilan sampel. Terdapat dua karakter yang mencirikan perairan Kabupaten Takalar dan empat Karakter yang mencirikan perairan Kabupaten Luwu. Empat karakter yang mencirikan perairan Kabupaten Luwu, dimana dua karakter terletak pada bagian badan dan dua karakter yang terletak pada bagian ekor. Adanya kedua penciri pada bagian tubuh ikan Baronang (*Siganus sp.*) di perairan Luwu dimana terdapatnya karakter mengindikasikan bahwa ikan yang ada di perairan tersebut lebih aktif bergerak, sehingga pertumbuhan badan akan lebih banyak ditujukan pada fungsi bagian yang digunakan untuk bergerak/berenang dalam melawan arus yang kuat didalam perairan pada saat mencari makanan. Hal ini didukung informasi (DKP Sul-Sel, 2012) bahwa area penangkapan ikan Baronang yang ada di Kabupaten Luwu memiliki kedalaman sekitar 3 sampai 10 meter dengan kondisi lingkungan yang memiliki arus yang kuat.

Perairan Kabupaten Takalar dicirikan dengan dua karakter penciri yaitu: satu karakter yang terletak pada bagian kepala Panjang Antara Mata dengan Sudut Operculum (PMTSDPRE), dan satu karakter yang terletak pada bagian badan (Tinggi Badan (TB). Terdapatnya penciri pada bagian badan dan bagian kepala (PH) mengindikasikan bahwa spesies ikan yang ada di perairan Kabupaten Takalar lebih pasif dalam bergerak didalam perairan, hal ini dapat disebabkan dengan kondisi habitat ikan yang hidup di daerah tersebut.

Lokasi pengambilan sampel di perairan Kabupaten Takalar merupakan sebuah perairan laut yang menjorok kearah daratan (teluk kecil), dengan kondisi perairan yang demikian daerah ini memiliki kondisi perairan yang tenang, arus lemah, dan merupakan sebuah habitat padang lamun. Padang lamun merupakan suatu penciri dari suatu perairan yang memiliki kondisi lingkungan yang subur, dengan suburnya perairan tersebut menyebabkan ikan dengan mudah untuk mendapatkan makanannya, adanya penciri karakter pada bagian kepala (PH) di perairan Kabupaten Takalar merupakan suatu informasi bahwa hidung pada spesies ikan di daerah ini lebih banyak digunakan untuk mendeteksi makanan.

Kesimpulan

Ikan Baronang (*Siganus sp.*) di Perairan Spermondedan Teluk Bone secara morfologi tidak berbeda nyata dari kedua lokasi, memiliki bentuk yang sangat mirip dan perbedaan diantara keduanya sangat kecil. Terdapat empat karakter penciri untuk Kabupaten Luwu yaitu Panjang Total (PT), Panjang Dasar Sirip Dada (PDSDD), Panjang Batang Ekor (PBE), dan Tinggi Batang Ekor (TBE), sedangkan untuk Perairan Kabupaten Takalar memiliki dua karakter penciri yaitu Tinggi Badan (TB), dan Panjang Antara Mata dengan Sudut Operculum (PMTSDPRE). Hasil test of equality dari 29 karakter yang diuji menghasilkan 24 karakter yang tidak bersifat pembeda atau sekitar (83%) karakter (cenderung sama), dan sekitar (17%) karakteristik morfometrik yang cenderung berbeda.

Adapun saran dari penelitian yang dilakukan yaitu diperlukan penelitian lanjutan untuk melihat pengaruh kualitas lingkungan terhadap karakter morfometrik, meristic dan variasi genetik terhadap pertumbuhan spesies ikan baronang (*S. canaliculatus*) pada daerah penelitian sebelumnya.

Daftar Referensi

- Allen, G.R. 2000. Marine Fish of South-East Asia. Periplus. Singapura.
- Burhanuddin, I.A., Hutomo M., S. Martosewojo S. & Djamali A. (1979). Ikan-Ikan Laut Berbisa dan Beracun Di Indonesia. LON - LIPI. Jakarta.
- Burhanuddin, I.A., Iwatsuki Y. 2006. The Siganid-Fishes (Siganidae) Of the Spermonde. Makassar, South Sulawesi, Indonesia
- Carpenter, K.E. 2001. The Living Marine Resources of The Western Central Pacific. FAO. Roma. Volume 6. hal. 3627-3650.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. 2012. Fasilitasi Inisiasi Penetapan Status Perlindungan Jenis Ikan Malaja (*Siganus* sp.) Kabupaten Luwu. Seksi Kelautan Dan Konservasi Bidang Kelautan, Pesisir Dan Perikanan Tangkap. Makassar
- Ghufran, M., & Kordi H. 2005. Budidaya Ikan Baronang. Rineka Cipta. Jakarta.
- Iwatsuki, Y., Burhanuddin I., Djawad I., Motomura H. & Hidaka K. 2000. A Preliminary List of the Epipelagic and Inshore Fishes of Makassar, South Sulawesi, Indonesia, Collected Mainly from Fish Markets between 23-27 Januari 2000, with Notes on Fishery Catch Characteristics. Buletin of the Faculty of Agriculture, Miyazaki University. Japan.
- Jalil., Mallawa A., & Ali A.S. 2001. Biologi Populasi Ikan Baronang Lingkis (*Siganus* sp) di Perairan Kecamatan Bua Kabupaten Kab. Luwu. Sulawesi Selatan
- Khaeruddin. 2012. Malaja' Ikan Pavorit datu luwu. Palopo Pos. <http://www.palopopos.co.id>
- Lante, S. 2010. Analisis Keragaman Genetik Populasi Ikan Baronang (*Siganus guttatus*) di Spermonde dan Teluk Bone. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar. Tesis. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Saanin, H. 1995. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan I dan II. Bina Cipta. Bandung.
- Syahrudin. 2012. Malaja Ikan Khas Karang karangan. Palopo Pos. <http://www.palopopos.co.id/?vi=detail&nid=50631>
- Yunus, M. 2005. Perbedaan Karakter Morfometrik dan Meristik Famili Siganidae pada Habitat yang Berbeda di Perairan Spermonde. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Pertumbuhan, Mortalitas, dan Kebiasaan Makan Ikan Betutu (*Oxyeleotris Marmorata*) di Waduk Kedung Ombo

Siti Nurul Aida*, Emy Dharyati Dan Agus Djoko Utomo

Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum

*E-mail : idabrppu@yahoo.com

ABSTRAK

Ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) adalah salah satu jenis ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis penting. Di waduk Kedung Ombo termasuk ikan yang banyak tertangkap, tahun 2010 mempunyai kontribusi sebesar 19 % dari total hasil tangkapan. Penelitian pertumbuhan, mortalitas, dan kebiasaan makan ikan betutu di waduk Kedung Ombo bertujuan untuk mendapatkan informasi sumberdaya ikan betutu. Parameter pertumbuhan L_{∞} dan K dari persamaan Von Bertalanfy dan mortalitas (M, F dan Z). Perhitungan persamaan menggunakan program FISAT II. Kebiasaan makan menggunakan indeks bagian terbesar. Hasil pengamatan terhadap 462 ikan contoh yang didapatkan, yaitu: Ukuran panjang berkisar antara 10–34,6 cm. ukuran ikan yang dominan tertangkap 19-25 cm. Panjang infinitive (L_{∞})= 37 cm, K=0.85. Mortalitas alami (M)=1,5126, karena aktivitas penangkapan (F) = 2,1804, mortalitas total (Z)=3,693 dan laju eksploitasi (E)=0,59. Laju eksploitasi ikan betutu sudah melebihi laju optimum (*over fishing*). Dalam rantai makanan tergolong karnivor. Indeks bagian terbesar pakan alaminya terdiri dari fragmen hewani : Ikan (57 %), serangga (5,5-7%), udang (5,5-8,8 %), detritus (12-14%) dan tercerna (12-18,5 %).

Kata kunci: Pertumbuhan, mortalitas, karnivor, ikan betutu, waduk Kedung Ombo

Pendahuluan

Produktivitas perikanan tangkap waduk Kedung Ombo 20 ton per tahun. Ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang mempunyai potensi yang cukup besar. Merupakan salah satu dari 10 jenis ikan dominan hasil tangkapan nelayan di waduk Kedung Ombo dan kontribusinya mencapai 19 % dari total hasil tangkapan (Anonymous, 2010). Ikan betutu disukai terutama sebagai ikan konsumsi dan sebagai ikan ekspor. Berasal dari China masuk ke perairan Indonesia tahun 1927 di perairan Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Maluku. Namanya di pelbagai daerah antara lain belosoh, ikan bodoh, ikan malas (*sleeper fish* atau *marble goby*). Karakteristik tubuhnya kecil sampai sedang dengan kepala yang besar. Panjang standar maksimum dapat mencapai 65 cm, namun kebanyakan hanya antara 20–40 cm atau kurang (www.fishbase, 2012). Berwarna merah bata pudar, kecoklatan atau kehitaman, dengan pola-pola gelap simetris di tubuhnya. Sirip dorsal (punggung) yang sebelah muka dengan enam jari-jari yang keras (duri); dan yang sebelah belakang dengan satu duri dan sembilan jari-jari yang lunak. Sirip anal dengan satu duri dan 7–8 jari-jari lunak. Sisik-sisik di tengah punggung, dari belakang kepala hingga pangkal sirip dorsal (predorsal scales) 60–65 buah. Sisik-sisik di sisi tubuh, di sepanjang gurat sisi (*lateral row scales*) 80–90 buah (Kottelat *et al.*, 1993). Aktiv di malam hari (noktural), habitatnya meliputi air tawar dan payau, sungai-sungai yang tidak jauh dari muara atau pantai, berarus tenang dan berlumpur, rawa, dan waduk dengan dasar berlumpur, ia senang terbenam dicelah, mempunyai labirin sehingga mampu hidup diperairan yang keruh dan kurang oksigen (<http://webcache.googleusercontent.com>): Desember 2011. Termasuk dalam Famili: Eleotridae, Genus: *Oxyeleotris*, Spesies : *marmorata* (Gambar1). Harganya dapat mencapai Rp 60.000 per kg. Pertumbuhannya dipengaruhi oleh factor pertumbuhan yaitu antara lain: tingkah laku, proses fisiologi, ketersediaan makanan terhadap pertumbuhan organisme (Bolger & Connolly, 1989).

Pada umumnya, ikan mengalami pertumbuhan secara terus menerus sepanjang hidupnya. Sebagai indikator bagi kesehatan individu dan populasi yang baik bagi ikan. Merupakan proses biologis yang kompleks dimana banyak faktor mempengaruhinya. Pertumbuhan yang cepat menunjukkan ketersediaan makanan dan kondisi lingkungan lainnya yang mendukung (Rahardjo et al., 2010 ; Bolger & Connolly, 1989). Laju pertumbuhan ikan sangat bervariasi sangat tergantung pada berbagai faktor. Faktor dari dalam umumnya sukar dikontrol (misalnya umur) dan faktor dari luar seperti kompetisi, jumlah dan kualitas makanan, dan tingkat kematian ikan Makanan mempengaruhi pertumbuhan ikan (Brett & Groves, 1979 dalam Moyle & Cech, 1996). Ketersediaan sumberdaya makanan juga berinteraksi dengan faktor-faktor lingkungan lainnya seperti suhu, dalam mempengaruhi pertumbuhan ikan secara musiman. Sebagai contoh, pertumbuhan (penambahan panjang) populasi ikan *Lepomis macrochirus* pada musim yang berbeda, pertumbuhan ikan yang cepat selama persediaan makanan melimpah. Bila keadaan faktor-faktor lain normal, ikan dengan makanan berlebih akan tumbuh lebih pesat. Jumlah individu yang terlalu banyak dalam perairan yang tidak sebanding dengan keadaan makanan akan berkompetisi mendapatkan makanan. Keberhasilan mendapatkan makanan akan menentukan pertumbuhan. Oleh karena itu akan didapatkan ukuran yang bervariasi dalam satu keturunan. Umur dan kematian merupakan prediksi yang sangat baik untuk laju pertumbuhan relatif ikan, meskipun laju pertumbuhan absolut sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan (Effendi, 2002; Sparre & Venema, 1999). Umumnya, ikan mengalami pertumbuhan panjang yang sangat cepat pada beberapa awal hidupnya hingga maturasi. Selanjutnya, penambahan energi digunakan untuk pertumbuhan jaringan somatik dan gonadal, sehingga laju pertumbuhan ikan dewasa lebih lambat dibandingkan ikan-ikan muda. Mortalitas dapat didefinisikan sebagai jumlah individu yang hilang selama satu interval waktu (Ricker 1975). Mortalitas alami yang tinggi didapatkan pada organisme yang memiliki nilai koefisien laju pertumbuhan yang besar dan sebaliknya. Mortalitas alami yang rendah akan didapatkan pada organisme yang memiliki nilai laju koefisien pertumbuhan yang kecil (Sparre et al. 1999). Sedangkan pengharapan kematian tahunan penyebab alamiah adalah peluang dimana seekor ikan mati oleh proses alamiah selama periode waktu yang diamati (Aziz, 1989). Kematian alami merupakan parameter yang tidak dapat dikontrol dan diamati secara langsung. Mortalitas total stok ikan di alam adalah mortalitas penangkapan dan mortalitas alami (Beverton dan Holt, 1957 dalam Sparre et al. 1999). Perbedaan parameter pertumbuhan disebabkan perbedaan lama waktu, musim, ukuran ikan, alat tangkap yang digunakan dan daerah penangkapan pada saat sampling, perbedaan nilai parameter yang dipengaruhi oleh komposisi ikan contoh dengan cara atau metode yang digunakan. Menurut Aziz et al., (1992) dan Widodo (1988), jika ikan-ikan muda lebih banyak tertangkap maka koefisien pertumbuhan akan tinggi dan sebaliknya jika ikan-ikan berumur tua yang banyak tertangkap, maka koefisien pertumbuhan akan rendah. Sparre & Venema (1999) menyatakan perbedaan nilai K dapat juga disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan. Kemampuan organisme perairan menempati suatu habitat, dipengaruhi adanya rangsangan untuk tinggal pada lingkungan tersebut guna kelangsungan hidupnya (Boehlert & Mundy, 1988). Menurunnya stok berbagai jenis ikan disebabkan oleh eksploitasi berlebihan (Nybakken, 1992). Azis (1989) menyatakan bahwa pada stok yang tereksploitasi, maka laju mortalitas total (Z) secara langsung adalah laju mortalitas alaminya (M). Penurunan kelimpahan ikan (populasi) disebabkan karena mortalitas, migrasi, serta adanya periode kehadiran kelompok umur yang berbeda dalam waktu yang berbeda, perubahan kondisi lingkungan, makanan, predator, penyakit serta penangkapan yang berlebihan sehingga kelimpahan ikan berfluktuasi. (Khokiattiwong et al., 2000; Nessa et al., 2004).



Gambar 1. Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*)

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan dengan metoda survey di waduk Kedung Ombo, dari bulan Februari sampai Nopember 2010 dan Januari 2011. Dilakukan pengumpulan *length frequency data* terhadap ikan contoh ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*). Ikan contoh dikumpulkan dari hasil tangkapan nelayan, menggunakan alat tangkap jaring (*gill-net*) dengan berbagai *mesh-size* yaitu 1 ; 2; 3; dan 4 inchi didapatkan 462 ekor. Sebanyak 104 ekor ikan contoh di sampling untuk analisa isi usus lebih lanjut di laboratorium.

Pertumbuhan Dan Mortalitas. Parameter pertumbuhan individu ikan yaitu panjang infinitif (L_{∞}) dan koefisien percepatan pertumbuhan (K). Analisis pendugaan berdasarkan pada data frekuensi ukuran panjang yang diambil secara acak setiap bulan dari enumerator. Dengan bantuan program ELEFAN (*electro length frequency analysis*) dalam paket program FISAT II (Gayanilo *et al.*, 1996).

Laju pertumbuhan diduga dengan model Von Bertalanffy: $L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$ dalam Pauly (1984). Dimana L_t = Panjang ikan pada saat t (cm), L_{∞} = Panjang infinity (cm), K = Koefisien percepatan pertumbuhan/tahun, t_0 = Umur pada saat panjangnya = 0 cm. Besarnya koefisien pertumbuhan yaitu K = -b, sedangkan $L_{\infty} = -a/b$. Besarnya t_0 diduga dengan persamaan empiris Pauly (1984) sebagai berikut:

$$\text{Log} (-t_0) = - 0,3922 - 0,2752 \text{ Log } L_{\infty} - 1,038 \text{ Log } K. \quad (1)$$

Koefisien mortalitas total (Z) diperoleh dari kurva hasil tangkapan berdasarkan panjang (Pauly, 1984) yang perhitungannya dengan bantuan program FISAT II (Gayanilo *et al.*, 1996). Laju eksploitasi (E) dihitung dari persamaan $E = F/Z$ (Pauly, 1984). Koefisien mortalitas penangkapan (F) = Z - M diduga dengan metoda Jones & Van Zalinge *in* Sparre and Venema (1993) dengan persamaan regresi sebagai berikut:

$$\text{LOG } C \{ (L, L_{\infty}) \} = A + Z/K * \text{LOG} (L_{\infty} - L). \quad (2)$$

Mortalitas alami (M) berdasarkan persamaan empiris Pauly, (1984), yaitu:

$$\text{log} (M) = -0,0066 - 0,2790 \text{ log}(L_{\infty}) + 0,6543 \text{ log} (K) + 0,4634 \text{ log}(T). \quad (3)$$

Indeks Bagian Terbesar (*Index of Preponderance*). Indeks bagian terbesar (*indeks of preponderance*) merupakan gabungan dari metode frekuensi kejadian dengan metode volumetrik. Indeks ini sering digunakan dalam studi kebiasaan makanan ikan dan menilai bermacam-macam makanan yang menjadi kesukaan ikan (Effendie, 1979). Analisis nilai indeks bagian terbesar dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan menurut Natarajan dan Jhingran (1961) *in* Effendie (1979) :

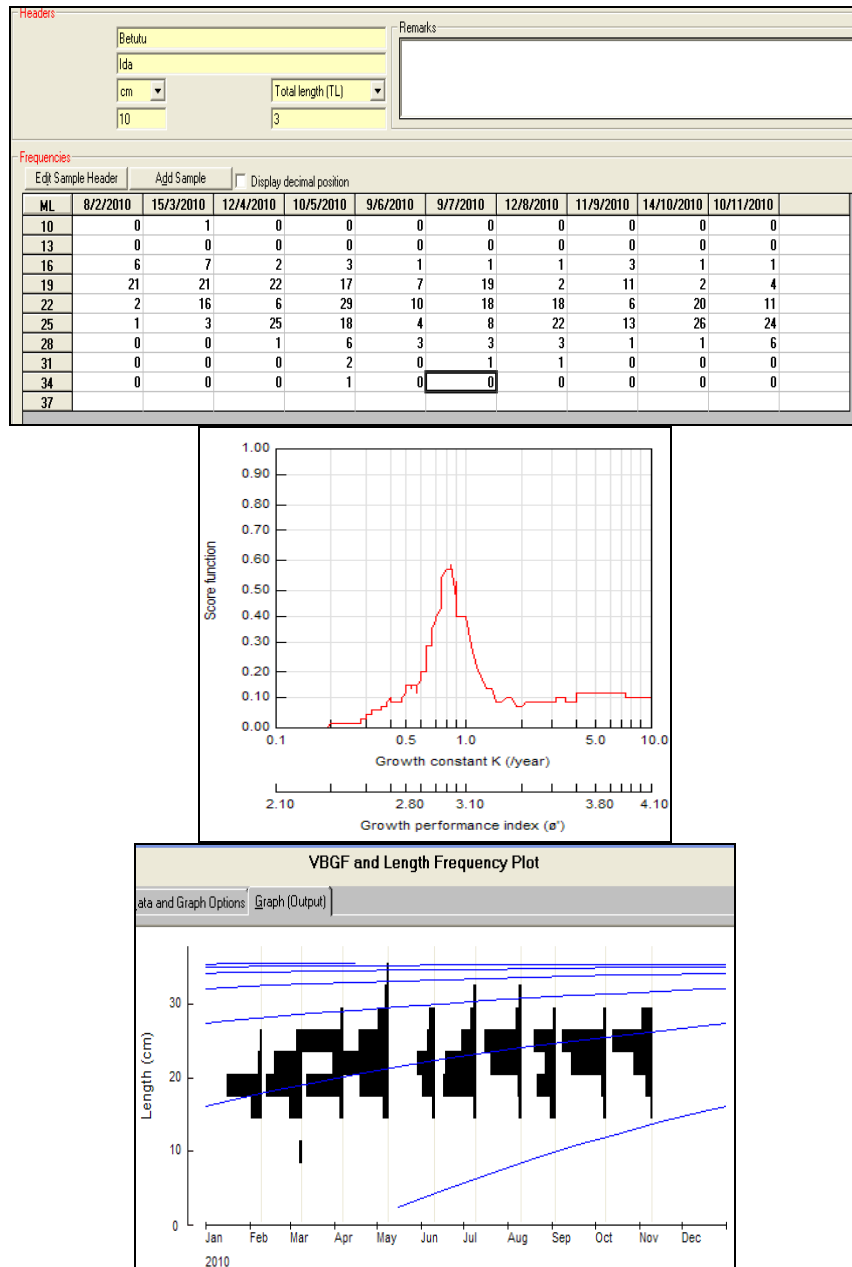
$$IP(\%) = \frac{V_i \times O_i}{\sum_{i=1}^n (V_i \times O_i)} \times 100 \quad (4)$$

Dimana : IP = Indeks bagian terbesar (*Index of Preponderance*), V_i = Persentase volume makanan ikan jenis ke-I ; O_i = Persentase frekuensi kejadian makanan jenis ke-I dan n = Jumlah organisme makanan ikan ($i = 1,2,3,\dots,n$). Untuk menganalisis kebiasaan makanan pada ikan, maka urutan makanan dibedakan dalam tiga kategori berdasarkan persentase *Index of Preponderance* (IP), yaitu : $IP > 40\%$: Makanan utama; $4\% \leq IP \leq 40\%$: Makanan pelengkap; $IP < 4\%$: Makanan tambahan.

Hasil Dan Pembahasan

Pertumbuhan dan Mortalitas. Produktivitas perikanan tangkap waduk Kedung Ombo 20 ton/tahun (Anonymous, 2010). Ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) ikan ekonomis penting, harganya mencapai Rp 60.000 per kg. Disukai untuk dikonsumsi karena dagingnya enak, putih dan lembut. Sumberdaya ikan di waduk Kedung Ombo terdiri dari 19 jenis. antara lain ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) atau *marble goby*, ikan ini termasuk dominan dari hasil tangkapan setelah ikan nila (*Oreochromis nilotica*), tawes (*Barbodes gonionotus*), mujair (*Oreochromis mosambicus*), dan sepat (*Trichogaster trichopterus*). Analisa pertumbuhan ikan betutu mempunyai arti penting dalam sumberdaya perikanan. Selama penelitian didapatkan data *length frequency* dari sampel sejumlah (n) 462 ekor untuk dianalisis. Ukuran panjang (cm) ikan contoh yang didapatkan berkisar antara 10,0 – 34,55 cm. Ukuran ikan Betutu yang dominan tertangkap, yaitu 19-25 cm sebanyak 406 ekor. Selama penelitian didapatkan ukuran terpanjang pada bulan Mei, yaitu: 32,8 (1 ekor) dan 34,55 cm sebanyak 1 ekor, pada bulan Juli : 32,8cm (1 ekor), 31,8 cm (1 ekor), dan pada bulan Agustus sebanyak 1 ekor yaitu : 31 cm. Hasil tangkapan tertinggi pada bulan Mei 76 ekor (16,5%).

Laju pertumbuhan yang diduga dengan model Von Bertalanffy: $L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$, didapatkan panjang infinitive (L_∞) = 37 cm, koefisien pertumbuhan (K) = 0,85, pada temperatur perairan rata-rata 28,0 °C. $t_0 = -0,177621$. Sehingga didapatkan laju pertumbuhan $L_t = 37 (1 - e^{-0,85 (t+0,177621)})$. Grafik 2 dan 3, memperlihatkan sebaran ukuran panjang dan pertumbuhan ikan Betutu. Dengan persamaan Von Bertalanffy didapatkan panjang maksimal ikan Betutu (L_∞) = 37 cm pada umur 7 tahun dengan kecepatan pertumbuhan (K) = 0,85. Penambahan umur tidak terjadi lagi pertumbuhan panjang ikan betutu di Kedung Ombo. Ikan betutu dalam rantai makanan sebagai karnivor. Indeks bagian terbesar pakan alaminya terdiri dari: fragmen hewani : ikan (57 %), serangga (5,5-7%), udang (5,5-8,8 %), detritus (12-14%) dan sebagian sudah tercerna (12-18,5 %). Pertumbuhan termasuk cepat, tetapi mortalitas karena penangkapan juga tinggi. Aktivitas penangkapan ikan betutu sudah harus mendapat perhatian untuk keberlanjutan produktivitas ikan betutu di waduk Kedung Ombo. Walaupun faktor yang paling besar pengaruhnya terhadap produktivitas perikanan di perairan umum adalah factor lingkungan, namun faktor yang paling besar pengaruhnya terhadap produktivitas perikanan di perairan umum daratan adalah faktor lingkungan.

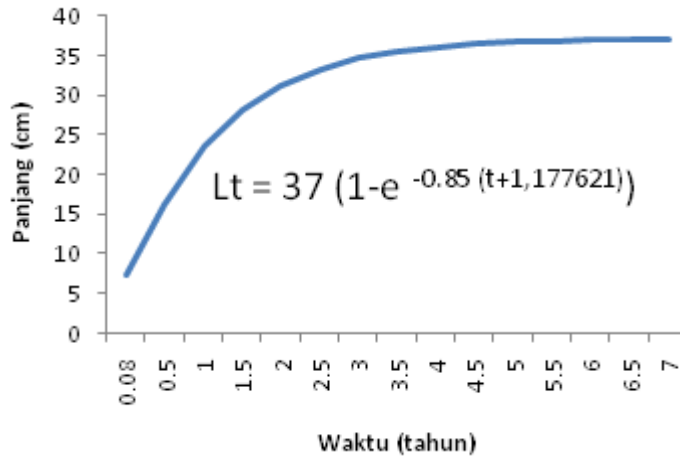


Grafik 2. Sebaran frekuensi ukuran panjang dan pertumbuhan Ikan Betutu di waduk Kedung Ombo.

Nilai tengah ukuran terkecil 10 cm terdapat 1 ekor pada bulan Maret, ukuran 16-25 cm tersebar setiap bulan pengamatan (Februari hingga Nopember). Hasil tangkapan mencapai puncaknya pada bulan Mei dan ukuran 16 hingga 34,55 cm.

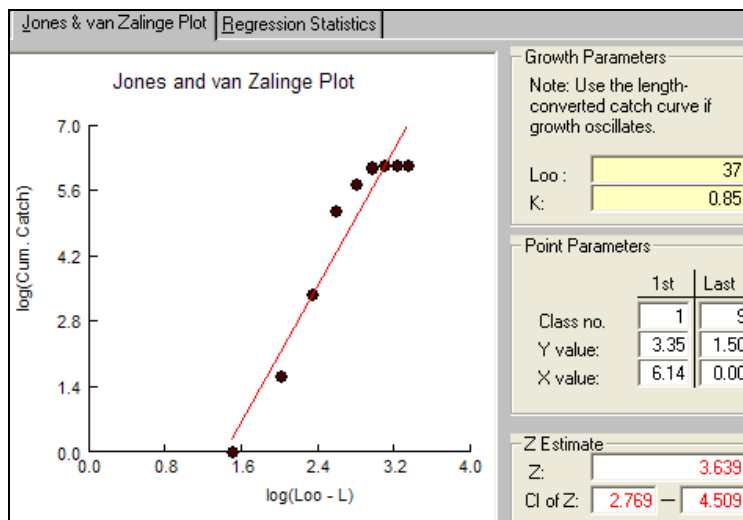
Tabel 2. Umur (tahun) dan Panjang Total (cm) Ikan Betutu di Waduk Kedung Ombo

Umur (tahun)	Panjang (cm)	Umur (tahun)	Panjang (cm)
0.08	7.3	3.5	35.4
0.5	16.2	4	35.9
1	23.4	4.5	36.3
1.5	28.1	5	36.5
2	31.2	5.5	36.7
2.5	33.2	6	36.8
3	34.5	6.5	36.9



Grafik 3. Laju Pertumbuhan Ikan Betutu di Waduk Kedung Ombo

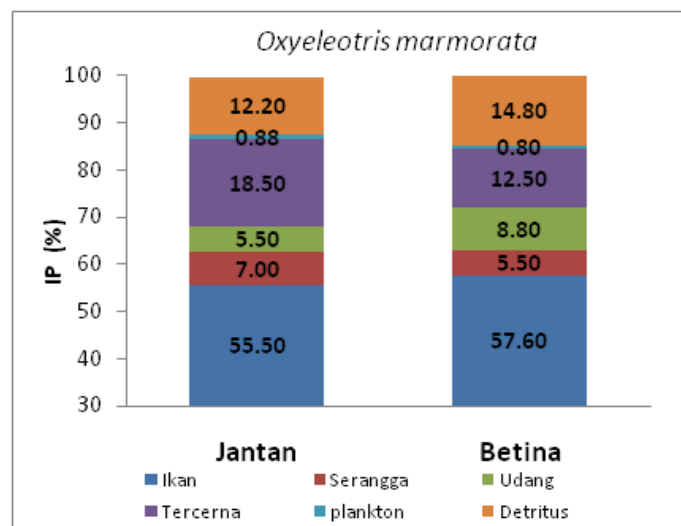
Bila dihubungkan dengan pola pertumbuhan diatas (Grafik 3 dan Tabel 2), maka populasi terbesar ikan Betutu yang tertangkap menyebar dalam tiap kelas ukuran diduga berumur kurang dari 0,5-1,5 tahun. Ukuran terpanjang ikan Betutu yang tertangkap sebesar 34,55 cm diduga berumur 3 tahun hanya ditemukan 1 ekor dari total yang tertangkap. Jika ukuran populasi tersebut dapat dianggap sebagai suatu yang bersifat umum, maka populasi ikan Betutu di perairan tersebut masih berada dalam kondisi wajar.



Grafik 4. Total mortalitas berdasarkan Jones & Van Zalinge ikan betutu di waduk Kedung Ombo

Mortalitas. Mortalitas alami (M) sebesar 1,5126, kematian karena aktivitas penangkapan (F) = 2,1804, mortalitas total (Z)=3,693. Dari nilai kematian didapatkan laju eksploitasi (E)=0, 59 sudah melebihi laju eksploitasi optimum yaitu sebesar 0,5, sehingga laju eksploitasi ikan betutu di waduk Kedung Ombo sudah tergolong lebih tangkap atau *over fishing*. Kondisi tangkap lebih ini sudah harus mendapat perhatian khusus agar tidak terganggu kelestarian dan produksinya tetap stabil. Untuk itu perlu pengaturan penangkapan, pengaturan alat tangkap dan perlu *restocking* ikan betutu. Ikan betutu dapat berkembang biak secara alami di alam. Sehingga pertumbuhan populasi dapat terjadi secara alami. Larva ikan betutu dapat tumbuh baik di daerah pemijahan yang banyak pakan alaminya. Rotifera (*Brachionus* sp). merupakan pakan alami yang cocok untuk juvenile betutu (www.fishbase, 2012).

Pola Kebiasaan Makan. Pengamatan makanan ikan Betutu dilakukan pada isi usus atau saluran pencernaan pada ikan jantan dan betina yang mempunyai ukuran konsumsi. Ikan digolongkan *stenophagic* karena jenis pakan alami yang didapatkan selama penelitian hanya beberapa macam, yaitu fragmen-fragmen organisma hewani dan crustacea berupa ikan, yang diduga ikan kecil-kecil dan menjadi detritus di dasar perairan. Sebagian besar fragmen ikan ini sudah tercerna, namun ada sedikit bagian yang tidak tercerna dan terdeteksi sebagai bagian dari tubuh ikan yang berada diperairan. Gambar 5 menunjukkan indeks bagian terbesar (*index of propenderance*) pakan alami ikan betutu di waduk Kedung Ombo. Persentasenya adalah ikan (55,5 %) dan (57,6%) untuk ikan jantan dan betina. Sebagian isi lambung sudah tercerna sebesar 18,5 % dan 12,5 %. Nilai indeks tersebut menunjukkan bahwa ikan Betutu tergolong karnivor, yaitu pemakan utama organisma jenis hewani, makanan pelengkap dan tergolong sebagai makanan tambahan adalah detritus (12,2 % dan 14,8 %), plankton (0,88 % dan 80,0 %) yang berada di dasar dan di perairan, fragmen serangga (7% dan 5,5%) dan udang-udangan (5,5% dan 8,80%). Hal ini sesuai dengan ciri-ciri ikan dari kelompok ikan karnivor, yaitu profil bukaan mulut lebar, gigi tajam dan mempunyai lambung pencernaan (Lagler *et al*, 1962 dan Kottelat *et al*, 1993).



Gambar 5 . Indeks propenderan ikan Betutu di waduk Kedung Ombo.

Kesimpulan

Laju pertumbuhan ikan Betutu mengikuti persamaan von Bertalanffy terhadap 462 ekor ikan sample dengan kisaran panjang antara 10,0 – 34,5 cm, yaitu $(Lt) = 37(1 - e^{-0.85(t+0.177621)})$. Kecepatan pertumbuhan (K) = 0,85. Dalam rantai makanan termasuk dalam kelompok ikan karnivora. Makanan utamanya fragmen ikan (55-58 %), makanan tambahan detritus (12-14,8 %), phytoplankton (0,8 %), serangga (5,5-7%), udang (5,5-8%).

Daftar Pustaka

- Azis, K.A., Muchsin, I. & Boer, M. 1992. Kajian Dinamika Populasi Ikan-ikan Niaga Utama di Perairan Pantai Barat Bengkulu (Laporan Penelitian, tidak dipublikasikan). Fak. Perikanan IPB. Bogor.
- Bolger, T. & P. L. Connolly. 1989. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fisheries Biology*. 34: 171-182.
- Brett, J. R. 1979. Environmental factor and growth. p.599-675. In Hoar, W. S., D. J. Randall, & J. R. Brett (eds.) *Fish. physiology: Bioenergetics and growth*. Vol.VIII. Academic Press. London.

- Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kabupaten Wonogiri. 2010. Pengelolaan usaha perikanan di Waduk Gajah Mungkur Wonogiri. 10 hal.
- Dinas Kehewan dan Perikanan Wono Giri, 2003. Pengelolaan Usaha Perikanan di Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri.
- Effendie, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Effendi, M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 163 hal.
- Hinz, H. I., Kroncke dan S. Ehrich. 2005. The feeding strategy of dab *Limanda limanda* in the southern North Sea: linking stomach contents to prey availability in the environment. *Journal of Fish Biology*. Volume 67,
- Khokiatiwong, S., Mahon, R., and Hunter, W. 2000. Seasonal Abundance and Reproduction of the Fourwing Fyngfish (*Hirundichthys affinis*) of Barbados. *Environmental Biology of Fishes*.
- King, M. 1995. Fisheries biology assessment and management. Blackwell Science Ltd. London. 341p.
- Kottelat, M., J. A. Whitten. N. Kartikasari, dan S. Wiryatmojo. 1993. Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi, Periplus Ed. And EMDI Project Indonesia. 221 p.
- Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R. 1962. Ichthyology. Topan Company Ltd. Tokyo. Japan: 545 p. Biology. Fifth
- Moyle, P. B and J. J. Cech. 1996. Fishes an Introduction to Ichthyology. Prentice Hall, New Jersey
- Nessa, M. N., Djawad, J., dan Ali, S. A. 2004. Musim dan Kelimpahan Ikan di Sekitar Kabupaten Takalar (Perairan Flores) Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*. 3(14): 165-172.
- Pauly, D. 1984. Some simple methods for the assessment of tropical fish stock. ICLARM. Makati, Metro manila Philipines: 52 p.
- Purnomo, K, 2000. Kompetisi dan Pembagian Sumberdaya Pakan Komunitas Ikan di Waduk Wonogiri. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Pusat Riset Perikanan Tangkap Jakarta 6(3-4): 16-23.
- Rahardjo et al., 2010.
- Ricker, W. E. 1975. Computation And Interpretation of Biological Statistic of Fish Populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*
- Sparre, P. & S. C. Venema. 1999. Introduksi pengkajian stok ikan tropis. Buku 1. Manual. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta. 438 p.
- <http://webcache.googleusercontent.com>
www.fishbase, diunduh tahun 2011; 2012, 2013

Pola Reproduksi Kuda Laut (*Hippocampus barbouri*) di Perairan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar

Syafiuddin^{1*}, Andi Niartiningsih¹, Benny Audy Jaya Gosari², Suwarni²

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, UNHAS

Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, UNHAS

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar

*E-mail : afi_makassar@yahoo.com

ABSTRAK

Kuda laut, *Hippocampus barbouri* merupakan salah satu jenis kuda laut yang terdapat di perairan Indonesia. Saat ini eksploitasi kuda laut semakin meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan pasar dan membaiknya harga kuda laut. Namun upaya pengelolaan budidaya seperti pembenihan dan penangkaran masih sangat terbatas, serta kegiatan restocking juga belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pola reproduksi kuda laut (*H. barbouri*) di perairan Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksploratif yaitu pengambilan sampel dengan menggunakan alat tangkap *seser*. Parameter yang diamati meliputi ukuran panjang, TKG, GSI kuda laut betina, diameter telur, ukuran pertama matang gonad, jumlah larva yang dihasilkan setiap pengeraman, dan pola pemijahan kuda laut. Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif. Berdasarkan hasil pengumpulan sampel diperoleh masing-masing, 242 jantan (panjang total 8,5-14,5 cm) dan 293 betina (panjang total 7,5-14,2 cm). Jumlah kuda laut betina yang mencapai TKG IV terbanyak pada bulan Juli adalah sebesar 43 ekor (GSI rata-rata $8,76 \pm 1,31\%$, diameter telur $1,72 \pm 0,37$ mm, jumlah telur $132 \pm 37,35$). Ukuran pertama matang gonad kuda laut betina berkisar 11,29-12,09 cm. Jumlah larva untuk setiap pengeraman kuda laut jantan berkisar 53-193 ekor. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa puncak pemijahan kuda laut *H. barbouri* terjadi pada bulan Juli dengan pola pemijahan sepanjang tahun dan model pemijahan parsial.

Kata kunci : Pola reproduksi, Kuda laut (*Hippocampus barbouri*), Pemijahan parsial, Kepulauan Tanakeke

Pendahuluan

Kuda laut, *Hippocampus barbouri* merupakan salah satu dari 9 jenis kuda laut yang terdapat di perairan Indonesia (Lourie *et al.* 2001). Ikan ini, selain diperdagangkan sebagai ikan hias juga digunakan sebagai bahan ramuan obat-obatan tradisional yang dipercayai mempunyai khasiat tertentu.

Meningkatnya eksploitasi kuda laut, maka kuda laut saat ini menjadi salah satu komoditas yang terancam kelestariannya dan disinyalir telah mendekati kepunahan. Kuda laut merupakan hewan langka dan hanya dapat ditemukan di daerah-daerah tertentu. Beberapa sifat (karakteristik) kuda laut yang menjadikan hewan ini jarang ditemukan dalam jumlah yang banyak antara lain adalah penyebarannya sedikit, jarak habitat sempit, fekunditas rendah, dan kesetiaan pada pasangan.

Di Sulawesi Selatan, hewan kuda laut kebanyakan hanya ditemukan di perairan kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar. Penurunan jumlah populasi kuda laut khususnya di Perairan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar sudah terasa. Hal tersebut antara lain disebabkan karena eksploitasinya semakin meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan pasar dan membaiknya harga kuda laut, sedangkan upaya pengelolaan seperti pembenihan dan penangkaran serta budidaya kuda laut masih sangat terbatas, selain itu kegiatan restocking juga belum banyak dilakukan.

Untuk menunjang kegiatan tersebut maka salah satu aspek penting untuk pengembangan perbenihan dan penangkaran kuda laut, maka kontrol sepenuhnya terhadap siklus reproduksi kuda laut mutlak diperlukan untuk keberhasilan kegiatan tersebut. Pembenuhan dan penangkaran serta budidaya kuda laut masih sangat baru dan belum begitu berkembang, khususnya di Indonesia. Selain itu, informasi mengenai aspek reproduksinya di perairan juga belum banyak diketahui sehingga masih diperlukan kajian-kajian yang lebih mendalam.

Penelitian bertujuan mengkaji pola reproduksi kuda laut (*Hippocampus barbouri*) di perairan kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang aspek reproduksi kuda laut, khususnya untuk mendukung pengembangan penangkaran dan perbenihan kuda laut serta sebagai dasar konservasi agar populasi kuda laut dapat dipertahankan

Bahan dan Metode

Waktu dan Lokasi Penelitian. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga September 2014 di perairan Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar. Analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Penangkaran dan Rehabilitasi Ekosistem Laut Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.

Stasiun penelitian ditentukan berdasarkan daerah yang memiliki potensi kuda laut atau lokasi fishing ground oleh nelayan penangkap kuda laut di perairan kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar. Pengumpulan dan pengambilan sampel kuda laut pada masing-masing stasiun/lokasi yang telah ditentukan, dilakukan dengan cara sampling mempergunakan alat tangkap. Jenis alat tangkap yang digunakan adalah Skimming net atau seser dengan mata jaring 3 mm. Pengambilan sampel kuda laut dilakukan pada saat air surut pada kedalaman kurang dari 1 m. Pada setiap lokasi/stasiun pengambilan sampel dibuat plot sebanyak 3 buah yang masing-masing berukuran 10 x 10 m. Alur pengambilan sampel/pengoperasin alat tangkap dilakukan dengan penyisiran plot secara zig zag yang dimulai dari satu titik pada salah satu sisi plot. Penyisiran dilakukan dengan berjalan lurus menuju sisi seberang dari titik awal, kemudian kembali dengan kegaris sebelah dalamnya, dan terus begitu sampai selesai disisi lainnya.

Pengambilan sampel kuda laut dilakukan setiap bulan selama penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah kuda laut yang tertangkap pada setiap waktu sampling, panjang total dan bobot kuda laut, bobot gonad, diameter telur, jumlah oosit matang pada stadia TKG IV, jumlah juwana/larva dalam kantong pengeraman jantan. Pengukuran panjang total dilakukan dengan cara meluruskan badan kuda laut kemudian mengukur panjang mulai dari kepala bagian atas (mahkota) hingga ujung ekor. Data panjang sampel kuda laut yang diperoleh diolah dengan membuat kelas panjang berdasarkan data panjang yang terkecil dan terbesar dari sampel. Ukuran pertama kali matang gonad dapat ditentukan dengan menggunakan metode Spearman dan Karber *dalam* Udupa (1986) sebagai berikut:

$$m = xk + \frac{x}{2} (x - \pi) \quad (1)$$

dimana:

xk = logaritma ukuran panjang ikan mencapai matang gonad

x = increment dari log

π = perbandingan individu yang telah matang telur pada sampel grup panjang

m = ukuran pertama kali telah matang gonad

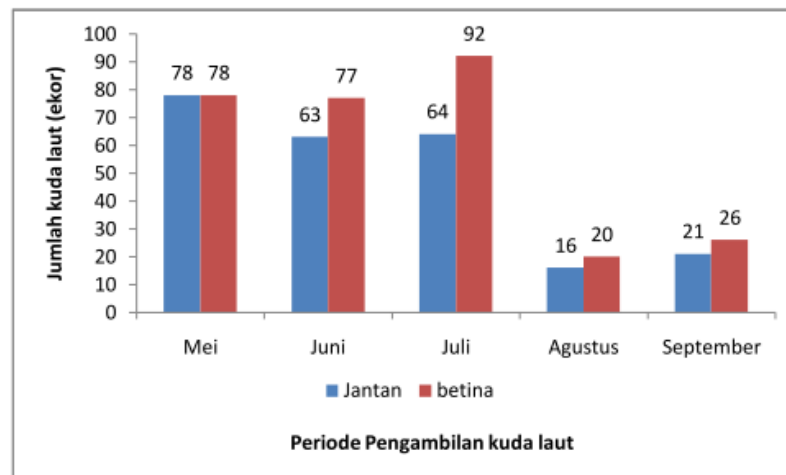
Penimbangan berat ovari dengan timbangan digital ketelitian 0,001 g dilakukan untuk penghitungan nilai GSI (GSI = berat ovari/berat badan total x 100%). Selanjutnya dilakukan penghitungan jumlah oosit matang pada TKG IV. Penentuan tingkat kematangan gonad (TKG) berdasar pada kriteria Poortenaar *et*

al. (2004), McMillan (2007) dan Syafiuddin (2010). Penghitungan jumlah juwana/larva dalam kantong pengeraman jantan dilakukan dengan cara memelihara induk jantan selama mengerami hingga mengeluarkan juwana dari kantong pengeramannya. Pola pemijahan kuda laut ditentukan berdasarkan distribusi tingkat kematangan gonad dan diameter telur yang terkandung dalam ovari.

Analisis Data. Data hasil pengukuran dan penghitungan parameter seperti panjang (cm), jumlah kuda laut yang tertangkap (ekor), nilai indeks gonado somatik (IGS), tingkat kematangan gonad (TKG), diameter telur dan jumlah telur matang, jumlah juwana/larva yang dihasilkan untuk setiap pengeraman, ukuran pertama kali matang gonad dan pola pemijahan kuda laut dianalisis secara deksriptif dalam bentuk tabel dan gambar. Demikian juga data hasil pengukuran parameter lingkungan dianalisis secara deksriptif.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengumpulan sampel kuda laut setiap bulan di perairan kepulauan Tanakeke selama periode pengambilan dari bulan Mei hingga bulan September diperoleh jumlah kuda laut sebanyak 535 ekor, masing-masing 242 ekor jantan dengan kisaran panjang tubuh 8,5 – 14,5 cm dan 293 ekor betina dengan kisaran panjang 7,5 -14,2 cm (Gambar 1). Kelompok data perbulan menunjukkan bahwa pada bulan Mei hingga Juli, jumlah kuda laut yang diperoleh masih cukup tinggi dibanding pada bulan Agustus dan September.



Gambar 1. Jumlah kuda laut (*H. barbouri*) yang tertangkap pada setiap periode pengambilan sampel di perairan Kepulauan Tanakeke

Rata-rata nilai IGS dan diameter serta jumlah telur kuda laut betina pada TKG IV selama periode pengambilan sampel disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa nilai IGS, diameter telur dan jumlah telur kuda laut pada TKG IV berbeda pada setiap periode pengambilan sampel. Hal ini disebabkan karena pola pemijahan kuda laut ini berlangsung secara periodeik sepanjang tahun, meskipun demikian dalam setahun ada musim dimana terjadi puncak pemijahan. Adanya perbedaan ini juga disebabkan karena ukuran diameter telur dan jumlah oosit matang yang berbeda dalam ovari kuda laut. Syafiuddin (2010) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah telur dan ukuran diameternya besar di dalam ovari maka bobot ovari semakin berat sehingga persentase indeks gonadosomatik juga akan semakin besar. Meningkatnya indeks gonadosomatik atau perkembangan ovarium disebabkan oleh perkembangan oosit. Vitelogenin adalah salah satu bakal kuning telur yang merupakan komponen utama dari oosit yang sedang tumbuh. Pada proses vitelogenesis berlangsung, granula kuning telur bertambah dalam jumlah dan ukurannya sehingga volume oosit membesar (Yaron 1995).

Stadia oosit dapat dicirikan berdasarkan volume sitoplasma, penampilan nukleus dan nukleolus, serta butiran kuning telur (Nagahama 1983). Nilai indeks gonadosomatik yang diperoleh merupakan persentase gonad yang telah terbentuk dibandingkan dengan bobot tubuh selama masa pemeliharaan. Semakin tinggi persentase gonad berarti semakin banyak telur dan makin tinggi tingkat kematangan telur-telur tersebut (Effendie 1997).

Tabel 1. Rata-rata Gonadosomatik Indeks (IGS), diameter dan jumlah telur kuda laut (*H. barbouri*) betina pada TKG IV pada setiap periode pengambilan sampel

Periode Pengambilan	Waktu	IGS (%)	Diameter Telur (mm)	Jumlah Telur (butir)
Mei		5,86 ± 0,49	1,60 ± 0,34	106 ± 28,71
Juni		6,42 ± 1,07	1,59 ± 0,43	113 ± 26,57
Juli		8,76 ± 1,31	1,72 ± 0,37	132 ± 37,35
Agustus		5,39 ± 1,10	1,60 ± 0,30	97 ± 17,46
September		4,80 ± 1,84	1,46 ± 0,36	100 ± 25,31

Nilai IGS pada periode pengambilan bulan Juli relatif lebih tinggi dibandingkan dengan periode lainnya, demikian halnya pada diameter telur dan jumlah telur matang dalam ovarium kuda laut. Tingginya nilai tersebut karena periode tersebut akan atau telah memasuki puncak reproduksi kuda laut dalam hal perkembangan gonad maupun pemijahannya. Semua oosit/telur sebelum ditransfer atau dimasukkan ke dalam kantong pengeraman mempunyai diameter telur yang sama. Syafiuddin (2010) menyatakan bahwa diameter telur matang pada kuda laut *H. barbouri* yang siap untuk ditransfer berkisar 1,7 hingga 2,04 mm. Diameter telur matang pada spesies kuda laut yang lain juga terdapat perbedaan ukuran misalnya pada *H. guttatus* (2.0 mm), *H. kuda* dan *H. whitei* (1.8 mm), *H. fuscus* (1.7 mm), *H. breviceps* (1.6 mm), *H. zosteriae* (1.3 mm) dan *H. trimaculatus* (0.9 mm) (Foster & Vincent 2004).

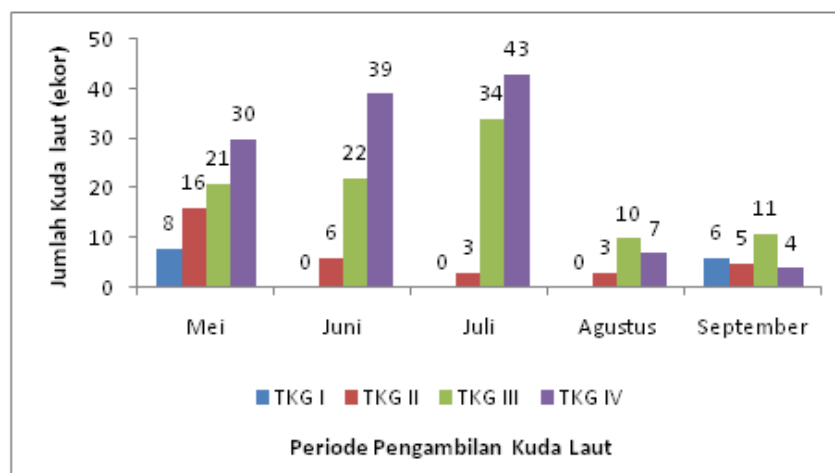
Ukuran ikan pertama kali matang gonad memiliki hubungan dengan pertumbuhan ikan dan pengaruh lingkungan terhadap pertumbuhan serta strategi reproduksinya. Ukuran ikan tersebut penting diamati secara berkala sebagai indikator adanya tekanan terhadap populasi ikan. Ukuran awal kematangan gonad merupakan salah satu parameter yang penting dalam penentuan ukuran terkecil ikan yang dapat ditangkap atau boleh ditangkap. Awal kematangan gonad biasanya ditentukan berdasarkan umur atau ukuran ketika 50% individu di dalam suatu populasi sudah matang gonad (King, 1997). Dari sampel kuda laut betina yang tertangkap di perairan Kepulauan Tanake maka sesuai dengan metode Spearman-Kärber dapat diketahui ukuran individu pertama matang gonad. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa ukuran induk pertama kali matang gonad kuda laut betina adalah 11,68 cm dengan simpangan kepercayaan 11,29 – 12,09 cm. Ukuran induk kuda laut betina yang diperoleh tersebut berbeda dengan hasil penelitian yang diperoleh Syamsuhartien *et al.* (2000) pada lokasi yang sama yaitu induk kuda laut betina pertama matang gonad pada ukuran 10,51 cm dengan simpangan kepercayaan 9,39 – 11,76 cm. Adanya perbedaan tersebut diduga karena waktu pengambilan sampel yang berbeda dan juga jumlah sampel yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga September 2014 (musim kemarau), sementara penelitian Syamsuhartien *et al.* (2000). dilaksanakan pada bulan November 1999 hingga Januari 2000 (musim hujan). Adanya perbedaan tersebut juga disebabkan jumlah populasi kuda laut di perairan kepulauan Tanake sudah berkurang akibat adanya eksploitasi yang cukup tinggi dan juga adanya perubahan lingkungan sehingga berpengaruh terhadap perkembangan gonad kuda laut.

Di alam ukuran induk kuda laut (*Hippocampus spp*) pertama kali matang gonad adalah berkisar 8,7-11,48 cm pada individu jantan dan 9,39-11,76 cm pada

individu betina (Syamsuhartien *et al.* 2000). *H. barbouri* secara seksual dapat matang setelah berumur 4 bulan (Hilomen-Garcia 1998), *H. whitei* dapat mencapai matang pada umur 6-7 bulan (Wong & Benzie 2003).

Pola pemijahan kuda laut ini dapat diketahui dengan melihat distribusi kematangan gonad serta diameter telur yang terkandung dalam ovarium. Komposisi jumlah individu pada setiap periode pengambilan sampel kuda laut (*H. barbouri*) betina disajikan pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa tingkat kematangan gonad kuda laut betina pada setiap waktu pengambilan sampel tidak sama atau beragam. Hal ini berarti pada setiap waktu terdapat individu (induk) kuda laut yang siap untuk memijah, sehingga diduga bahwa kuda laut ini memijah sepanjang tahun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Effendie (1997) bahwa ikan yang mempunyai musim pemijahan sepanjang tahun pada pengambilan contoh setiap saat akan didapatkan komposisi tingkat kematangan dari berbagai tingkat dengan persentase yang tidak sama. Pada Gambar 2 juga memperlihatkan bahwa selama lima periode pengambilan kuda laut, jumlah individu terbanyak yang telah matang gonad pada kuda laut betina ditemukan pada periode Juli, sehingga diduga pada saat itu akan memasuki atau bahkan sedang berlangsung musim puncak pemijahan.



Gambar 2. Komposisi Jumlah Individu pada setiap Tingkat Kematangan gonad pada setiap Periode Pengambilan sampel kuda laut (*H. barbouri*) betina

Pola pemijahan suatu jenis ikan juga dapat dilihat dari diameter telur yang dikandung oleh ovarium. Ukuran diameter telur dalam ovarium kuda laut yang telah matang (TKG IV) sangat beragam mulai dari telur berdiameter kecil (0,02 mm) sampai yang berdiameter besar (2,23 mm). Beragamnya distribusi diameter telur tersebut menunjukkan bahwa perkembangan telur dalam ovarium tidak berkembang secara bersamaan sehingga ditemukan beberapa kelompok telur yang telah matang dan dan telur yang belum matang. Adanya kelompok telur yang matang dan belum matang tersebut menunjukkan bahwa kuda laut ini memijah secara parsial (partial spawner). Ini menunjukkan bahwa ukuran pasangan untuk kawin sebaiknya sama, dalam rangka memaksimalkan total jumlah oosit yang ada dalam ovarium betina, karena kuda laut adalah termasuk partial spawner dan hanya mengovulasikan/mengerluarkan semua telur-telurnya yang sudah matang.

Di alam reproduksi kuda laut terjadi terus menerus sepanjang tahun. Induk kuda laut betina yang sehat memiliki masa reproduksi maksimal lebih tinggi dari pada induk jantan. Kuda laut betina kawin beberapa kali selama musim reproduksi (Poortenaar *et al.* 2001). Pada spesies kuda lautnya seperti *H. abdominalis* betina matang bereproduksi sepanjang tahun (Poortenaar *et al.* 2004), *H. erectus* bereproduksi dari bulan Mei hingga Oktober (Teixeira & Musick 2001), dan kuda laut kecil, *H. zozterae* berkembang biak dari bulan Februari hingga November (Masonjones & Lewis 2000). Induk kuda laut, *H. barbouri* betina dapat memijah

dua kali dalam sebulan di dalam wadah pemeliharaan (hasil pengamatan penulis). Salah satu jenis kuda laut Australia, mengalami sekitar tujuh kehamilan yang berurutan dari 21 masa kehamilan per tahun (Hansen and Cummins, 2002).

Jumlah kuda laut jantan yang mengerami atau membawa embrio/larva dan jumlah embrio/larva dalam kantong pengeraman yang diperoleh selama periode pengambilan sampel kuda laut diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah kuda laut jantan mengerami dan rata-rata jumlah larva dalam kantong pengeraman jantan selama periode pengambilan sampel

Periode pengambilan	waktu	Jumlah kuda laut jantan mengerami (ekor)	Jumlah larva dalam kantong pengeraman (ekor)
Mei		18	104 ± 33,00
Juni		29	111 ± 38,39
Juli		37	119 ± 34,07
Agustus		12	95 ± 32,68
September		9	95 ± 20,11

Pada Tabel 2 terlihat bahwa jumlah kuda laut jantan yang mengerami tertinggi pada bulan Juli yaitu sebanyak 37 ekor dengan rata-rata mengerami atau membawa embrio/larva sebanyak 119 ekor. Tingginya jumlah kuda laut jantan yang mengerami tersebut menunjukkan bahwa pada bulan tersebut merupakan puncak kematangan kuda laut, hal ini didukung oleh jumlah kuda laut betina yang mencapai matang gonad (TKG IV) yang lebih banyak pada bulan tersebut (Gambar 2).

Jumlah embrio/larva yang terdapat dalam kantong pengeraman jantan yang diperoleh pada penelitian ini tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Syafiuddin dkk, (2003) pada spesies dan lokasi yang sama mendapatkan rata-rata embrio/larva dalam kantong pengeraman jantan sebesar $111 \pm 38,50$ ekor. Selanjutnya Syafiuddin (2010) menyatakan bahwa jumlah telur kuda laut betina yang dikeluarkan maupun yang dimasukkan ke dalam kantong pengeraman jantan bergantung kepada banyaknya telur yang mencapai stadia oosit matang pada saat perkembangan oosit yang telah diovolusikan ke dalam lumen ovarium, dan juga bergantung pada daya dukung kantong pengeraman jantan. Jumlah telur yang disimpan atau dimasukkan induk betina kuda laut ke dalam kantong pengeraman jantan pada spesies lain bervariasi dari berkisar dari 5 butir (*H. zosterae*) hingga lebih 1000 butir (*H. erectus*) untuk satu perkawinan (Foster & Vincent 2004; Teixeira & Musick 2001).

Rata-rata jumlah embrio/larva dalam kantong pengeraman kuda laut jantan tidak berbeda jauh dengan rata-rata jumlah telur yang matang pada kuda laut betina (Tabel 1). Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Syafiuddin dkk, 2013 yang menyatakan bahwa jumlah oosit/telur sebelum ditransfer yang diproduksi oleh kuda laut betina tidak menunjukkan perbedaan dengan jumlah telur/embrio yang ditemukan di kantong pengeraman jantan. Hal ini menunjukkan bahwa hanya-hanya telur-telur matang saja yang dapat ditransfer atau dimasukkan ke dalam kantong pengeraman kuda laut jantan dengan kisaran diameter telur 1,20 – 2,23 mm.

Faktor lingkungan mempunyai pengaruh terhadap perkembangan, pematangan telur dan ovulasi atau pemijahan. Faktor lingkungan yang dominan berpengaruh terhadap perkembangan gonad adalah suhu dan makanan (Affandi & Tang 2002), selain itu periode cahaya dan musim.

Pakan merupakan komponen penting dalam proses pematangan gonad karena pada vitelogenesis terjadi akumulasi nutrisi dalam sel telur yang membutuhkan nutrisi pada akhir proses tersebut, dan kualitas telur sangat ditentukan oleh pakan (Tang dan Afandi 2000). Kuda laut termasuk hewan karnivor, mengkonsumsi makanan dalam jumlah banyak dan memakan segala jenis hewan kecil mulai dari anggota kelompok crustacea sampai larva ikan

(Lourie *et al.* 1999). Hasil penelitian ini, memperlihatkan bahwa kelimpahan zooplankton tertinggi yang diperoleh pada periode bulan Juli yaitu sebesar $100,8 \pm 82,93$ individu/liter. Kelimpahan pakan kuda laut sangat membantu dalam proses pematangan gonad kuda laut.

Nilai parameter lingkungan yang terukur selama periode pengambilan sampel kuda laut disajikan pada Tabel 3. Pada Tabel 3 terlihat bahwa secara umum kisaran parameter oseanografi yang terukur masih berada pada kisaran yang layak untuk kelangsungan hidup, pematangan dan pemijahan kuda laut. Meskipun demikian kisaran yang optimal untuk perkembangan gonad dan pemijahan terjadi pada periode bulan Juli, terutama nilai suhu perairan.

Tabel 3. Kisaran nilai parameter oseanografi selama periode pengambilan kuda laut di perairan Kepulauan Tanakeke

Periode Pengambilan	Waktu	Nilai Rata-rata Parameter Oseanografi				
		Suhu (°C)	Kekeruhan	DO (ppm)	pH	Salinitas (per mil)
Mei		$30,5 \pm 0,65$	$4,25 \pm 2,81$	$7,79 \pm 0,61$	$7,83 \pm 0,16$	$32,6 \pm 3,11$
Juni		$30,4 \pm 0,64$	$4,05 \pm 3,03$	$8,1 \pm 1,21$	$7,8 \pm 0,15$	$32,6 \pm 3,10$
Juli		$28,3 \pm 0,23$	$2,23 \pm 1,87$	$7,4 \pm 1,56$	$7,8 \pm 0,21$	30 ± 0
Agustus		$28,8 \pm 0,91$	$3,94 \pm 2,24$	$8,22 \pm 0,33$	$8,1 \pm 0,09$	$34,1 \pm 1,83$
September		$31,1 \pm 0,6$	$8,72 \pm 3,84$	$7,28 \pm 0,14$	$8,15 \pm 0,09$	$35,0 \pm 0$

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa kuda laut secara seksualitas antara jantan dan betina dapat dibedakan. Ukuran induk pertama matang gonad berkisar 11,29 hingga 12,01 cm. Puncak pemijahan kuda laut (*H. barbouri*) terjadi pada bulan Juli, dengan pola pemijahan sepanjang tahun dan model pemijahan parsial.

Untuk tujuan konservasi, maka sebaiknya tidak melakukan pengambilan/penangkapan induk pada ukuran matang gonad atau pada saat induk kuda laut jantan sedang membawa/mengerami telur di dalam kantong pengeramannya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuannya sehingga terselenggaranya penelitian ini kepada : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional melalui HIBAH BOPTN – UNHAS Tahun 2014, Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Laboratorium Penangkaran dan Rehabilitasi Ekosistem Laut, Tim Peneliti dan Bapak Dg. Mudding, Dg. Kulle serta Mahatir dan Dedof.

Daftar Pustaka

- Affandi R, Tang UM. 2002. Fisiologi hewan air. Edisi Pertama. Pekanbaru: Badan Penerbit Universitas Riau.
- Effendie MI. 1997. Biologi perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Foster SJ, Vincent ACJ. 2004. Review Paper. Life history and ecology of seahorse: implication for conservation and management. *J Fish Biol* 65:1-61.
- Hansen C, Cummins H. 2002. Seahorse. Tropical field courses-Interdisciplinary Studies-Miami University
- Hilomen-Garcia GV. 1998. Seahorse breeding and seed production research at SEAFDEC/AQD. Di dalam : Moreau MA, Hall HJ, Vincent ACJ, editor. Proceedings of the first international workshop on the management and culture of marine species used in traditional medicines. Philippines: hal 179-190.
- King, M. 1997. Fisheries Biology. Assesment and Management. Fishing News Books. A Devision of Blackwell Science Ltd. London.

- Lourie SA, Hizbul Haq T, Tjakrawidjaja A. 2001. Seahorses (Genus *Hippocampus*) of Indonesia. Seahorses of Indonesia-report.
- Lourie, S. A., Vincent, C. J., Heather J. H., 1999. *Sea Horse An Identification Guide To The Words Species And Their Conservation*. Project Sea Horse. London. UK.
- Nagahama Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. Di dalam: Hoar WS, Randall DJ, Donaldson EM, editor. *Fish Physiology*, Vol. IX Part A. New York: Academic Press. hlm 223 - 275.
- Masonjones HD, Lewis SM. 2000. Differences in potential reproductive rates of male and female seahorse related to courtship roles. *Articles. Anim Behav* 59:11-20.
- Poortenaar C, et al. 2004. Reproductive biology of female big-bellied seahorse. *J Fish Biol* 64:717-725.
- Poortenaar C, Giambartolomei F, Woods C. & James P. 2001. Seahorses – more horse than Syafiuddin. 2010. Studi Aspek Fisiologi Reproduksi: Perkembangan Ovari dan Pemijahan Kuda Laut (*Hippocampus barbouri*) dalam Wadah Budidaya. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- .Syafiuddin, Zairin MJr, Jusadi D, Carman O, Affandi R. 2010. Pengaruh ketinggian air terhadap keberhasilan pemijahan kuda laut (*Hippocampus barbouri*) pada wadah budidaya. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 1: 1-8.
- Syafiuddin, Niartiningsih A, Gosari BAJ, Rahim, SW. 2013. Keterkaitan Jumlah Telur Sebelum dan Setelah Diserap Dalam Kantong Pengeraman Jantan Kuda Laut (*Hippocampus barbouri*). Laporan Penelitian Kompetensi Laboratorium. Universitas Hasanuddin.
- Syamsuhartien, Djawad I, Ali SA, Tresnati J. 2000. Studi pendahuluan beberapa aspek biologi reproduksi kuda laut (*Hippocampus spp*) di perairan kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar. Laboratorium fisiologi hewan air. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
- Teixeira RL, dan Musick JA. 2001. Reproduction and food habits of the line seahorse, *Hippocampus erectus* (Teleostei: Syngnathidae) of Chesapeake Bay, Virginia. *Rev. Brasil. Biol* 61(1): 79-90.
- Udupa, K.S. 1986. Statistical Method of Estimating the Size First Maturity in Fishes. *Fishbyte* .Vol. 4(2): 8 – 10.
- Wong JM, Benzie JAH. 2003. The effects of temperature, Artemia enrichment, stocking density and light on the growth of juvenile seahorse, *Hippocampus whitei* (Bleeker, 1855), from Australia. *Aquaculture* 228:107-121.
- Yaron Z. 1995. Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. *Aquaculture* 129:47-73.

**Peluang Penerapan Konsep EAA untuk Tambak Udang Intensif
di Indonesia**
*(Studi Kasus di Tambak Intensif Vanamei PT GGA di Kecamatan
Gantarang Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan)*

Tarunamulia*, Hasnawi dan Admi Athirah Muchlies

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau (BPPBAP),
Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), Maros 90512,

*email : tarunamulia@yahoo.com

ABSTRAK

Konsep *Ecosystem Approach to Aquaculture* (EAA) yang dikeluarkan oleh FAO merupakan konsep dan strategi pengembangan perikanan budidaya yang bersifat internasional, regional, dan lokal dan bertujuan untuk mengintegrasikan segala aktivitas dalam konteks ekosistem yang lebih luas sehingga tercipta keberkelanjutan, *equity* (keseimbangan, pemerataan), and ketahanan (*resilience*) sistem sosial-ekologi. Tulisan ini bertujuan untuk mengkaji peluang penerapan konsep EAA dalam pengembangan dan pengelolaan tambak intensif di Indonesia. Studi kasus ini dilakukan di kawasan tambak intensif vaname di Kecamatan Gantarang, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan. Kajian ini dilakukan dengan teknik observasi langsung di lokasi budidaya dan juga dilakukan wawancara dengan pengelola tambak serta pembudidaya disekitar wilayah pertambakan. Relevansi konsep EAA dikaji mulai dari kesesuaian lokasi lahan, sistem pengelolaan budidaya dan penanganan limbah budidaya. Studi kasus ini secara umum menunjukkan bahwa konsep EAA sangat memungkinkan untuk diterapkan untuk tambak-tambak udang yang dikelola secara intensif bahkan dapat menunjang keberlanjutan dari usaha budidaya tersebut. Dalam contoh kasus ini penyediaan petak sistem penanganan limbah 13% dari luas total petakan tambak ± 15 ha yang diterapkan PT. GGA dengan menyewa lahan petani tambak bukan hanya berhasil mencegah kerusakan fisik lingkungan tetapi juga secara sosial mempererat hubungan emosional dengan warga disekitar kawasan budidaya. Meskipun baru merupakan studi kasus, namun jika konsep pengelolaan lahan tersebut ditularkan dan dikembangkan pada tambak-tambak yang dikelola secara intensif di Indonesia, maka tentunya akan menjadi salah satu faktor pendukung keberlanjutan teknologi budidaya tersebut.

Kata kunci: tambak intensif, EAA, berkelanjutan

Pendahuluan

Pengembangan akuakultur berbasis ekosistem atau *the Ecosystem Approach to Aquaculture* (EAA) dapat dianggap sebagai turunan dari konsep dan strategi pengembangan akuakultur berkelanjutan terdahulu. Sebagai ‘strategi’ EAA diharapkan memastikan kegiatan akuakultur berkontribusi positif pada pengelolaan berkelanjutan (*sustainable development*), kesetaraan (*equity*), dan ketahanan sistem hubungan sosial-ekologi. Konsep-konsep internasional yang menginspirasi pengembangan EAA antara lain *Code of Conduct for Responsible Fisheries*, CCRF (FAO, 1995), *Best Management Practices (BMPs) for Responsible Aquaculture* (Boyd, et al., 2008) dan *Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming (CPRSF)* (Boyd, 1999). EAA juga merupakan bagian terintegrasi dari konsep umum pengelolaan sumberdaya alam seperti *Integrated Coastal Zone Management (ICZM)* dan *Integrated Watershed Management (IWSM)*. EAA mempunyai tiga tujuan utama, yaitu memastikan kesejahteraan manusia, memastikan kesejahteraan lingkungan, dan memfasilitasi pencapaian dari keduanya. Sangat disayangkan karena hingga akhir tahun 2013 belum ada satupun negara di dunia yang telah menerapkan EAA sebagai haluan

umum dalam praktek akuakultur (Yusuf, 2014). Minimnya adopsi EAA sebagai pedoman dalam pelaksanaan akuakultur disebabkan antara lain karena adanya variasi permasalahan dan prioritas pengembangan akuakultur di setiap negara dan kebijakan dalam konsep EAA sering dianggap tumpang tindih dengan kebijakan lokal atau nasional dalam akuakultur yang sudah dianut sejak lama.

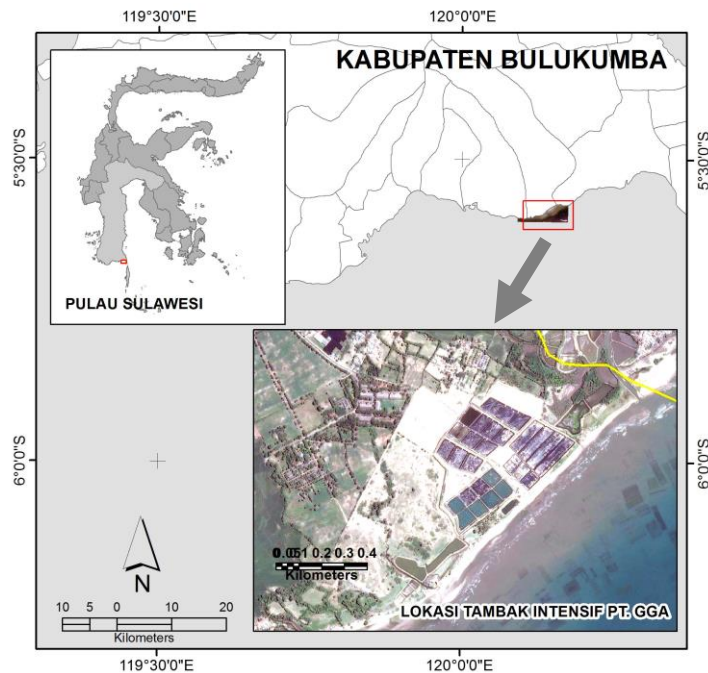
Strategi pengembangan akuakultur di Indonesia seperti yang tertuang dalam konsep MINAPOLITAN, Ekonomi Biru (*Blue Economy*) juga pada dasarnya bertujuan untuk menjamin keberlanjutan dan peningkatan produksi perikanan antara lain melalui akuakultur. Dalam konsep blue-economy, pengelolaan akuakultur di Indonesia diharapkan mencakup 1) kepedulian terhadap lingkungan (*pro-environment*), yang didasarkan pada prinsip keseimbangan dan nilai-nilai lestari bagi ekosistem yang ada; 2) aspek efisiensi, yang dalam arti bisnis akuakultur harus terukur secara ekonomis sehingga inovasi teknologi seyogyanya harus memberikan nilai lebih secara ekonomi; dan 3) Bisnis akuakultur yang berkelanjutan harus menjamin minim limbah (*zero waste*), bahkan limbah sedapat mungkin mampu dikelola untuk menciptakan inovasi bisnis turunan lain. Secara teoritis konsep nasional pengembangan akuakultur di Indonesia tersebut hampir sama dengan nilai dan semangat EAA, namun demikian pada tahap implementasi disamping panduan praktis yang belum memadai, pelaksanaan juga masih lebih difokuskan pada peningkatan produksi. Keterlibatan sektor-sektor non-budidaya belum menjadi perhatian utama dalam kebijakan nasional pengembangan budidaya

Peningkatan produksi perikanan melalui program intensifikasi telah banyak diupayakan diberbagai negara di Asia termasuk Indonesia. Intensifikasi perikanan budidaya secara umum dicirikan dengan padat tebar dan penggunaan pakan buatan yang tinggi. Sebagai konsekuensinya juga akan memproduksi limbah yang tinggi dan berpotensi mencemari lingkungan. Disamping itu secara teknis lokasi yang layak untuk budidaya tambak air payau dengan teknologi intensif hingga super-intensif berada pada wilayah supratidal yang juga potensial untuk penggunaan lain sehingga potensi konflik juga tinggi (Islam, 2006). Pemagaran areal pertambakan dan konversi lahan pertanian menjadi tambak melalui proses perijinan yang kurang ketat juga dapat menimbulkan konflik (Kagoo & Rajalaksmi, 2002). Aplikasi EAA sangat berguna pada situasi dimana dibutuhkan penyelesaian konflik (FAO, 2009).

Pelaksanaan EAA dapat berbeda tergantung pada karakteristik geografis, isu lokal dan regional. Dengan demikian pelaksanaannya dapat mengadopsi metode dan teknik lokal yang sudah diterapkan dan dianggap relevan dan mendukung ketiga prinsip utama dari EAA tersebut. Tulisan ini menjelaskan peluang penerapan konsep EAA untuk mendukung keberlanjutan teknologi budidaya tambak intensif di Indonesia melalui studi kasus di salah satu tambak intensif vaname di Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan.

Bahan dan Metode

Lokasi Penelitian. Studi kasus ini dilaksanakan pada bulan Maret 2015 pada tambak intensif vaname yang dikelola oleh PT. Gosen Global Aquaculture (PT. GGA) di Desa Jalanjang, Kecamatan Gantarang, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1). Petakan tambak terluar berjarak 50 m dari laut. Pertambakan yang dibangun sejak tahun 1990-an berada pada kawasan supratidal dengan rentang pasut $\pm 1,30$ m. Budidaya tambak intensif vaname telah berjalan selama 2 tahun dengan padat tebar 150 ekor/m². Tinggi air tambak rata-rata 1,5 m dengan pergantian air 10-20 % per hari. Karakteristik tanah dengan tekstur lempung berpasir cukup mendukung konstruksi petakan tambak. Dasar tambak dan pematang dilapisi plastik mulsa tipe HDPE 0,75 mm. Penggunaan lahan disekitar kawasan tambak tersebut antara lain perkebunan kapas, persawahan, budidaya rumput laut, lokasi gembala, tambak ekstensif dan tambatan perahu.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di kawasan pesisir Kecamatan Gantarang, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan

Penilaian Indikator EAA. Pemahaman konsep dan strategi serta indikator EAA didasarkan pada berbagai referensi antara lain Practical Implementation of the Ecosystem Approach to Fisheries (FAO, 2009) dan FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries (5, suppl.4) "Aquaculture Development" : Ecosystem Approach to Aquaculture (FAO, 2010). Karakteristik umum lokasi tambak intensif dianalisis dari peta lokasi dan layout tambak hasil download dari google earth map dan hasil observasi lapang. Evaluasi peluang penerapan konsep EAA dilakukan dengan membandingkan indikator EAA dan penerapan yang dilakukan di tambak intensif vaname oleh PT. Gosyen Global Aquaculture (PT. GGA). Kajian ini dapat dikategorikan masih dalam batasan skala (batasan geografis) hamparan tambak (the farm/small cluster scale) dengan unit pengelolaan tambak intensif vaname. FAO yang membagi skala peta berdasarkan tiga tingkat yakni : global market-trade scale, watershed/waterbody zone scale, dan the farm/small cluster scale (Aguilar-Manjarrez et al., 2010). Sehubungan dengan batasan skala geografis ini, indikator atau faktor penilaian EAA yang dibahas dalam kajian dibatasi pada 1) isu (ekosistem, kesejahteraan masyarakat dan kemampuan pencapaian) dan 2) analisis risiko yang berhubungan dengan skala hamparan tambak.

Kedua tahapan yang menjadi fokus kajian pada dasarnya merupakan tahapan prioritas dan analisis risiko. Kedua tahapan ini dilakukan dengan metode penilaian risiko (risk assessment) yang diawali dengan mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang berkaitan dengan keberlanjutan kegiatan tambak intensif vaname oleh PT. GAA tersebut. Faktor risiko tersebut selanjutnya dibobot berdasarkan kosenkuensi bilamana faktor atau isu tersebut terjadi (Consequence-C) dan kemungkinan itu terjadi (Likelihood-L); perkalian antara C dan L akan didapatkan nilai risiko (risk value- R) sesuai dengan persamaan berikut:

$$R = C \times L \quad (1)$$

Nilai bobot untuk C antara 0 hingga 5, sedangkan L berkisar antara 1 hingga 6 sebagaimana pada Tabel 1. Sehingga nilai risiko tertinggi adalah 30.

Tabel 1. Perbedaan tingkat konsekuensi (C) dan Kemungkinan (L) yang digunakan untuk menghitung nilai risiko (R) (FAO, 2009)

Konsekuensi (dampak)		Kemungkinan	
Level	Deskripsi	Level	Deskripsi
0-Neglibe (diabaikan)	Tidak nyata, kemungkinan tidak terasa/terdeteksi	1-Remote (jauh)	Kemungkinan terjadinya tidak nyata
1-Minor (kecil)	Terasa tetapi dampak kecil	2-Rare (jarang)	Bisa terjadi hanya pada situasi yang tidak lazim
2-Moderate (sedang)	Dampak maksimum yang dapat diterima	3-Unlikely (sepertinya tidak)	Tidak umum, tetapi diketahui terjadi dilokasi ini ataupun ditempat lain yang memiliki kemiripan karakteristik
3-Severe (cukup)	Melebihi batas yang dapat diterima. Dampak luas dan jangka-panjang	4-Possible (mungkin)	Ada fakta/petunjuk bahwa itu bisa terjadi
3-Major (besar)	Sangat serius. Sepertinya membutuhkan waktu restorasi yang lama	5-Occasional (kadang-kadang)	Bisa terjadi
5-Catastrophic (Sangat besar)	Luas/menyebar dan kemungkinan tidak dapat dipulihkan	6-Likely (kemungkinan besar)	Kemungkinan besar terjadi

Pemilihan PT. GAA sebagai lokasi studi didasarkan pada ketersediaan indikator dan isu EAA pada lokasi tersebut. Penilaian indikator EAA dilaksanakan dengan melakukan wawancara dan observasi langsung di lapangan. Wawancara dilakukan dengan manajer teknis tambak yang dianggap memahami aspek teknis budidaya tambak intensif yang meliputi aspek perencanaan dan pengelolaan budidaya. Selanjutnya dilakukan verifikasi melalui wawancara dengan anggota masyarakat dan instansi pemerintah (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Bulukumba) yang dianggap mengetahui atau terlibat langsung dalam kegiatan budidaya tambak intensif vaname tersebut. Disamping itu verifikasi juga dilakukan melalui observasi langsung di wilayah pertambakan dan penggalian informasi dari data sekunder berupa profil Kabupaten Bulukumba Dalam Angka (BPS-Bulukumba, 2014a) dan Kecamatan Gantarang Dalam Angka (BPS-Bulukumba, 2014b).

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi langsung dengan menggunakan 66 indikator (faktor) EAA yang dikelompokkan dalam 3 kategori utama yakni isu ekosistem, kesejahteraan masyarakat dan kemampuan pencapaian, diketahui bahwa status pelaksanaan tambak intensif oleh PT. GAA berkategori baik dengan nilai R umumnya < 9 . Namun demikian diantara ke 66 isu yang dipertimbangkan tersebut diidentifikasi 8 isu utama pada Tabel 2 yang masih harus mendapatkan perhatian khusus sehubungan dengan nilai risiko (R) ≥ 9 . Nilai R yang demikian menunjukkan bahwa isu yang dimaksud dapat terjadi dan ada indikasi akan terjadi dan jika terjadi dapat memiliki konsekuensi yang melebihi batas yang dapat diterima serta berdampak luas dalam jangka waktu yang panjang.

Tabel 2. Hasil analisis faktor utama yang dapat mempengaruhi penerapan konsep EAA pada pengembangan tambak intensif di lokasi penelitian

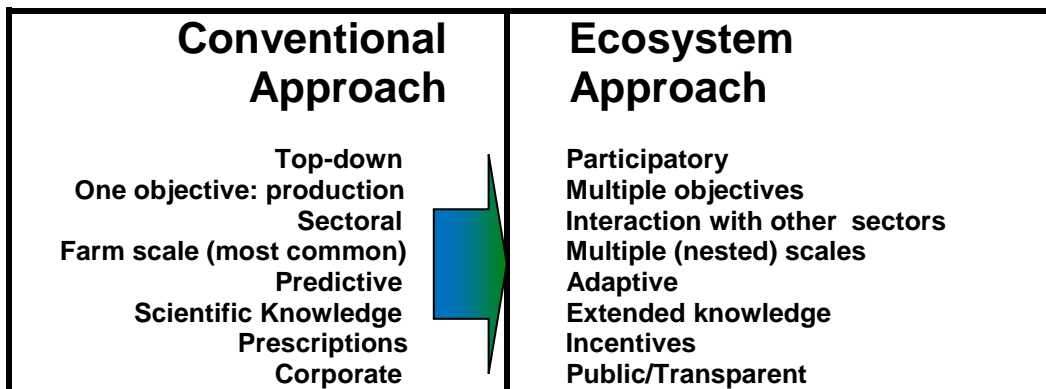
Isu Utama	Risiko		
	Konsekuensi	Kemungkinan	Nilai Risiko
Isu Ekosistem			
- Akumulasi bahan organik	3	4	12
- Polusi dan transfer penyakit dari sistem budidaya ke organisme akuatik non-budidaya	3	3	9
Kesejahteraan Masyarakat			
- Konflik antar pemangku kepentingan di akar rumput (<i>grassroots</i>)	3	4	12
- Sikap (<i>attitude</i>) masyarakat sekitar (<i>local community</i>) yang keliru	3	3	9
Kemampuan pencapaian (Governance and External Drivers)			
- Intervensi instansi pemerintah yang kurang tepat	3	4	12
- Fasilitasi pemerintah yang kurang memadai	3	3	9
- Dukungan institusi yang tidak konsisten	3	4	12
- Kurangnya komunikasi	3	4	12

Berdasarkan hasil identifikasi isu dan analisis risiko tersebut, sekitar 70 % dari indikator EAA yang dinilai telah diterapkan oleh PT. GGA. Isu ekosistem seperti kemungkinan terjadinya akumulasi bahan organik dan kemungkinan polusi dan transfer penyakit dari sistem budidaya ke lingkungan sekitar dapat ditangani dengan menyediakan petakan pengelola limbah seluas sekitar 2 ha atau 13% dari total luas ± 15 ha petakan tambak yang dioperasikan. Penanganan limbah dengan menekan akumulasi bahan organik dan padatan tersuspensi tersebut juga memberikan manfaat ganda kepada masyarakat pembudidaya rumput laut di perairan sekitar wilayah pertambakan, karena air yang terbuang masih kaya dengan unsur hara seperti N dan P yang dibutuhkan untuk pertumbuhan rumput laut yang dibudidayakan. Bahkan pembudidaya rumput laut sangat tergantung dengan aktivitas tambak intensif, dimana penurunan produksi dan rendahnya laju pertumbuhan rumput laut terjadi pada saat tambak intensif tidak dioperasikan. Disisi lain usaha budidaya rumput laut dapat membantu meningkatkan kualitas air laut yang dipasok ke petakan tambak. Petakan tambak untuk pengolahan limbah tersebut disewa dari lahan tambak ekstensif (tambak tradisional) masyarakat yang kurang produktif. Tambak yang pengelolaan limbah tersebut masih dapat dimanfaatkan secara terbatas oleh pemilik tambak untuk budidaya bandeng. Kebijakan pengelolaan tambak seperti kegiatan disain, konstruksi dan pemelihara petakan tambak serta pembuatan pagar yang melibatkan warga termasuk wanita disekitar wilayah pertambakan dapat dianggap sebagai langkah positif untuk mendorong partisipasi masyarakat meskipun masih bersifat partisipasi passif. Potensi salinisasi lahan disekitar tambak kearah darat juga berhasil diantisipasi dengan penggunaan plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) 0,75 mm dengan daya tahan diperkirakan mencapai 25 tahun pada petakan dan saluran tambak. Bentuk lain dari kepedulian pada kepentingan pengguna jasa perairan lain seperti nelayan dan pemancing dapat dilihat dari penyediaan akses yang cukup berupa jalan menuju laut. Pemagaran areal pertambakan diperuntukkan terutama hanya untuk menjamin terlaksananya bio-security. Model pengelolaan tambak demikian dapat mengurangi potensi konflik dan membantu mengubah perilaku negatif komunitas menjadi lebih positif.

Dari hasil wawancara juga diketahui pentingnya intervensi yang tepat baik dari pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam hal proses perijinan maupun dalam kegiatan monitoring dan evaluasi perkembangan dan dampak

pelaksanaan budidaya. Intervensi pemerintah juga dapat berupa penyebaran informasi dan peningkatan komunikasi antara lembaga terkait serta para pemangku kepentingan dari level lokal, nasional dan regional. Disamping itu pemerintah menurut *‘Article 9- of the CCRF*, juga diharapkan dapat menyusun dan menyampaikan strategi serta rencana pengembangan akuakultur untuk menjamin terciptanya pengelolaan yang berkelanjutan secara ekologi (FAO, 2010). Kaitannya dengan strategi tersebut pemerintah juga diharapkan dapat menyediakan prosedur yang efektif dalam penilaian dan monitoring kualitas lingkungan sehubungan dengan pelaksanaan akuakultur dengan tujuan utama meminimalkan dampak negatif ke lingkungan termasuk kemungkinan konsekuensi sosial dan ekonomi.

Meskipun studi kasus ini masih dalam ruang lingkup skala hamparan atau petakan tambak dan sifatnya spesifik lokasi namun tidak menutup kemungkinan kasus yang diangkat memiliki kemiripan dan diterapkan pada tambak-tambak udang yang dikelola secara intensif di Indonesia. Disadari ataupun tidak, walaupun masih bersifat sektoral pengolahan tambak intensif vaname yang dipraktekkan oleh PT. GGA mengindikasikan terbukanya peluang yang lebar dalam mempercepat proses transisi dari pendekatan konvensional ke pendekatan EAA untuk tambak-tambak air payau yang dikelola secara intensif di Indonesia. Pengelolaan lahan untuk tambak intensif di Indonesia dapat mengadopsi model pengelolaan internasional seperti BMPs, *CCRF*, dan *CPRSF* yang seirama dengan kebijakan pengembangan akukultur nasional, karena kesemua model tersebut didasarkan pada prinsip utama pengelolaan akukultur secara berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dan tidak kalah pentingnya menurut FAO (2003) *dalam* Aguilar-Manjarrez et. al., (2010) untuk bergeser dari pendekatan konvensional ke pendekatan ekosistem setidaknya harus dilakukan delapan jenis perubahan sebagaimana yang diuraikan dalam skema transisi pada Gambar 1. Dari delapan aspek tersebut proses transisi pengelolaan akuakultur di Indonesia dapat dimulai dari perubahan paradigma mengenai tujuan budidaya dari sekedar orientasi produksi ke arah multi-tujuan, penerapan sistem partisipatoris dalam pendekatan masyarakat.



Gambar 1. Transisi dari pendekatan konvensional ke pendekatan ekosistem dalam pengelolaan akuakultur (Direproduksi dari : FAO, 2003 *dalam* Aguilar-Manjarrez et. al., 2010)

Kesimpulan

Studi kasus ini secara umum menunjukkan bahwa konsep EAA sangat berpotensi untuk diterapkan pada tambak-tambak udang yang dikelola secara intensif di Indonesia. Jika konsep tersebut diterapkan bahkan dapat menunjang keberlanjutan dari usaha budidaya tersebut. Konsep pengelolaan budidaya seperti BMPs dan kebijakan lokal dan nasional yang mendukung pengelolaan berkelanjutan dapat menjadi fondasi atau faktor pendukung penerapan EAA di Indonesia. Masa transisi ke pendekatan ekosistem dapat dimulai dengan merubah paradigma tujuan tunggal ‘produksi’ ke arah pendekatan multi-tujuan,

penerapan pendekatan partisipatif bagi pemangku kepentingan (stakeholders) akuakultur dan peningkatan komunikasi dan interaksi dengan sektor lainnya. Secara spesifik, indikator keberhasilan penerapan EAA khususnya untuk studi kasus PT. GGA ini, utamanya dapat dilihat dari kemampuan pengelola tambak dalam mengidentifikasi dan mengantisipasi potensi konflik. Meskipun baru merupakan studi kasus, namun jika konsep pengelolaan lahan tersebut ditularkan dan dikembangkan pada tambak-tambak yang dikelola secara intensif di Indonesia, maka tentunya akan berkontribusi nyata pada keberlanjutan teknologi budidaya tersebut.

Daftar Pustaka

- Aguilar-Manjarrez, J., Kapetsky, J. M., & Soto, D. 2010. *The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture*. Paper presented at the FAO/Rome Expert Workshop, 19-21 November 2008, Rome, Italy. 176 p.
- Boyd, C. E. (1999). *Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming*. Global Aquaculture Alliance, St. Louis, USA.
- Boyd, C. E., Lim, C., Queiroz, J., Salie, K., Wet, L. D., & McNevin, A. 2008. *Best Management Practices for Responsible Aquaculture*. Aquaculture Collaborative Research Support Program (ACRSP) and United States Agency for International Development (USAID). Alabama, USA. 47p.
- BPS-Bulukumba, 2014a. *Bulukumba dalam Angka 2014*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bulukumba. Bulukumba. 255 p.
- BPS-Bulukumba, 2014b. *Kecamatan Gantarang dalam Angka 2014*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bulukumba. Bulukumba. 55 p.
- FAO, 1995. *Code of Conduct for Responsible Fisheries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 41 p.
- FAO, 2009. *Practical Implementation of the Ecosystem Approach to Fisheries and Aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok. 96 p.
- FAO, 2010. *Aquaculture Development : 4. Ecosystem Approach to Aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations . Rome. pp.53
- Islam, M. R. 2006. *Managing Diverse Land Uses in Coastal Bangladesh: Institutional Approaches*. In C. T. Hoanh, T. P. Tuong, J. W. Gowing & B. Hardy (Eds.), *Environment and Livelihoods in Tropical Coastal Zones*: CAB International.
- Kagoo, I.E & Rajalakshmi, N., 2002. *Environmental and Social Conflicts of Aquaculture in Tamilnadu and Andhra Pradesh*. *Journal of Social and Economic Development*. 4(1): 13-26
- Yusuf, C. (2014). *Bersiap untuk Implementasi Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA) di Indonesia*. Retrieved from <http://www.wwf.or.id/?36602/Bersiap-untuk-Implementasi-Ecosystem-Approach-to-Aquaculture-EAA-di-Indonesia>

Budidaya Laut Terpadu yang Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan Berbasis Trophic Level

Tatam Sutarmat*, Rina P Astuti dan Ngurah Permana

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut Gondol
Kotak Pos 140 Singaraja 81101 Bali.

*email : tatamsutarmat@gmail.com.

ABSTRAK

Sistem budidaya berbasis *trophic level* atau *integrated multitrophic aquaculture* (IMTA) direkomendasikan untuk dikembangkan pada budidaya ikan berkelanjutan yang ramah lingkungan, karena mempunyai sejumlah keunggulan dibandingkan dengan sistem monoculture. Tujuan penelitian adalah mengembangkan sistem produksi yang lebih efisien dan bersih, menghasilkan produk yang berkualitas dan nilai tambah ekonomi lebih stabil. Lokasi penelitian ini dilakukan di teluk Pegamatan. Ikan kerapu merupakan komoditas utamanya sedangkan komoditas bertrophic level rendah yang digunakan adalah tiram mutiara, abalon dan rumput laut. Selama lima bulan masa pemeliharaan diperoleh pertambahan bobot biomassa ikan kerapu dari 281 kg menjadi 628 kg, dan total pakan yang digunakan 2.530 kg dengan beban limbah nutrient N dan P masing masing adalah 228 kg dan 39 kg. Pertambahan bobot biomassa pada abalon terjadi dari 20.7 kg menjadi 52.3 kg dengan sintasan 52 %. Pada budidaya tiram mutiara terjadi pertambahan panjang mutlak dari 2.92 cm menjadi 6.57 cm, dan pada rumput laut selama pemeliharaan 40 hari telah mengalami peningkatan bobot biomassa dari berat awal 350 kg menjadi 2.790 kg. Rumput laut yang dibudidayakan di lokasi IMTA memiliki laju penyerapan nitrogen dan fosfor masing-masing adalah 63 dan 14 mg/m² per hari yang lebih tinggi dibandingkan di luar lokasi IMTA (kontrol) masing-masing adalah 48 mg/m² dan 8 mg/m² per hari. Kepadatan fitoplankton pada radius tiram mutiara yaitu 8512 sel/L, dan yang paling kecil adalah pada radius rumput laut sebanyak 901 sel/L. Keuntungan budidaya laut terpadu selama 5 bulan yang diperoleh dari ikan kerapu, tiram mutiara, abalon dan rumput laut masing-masing sebesar Rp.22.600.000, Rp.2.449.000, Rp.7.425.000 dan Rp.1.683.000.

Kata kunci : IMTA, *Trophic level*, ikan kerapu, abalon, tiram mutiara, rumput laut.

Pendahuluan

Kegiatan budidaya laut di Indonesia menggunakan keramba jaring apung (KJA), terutama kerapu sangat menjajikan baik masa kini maupun masa mendatang, hal ini didukung oleh permintaan pasar internasional maupun lokal cukup besar. Budidaya ikan kerapu di Indonesia dengan KJA sebagai besar menggunakan sistem *monoculture* yang berarti dalam 1 unit KJA digunakan untuk memelihara satu jenis ikan. Permasalahan pada budidaya sistem *monoculture* rendahnya produktivitas, biaya tinggi, tidak efisien dan kestabilan ekosistem lebih cepat terganggu karena akumulasi sisa pakan serta sisa hasil metabolisme. Ikan kerapu merupakan tingkat komoditas tropik utama, terurainya sisa pakan yang diberikan akan menyebabkan meningkatnya kadar nitrogen dan fosfat. Kelebihan nutrient tersebut pada kadar tertentu dapat meningkatkan kesuburan perairan sehingga ekosistem menjadi tidak stabil yang pada akhirnya mengancam kelestarian budidaya (Guo, L and L.Zhongjie 2003).

IMTA adalah salah satu bentuk dari budidaya laut dengan memanfaatkan penyediaan pelayanan ekosistem oleh organisme *trofik rendah* (seperti kerang dan rumput laut) yang disesuaikan sebagai mitigasi terhadap limbah dari organisme tingkat *trofik* tinggi (seperti ikan) (White, 2007 dalam Jianguang *et al*, 2010). IMTA pertama kali diterapkan di Norwegia dengan memanfaatkan salmon, kelp dan kerang (Coppin. 2006 dalam Jianguang *et al*, 2010)..IMTA diterapkan

sebagai solusi terhadap mitigasi limbah yang dikeluarkan dalam marikultur dan peningkatan efisiensi dari pakan sehingga tidak mencemari lingkungan.

Teluk Pegametan mempunyai daya pemurnian alami (purifikasi) limbah pakan terbatas, hal ini sebagai konsekuensi dari sistem *monoculture*, sehingga akan terjadi akumulasi sisa pakan dan sisa metabolisme yang berupa unsur N dan P. Kedua unsur tersebut merupakan mineral yang dapat menstimulir pertumbuhan makro dan mikro alga yang menyebabkan terjadinya eutrofikasi. Nutrien ini merupakan suatu energi dimanfaatkan dengan sistem budidaya *multitrofik* (IMTA) dengan menggunakan alga jenis rumput laut sebagai biofilter atau pengguna mineral nitrogen (N) dan phosphor (P). Sedangkan senyawa organik digunakan oleh organisme tiram mutiara dan abalon pemakan partikel organik halus. Penelitian ini perlu dilakukan oleh karena sebagai besar lahan budidaya kerapu berupa teluk (*semi-enclosed*) termasuk teluk Pegametan, sehingga dapat digunakan sebagai model dalam pengelolaan budidaya dengan diversifikasi produk dan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem produksi yang lebih efisien dan bersih, menghasilkan produk yang berkualitas dan nilai tambah ekonomi lebih stabil.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di teluk Pegametan, Desa Sumberkima, Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng, Bali. Luas Teluk Pegametan ± 340 ha atau hampir sepertiga dari teluk Sumberkima (Hanafi *et. al.*, 2006). Kawasan budidaya terdiri dari empat jenis budidaya yang terdapat dikokalsi ini yakni budidaya ikan di KJA, budidaya tiram mutiara, implantasi karang dan rumput laut.

Komoditas utama adalah ikan kerapu dengan berat berkisar 50-75 g ditebar dalam jaring ukuran 3x3x3 meter dengan kepadatan 40 ekor/m³. Setelah ukuran 200 g ikan dipindahkan pada ukuran jaring 4x4x4 m. Ikan kerapu diberi pakan ikan rucuh sampai kenyang dengan frekuensi pemberian pakan 1 kali sehari.

Komoditas dengan *trophic level* rendah yang digunakan adalah tiram mutiara, abalon dan rumput laut. Budidaya tiram mutiara dilakukan dengan sistem *long line*. Wadah digunakan 80 buah *pocket* dengan kepadatan 24 ekor benih dengan ukuran 3-4 cm. *Pocket* digantung pada *long line* dengan kedalaman 4 meter dan berjarak 30 meter dari keramba.

Pada budidaya abalon wadah yang digunakan dirakit bingkai kawat berukuran 70 x 35 x 35 cm, talang pvc diameter 15 cm panjang 30 cm digunakan sebagai *shelter*. Wadah tersebut dimasukkan dalam kantong. Benih abalon dengan berat antara 6-15 g, panjang cangkang 6.8 -11.2 mm dan lebar cangkang 4.5-9.7mm ditebar dengan kepadatan 100 ekor per wadah yang digantung pada rakit dengan kedalaman 4 m. Pakan berupa *Gracilaria sp.* segar diberikan setiap tiga hari.

Rumput laut dibudidayakan dengan sistem *long line*. 100 g benih rumput laut sakul (*Spinossium edule*) dan rumput laut merah barong *Spinossium denticulatum* ditanam pada tiap titik. Jarak tanam antara titik sejauh 20 cm dan jarak antara tali ris adalah 1 meter dengan panjang *long line* 80 meter, dibuat sebanyak 8 jalur. *Long line* ini ditempatkan di sebelah KJA dengan jarak 120 m dari KJA. Pemeliharaan dilakukan selama 30 hari pada setiap siklusnya, dan dilanjutkan dengan siklus berikutnya dengan menggunakan metode yang sama.

Dilakukan sampling sebaran beban limbah nutrient total nitrogen (TN) dan total fosfat (TP) setiap bulan pada radius keramba (RK), radius *long line* kerang mutiara (RM), radius *long line* rumput laut (RL). Data temperature (°C), Salinitas (S), Kecerahan (T), oksigen terlarut (DO), total fosfat (TP), total nitrogen (TN), dan fitoplankton merupakan parameter dalam penelitian ini. Input dari TN dan TP dalam air dilakukan dengan analisis (%N) dan (%P) yang berasal dari pakan dan pakan yang diadsorpsi oleh ikan (retensi). Pendugaan limbah N dan P didasarkan atas kandungan N dan P dalam pakan, karkas ikan dan biomassa ikan. Beban

limbah N dan P dari keramba jaring apung dihitung dengan persamaan keseimbangan masa (*Mass Balance Equation*) yaitu:

Beban limbah nutren = Nutrien yang diberikan – Nutrien yang diadsopsi tubuh

(Guo. L , Z.Li 2003).

Penyerapan nitrogen dan fosfor pada rumput laut dapat ditentukan dengan analisis kandungan N dan P dalam rumput laut pada awal dan akhir penelitian. Laju penyerapan N dan P merupakan jumlah N dan P yang diserap oleh rumput laut per luas areal budidaya (Kitadai dan Kadowaki 2007).

Hasil dan Pembahasan

Komoditas utama ikan kerapu yang dipelihara selama lima bulan terjadi penambahan bobot biomassa dari 281 kg menjadi 628 kg dengan laju pertumbuhan spesifik (SGR) 1.50 % dan sintasan masing-masing mencapai 70 % (Tabel 1).

Tiram mutiara mengalami pertumbuhan panjang mutlak yaitu dari 2.92 cm pada tebar awal menjadi 6.57 cm selama 120 hari pemeliharaan, dengan laju pertumbuhan harian spesifik 0.70 %, dan sintasan pada akhir penelitian mencapai 24 %. Laju pertumbuhan yang didapatkan dalam penelitian ini relative sama dengan hasil penelitian sebelumnya adalah 0.63 % dan sintasan 36% di teluk Pegametan (Sutarmat & Himawan 2013). Rendahnya sintasan tersebut disebabkan oleh perubahan kondisi lingkungan dan tumbuhnya lumut serta biofiling pada longline.

Tabel 1. Keragaman budidaya laut terpadu berbasis "trophic level"

Komoditas	Biomasa awal (kg)	Biomasa akhir (kg)	SGR (%)	Sintasan (%)
Kerapu (utama)	281	628	1.50	70
Abalon	20.7	52.3	0.60	52
Rumput laut sakul	150	1.530	5.80	-
Rumput laut barong	200	1.200	9.00	-
Tiram mutiara	1.858 ekor	438 ekor	0.70	24

Keragaan budidaya abalon yang dipelihara di KJA selama masa pemeliharaan lima bulan terjadi penambahan bobot biomassa dari 20.7 kg menjadi 52.3 kg dengan dengan laju pertumbuhan harian spesifik 0.60 %, serta sintasan pada akhir penelitian mencapai 52 % (Tabel 1). Laju pertumbuhan yang didapatkan dalam penelitian ini relative sama dengan hasil penelitian sebelumnya di teluk Pegametan Bali (Sutarmat *et al.*, 2009) dan di teluk Laikang kabupaten Takalar (Giri N. A *et al.*, 2010).

Keragaan rumput laut sakul selama pemeliharaan 40 hari dari berat awal 150 kg menjadi 1530 kg. Sedangkan pada rumput laut barong selama 20 hari pemeliharaan terjadi peningkatan biomassa dari 200 kg menjadi 1260 kg. Laju pertumbuhan spesifik harian (SGR) rumput laut merah ini lebih cepat yaitu 5.8% dibandingkan dengan rumput laut hijau 6,5 %.

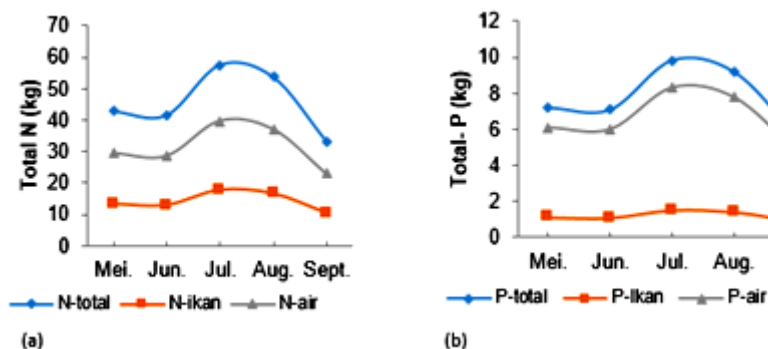
Beban limbah nutrient TN dan TP dari budidaya ikan di KJA. Selama periode pemeliharaan selama 5 bulan total pakan yang digunakan adalah 2.530 kg dengan total produksi ikan kerapu sebanyak 628 kg. Beban limbah nutrient TN dan TP dari budidaya ikan ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Budget nitrogen dan phosphorus pada budidaya ikan di KJA

Budgetnutrient	Nitrogen (kg)	Phosphorus (kg)
Nutrien dalam pakan (a)	228	39
Nutrien yang direntensikan (b)	71	6
Estimasi nutrien yang hilang (a-b)	158	33
Nutrien yang hilang kg/ton ikan	363	76

Pada Tabel 2. Terlihat bahwa total beban limbah nutrient N dan P selama periode penelitian masing-masing adalah 228 kg dan 39 kg. Dengan kandungan N dan P dalam pakan ikan rucah yang diberikan masing-masing adalah 9.14 % dan 1.54 %. Kandungan N dan P yang tersimpan dalam karkas ikan kerapu dari pakan yang dimakan masing-masing sekitar 31 % total N dan 15 % total P. Semuanya nutrient N dan P dari pakan masing-masing adalah 69 dan 85 % hilang disekeliling KJA. Dengan sistim budidaya KJA untuk memproduksi 1 kg ikan kerapu menghasilkan 0.363 kg TN dan 0.076 kg TP yang terbuang kelingkungan perairan budidaya.

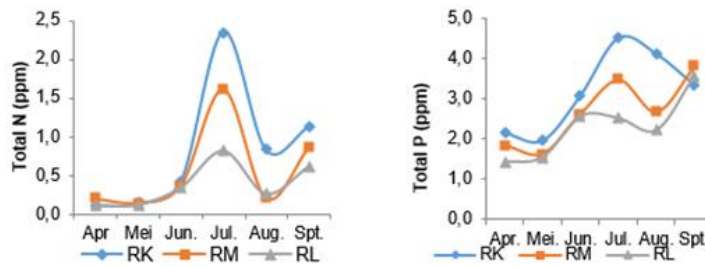
Selama periode pemeliharaan N dan P dalam pakan, direntensikan ikan, dan beban limbah di air dapat di lihat pada Gambar 1. Beban nutren N dan P meningkat dari mulai pemberian pakan sampai bulan Agustus dan bulan September akhir penelitian. Beban limbah nutrient budidaya ditentukan oleh besaran parameter produksi biomassa, jumlah pakan, proporsi pakan yang termakan, retensi nutrient, serta pencernaan. Jumlah N dan P dari pakan yang terbuang ke areal budidaya kurang lebih 85 % dari pakan yang diberikan.



Gambar 1. Input total nitrogen (TN) (a) dan total phosphor (TP) (b) dalam air dan ikan, Mei-September 2014.

Pada Gambar 2. konsentrasi N didapat di perairan dari semua lokasi sampling meningkat dari bulan April sampai bulan Juli, dan menurun pada bulan September. Kosentrasi total N mulai pada bulan Juni sampai Agustus pada stasiun RK adalah berbeda nyata (*t-test*, $P < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun RM dan stasiun RL. Radius rumput laut berbeda nyata walaupun RM lebih besar dibandingkan dengan stasiun RL. .Budidaya ikan kerapu di keramba jaring apung sebagai input N pada perairan berkurang pada radius pendederan kerang mutiara dengan jarak 30 meter dari KJA.

Perubahan konsentrasi TP dapat dilihat pada Gambar 2. Selama periode pengamatan konsentrasi TP di stasiun RK berbeda nyata (*t-test*, $P < 0.05$) lebih besar dari lokasi sampling lainnya. Total fosfor pada stasiun RM dengan stasiun RL beda nyata (*t-test*, $P < 0.05$). Pengaruh pendederan mutiara dan rumput laut berpengaruh untuk mengurangi beban loding nutrient N dan P.

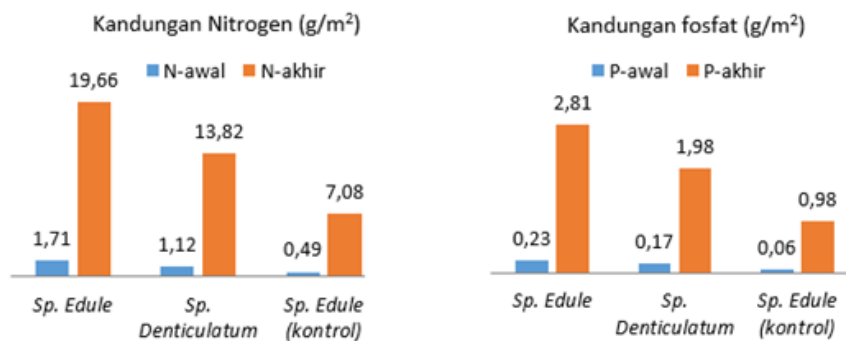


Gambar 2. Kandungan total nitrogen (TN) dan total fosfat (TP) di lokasi stasiun RK

Kandungan dan laju penyerapan nitrogen dan fosfor rumput laut.

Kandungan nitrogen pada jaringan rumput laut *Spinossium edule* (Sakul) pada hari ke 40 mencapai 19.66 g/m^2 lebih tinggi dibandingkan dengan *Spinossium edule* yang dibudidayakan diluar penelitian (kontrol) yaitu hanya mencapai 7.08 g/m^2 . Kemampuan penyerapan nitrogen oleh rumput laut *Spinossium denticulatum* (Barong) lebih kecil dari sakul (*Spinossium edule*) dimana kandungan nitrogen pada jaringan *Spinossium denticulatum* (Barong) pada hari ke 20 mencapai 13.82 g/m^2 (Gambar 3).

Kandungan fosfor pada rumput *Spinossium edule* (Sakul) yang dibudidayakan pada lokasi penelitian relative lebih tinggi dibandingkan yang di luar penelitian (kontrol) yaitu 2.81 g P m^{-2} dibandingkan dengan rumput laut yang dibudidayakan dengan di lokasi kontrol (Gambar 3). Pada rumput laut *Spinossium edule* (Sakul), kandungan total P sejumlah 2.81 gP m^{-2} , lebih tinggi dibandingkan dengan rumput laut jenis *Spinossium denticulatum* (Barong).

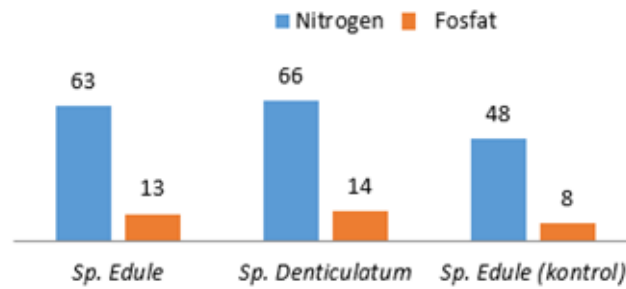


Gambar 3. Kandungan nitrogen dan fosfor rumput laut *Spinossium edule* dan *Spinossium denticulatum*

Laju penyerapan nitrogen *Spinossium edule* pada lokasi budidaya ikan memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu $63 \text{ mg/m}^2/\text{hari}$ dibandingkan di lokasi lain yaitu $48 \text{ mg/m}^2/\text{hari}$ (Gambar 4). Untuk rumput laut jenis *Spinossium denticulatum* (Barong) yaitu $66 \text{ mg/m}^2/\text{hari}$, laju penyerapan nitrogen lebih tinggi dibandingkan dengan jenis *Spinossium edule*. Rumput laut *Spinossium edule* (Sakul) dan *Spinossium denticulatum* (Barong) dibudidayakan di lokasi IMTA memiliki laju penyerapan fosfor yang lebih tinggi dibandingkan di luar lokasi kontrol. Kapasitas penyerapan fosfor rumput laut tertinggi pada jenis rumput laut barong dengan nilai $14 \text{ mg/m}^2/\text{hari}$.

Nutrien nitrogen dan fosfor merupakan faktor pembatas yang menentukan produktifitas rumput laut diberbagai lingkungan laut (Troell, *et al.* 2009). Rumput laut memiliki kemampuan untuk mengambil dan merubah nutretn terlarutdari keramba jaring apung diperairan sistim IMTA (Wang *et al.* 2012). Kandungan N pada jaringan rumput laut diperoleh lebih tinggi di bandingkan di luar sistim IMTA. Kandunga fosfor pada rumput laut yang dibudidayakan dilingkungan IMTA relative tinggi dibandingkan dengan rumput laut di luar

sistim IMTA. Hal ini tersebut diatas sangat berkorelasi dengan konsentrasi fosfor yang relative yang lebih melimpah pada lokasi IMTA.



Gambar 4. Laju penyerapan nitrogen dan fosfat rumput laut (mg/m²/hari) *Spinossium edule* (Sakul) dan *Spinossium denticulatum* (Barong)

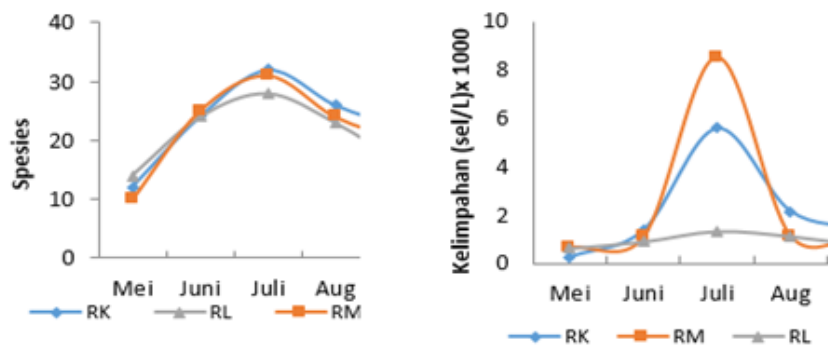
Hasil penelitian Neori *et al* (2004) menunjukkan bahwa spesies alga yang berbeda memiliki kemampuan dan menyerap nutrient (N dan P) yang berbeda pula. Selain pengaruh arus, konsentrasi nutrient, intensitas cahaya, dan bloming tanaman, keberadaan dari biofouling juga membatasi kemampuan rumput laut dalam menyerap nutrient (Troell *et al.*, 2009).

Struktur komunitas fitoplankton di perairan. Fitoplankton yang ditemukan di seluruh lokasi terdiri dari 23 genus dari 4 kelas. Keempat kelas tersebut antara lain *Bacillariophyceae* (17 genus), *Dinophyceae* (4 genus), *Cyanophyceae* (1genus), Chlorophyceae (1 genus), Adapun genus yang ditemukan pada masing-masing kelas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Genus fitoplankton yang ditemukan selama pengamatan di semua radius

Kelas	Genus
Bacillariophyciae	<i>Achinthaceae, Nitzschiaceae, Biddulphiaceae, Coscinodiscaceae, Chaetoceraceae, Naviculaceae, Tabellariaceae, Melosiraceae, Halosphaeraceae, Eucampiaceae, Leprocylindraeae, Fragilariaceae, Thalassiosiraceae, Rhizosoleniaceae, Fragilariaceae, Surirellaeceae, Skelenemaceae.</i>
Dinophyceae	<i>Ceratiaceae, Dinophysidae, Peridiniaceae, Gymrodiniaceae.</i>
Cyanophyceae	<i>Oseillatoriaceae</i>
Chlorophyceae	<i>Chlorophyceae</i>

Kepadatan total komunitas fitoplankton pada semua radius sama rata-rata adalah sebesar 669 sel/L dimana kepadatan total paling besar adalah pada klas *Bacillariophyceae* yaitu sebanyak 233 sel/L dan kelas *Dinophyceae*. yaitu sebanyak 133 sel/L, klas *Bacillariophyceae* terdiri dari 2 spesies yaitu *Thalassiosira sp.* yang memiliki kepadatan paling besar 189 sel/L dan *Dinoplonei sp.* 143 sel/L.



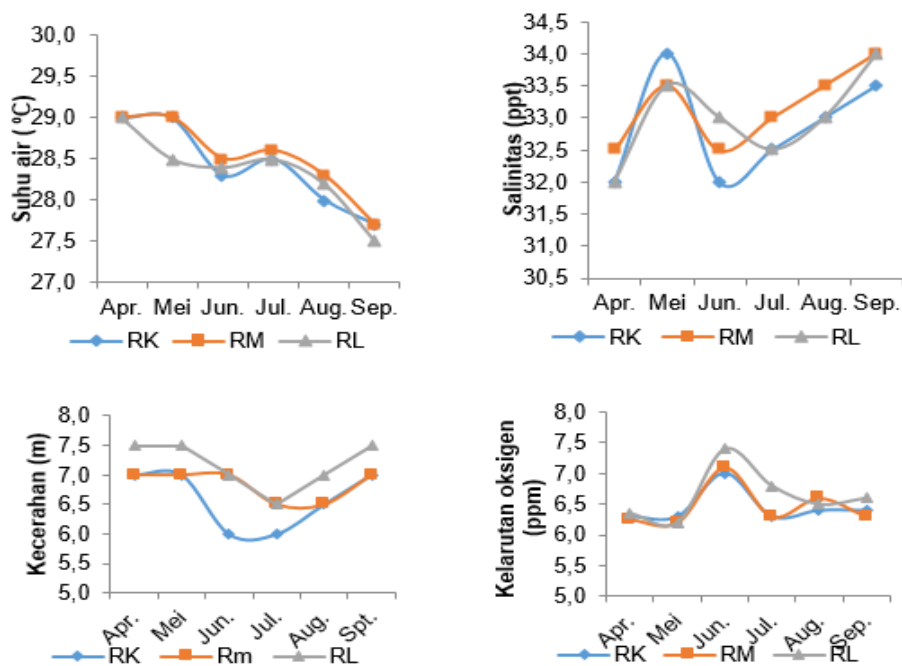
Gambar 5. Komposisi dan kepadatan komonitas fitoplankton pada perairan radius keramba(RK), tiram mutiara (RM) dan rumput laut (RL).

Kepadatan total komunitas fitoplankton pada bulan Juli fitoplankton mengalami kepadatan tertinggi. Kepadatan terbesar pada radius tiram mutiara (RM) yaitu 8512 sel/L, terdiri dari 6973 sel/L dari kelas *Bacillariophyceae*, 738 sel/L dari kelas *Dinophyceae* dan 14 sel/L dari kelas *Cyanophyceae*. Sedangkan kepadatan yang paling kecil adalah pada radius rumput laut sebanyak 901 sel/L terdiri 680 sel/L dari kelas *Bacillariophyceae*, 221 sel/L dari kelas *Dinophyceae*, 14 sel/L dari kelas *Cyanophyceae* dan 11 sel/L. Kenaikan kepadatan pada bulan ini dibandingkan dengan bulan sebelumnya di sebabkan meningkat jumlah input nutren (Gambar 1). Berbeda pada perairan radius pada budidaya tiram mutiara (RM) dengan radius budidaya rumput laut mengalami kenaikan kepadatan lebih rendah dibandingkan pada radius yang lainnya.

Selanjutnya kepadatan komunitas fitoplankton pada bulan September mengalami penurunan, total kepadatan terbesar pada radius keramba (RK) adalah sebesar 1415 sel/L terdiri dari 1336 sel/L dari kelas *Bacillariophyceae*, dan 77 sel/L dari kelas *Dinophyceae*. Sedangkan kepadatan yang paling kecil adalah pada radius rumput laut (RL) sebanyak 738 sel/L terdiri 712 sel/L dari kelas *Bacillariophyceae*, dan 26 sel/L dari kelas *Dinophyceae*. Pada bulan ini untuk kelas *Cyanophyceae* dan *Chlorophyceae*.

Kualitas air perairan

Pengukuran suhu selama penelitian menurun dari 29 °C sampai suhu 27.5 °C. (Gambar 4) Penurunan suhu perairan disebabkan oleh perubahan iklim pada bulan Mei sampai Oktober perairan dipengaruhi dinginya akibat Australia musim dingin.



Gambar 6. Peubah kualitas air pada setiap stasiun di teluk Pegametan pada bulan April hingga September 2014

Hasil pengukuran salinitas saat sampling berkisar antara 32 – 34 ‰ menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda. Kisaran nilai salinitas yang diperoleh masih tergolong dalam batas kriteria untuk budidaya perikanan yaitu berkisar 30-35 ‰. (Krisanti dan Z. Imran 2006).

Pada Gambar 3 nilai kecerahan, pada radius keramba (RK) lebih kecil dibandingkan dengan radius rumput laut (RL) Pada periode bulan Juni nilai kecerahan dari ketiga station menurun dan berbeda nyata dengan station RK. dan

sesudah Agustus radius rumput laut lebih tinggi dibandingkan dengan kedua stasiun. Turunnya kecerahan rendah menandakan kepadatan fitoplankton yang meningkat. Dimana kumpulan komunitas fitoplankton yang melayang dibadan perairan membuat penetrasi cahaya matahari kedalam perairan. Respon dari peningkatan kepadatan fitoplankton ini ditunjukkan oleh peningkatan kadar oksigen terlarut (DO) perairan dimana kadar DO meningkat hingga 7.5 ppm, dari DO awal sebesar 6.2 ppm pada radius keramba (RK), peningkatan kadar DO juga merupakan respon dari peningkatan kepadatan fitoplankton pada saat kepadatannya mengalami kepadatan tinggi. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udar bebas dan hasil fotosintesis organism yang hidup perairan tersebut (Salmin 2005).

Analisis produksi dan untung rugi budidaya terpadu berbasis IMTA.

Pada Tabel 4 pendapatan yang diperoleh dari penjualan 628.4 kg ikan kerapu dengan harga Rp 100.000/kg adalah Rp 62.840.000. Sedangkan pendapatan yang diperoleh dari penjualan komoditas ber trophik level rendah. tiram mutiara, abalone dan rumput laut adalah Rp.4.599.000; Rp.8.050.000 dan 2.720.000. Adapun keuntungan selama 6 bulan yang diperoleh dari pemasukan ikan kerapu, tiram mutiara, abalone dan rumput masing-masing sebesar Rp.22.660.000, Rp.2.449.000, Rp.7.425.000 dan Rp.1.683.000. Usaha budidaya laut terpadu berbasis IMTA lebih efisien dan bersih, menghasilkan produk yang berkualitas dan nilai tambah ekonomi lebih stabil.

Tabel 4. Analisis produksi dan untung rugi per crop (musim tanam) budidaya terpadu berbasis IMTA.

Komoditas	Produksi (kg)	Harga/kg/ekor. (Rp)	Pendapatan (Rp)	Operasional (Rp)	Keuntungan (Rp)
Ikan kerapu	628,4 kg	100.000	62.840.000	40.150.000	22.660.000
Tiram mutiara	438 ekor	10.500	4.599.000	2.150.000	2.449.000
Abalon	52,3 kg	250.000	13.075.000	5.650.000	7.425.000
Rumput laut hijau	191 kg	8.000	1.528.000	540.000	978.000
Rumput laut merah	120 kg	10.000	1.200.000	540.000	660.000
Jumlah			77.108.000	47.950.000	34.172.000

Kesimpulan

Budidaya ikan kerapu dengan disvesifikasi komoditas tingkat rendah seperti abalon, budiaya tiram mutiara dan rumput laut dapat mengurangi buangan limbah budidaya ke lingkungan perairan, sehingga dapat digunakan sebagai model dalam pengelolaan budidaya laut terpadu yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Daftar pustaka

- Giri, N.A., Sutarmat, T, Yudha, H.T.Rusdi, I. Pratja, B, dan Rahmawati R. 2010. Pembesaran abalone (*Haliotis Squamata*) di rakit dengan sistim kurungan dan penjarangan. Laporan Teknis Balai Besar Penelitian dan Pengebangan Budidaya Laut. (unpublish), 8 hal.
- Guo L, Zhongjie Li, 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China .*Aquaculture* 266 (2003) 201-212.
- Hanafi, A., W. Andriyanto, D. Syahidah, and B.Sukresno, 2006, Characteristic and carrying capacity of Kaping Bay, Buleleng Regency, Bali for marine aquaculture development, *prosidingKajian Keragaan dan Pemanfaatan Perikanan Budidaya*. p. 83-95.
- Jinguang et al. 2010. Integrated Multi Trophic Aquaculture in Sanggou Bay, China. Workpackage 3 Support the application of Integrated Multi Trophic Aquaculture Yellow Sea Fisheries Research Institute, Qingdao, China.

- Kifadai dan Kadowalis 2007. The growth Nitrogen, Fosfat uptake rate and photosynthetic rate of seaweeds culture in costal fish farm. Kagosima Uiversity.
- Neori A M, Andresoon, Neori A, A Sankar K, 2010. Ecologie Economic assessment of aquqculture options: Comparation between abalon monoculture an integrated multi trophic aquaculture of abalon and seaweed. *Aquaculture* (306); 166-126.
- Oliverria U P, and Johanson T 2012. Influence pf depth on growth of the seaweed *Gracillaria birdiae* (Rhodophyta) in a shrimp pond. *Braz, 7Aquqt. Sci Tehnoe* 16 (1) : 33-39.
- Salmim 2005. Oksigen terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen sebagai salah satu Indikator untuk menentukan kualitas perairan Oseana, *Oceanografi-LIPI Volume xxx, No.3* hal 21-26.
- Sutarmat T dan Yudha H T,. 2013. Usaha budidaya laut terpadu ikan kerapu dan tiram mutiara berbasis *trophic level*. *Proseding Seminar Nasional Tahunan X. Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian. Universitas Gajah Mada Yogyakarta. PrB 11. Hal 1 – 7.*
- Sutarmat T et.al. 2013. Keragaana pertumbuhan ikan kerapu hybrid hasil silangan antara kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dengan kerapu kertang (*Epinephelus lanceolatus*). *Proseding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balitbang KP. Jakarta*
- Sutarmat T., Yudha H T, dan Giri, N.A. 2009. Padat penebaran dan ukuran benih menentukan pertumbuhan dan sintasan benih abalone (*Haliotis Squamata*) di keramba jarring Apung. *Proseding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balitbang KP. Jakarta* hal. 27 – 33.
- Troell M, C Halling, A Nelson, A Buchman AH, Chopin T, Yarish C, Fang JG. 2009. Ecologie-eneengineering in Aquaculture. Pontensial for intregrated multi trophic aquaculture (IMTA) in marine off shore system. *Aquaculture* 297 : 1-9.
- Wang X, Olsen L M, Reitan KI, Olsen Y (2012). Discharge of nutrient astes from salmon frams environmental effect, and potential for integrated trophic aquqculture, *Aquaculture environmental interaction Vol. 2 ; 267-283.*

Konsep Kawasan Minapolitan dalam Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Nasional di Bidang Perikanan dan Kelautan di Indonesia

Yashinta Sutopo^{1)*} Ady Jufri²⁾ dan Safruddin³⁾

¹⁾ Program Studi Pengembangan Wilayah dan Kota (PWK),
Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

²⁾ Jurusan Perikanan, Universitas Andi Djemma

³⁾ Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Jurusan Perikanan FIKP,
Universitas Hasanuddin.

* e-mail: Yashintasutopo@yahoo.com.

ABSTRAK

Menteri Kelautan dan Perikanan mensyaratkan bahwa dalam rangka mendorong percepatan pembangunan sektor kelautan dan perikanan perlu dilakukan pengembangan ekonomi kelautan dan perikanan berbasis kawasan yang terintegrasi, efisien, dan berkualitas dengan konsepsi Minapolitan (PER.12/MEN/2010). Untuk itu Pemerintah telah menetapkan 179 kabupaten/kota di Indonesia sebagai Kawasan Minapolitan nasional (KEP/35/MEN/2013). Agar dapat mencapai tujuan yang diharapkan, diperlukan pemahaman yang jelas terhadap konsep Minapolitan, termasuk pula indikator pencapaian dan strategi implementasinya secara komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk mempresentasikan konsep tata ruang kawasan Minapolitan berdasarkan arahan Pemerintah, karakteristik yang membedakannya dengan kawasan tematik lainnya, dan seefektif apa kontribusinya dalam percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi nasional di bidang kelautan dan perikanan. Studi literatur yang dilakukan mencakup NSPM dan referensi lainnya yang dikeluarkan oleh Pemerintah terkait Minapolitan.

Kata kunci: Konsep minapolitan, aturan pemerintah, sektor kelautan dan perikanan

Pendahuluan

Sektor kelautan dan perikanan Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dan karenanya berpotensi pula menjadi salah satu kekuatan ekonomi nasional. Meskipun demikian, perhatian untuk pertumbuhan ekonomi sektor ini masih sangat sedikit. Penting bagi Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah untuk mendorong, memfasilitasi, dan memberikan pendampingan yang kuat untuk sektor kelautan dan perikanan agar dapat bertumbuh pesat.

Menteri Kelautan dan Perikanan RI dalam PER.12/MEN/2010 mensyaratkan bahwa dalam rangka mendorong percepatan pembangunan sektor kelautan dan perikanan maka perlu dilakukan pengembangan ekonomi kelautan dan perikanan berbasis kawasan yang terintegrasi, efisien, dan berkualitas dengan konsepsi Minapolitan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan mengoptimalkan keunggulan komparatif dan kompetitif daerah sesuai dengan eksistensi kegiatan praproduksi, produksi, pengolahan dan atau pemasaran secara terpadu, holistik, dan berkelanjutan (PER.12/MEN/2010). Pencanangan konsep Minapolitan disertai dengan penetapan peraturan perundang-undangannya untuk kesuksesan implementasinya, diantaranya: KEP.35/MEN/2013 tentang Penetapan Kawasan Minapolitan, KEP.18/MEN/2011 tentang Pedoman Umum (Pelaksanaan Konsep) Minapolitan (secara nasional) dan PER.18/MEN/2012 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Induk Pengembangan Kawasan Minapolitan.

Pengembangan kawasan dengan konsepsi Minapolitan ini juga merupakan bagian dari strategi kebijakan industrialisasi kelautan dan perikanan yang

bertujuan mewujudkan percepatan peningkatan pendapatan pembudidaya, nelayan, pengolah, pemasar, dan petambak garam dengan cara mengintegrasikan sistem produksi hulu dan hilir untuk meningkatkan skala dan kualitas produksi, produktivitas, daya saing dan nilai tambah sumber daya kelautan dan perikanan secara berkelanjutan (PER.27/MEN/2012).

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian awal berdasarkan studi literatur dalam rangka memahami secara dasar mengenai konsep kawasan Minapolitan, isu, dan tujuan yang melatarbelakangi penancangan dan pelaksanaannya di Indonesia termasuk pula karakteristik dan kebutuhan penataan ruang dan prasarananya. Studi ini dilakukan selama 3 (tiga) minggu (6 – 26 April 2015).

Penelitian lanjutan (selama 3 bulan: 15 Mei – 15 Juli 2015) akan dilakukan setelah penelitian awal ini untuk dapat lebih mengelaborasi secara komprehensif mengenai konsep pengembangan kawasan Minapolitan, termasuk indikator dan strategi keberhasilan pencapaiannya berdasarkan arahan pemerintah dan *lesson learned* dari proyek percontohan (*pilot project*) kawasan Minapolitan di Indonesia. Hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat menjadi masukan kepada pihak-pihak terkait dalam mengimplementasikan konsep ini secara nyata di lapangan.

Hasil dan Pembahasan

Konsep Minapolitan. Kata Mina berarti ikan dan Politan berarti Kota. Minapolitan adalah kota perikanan yang tumbuh dan berkembang karena berjalannya sistem dan usaha perikanan serta mampu melayani dan mendorong kegiatan pembangunan perikanan di wilayah sekitarnya, dengan ciri utama kegiatan perikanan dan pengolahan hasil ikan (KKP, 2013). PER.12/MEN/2010 mendefinisikan Minapolitan sebagai konsep pembangunan ekonomi kelautan dan perikanan berbasis kawasan berdasarkan prinsip-prinsip integrasi, efisiensi, berkualitas dan percepatan.

Sebenarnya konsep pembangunan dan pengembangan Minapolitan (kota ikan) sama saja dengan konsep kota-kota lainnya, yang membedakan hanyalah pada fokus utama pembangunannya dimana fokus Minapolitan adalah pada percepatan dan perluasan pertumbuhan pembangunan sektor kelautan dan perikanan secara maksimal. Secara detail dapat dijelaskan bahwa tujuan dilaksanakannya Minapolitan (PER.12/MEN/2010) adalah:

- a) untuk meningkatkan produksi, produktivitas, dan kualitas produk kelautan dan perikanan;
- b) untuk meningkatkan pendapatan nelayan, pembudidaya ikan, dan pengolah ikan yang adil dan merata; dan
- c) mengembangkan kawasan Minapolitan sebagai pusat pertumbuhan ekonomi di daerah.

Konsep Minapolitan adalah salah satu bentuk penataan ruang wilayah pesisir dan oleh karenanya dalam prosesnya perlu berpatokan pada UU No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. Implementasi konsep ini merupakan diantara program utama rencana tata laut nasional dengan pusat-pusat pertumbuhan yang saling bersinergis dan fungsional secara hierarki.

“Saat ini Pemerintah tengah melakukan pemetaan wilayah laut nasional dengan menyusun Rencana Tata Ruang Laut Nasional (RTRLN). Konsep pengembangan wilayah kelautan Indonesia

yang menyeluruh dan terpadu memuat pusat-pusat pertumbuhan ekonomi kelautan. RTRLN merupakan amanat dari pasal 43 ayat 1 Undang-undang Nomor 32 Tahun 2014 tentang Kelautan.” (Menteri KP Susi Pudjiastuti, 29 April 2015, Workshop Nasional Membangun Poros Maritim Dunia dalam Perspektif Tata Ruang Laut, dalam website: kkp.go.id, 2015).

Minapolitan dilakukan berdasarkan asas demokratisasi ekonomi kelautan dan perikanan pro rakyat, keberpihakan pemerintah pada rakyat kecil melalui pemberdayaan masyarakat, dan penguatan peranan ekonomi daerah dengan prinsip daerah maka bangsa dan negara kuat (PER.12/MEN/2010). Dalam perencanaan Minapolitan perlu mencakup mitigasi bencana dikarenakan letaknya yang berada di wilayah pesisir yang rentan terhadap bencana alam (misalnya abrasi, tsunami, dan lain-lain) dan bencana yang diakibatkan oleh kelalaian manusia (misalnya, pencemaran, kebakaran, dan lain-lain), termasuk pula didalamnya kesiapan rencana jalur evakuasi untuk para korban dan masyarakat sekitarnya.

Konsep Minapolitan, mengakomodir kebutuhan industrialisasi perikanan dan kelautan. Perencanaan dan pelaksanaannya bersifat dinamis untuk mengakomodir perubahan-perubahan yang terjadi misalnya dalam profil kependudukan, kapasitas sumber daya alam, intensitas pemanfaatan lahan, teknologi, kebutuhan masyarakat, dan lain-lain.

Adapun sasaran pelaksanaan Minapolitan (PER.12/MEN/2010), meliputi:

1. Meningkatkan kemampuan ekonomi masyarakat kelautan dan perikanan skala mikro dan kecil, antara lain berupa:
 - a. Penghapusan dan/atau pengurangan beban biaya produksi, pengeluaran rumah tangga dan pungutan liar;
 - b. Pengembangan sistem produksi kelautan dan perikanan efisien untuk usaha mikro dan kecil;
 - c. Penyediaan dan distribusi sarana produksi tepat guna dan murah bagi masyarakat;
 - d. Pemberian bantuan teknis dan permodalan; dan/atau
 - e. Pembangunan prasarana untuk mendukung system produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran produk kelautan dan perikanan.
2. Meningkatkan jumlah dan kualitas usaha kelautan dan perikanan skala menengah keatas sehingga berdaya saing tinggi, antara lain berupa:
 - a. Deregulasi usaha kelautan dan perikanan;
 - b. Pemberian jaminan keamanan dan keberlanjutan usaha dan investasi (*barriers*);
 - c. Penyelesaian hambatan usaha dan perdagangan (*tarif* dan *non-tarif barriers*);
 - d. Pengembangan prasarana untuk mendukung system produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran, dan
 - e. Pengembangan system insentif dan disinsentif ekspor-impor produk kelautan dan perikanan.
3. Meningkatkan sektor kelautan dan perikanan menjadi penggerak ekonomi regional dan nasional, antara lain berupa:
 - a. Pengembangan system kelautan dan perikanan berbasis wilayah;
 - b. Pengembangan kawasan ekonomi kelautan dan perikanan di daerah sebagai pusat pertumbuhan ekonomi lokal;
 - c. Revitalisasi sentra produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran sebagai penggerak ekonomi masyarakat; dan

- d. Pemberdayaan kelompok usaha kelautan dan perikanan di sentra produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran.

Kawasan Minapolitan. Kawasan adalah bagian dari wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang memiliki fungsi tertentu yang ditetapkan berdasarkan kriteria karakteristik fisik, biologi, sosial, dan ekonomi untuk dipertahankan keberadaannya (UU No. 27 Tahun 2007). Kawasan Minapolitan adalah suatu bagian wilayah yang mempunyai fungsi utama ekonomi yang terdiri dari sentra produksi, pengolahan, pemasaran komoditas perikanan, pelayanan jasa, dan/atau kegiatan pendukung lainnya (PER.12/MEN/2010). Pada skala kawasan, Minapolitan merupakan satu dari kawasan strategis kabupaten/kota dengan sektor kelautan dan perikanan sebagai pusat pertumbuhan ekonominya dan komoditas unggulannya.

Karakteristik kawasan minapolitan (PER.12/MEN/2010) adalah sebagai berikut:

- a. Suatu kawasan ekonomi yang terdiri atas sentra produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran dan kegiatan usaha lainnya, seperti jasa dan perdagangan;
- b. Mempunyai sarana dan prasarana sebagai pendukung aktivitas ekonomi;
- c. Menampung dan mempekerjakan sumberdaya manusia di dalam kawasan dan daerah sekitarnya; dan
- d. Mempunyai dampak positif terhadap perekonomian di daerah sekitarnya.

Penetapan kawasan Minapolitan memberikan kesempatan kepada provinsi atau kabupaten/kota untuk mengembangkan kegiatan terpadu dalam pembangunan perikanan berbasis kawasan (KEP.39/MEN/2011). Penetapan kawasan Minapolitan ini dilakukan secara terkoordinasi antara Pemerintah, Pemerintah Provinsi, dan Pemerintah Kabupaten/Kota. Di dalamnya kawasan tersebut, kepala daerah mengusulkan lokasi Minapolitan dimana penetapan tersebut disampaikan ke Menteri dalam rangka koordinasi dan pembinaan (PER.12/MEN/2010).

Dalam Kepmen KP No. KEP.32/MEN/2010 ditetapkan sebanyak 197 kabupaten/kota sebagai kawasan Minapolitan. Daftar ini kemudian direvisi dalam Kepmen KP No. KEP.39/MEN/2011 menjadi 223 kabupaten/kota. Dalam KEP.35/MEN/2013 daftar tersebut kembali direvisi menjadi 179 kabupaten/kota sebagai kawasan Minapolitan dengan 202 lokasi yang dibagi menjadi 145 kawasan Minapolitan berbasis Perikanan Budidaya dan 57 kawasan Minapolitan berbasis Perikanan Tangkap.

Suatu kawasan dapat ditetapkan sebagai kawasan Minapolitan apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Kesesuaian dengan Rencana Strategis, Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan/atau Rencana Zonasi Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil (RZWP-3-K) kabupaten/kota, serta Rencana Pengembangan Investasi Jangka Menengah Daerah (RPIJMD) yang telah ditetapkan;
- b. Memiliki komoditas unggulan di bidang kelautan dan perikanan dengan nilai ekonomi tinggi;
- c. Letak geografi kawasan yang strategis dan secara alami memenuhi persyaratan untuk pengembangan produk unggulan kelautan dan perikanan;
- d. Terdapat unit produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran dan jaringan usaha yang aktif memproduksi, mengolah dan/atau memasarkan yang terkonsentrasi di suatu lokasi dan mempunyai mata rantai produksi pengolahan, dan/atau pemasaran yang saling terkait;

- e. Tersedianya fasilitas pendukung berupa aksesibilitas terhadap pasar, permodalan, sarana dan prasarana produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran, keberadaan lembaga-lembaga usaha, dan fasilitas penyuluhan dan pelatihan;
- f. Kelayakan lingkungan diukur berdasarkan daya dukung dan daya tampung lingkungan, potensi dampak negatif, dan potensi terjadinya kerusakan di lokasi di masa depan;
- g. Komitmen daerah, berupa kontribusi pembiayaan, personil, dan fasilitas pengelolaan dan pengembangan Minapolitan;
- h. Keberadaan kelembagaan pemerintah daerah yang bertanggungjawab di bidang kelautan dan perikanan, dan
- i. Ketersediaan data dan informasi tentang kondisi dan potensi kawasan (PER.12/MEN/2010).

Pengembangan kawasan Minapolitan dilakukan secara terintegrasi, efisien, dan berkualitas serta mendorong percepatan peningkatan produksi, pengolahan dan/atau pemasaran (PER.12/MEN/2010).

Potensi kawasan Minapolitan sebagai kawasan wisata bahari, wisata kuliner, dan wisata sejarah / cagar budaya. Kawasan Minapolitan mengakomodir permukiman nelayan, perkembangan bisnis, perdagangan dan komersial. Dalam kawasan Minapolitan terdapat area industri perikanan dan industri lainnya, termasuk pula industri kreatif masyarakat (industri rumah tangga). Pengembangan Minapolitan didasarkan pada keunikan dan keunggulan komoditas daerah setempat. Pertumbuhan ekonomi didasarkan pada produksi sektor kelautan dan perikanan. Penataan ruang kawasan Minapolitan diarahkan untuk mengakomodir realisasi target industrialisasi kelautan dan perikanan dengan penyediaan sarana dan prasarana yang menunjang peningkatan produksi kelautan dan perikanan baik secara kuantitas maupun kualitas.

Dampak dari industrialisasi ini perlu diatasi, utamanya terkait dengan produksi limbah padat dan limbah cair, polusi, dan emisi. Mempercepat peningkatan produksi kelautan dan perikanan untuk peningkatan dan pemerataan kesejahteraan ekonomi masyarakat dan wilayah akan berdampak pada peningkatan dengan pesat pula dampak negatif tersebut pada ekosistem dan makhluk hidup di dalamnya. Konsep minapolitan karenanya perlu sepenuhnya didasarkan pada penerapan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) dimana target pencapaian pertumbuhan ekonomi harus diselaraskan dengan usaha-usaha yang kuat dan fokus pada rehabilitasi dan pelestarian kualitas lingkungan hidup dan juga keragaman dan interaksi sosial budaya masyarakat setempat.

Pengembangan kawasan Minapolitan dimulai dari pembinaan unit produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran yang terkonsentrasi di sentra produksi, pengolahan dan/atau pemasaran di suatu kawasan yang diproyeksi atau direncanakan menjadi kawasan Minapolitan yang dikelola secara terpadu (PER.12/MEN/2010).

Pengembangan kawasan Minapolitan dilaksanakan oleh Pemerintah, Pemerintah Provinsi, dan Pemerintah Kabupaten/Kota sesuai kewenangannya. Pengembangan kawasan Minapolitan dilakukan melalui:

- a. Kampanye Nasional;
- b. Menggerakkan produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran di sentra produksi unggulan pro usaha kecil;
- c. Mengintegrasikan sentra produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran menjadi kawasan ekonomi unggulan daerah menjadi kawasan Minapolitan;

- d. Pendampingan usaha dan bantuan teknis di sentra produksi, pengolahan, dan/atau pemasaran unggulan berupa penyuluhan, pelatihan dan bantuan teknis; dan
- e. Pengembangan sistem ekonomi kelautan dan perikanan berbasis wilayah (PER.12/MEN/2010).

Kebutuhan Sarana dan Prasarana Kawasan Minapolitan. Kebutuhan sarana dan prasarana kawasan minapolitan dilakukan melalui:

1. Pengembangan sarana dan prasarana perikanan tangkap, termasuk didalamnya pengembangan pelabuhan perikanan Unit Pelaksana Teknis Daerah Kabupaten/Kota yang terdiri atas fasilitas pokok, fasilitas fungsional, dan fasilitas penunjang.
2. Pengembangan sarana dan prasarana produksi perikanan budidaya, termasuk didalamnya:
 - a. Pengembangan sarana dan prasarana balai benih, unit perbenihan rakyat dan/atau hatchery skala rumah tangga, dan penyediaan induk/calon induk/benih calon induk unggul dan pakan induk unggul; dan
 - b. Pengembangan kawasan perikanan budidaya terdiri atas pembangunan/pengembangan sarana dan prasarana fisik pengembangan kawasan budidaya laut, kawasan budidaya air payau, dan kawasan budidaya air tawar, Pengembangan Unit Pos Layanan Kesehatan Ikan dan lingkungan, serta Pengembangan Unit Pelayanan Pengembangan.
3. Pengembangan sarana dan prasarana pengolahan, peningkatan mutu dan pemasaran, termasuk didalamnya:
 - a. Penyediaan/rehabilitasi sarana dan prasarana pengolahan dan peningkatan mutu meliputi penyediaan bangsal pengolahan hasil perikanan dengan Tipe C, SNI Nomor 7331:2007, rehabilitasi bangsal pengolahan hasil perikanan, penyediaan gudang beku skala kecil, penyediaan pabrik es skala kecil, penyediaan ruangan berpendingin skala kecil, rehabilitasi gudang beku, rehabilitasi pabrik es, rehabilitasi ruangan berpendingin, penyediaan peralatan pengolahan sederhana, serta penyediaan peralatan sistem rantai dingin sederhana; dan
 - b. Penyediaan/rehabilitasi sarana dan prasarana pemasaran meliputi, penyediaan depo pemasaran hasil perikanan skala kecil, rehabilitasi depo pemasaran hasil perikanan, penyediaan dan/atau rehabilitasi tempat pemasaran benih ikan, penyediaan kios mini pemasaran hasil ikan, pengadaan sarana pemasaran bergerak roda 2 (dua), penyediaan peralatan pemasaran sederhana serta rehabilitasi pasar ikan tradisional.
4. Pengembangan sarana dan prasarana pemberdayaan ekonomi masyarakat di pesisir dan pulau-pulau kecil, terdiri atas:
 - a. penyediaan sarana pemberdayaan, terdiri atas sarana air bersih, sarana penerangan energi surya, dan jalan kampung/desa;
 - b. penyediaan prasarana pemberdayaan, terdiri atas tambatan kapal/perahu, stasiun pengisian bahan bakar nelayan, dan pondok wisata, bangunan gedung untuk kegiatan pemberdayaan; dan
 - c. penyediaan sarana dan prasarana kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil yang terdiri dari gedung dan bangunan, sarana peralatan dan mesin, dan sarana pendukung lainnya untuk pengelolaan kawasan.

5. Pengembangan sarana dan prasarana pengawasan sumber daya kelautan dan perikanan, terdiri atas: penyediaan bangunan pos pengawas termasuk di perairan umum daratan;
6. Pengembangan sarana dan prasarana penyuluhan perikanan, misalnya pembangunan pos pelayanan penyuluhan perikanan;
7. Pengembangan sarana statistik kelautan dan perikanan.

Kesimpulan

Konsep Minapolitan secara umum telah tercakup dalam peraturan dan literatur yang dikeluarkan oleh Pemerintah dan perencana kota. Bahkan beberapa literatur (Norma standar Pedoman Manual, NSPM) yang dikaji dalam studi ini jelas memperlihatkan arahan secara teoritis yang menunjukkan komitmen Pemerintah untuk mengawal dan menjamin pelaksanaannya di seluruh kabupaten/kota yang ditetapkan sebagai basis Minapolitan nasional. Namun, diperlukan elaborasi dari konsep pengembangan Minapolitan yang lebih komprehensif dan detail terutama mengenai indikator dan strategi keberhasilan praktek implementasinya secara nyata di lapangan.

Konsep Minapolitan ini diharapkan akan terus dikembangkan dan dapat diimplementasikan lebih optimal melalui program dan kegiatan yang digerakkan oleh pemerintah pusat dan atau pemerintah daerah sehingga pembangunan bidang perikanan dan kelautan berbasis kawasan, yang berdaya saing untuk kesejahteraan masyarakat dapat diwujudkan.

Saran

Studi literatur masih perlu dilakukan untuk memperkaya khasanah keilmuan tentang konsep pengembangan Minapolitan atau Kota Ikan, sehingga pada tahap implementasi segala potensi perikanan dan kelautan di suatu kawasan dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat dan untuk menjaga kelestarian sumberdaya hayati perairan.

Daftar Referensi

- Badan Koordinasi Penataan Ruang Nasional (BKPRN). 2011. Buletin Tata Ruang: Mengintegrasikan dan Memperkuat Wilayah di Sepanjang Koridor Indonesia, Edisi Maret – April 2011.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan, Nomor KEP.32/MEN/2010 tentang Penetapan Kawasan Minapolitan.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan, Nomor KEP.39/MEN/2011 tentang Perubahan atas Kepmen KP No.KEP.32/MEN/2010 tentang Penetapan Kawasan Minapolitan.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP.18/MEN/2011 tentang Pedoman Umum Minapolitan.
- Menteri Kelautan dan Perikanan. 2015. Pidato dalam Workshop Nasional Membangun Poros Maritim Dunia dalam Perspektif Tata Ruang Laut. 29 April 2015. Dimuat di website: kkp.go.id. Artikel KKP Susun Rencana Tata Ruang Laut Nasional.
- Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 2002 tentang Usaha Perikanan.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 29 Tahun 2008 tentang Pengembangan Kawasan Strategis Cepat Tumbuh di Daerah.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.06/MEN/2010 tentang Rencana Strategis Kementrian Kelautan dan Perikanan sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.15/MEN/2012 (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 858).
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.12/MEN/2010 tentang Minapolitan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan, Nomor KEP.35/MEN/2013 tentang Penetapan Kawasan Minapolitan.

- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.15/MEN/2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.18/MEN/2012 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Induk Pengembangan Kawasan Minapolitan.
- Permen KP Nomor PER.33/MEN/2012 tentang Petunjuk Teknis Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Kelautan dan Perikanan Tahun 2013.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
- Undang-undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil.
- Undang-undang No. 45 Tahun 2009 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 154, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5073).