

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI
TAHUN PERTAMA**



**MODEL TEKNOLOGI ARTIFICIAL CORALREEF DAN SEED
PROTECTOR UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI DAN KUALITAS
RUMPUT LAUT SERTA DAYA DUKUNG EKOLOGI PESISIR DI
KABUPATEN BOALEMO PROVINSI GORONTALO**

TIM PENELITI

Ketua	: Dr. ADE MUHARAM, S.Pi, M.Si	NIDN: 0019036905
Anggota	: Dr. RIENY SULISTIJOWATI S. S.Pi, M.Si	NIDN: 0009107103
	RAGHEL YUNGINGER, S.Pd, M.Si	NIDN: 0026107704

UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
Agustus 2016

RINGKASAN

Terumbu karang merupakan ekosistem yang kompleks dengan karagaman biologi tinggi yang mendukung hasil perikanan dan melindungi pantai dari aksi gelombang. Keberadaan ekosistem ini diduga berinteraksi positif dengan kegiatan budidaya rumput laut dalam suatu sistem biofisik (*biophysical system*). Secara umum, tujuan penelitian ini adalah mengkaji sejauh mana pengembangan model rekayasa konservasi terumbu karang yang terintegrasi dengan model teknologi budidaya rumput laut sebagai strategi untuk meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut serta konservasi terumbu karang. Selanjutnya, model integrasi ini diharapkan dapat saling mendukung dalam meningkatkan pemberdayaan ekonomi masyarakat serta perbaikan fungsi ekosistem terumbu karang sehingga akan dicapai sistem interaksi yang saling menguntungkan antara tujuan ekonomi dan ekologi (*economy and ecological system*). Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tabulo Kecamatan Stasiun 1 Kabupaten Boalemo sebagai salah satu *cluster* pengembangan rumput laut di Provinsi Gorontalo dan akan dilaksanakan selama 2 (dua) tahun. Penelitian tahun pertama ditujukan untuk menghasilkan kesesuaian lahan budidaya rumput laut dan pengembangan teknologi *artificial coralreef* untuk meningkatkan tutupan terumbu karang. Berdasarkan metode PATTERN (*Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevant Numbers*) dan *Resiprok Indeks Diversitas* (RID) diperoleh hasil bahwa tingkat kesesuaian budidaya rumput laut di perairan laut Stasiun 1 pada tiga stasiun yang berbeda adalah Stasiun 1 menghasilkan skor 270, Stasiun 2 skornya 255, sedangkan Stasiun 3 skor kesesuaiannya adalah 215. Dengan demikian, maka lokasi yang akan digunakan sebagai lokasi penelitian adalah Stasiun 1 dengan pertimbangan bahwa lokasi tersebut lebih layak untuk dijadikan lokasi budidaya rumput laut. Selanjutnya, melalui metode LIT (*Line Intercept Transect*) atau foto kuadrat diperoleh hasil bahwa tutupan karang hidup di lokasi penelitian pada luasan 250 m² pertama (L₁) adalah 12%, sedangkan pada L₂, tutupan karang hidup mencapai 16%. Hasil pengukuran tutupan karang ini menunjukkan bahwa kondisi karang di lokasi penelitian berada dalam kondisi yang buruk, karena tutupan karang hidup berada dalam kisaran 0 – 24,9%; Sebagai upaya untuk meningkatkan tutupan karang, maka pada lokasi ini dilakukan perlakuan penanaman terumbu karang buatan sebanyak 40 media yang berukuran masing-masing 40 x 40 cm² dengan menggunakan media tumbuh tempurung kelapa. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan terumbu karang dan perubahan kualitas air. Perubahan kualitas air diukur sebanyak 5 kali sampling pada 3 titik pengukuran yang berbeda. Parameter salinitas dan pH cenderung stabil, sedangkan parameter COD, BOD dan TSS menunjukkan penurunan dan Nitrat (NO₃) cenderung meningkat. Korelasi yang kuat terdapat antara parameter Nitrat (NO₃) dengan BOD dengan nilai R² = 0,768 dan dengan salinitas R² = 0,605 serta dengan TSS R² = 0,638. Walaupun belum dapat dipastikan bahwa perubahan kualitas air di lokasi penelitian sebagai pengaruh dari keberadaan terumbu karang buatan, namun dapat diduga, bahwa terdapat informasi awal mengenai interaksi antara peningkatan tutupan karang dengan perubahan kualitas air yang lebih baik sehingga diduga akan mendukung siklus ekologi yang berkelanjutan antara teknologi budidaya rumput laut dengan ekosistem terumbu karang.

Kata kunci : terumbu karang, rumput laut, konservasi, budidaya laut, Boalemo.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : MODEL TEKNOLOGI ARTIFICIAL CORALREEF DAN SEED PROTECTOR UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI DAN KUALITAS RUMPUT LAUT SERTA DAYA DUKUNG EKOLOGI PESISIR DI KABUPATEN BOALEMO PROVINSI GORONTALO

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr ADE MUHARAM S.Pi, M.Si
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo
NIDN : 0019036905
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Budidaya Perairan
Nomor HP : 081382477669
Alamat surel (e-mail) : dhe_mcrmp@yahoo.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr RIENY SULISTIOWATI S S.Pi, M.Si
NIDN : 0009107103
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo

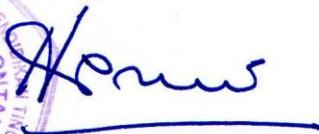
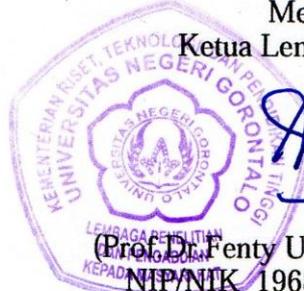
Anggota (2)
Nama Lengkap : RAGHEL YUNGINGER S.Pd, M.Si
NIDN : 0026107704
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo
Institusi Mitra (jika ada) : -
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 100.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 231.754.000,00

Mengetahui,
Dekan FPIK

(Dr. Abdul Hafidz Olli, S.Pi, M.Si)
NIP/NIK 197308102001121 001

Kota Gorontalo, 31 - 10 - 2016
Ketua,

(Dr ADE MUHARAM S.Pi, M.Si)
NIP/NIK 196903192005011001

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian


(Prof. Dr. Fenty U. Puluhulawa, M.Hum)
NIP/NIK 19680409 199303 2 001

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
Lembar Pengesahan	ii
Daftar Isi	iii
Ringkasan	iv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Luaran Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pendekatan Teoretik Penelitian	7
2.2 Peta Jalan Penelitian	8
2.3 Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut	11
2.4 Ekosistem Terumbu Karang	17
BAB III. METODE KEGIATAN	20
3.1 Lokasi Kegiatan	20
3.2 Penentuan Kesesuaian Lokasi Budidaya Rumput Laut	20
3.3 Identifikasi Ekosistem Terumbu Karang	24
3.4 Rekayasa Teknologi <i>Artificial Coralreef</i>	26
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Kesesuaian Areal Budidaya Rumput Laut	27
4.2 Pengamatan Kondisi Ekosistem Terumbu Karang	46
4.3 Pengembangan Teknologi <i>Artificial Coral Reef</i>	48
BAB V. BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN PENELITIAN	55
5.1 Anggaran Biaya	55
5.2 Jadwal Penelitian	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	61

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Gorontalo merupakan salah satu provinsi yang berada di wilayah Teluk Tomini yang memiliki potensi sumberdaya alam dan keanekaragaman hayati (*biodiversity*) pesisir dan laut yang cukup besar. Sejalan dengan upaya pemerintah dan masyarakat Provinsi Gorontalo untuk terus membangun kompetensi daerah yang unggul, maka orientasi program pembangunan perikanan Provinsi Gorontalo senantiasa diarahkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir. Salah satu komoditas yang menjadi unggulan pembangunan perikanan di Provinsi Gorontalo adalah rumput laut yang dikembangkan pada dua *cluster* wilayah pengembangan, yaitu Kabupaten Boalemo dan Kabupaten Gorontalo Utara.

Hingga tahun 2013, luasan potensi perairan laut Provinsi Gorontalo untuk kegiatan budidaya rumput laut adalah 14,250 ha, dan pemanfaatannya baru mencapai 1,090 ha atau sekitar 7,65%. Produksi total rumput laut pada tahun 2013 tercatat 103,924.21 ton, yang mengalami penurunan dibandingkan produksi tahun 2011 mencapai 118,865.00 ton (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Gorontalo, 2014). Kegiatan budidaya rumput laut sebenarnya sudah sejak lama dilaksanakan oleh masyarakat pesisir di Provinsi Gorontalo, namun demikian, hingga saat ini masih belum mampu memberikan hasil yang signifikan sebagai penopang ekonomi masyarakat.

Universitas Negeri Gorontalo (UNG) adalah salah satu Perguruan Tinggi Negeri di Provinsi Gorontalo yang merupakan mitra pemerintah dalam pengembangan dan pembangunan daerah. Melalui visi pengembangan yang akan dicapai pada tahun 2035, yaitu ***“Leading University dalam Pengembangan Budaya dan Inovasi Berbasis Potensi Regional,”*** UNG senantiasa bersemangat melakukan akselerasi pengembangan dalam berbagai bidang, serta bertekad turut andil memberikan kontribusi untuk berupaya menemukan solusi permasalahan pembangunan yang dihadapi oleh pemerintah dan masyarakat Gorontalo. Tekad ini diwujudkan dengan menetapkan salah satu Riset Unggulan UNG, yaitu ***Pengembangan Strategi Pemberdayaan Potensi Daerah Melalui Penciptaan Teknologi Tepat Guna Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat.*** Bidang unggulan riset ini sesuai dengan upaya pemerintah dan masyarakat Provinsi Gorontalo untuk terus membangun kompetensi daerah yang unggul, salah satunya adalah pengembangan budidaya rumput laut.

Terkait dengan hambatan dalam pengembangan budidaya rumput laut di Gorontalo ini, minimal terdapat dua permasalahan yang dominan, yaitu permasalahan yang

berhubungan dengan metode dalam penentuan lokasi budidaya rumput laut dan masih rendahnya inovasi teknologi budidaya yang diterapkan untuk meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut.

Permasalahan pertama, yaitu penentuan lokasi budidaya rumput laut pada umumnya ditentukan hanya dengan pertimbangan yang sifatnya umum, tanpa dilakukan penilaian kriteria kesesuaian yang lebih detail, misalnya dengan analisis biofisik dan kimia perairan laut serta keberadaan ekosistem yang berada di sekitar lokasi tersebut. Pengembangan metode penilaian kriteria kesesuaian ini sangat penting mengingat rumput laut akan tumbuh dengan baik pada habitat yang sesuai untuk pertumbuhannya. Selain kesesuaian biofisik dan kimia perairan, adanya potensi terjadinya interaksi ekologis yang bersifat simbiosis mutualisme antara rumput laut dengan ekosistem yang berada di sekitarnya juga perlu mendapat perhatian. Salah satu bentuk interaksi ekologis ini yang patut diduga terjadi adalah interaksi antara rumput laut dengan ekosistem terumbu karang.

Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kerapatan terumbu karang di lokasi budidaya rumput laut, sehingga terjadi interaksi ekologis yang saling menguntungkan antara rumput laut dengan terumbu karang. Interaksi ini merupakan interaksi yang cukup rumit, yang melibatkan siklus nutrisi di perairan. Rumput laut sebagai komoditas yang tergolong tanaman membutuhkan asupan karbondioksida (CO_2) untuk proses fotosintesis, dan juga senyawa nitrogen dalam bentuk amonia (NH_3). Kedua senyawa yang dibutuhkan ini diproduksi oleh biota laut yang tergolong hewan, salah satunya adalah terumbu karang yang merupakan koloni hewan laut. Proses metabolisme terumbu karang, seperti pada umumnya yang terjadi pada hewan, akan menghasilkan CO_2 dan NH_3 sebagai buangan yang akan dimanfaatkan oleh rumput laut yang akan menghasilkan O_2 sebagai senyawa yang diperlukan oleh terumbu karang.

Permasalahan kedua adalah metode budidaya rumput laut yang umumnya masih dilaksanakan dengan metode tradisional. Maksud tradisional di sini adalah rumput laut yang dibudidayakan hanya diikat pada tali ris di permukaan air laut tanpa diberikan perlakuan berupa perlindungan untuk mengurangi pengaruh lingkungan perairan. Kondisi rumput laut yang dibudidayakan dengan metode seperti itu kondisinya kurang baik, karena mudah ditempel oleh sedimen yang terdapat di perairan, dan berpotensi terkena penyakit ice-ice yang akan berdampak pada penurunan jumlah dan kualitas produksi. Penyakit ini timbul salah satunya sebagai akibat dari terlalu tingginya sedimentasi di perairan dan banyaknya ikan predator seperti ikan baronang (*Siganus spp.*), penyu hijau (*Chelonia midas*), bulu babi

(*Diadema sp.*) dan bintang laut (*Protoneostes*) yang menyebabkan terjadinya luka pada *thallus* rumput laut.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diduga bahwa kedua permasalahan tersebut sangat berpotensi menurunkan produksi dan kualitas rumput laut di Gorontalo. Apabila produksi dan kualitas terus-menerus mengalami penurunan, maka akan menimbulkan penurunan minat para pembudidaya untuk mengembangkan rumput laut. Kondisi ini perlu segera dicarikan solusinya, sehingga rumput laut sebagai komoditas lokal perikanan budidaya dapat mendorong peningkatan ekonomi masyarakat pesisir. Sebagai upaya untuk Pengembangan Strategi Pemberdayaan Potensi Daerah Melalui Penciptaan Teknologi Tepat Guna Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat, maka perlu mengembangkan teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

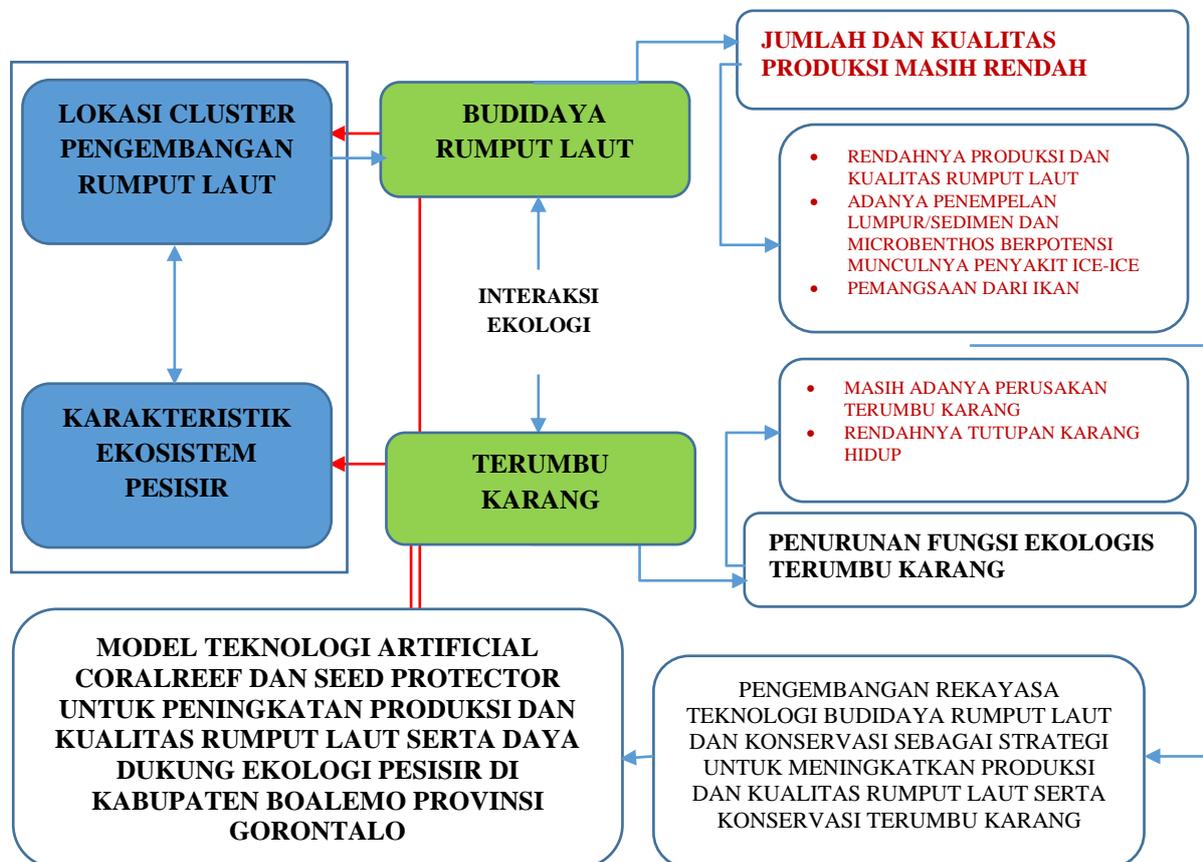
Teknologi yang dapat dikembangkan adalah teknologi *artificial coralreef* dan *seed protector*. Pengembangan teknologi *artificial coralreef* atau teknologi terumbu karang buatan ditujukan untuk meningkatkan kerapatan terumbu karang, sehingga dapat menciptakan terjadinya interaksi ekologis antara rumput laut dengan ekosistem terumbu karang yang berada di sekitar lokasi budidaya. Sementara itu, pengembangan teknologi *seed protector* ditujukan untuk memberikan perlindungan pada bibit rumput laut agar terlindung partikel yang terbawa air laut dan adanya kemungkinan gangguan dari ikan-ikan predator. Teknologi ini juga diharapkan dapat mengurangi resiko rumput laut terkena penyakit ice-ice yang seringkali menghambat produksi rumput laut.

Dengan demikian, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan teknologi rekayasa budidaya dan konservasi yang dapat saling mendukung dalam meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut serta perbaikan fungsi ekosistem terumbu karang di kawasan *cluster* pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. Apabila teknologi ini dikembangkan, maka diharapkan tercapai dua sasaran utama, yaitu peningkatan produksi dan kualitas rumput laut, dan peningkatan konservasi terumbu karang, sehingga akan tercapai peningkatan ekonomi masyarakat pesisir yang seiring dengan perbaikan fungsi ekologi, khususnya ekosistem terumbu karang secara berkesinambungan.

1.2 Rumusan Masalah

Secara garis besar, kegiatan penelitian ini akan menjawab permasalahan pokok berikut ini:

1. Bagaimana penilaian kriteria pemilihan lokasi untuk lahan budidaya rumput laut dengan pendekatan parameter biofisik dan kimia perairan laut yang sesuai.
2. Bagaimana karakteristik alami ekosistem terumbu karang yang berpotensi dapat dikembangkan secara bersamaan dengan budidaya rumput laut;
3. Bagaimana strategi pengembangan teknologi *artificial coralreef* untuk meningkatkan tutupan terumbu karang;
4. Bagaimana pengembangan rekayasa teknologi *seed protector* untuk meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut; dan
5. Bagaimana upaya mendukung Siklus Ekologi yang berkelanjutan antara teknologi budidaya rumput laut dengan ekosistem terumbu karang.



Gambar 1. Rumusan Masalah Kegiatan Penelitian

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum, tujuan kegiatan penelitian ini adalah untuk mengembangkan rekayasa teknologi budidaya rumput laut dan konservasi sebagai strategi untuk meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut serta konservasi terumbu karang. Pengembangan teknologi ini

nantinya diharapkan saling mendukung dalam meningkatkan pemberdayaan ekonomi masyarakat dan perbaikan fungsi ekosistem terumbu karang di salah satu cluster pengembangan budidaya rumput laut Provinsi Gorontalo, yaitu Kabupaten Boalemo. Sedangkan secara khusus, kegiatan penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menemukan lokasi yang sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut;
2. Mengidentifikasi karakteristik alami ekosistem terumbu karang yang berpotensi dapat dikembangkan secara bersamaan dengan budidaya rumput laut;
3. Mengembangkan teknologi *artificial coralreef* untuk meningkatkan tutupan terumbu karang;
4. Mengembangkan rekayasa teknologi *seed protector* untuk meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut; dan
5. Mendukung siklus ekologi yang berkelanjutan antara teknologi budidaya rumput laut dengan ekosistem terumbu karang.

1.4 Luaran Penelitian

Secara keseluruhan, luaran atau hasil dari penelitian ini adalah terdapatnya teknologi rekayasa budidaya dan konservasi yang dapat saling mendukung dalam meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut serta perbaikan fungsi ekosistem terumbu karang di kawasan *cluster* pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. Pengembangan dari hasil penelitian ini nantinya diharapkan akan mengarah kepada pencapaian dua sasaran, yaitu tercapainya penguatan ekonomi masyarakat pembudidaya melalui peningkatan produksi dan kualitas rumput laut serta peningkatan peran masyarakat dalam pengelolaan ekosistem terumbu karang yang dapat memberikan pengaruh nyata terhadap kelestarian sumberdaya hayati. Dengan demikian luaran dari kegiatan penelitian ini adalah:

1. Terdapatnya *cluster* budidaya rumput laut sebagai hasil pengembangan teknologi dalam penilaian kriteria pemilihan lokasi dengan pendekatan parameter biofisik dan kimia perairan laut yang sesuai;
2. Terdapatnya karakteristik alami ekosistem terumbu karang yang terdapat di cluster pengembangan budidaya rumput laut;
3. Terdapatnya teknologi terumbu karang buatan (*artificial coralreef*) dengan metode transplantasi untuk meningkatkan daya dukung dan fungsi ekologis terumbu karang terhadap kegiatan budidaya rumput laut;

4. Terdapatnya teknologi perlindungan terhadap bibit rumput laut (*seed protector*) untuk mempertahankan dan meningkatkan kelangsungan hidup rumput laut dan mengatasi timbulnya hama dan penyakit, sehingga dapat meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut;
5. Terdapatnya Siklus Ekologi yang menciptakan interaksi Sosial-Ekologi antara pengembangan budidaya rumput laut dan konservasi terumbu karang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendekatan Teoretik Penelitian

Tabel 1. Pendekatan Teoretik dari Tujuan dan Hasil Penelitian Tiap Tahun

Tujuan	Hasil	Teori Penunjang
<p><u>Tujuan Akhir Penelitian</u></p> <p>Mengembangkan model yang dapat meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut dan peningkatan konservasi terumbu karang.</p>	<p>Terdapatnya teknologi rekayasa budidaya dan konservasi yang dapat saling mendukung dalam meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut serta perbaikan fungsi ekosistem terumbu karang di kawasan cluster pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo</p>	<p>Pengembangan rekayasa teknologi, baik yang menyangkut teknologi budidaya, maupun teknologi konservasi ekosistem sangat dimungkinkan, mengingat keduanya mempunyai keterkaitan dalam hal interaksi ekologi. Interaksi ekologi diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup dan daya tahan rumput laut terhadap penyakit (Uyenco et al. 1981 dalam Yulianto dan Mira, 2009)</p>
<p><u>Tujuan Penelitian Tahun I</u></p>		
<p>Menemukan lokasi yang sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut dan yang berpotensi untuk pengembangan teknologi <i>artificial coralreef</i></p>		
<p>1. Menemukan lokasi yang sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut.</p>	<p>Terdapatnya lokasi budidaya rumput laut berdasarkan Analisis Kesesuaian Lahan</p>	<p>Parameter penting yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi kegiatan budidaya rumput laut dapat dikategorikan ke dalam parameter fisika, kimia, dan biologi (Balitbang Kelautan dan Perikanan, 2012)</p>
<p>2. Mengidentifikasi karakteristik alami ekosistem terumbu karang yang berpotensi dapat dikembangkan secara bersamaan dengan budidaya rumput laut.</p>	<p>Terdapatnya karakteristik alami ekosistem terumbu karang berdasarkan Analisis Tutupan Terumbu Karang (<i>Point Intercept Transect-PIT</i>)</p>	<p>Terumbu karang mempunyai peran utama sebagai habitat, tempat mencari makan (<i>feeding ground</i>), tempat asuhan (<i>nursery ground</i>) serta tempat pemijahan (<i>spawning ground</i>) bagi berbagai biota yang hidup di terumbu karang (Bengen, 2001). Secara umum, baik buruknya kondisi terumbu karang ditentukan oleh tinggi rendahnya nilai persentase tutupan karang hidupnya (Gomez dan Yap, 1988)</p>

3. Mengembangkan teknologi <i>artificial coralreef</i> untuk meningkatkan tutupan terumbu karang	Terdapatnya teknologi terumbu karang buatan (<i>artificial coralreef</i>) dengan metode transplantasi untuk meningkatkan daya dukung dan fungsi ekologis terumbu karang terhadap kegiatan budidaya rumput laut	Restorasi terumbu karang sangat dimungkinkan untuk mengembalikan dan meningkatkan daya dukung ekosistem (NCRI. 1999).
--	--	---

Tujuan Penelitian Tahun II

Mengembangkan rekayasa teknologi *seed protector* untuk meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut yang didukung oleh perbaikan ekosistem terumbu karang sehingga dapat tercipta Siklus Ekologi yang berkelanjutan di *cluster* pengembangan rumput laut

1. Mengembangkan rekayasa teknologi <i>seed protector</i> untuk meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut	Terdapatnya teknologi perlindungan terhadap bibit rumput laut (<i>seed protector</i>)	Upaya peningkatan produksi rumput laut tidak terlepas dari permasalahan, seperti adanya serangan penyakit, hama dan predator (Pong-Masak. dkk, 2011). Pengembangan teknologi perlindungan merupakan salah satu alternatif pemecahannya.
2. Mendukung Siklus Ekologi yang berkelanjutan antara teknologi budidaya rumput laut dengan ekosistem terumbu karang.	Terdapatnya Siklus Ekologi yang menciptakan interaksi Sosial-Ekologi antara pengembangan budidaya rumput laut dan konservasi terumbu karang.	Terumbu karang mempunyai peran ekologi dan ekonomi yang penting bagi manusia terutama dalam kegiatan perikanan (Hoegh-Guldberg 2007 dalam Muharam, 2011).

2.2 Peta Jalan Penelitian

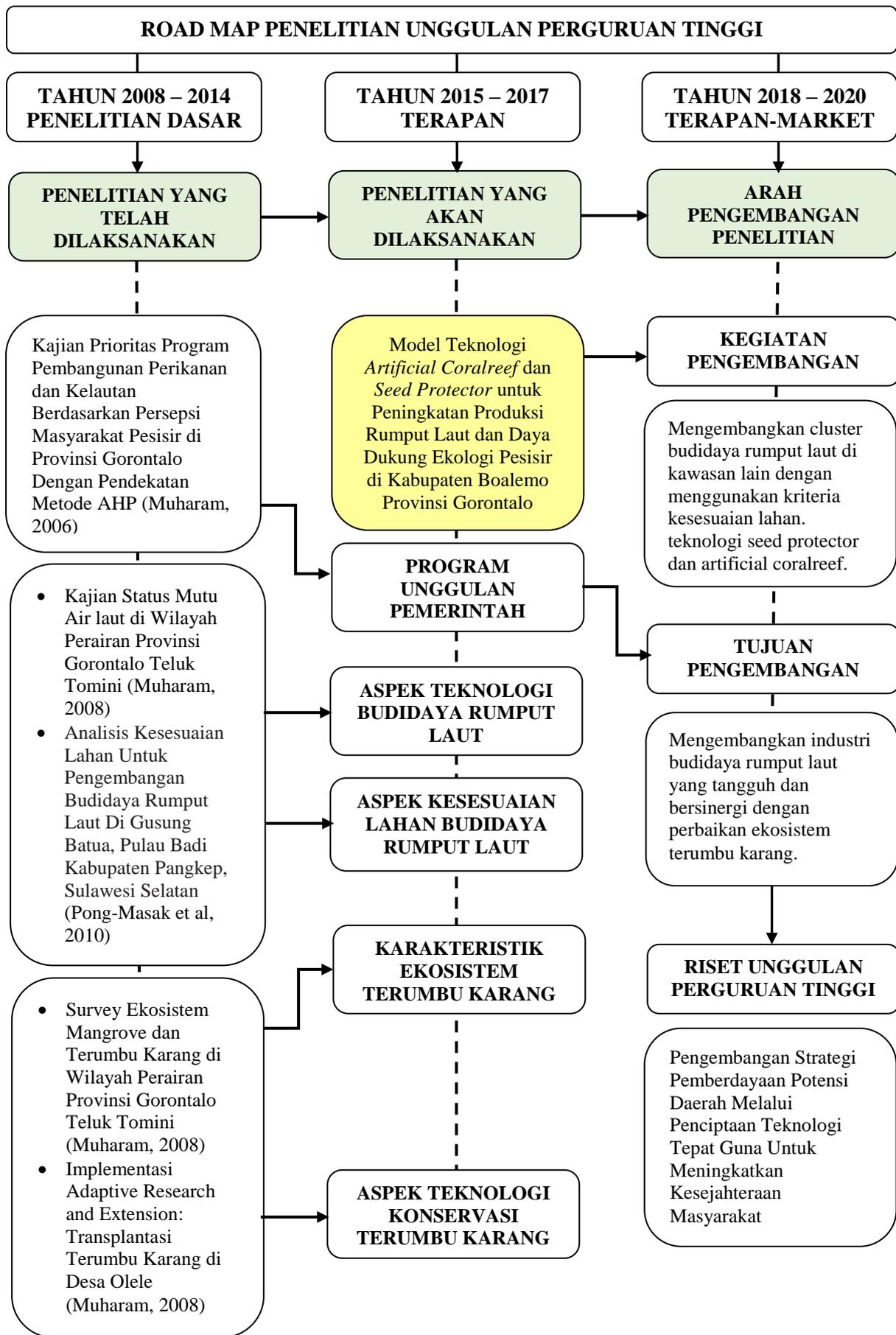
Fokus permasalahan yang diangkat dalam kegiatan penelitian ini adalah terdapatnya permasalahan dalam meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut serta masih adanya potensi kerusakan terhadap kondisi ekosistem terumbu karang. Terkait dengan usulan penelitian ini, sebelumnya, pengusul telah melaksanakan beberapa kegiatan penelitian yang terkait dengan usulan penelitian kali ini, diantaranya Kajian Prioritas Program Pembangunan Perikanan dan Kelautan Berdasarkan Persepsi Masyarakat Pesisir di Provinsi Gorontalo Dengan Pendekatan Metode AHP (Muharam, 2006) yang merekomendasikan bahwa Kabupaten Boalemo dan juga Pohnuwo sebagai salah satu wilayah yang berpotensi untuk pengembangan komoditas rumput laut. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Muharam

(2008) yang memberikan rekomendasi bahwa kondisi kualitas air laut di beberapa wilayah Teluk Tomini Provinsi Gorontalo layak untuk kegiatan budidaya laut, termasuk budidaya rumput laut. Namun demikian, untuk menentukan lokasi pengembangan budidaya rumput laut, perlu dikembangkan analisis kesesuaian sesuai dengan kriteria habitat rumput laut. Kajian kesesuaian lahan budidaya rumput ini pernah dilakukan oleh Pong-Masak et al (2010), yaitu dengan mengembangkan metode kesesuaian dengan parameter biofisik dan kimia perairan. Sebagai pengembangannya, dalam penelitian ini akan dilakukan dengan metode pembobotan kesesuaian biofisik dan habitat atau ekosistem yang berada di sekitar lokasi budidaya.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Muharam (2008), secara umum, kondisi terumbu karang di Kabupaten Boalemo berada pada tingkatan sedang sampai baik. Namun pada beberapa lokasi pengamatan terdapat kerusakan terumbu karang yang lebih banyak disebabkan oleh aktifitas manusia, seperti penggunaan bahan kimia dan bahan peledak dalam mengambil ikan. Oleh karena itu, berdasarkan Muharam (2007) direkomendasikan bahwa masih perlu dilakukan pengembangan teknologi *artificial coralreef* melalui transplantasi terumbu karang untuk membantu pemulihan kondisi ekosistem terumbu karang yang telah mengalami kerusakan. Pengembangan teknologi ini dapat dilakukan sesuai dengan karakteristik wilayah.

Berdasarkan peta jalan penelitian yang telah dilaksanakan tersebut, maka diperlukan kajian lebih mendalam dan pengembangan teknologi yang terkait budidaya rumput laut, yaitu pengembangan teknologi *seed protector* sebagai upaya untuk mempercepat laju pertumbuhan rumput laut serta melindungi bibit rumput laut dari material dan hama pengganggu. Secara bersamaan, pengembangan rekayasa teknologi konservasi terumbu karang juga perlu dikembangkan melalui teknologi *artificial coralreef* yang dapat mendukung kegiatan budidaya rumput laut serta kesinambungan ekologi pesisir.

Pada akhirnya, melalui pelaksanaan penelitiannya ini akan dihasilkan teknologi rekayasa budidaya dan konservasi yang dapat saling mendukung dalam meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut serta perbaikan fungsi ekosistem terumbu karang di kawasan cluster pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. Secara garis besar peta jalan penelitian yang menggambarkan tentang status kegiatan penelitian yang diusulkan, terhadap hasil kegiatan penelitian sebelumnya (dari pustaka dan karya sendiri) dan terhadap kemungkinan pengembangan kegiatan tersebut di masa depan beserta tujuan yang ingin dicapai diuraikan pada Gambar 2 berikut ini;



Gambar 2. Peta Jalan Penelitian

2.3 Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut

Secara morfologis rumput laut merupakan tanaman laut yang berklorofil dan berthallus, artinya tidak jelas perbedaan antara akar, batang dan daun. Perbedaan rumput laut jenis satu dengan jenis yang lainnya terletak pada thallusnya, yaitu thallus yang berbentuk bulat, pipih, gepeng, dan juga berbentuk seperti helai rambut, serta thallus uniseluler (sel satu) dan multi seluler (banyak sel) (Santosa, 2003). Menurut Anggadiredja *et al.* (2006), rumput laut termasuk golongan alga yaitu kelompok tumbuh-tumbuhan berklorofil yang terdiri dari satu atau banyak sel, berbentuk koloni, hidup diperairan yang dangkal, dengan dasar perairannya berpasir, berlumpur atau pasir. Rumput laut biasa hidup di daerah pasang surut yang perairannya jernih, dan menempel pada karang yang mati, potongan karang atau substrat lainnya baik yang berbentuk secara alamiah maupun buatan (Afrianto dan Liviawati, 1993).

Keanekaragaman jenis rumput laut di perairan Indonesia cukup tinggi, tetapi pada saat ini baru dikenal lima jenis yang bernilai ekspor tinggi, yaitu adalah *Gelidium*, *Gelidiella*, *Hypnea*, *Eucheuma*, dan *Gracilaria*. Dua jenis diantaranya sudah dibudidayakan dan berkembang di masyarakat, yaitu *Eucheuma* dan *Gracilaria* yang banyak dibudidayakan di Kepulauan Riau, Lampung, Kepulauan Seribu, Bali, Lombok, Flores, Sumba, Sulawesi, dan Madura (Sediadi dan Budihardjo, 2000).

Eucheuma cottonii atau *Kappaphycus alvarezii* adalah salah satu jenis rumput laut yang banyak telah banyak dibudidayakan di berbagai negara Asia Pasifik termasuk Indonesia. Berdasarkan data sementara statistik FAO yang dikeluarkan pada Maret 2015, produksi rumput laut Indonesia jenis *E. cottonii* pada tahun 2013 menempati urutan pertama dunia sebanyak 8,3 juta ton. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia merupakan negara produsen terbesar rumput laut dunia dan komoditas ini telah menjadi salah satu komoditas utama perikanan budidaya, yang menjadi andalan dalam peningkatan produksi perikanan, perekonomian daerah dan kesejahteraan masyarakat pesisir.

Faktor utama keberhasilan kegiatan budidaya rumput laut adalah pemilihan lokasi yang tepat. Penentuan lokasi budidaya ini juga penting dalam pengembangan budidaya rumput laut yang sering menghadapi kendala bahkan kegagalan yang disebabkan oleh kesalahan dalam menentukan lokasi budidaya. Muharam (2015) menyatakan bahwa kekurangcermatan dalam menentukan lokasi budidaya rumput laut, selain mempengaruhi produksi dan kualitas rumput laut yang dihasilkan juga akan menimbulkan potensi konflik penggunaan ruang. Secara umum pembudidaya di Provinsi Gorontalo masih menentukan lokasi budidaya berdasarkan optimasi yang subjektif, di mana data lokasi dan luasan lahan hanya sebatas perkiraan yang tidak didukung oleh hasil kajian secara ilmiah. Data dan

informasi menjadi bias dan akan berdampak pada lemahnya perencanaan, kegagalan usaha, serta tumpang tindihnya pemanfaatan ruang baik antar sektor maupun lintas sektor. Oleh karena itu, seringkali kegiatan budidaya rumput laut ini mengalami hambatan ataupun kegagalan yang disebabkan oleh kesalahan dalam menentukan lokasi.

Hal ini sejalan dengan tahapan memperkuat pembangunan kelautan dan perikanan berkelanjutan, yang minimal terdiri dari 5 tahapan untuk dapat memperoleh hasil yang optimal dan berkelanjutan (Dahuri, 2003, yaitu meliputi: (1) kegiatan inventarisasi dan pemetaan potensi sumberdaya lahan (merupakan tahapan awal yang harus dilakukan), (2) penataan ruang wilayah pesisir, (3) rencana investasi dan pengembangannya sesuai dengan peta tata ruang yang dihasilkan, (4) kebijakan/tahapan-tahapan pengelolaan, (5) menciptakan sistem usaha yang kondusif.

Terkait dengan panataan ruang pesisir dan laut, sebenarnya, budidaya rumput laut secara praktis, memungkinkan untuk dilaksanakan pada di perairan pantai yang tidak terlalu luas dan bahkan yang berdekatan dengan pemukiman penduduk, selama tidak terdapat bahan pencemar yang dihasilkan dari aktivitas di darat (Aslan, 2006). Walaupun secara lebih detail, pertumbuhan dan penyebaran rumput laut sangat tergantung dari faktor-faktor oseanografi (fisika, kimia, dan pergerakan atau dina-mika air laut) serta jenis substrat dasarnya yang terkait dengan kandungan dan pola penyebaran nutrien perairan (Anggadiredja, *et al.* 2006). Sedangkan parameter utama dari perubahan iklim yang berdampak pada sektor kelautan dan perikanan, termasuk budidaya rumput laut di antaranya yaitu perubahan suhu muka laut, perubahan pola angin dan gelombang, perubahan pola hujan, serta perubahan frekuensi El Nino dan La Nina (Radiarta *et al.*, 2013; Aldrian *et al.*, 2011).

2.3.1 Bentang Alam

Kondisi bentang alam lokasi budidaya rumput laut sangat terkait dengan aspek keterlindungan. Aspek keterlindungan ini perlu dipertimbangkan, sebab kerusakan secara fisik sarana budidaya maupun rumput laut dari pengaruh angin dan gelombang yang besar, maka diperlukan lokasi yang terlindung. Lokasi yang terlindung biasanya terletak di perairan teluk atau perairan terbuka tetapi terlindung oleh adanya penghalang atau pulau didepanya (Sunaryat, 2004).

Keberadaan pulau-pupalu kecil dan bebatuan karang pada lokasi budidaya rumput laut akan berfungsi sebagai pemecah ombak dan gelombang besar (*barrier reef*), sehingga arus menjadi relatif stabil dan tidak merusak rumput laut serta sarana budidaya. Selanjutnya Aslan (1998) menyatakan bahwa perairan harus cukup tenang, terlindung dari pengaruh angin

dan ombak yang kuat karena arus yang baik akan membawa nutrisi bagi tumbuhan, tumbuhan akan bersih karena kotoran maupun endapan yang menempel akan hanyut oleh arus.

2.3.2 Substrat Perairan

Habitat alami rumput laut *Eucheuma cottonii* adalah perairan dengan substrat keras atau padat yang memungkinkan untuk melekat pada substrat pada substrat tersebut. Substrat perairan yang berupa karang batu mati, karang batu hidup, batu gamping atau cangkang moluska, kawasan terumbu (*reef*) menjadi habitat yang cocok untuk pertumbuhan *E. Cottonii* (Aslan, 2006). Namun demikian, menurut Mudeng (2007), dalam usaha budidaya rumput laut perlu mempertimbangkan konservasi dan kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, kondisi substrat perairan sangat terkait dengan pertimbangan metode budidaya yang akan dilaksanakan. Kawasan terumbu karang dapat dijadikan lokasi penanaman rumput laut dengan menggunakan metode tali rawai, namun penggunaan tiang pancang (*patok*) dilarang untuk diterapkan pada areal ini karena akan memberi pengaruh pada kelestarian lingkungan perairan tersebut.

2.3.3 Parameter Oseanografi

A. Parameter Fisika

Beberapa parameter fisika yang mempengaruhi kesesuaian lahan budidaya rumput laut diantaranya adalah kecepatan arus, kedalaman, kecerahan, Total Solid Suspended (TSS), dan suhu perairan. Menurut Nybakken (1992), arus adalah gerakan air laut yang mengakibatkan perpindahan massa air secara horizontal dan menurut Nontji (1993) arus merupakan gerak mengalir suatu massa air yang disebabkan beberapa faktor diantaranya tiupan angin, adanya perubahan densitas air laut, adanya gerakan gelombang panjang, serta dapat pula disebabkan oleh pasang surut. Dengan adanya arus laut, maka memberikan pengaruh langsung dalam penyebaran organisme hidup dari satu tempat ke tempat lain. Oleh karena itu, menurut Dahuri (2003), kuat dan lemahnya arus laut ini akan mempengaruhi kondisi biota laut, termasuk rumput laut, terutama mempengaruhi sedimentasi terlarut dan intensitas cahaya dalam perairan (Doty, 1985).

Terkait dalam kegiatan budidaya rumput laut, arus berfungsi untuk menyuplai nutrisi, melarutkan oksigen, dan menghilangkan lumpur serta partikel sedimen yang menempel di batang rumput laut (Prud'homme van Reine and Trono, 2001). Rumput laut memperoleh nutrisi dengan cara menyerap langsung dari perairan, sehingga arus laut menjadi faktor penting dalam mempertahankan sirkulasi nutrisi yang dibutuhkan rumput laut (Dahuri,

2003). Oleh karena itu, pada lokasi yang mempunyai kecepatan arus laut yang terlalu lemah cenderung pertumbuhan rumput lautnya akan terhambat yang diakibatkan oleh rendahnya pergerakan air yang dapat membawa nutrisi bagi rumput laut serta membersihkan rumput laut dari lumpur atau pasir. Namun demikian, apabila kecepatan arus terlalu tinggi maka dapat merusak thalus rumput laut.

Kedalaman menjadi faktor penentuan lokasi budidaya rumput laut karena kedalaman berhubungan dengan daya tembus sinar matahari yang berpengaruh penting pada pertumbuhan. Menurut Indriani dan Sumiarsih (1991), kedalaman perairan yang ideal untuk budidaya rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* adalah sekitar 0.3 – 0.6 meter pada surut terendah (lokasi yang berarus kencang) untuk budidaya metode lepas dasar dan 2 – 5 meter untuk metode rakit apung, metode rawai dan metode sistem jalur. Kondisi ini untuk menghindari rumput laut mengalami kekeringan dan mengoptimalkan perolehan sinar matahari. Pertumbuhan rumput laut memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesis, untuk itu rumput laut hanya mungkin tumbuh pada kedalaman tertentu dimana sinar matahari sampai di dasar perairan. Proses fotosintesis rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* terjadi pada intensitas cahaya yang tinggi dengan suhu 20 – 28⁰C (Mubarak, 1990). *Eucheuma cottonii* spp. pada umumnya ditemukan pada daratan terumbu karang yang dangkal, dengan kedalaman 1 – 5 meter saat pasang tertinggi (Mubarak, 1981).

Banyak sedikitnya sinar matahari yang menembus ke dalam perairan sangat bergantung dari kecerahan air. Semakin cerah perairan tersebut akan semakin dalam cahaya yang menembus ke dalam perairan. Penetrasi cahaya menjadi rendah ketika tingginya kandungan partikel tersuspensi di perairan dekat pantai, akibat aktivitas pasang surut dan juga tingkat kedalaman (Hutabarat dan Evans, 2008). Rumput laut membutuhkan cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis, kurangnya cahaya yang masuk akan berpengaruh pada proses fotosintesis (Lobban and Harrison, 1997). Aslan (2006) menyatakan bahwa, rumput laut hidup optimal pada kecerahan air antara 200-500 cm. Kecerahan air dipengaruhi antara lain oleh substansi pesisir seperti karang mati, moluska, pasir dan lumpur.

Total Solid Suspended (TSS) merupakan limbah pertanian dan tambak organik dan anorganik yang berasal dari pengikisan tebing dan dasar sungai, buangan industri, bangunan rumah tangga dan tanah pertanian yang kesemuanya dapat terakumulasi dalam perairan. Padatan suspensi yang tinggi dapat mengganggu proses fotosintesis rumput laut disebabkan karena partikel-partikel tersebut dapat menutupi thalus dari rumput laut, sehingga dapat menghalangi cahaya matahari yang berperan membantu fotosintesis. Padatan tersuspensi yang baik untuk usaha budidaya laut adalah 5-25 ppm (KLH, 1988). Padatan tersuspensi

adalah bahan-bahan yang tersuspensi yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0.45 μm . Keberadaan muatan padatan tersuspensi di perairan dapat berupa pasir, lumpur, tanah liat, koloid serta bahan-bahan organik seperti plankton dan organisme lain (Effendi, 2003). Konsentrasi dan komposisi MPT bervariasi secara temporal dan spatial tergantung pada faktor-faktor fisik yang mempengaruhi distribusi MPT terutama adalah pola sirkulasi air, deposisi, dan tersuspensi sedimen. Namun faktor yang paling dominan adalah sirkulasi air (Wardjan, 2005).

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses fisiologis dan penyebaran organisme laut (Nybakken, 1992). Suhu perairan bervariasi secara horizontal sesuai dengan garis lintang dan secara vertikal sesuai dengan kedalaman perairan (Lobban and Harrison, 1997). Suhu air di permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi seperti curah hujan, penguapan, kelembaban udara, kecepatan angin dan intensitas cahaya matahari. Oleh karena itu suhu di permukaan biasanya mengikuti pola arus musiman (Nontji, 1993). Menurut Aslan (1991) suhu yang baik untuk budidaya rumput laut jenis *Euclima cottonii* berkisar antara 27°C - 30°C.

B. Parameter Kimia

Sedangkan parameter kimia yang diduga kuat mempengaruhi kesesuaian areal budidaya rumput laut antara lain salinitas, nitrat, *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*. Menurut Nybakken (1992) salinitas adalah satuan yang menunjukkan konsentrasi garam-garam terlarut dalam satu kilogram air laut dan dinyatakan dalam satuan perseribu. Selanjutnya dinyatakan bahwa dalam air laut terlarut macam-macam garam terutama NaCl, selain itu terdapat pula garam-garam magnesium, kalium dan sebagainya (Nontji, 1993). Kebanyakan makroalga atau rumput laut mempunyai toleransi yang rendah terhadap perubahan salinitas (Prud'homme van Reine and Trono, 2001). Begitu pula dengan spesies *E. cottonii* atau *K. alvarezii* merupakan jenis rumput laut yang bersifat *stenohaline*. Tumbuhan ini tidak tahan terhadap fluktuasi salinitas yang tinggi. Salinitas dapat berpengaruh terhadap proses osmoregulasi pada tumbuhan rumput laut (Aslan, 1991), salinitas yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan rumput laut, maka salinitas yang cocok untuk budidaya rumput laut jenis ini berkisar antara 30 – 37 ‰.

Nitrat (NO_3) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi bagi pertumbuhan rumput laut. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Kramer *et al.*, 1994). Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat

adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0–5 mg/L, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1–5 mg/L, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5–50 mg/L (Effendi, 2003). Kadar nitrat dan fosfat mempengaruhi reproduksi alga bila zat tersebut melimpah di perairan. Menurut Aslan (1991), kadar nitrat dan fosfat di perairan akan berpengaruh terhadap kesuburan gametofit alga. Setiap jenis alga, untuk keperluan pertumbuhannya memerlukan kandungan nitrat yang berbeda-beda. Agar fitoplankton dapat tumbuh optimal diperlukan kandungan nitrat antara 0.9 – 3.5 ppm, tetapi apabila kandungan nitrat di bawah 0.1 atau di atas 4.5 ppm maka nitrat menjadi faktor pembatas (Sulistijo, 1996).

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990). Nilai COD dapat digunakan untuk menduga tingkat pencemaran di suatu wilayah perairan, terutama pencemaran yang disebabkan oleh bahan organik. Sedangkan BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umaly dan Cuvin, 1988; Metcalf & Eddy, 1991).

C. Parameter Pencemaran

Analisis tingkat pencemaran suatu lokasi perairan dapat dilakukan melalui pengukuran kuantitatif, yaitu dengan cara kimiawi. Akan tetapi, analisis kimiawi ini membutuhkan biaya, waktu, dan tenaga yang cukup besar. Kelayakan lingkungan untuk usaha budidaya dapat diestimasi dengan pendekatan perhitungan bioindikator, yaitu dengan menghitung kelimpahan plankton yang terdapat di perairan tersebut. Plankton merupakan organisme yang sering digunakan dalam perhitungan bioindikator pencemaran perairan karena selain tidak membutuhkan biaya yang besar, juga pelaksanaannya relatif mudah, dan hasilnya cukup efektif.

Menurut Odum, 1971 plankton berperan dalam ekosistem akuatik, antara lain sebagai bagian dari rantai makanan dalam sumberdaya perikanan dan juga dapat digunakan sebagai bioindikator perubahan lingkungan. Plankton memiliki sifat kepekaan terhadap beberapa bahan pencemar, mobilitas yang rendah karena terpengaruh arus, mudah ditangkap serta memiliki sintasan yang panjang. Oleh karena itu, peran plankton dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan termasuk lahan budidaya dapat menjadi indikator kondisi ekologi terkini pada suatu kawasan tertentu.

2.4 Ekosistem Terumbu Karang

2.4.1 Ekologi Terumbu Karang

Terumbu karang adalah suatu ekosistem di perairan tropis yang dibangun oleh biota laut penghasil kapur khususnya jenis-jenis karang batu dan alga berkapur, bersama-sama dengan biota yang hidup di dasar laut lainnya seperti jenis-jenis *Moluska*, *Krustase*, *Echindermata*, *Polychaeta*, *Porifera* dan *Tunikata* serta biota lain yang hidup bebas di perairan sekitarnya termasuk jenis-jenis plankton dan jenis-jenis ikan (Sukarno, 1995). Sedangkan menurut Levinton (1988), terumbu karang adalah kumpulan bentuk yang kompak dan tersusun kokoh dari kerangka sedimen organisme bentik yang hidup di perairan laut yang hangat dengan kedalaman yang cukup cahaya, merupakan bentukan fisiografi terkonstruksi pada perairan tropik dan terutama terdiri dari kerangka kapur yang terbentuk oleh karang hermatipik.

Terumbu karang mempunyai fungsi yang sangat penting sebagai tempat memijah, mencari makan, daerah asuhan bagi biota laut dan sebagai sumber plasma nutfah. Terumbu karang juga merupakan sumber makanan dan bahan baku substansi bioaktif yang berguna dalam farmasi dan kedokteran. Selain itu terumbu karang juga mempunyai fungsi yang tidak kalah pentingnya yaitu sebagai pelindung pantai dari degradasi dan abrasi. Terumbu karang mempunyai nilai penting baik secara ekologi maupun ekonomi bagi masyarakat pesisir karena memberikan kontribusi terhadap produksi perikanan, pengembangan jasa-jasa lingkungan, perlindungan pantai, sebagai bahan bangunan, juga pengembangan ekowisata (Moberg et al. 1999 in Hoegh-Guldberg 2007).

Semakin bertambahnya nilai ekonomis maupun kebutuhan masyarakat akan sumberdaya yang ada di terumbu karang seperti ikan, udang lobster, tripang dan lain-lain, maka aktivitas yang mendorong masyarakat untuk memanfaatkan potensi tersebut semakin besar pula. Dengan demikian tekanan ekologis terhadap ekosistem terumbu karang juga akan semakin meningkat. Meningkatnya tekanan ini tentunya akan dapat mengancam keberadaan dan kelangsungan ekosistem terumbu karang dan biota yang hidup di dalamnya. Terkait dengan manfaat dalam perikanan, terumbu karang mempunyai peran yang besar sebagai habitat (*tempat tinggal*), tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat asuhan dan pembesaran (*nursery ground*) dan tempat pemijahan (*spawning ground*) bagi berbagai biota yang hidup disekitar dan atau berasosiasi dengan terumbu karang (Bengen, 2004; Burkeet. al., 2002).

Oleh karena itu, sebagai akibat dari pemanfaatan yang semakin tidak terkendali terhadap ekosistem terumbu karang ini, maka kondisi terumbu karang di Indonesia telah menunjukkan kerusakan yang cukup besar selama kurun waktu 30-40 tahun terakhir ini. Hampir 71% terumbu karang di Indonesia mengalami kerusakan yang cukup berat, yang relatif baik 22,5%, sedangkan kondisi baik hanya sekitar 6,5% (Suprihayono, 2000). Bahkan Suharsono (2015) mengemukakan bahwa kondisi terumbu karang Indonesia secara umum hanya 5 % yang berstatus sangat baik, 27,01% dalam kondisi baik, 37,97% dalam kondisi buruk, dan 30,02% dalam kondisi jelek.

Kelangsungan hidup terumbu karang dibatasi oleh beberapa faktor lingkungan. Nontji (1993) mengelompokkan faktor pembatas tersebut kedalam enam faktor, yaitu cahaya, suhu, salinitas, kejernihan air, arus dan substrat. Sedangkan Nybakken (1992) membaginya dalam lima faktor, yaitu suhu, kedalaman, cahaya, salinitas, dan faktor pengendapan. Cahaya matahari berperan penting dalam proses pembentukan terumbu karang karena cahaya matahari menentukan kelangsungan proses fotosintesis bagi alga yang bersimbiosis di dalam jaringan karang (Nybakken, 1992). Tanpa cahaya yang cukup, laju fotosintesis akan berkurang dan bersama dengan itu kemampuan karang untuk menghasilkan kalsium karbonat dan membentuk terumbu akan berkurang pula.

Berdasarkan kedalaman, ekosistem terumbu karang akan mudah tumbuh dengan baik pada perairan dengan kedalaman 25 meter atau kurang, akan tetapi tidak dapat hidup pada kedalaman 50-70 m. Penyebaran geografis terumbu karang dipengaruhi oleh suhu dan hampir semuanya hanya ditemukan pada perairan yang dibatasi oleh permukaan *isotherm* 20°C. Perkembangan terumbu karang yang optimal terjadi diperairan yang rata-rata suhu tahunannya 23°C - 25°C. Namun terumbu karang dapat mentoleransi suhu sampai 36°C - 40°C . Terumbu karang sangat sensitif terhadap perubahan salinitas yang lebih tinggi atau lebih rendah dari salinitas normal (30-35 ppt) (Nybakken, 1992). Menurut Sukarno (1995), terumbu karang dapat hidup dalam batas salinitas yang berkisar 25-40 ppt.

2.4.2 Terumbu Karang Buatan

Terumbu karang buatan atau transplantasi terumbu karang mempunyai pengertian sebagai salah satu teknik pelestarian (rehabilitasi) terumbu karang yang semakin terdegradasi dengan teknik pencangkakan. Tujuan transplantasi pada dasarnya adalah untuk pelestarian ekosistem terumbu karang. Selain itu, transplantasi terumbu karang juga berperan dalam mempercepat regenerasi terumbu karang yang telah rusak, atau membangun daerah terumbu karang yang baru yang sebelumnya tidak ada.

Anonim (2004) menyatakan bahwa terumbu buatan merupakan struktur atau kerangka yang sengaja diletakkan ke dalam laut yang ditujukan sebagai tempat berlindung dan habitat bagi organisme laut (sebagai rumpon dan penempel larva karang), atau sebagai perlindungan pantai. Selanjutnya, dinyatakan pula bahwa fungsi utama terumbu buatan adalah sebagai (1) Restorasi atau rehabilitasi fungsi-fungsi penting terumbu karang alami yang rusak, yang ada di sekitarnya; (2) Untuk menarik dan mengumpulkan organisme (ikan dan bukan ikan) sehingga upaya penangkapannya lebih mudah dan efisien; (3) Melindungi daerah penangkapan tradisional dari beroperasinya kapal pukat (*trawl*); dan (4) Membuka peluang baru bagi usaha pariwisata bahari dalam bentuk kegiatan penyelaman, *snorkeling*, pemancingan dan sebagainya.

2.4.3 Hubungan antara Kondisi Terumbu Karang dengan Kegiatan Budidaya Rumput Laut

Menurut Romadhon (2015), diduga terjadi model interaksi yang negatif antara luasan tutupan terumbu karang dengan kegiatan budidaya rumput laut. Semakin bertambahnya luasan areal untuk kegiatan rumput laut akan mendorong terjadinya pengurangan tutupan terumbu karang. Pengurangan tutupan terumbu karang tersebut merupakan akibat langsung dari pengembangan luas areal rumput laut tersebut, karena tidak jarang areal habitat terumbu karang dikonversi menjadi areal untuk penanaman rumput laut. Selain itu juga semakin luasnya areal pengembangan rumput laut tersebut maka akan berpeluang terjadinya sedimentasi yang semakin tinggi.

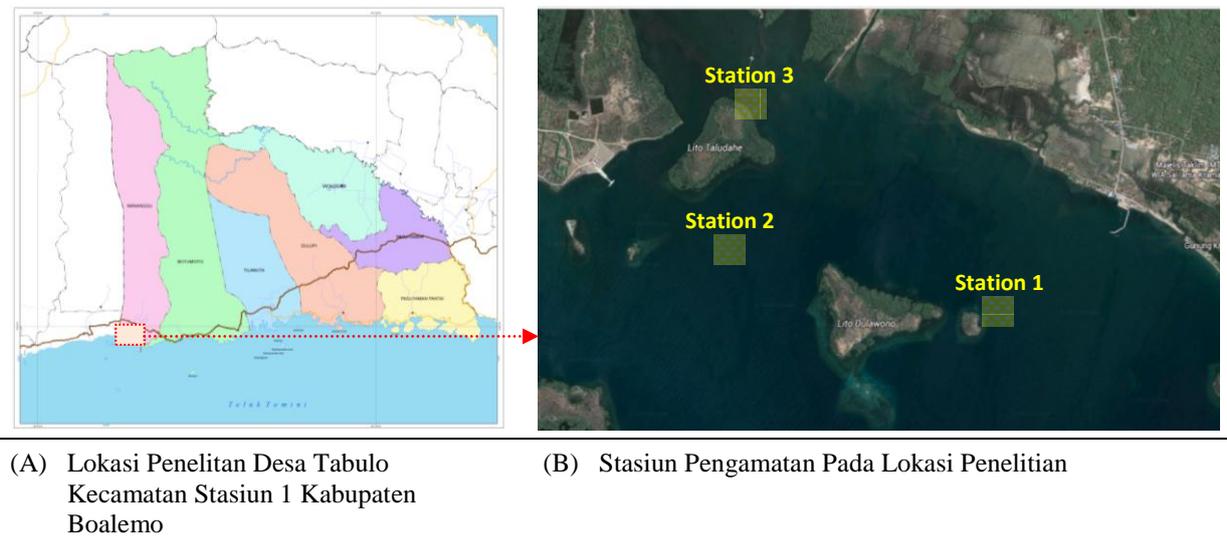
Tingginya sedimentasi akan membawa beberapa konsekuensi diantaranya (Melbourne *et al* 2011); *pertama*, bahan sedimen menutupi tubuh biota laut, terutama yang hidup di dasar perairan seperti hewan karang, yang menyelimuti sistem pernafasan. *kedua*, sedimentasi menyebabkan peningkatan kekeruhan air sehingga menghalangi penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam air dan mengganggu organisme seperti terumbu karang yang sangat tergantung pada cahaya matahari tersebut untuk kelangsungan hidupnya.

Namun demikian, interaksi negatif antara kondisi terumbu karang dengan kegiatan budidaya rumput laut ini akan berkurang bahkan berinteraksi positif, apabila kegiatan budidaya rumput laut dilakukan pada areal yang mempunyai tingkat kesesuaian yang tinggi (Muharam, 2015) dan terkendali, serta diikuti oleh kegiatan konservasi ekosistem terumbu karang (Romadhon (2015).

III. METODE KEGIATAN

3.1 Lokasi Kegiatan

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tabulo Kecamatan Stasiun 1 Kabupaten Boalemo sebagai salah satu *cluster* pengembangan rumput laut di Provinsi Gorontalo.



Gambar 3. Lokasi dan stasiun pengamatan penelitian

3.2 Penentuan Kesesuaian Lokasi Budidaya Rumput Laut

Penentuan kesesuaian lokasi budidaya rumput laut dilakukan dengan survey dan pengamatan pada 3 stasiun di lokasi penelitian. Pada setiap stasiun dilakukan pengukuran karakteristik areal dan parameter oseanografi yang dilakukan dengan cara *sampling* pada setiap stasiun dengan metode tertentu yang sesuai (Tabel 1).

Tabel 1. Parameter oseanografi dan metode pengukuran

Parameter	Metode Pengukuran
Fisika	
Kedalaman, arus, TSS, suhu perairan, dan kecerahan perairan	<ul style="list-style-type: none"> • In situ • Penentuan kecerahan perairan dilakukan dengan menggunakan alat seichi disk. Alat ini diturunkan ke dalam perairan, kemudian diukur kedalaman menghilang seichi disk. Untuk mendapatkan nilai kecerahan menggunakan rumus: $\frac{\text{Kedalaman Menghilang seichi disk (m)}}{\text{Kedalaman perairan (m)}} \times 100 \%$
Kimia	
pH air, salinitas,	<ul style="list-style-type: none"> • In situ • Sampel air laut diambil menggunakan botol sampling pada permukaan laut.

COD, BOD,
dan nitrat

Sampel air yang terambil kemudian diukur, salinitas, dan pH-nya dengan menggunakan *Water Quality Checker*.

- Sedangkan pengukuran sampel air parameter COD, BOD dan Nitrat dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo.

Biologi

Kelimpahan
plankton

- Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan menggunakan plankton net ukuran 25µm, 55µm dan 100 µm. Volume air tersaring dihitung dengan menggunakan flowmeter. Kemudian sampel plankton tersebut dikumpulkan pada botol sampel dan diawetkan dengan larutan lugol (1%).
- Sedangkan perhitungan Kelimpahan Plankton dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas MIPA UNG.

Data hasil pengukuran di lokasi penelitian yang terdiri dari data oseanografi dan data kualitas air, serta data pencemaran yang digambarkan dari kelimpahan plankton, dianalisis dengan dua metode, yaitu:

- Metode PATTERN (*Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevant Numbers*).** Suatu metode yang diterapkan untuk memecahkan masalah melalui penentuan skor/bobot pada setiap kategori di setiap faktor dari kondisi Bentang Alam dan Substrat Dasar Perairan, Parameter Fisika, Kimia dan Biologi Perairan (Radiarta *et al.*, 2004).
- Metode RID (*Resiprok Indeks Diversitas*).** Suatu metode untuk mengukur tingkat pencemaran perairan melalui pendekatan indeks diversitas plankton, yaitu nilai dari Simpson (Odum, 1963) berdasarkan rumus, sebagai berikut:

$$(1 - D) = 1 - \sum (n_i)^2 / N^2$$

di mana:

1-D = Resiprok Indeks Diversitas (RID)
Simpson

N = Jumlah individu masing-masing spesies

N = Jumlah total individu

Tingkat Pencemaran:

Ringan RID = > 0.8

Sedang RID = 0.6 – 0.8

Berat RID = < 0.6

Pada analisis kesesuaian ini, setiap factor ditentukan dengan angka skor, dan total skor dihitung dari jumlah pembobotan dari setiap skor kategori. Bobot tersebut ditentukan berdasarkan ketergantungan dari setiap factor sesuai dengan tujuan kesesuaian yang nilai bobotnya berdasarkan studi pustaka untuk digunakan dalam penilaian atau penentuan tingkat kesesuaian lahan. Parameter yang dapat memberikan pengaruh lebih kuat diberi bobot lebih tinggi dari pada parameter yang lebih lemah pengaruhnya. Klasifikasi ini digunakan untuk

menilai kesesuaian atas dasar pemberian skor pada parameter pembatas kegiatan budidaya rumput laut.

Penilaian secara kuantitatif terhadap tingkat kelayakan lahan dilakukan dengan metode skoring dan pembobotan. Bobot yang besar diberikan kepada peubah yang mempunyai pengaruh dominan serta relative tidak dapat diubah (sifatnya permanen) terhadap peruntukan wilayah tersebut, sebaliknya peubah yang kurang dominan diberi bobot yang lebih kecil. Penentuan bobot hasil pengukuran analisis PATTERN dan RID ini mengacu pada referensi dan panduan mengenai kesesuaian lahan untuk kegiatan budidaya rumput laut, yaitu Radiarta et al. (2004); Utojo et al., 2007; Kepmen No. 51/MENKLH/2004; LAPAN (2004); Effendy (2003), dan KKP (2010).

Tabel 2. Matriks Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut (**Sumber:** Modifikasi berbagai referensi dan panduan)

Parameter	Pustaka	Bobot (%)	Skoring
Bentang Alam dan Dasar Perairan			
Keterlindungan			
Terlindung	Radiarta et al. (2004); KKP (2010)	20	3
Cukup Terlindung			2
Terbuka			1
Substrat Dasar Perairan			
Pasir/Pecahan Karang	Radiarta et al. (2004); KKP (2010)	15	3
Pasir Berlumpur			2
Berlumpur			1
Parameter Fisika			
Kecepatan Arus (m/detik)			
20 – 30	Radiarta et al. (2004); Utojo et al., 2007; Kepmen No. 51/MENKLH/2004; KKP (2010)	5	3
31 – 40			2
< 20 dan > 40			1
Kedalaman (m)			
3 – 10	Radiarta et al. (2004); Utojo et al., 2007; Kepmen No. 51/MENKLH/2004; KKP (2010)	10	3
11 – 15			2
< 3 dan > 15			1
Kecerahan (m)			
> 3	Radiarta et al. (2004); Utojo et al., 2007; Kepmen No. 51/MENKLH/2004; KKP (2010)	5	3
1 – 3			2
< 1 dan > 3			1
TSS (ppm)			
< 25	Utojo et al., 2007; Kepmen No. 51/MENKLH/2004; KKP (2010)	5	3
25 – 50			2
> 25			1

Suhu (°C)			
28 – 30	Utojo et al., 2007; Kepmen No. 51/MENKLH/2004; KKP (2010)	5	3
26 - 27 atau 30 – 33			2
< 26 atau > 33			1
Parameter Kimia			
Salinitas (ppt)			
32 – 34	Utojo et al., 2007; KKP (2010)	10	3
28 – 31			2
< 28 dan > 34			1
Nitrat (ppm)			
0,9 - 3,5	Utojo et al., 2007; Kepmen No. 51/MENKLH/2004; KKP (2010)	5	3
0,1 - 0,9 atau 3,6 - 4,5			2
< 0,1 atau > 4,5			1
pH			
7 - 8,5	Utojo et al., 2007; Kepmen No. 51/MENKLH/2004; KKP (2010)	5	3
6,5 - 7 atau 8,5 - 9,5			2
< 6,5 atau > 9,5			1
COD (ppm)			
< 20	Effendy (2003); KKP (2010)	5	3
20 – 200			2
> 200			1
BOD (ppm)			
< 2,5	LAPAN (2004); KKP (2010)	5	3
2,5 - 4,5			2
> 4,5			1
Parameter Biologi			
Pencemaran (ind/ml)			
Rendah	Radiarta et al. (2004); KKP (2010)	5	3
Sedang			2
Tinggi			1
Jumlah Bobot		100	

Analisis secara kuantitatif ditentukan dengan menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$Y = \sum a_i \cdot X_n$$

di mana:

Y = Nilai akhir
a_i = Faktor pembobot
X_n = Nilai kesesuaian lahan

Tingkat Kesesuaian:

Kesesuaian tinggi (S1) Y = 250 – 300
Kesesuaian sedang (S2) Y = 200 – 250
Kesesuaian rendah (S3) Y = 150 – 200
Tidak sesuai (N) Y = 100 – 150

Tingkat kesesuaian perairan yang terdeteksi selama survey dikategorikan ke dalam kriteria

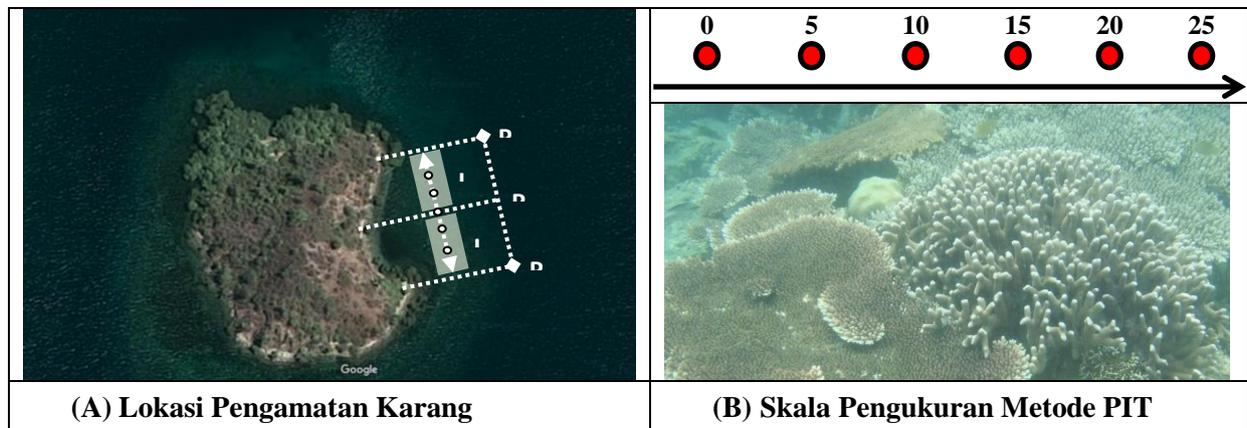
- **Kesesuaian tinggi (S1)**; yaitu apabila lahan atau kawasan yang sangat sesuai untuk budidaya rumput laut tanpa adanya faktor pembatas yang berarti atau memiliki faktor pembatas yang bersifat minor dan tidak akan menurunkan produktifitasnya secara nyata.
- **Kesesuaian sedang (S2)**; yaitu apabila lahan atau kawasan mempunyai faktor pembatas yang agak serius atau berpengaruh terhadap produktifitas budidaya rumput laut. Didalam pengelolaannya diperlukan tambahan masukkan teknologi dari tingkatan perlakuan.
- **Kesesuaian rendah (S3)**; areal mempunyai pembatas yang cukup berarti sehingga perlu dipertimbangkan lebih teliti mengenai penempatannya karena potensi untuk berinteraksi secara negatif dengan zona pemanfaatan lainnya.
- **Tidak sesuai (N)**. Tidak Sesuai, yaitu lahan atau kawasan yang tidak sesuai untuk budidaya rumput laut karena mempunyai faktor pembatas yang berat yang bersifat permanen.

3.3 Identifikasi Ekosistem Terumbu Karang

Identifikasi terumbu karang dilakukan pada titik di lokasi penelitian yang mempunyai tingkat kesesuaian untuk kegiatan budidaya rumput laut tertinggi. Identifikasi ini dilakukan dengan menggunakan metode *Point Intercept Transect* (PIT). Metode PIT ini, merupakan salah satu metode yang dikembangkan untuk memantau kondisi karang hidup dan biota pendukung lainnya di suatu lokasi terumbu karang dengan cara yang mudah dan dalam waktu yang cepat (Hill & Wilkinson, 2004). Metode ini dapat memperkirakan kondisi terumbu karang di daerah berdasarkan persenutupan karang batu hidup dengan mudah dan cepat. Secara teknis, metode *Point Intercept Transect* (PIT) adalah cara menghitung persenutupan (% cover) substrat dasar secara acak, dengan menggunakan tali bertanda di setiap jarak tertentu.

Metode ini cukup mudah dilakukan, tidak memerlukan keahlian khusus, hasilnya cepat dan dapat meliputi area yang luas dalam waktu yang relatif singkat. Tahapan pelaksanaan metode ini adalah dimulai dengan membentangkan tali sepanjang 25 meter sebagai line transect yang menjadi patokan bagi pengamatan terumbu karang di daerah tersebut. Selanjutnya pengamatan dilakukan pada setiap selang 5 meter atau 10 meter, tergantung situasi perairan pada saat pengamatan dilakukan. Pada setiap selang tersebut

dilakukan pengamatan dan pencatatan mengenai jenis terumbu karang, perkiraan jumlah atau kerapatannya, serta bentuk-bentuk lain yang terlihat berasosiasi dengan terumbu karang.



Gambar 4. Pencatatan data komunitas karang dengan metode PIT.

Penggolongan komponen dasar komunitas karang berdasarkan metode PIT dan kode-kodenya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Komponen dasar metode PIT dan kodenya

Kategori	Kode	Keterangan
<i>Dead Coral</i>	DC	Karang mati yang masih berwarna putih
<i>Dead Coral Alga</i>	DCA	Karang mati yang warnanya berubah karena ditumbuhi alga filamen
<i>Acropora</i>	AC	Karang <i>Acropora</i>
<i>Non Acropora</i>	NA	Karang <i>Non-Acropora</i>
<i>Soft Coral</i>	SC	Karang bentuk lunak
<i>Rubble</i>	R	Patahan karang bercabang (mati)
<i>Rock</i>	RK	Substrat dasar yang keras (cadas)
<i>Sand</i>	S	Pasir
<i>Silt</i>	SI	Pasir Lumpur yang halus
<i>Alga</i>	A	Jenis-jenis <i>Makro Alga</i>

Sumber: English et al. 1997; Manuputty dan Djuwariah (2009) dalam Salim (2011)

Persen tutupan karang hidup ditentukan dengan rumus:

$$Tk = \frac{A}{B} \times 100$$

di mana:

Tk = Persen tutupan koloni karang hidup (%)
 A = Luas total karang hidup (cm²)
 B = Luas total permukaan luar terumbu buatan (cm²)

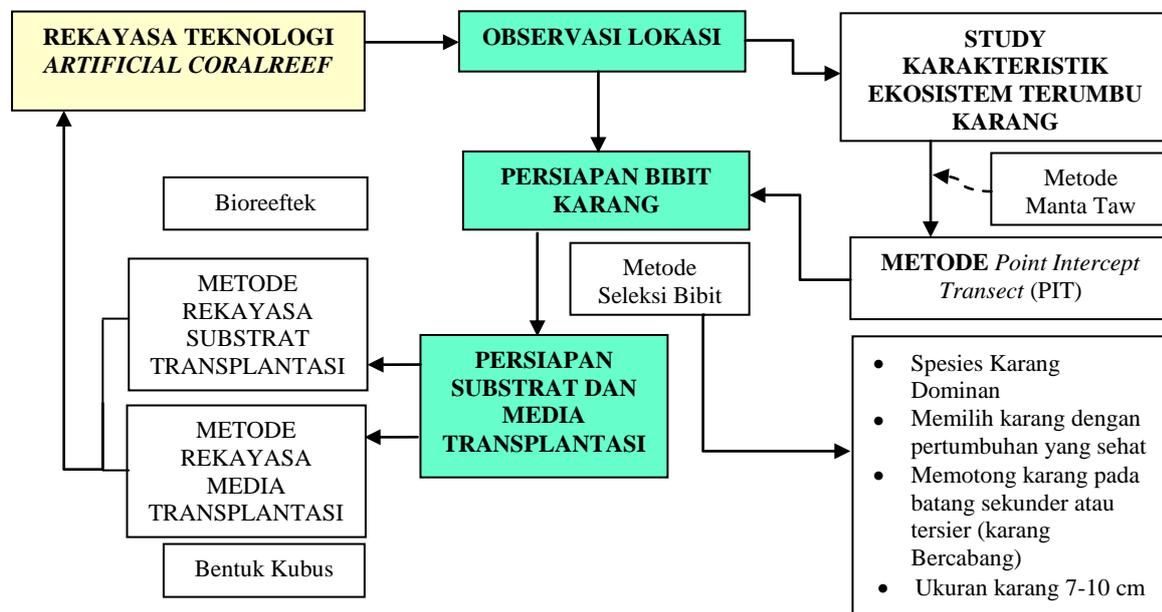
Kriteria Tutupan Karang (Gomez dan Yap 1988)

0-24,9% Hancur/Rusak
 25-49,9% Sedang
 50-74,9% Baik
 75-100% Sangat Baik

3.4 Rekayasa Teknologi Artificial Coralreef

Metode rekayasa teknologi *artificial coralreef* yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengadopsi teknologi karang buatan sistem Bioreeftek yang sebelumnya telah dikembangkan Balai Penelitian dan Observasi Laut (BPOL). Teknologi bioreeftek ini dikembangkan dengan memanfaatkan banyaknya pohon kelapa yang tumbuh di kawasan pesisir. Bahan utama dari Bioreeftek adalah tempurung kelapa, yang nantinya akan dijadikan sebagai media perekrutan hewan karang individu baru. Dengan memperhatikan kemudahan dalam menggunakan bahan lokal, maka dalam penelitian ini digunakan metode Bioreeftek dengan media terbuat dari beton. Walaupun terlihat sederhana, namun desain terumbu buatan ini dipilih tanpa mengabaikan pertimbangan aspek teknisnya.

Secara lengkap tahapan metode pengembangan Bioreeftek dengan media beton yang digunakan dalam penelitian ini digambarkan pada diagram Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Alur Metodologi Penelitian Rekayasa Teknologi Artificial Coralreef

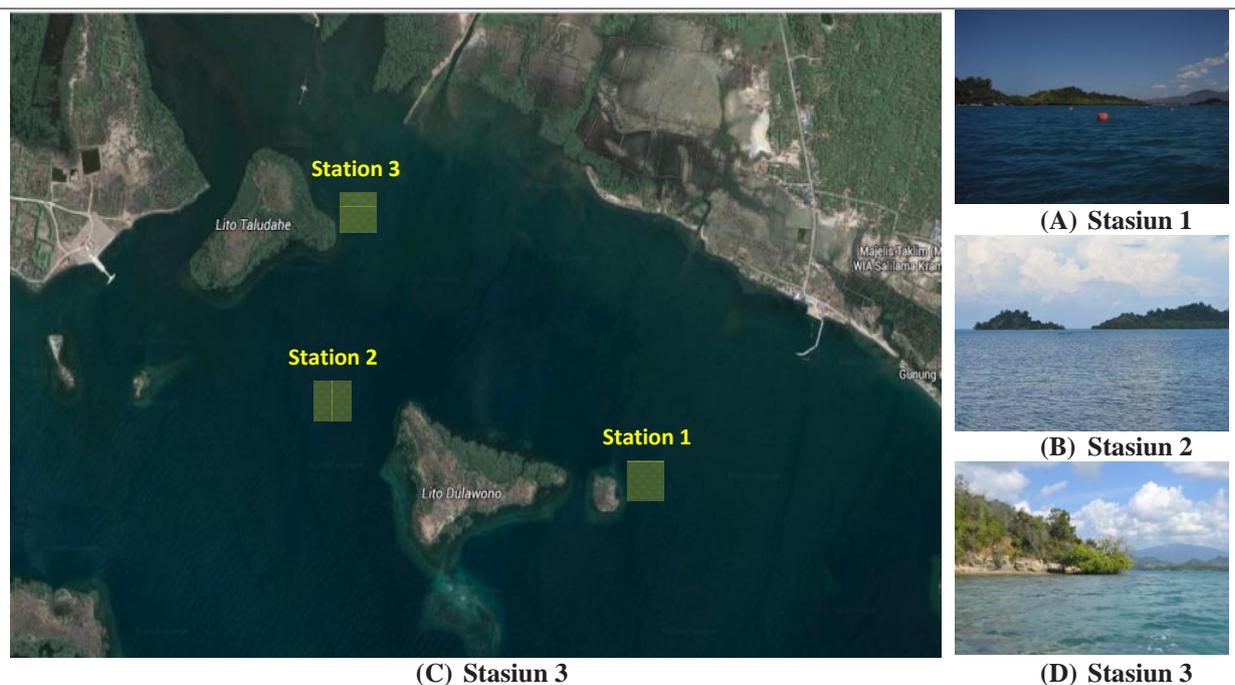
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kesesuaian Areal Budidaya Rumput Laut

4.1.1 Bentang Alam dan Dasar Perairan

A. Keterlindungan

Kerlindungan dimaksudkan untuk menghindari kerusakan fisik sarana budidaya laut, maka diperlukan lokasi yang terlindung dari pengaruh angin dan gelombang yang besar. Lokasi yang terlindung biasanya didapatkan di perairan teluk atau perairan terbuka tetapi terlindung oleh adanya penghalang atau pulau di depannya. Perairan untuk kegiatan budidaya rumput laut harus terlindung dari hempasan langsung ombak yang kuat. Bagian lokasi perairan yang menghadap ke laut lepas sebaiknya terdapat karang penghalang (*barrier reef*) atau karang tepi (*fringing reef*) yang berfungsi sebagai pemecah ombak, sehingga dapat melindungi tanaman di lokasi budidaya dari kerusakan karena ombak.



Gambar 6. Kondisi bentang alam pada tiap stasiun di lokasi penelitian

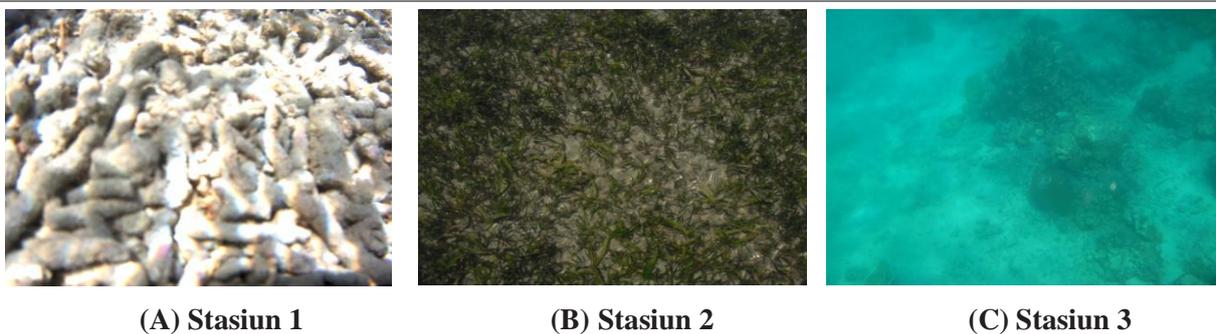
Menurut Ahmad *et al.* (1996), pengembangan usaha budidaya perikanan pesisir berbasis budidaya laut dapat dilakukan pada kawasan pesisir seperti selat, teluk, laguna, dan gusung yang terlindung dari pengaruh arus kuat, gelombang besar, angin yang kencang serta bebas cemaran. Berdasarkan morfologi perairan di lokasi penelitian, pada umumnya merupakan perairan semi terbuka (Gambar 3) karena terletak pada teluk kecil dan berada di antara beberapa pulau kecil di sekitarnya. Walaupun berbatasan dengan beberapa pulau,

tetapi keberadaan pulau-pulau kecil tersebut cukup jauh, sehingga terdapat beberapa areal yang tingkat keterlindungannya rendah dan berpotensi terkena hempasan ombak yang besar.

Selain itu, areal di lokasi penelitian terutama di Stasiun 3, juga merupakan areal tempat penambatan perahu nelayan yang berpotensi menghasilkan buangan berupa tumpahan bahan bakar ataupun minyak pelumas yang dapat menyebabkan terganggunya kualitas air di areal tersebut. Areal budidaya ini juga sangat berdekatan dengan alur transportasi nelayan dan alur perpindahan bagan. Kondisi ini tentunya akan menimbulkan potensi konflik antara pengguna jalur transportasi tersebut dengan para pembudidaya yang menggunakan areal tersebut sebagai lahan kegiatan budidaya.

B. Substrat Dasar Perairan

Dasar perairan agak keras yang dibentuk oleh pasir dan pecahan karang berwarna putih serta bebas dari sedimen dan lumpur sangat layak untuk budidaya rumput laut. Sebaliknya, substrat yang secara keseluruhan karang hidup menandakan bahwa perairan tersebut selalu mendapat pukulan ombak, sehingga kurang bagus untuk budidaya rumput laut. Hasil pengamatan sedimen dan substrat dasar perairan



Gambar 7. Kondisi substrat dasar perairan di lokasi penelitian

Lokasi Stasiun 1 dan Stasiun 2 substrat dasar perairannya terdiri dari pasir dan pecahan karang, sedangkan pada lokasi Stasiun 3, substrat dasarnya lebih didominasi oleh pasir berlumpur, karena berdekatan dengan ekosistem mangrove. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi Stasiun 1 dan Stasiun 2 mempunyai jenis substrat dasar perairan yang lebih cocok untuk pertumbuhan rumput laut. Selain berpengaruh terhadap kemudahan pemasangan fasilitas budidaya, substrat juga dapat berpengaruh terhadap produktivitas perairan, kekeruhan, dan sedimentasi. Menurut Mayunar *et al.* (1995), perairan tempat kegiatan budidaya rumput laut sebaiknya memiliki dasar berpasir atau karang, airnya jernih dan terhindar dari pelumpuran (siltasi) karena dapat mempengaruhi perkembangan thallus dan

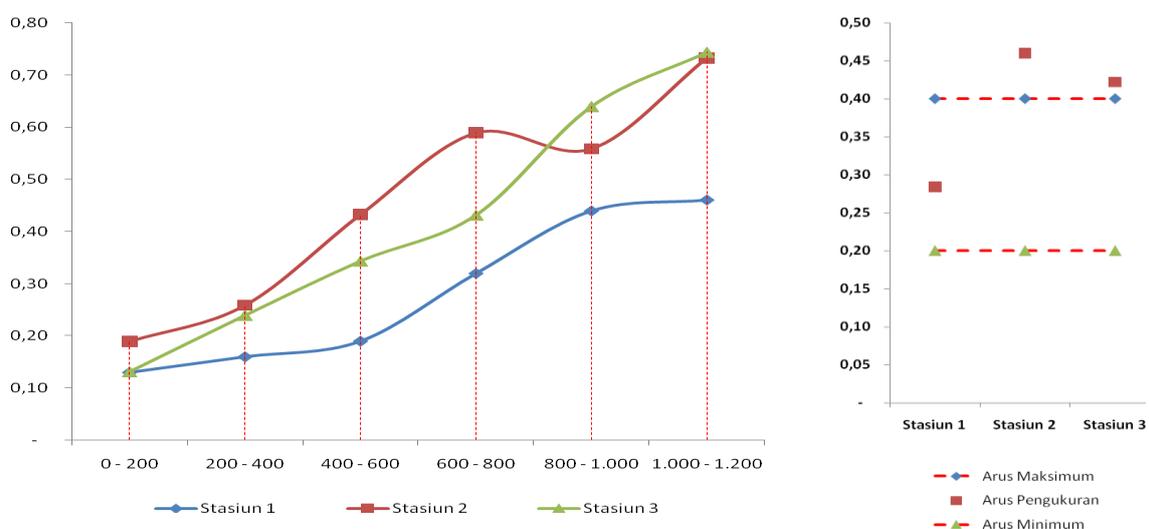
mutu air. Pertumbuhan tanaman rumput laut memerlukan substrat dasar berpasir dan karang dengan pergerakan air lancar (Mubarak *et al.*, 1990).

Selain itu, substrat dasar perairan sangat berhubungan dengan kecerahan air di areal budidaya. Areal budidaya rumput laut di Stasiun 3 memiliki jenis substrat dasar perairan berpasir dan agak berlumpur yang berjarak sekitar 20 – 30 meter dari garis pantai yang ditumbuhi mangrove. Lokasi areal yang terlalu dekat dengan garis pantai yang banyak ditumbuhi mangrove akan menjadi penghambat pertumbuhan rumput laut karena cahaya matahari terhalang partikel rumput yang terlarut di perairan, sehingga menghambat thalus melakukan proses fotosintesis.

4.1.2 Parameter Fisika

A. Kecepatan Arus

Kecepatan arus hasil pengukuran di lokasi penelitian berkisar antara 0,28 – 0,46 m/dt. Pada lokasi Stasiun 1 kecepatan arus rata-rata berada pada kisaran normal, yaitu 0,28 m/dt, sedangkan pada lokasi di Stasiun 2 dan 3 kecepatan arus berada di atas batas kecepatan arus maksimal, yaitu mencapai 0,46 dan 0,42 m/dt di mana batas maksimal kecepatan arus untuk kegiatan budidaya rumput laut adalah 0,40 m/dt. Kondisi ini diduga sebagai akibat dari adanya perbedaan tiupan angin, adanya perubahan densitas air laut, adanya gerakan gelombang panjang, serta dapat pula disebabkan oleh pasang surut (Nontji, 1993). Pada Stasiun 2 dan 3 yang lokasinya cenderung lebih terbuka, tidak terlindung oleh pulau kecil gerakan air laut lebih tinggi yang mengakibatkan perpindahan massa air secara horizontal pada lokasi tersebut berbeda (Nybakken, 1992).



Grafik hasil pengukuran kecepatan arus (m/dt) Tiap Stasiun

Grafik Batas Arus

Gambar 8. Grafik hasil pengukuran kecepatan arus (m/detik)

Perairan yang ideal untuk kegiatan budidaya rumput laut memiliki gerakan air yang mampu untuk membawa unsur hara secara merata. Mubarak (1982) menjelaskan bahwa kecepatan arus untuk budidaya rumput laut berkisar antara 0,20 – 0,40 m/dt agar tanaman dapat dibersihkan dari kotoran dan suplai nutrient dapat berjalan dengan baik. Namun demikian, kecepatan arus laut yang terlalu tinggi juga dapat mengakibatkan kerusakan thallus rumput laut. Selain itu, kecepatan arus yang lebih dari 0,40 m/detik dapat merusak konstruksi budidaya dan mematahkan percabangan rumput laut.

Hasil pengukuran kecepatan arus ini memberikan informasi bahwa kecepatan arus di lokasi Stasiun 1 relatif ideal, dan efektif sebagai pengangkut nutrien agar berlangsung lebih baik dan lancar, juga kotoran maupun endapan yang menempel pada rumput laut akan hanyut oleh arus sehingga proses fotosintesis tidak terganggu. Kondisi kuat arus di lokasi penelitian cukup ideal sebagai lokasi budidaya rumput laut, karena dengan kecepatan arus yang demikian ini juga diduga akan mempermudah perputaran masa air dan penyerapan hara yang diperlukan oleh rumput laut, tetapi tidak sampai merusak thallusnya.

Selain itu, kondisi kecepatan arus yang ideal juga akan bermanfaat untuk menyuplai nutrien, membantu kelarutan oksigen, penyebaran plankton dan penghilangan CO₂ maupun materi sedimen atau padatan tersuspensi yang berada di lokasi budidaya rumput laut. Dengan adanya perputaran air yang dipengaruhi oleh arus ini, maka akan menurunkan faktor-faktor penghambat proses fotosintesis, sehingga rumput laut dapat tumbuh dengan lebih baik. Oleh karena itu, lokasi budidaya rumput laut juga perlu mempertimbangkan aspek keterlindungan dari potensi pengaruh kuat arus dan ombak yang kuat, maka diperlukan lokasi yang terlindung dari hempasan ombak. Lokasi perairan teluk atau pantai terbuka namun tetap terlindung oleh karang penghalang atau pulau di depannya adalah salah satu lokasi yang tepat untuk mengurangi pengaruh meningkatnya kecepatan arus air laut.

B. Kedalaman

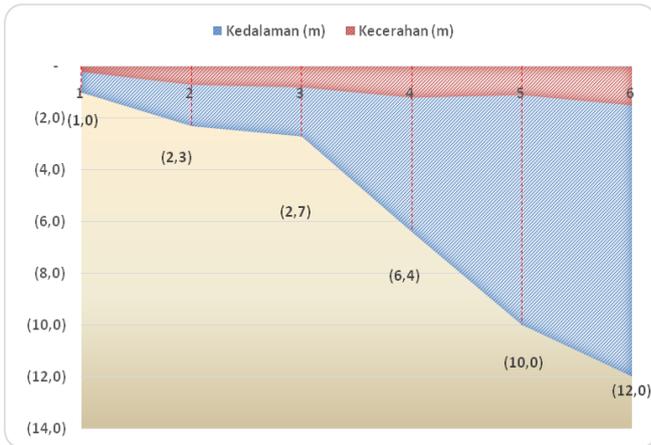
Kedalaman menjadi faktor penentuan lokasi budidaya rumput laut karena kedalaman berhubungan dengan daya tembus sinar matahari yang berpengaruh penting pada pertumbuhan. Perairan yang selalu terendam (sub-tidal) merupakan lahan yang cocok untuk budidaya rumput laut sehingga tanaman akan selalu terendam dalam air dan mendapat peluang penyerapan makanan secara terus-menerus serta menghindari kerusakan thallus dari sengatan matahari. Walaupun demikian, perairan dengan kedalaman yang tinggi (> 10 m) akan membutuhkan *input* biaya yang tinggi untuk konstruksi lokasi budidaya rumput laut.

Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman di lokasi penelitian, kedalaman rata-rata di perairan Stasiun 1 adalah 5,73 meter, sedangkan di Stasiun 2 dan Stasiun 3 masing-masing 7,33 dan 7,45 meter. Hasil pengamatan visual di lokasi penelitian menunjukkan areal budidaya rumput laut yang paling luas berada di Stasiun 1, hal ini disebabkan karena area perairan tersebut relatif mempunyai kedalaman yang lebih dangkal sehingga pada daerah ini cukup luas untuk dijadikan areal budidaya rumput laut, disamping ditunjang oleh faktor-faktor oseanografi lainnya.

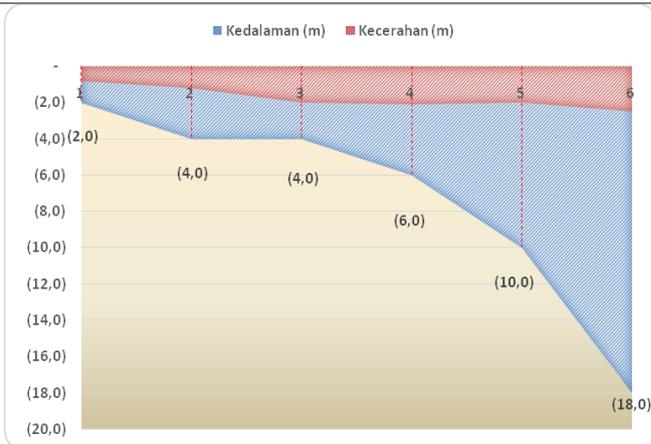
Selama perairan Stasiun 1 tetap terendam oleh air laut pada saat surut terendah, maka dapat diduga bahwa di lokasi ini mempunyai produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua lokasi lainnya karena berpeluang mendapatkan sebaran suhu vertical yang relatif stabil, adanya penetrasi cahaya, kandungan oksigen, serta unsur hara. Kedalaman perairan dapat dipengaruhi oleh banyaknya zat yang tersuspensi di dalam air laut yang terdiri dari zat organik dan anorganik yang dapat menjadi penyebab kekeruhan dan pendangkalan pada air. Kondisi ini dapat dikurangi dengan jalan mulai membatasi aktivitas di daratan yang mempunyai potensi menghasilkan bahan-bahan tersuspensi di dalam air laut. Selain itu, upaya untuk mengurangi pengaruh adanya sedimen ini juga dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi *seed protector*, yaitu teknologi untuk melindungi bibit rumput laut yang dipelihara dengan cara membungkus bibit rumput laut tersebut dengan bahan tahan air. Perlindungan ini dapat mengurangi terganggunya bibit rumput laut, sehingga kondisi thalusnya tidak kotor dan berpotensi terkena penyakit.

C. Kecerahan

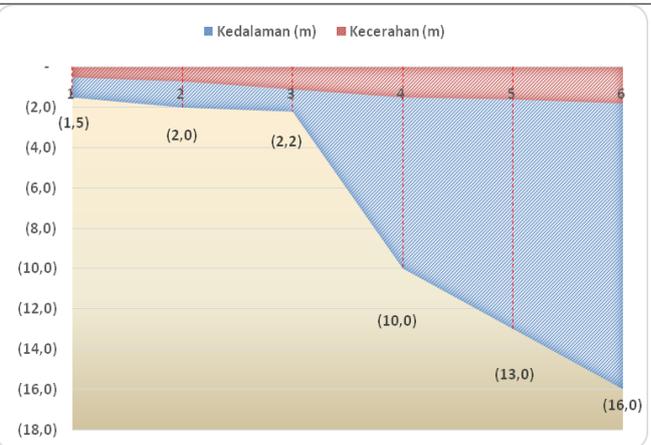
Tingkat kecerahan berhubungan dengan tingkat kekeruhan perairan meliputi banyaknya material tersuspensi maupun terlarut di dalam perairan, baik berupa partikel lumpur maupun bahan organik. Adanya material yang terlarut dalam air dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam perairan sehingga proses fotosintesis menjadi terganggu. Berdasarkan hasil pengukuran kecerahan di lokasi penelitian, diperoleh hasil bahwa kecerahan rata-rata di perairan Stasiun 1 hanya mencapai 0,9 meter, sedangkan di perairan Stasiun 2 dan Stasiun 3 mencapai 1,5 dan 1,2 meter. Kondisi ini menunjukkan bahwa kondisi perairan Stasiun 1, walaupun relatif lebih dangkal, tetapi lebih jernih dibandingkan dengan kondisi perairan Stasiun 2 dan 3 yang secara visual terlihat adanya bahan-bahan yang melayang dan mengakibatkan penetrasi cahaya yang masuk ke dalam perairan sangat kurang di tempat ini.



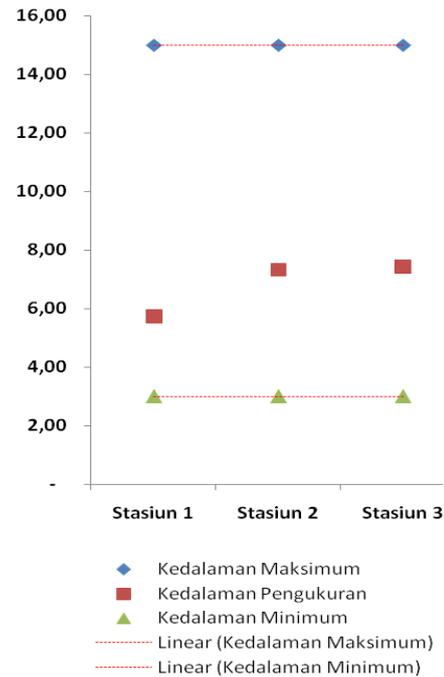
Grafik Kedalaman dan Kecerahan Stasiun 1



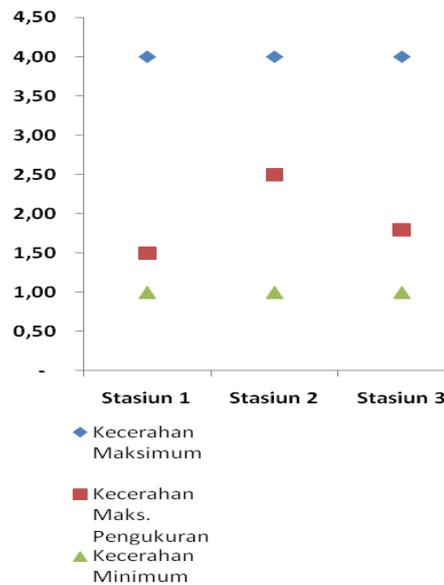
Grafik Kedalaman dan Kecerahan Stasiun 2



Grafik Kedalaman dan Kecerahan Stasiun 3



Grafik Batas Kedalaman



Grafik Batas Kecerahan

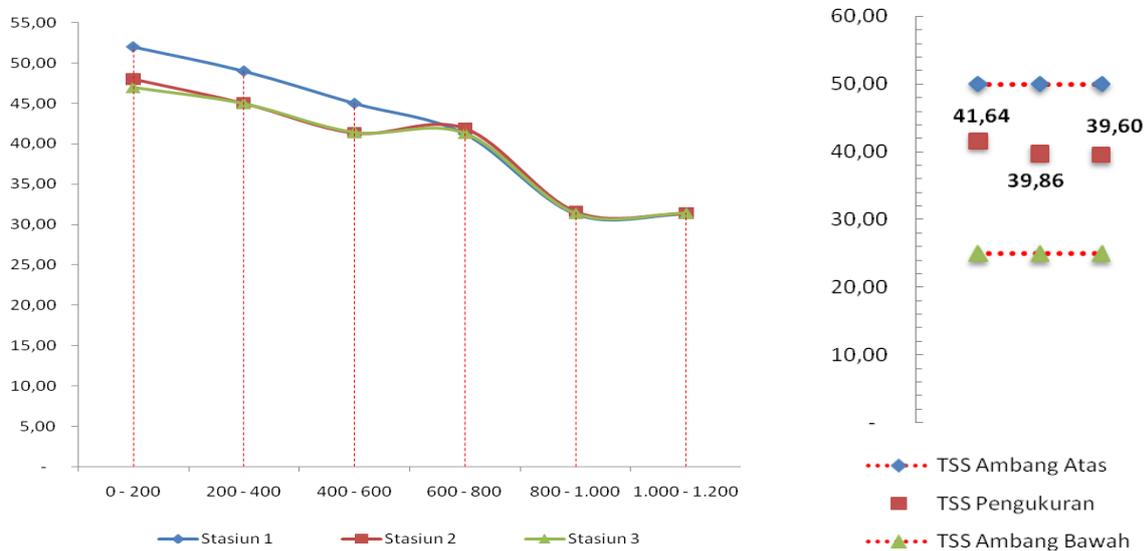
Gambar 10. Grafik hasil pengukuran kedalaman dan kecerahan (m) pada tiap stasiun

Tingkat kecerahan yang tinggi diperlukan dalam budidaya rumput laut. Hal ini dimaksudkan agar cahaya penetrasi matahari dapat masuk kedalam air. Intensitas sinar yang diterima secara sempurna oleh thallus merupakan faktor utama dalam proses fotosintesis. Kondisi air yang jernih dengan tingkat transparansi tidak kurang dari 5 meter cukup baik untuk pertumbuhan rumput laut. Tingkat kejernihan ini akan sangat berpengaruh pada

intensitas sinar yang diterima oleh *thallus* untuk proses fotosintesis, sehingga kemampuan penetrasi cahaya sampai pada kedalaman tertentu sangat menentukan distribusi vertical organisme perairan (Widodo dan Suadi, 2006), dan produktivitas perairan (Sutika, 1989). Walaupun tidak dilakukan pengukuran, namun dengan mengamati kondisi kecerahan perairan pada lokasi penelitian dapat diduga bahwa perairan Stasiun 1 mempunyai potensi produktivitas primer yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan Stasiun 2 dan 3. Bagi biota laut cahaya mempunyai pengaruh besar secara tak langsung, yakni sebagai sumber energi untuk proses fotosintesis tumbuh-tumbuhan yang menjadi tumpuan hidup mereka karena menjadi sumber makanan (Romimohtarto, 2001).

D. TSS (*Total Suspended Solid*)

Parameter TSS (*Total Suspended Solid*) terkait dengan kekeruhan perairan yang dipengaruhi oleh adanya bahan padatan terutama tersuspensi (partikel tanah liat, lumpur, koloid tanah dan organism perairan). Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terhambatnya penetrasi cahaya matahari yang masuk kedalam perairan. Intensitas cahaya matahari ini akan berpengaruh terhadap kegiatan fotosintesa fitoplankton dan juga oleh rumput laut ke dalam air (Effendi, 2003).



Grafik hasil pengukuran TSS (ppm) Tiap Stasiun

Grafik Batas TSS

Gambar 11. Grafik hasil pengukuran TSS (ppm)

Berdasarkan hasil pengukuran parameter TSS di lokasi penelitian, dihasilkan bahwa pada nilai TSS di perairan Stasiun 1 (41,64 ppm) relatif lebih tinggi dari TSS di perairan Stasiun 2 dan Stasiun 3, yaitu 39,86 ppm dan 39,66 ppm, walaupun secara keseluruhan nilai

TSS pada tiap stasiun masih berada pada ambang batas normal.. Hal ini diduga sebagai akibat dari pengaruh posisi perairan Stasiun 1 yang berbatasan dengan pulau kecil mempunyai struktur geologi batu cadas, sehingga di sekitar perairan terdapat partikel yang berasal dari pengikisan tebing yang terakumulasi di perairan. Tingginya TSS ini juga didorong oleh keberadaan muatan padatan tersuspensi di perairan dapat berupa pasir, lumpur, tanah liat, koloid serta bahan-bahan organik seperti plankton dan organisme lain (Effendi, 2003).

Perairan yang mempunyai nilai TSS terlalu tinggi, atau kekeruhan yang tinggi akan sangat mempengaruhi kegiatan budidaya rumput laut, karena air yang keruh dapat menyebabkan:

- a. Rendahnya kemampuan rumput laut untuk melakukan fotosintesa sehingga proses metabolisme untuk menghasilkan biomass terhambat;
- b. Thallus rumput laut cenderung kotor karena banyak ditempeli oleh sediment, sehingga berpotensi untuk mempengaruhi struktur thallus;
- c. Rumput laut mudah terkena penyakit *ice-ice* karena kondisi rumput laut tidak dalam kondisi yang baik.

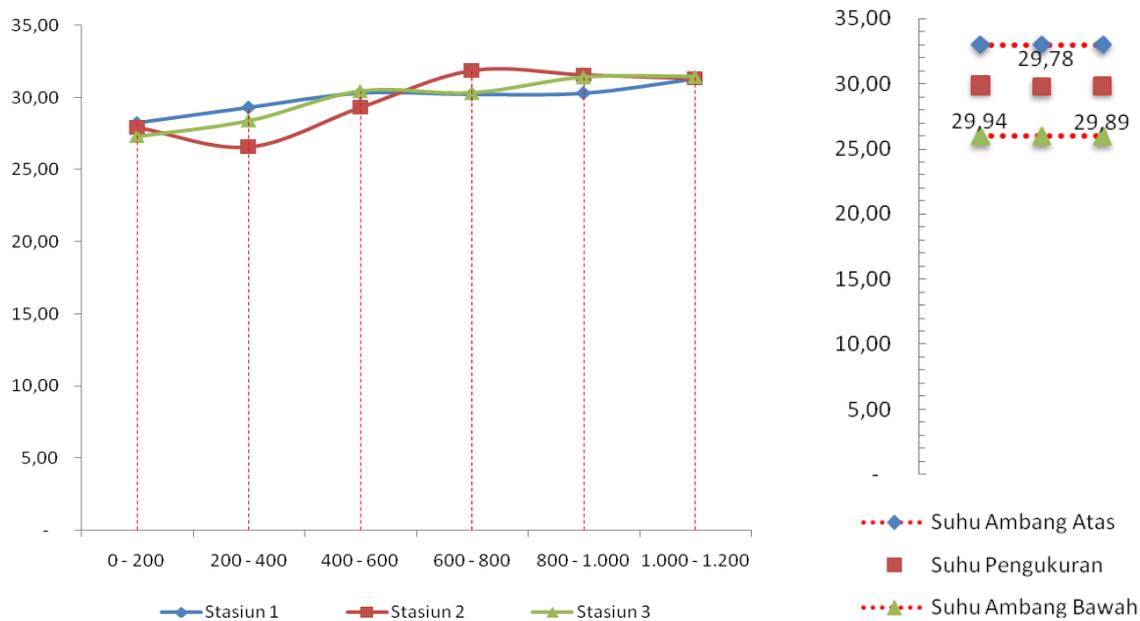
E. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses fisiologis dan penyebaran organisme laut (Nybakken, 1992). Suhu mempengaruhi daya larut gas-gas yang diperlukan untuk fotosintesis seperti CO₂ dan O₂, gas-gas ini mudah terlarut pada suhu rendah dari pada suhu tinggi akibatnya kecepatan fotosintesis ditingkatkan oleh suhu rendah. Panas yang diterima permukaan laut dari sinar matahari menyebabkan suhu di permukaan perairan bervariasi berdasarkan waktu. Perubahan suhu ini dapat terjadi secara harian, musiman, tahunan atau dalam jangka waktu panjang (Romimohtarto, 2001).

Berdasarkan hasil pengukuran suhu perairan di lokasi penelitian, diperoleh hasil bahwa suhu di seluruh stasiun pengukuran relatif sama, yaitu berkisar 29,87 °C dan masih berada pada ambang batas normal. Suhu yang relatif normal dan merata pada tiap stasiun pengukuran ini diduga sebagai akibat dari pola arus yang cukup stabil dan yang relatif rendah sehingga mengakibatkan terjadinya gerakan air yang cukup akan membantu pengudaraan dan mencegah terjadinya fluktuasi yang besar terhadap suhu (Puja *et al.*, 2001).

Walaupun fluktuasi suhu perairan di lokasi penelitian dan umumnya di perairan Gorontalo relatif rendah, namun parameter ini tetap perlu mendapat perhatian karena merupakan factor pembatas karena organisme air termasuk rumput laut pada umumnya mempunyai kisaran toleransi suhu sempit (*stenoterm*). Kenaikan suhu yang tinggi akan dapat

menyebabkan tallus rumput laut menjadi pucat dan kekuning-kuningan, tidak sehat, layu dan sangat mudah terserang penyakit. Hal ini sesuai dengan pendapat Anonim (2005), yang menyatakan bahwa penyakit *ice-ice* yang menyerang rumput laut dapat disebabkan oleh suhu yang terlalu panas ($> 31^{\circ}\text{C}$) atau suhu yang terlalu dingin ($< 26^{\circ}\text{C}$) akibat musim hujan. Selain itu, Nontji (1993) menyatakan bahwa fluktuasi suhu yang tinggi dapat menyebabkan rumput laut mengalami stress dan pada akhirnya sangat berpengaruh langsung terhadap kehidupan rumput laut terutama terhambatnya proses fotosintesis.



Grafik hasil pengukuran suhu (°C) Tiap Stasiun

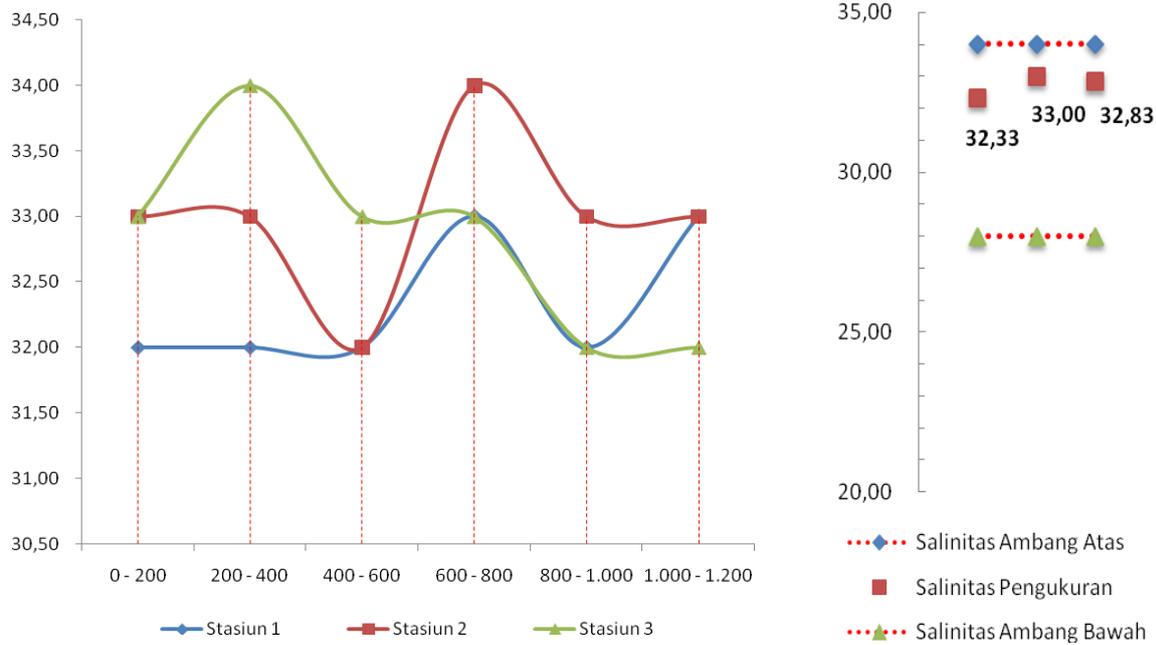
Grafik Batas Suhu

Gambar 12. Grafik hasil pengukuran suhu (°C)

4.1.3 Parameter Kimia

A. Salinitas

Salinitas didefinisikan sebagai jumlah bahan padat yang terkandung dalam tiap kilogram air laut, dinyatakan dalam gram per-kilogram atau perseribu (Sutika, 1989). Nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh suplai air tawar ke air laut, curah hujan, musim, topografi, pasang surut dan evaporasi (Nybakken, 2000). Selain itu, pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai juga dapat mempengaruhi sebaran salinitas (Nontji, 1987). Sebagian besar jenis makroalga atau rumput laut mempunyai toleransi yang rendah terhadap perubahan salinitas (Prud'homme van Reine and Trono, 2001), termasuk *Eucheuma cottonii* atau *K. alvarezii* yang merupakan jenis rumput laut yang bersifat *stenohaline* yang tidak tahan terhadap fluktuasi salinitas yang tinggi. (Aslan, 1991).



Grafik hasil pengukuran salinitas (ppt) Tiap Stasiun

Grafik Batas Salinitas

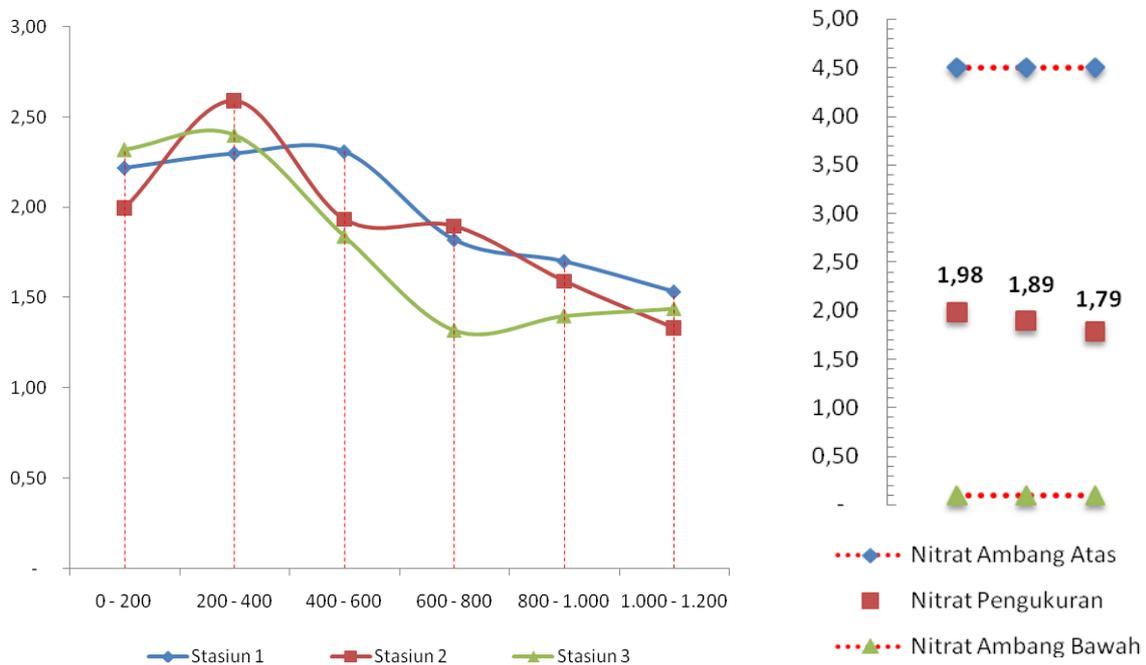
Gambar 13 . Grafik hasil pengukuran salinitas (ppt)

Berdasarkan hasil pengukuran salinitas di lokasi penelitian, diperoleh hasil bahwa nilai salinitas pada perairan lokasi penelitian relatif sama dengan nilai rata-rata sebesar 32,72 ppt dan masih berada pada ambang batas yang memungkinkan untuk kehidupan rumput laut. Walaupun fluktuasi salinitas di luar batas optimum tidak akan menyebabkan kematian secara langsung, akan tetapi akan mengakibatkan rumput laut kurang elastis, mudah patah dan pertumbuhannya akan terhambat. Salinitas air laut berpotensi mempengaruhi tingkat kelarutan oksigen di perairan, semakin tinggi salinitas, menyebabkan kelarutan oksigen rendah dan begitu pula sebaliknya (Wahyuningrum, 2001).

Salah satu yang menyebabkan terjadinya fluktuasi salinitas adalah curah hujan. Adanya keterkaitan yang erat antara nilai salinitas dan curah hujan ini membuat para pembudidaya perlu untuk memperhatikan pola tanam rumput laut yang disesuaikan dengan musim. Pendekatan budidaya berdasarkan perubahan musim dan kualitas lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan rumput laut, diharapkan menjadi acuan pengelolaan dan pemanfaatan lahan budidaya laut untuk peningkatan produksi rumput laut secara optimal dan produktif. Oleh karena itu perlu dilakukan penelusuran secara komprehensif melalui suatu uji coba untuk memprediksi musim-musim tanam dengan kondisi yang optimum serta faktor fisika-kimia lingkungan perairan yang berpengaruh (Nurdjana, 2006).

B. Nitrat (NO₃)

Nitrat (NO₃) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi bagi pertumbuhan rumput laut. Senyawa nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan, sehingga sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Kramer *et al.*, 1994). Tingkat konsentrasi senyawa nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 – 5 mg/l, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/l, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5 – 50 mg/l (Effendi, 2003).



Grafik hasil pengukuran nitrat (ppm) Tiap Stasiun

Grafik Batas Nitrat

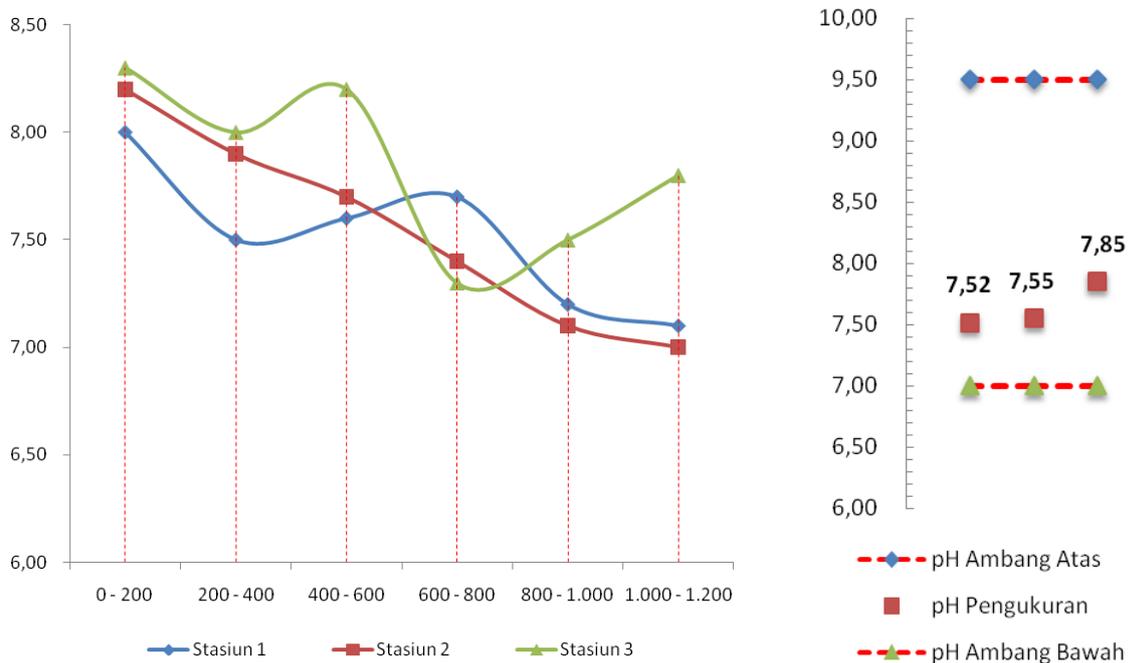
Gambar 14. Grafik hasil pengukuran nitrat (ppm)

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi nitrat di lokasi penelitian, diperoleh hasil bahwa perairan Stasiun 1 (1,98 ppm) memiliki kandungan nitrat yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi nitrat pada lokasi Stasiun 2 (1,89 ppm) dan Stasiun 3 (1,79 ppm). Hal ini menunjukkan bahwa perairan Stasiun 1 relatif sedikit lebih subur dibandingkan perairan lainnya karena areal ini lebih terbuka sehingga proses pelarutan senyawa nitrat di dalam air menjadi lebih besar. Selain itu, konsentrasi nitrat juga diduga akan mempengaruhi reproduksi alga, sehingga bila konsentrasi senyawa nitrat tersebut mencukupi di perairan, maka akan dapat meningkatkan produksi dan juga kualitas rumput laut melalui perbaikan kesuburan gametofit alga (Aslan, 1991).

Walaupun secara umum konsentrasi nitrat pada perairan lokasi penelitian masih berada pada ambang batas normal (0,1 – 4,5 ppm) dan diduga mempunyai tingkat kesuburan yang dapat mendukung pertumbuhan rumput laut, namun demikian jika konsentrasi nitrat semakin besar dan melebihi batas maksimum maka akan mengakibatkan eutrofikasi (pengayaan) yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (Effendi, 2003). Oleh karena itu, agar kesuburan perairan untuk budidaya rumput laut tetap dapat terjaga dengan baik, maka kesetimbangan input masuknya nutrisi ke dalam perairan harus tetap menjadi perhatian, terutama nutrisi yang berasal dari aktivitas manusia di darat yang masuk ke laut melalui muara sungai.

C. pH

Derajat keasaman (pH) adalah ukuran tentang besarnya konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan apakah air itu bersifat asam atau basa dalam reaksinya (Wardoyo, 1975). Nilai pH mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap organisme perairan sehingga dipergunakan sebagai salah satu indikator kualitas suatu perairan.



Grafik hasil pengukuran pH Tiap Stasiun **Grafik Batas pH**

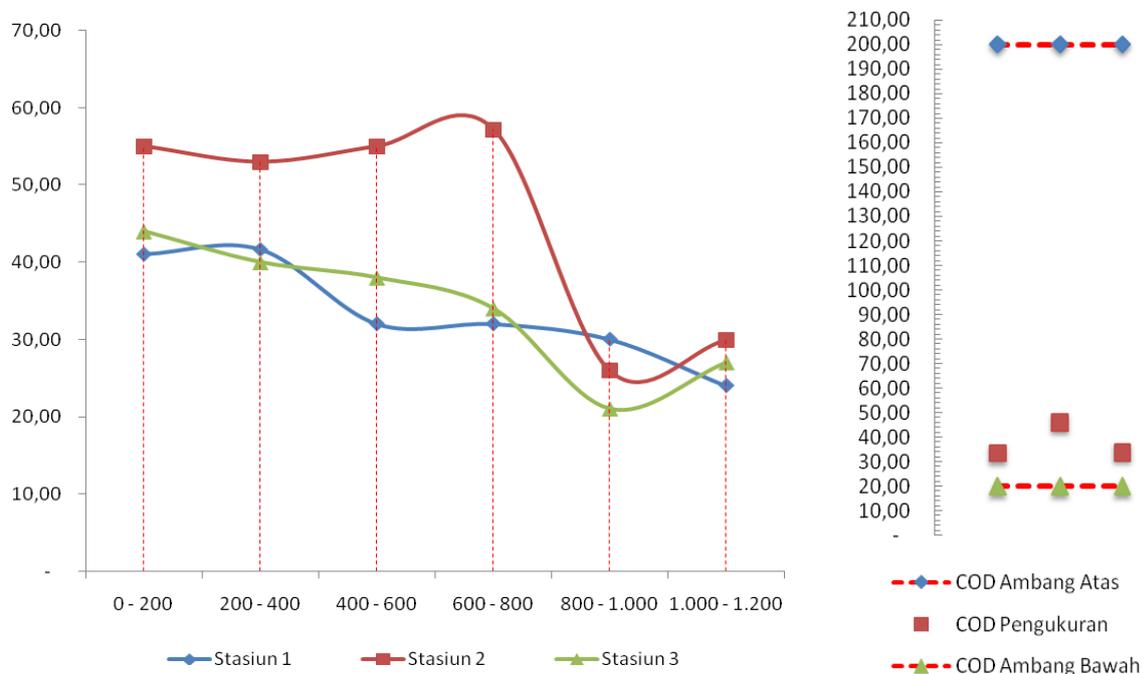
Gambar 15. Grafik hasil pengukuran pH

Berdasarkan hasil pengukuran pH di lokasi penelitian, diperoleh hasil bahwa pH di perairan Stasiun 1 (7,52) relatif lebih rendah dibandingkan dengan nilai pH di perairan Stasiun 2 (7,55) maupun Stasiun 3 (7,85). Namun demikian, perbedaan ini tidak terlalu

signifikan dan secara keseluruhan nilai pH masih berada pada ambang batas yang diperbolehkan untuk kegiatan budidaya rumput laut (7,0 – 9,5). Walaupun nilai pH pada tiga stasiun ini cenderung bersifat alkalis, atau bersifat basa, hal ini lebih disebabkan oleh substrat dasar perairan yang lebih didominasi oleh pasir dan patahan karang yang lebih bersifat alkalis ($\text{pH} > 7$) karena terdapat kandungan garam biogenik khususnya kalsium (Ca^{2+}) cukup tinggi (Sya'rani dan Suryanto, 2006). Menurut Aslan (1991), perairan yang lebih bersifat alkalis ini, akan lebih sesuai untuk budidaya rumput laut.

D. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990). Nilai COD merupakan ukuran akan banyaknya zat organik yang terdapat dalam suatu perairan yang berasal dari alam atau buangan domestik, industri dan pertanian, baik yang mudah terurai maupun yang sukar diuraikan oleh mikroorganisme. Pada umumnya zat organik ini bersifat toksik, sehingga membahayakan kehidupan organisme perairan, sehingga nilai COD yang menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik tersebut mengindikasikan tingkat pencemaran perairan.



Grafik hasil pengukuran COD (ppm) Tiap Stasiun

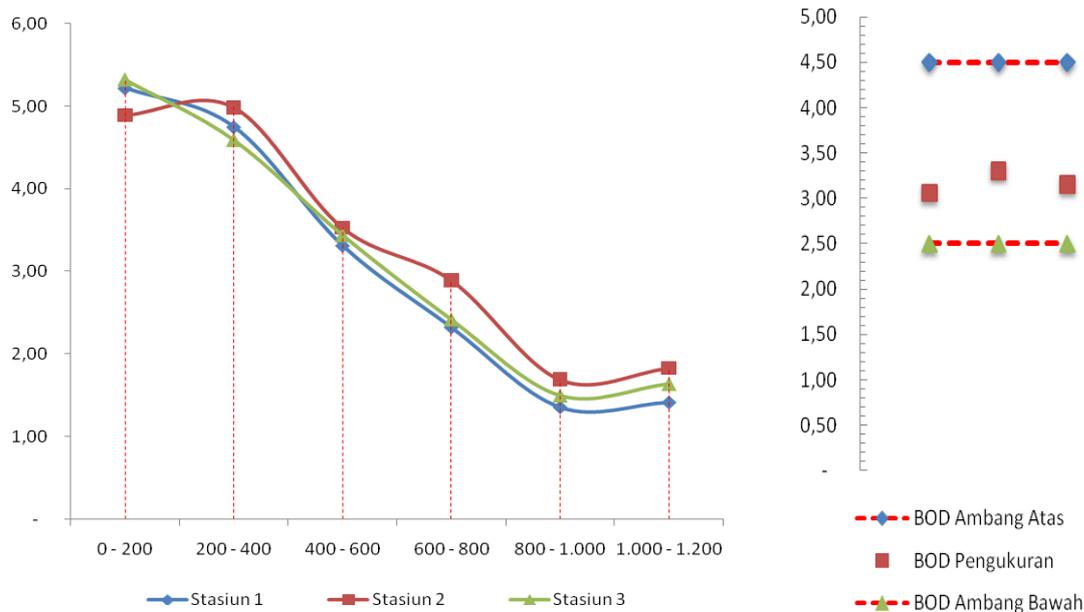
Grafik Batas COD

Gambar 16. Grafik hasil pengukuran COD (ppm)

Berdasarkan hasil pengukuran di lokasi penelitian, nilai COD pada perairan Stasiun 1 (33,43 ppm) relatif lebih rendah dibandingkan perairan Stasiun 2 (46,03 ppm) dan Stasiun 3 (34,00 ppm). Nilai COD di perairan Stasiun 2 yang relatif lebih tinggi diduga terkait dengan posisi stasiun pengamatan yang relatif lebih dekat dengan muara sungai. Selain bahan organik yang relatif lebih tinggi pada lokasi yang lebih dekat muara, potensi adanya pencemaran dari aktifitas di darat juga relatif lebih tinggi dibandingkan nilai COD pada stasiun pengamatan lainnya. Namun demikian, nilai COD pada lokasi penelitian ini masih berada pada ambang batas yang tidak membahayakan pertumbuhan rumput laut (20 – 200 ppm), dan belum terindikasi adanya tingkat pencemaran perairan yang berat yang disebabkan oleh akumulasi bahan organik.

E. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik yang terdapat dalam air. BOD juga menggambarkan banyaknya zat organik yang mudah terurai oleh kegiatan biokimia dalam suatu perairan, sehingga semakin tinggi BOD, kecenderungan perairan itu mengandung bahan organik yang semakin tinggi. Tingginya nilai BOD ini juga menunjukkan tingkat pencemaran bahan organik pada suatu perairan, sehingga air dengan nilai BOD yang tinggi kurang baik untuk budidaya.



Grafik hasil pengukuran BOD (ppm) Tiap Stasiun

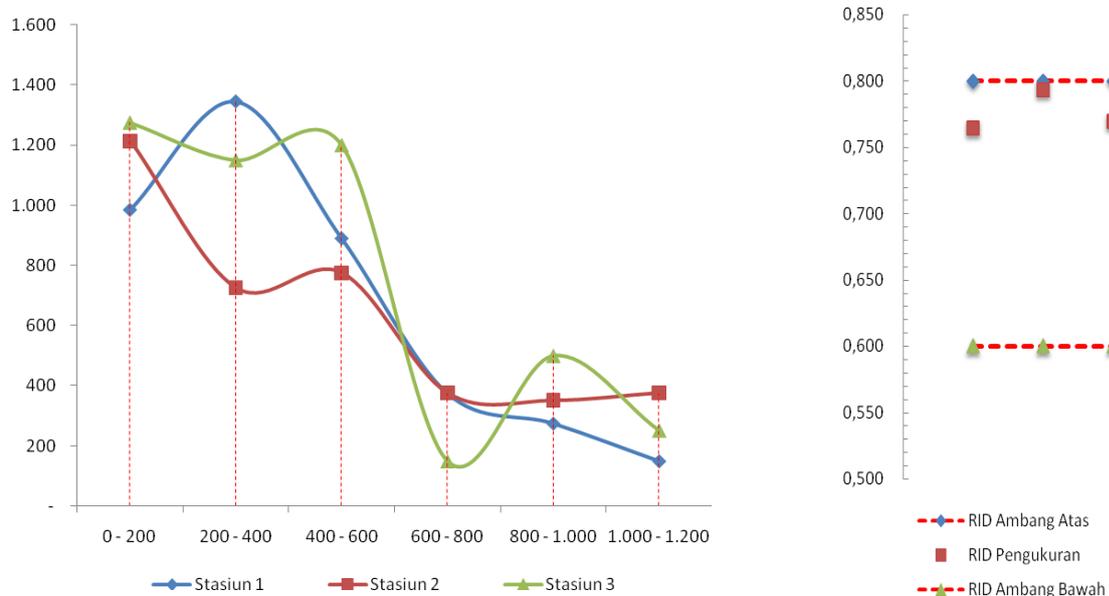
Grafik Batas BOD

Gambar 17. Grafik hasil pengukuran BOD (ppm)

Berdasarkan pengukuran BOD pada tiga stasiun di lokasi penelitian, perairan Stasiun 1 (3,06 ppm) mempunyai BOD yang relatif lebih rendah nilainya dibandingkan pengukuran pada perairan Stasiun 2 (3,31 ppm) dan Stasiun 3 (3,15 ppm). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan bahan organik terlarut pada perairan di Stasiun 2 dan 3 relatif lebih tinggi yang dikarenakan posisi perairan ini yang lebih berdekatan dengan daratan dan muara sungai, sehingga akumulasi bahan organik relatif lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Marganof (2007) yang menyatakan bahwa BOD merupakan parameter yang dapat digunakan untuk menggambarkan keberadaan bahan organik dan pencemaran perairan, yaitu perairan yang memiliki nilai BOD lebih dari 10 ppm (Effendy (2003)).

4.1.4 Tingkat Pencemaran Perairan

Pengukuran parameter potensi pencemaran perairan dilakukan dengan pengukuran kelimpahan plankton sebagai indikator tingkat pencemaran perairan. Tingkat pencemaran perairan dapat ditentukan pula melalui pendekatan indeks diversitas plankton, yaitu nilai *Resiprok Indeks Diversitas* (RID) dari Simpson (Odum, 1963). Metode pengukuran ini dilakukan sebagai upaya untuk memperoleh gambaran tingkat pencemaran perairan secara efektif dan efisien yang didasari oleh peran plankton dalam ekosistem akuatik, terutama sebagai produsen primer dari rantai makanan (Odum, 1971) dan juga sebagai bioindikator perubahan lingkungan (Hawkes, 1976).



Grafik hasil pengukuran kelimpahan plankton Tiap Stasiun **Grafik Batas RID**

Gambar 18. Grafik hasil perhitungan *Resiprok Indeks Diversitas* (RID)

Proses fotosintesis pada ekosistem air yang dilakukan oleh fitoplankton (produsen) merupakan sumber nutrisi utama bagi kelompok organisme air lainnya yang berperan sebagai konsumen. Kepekaan plankton terhadap berbagai bahan pencemar perairan menjadikan organisme ini berperan dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan. Analisis tingkat pencemaran suatu lokasi perairan dapat dilakukan melalui pengukuran kuantitatif dengan cara kimiawi, tetapi membutuhkan biaya, waktu, dan tenaga yang banyak. Kelayakan lingkungan untuk usaha budidaya dapat diestimasi melalui bioindikator jenis-jenis biota yang menghuni perairan tersebut. Plankton merupakan organisme yang sering digunakan dalam keperluan tersebut karena studi ekologiannya murah dalam biaya, mudah dalam pelaksanaan dan efektif dalam hasil yang diperoleh. Rumput laut termasuk tumbuhan air yang kehidupannya juga sangat tergantung dengan intensitas cahaya matahari. Intensitas matahari di dalam perairan akan sangat tergantung dengan tingkat pencemaran yang banyak didominasi oleh partikel-partikel pencemar dan sedimen. Keberadaan plankton, dalam kelimpahan tertentu dapat dijadikan indikator tingkat pencemaran di perairan tersebut.

Hasil perhitungan tingkat pencemaran dengan inidikator indeks diversitas plankton ini diperoleh berdasarkan hasil perhitungan *Resiprok Indeks Diversitas* (RID) pada Tabel berikut ini.

Tabel 10. Hasil Perhitungan *Resiprok Indeks Diversitas* (RID)

Interval Pengukuran	Kelimpahan Plankton (ind/ml)					
	Stasiun 3	ni ²	Stasiun 2	ni ²	Stasiun 1	ni ²
0 - 200	985	970.225	1.215	1.476.225	1.275	1.625.625
200 - 400	1.345	1.809.025	725	525.625	1.150	1.322.500
400 - 600	890	792.100	775	600.625	1.200	1.440.000
600 - 800	375	140.625	375	140.625	150	22.500
800 - 1.000	275	75.625	350	122.500	500	250.000
1.000 - 1.200	150	22.500	375	140.625	252	63.504
Junlah	4.020	16.160.400	3.815	14.554.225	4.527	20.493.729
RID	0,764		0,793		0,769	

Berdasarkan analisis bioindikator plankton yang diindikasikan dengan dengan nilai RID, terlihat bahwa perairan lokasi penelitian layak untuk pengembangan budidaya rumput laut karena umumnya masih dalam kategori tercemar sedang (Nilai RID berada antara 0,6 sampai 0,8). Pada kondisi tingkat pencemaran sedang, diduga bahwa pada ekosistem perairan tersebut plankton sebagai organisme utama masih mampu memanfaatkan energi cahaya, dan menjalankan fungsinya sebagai produsen serta mampu menghasilkan bahan organik dari

bahan anorganik melalui proses fotosintesis dengan bantuan cahaya. Oleh karena itu, kondisi pencemaran yang masih dalam tingkat pencemaran ringan di lokasi penelitian diduga tidak akan berpengaruh negatif terhadap kegiatan budidaya rumput laut di lokasi tersebut. Tingkat pencemaran ini menjadi salah satu pertimbangan untuk menentukan tingkat kesesuaian lokasi kegiatan budidaya rumput laut.

4.1.5 Tingkat Kesesuaian Lahan

Salah satu kendala pengembangan budidaya rumput laut pada suatu wilayah perairan adalah belum tersedianya data dan informasi yang akurat tentang luasan lahan dan tingkat kelayakan lokasi untuk pengembangan budidaya rumput laut. Padahal berhasil tidaknya kegiatan budidaya rumput laut sangat erat kaitannya dengan ketepatan dalam pemilihan dan penentuan lokasi yang tepat (Puja *et al.*, 2001).

Berdasarkan pengamatan karakteristik lokasi penelitian yang dilakukan pada tiga stasiun pengamatan yang meliputi kondisi oseanografi dan kualitas air, maka disusun hasil karakteristik lokasi budidaya rumput, serta dilanjutkan dengan perhitungan tingkat kesesuaiannya (Notasi Y). Klasifikasi tingkat kesesuaian lahan dilakukan dengan menyusun matriks kesesuaian untuk menilai kelayakan atas dasar pemberian skor pada parameter pembatas kegiatan budidaya rumput laut. Dalam penelitian ini setiap parameter dibagi dalam tiga kelas yaitu kelas sesuai, kurang sesuai, dan tidak sesuai. Kelas sesuai diberi skor 3 (tiga), kelas kurang sesuai diberi 2 (dua), dan kelas tidak sesuai diberi skor 1 (satu). Parameter yang dapat memberikan pengaruh lebih kuat diberi bobot lebih tinggi dari pada parameter yang lebih lemah pengaruhnya.

Total skor dari hasil perkalian nilai parameter dengan bobotnya tersebut selanjutnya dipakai untuk menentukan kelas kesesuaian lahan budidaya rumput laut berdasarkan karakteristik kualitas perairan. Hasil perhitungan tingkat kesesuaian perairan yang terdeteksi selama survey dikategorikan ke dalam tingkatan berdasarkan nilai Y. Nilai Y menunjukkan tingkat kesesuaian lahan budidaya rumput laut, tingkat kesesuaian tinggi ($Y = 250 - 300$); kesesuaian sedang ($Y = 200 - 250$); kesesuaian rendah ($Y = 150 - 200$); dan tidak sesuai ($Y = 100 - 150$). Selanjutnya, secara lengkap, Matrik Hasil Pengukuran Kesesuaian Kualitas Perairan. Secara lengkap, hasil analisis kesesuaian lahan budidaya rumput laut dicantumkan pada Tabel berikut ini.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Tingkat Kesesuaian (Nilai Y) Lokasi Budidaya Rumpit Laut dengan menggunakan Metode PATTERN dan RID

Parameter	Bobot (%)	Skoring	Stasiun Pengamatan			
			Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	
Bentang Alam dan Dasar Perairan						
Keterlindungan		20				
	Terlindung		3	60		
	Cukup Terlindung		2		40	40
	Terbuka	1				
Substrat Dasar Perairan		15				
	Pasir/Pecahan Karang		3	45	45	
	Pasir Berlumpur		2			30
	Berlumpur	1				
Parameter Fisika						
Kecepatan Arus (m/detik)		5				
	0,20 – 0,30		3	15		
	0,31 – 0,40		2			
	< 0,20 dan > 0,40	1		5	5	
Kedalaman (m)		10				
	3 – 10		3			
	11 – 15		2	20		
	< 3 dan > 15	1		10	10	
Kecerahan (m)		5				
	1,0 - 2,0		3	15		15
	2,0 – 4,0		2		10	
	< 1,0 dan > 4,0	1				
TSS (mg/l)		5				
	< 25		3			
	25 – 50		2	10	10	10
	> 50	1				
Suhu (°C)		5				
	28 – 30		3	15	15	15
	26 - 27 atau 30 – 33		2			
	< 26 atau > 33	1				
Parameter Kimia						
Salinitas (ppt)		10				
	32 – 34		3	30	30	30
	28 – 31		2			
	< 28 dan > 34	1				
Nitrat (ppm)		5				
	0,9 - 3,5		3	15	15	15
	0,1 - 0,9 atau 3,6 - 4,5		2			
	< 0,1 atau > 4,5	1				

pH		5				
	7 - 8,5		3	15	15	15
	6,5 - 6,9 atau 8,6 - 9,5		2			
	< 6,5 atau > 9,5		1			
COD (ppm)		5				
	< 20		3			
	20 – 200		2	10	10	10
	> 200		1			
BOD (ppm)		5				
	< 2,5		3			
	2,5 - 4,5		2	10	10	10
	> 4,5		1			
Parameter Biologi						
Pencemaran (ind/ml)		5				
	Rendah (RID > 0,8)		3			
	Sedang (RID = 0,6 – 0,8)		2	10	10	10
	Tinggi (RID < 0,6)		1			
Jumlah Bobot		100		270	225	215

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat kesesuaian, dihasilkan bahwa lokasi budidaya rumput laut di Stasiun 1 ($Y = 270$) berada pada tingkat kesesuaian tinggi, karena total nilai atau skor pada kedua lokasi tersebut berada pada kelas nilai 250 – 300. Sedangkan pada lokasi Stasiun 3 ($Y = 225$) dan Stasiun 2 ($Y = 215$) tingkat kesesuaiannya berada pada tingkat kesesuaian yang sedang, karena nilai skornya berada pada nilai 200 – 250.

Berdasarkan hasil pengukuran tingkat kesesuaian lahan budidaya rumput laut di Stasiun 1 ($Y = 270$), kawasan ini masuk kategori Tingkat Kesesuaian Tinggi (S1), yaitu kawasan yang sangat sesuai untuk budidaya rumput laut tanpa adanya faktor pembatas yang berarti dan hanya terdapat faktor pembatas yang bersifat minor yang masih terindikasi sebagai potensi dan tidak mempengaruhi produktifitas secara nyata. Upaya yang dapat dilakukan pada kawasan budidaya di perairan Stasiun 1 ini adalah upaya yang berorientasi kepada efektifitas pemanfaatan lahan dengan inroduksi teknologi budidaya, salah satunya adalah dengan pengembangan metode budidaya dengan menggunakan kantong pelindung. Metode budidaya ini diharapkan dapat mengurangi resiko adanya gangguan hama dan ikan pemakan rumput laut dan juga pengaruh peningkatan partikel sedimen. Selain itu, untuk meningkatkan daya dukung habitat lokasi budidaya rumput laut juga dapat dengan memperbaiki kondisi substrat perairan. Berdasarkan indikator kesesuaian lahan budidaya rumput laut, substrat perairan yang terdiri dari patahan karang ataupun karang hidup akan memberikan skor kelayakan yang paling tinggi.

Oleh karena itu kondisi substrat perairan akan dapat diperbaharui apabila ditumbuhkan terumbu karang di lahan tersebut melalui *artificial coralreef* atau terumbu karang buatan. Menumbuhkan terumbu karang buatan pada lokasi budidaya rumput laut dapat dilakukan dengan metode transplantasi tergantung dengan kondisi substrat perairan tersebut. Apabila kondisi substrat lebih banyak bagian yang keras, atau lebih banyak patahan karang, dapat dikembangkan transplantasi model kubah atau kubus.

4.2 Pengamatan Kondisi Ekosistem Terumbu Karang

Pada saat ini terumbu karang di Indonesia umumnya telah mengalami ancaman kerusakan baik yang disebabkan oleh alam maupun manusia. Kegiatan manusia yang merusak seperti penangkapan ikan dengan menggunakan bom, racun (potas) atau pembuangan jangkar di atas terumbu karang merupakan fenomena perusakan yang umum ditemukan. Sedangkan secara alami kerusakan terumbu karang dapat disebabkan oleh badai topan, gempa bumi, tsunami, peristiwa pemutihan karang akibat suhu permukaan air yang di atas normal, dan melimpahnya bintang laut berduri.

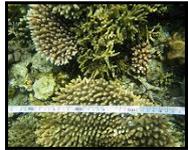
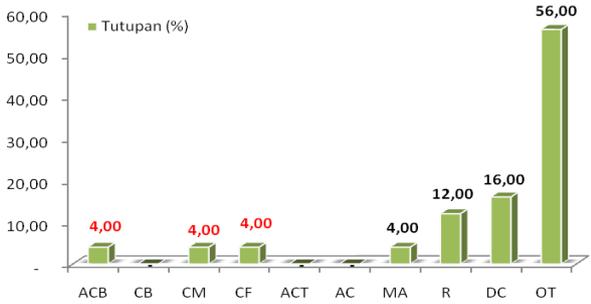
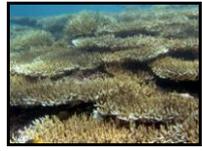
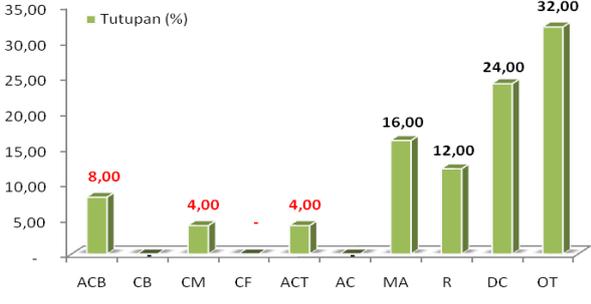
Berdasarkan laporan hasil penelitian LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia), bahwa terumbu karang di Indonesia hanya 7 % yang berada dalam kondisi sangat baik, 24 % berada dalam kondisi baik, 29 % dalam kondisi sedang dan 40 % dalam kondisi buruk (Suharsono, 1998). Diperkirakan terumbu karang akan berkurang sekitar 70 % dalam waktu 40 tahun jika pengelolaannya tidak segera dilakukan. Terkait dengan semakin memburuknya kondisi ekosistem terumbu karang, maka melalui penelitian ini, akan dikembangkan suatu model konservasi terumbu karang yang terintegrasi dengan kegiatan budidaya rumput laut, yang tentunya dengan rekayasa dan inovasi teknologi yang sesuai.

Sebelum melaksanakan pengembangan konservasi ekosistem terumbu karang melalui teknologi *artificial coralreef* dengan metode bioreeftef, maka terlebih dahulu dilakukan pengamatan dan perhitungan kondisi ekosistem terumbu karang di Lokasi Penelitian, yaitu di Stasiun 1. Pengamatan terumbu karang dilakukan dengan metode PIT (Point Intercept Transect). Metode ini cukup mudah dilakukan, tidak memerlukan keahlian khusus, hasilnya cepat dan dapat meliputi area yang luas dalam waktu yang relatif singkat. Yang diperlukan ialah peneliti dapat membedakan antara mana karang batu yang hidup dengan komponen biota bentik atau komponen substrat dasar lainnya.

Metode PIT (*Point Intercept Transect*) digunakan untuk mengukur tutupan invertebrata bentik yang menetap (sesil), alga dan tipe substrat (karang keras, karang lunak, sponge, alga), karena sifatnya yang cepat, efisien dan memberikan estimasi yang bagus untuk

tutupan komunitas bentik (Hill dan Wilkinson 2004). Dengan demikian, secara teknis, melalui metode PIT dihitung persen tutupan (% cover) substrat dasar secara acak, dengan menggunakan tali bertanda di setiap jarak 5 meter. Berdasarkan hasil perhitungan tutupan karang pada dua lokasi pengamatan (P₁ dan P₂), diperoleh hasil yang diuraikan pada Tabel berikut.

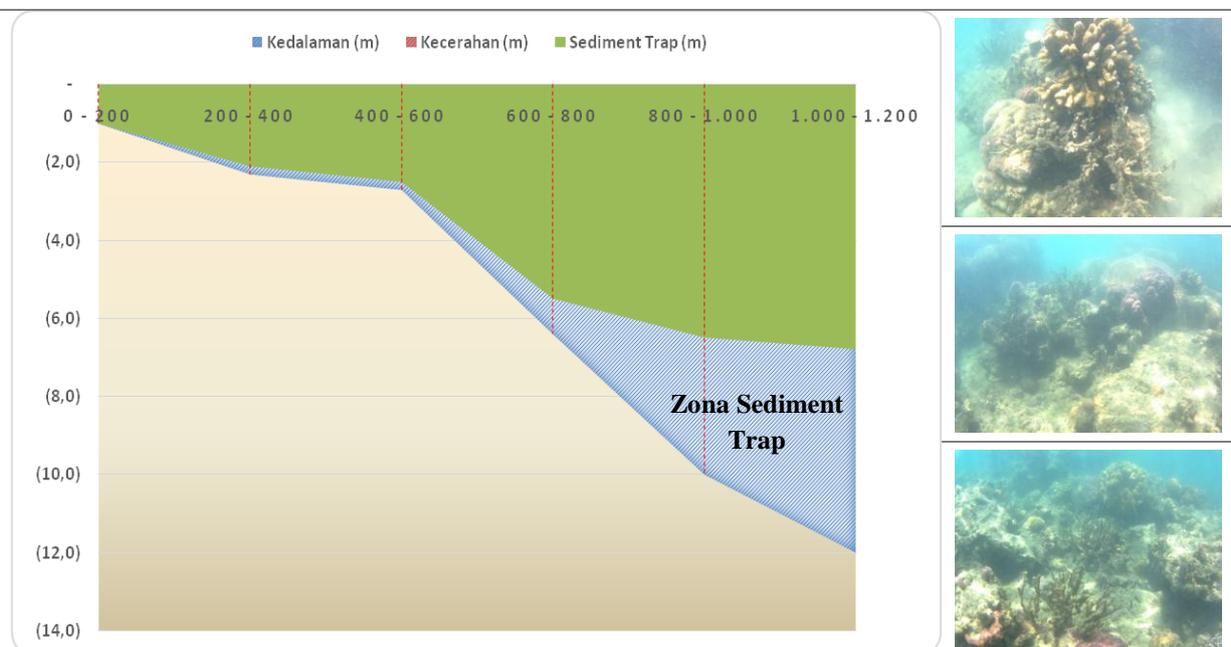
Tabel 12. Hasil perhitungan tutupan rata-rata pada masing-masing kategori pertumbuhan karang di lokasi pengamatan P₁ dan P₂.

P ₁	Kategori Pertumbuhan	Tutupan Rata-rata (%)			
	Acropora Branching (ACB)	4,00	<i>Acropora nasuta</i>	Karang yang rusak	<i>Acropora sarmentosa</i>
	Coral Branching (CB)	-			
	Coral Massive (CM)	4,00			
	Coral Foliose (CF)	4,00			
	Acropora Tabulate (ACT)	-			
	Anemone coral (AC)	-			
	Macro Algae (MA)	4,00			
	Rubble (R)	12,00			
	Dead coral (DC)	16,00			
	Others (OT)	56,00			
Jumlah Persentase Penutupan Karang Hidup = 12 %					
P ₂	Kategori Pertumbuhan	Tutupan Rata-rata (%)			
	Acropora Branching (ACB)	8,00	<i>Acropora donei</i>	<i>Acropora solitориensis</i>	<i>Symphyllia recta</i>
	Coral Branching (CB)	-			
	Coral Massive (CM)	4,00			
	Coral Foliose (CF)	-			
	Acropora Tabulate (ACT)	4,00			
	Anemone coral (AC)	-			
	Macro Algae (MA)	16,00			
	Rubble (R)	12,00			
	Dead coral (DC)	24,00			
	Others (OT)	32,00			
Jumlah Persentase Penutupan Karang Hidup = 16%					

Berdasarkan perhitungan penutupan bentuk kategori pertumbuhan karang di lokasi pengamatan, diperoleh hasil bahwa persentase penutupan karang hidup di titik pengamatan P₁ adalah 12 % dan P₂ 16 %, yang termasuk dalam kategori rusak. Sesuai dengan kriteria

penilaian kondisi karang Gomez dan Yap 1988), yaitu 0-24,9% kriteria hancur atau rusak, 25-49,9% kriteria sedang, 50-74,9% tutpan baik, dan tutupan 75–100% sangat baik.

Kondisi tutupan karang hidup yang sangat rendah di lokasi pengamatan ini menunjukkan bahwa di lokasi tersebut telah terjadi kerusakan karang yang cukup parah. Mengingat lokasi pengamatan cukup jauh dari pemukiman masyarakat pesisir, maka kerusakan ini diduga lebih disebabkan oleh faktor alam, seperti gelombang air laut dan sedimentasi. Hal ini dibuktikan oleh hasil pengamatan visual kondisi karang di lokasi tersebut yang banyak ditutupi oleh pasir dan juga lumpur. Tingkat sedimentasi juga relatif tinggi terutama pada lokasi penelitian yang mempunyai batimetri terjal, sehingga wilayah tersebut menjadi sediment trap, yaitu tempat terakumulasinya sedimen di perairan.



Gambar 19. Zona sediment trap dan kondisi karang yang banyak dilapisi sedimen

4.3 Pengembangan Teknologi *Artificial Coral Reef*

4.3.1 Tahapan Pengembangan Teknologi *Artificial Coral Reef*

Teknologi artificial coral reef yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah teknologi transplantasi karang dengan menggunakan media beton berbentuk kubus sebagai media tumbuh, dan ditambah dengan tempurung kelapa sebagai media untuk mempercepat penempelan larva karang. Model teknologi ini digunakan dengan pertimbangan bahwa kondisi terumbu karang di lokasi penelitian berada dalam kondisi yang rusak, sehingga diperlukan upaya tambahan untuk mempercepat penempelan larva karang.

Penempatan karang buatan dilakukan di areal yang relatif datar, yaitu pada kedalaman 2-4 meter dan tidak termasuk zona *sedeiment trap*, sehingga diharapkan tidak terjadi penempelan sedimen yang terlalu tinggi pada media pertumbuhan karang. Sesuai dengan tujuan penelitian pada tahun pertama ini, maka pengembangan *artificial coral reef* ditujukan untuk meningkatkan tutupan karang yang berada di lokasi penelitian, sehingga pada saat pengembangan teknologi budidaya rumput laut melalui rekayasa *seed protector*, kondisi terumbu karang telah berada dalam kondisi yang baik.

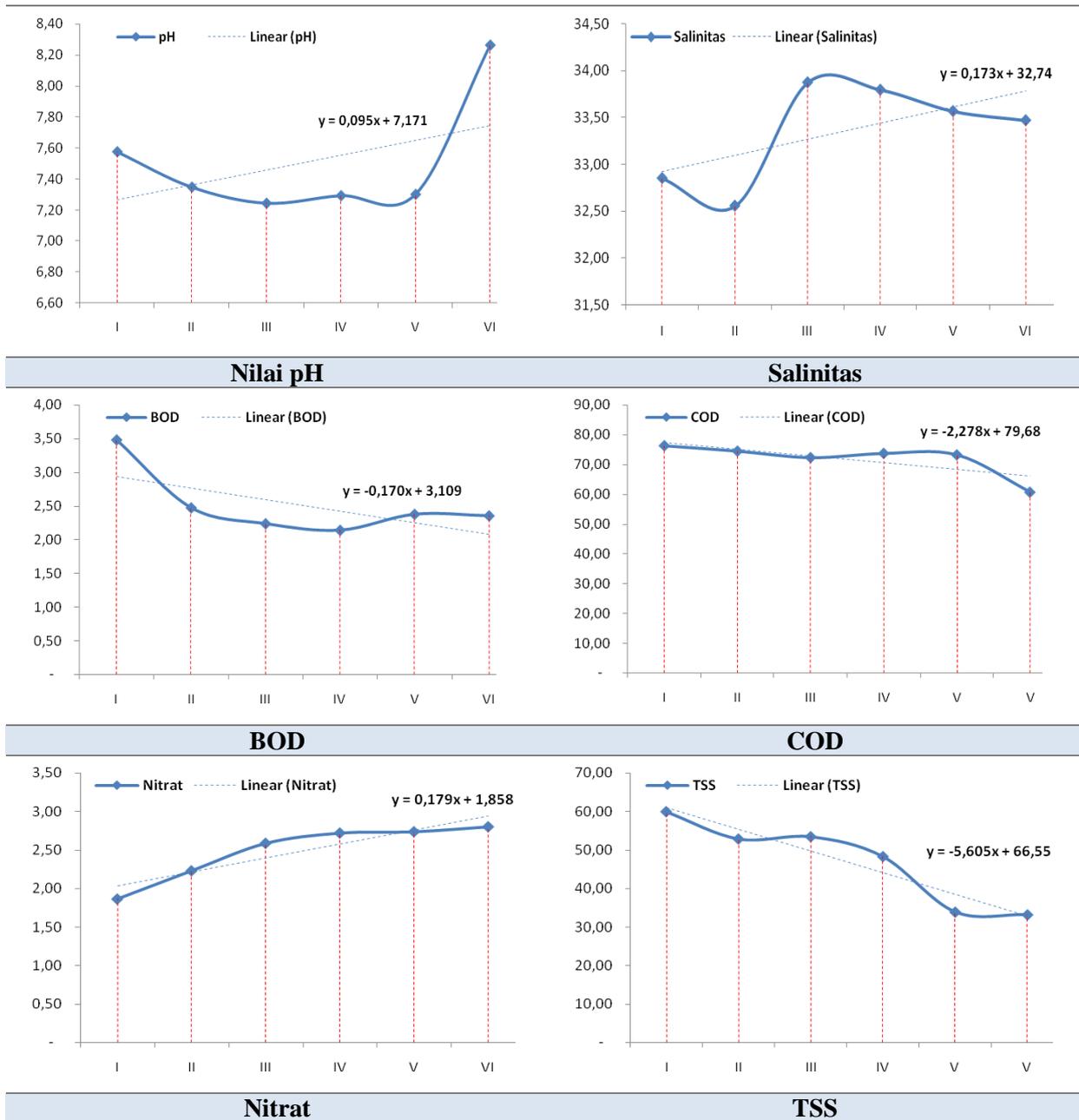


Gambar 20. Pengembangan Teknologi Artificial Coralreef

4.3.2 Analisis Perubahan Kualitas Air

Terumbu adalah endapan massive dari kalsium karbonat (CaCO_3) yang dihasilkan oleh karang hermatifik yang bersimbiosis dengan zooxanthelae (Nybakken, 1992). Terumbu karang diketahui rentan terhadap perubahan lingkungan. Beberapa parameter kualitas perairan yang berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan karang adalah kecepatan arus, pasang surut, sedimentasi, kedalaman, suhu, salinitas, kecerahan, nutrisi, oksigen terlarut dan pH (Edinger et al., 2000; Sya'rani, 1982; Nybakken, 1992; Sukarno et al., 1983).

Pengamatan terhadap kondisi kualitas air di sekitar lokasi penanaman karang buatan dilakukan untuk mengetahui perubahan yang mungkin terjadi terhadap beberapa parameter fisika dan kimia perairan yang diduga sebagai pengaruh dari keberadaan karang buatan. Parameter yang diukur dan diamati perubahannya secara periodik antara lain salinitas, pH, BOD, COD, Nitrat, dan TSS. Pengambilan sampel air laut untuk pengukuran parameter tersebut dilakukan secara periodik sebanyak enam kali sampling. Grafik hasil pengukuran parameter kualitas air secara lengkap disajikan pada Gambar berikut.



Gambar 20. Grafik hasil pengukuran kualitas air di lokasi penanaman karang buatan

Berdasarkan hasil pengukuran pada parameter kualitas air selama pemeliharaan karang buatan di lokasi penelitian, secara umum, menunjukkan kecenderungan mengalami perubahan. Nilai pH perairan, walaupun kecil, cenderung menunjukkan peningkatan sesuai dengan persamaan regresi $Y = 0,095x + 7,171$. Kecenderungan peningkatan pH ini diduga sebagai akibat dari pasang surut di lokasi penelitian yang menghasilkan transpor massa air laut dari suatu perairan ke perairan lain (BPOL, 2011). Walaupun tidak dilakukan pengukuran terhadap fluktuasi pasang surut di lokasi penelitian, namun dinamika perubahan permukaan air laut karena pasang surut sangat mempengaruhi fluktuasi kimiawi perairan pesisir. Pada saat terjadi pasang, unsur hara, mineral, bahan organik, sedimen dan karbon terangkat dari kolom air oleh adanya gerakan air. Di lokasi penelitian, tidak ada aliran sungai besar yang masuk ke perairannya dan *run off* dari perbukitan di sekitarnya juga tidak besar karena sebagian besar daratannya berupa tanah bebatuan keras, sehingga relatif tidak mempengaruhi sebaran nilai pHnya.

Parameter salinitas air laut juga cenderung menunjukkan peningkatan selama pengukuran dilakukan, yaitu meningkat sesuai dengan persamaan regresi $Y = 0,173x + 32,74$. Kecenderungan peningkatan salinitas ini diduga sebagai akibat dari dinamika transport massa air dan juga tingkat penguapan yang tinggi, mengingat selama pengamatan dilaksanakan di lokasi tidak pernah hujan. Nilai salinitas maksimal selama pengukuran adalah 33,67 ppt yang masih lebih rendah dari kisaran salinitas untuk kehidupan terumbu karang, yaitu 25-40 ppt (Sukarno, 1995). Peningkatan salinitas di lokasi penelitian juga tidak berdampak negatif terhadap jenis karang yang digunakan dalam teknologi artificial coralreef, yaitu jenis *acropora* yang tahan terhadap salinitas yang tinggi.

Hasil pengukuran parameter BOD dan COD menunjukkan kecenderungan penurunan selama masa penelitian, sesuai dengan persamaan regresi $Y = -0,170x + 3,109$ dan $Y = -2,278x + 79,68$. Penurunan nilai BOD maupun COD mengindikasikan bahwa terjadi penurunan pencemaran yang bersumber dari bahan organik dan juga diduga disebabkan oleh proses pengenceran air laut (*seawater dilution*) yang cukup besar (Hii *et al.*, 2006). Penurunan bahan organik ini yang diindikasikan dengan penurunan nilai BOD dan COD juga menggambarkan semakin tingginya proses penguraian senyawa organik yang terjadi melalui aktivitas bakteri, dan organisme pengurai lainnya, mengalami dekomposisi menjadi senyawa anorganik dan dimanfaatkan oleh organisme autotrof (Chester, 2003). Kondisi ini merupakan indikasi positif dari kegiatan penelitian yang mengkaji interaksi ekologi antara keberadaan karang buatan dengan perubahan kualitas air di sekitarnya.

Parameter kandungan nitrat selama penelitian menunjukkan kecenderungan yang meningkat sesuai dengan persamaan regresi $Y = 0,179x + 1,848$. Peningkatan ini diduga terkait dengan perubahan tingkat kesuburan perairan di lokasi penelitian yang salah satunya diindikasikan dengan peningkatan kandungan nitrat yang merupakan zat hara yang mempunyai peranan penting bagi pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan (Ferianita-Fachrul *et al.*, 2005).

Selanjutnya, parameter TSS yang merupakan parameter yang terkait dengan kekeruhan perairan dan dipengaruhi oleh adanya bahan padatan terutama tersuspensi (partikel tanah liat, lumpur, koloid tanah dan organism perairan, berdasarkan hasil pengukuran selama penelitian menunjukan kecenderungan menurun sesuai dengan persamaan regresi $Y = -5,605x + 66,55$. Penurunan nilai TSS ini mengindikasikan bahwa telah terjadi peningkatan kejernihan air laut yang akan meningkatkan penetrasi cahaya matahari yang masuk kedalam perairan semakin tinggi. Tingginya intensitas cahaya matahari ini akan sangat menguntungkan pertumbuhan alga *zooxanthelae* yang bersimbiosa dengan karang dan merupakan penyuplai utama kebutuhan hidup karang.

4.3.3 Analisis Korelasi Parameter Kualitas Air

Analisis data pada pendekatan statistik dilakukan untuk melihat korelasi antar parameter kualitas perairan yaitu dengan analisis regresi korelasi yaitu teknik yang digunakan untuk menyederhanakan suatu data, dengan cara mentransformasi linier sehingga terbentuk sistem koordinat baru yang menghubungkan antara dua parameter yang berbeda. Walaupun metode regresi korelasi ini memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi namun dapat memberikan kesimpulan lebih akurat dibandingkan dengan penggunaan metode pembandingan lainnya.

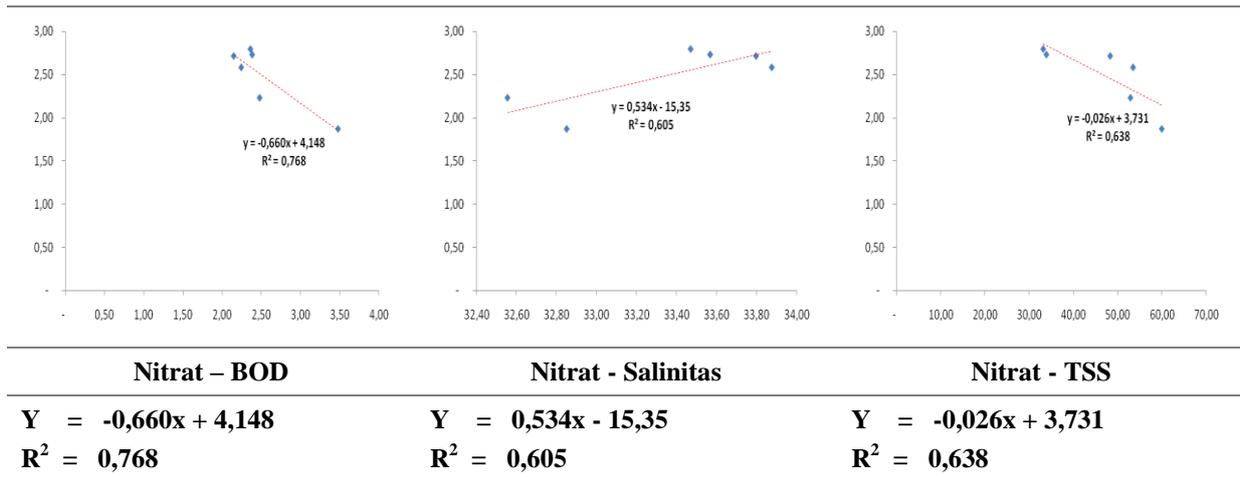
Pada metode regresi korelasi, Koefisien korelasi atau nilai R^2 dapat bervariasi dari -1 melalui 0 hingga +1. Bila $R^2 = 0$ atau mendekati 0, maka hubungan antara 2 parameter sangat lemah atau tidak terdapat hubungan sama sekali. Bila $R^2 = +1$ atau mendekati 1, maka korelasi antara parameter tersebut semakin kuat. Tanda plus (+) menunjukkan hubungan yang searah, sedangkan tanda (-) menunjukkan hubungan yang berlawanan antara parameter tersebut. Selanjutnya, menurut Razak (1991), nilai korelasi dapat dikategorikan berdasarkan nilai R^2 , yaitu:

0,00 – 0,20, korelasi sangat lemah

0,21 – 0,40, korelasi lemah

- 0,41 – 0,70, korelasi sedang
- 0,71 – 0,90, korelasi kuat
- 0,91 – 1,00, korelasi sangat kuat.

Berdasarkan analisis korelasi antar parameter pada penelitian ini, terdapat tiga bentuk korelasi yang mempunyai korelasi atau hubungan yang kuat, yaitu korelasi antara Nitrat dengan BOD, nitrat dengan salinitas, dan juga korelasi antara nitrat dengan TSS. Grafik korelasi antar parameter dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 21. Grafik regresi korelasi antara parameter kualitas air

Berdasarkan analisis regresi korelasi terdapat korelasi yang positif antara nitrat dengan salinitas ($Y = 0,534x - 15,35$), sedangkan korelasi nitrat dengan BOD dan TSS korelasinya negatif ($Y = -0,660x + 4,148$ dan $Y = -0,026x + 3,731$). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan nilai nitrat selaras dengan peningkatan salinitas, sedangkan terhadap parameter BOD dan TSS, peningkatan nitrat cenderung diikuti dengan penurunan nilai parameter tersebut. Kondisi ini memberikan gambaran bahwa terdapat potensi interaksi antara parameter kualitas air tersebut, dan interaksi ini diduga dipengaruhi oleh keberadaan karang buatan yang ditanam di lokasi penelitian.

Nitrat (NO_3) merupakan senyawa anorganik yang diperlukan oleh tanaman hijau dan fitoplankton untuk melaksanakan fotosintesis dengan menyerap CO_2 dan bantuan cahaya matahari yang kemudian menghasilkan biomassa. Cahaya matahari berperan penting dalam proses pembentukan terumbu karang karena cahaya matahari menentukan kelangsungan proses fotosintesis bagi alga yang bersimbiosis di dalam jaringan karang (Nybakken, 1992). Tanpa cahaya yang cukup, laju fotosintesis akan berkurang dan bersama dengan itu kemampuan karang untuk menghasilkan kalsium karbonat dan membentuk terumbu akan berkurang pula.

Menurut Hartoko (2010), nitrat merupakan unsur hara yang digunakan untuk menyusun klorofil, sehingga proses pembentukan klorofil pada fitoplankton akan terhenti dengan cepat jika terjadi defisiensi nitrat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sihombing *et al.* (2013), bahwa semakin tinggi kandungan nitrat maka kandungan fitoplankton akan semakin tinggi. Dengan demikian, peningkatan kandungan nitrat di perairan akan mendorong peningkatan produktivitas primer perairan tersebut, dan tentunya akan menguntungkan biota air termasuk terumbu karang. Interaksi antara nitrat dan salinitas yang cenderung positif, mengindikasikan bahwa perubahan salinitas akan berpotensi terjadinya peningkatan produktivitas primer perairan. Kondisi ini akan mendorong perbaikan lingkungan ekologis terumbu karang yang hingga salinitas 40 ppt masih dapat beradaptasi untuk tumbuh dengan baik, dan sejalan dengan itu, perairan berada dalam tingkat produktivitas yang tinggi.

Situasi yang berbeda terjadi pada interaksi antara perubahan kandungan nitrat dengan BOD dan TSS. Peningkatan kandungan nitrat, yang mendorong peningkatan produktivitas perairan, ternyata cenderung berinteraksi negatif, yaitu dengan penurunan BOD maupun TSS. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan produktivitas perairan suatu kawasan cenderung akan terjadi pada kondisi kandungan bahan organik dan pencemaran yang rendah, juga dalam kondisi perairan yang tidak mengandung sedimen serta partikel padatan yang tinggi.

Sedimentasi yang terjadi di ekosistem terumbu karang akan memberikan pengaruh semakin menurunnya kemampuan karang untuk tumbuh dan berkembang. Pengaruh sedimentasi yang terjadi pada terumbu karang telah disimpulkan oleh beberapa peneliti, terdiri atas: 1) menyebabkan kematian karang apabila menutupi atau meliputi seluruh permukaan karang dengan sedimen; 2) mengurangi pertumbuhan karang secara langsung; 3) menghambat planula karang untuk melekatkan diri dan berkembang di substrat; 4) meningkatkan kemampuan adaptasi karang terhadap sedimen (Fabricius, 2005).

V. KESIMPULAN DAN RENCANA TINDAK LANJUT

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tahun pertama ini dapat disimpulkan:

- a. Penentuan lokasi untuk kegiatan budidaya rumput laut telah ditemukan, yaitu lokasi yang mempunyai skor tingkat kelayakan tertinggi ($Y=270$);
- b. Pengembangan teknologi artificial coral dengan mengembangkan metode yang berbasis bahan lokal dalam hal ini tempurung kelapa dapat diadopsi oleh masyarakat setempat sebagai upaya untuk peningkatan konservasi terumbu karang;
- c. Pengembangan teknologi artificial corareef di lokasi pengembangan budidaya rumput laut memberikan respon yang positif terhadap perubahan kualitas air, terutama kandungan nitrat (NO_3) yang sangat diperlukan pada metabolisme rumput laut.
- d. Terdapatnya kaitan yang cukup erat antara beberapa parameter kualitas air yang diukur di sekitar lokasi pengembangan artificial coral reef menunjukkan adanya potensi interaksi ekologis di ekosistem pesisir sebagai akibat pengembangan teknologi artificial coral reef sebagai bagian dari konservasi terumbu karang.

5.2 Rencana Tindak Lanjut Tahun Kedua

Sesuai dengan tujuan akhir pada roadmap penelitian, yaitu terdapatnya teknologi rekayasa budidaya dan konservasi yang dapat saling mendukung dalam meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut serta perbaikan fungsi ekosistem terumbu karang di kawasan cluster pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo, maka pada tahun kedua akan dilakukan penelitian pada lokasi yang sama yang mengarah kepada pengembangan rekayasa teknologi *seed protector* untuk meningkatkan produksi dan kualitas rumput laut yang didukung oleh perbaikan ekosistem terumbu karang sehingga dapat tercipta siklus ekologi yang berkelanjutan di *cluster* pengembangan rumput laut.

BAB V. BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN PENELITIAN

5.1 Anggaran Biaya Penelitian

No.	Jenis Pengeluaran	Biaya yang Diusulkan (Rp)	
		Tahun I	Tahun II
1.	Gaji dan upah	29.940.000	30.300.000
2.	Bahan Perangkat/Penunjang Penelitian	12.700.000	16.350.000
3.	Bahan habis pakai	23.990.000	34.924.000
3.	Perjalanan dan Konsumsi	24.960.000	22.300.000
4.	Pengolahan Data, Laporan, Publikasi-Seminar, Pendaftaran HAKI dan lain-lain	8.410.000	15.150.000
TOTAL ANGGARAN YANG DIPERLUKAN SETIAP TAHUN (Rp)		100.000.000	119.024.000
TOTAL ANGGARAN YANG DIPERLUKAN SELURUH TAHUN (Rp)			219,024,000

5.2 Jadwal Kegiatan

No.	Kegiatan	Tahun I												Tahun II											
		Bulan ke-												Bulan ke-											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Persiapan Penelitian bersama tim peneliti	■																							
2.	Penentuan Lokasi Budidaya <ul style="list-style-type: none"> • Observasi calon lokasi budidaya • Pengukuran parameter biologi, fisika dan kima • Evaluasi hasil analisis kessesuaian 		■	■	■	■	■																		
3.	Rekayasa Teknologi <i>Artificial Coralreef</i> <ul style="list-style-type: none"> • Survey dan analisis karakteristik ekosistem terumbu karang • Persiapan Sarana ---- Material Bahan Penyusun <i>Artificial Coralreef</i> • Pembuatan <i>Artificial Coralreef</i> • Ujicoba alat <i>Artificial Coralreef</i> • Evaluasi ujicoba alat <i>Artificial Coralreef</i> – Performa dan Kelangsungan Hidup Terumbu Karang 						■	■	■	■	■	■	■												
4.	Tahap Evaluasi Keseluruhan Kegiatan Penelitian Tahun I												■												
5.	Rekayasa Teknologi <i>Seed Protector</i> <ul style="list-style-type: none"> • Persiapan Sarana ---- Material Bahan Penyusun <i>Seed Protector</i> • Pembuatan <i>Seed Protector</i> • Ujicoba alat <i>Seed Protector</i> • Evaluasi ujicoba alat <i>Seed Protector</i> – Produksi dan Kualitas Rumput Laut 													■	■	■	■	■							

DAFTAR PUSTAKA

- ANGGRAENI, R.S. SUDARSONO DAN SOEDHARMA, D. 2008. Karakterisasi Genetika Rumput Laut *Eucheuma* spp. dari Tiga Daerah di Indonesia (Kepulauan Seribu, Keruak, dan Sumenep). *Jurnal Bionatura*, Vol. 10, No. 3, November 2008.
- ANONIM, 2012. Standar Prosedur Operasional Iptekmas Produksi Bibit dan Budidaya Rumput Laut Kotoni *Kappaphycus alvarezii*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan Dan Perikanan Kementerian Kelautan Dan Perikanan.
- ATMADJA. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta.
- BENGEN, D. G. 2002. Sinopsis Ekosistem Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- BPOL. 2012. Laporan Survei Studi Implikasi Pengasaman Laut pada Ekosistem Terumbu Karang di Kawasan Coral Triangle Initiative (CTI).
- CHESTER, R. 2003. Marine geochemistry. Second edition. Blackwell Scientific Publication. London. 520p.
- FABRICIUS KE. 2005. Effects of Terrestrial Runoff on the Ecology of Coal and Coral Reefs: Review and Synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 50: 125-146.
- FERIANITA-FACHRUL, M., H. HAERUMAN, DAN L.C. SITEPU. 2005. Komunitas fitoplankton sebagai bio-indikator kualitas perairan Teluk Jakarta. Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA-Universitas Indonesia, 24–26 November 2005. Jakarta.
- GOMEZ E D, H T YAP. 1988. Monitoring Reef Condition, dalam Coral Reef Management Handbook. Second Edition. R.A. Kenchington dan Bryget E.T. Hudson (Editor) Unesco Regional Office for Science and Technology for South East Asia. Jakarta.
- HARTOKO, A. 2010. Oseanografi dan Sumberdaya Perikanan – Kelautan di Indonesia. Undip Press, Semarang, 466 hlm.
- JANA, T. 2006. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta.
- MELBOURNE-THOMAS J. JOHNSON CR. FULTON EA. 2011. Regional-scale scenario analysis for the Meso-American Reef system: Modelling coral reef futures under multiple stressors. *Ecological Modelling*, 222. 1756-1770
- MUHARAM, A. 2006. Kajian Pola Pengembangan Ekonomi Masyarakat Pesisir di Kabupaten Boalemo Dengan Pendekatan Metode AHP. Bappeda Kabupaten Boalemo. *Jurnal Agriculture Sains*. Edisi 1. Volume 2. Tahun 2007. UNG.
- MUHARAM, A. 2008. Implementasi Adaptive Research and Extension: Transplantasi Terumbu Karang di Desa Olele. Bappeda Provinsi Gorontalo.

- MUHARAM, A. 2008. Kajian Status Mutu Air laut di Wilayah Perairan Provinsi Gorontalo Teluk Tomini. Kerjasama dengan Pusat Regional KLH Sumapapua.
- MUHARAM, A. 2008. Kajian Dan Identifikasi Ekosistem Mangrove Dan Terumbu Karang di Wilayah Perairan Provinsi Gorontalo Teluk Tomini. Kerjasama dengan Pusat Regional KLH Sumapapua.
- MUHARAM, A. 2011. Understanding of Global Warming Impact to Coral Reef on the Marine Protected Areas (MPAs). Article. Unpublished. University of the Philippines Los Banos.
- MUSTIKA, P.L., RATHA, I.M.J. DAN PURWANTO, S. (eds). 2011. Kajian Cepat Kondisi Kelautan Provinsi Bali 2011. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Bali. Balai Riset dan Observasi Kelautan Bali. Universitas Warmadewa. Conservation International Indonesia. Denpasar. 122 hal.
- NONTJI, A. 1987. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta.
- NYBAKKEN, J.W. 2000. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi. PT. Gramedia. Jakarta.
- PANDENSOLANG, M. SALINDEHO, I. MUDENG, J. 2013. Pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan bersama *Eucheuma denticulatum* dengan komposisi berbeda. Budidaya Perairan September. Vol. 1 No. 3: 7 – 13.
- POMALINGO, N. MUHARRAM, A. OLII, A.H. 2006. Analisis Prioritas Program Pembangunan Perikanan dan Kelautan Berdasarkan Persepsi Masyarakat di Provinsi Gorontalo. Agrosains Tropis. September. Vol.1 No.3 : 109-115.
- PONG-MASAK, R.P., ASAAD, J.I.A, HASNAWI, PIRZAN, M.A, dan LANURU, M. 2010. Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Gusung Batua, Pulau Badi Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. Jurnal Ristek. Akuakultur Vol.5 No.2 Tahun 2010: 299-316
- PONG-MASAK, R.P., PRIONO, B. INSAN, I. 2011. SOP dan Pengelolaan Kebun Bibit Rumput Laut *Gracilaria verrucosa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan Dan Perikanan Kementerian Kelautan Dan Perikanan.
- RADIARTA, I N., SAPUTRA, A., & PRIONO, B. 2004. Pemetaan kelayakan lahan untuk pengembangan usaha budidaya laut di Teluk Saleh, Nusa Tenggara Barat. *J. Pen. Perik. Indonesia*, 10(5): 19-32.
- RAZAK, A. 1991. Statistika Bidang Pendidikan. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau, Pekanbaru.
- SIHOMBING, R., R. ARYAWATI DAN HARTONI. 2013. Kandungan Klorofil-a Fitoplankton di Sekitar Perairan Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 5(1): 34-39.
- SUPRIYONO. 2000. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang. Djambatan. Jakarta.

YULIANTO, K DAN MIRA, S. 2009. Budidaya Makro Algae *Kappaphycus Alvarezii* (Doty) Secara Vertikal dan Gejala Penyakit "Ice-Ice" di Perairan Pulau Pari. UPT Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi – LIPI, Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia 35(3): 323-332 ISSN 0125 – 9830.

Lampiran 1. Justifikasi Anggaran

1. Honorarium dan Upah

Honor	Honor/Jam (Rp)	Waktu (Mgu/Bln)	Bulan	Jumlah Bulan	Honor Per Tahun (Rp)	
					Tahun I	Tahun II
Koordinator Peneliti (OB)	420,000	2	10	10	4,200,000	4,200,000
Honor	Honor/Jam (Rp)	Waktu (Jam/Mgu)	Minggu	Jumlah	Honor Per Tahun (Rp)	
					Tahun I	Tahun II
Anggota Peneliti (1) (OJ)	25,000	4	36	144	3,600,000	3,600,000
Anggota Peneliti (2) (OJ)	25,000	4	36	144	3,600,000	3,600,000
Honor	Honor/Jam (Rp)	Waktu (Jam/hari)	Hari	Jumlah	Honor Per Tahun (Rp)	
					Tahun I	Tahun II
Pembantu lapangan 1 (OH)	80,000		90	90	7,200,000	7,200,000
Pembantu lapangan 2 (OH)	80,000		90	90	7,200,000	7,200,000
Pengolah Data (Per penelitian)	1,500,000		3 paket	3	4,500,000	4,500,000
SUB TOTAL (Rp)					30,300,000	30,300,000

2. Peralatan Penunjang Penelitian

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya Per tahun (Rp)	
				Tahun I	Tahun II
Peta Ekosistem Terumbu Karang Kabupaten Boalemo Skala 1:25.000	Peta ini digunakan sebagai peta dasar dalam penentuan lokasi ekosistem terumbu karang	1 buah	250,000	250,000	-
Peta Zonasi Budidaya Laut Skala 1:50.000 Kabupaten Boalemo	Peta ini digunakan sebagai peta dasar dalam penentuan lokasi penelitian	1 buah	250,000	250,000	-
Sewa Snorkle-Alat Selam-Sepatu katak	Digunakan untuk melakukan pengamatan kondisi tutupan karang	3 buah	200,000	600,000	600,000
Sewa Baju Pelampung	Digunakan untuk pengaman pada saat pengamatan terumbu karang dan pengukuran kualitas air	3 buah	200,000	600,000	600,000
Sewa GPS	Digunakan sebagai penunjuk lokasi pengamatan selama survey	1 paket	500,000	500,000	-
Sewa camera underwater	Digunakan untuk pengambilan gambar obyek penelitian	1 paket	500,000	500,000	500,000
Sewa Handycam	Digunakan untuk pengambilan gambar video selama kegiatan penelitian	1 paket	500,000	500,000	500,000
Sewa alat fish monitor	Digunakan untuk mengamati jumlah dan jenis-jenis ikan di lokasi penelitian	1 paket	500,000	500,000	500,000
Sewa alat PASTEL UV	Digunakan untuk mengukur kualitas air lapangan (TSS, COD, BOD, NO3,TOC)	1 paket	1,500,000	1,500,000	1,500,000

Sewa alat Refraktometer	Digunakan untuk mengukur salinitas	1	paket	1,500,000	1,500,000	1,500,000,
Sewa alat thermometer	Digunakan untuk mengukur suhu air laut	1	buah	500,000	500,000	500,000
Sewa secchi disk	Digunakan untuk mengukur kecerahan air	1	paket	500,000	500,000	500,000
Sewa Mikroskop	Digunakan untuk pengukuran kualitas air (Biologi)	1	paket	500,000	500,000	500,000
Sewa meteran (Roll meter)	Digunakan untuk pengukuran zona pemetaan di lapangan dan pengukuran karang	1	buah	150,000	150,000	150,000
Sewa ruangan	Digunakan sebagai Laboratorium Mini di Lokasi Penelitian	1	ruang	1,000,000	1,000,000	1,000,000
Sewa perahu dan biaya operasional	Digunakan untuk kegiatan transportasi tim peneliti terutama di lokasi penelitian saat pengamatan karang dan pertumbuhan rumput laut (Total penggunaan perahu 5 kali per tahun)	5	kali	1,500,000	7,500,000	7,500,000
Sewa Timbangan (double carge, skala 0.1 gr.)	Digunakan untuk kegiatan sampling	1	unit	500,000	-	500,000
SUB TOTAL (Rp)					16,850,000	16,350,000

3. Bahan Habis Pakai

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya Per tahun (Rp)	
				Tahun I	Tahun II
Penggaris dalam berbagai bentuk sesuai kebutuhan (buah)	Digunakan sebagai alat bantu untuk melakukan pengeplotan titik pengamatan	3 buah	10,000	30,000	30,000
Tas Ransel (buah)	Digunakan sebagai tempat untuk penyimpanan semua peralatan yang akan digunakan di lapangan	2 buah	300,000	600,000	600,000
Obat-obatan	Digunakan untuk Pengaman dan menjaga kesehatan tim peneliti	3 paket	100,000	300,000	300,000
Alat tulis menulis untuk catatan lapangan (set)	Digunakan untuk mencatat data-data yang ada pada saat melakukan observasi dan pengukuran di lapangan	3 paket	250,000	750,000	750,000
Clipboard (buah)	Digunakan sebagai alat bantu dalam melakukan pengukuran data-data lapangan.	2 buah	50,000	100,000	100,000
Kertas HVS A4 (rim)	Digunakan dalam mencetak file-file yang berhubungan dengan penelitian (format tabel isian, proposal, draf laporan, draf data-data lapangan, lob buku kegiatan dan keuangan, laporan dsb)	6 rim	50,000	300,000	300,000
Tinta Printer warna hitam (set)	Digunakan untuk mengisi tinta printer (black and color)	5 set	150,000	750,000	750,000

Tinta Printer color (set)	Digunakan untuk mengisi tinta printer (black and color)	4 set	200,000	800,000	800,000
Biaya Analisis Air	Digunakan untuk analisis biologi, dan kimia air laut (5 titik sample cluster rumput laut)	5 paket	2,000,000	10,000,000	10,000,000
Perangkat Teknologi Artificial Corareef					
Pembuatan Rangka Besi	Rangka besi akan digunakan sebagai meja tempat mengikat media tumbuh karang yang dilengkapi dengan pengikat karet dan plat besi	10 set	750,000	7,500,000	-
Pembuatan Media Tumbuh Karang	Media tumbuh karang terbuat dari cetakan semen yang berbentuk bulat dan segiempat yang ditengahnya dilengkapi dengan paralon tempat menempelnya bibit karang	100 media	50,000	5,000,000	-
Pelampung dan tali	Pelampung digunakan sebagai tanda lokasi pembuatan artificial corareef	4 buah	500,000	2,000,000	-
Perangkat Teknologi Seedprotecteor					
Bibit rumput laut	Pembelian bibit rumput laut dilakukan pada tahun ke dua untuk dibudidayakan di lokasi yang telah memenuhi krtieria kesesuaian di Kabupaten Boalemo (pembibitan di satu lokasi)	500 kg	5,000	-	2,500,000

Jaring	Sebagai media pembungkus bibit rumput laut	50	meter	50,000	-	2,500,000
Tali nilon (tali bentangan)	Sebagai pengikat bibit rumput laut	25	kg	42,000	-	1,050,000
Tali nilon (tali induk)		25	kg	42,000	-	1,050,000
Tali nilon (no. 1,5)		50	bal	50,000	-	2,500,000
Bola Pelampung Utama	Sebagai pelampung bibit rumput laut yang telah diikatkan pada media budidaya	50	buah	50,000	-	2,500,000
Botol pelampung bentangan		1000	buah	1,000	-	1,000,000
Cool box	Tempat penyimpanan bibit rumput laut	2	buah	200,000	-	400,000
Tarpal plastik uk 5 x6 m	Pelindung saat melaukukan sampling	2	buah	275,000	-	550,000
Gunting	Pemotong tali dan bibit rumput laut	5	buah	36,000	-	180,000
Pisau catter		5	buah	20,000	-	100,000
Spidol permanen	Penandaan pada saat sampling	2	dos	65,000	-	130,000
Kantong plastik klip (besar)	Wadah dan penanganan sample bibit rumput laut	5	pak	35,000	-	175,000
Kantong plastik hitam (sedang)		5	pak	15,000	-	75,000
Baskom		5	buah	45,000	-	255,000
Lakban (warna kuning, lebar 5 cm)		5	roll	15,000	-	75,000
Tissue gulung		5	rol	5,000	-	25,000
Karung plastik		2	ball	100,000	-	200,000

Lap kasar		6	buah	7,000	-	42,000
Biaya Analisis Kualitas Rumput Laut						
Analisis Kandungan Karaginan Rumput Laut	Untuk mengetahui kualitas rumput laut yang dihasilkan	10	sampel	200.000	-	2.000.000
Analisis Gel Strength Rumput Laut		10	sampel	200.000	-	2.000.000
Analisis Proksimat		10	sampel	250.000	-	2.500.000
SUB TOTAL (Rp)					28,130,000	34.924.000

4. Perjalanan dan Konsumsi

Material	Justifikasi Perjalanan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya per tahun (Rp)		
				Tahun I	Tahun II	
Biaya konsumsi tim peneliti dan pembantu lapangan	Konsumsi tim peneliti dan pembantu lapangan di lokasi (Total perjalanan 25 hari per tahun, sebanyak 4 orang =100 OH)	100	OH	27,000	2,700,000	2,700,000
Biaya akomodasi tim peneliti dan pembantu lapangan	Akomodasi tim peneliti dan pembantu lapangan di lokasi (Total perjalanan 25 hari per tahun, sebanyak 4 orang =100 OH)	100	OH	100,000	10,000,000	10,000,000
Sewa kendaraan roda empat tahun pertama	Digunakan untuk kegiatan transportasi tim peneliti selama melakukan penelitian tahun pertama (Total penggunaan kendaraan 24 hari per tahun)	24	Hari	400,000	9,600,000	-

Sewa kendaraan roda empat tahun kedua	Digunakan untuk kegiatan transportasi tim peneliti selama melakukan penelitian tahun kedua (Total penggunaan kendaraan 24 hari per tahun)	24	Hari	400,000	-	9,600,000
SUB TOTAL (Rp)					22,300,000	22,300,000

5. Pengolahan Data, Laporan, Publikasi-Seminar, Pendaftaran HAKI dan lain-lain

Kegiatan	Justifikasi	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya Per Tahun (Rp)		
				Tahun I	Tahun II	
Biaya penelusuran literatur (pembelian buku dan atau fotocopy) (Paket)	Literatur berupa buku atau jurnal ini digunakan untuk <i>update</i> pengetahuan mengenai topik penelitian yang digeluti.	2	paket	200,000	400,000	400,000
Fotocopy format-format yang digunakan dalam survey (Paket)	Untuk memudahkan proses rekaman data-data penelitian.	6	paket	150,000	900,000	900,000
Biaya penyusunan dan penggandaan laporan kemajuan (paket)	Untuk mengukur ketercapaian proses dan tujuan penelitian	4	dokumen	500,000	2,000,000	2,000,000
Biaya penyusunan dan penggandaan laporan akhir penelitian (paket)	Sebagai bahan laporan tentang ketercapaian tujuan penelitian.	4	dokumen	600,000	2,400,000	2,400,000
Biaya komunikasi, internet, dan administrasi (paket)	Untuk memperlancar administrasi penelitian.	5	paket	350,000	1,750,000	1,750,000

Biaya pendaftaran seminar dan prossiding	Sebagai upaya untuk mempublikasikan hasil penelitian sekaligus untuk pengembangan keilmuan di kegiatan ilmiah.	1	kgt	1,000,000	1,000,000	1,000,000
Biaya pembuatan buku pengembangan teknologi budidaya rumput laut dan konservasi terumbu karang	Sebagai upaya untuk mempublikasikan hasil penelitian yang dapat digunakan sebagai bahan ajar	1	paket	6,000,000	6,000,000	6,000,000
Biaya pembuatan banner (paket)	Sebagai publikasi hasil penelitian di F- Perikanan dan Ilmu Kelautan	1	paket	700,000	700,000	700,000
SUB TOTAL (Rp)					15,150,000	15,150,000
					Tahun I	Tahun II
TOTAL ANGGARAN YANG DIPERLUKAN SETIAP TAHUN (Rp)					100,000,000	119,024,000
TOTAL ANGGARAN YANG DIPERLUKAN SELAMA DUA TAHUN (Rp)						219,024,000

Lampiran 2. Dukungan Sarana dan Prasarana Penelitian

Sebagian besar peralatan penting yang dibutuhkan dalam penelitian ini tersedia di laboratorium yang terdapat di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, serta Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo yaitu:

No.	Nama Peralatan	Kegunaan	Kondisi
1.	GPS	Digunakan untuk penentuan lokasi pengamatan	Baik
2.	Kompas	Untuk mengukur arah dan posisi lokasi	Baik
3.	Lup	Digunakan untuk mengamati sampel terumbu karang dan rumput laut	Baik
4.	Mikroskop	Digunakan untuk mengamati sampel air laut dan sel thalus rumput laut	
5.	Thermometer	Pengukuran temperatur air laut di lokasi penelitian	Baik
6.	pH meter	Digunakan untuk mengukur pH air air laut	Baik
7.	Paket penunjang laboratorium untuk unsur kimia dalam air.	Digunakan untuk menghasilkan nilai kandungan unsur-unsur kimia dalam air laut	Baik
8.	Pekat penunjang laboratorium untuk unsur biologi.	Digunakan untuk menghasilkan nilai kandungan unsur-unsur biologi dalam air laut	Baik

Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim dan Pembagian Tugas

No.	Nama/NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu	Uraian Tugas
1.	Ade Muharam/0019036905	UNG	Budidaya Perairan	2 minggu per bulan selama 10 bulan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bertanggung jawab penuh terhadap pencapaian tujuan akhir penelitian. 2. Merencanakan, melaksanakan, dan melaporkan hasil penelitian, log book keuangan dan kegiatan. 3. Melaksanakan seluruh tahapan metodologi penelitian baik teknologi budidaya rumput laut maupun konservasi terumbu karang pada dua periode penelitian. 4. Melakukan survey ekologi, termasuk aspek biologi, fisika dan kimia perairan di lokasi penelitian. 5. Melakukan survey karakteristik terumbu karang dan biota ikan di lokasi penelitian. 6. Melakukan dokumentasi dan administrasi data-data penelitian sebagai rekaman penelitian. 7. Merencanakan dan melaksanakan penelitian beserta anggota peneliti, pembantu lapangan, pengolah data, dan juga melibatkan mahasiswa S1. 8. Merencanakan dan membuat artikel untuk publikasi hasil penelitian di kegiatan seminar.
2.	Rieny Sulistijowati S/0009107103	UNG	Teknologi Hasil Perikanan	4 jam per minggu selama 36 minggu atau 144 jam	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bertanggung jawab penuh terhadap pencapaian tujuan akhir penelitian bersama ketua peneliti. 2. Merencanakan, melaksanakan, dan melaporkan hasil penelitian, log book keuangan dan kegiatan bersama ketua peneliti. 3. Merencanakan pengukuran parameter kualitas produksi rumput laut. 4. Melakukan analisis dan pengukuran parameter karagenan rumput laut. 5. Membantu memberikan rekomendasi kemungkinan pengembangan pengolahan rumput laut yang dapat dikembangkan.
3.	Raghel Yunginger/0026107704	UNG	Fisika Bumi	4 jam per minggu selama	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bertanggung jawab penuh terhadap pencapaian tujuan akhir penelitian bersama ketua peneliti.

36 minggu atau 144 jam	<ol style="list-style-type: none">2. Merencanakan, melaksanakan, dan melaporkan hasil penelitian, log book keuangan dan kegiatan bersama ketua peneliti.3. Merencanakan pengukuran parameter fisika perairan dan karakteristik cuaca4. Melakukan pengukuran parameter fisika dan karakteristik meteorologi yang mempengaruhi kualitas perairan pesisir pada <i>cluster</i> pembudidayaan rumput laut5. Melakukan analisis pengukuran parameter fisika dan desain cuaca yang mempengaruhi perairan pesisir sebagai dasar dalam penetapan lokasi kebun bibit rumput laut dan artificial coralreef6. Membantu penetapan lokasi kebun bibit rumput laut dan artificial coralreef
---------------------------	--

Lampiran 4. Surat Pernyataan Kesiadaan Mitra

Dengan ini, kami menyatakan bersedia sebagai mitra untuk pelaksanaan **Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) Tahun Anggaran 2016** dengan judul:

“Model Teknologi Artificial Coralreef dan Seed Protector Untuk Peningkatan Produksi Dan Kualitas Rumput Laut Serta Daya Dukung Ekologi Pesisir di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo”

Yang akan dilaksanakan oleh Tim Peneliti dari Universitas Negeri Gorontalo (UNG). Kontribusi pendanaan dari Instansi Badan Lingkungan Hidup dan Riset Daerah (BLHRD) Provinsi Gorontalo yang akan kami berikan dalam penelitian PUPT ini sebesar Rp. 20.000.000 (*Dua Puluh Juta Rupiah*).

Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya untuk dapat digunakan seperlunya.

Mengetahui,
Ketua Lembaga Penelitian UNG



Prof. Dr. Abd. Kadim Masaong, M.Pd
NIP. 196111141987031 002

Gorontalo, 22 April 2015

Yang menyatakan,
Plt. Kepala BLHRD



Ir. Rugava Biki, MSi.
NIP. 19661204199403 2009

RINCIAN ANGGARAN BELANJA

WORKSHOP PENGUATAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Mendukung Kegiatan

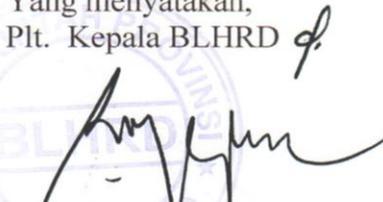
**Model Teknologi
Artificial Coralreef dan Seed Protector
Untuk Peningkatan Produksi Dan Kualitas Rumput Laut Serta
Daya Dukung Ekologi Pesisir
di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo”**

TAHUN 2016

NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA	JUMLAH
1	Pengumpulan Data Data	30	OH	550.000	16.500.000
2	Seminar	1	kali	3.500.000	3.500.000
				Jumlah	20.000.000,-

Terbilang : Dua Puluh Juta Rupiah

Yang menyatakan,
Plt. Kepala BLHRD


Ir Rugaya Biki, MSi.
NIP. 19661204199403 2009

Lampiran 5. Biodata Ketua dan Anggota Tim Pelaksana

1. Ketua Tim Pelaksana

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Ade Muharam, S.Pi, M.Si
2. Jenis Kelamin	Laki-laki
3. Jabatan Fungsional	Lektor
4. NIP/NIK/Identitas lainnya	19690319 200501 1 001
5. NIDN	0019036905
6. Tempat dan Tanggal Lahir	Jakarta, 19 Maret 1969
7. E-mail	dhe_mcrmp@yahoo.com
8. Nomor Telepon/HP	+6281382477669
9. Alamat Kantor	Kampus DAMHIL Jl. Jend. Sudirman No.6 Gorontalo
10. Nomor Telepon/Faks	0435825125
11. Lulusan yang Telah Dihasilkan	Diploma 3 dan S1 Budidaya Perairan
12. Mata Kuliah yg Diampu	<p><u>Mata Kuliah S1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rekayasa Budidaya Perairan, • Bioteknologi Akuakultur, • Genetika Ikan • Penyuluhan dan Komunikasi Perikanan, • Tataniaga Perikanan. • Pengolahan Data Perikanan • Dasar-dasar Manajemen Perikanan • Rancangan Percobaan <p><u>Mata Kuliah S2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Dinamika Ekosistem Pesisir dan Laut • Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan • Agribisnis Madya

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Institut Pertanian Bogor	Universitas Hasannudin	University of the Philippines Los Banos
Bidang Ilmu	Budidaya Perairan	Agribisnis	Environmental Science-Natural Resources and Conservation
Tahun Masuk-Lulus	1988 – 1994	2003 – 2005	2009 – 2013
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pengaruh Perbedaan Tingkat Pemberian Pakan dan Kandungan Protein Terhadap Pertumbuhan Pasca Larva Udang	Analisis Kelayakan Budidaya Jaring Apung di Provinsi Gorontalo	Evaluating Marine Protected Area Management Effectiveness in Thousand Island, Indonesia
Nama Pembimbing	Dr. Ir. Sutomo Akhmad, M.Sc	Prof. Dr. Natsir Nessa, M.S	Carmelita M. Rebancos, Ph.D

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1.	2006	Kajian Penyusunan Master Plan Penanggulangan Kemiskinan Kabupaten Gorontalo Utara	Bappeda Kabupaten Gorontalo Utara	45.000.000,-
2.	2007	Kajian Karakteristik Ekosistem Mangrove dan Terumbu Karang di Wilayah Perairan Provinsi Gorontalo Teluk Tomini	Pusreg KHL Sumapapua	50.000.000,-
3.	2008	Kajian Status Mutu Air laut di Wilayah Perairan Provinsi Gorontalo Teluk Tomini	Pusreg KHL Sumapapua	50.000.000,-
4.	2008	Kajian dan Penilaian Status Ekologi Daerah Aliran Sungai Randangan Provinsi Gorontalo	Pusreg KHL Sumapapua	50.000.000,-
5.	2012	Penilaian Persepsi Masyarakat Pengaruh Keberadaan Daerah Perlindungan Laut (DPL) Terhadap Konservasi Ekosistem Terumbu Karang di Kepulauan Seribu	Dinas Perikanan Kelautan DKI Jakarta	100.000.000,-
6.	2014	Kajian Zonasi Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Provinsi Gorontalo	Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Gorontalo	73.000.000,-
7.	2014	Penentuan Pola Musim Tanam Rumput Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i> Pada Kawasan Budidaya Gorontalo Utara	Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan	90.000.000,-
8.	2014	Model Kesesuaian Pengembangan Budidaya Perikanan Laut di Provinsi Gorontalo	Kerjasama Dengan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Gorontalo	50.000.000,-
9.	2014	Analisis Kesesuaian Budidaya Rumput Laut di Desa Lange Kecamatan Stasiun 3 Kabupaten Gorontalo Utara	Mandiri	7.500.000,-

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1.	2008	Transplantasi Terumbu Karang Buatan di Desa Olele Kabupaten Bone Bolango	Bappeda Provinsi Gorontalo	15.000.000,-
2.	2014	Model Konservasi Sumberdaya Pesisir Berbasis Ekonomi Kerakyatan	Badan Lingkungan Hidup Riset dan Pengembangan Provinsi Gorontalo	50.000.000,-

D. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Kajian dan Penilaian Status Ekologi Daerah Aliran Sungai Randangan Provinsi Gorontalo	Jurnal Sea Partnership. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.	Edisi 3. Volume 1. Tahun 2009.
2.	Peran Daerah Perlindungan Laut (DPL) Dalam Merespon Pemanasan Global.	Rubrik: Artikel Ilmu Pengetahuan	Surat Kabar Gorontalo Post Edisi 13-14 Desember 2010.
3.	Efektifitas Penggunaan Ekstrak Buah Mangrove <i>Xylocarpus granatum</i> Dalam Penanggulangan Parasit Pada Insang Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia 2014. Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta, Kemntrian Perikanan dan Kelautan	Teknologi Terapan Perikanan Edisi 1 Volume 2/20 Nopembar 2014
4.	Kajian Aspek Biofisik dan Sosial Ekonomi Masyarakat di Sekitar DAS Randangan Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo	Prosiding Seminar Nasional Riset Invatif. Universitas Ganesha Bali.	ISSN: 2339-1553 Edisi 21 Nopember 2014

E. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Scientific Forum Cum Festival on Food from Our Biodiversity	<i>"Slow food" from marine and resources: Sea bed.</i>	September, 30, 2010 in University of the Philippines Open University
2.	Workshop Economic Valuation for Pandin Lake	<i>Aquaculture and Fisheries in Lake Pandin Using Tilapia (Oreochromis niloticus) as Determinant"</i>	September, 20, 2010 in Pandin Lake, Laguna, Philippines
3.	Institution and Community Participation in Biodiversity Conservation and Environmental Protection.	<i>A Case Study of Competition Between Janitor Fish and Tilapia</i>	December, 13, 2010 in University of the Philippines Los Banos.
4.	Perception Mapping Workshop for Cambantoc River System	<i>Mind Mapping Methode to Develop Community Participatory</i>	February, 19, 2011 in Bay Laguna, Philippines
5.	The 2 nd National Conference and Workshop on Environmental Science	<i>Evaluating Management Effectiveness of Marine Protected Areas (MPAs) in Thousand Islands Indonesia</i>	November, 25 to 26 2013 in University of the Philippines Los Banos.
6.	Seminar Nasional, Workshop dan Musyawarah HFI	<i>Penilaian Persepsi Masyarakat Pengaruh Keberadaan Daerah Perlindungan Laut (DPL) Terhadap Konservasi Ekosistem Terumbu Karang di Kepulauan Seribu</i>	12 Maret 2014 di Gorontalo
7.	Seminar Nasional Perikanan Indonesia 2014. Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta, Kementrian Perikanan dan Kelautan	Efektifitas Penggunaan Ekstrak Buah Mangrove <i>Xylocarpus granatum</i> Dalam Penanggulangan Parasit Pada	20 November 2014, Jakarta

		Insang Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	
8.	Seminar Nasional Riset Inovatif. Universitas Ganesha Bali	Kajian Aspek Biofisik dan Sosial Ekonomi Masyarakat di Sekitar DAS Randangan Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo	21 November 2014, Denpasar, Bali

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi.

Gorontalo, 14 April 2015

Dr. Ade Muharam, S.Pi, M.Si

Anggota Peneliti 2. Raghel Yunginger, M.Si

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Raghel Yunginger, M.Si
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Pangkat/Golongan	Penata Tkt.1/IIIId
4	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
5	NIP/NIK/Identitas lainnya	197710262002122003
6	NIDN	0026107704
7	E-mail /HP	raghel_ung@yahoo.co.id / 085220626075
8	Jurusan/Fakultas	Fisika/FMIPA
9	Perguruan Tinggi	Universitas Negeri Gorontalo
9	Alamat Kantor	Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo.
10.	No. Telepon/Fax	(0435) 821125 /825754
11.	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 35 orang
12.	Mata kuliah yang Diampu	Oseanografi, Fisika Lingkungan Termodinamika, Meteorologi dan klimatologi, Elektronika Dasar.

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Neg. Gorontalo	Institut Teknologi Bandung
Bidang Ilmu	Pendidikan Fisika	Fisika /Fisika Bumi
Tahun Masuk-Lulus	1996 – 2002	2004-2006
Judul Skripsi/Tesis	Pengaruh intensitas penerangan terhadap kelelahan mata pengrajin kerawang	Studi dendrokronologi pada jati perkebunan
Nama Pembimbing	Drs. Asri Arbie, M.Si	Prof. Dr. Satria Bijaksana

C. Pengalaman Penelitian

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1.	2008	Kajian paleoklimat melalui stalagmit dengan menggunakan metode radiocarbon C ¹⁴ untuk modeling iklim Provinsi Gorontalo.	DP2M DIKTI	70.
2.	2009	Kajian paleoklimat melalui stalagmite dan <i>tree ring</i> jati perkebunan untuk modeling iklim Provinsi Gorontalo	DP2M DIKTI	64
3.	2010	Analisis potensi daerah rawan bencana alam sebagai acuan dalam pengembangan wilayah dan mitigasi bencana alam di Provinsi Gorontalo	PEMDA GORONTALO	25
4.	2010-2012	Kajian Prospek Potensi Energi Panas Bumi di Provinsi Gorontalo Sebagai Sumber Energi Pembangkit Tenaga Listrik yang ramah lingkungan	DP2M DIKTI	65
5.	2011	Analisis karakteristik wilayah pantai Kota Gorontalo dalam mitigasi	Kerjasama Badan Geologi	30

		bencana geologi.	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral	
6.	2013	Model teknologi pemanfaatan energy angin di daerah pesisir	Mandiri	15
7.	2014	Analisis Tingkat Pencemaran Pesisir Berdasarkan Analisis Fisik Sedimen di Pantai Selatan Provinsi Gorontalo	Kerjasama Dengan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Gorontalo	50

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2009	Penilaian Perubahan iklim terhadap Teluk Tomini	PEMDA GORONTALO	15
2	2010	Pembuatan alat pengering ikan dendeng bagi masyarakat pesisir	PNBP UNG	5
3	2010	Pelatihan penyusunan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim melalui pendekatan pengelolaan sumber daya alam berbasis lokal di wilayah pesisir Kabupaten Pohuwato	PNBP	5
4	2011	Pembuatan Briket Dari Enceng Gondok Sebagai Energi Alternatif Rumah Tangga Dan Peluang Usaha Masyarakat Di Desa Iluta Kecamatan Batudaa Kabupaten Gorontalo	PNBP	5
5	2012	Pelatihan pemetaan potensi alam wilayah pesisir berbasis kearifan lokal	PNBP	6
6	2013	Penanaman mangrove sebagai upaya minimalisir dampak bencana geologi	PNBP	6

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1.	Rekonstruksi paleoklimat melalui batuan stalagmite dengan metode radiocarbon	Jurnal Ichsan Gorontalo	ISSN : 1907-5324) Volume 1 Nomor 2, Juni-September 2006)
2.	Menentukan distribusi suhu pada pelat yang berbentuk persegi empat dengan menggunakan pendekatan metode beda hingga terhadap Persamaan Laplace.	Jurnal SaInsTEK	ISSN :1907-1973) volume 1 nomor 4, Maret 2008
3.	Analisis prospek potensi energi geothermal	Prosiding	ISSN : 2087-7471 Jurusan

di Pentadio Resort Provinsi Gorontalo	Energi	Fisika, 2012, UNPAD, Bandung.
---------------------------------------	--------	-------------------------------

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation)

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Seminar Nasional Fisika Di Universitas Negeri Gorontalo	Penggunaan metode geolistrik dalam mencari sifat esistivitas/konduktivitas listrik dari lapisan batuan di dalam bumi	2006, Universitas Negeri Gorontalo
2.	International Confrence HFI Ke-22,	Kajian paleoklimat melalui stalagmite untuk modeling iklim Provinsi Gorontalo	September 2008, Di Universitas Negeri Gorontalo
3.	Seminar Nasional SUSCLAM bekerja sama BAPEDDA Provinsi Gorontalo, dan JAPESDA dalam rangka Hari Lingkungan Hidup, 2009.	Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Teluk Tomini	2009, New Rahmat In Hotel, Gorontalo
	The Third International Conference on Natural Resources Exploration For Sustainable Development.	Analisis potensi energi geothermal menggunakan metode geomagnetik dan geolistrik.	5 September 2012. Universitas Negeri Gorontalo

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Dosen Berpretasi Tingkat Nasional	Direktorat Ketenagaan DIKTI	2009
2	Sang Penemu	TVRI Nasional	2012

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi.

Gorontalo, 14 April 2015
Anggota Peneliti

Raghel Yunginger, M.Si

Anggota Peneliti 3. Dr. Rieny Sulistijowati S. S.Pi,M.Si

1. Identitas Peneliti

1.	Nama Lengkap	Dr. Rieny Sulistijowati S. S.Pi,M.Si (P)
2.	Tempat dan Tanggal Lahir	Manado, 9 Oktober 1971
3.	NIP/ NIDN	197110092005012001/ 0009107103
4.	Jabatan Fungsional	LEKTOR KEPALA
5.	Pangkat/Golongan	III/C
6.	Fakultas/Program studi	Perikanan dan Ilmu Kelautan / Teknologi Hasil Perikanan
7.	Alamat Rumah	Jl.Membramo 1 Kel.Bulotadaa Timur Rt/Rw 01/02 Kec. Sibatana. Kota Gorontalo
8.	Nomor Telepon/Faks	081340152103
9.	Alamat Kantor	Univ.Negeri Gorontalo Jl.Jend.Sudirman No.06 Gorontalo
10.	Nomor Telepon/Faks	Telp. 0435821125 Fax, 0435 821752
11.	Alamat e-mail	riny.sulistijowati@gmail.com
12.	Mata kuliah yang diampuh	Pengantar THP,Pemanfaatan Limbah Hasil Perikanan, Mikrobiologi Hasil Perikanan, Mikrobiologi Dasar, Kimia Organik, Metode Penelitian, Rancangan Percobaan.

2. Riwayat Pendidikan

Program	S3	S2	S1
Nama PT	Univ. Padjadjaran	Univ. Padjadjaran	Univ. Samratulangi
Tempat	Bandung	Bandung	Manado
Bidang Ilmu	Tek.Hasil Perikanan	Kimia/Mikrobiologi Proses	Tek.Hasil Perikanan
Thn Masuk	2009	2006	1990
Tahun lulus	2012	2008	1995
Gelar	Dr	M.Si	S.Pi
Judul Disertasi, Tesis, Skripsi	Kajian Mutu Mikrobiologis dan Kimiawi Sodabushi Ikan tongkol Menggunakan Biopreservatif <i>L.acidophilus</i> dan Difermentasi Oleh <i>A.oryzae</i>	Uji Aktivitas Antikanker Payudara Pada <i>cell line</i> T47D dan Identifikasi Isolat Jamur Endofitik Tumbuhan Taxus Sumatrana	Pengaruh cara pemasakan dan perbandingan ekstrak nenas terhadap mutu kecap udang galah

3. Pengalaman Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp)
1.	2015	Aktivitas Antagonis Bakteri Asam Laktat Hasil Isolasi Dari Ikan Bandeng Terhadap Bakteri Patogen	Fundamental Tahun II	67.5
2.	2014	Aktivitas Antagonis Bakteri Asam Laktat Hasil Isolasi Dari Ikan Bandeng Terhadap Bakteri Patogen	Fundamental Tahun I	30

3.	2013	Peningkatan Kualitas Pembelajaran Mikrobiologi Melalui Media Audiovisual Di SMK 1 Kota Gorontalo	Pascasarjana UNG	15
4.	2013	Kajian Sistem Pengendalian Mutu Ikan Cakalang Asap Di Kecamatan Tilango Kabupaten Gorontalo	PNBP	10
5.	2012	Studi Kandungan Kalsium Karbonat Pada Cangkang Kijing Lokal (<i>Pilsbryconcha</i> Sp.) Di Kabupaten Boalemo Propinsi Gorontalo .	PNBP Fak.Pertanian UNG	4
6.	2011	Pemanfaatan Bakteriosin Produksi <i>L.acidophilus</i> Sebagai Biopreservatif Sodabushi Ikan tongkol	Hibah Doktor Dikti	50
7.	2009	Identifikasi Cepat Isolat Jamur Endofitik Potensial Antikanker Payudara Berbasis Biologi Molekuler	PNBP UNG	4.5
8.	2006	Kajian Rasio Ikan dan Tepung Pada Sosis Kakap Merah	PDM Dikti	10

4. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah

No.	Thn	Judul Artikel	Volume/nomor	Nama Artikel
1.	2015	Pemanfaatan kitosan sebagai antibakteri pada bakso ikan tuna	Vol III No.1 2015	Jurnal Nike
2.	2014	Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Milkfish Intestine (<i>Chanos chanos</i>).	ISBN...	Proceeding Intenational Seminar Innovation on Marine and Fisheries Product Processing and Biotechnology Towards the Asean Economic Community in 2015
3.	2014	Analisis E.Coli Pasca Pencucian pada Proses Pengolahan Udang Beku di PT.xx Gorontalo	Vol II No.3 2014 ISSN 2303-2200	Jurnal Nike
4.	2014	Studi Kelayakan Unit Pengolahan Udang Putih (<i>Litopenaus vannamei</i>) Beku Tanpa Kepala di PT.xx Gorontalo	Vol II No.2 2014 ISSN 2303-2200	Jurnal Nike
5.	2014	Uji Mutu Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) Adap dari Unit Pengolahan Ikan di Propinsi Gorontalo	Vol II No.2 2014 ISSN 2303-2200	Jurnal Nike
6.	2013	The Influence Culture Age and Soaking Time Range with Filtrate <i>L.acidophillus</i> toward The Number of Coliform bacteria in Swordfish stew	Vol 3. No.4 ISSN2224-3208 ISSN2225-093x	Journal Biology Agryculture and Healthcare
7.	2013	Penentuan Perbandingan Es Curah dan ikan Nike Segar dalam Cool Box Berinsulasi terhadap Mutu Organoleptik dan Mikrobiologis Selama Pemasaran	Vol I No.2 2013 ISSN 2303-2200	Jurnal Nike
8.	2010	The influence of giving various	ISBN 978-602-	Proceeding

		concentrations and method of inoculums <i>L.acidophilus</i> according to immersion time for total <i>E.coli</i> in swordfish stew (<i>Auxis rochei</i>)	8743-67-9	International Seminar Biotechnology for Enhancement the Tropical Biodiversity
9.	2009	Kajian Rasio Ikan dan Tepung pada Sosis Kakap Merah (<i>Lutjanus altifrontalis</i>)	4/1	Jurnal Entropi
10.	2008	Studi Fermentasi Jamur Endofitik Tumbuhan <i>Taxus sumatrana</i> sebagai bahan antikanker payudara	3/2	Agrosains Tropis
11.	2008	Identifikasi Bakteri <i>Actinomicetes</i> Secara Molekuler	3/1	Agrosains Tropis

5. Pengalaman Sebagai Pemakalah Dalam Seminar Ilmiah Internasional Dan Atau Seminar Ilmiah Nasional

No	Tahun	Judul Artikel	Tema Seminar	Penyelenggara	Tempat
1.	2014	Kajian Sistem Pengendalian Mutu Ikan Cakalang Asap Di Kab.Gorontalo	Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia UNG	MIPA UNG	Gorontalo
2.	2014	Penerapan Rumah Asap Model Kabinet Untuk Efisiensi Bahan Bakar, Lama Pengasapan dan Perbaikan Mutu Ikan Asap	Optimalisasi Kemandirian Pangan Menyambut Asean Economic Community	PATPI SULUT	Manado
3.	2014	The effectiveness Inhibition Filtrate Bacteriocins <i>L.Acidophillus</i> toward Cantaminant Bacteria from Swordfish (<i>A.rochei</i>) Stew	Microbial Use for Human Welfare	PERMI dan Univ.Andalas	Padang
4.	2014	Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Milkfish Intestine (<i>Chanos chanos</i>).	Innovation on Marine and Fisheries Product Processing and Biotechnology Towards the Asean Economic Community in 2015	Balai Penelitian Pengembangan Bioteknologi Produk Hasil Perikanan. KKP	Jakarta
5.	2013	Identifikasi Strain <i>L.acidophillus</i> potensial biopreservatif dengan metode PCR	Biotechnology and Biofarma Marine Diversity	B2RP2BKP dan UNSRAT	Manado
6.	2011	Potensi Penghambatan Filtrat Bakteriosin	Seminar Nasional	B2RP2BKP KKP	Jakarta

		<i>L.acidophilus</i> terhadap Bakteri Kontaminan dari Rebusan Daging Ikan Tongkol (<i>Auxis rochei</i>)	Inovasi Teknologi Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan III		
7.	2010	Pengaruh Umur Kultur dan Rentang Waktu Perendaman dengan Filtrat <i>L.acidophilus</i> terhadap Jumlah Bakteri Kontaminan dan <i>Coliform</i> Grup pada Rebusan Daging Ikan Tongkol.	Seminar Nasional dan Pameran MPHPI	MPHPI & KKP	Unpad Bandung
8.	2010	The influence of giving various concentrations and method of inoculums <i>L.acidophilus</i> according to immersion time for total <i>E.coli</i> in swordfish stew (<i>Auxis rochei</i>)	International Biotechnology for Enhancement the Tropical Biodiversity	LEMLIT UNPAD	Unpad Bandung
9.	2010	Identification of Endophytic Fungi Isolates From <i>Taxus sumatrana</i> Potential Invitro Against T747 Cell use PCR 18s rRna Sequencing Methode	International Biotechnology for Enhancement the Tropical Biodiversity	LEMLIT UNPAD	Unpad Bandung

6. Pengalaman Pengabdian pada Masyarakat

No	Tahun	Judul	Sumber Dana	Jumlah (juta Rp)
1.	2015	Penguji Eksternal UKK Nasional Di Kota Gorontalo	Dikbud	20
2.	2014	KKS Pengabdian UNG Pengasapan Ikan Sistem Kabinet Di Desa Pasalae Kab.GORUT	PNBP UNG	25
3.	2014	Pemateri "Pengemasan Ikan Teri Kering" Di Desa Pasalae Kab.Gorut	Tim MP3EI	10
4.	2014	Pengabdian pada masyarakat oleh Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan di Desa Tolotio Kec. Kabila Bone Kab. Bone Bolango.	Fak.Perikanan UNG	5
5.	2013	Bina Akrab dan Bersih Pantai UNG dengan Masyarakat Pemda Boalema	UNG	20
5.	2013	Pelatihan pengolahan Ikan Menjadi Aneka Menu Yang Sehat Kerjasama dengan FORHATI Wilayah Gorontalo	FORHATI	3
7.	2013	Pelatihan Penulisan Artikel Untuk Publikasi Jurnal Ilmiah Jurusan Tek.Perikanan UNG	PNBP	5
8.	2012	Bina Akrab Civitas Akademika Jurusan Tek.Perikanan dengan Masyarakat Bongo	PNBP	8

9.	2012	Bimbingan Teknis Pengelolaan Pelabuhan Perikanan	Ditjen Tangkap KKP	50
10.	2012	Temu Teknis Pembina Sentra Pengolahan Ikan Indonesia	P2HP KKP	80
11.	2012	Tim Pengembang Model Momongu Lipu Masyarakat Pesisir Danau Limboto Berbasis Pembelajaran Budidaya Pembesaran Otili (sogili)	BPKB Propinsi Gorontalo	120

7. Pengalaman Penulisan Buku

No.	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	No.ISBN	Penerbit
1.	2014	Mikrobiologi Hasil Perikanan	90	ISBN 978-6602-280-383-3	Deepublish
2.	2013	Seafood safety dan Implementasi Analisis SWOT Quality Sistem dalam buku Cakrawala Perubahan merangkai gagasan, kebijakan dan Harapan	8	ISBN 978-979-1340-56-4	UNG Press
3.	2011	Mekanisme Pengasapan Ikan	149	978-602-8743-86-0	Unpad Press

8. Pengalaman Profesi

No.	Tahun	Profesi
1.	2013 s/d sekarang	PERMI Perwakilan Gorontalo
2.	2012 s/d sekarang	Anggota MPHPI

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi.

Gorontalo, 14 April 2015



Dr. Rieny Sulistijowati S, S.Pi, M.Si

Lampiran 6. Surat Pernyataan Ketua Peneliti



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Kampus DAMHIL Jl. Jend. No.6 Gorontalo Tlpn.0435 821125 Fax. 821752

SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITI/PELAKSANA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Ade Muharam, S.Pi, M.Si
NIDN : 0019036905
Pangkat/Golongan : IIIIC
Jabatan Fungsional : Lektor

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul:

“Model Teknologi Artificial Coralreef dan Seed Protector Untuk Peningkatan Produksi Dan Kualitas Rumput Laut Serta Daya Dukung Ekologi Pesisir di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo”

Yang diusulkan dalam skema Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi untuk Tahun Anggaran 2016 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Mengetahui,
Ketua Lembaga Penelitian UNG



Prof. Dr. Abd. Kadim Masaong, M.Pd
NIP. 196111141987031 002

Gorontalo, 15 April 2015

Yang menyatakan,
Ketua Tim Peneliti



Dr. Ade Muharam, S.Pi, M.Si
NIP. 196903192005011001