



Mengenal Avertebrata Air

Femy M. Sahami
Sri Nuryatin Hamzah



**MENGENAL
AVERTEBRATA AIR**

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

MENGENAL A VERTEBRATA AIR

Femy M. Sahami

Sri Nuryatin Hamzah



Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

MENGENAL AVERTEBRATA AIR

Femy M. Sahami, Sri Nuryatin Hamzah

Desain Cover :
Rulie Gunadi

Sumber :
penulis

Tata Letak :
Ajuk

Proofreader :
A. Timor Eldian

Ukuran :
xiv, 140 hlm, Uk: 15.5x23 cm

ISBN :
978-623-02-6639-3

Cetakan Pertama :
Mei 2023

Hak Cipta 2023, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2023 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT., atas ridho-Nya dan kekuatan serta kemampuan yang telah diberikan kepada kami penulis, sehingga dapat menyusun buku referensi dengan judul *Mengenal Avertebrata Air*. Sebelumnya kami pernah menulis buku ajar Avertebrata Air, tetapi setelah dievaluasi kami menyadari masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi isi maupun dalam penyajian materinya. Penyajian materi-materi dilakukan dengan sederhana dan sistematis, sehingga lebih mudah dipelajari dan dipahami oleh mahasiswa maupun bagi masyarakat umum yang berminat terhadap buku ini.

Buku *Mengenal Avertebrata Air* ini disusun dan diperuntukkan terutama kepada mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, dan bagi mahasiswa fakultas lainnya maupun bagi masyarakat umum yang membutuhkan. Buku ini berisi tentang deskripsi habitat, morfologi, dan biologi serta klasifikasi dari filum penyusun hewan Avertebrata Air yang disertai dengan contoh-contoh gambar dalam setiap fillum. Diharapkan penyusunan buku ini dapat memberikan kontribusi dalam penyediaan referensi yang mudah dipahami untuk peningkatan kemampuan mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan akademiknya dalam menghasilkan inovasi-inovasi dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya avertebrata perairan di masa-masa yang akan datang. Harapan lainnya yang ingin dicapai sebagai tujuan dari ditulisnya buku ini adalah agar mahasiswa pada khususnya dan masyarakat pada umumnya dapat memahami pentingnya biota avertebrata perairan, sehingga akan lebih bijak dalam pemanfaatannya.

Kehidupan di perairan sangat berketergantungan antara satu dengan lainnya. Kepunahan satu jenis biota air khususnya avertebrata dapat berdampak besar pada ekosistem. Untuk pemulihannya membutuhkan waktu yang sangat panjang, meskipun secara alamiah alam dapat melakukan proses pemulihan diri. Eksplorasi dan eksploitasi beberapa spesies biota penting dari anggota avertebrata air seperti porifera/spons, moluska dan echinodermata yang saat ini banyak dilakukan oleh masyarakat apabila dilakukan secara maksimal dapat mengubah

tatanan sumber daya tersebut di alam, sehingga pada akhirnya akan berdampak pada kualitas hidup manusia. Oleh karena itu kami menganggap perlu adanya pengenalan awal tentang organisme tidak bertulang belakang yang hidup di perairan ini dalam buku yang sudah kami ramu secara sederhana ini.

Menyadari adanya keterbatasan kemampuan penulis dalam menyusun dan menyajikan buku ini, maka kami penulis masih sangat mengharapkan sumbang saran dari teman-teman sejawat demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini. Sebagai manusia biasa tentu saja walaupun kami telah berupaya melakukan penyusunan materi dengan sebaik-baiknya, namun saja mungkin tetap belumlah sempurna. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam segala bentuk, sehingga kami dapat merampungkan penyusunan buku.

Gorontalo, Maret 2023

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
I. Ruang Lingkup Avertebrata Air	1
II. Habitat Avertebrata Air.....	2
III. Klasifikasi	9
IV. Aturan Pemberian Nama Ilmiah	9
V. Hierarki Taksonomi Linnaeus.....	10
BAB II. FILUM PROTOZOA.....	12
I. Ekofisiologi.....	12
II. Peranan Protozoa	17
III. Klasifikasi	17
BAB III. FILUM PORIFERA	21
I. Pengertian	21
II. Habitat Porifera.....	21
III. Biologi.....	22
IV. Klasifikasi	29
V. Arti Ekonomis.....	36
BAB IV. FILUM COELENTERATA.....	38
I. Morfologi dan Struktur Tubuh.....	38
II. Pergerakan dan Pernapasan.....	42
III. Makanan.....	42
IV. Reproduksi	43
V. Klasifikasi	44
VI. Arti Ekonomis.....	54
BAB V. FILUM ECHINODERMATA.....	56
I. Deskripsi Singkat	56
II. Arti Ekonomis	71
BAB VI. FILUM MOLLUSCA	72
I. Deskripsi Singkat	72
II. Reproduksi	83

III.	Pertumbuhan.....	84
IV.	Cangkang.....	85
V.	Makanan.....	87
BAB VII.	FILUM ARTHROPODA.....	88
I.	Gambaran Umum.....	88
II.	Crustacea.....	89
III.	Klasifikasi Crustacea.....	98
BAB VIII.	FILUM PLATYHELMINTHES, NEMATODA DAN	
	ANNELIDA.....	104
I.	FILUM PLATYHELMINTHES.....	104
II.	FILUM NEMATODA.....	112
III.	FILUM ANNELIDA.....	119
DAFTAR PUSTAKA.....		131

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hierarki taksonomi Latin, Inggris dan Indonesia	11
Tabel 2. Perbandingan karakteristik Crustacea air tawar	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Penampilan bentuk telur keong air tawar.....	7
Gambar 2.	Contoh hewan neuston.....	8
Gambar 3.	Bentuk protoplasma dan bagian-bagian sel.....	12
Gambar 4.	Contoh Protozoa, sel Amoeba dengan bagian-bagian organelnya.....	13
Gambar 5.	Contoh alat gerak Protozoa: A & D. Flagella; B. Pseudopodia (kaki semu); C. Cilia.....	14
Gambar 6.	Susunan Cilia: A. Membrane berombak; B. Cirrus.....	15
Gambar 7.	Alat gerak pada Protozoa: (a) Pseudopodia pada <i>Amoeba</i> ; (b) Flagella pada <i>Glenodinium cinctum</i> dan (c) Cilia pada <i>Paramecium</i>	15
Gambar 8.	Contoh Anggota Kelas Mastigophora (a) <i>Ceratium</i> ; (b) <i>Euglena</i>	18
Gambar 9.	(a) <i>Opalina</i> ; (b) <i>Amoeba sp.</i>	18
Gambar 10.	<i>Plasmodium vivax</i>	19
Gambar 11.	(a) <i>Tetrahymena</i> ; (b) <i>Paramecium</i> ; (c) <i>Tokophrya</i> ; (d) <i>Vorticella</i> ; (e) <i>Trichodina</i> ; (f) <i>Stylonychia</i>	20
Gambar 12.	Porifera yang ditemukan di Kep. Tojo Una-Una.....	22
Gambar 13.	Bagian-bagian dari dinding tubuh Porifera.....	24
Gambar 14.	Tipe sistem aliran air pada Porifera.....	24
Gambar 15.	Macam-macam Bentuk Spikula.....	25
Gambar 16.	A. Bagian gemmule dari suatu spon air tawar B. Lapisan sel dinding Gemmule.....	27
Gambar 17.	Reproduksi Porifera.....	28
Gambar 18.	Contoh anggota Kelas Calcarea (a) <i>Leucosolenia</i> dan (b) <i>Scypha</i>	30
Gambar 19.	Contoh Anggota Kelas Hexactinellida (a) <i>Euplectella aspergillum</i>	31
Gambar 20.	Contoh anggota Subkelas Tetractinellida (a) <i>Oscarella lobularis</i> (b) <i>Plakortis sp.</i> (c) <i>Geodia neptuni</i>	32
Gambar 21.	Contoh Anggota dari Ordo Hadromerida (a) <i>Suberites charnue</i> dan (b) <i>Cliona celata</i>	33
Gambar 22.	Contoh Anggota dari Ordo Halichondrida, <i>Halichondria panicea</i>	33
Gambar 23.	(a) Contoh anggota ordo Poecilosclerida (<i>Microciona atranguinea</i>).....	34

Gambar 24. Contoh anggota subkelas Keratosa (a) <i>Phyllospongia lamellose</i>	35
Gambar 25. Contoh anggota Kelas Sclerospongia <i>Ceratoporella nicholsoni</i>	36
Gambar 26. Salah satu Spons <i>Petrosia lignosa</i> yang ada di Teluk Tomini Gorontalo	36
Gambar 27. Perbedaan Morfologi antara Polip (a) dan Medusa (b)	39
Gambar 28. Bagian-bagian dari Lapisan Dinding tubuh dan Susunan Sel pada lapisan epidermis yang ditunjukkan oleh garis panah	40
Gambar 29. Cara Coelenterata (Cnidaria) menjerat mangsanya.....	41
Gambar 30. Reproduksi dari Coelenterata.....	43
Gambar 31. Contoh Hydrozoa, A). <i>Hydra viridis</i> yang menempel pada tumbuhan. B). Polip <i>Obelia</i>	45
Gambar 32. Beberapa contoh spesies Jellyfish di perairan Malaysian. Cubozoan jellyfish; <i>Morbakka</i> sp. (a), <i>Chiropsoides buitendijki</i> (b); <i>cyphozoan jellyfish</i> ; <i>Acromitus flagellatus</i> (c), <i>Catostylus townsendi</i> (d), <i>ephea cephea</i> (e), <i>Chrysaora chinensis</i> (f), <i>Cyanea</i> sp. (g), <i>Lobonemoides robustus</i> (h), <i>Mastigias</i> sp. (i), <i>Phyllorhiza punctata</i> (j), <i>Rhopilema hispidum</i> (k) and <i>Rhopilema esculentum</i> (l).....	47
Gambar 33. Perbedaan Struktur Polip: (a) Hydrozoa dan (b) Anthozoa ..	49
Gambar 34. Struktur Anemon.....	50
Gambar 35. (a) Contoh stony coral, (b) Contoh Jenis Fungia	51
Gambar 36. Contoh jenis Octocorallia (a) tentakel 8.....	52
Gambar 37. Terumbu karang yang ada di Perairan Molotabu Gorontalo.	53
Gambar 38. Contoh anggota Echinodermata di Perairan Teluk Tomini (Leato Selatan Kota Gorontalo).	56
Gambar 39. Contoh anggota Kelas Asteroidea.....	58
Gambar 40. Struktur Anatomi Kelas Asteroidea	59
Gambar 41. Contoh anggota Kelas Asteroidea yang ada di perairan Gorontalo	60
Gambar 42. (a) Struktur anatomi kelas Ophiuridea; (b) Contoh Anggota Kelas Ophiuroidea (Bintang Ular)	62
Gambar 43. Contoh Anggota Kelas Echinoidea (Landak Laut): a. <i>Echinometra mathaei</i> , b. <i>Echinothrix calamaris</i> , c. <i>Tripneustes gratilla</i> , d. <i>Diadema setosum</i> , dan e. <i>Echinothrix diadema</i>	63

Gambar 44. Anatomi dari Landak Laut	64
Gambar 45. Gonad Bulu Babi.....	65
Gambar 46. Anatomi Holothuroidea.....	66
Gambar 47. Contoh Anggota Kelas Holothuroidea di Perairan Gorontalo.....	67
Gambar 48. Struktur anatomi Kelas Crinoidea (Lili laut).....	68
Gambar 49. Posisi Lili Laut saat makan dan sedang tidur/istirahat (BIRKELAND 1989 dalam Aziz, dkk. 1991).....	70
Gambar 50. Contoh Anggota Kelas Crinoidea (Dok. Pribadi, 2014).....	71
Gambar 51. Contoh Gastropoda Nudibranch. A. <i>Armina</i> sp. (<i>Arm</i> spp.) (Herbert et al. 2018); B. Nudibrach <i>Doriprismatica</i> <i>atromarginata</i> di Pulau Popaya Gorontalo (Dok. Pribadi, 2021)	72
Gambar 52. Filum Moluska, A. Kelas Mayor (Afiati, 2020); B. Kelas Minor (Sigwart & Sumner-Rooney, 2016).....	73
Gambar 53. (a) Contoh Anggota kelas Gastropoda (Holthuis, 1995); (b) Terminologi Cangkang Gastropoda (Herbert et al., 2018)....	74
Gambar 54. A. Subkelas Vetigastropoda; B. Subkelas Caenogastropoda (Sumber: Lestari <i>et al.</i> , 2021).....	75
Gambar 55. (a) Contoh Anggota kelas Scaphopoda (<i>Dentalium</i> sp.) (Biologipedia, 2010); (b) Anatomi Scaphopoda (University of California Museum of Paleontology, 2000)	76
Gambar 56. (A) Anatomi Bivalvia (University of California Museum of Paleontology, 2001); (B) Contoh anggota kelas Bivalvia (<i>Tridacna</i> sp.) (Dok. Pribadi, 2014); (C) Terminologi Cangkang Gastropoda (Herbert <i>et al.</i> , 2018).....	77
Gambar 57. Jenis-jenis dari Cephalopoda: A. Cumi-cumi (<i>Loligo</i> sp.); B. Sotong (<i>Sepia</i> sp.); C. Gurita (<i>Octopus</i> sp.) dan D. <i>Nautilus</i> (<i>Nautilus pompilus</i>) (Sumber: ROPER <i>et al.</i> , 1984 dalam Budiyanto & Sugiarto, 1997).	79
Gambar 58. A. Anatomi Polyplacopora; B. Contoh Polyplacopora/Chiton (<i>Tonicella lokii</i>) (University of California Museum of Paleontology, 1999)	80
Gambar 59. (a) Anatomi Monoplacopora; (b) Contoh anggota kelas Monoplacopora (Limpet) (Harvey, 2003)	81
Gambar 60. (a) Contoh kelas Aplacopora (<i>Neomenia carinata</i>); (b) Anatomi Aplacophora	82
Gambar 61. Perkembangan Gastropoda (genus <i>Cypraeovula</i>)	85

Gambar 62. Bentuk cangkang: A.Sinistral (Dok. Pribadi, 2023); B. Dextral (Foto sumbangan: Abdul Rahman, 2022).	86
Gambar 63. Struktur Anatomi Udang (sarwoedi.wordpress.com).....	91
Gambar 64. Bentuk dan bagian-bagian kaki kepiting bakau (<i>Scylla paramamosain</i>) (a) cheliped; (b) Kaki jalan; (c) kaki renang	92
Gambar 65. Letak alat kelamin lobster jantan dan betina.....	94
Gambar 66. Crustacea Air Tawar Sub Kelas (a) Malacostraca dan (b) Branchiopoda (Needham & Needham, 1966).....	96
Gambar 67. Siklus hidup kepiting bakau (<i>Scylla paramamosain</i>).....	98
Gambar 68. Karakteristik dari Malacostraca (Sumber: McGraw-Hill, 2013 dalam Lumowa, 2017)	99
Gambar 69. Struktur morfologis tubuh kepiting bakau (<i>Scylla paramamosain</i>): (A) tampak dorsal; dan (B) tampak ventral (Siahainenia, 2009)	101
Gambar 70. Kepiting Bakau <i>Scylla paramamosain</i> . (A). Bagian-bagian permukaan karapaks; (B). Bentuk tutup abdomen saat menutup dan membuka (Siahainenia, 2009).	102
Gambar 71. Struktur Anatomi dari Turbellaria (Winarni, 2011)	105
Gambar 72. Representasi skematik dari urutan Tubellaria yang berbeda. (a) Catenulida, Catenulidae (e.g., <i>Catenula lemnae</i>) reproducing asexually, approximately 1–2mm length; (b) Catenulida, Stenostomidae (e.g., <i>Stenostomun sp.</i>), 1mm length; (c) Macrostomida, Macrostomidae (e.g., <i>Macrostomum sp.</i>), 1mm; (d) “Lecithoepitheliata,” Prorhynchidae (<i>Prorhynchus stagnalis</i>), ~5mm; (e) Rhabdocoela, “Dalyellioida,” Dalyelliidae (e.g., <i>Gieysztoria rubra</i>), ~2mm; (f) Rhabdocoela, Temnocephalida, Temnocephalidae (e.g., <i>Temnocephala sp.</i>), 10mm; (g) Rhabdocoela, “Typhloplanoida,” Mesostomidae (e.g., <i>Mesostoma sp.</i>), ~5mm; (h) Rhabdocoela, Kalyptorhynchia, Polycystididae (e.g., <i>Gyatrix hermaphroditus</i>), 2mm; (i) Bothrioplanida, Bothrioplanidae (<i>Bothrioplana semperi</i>), 5mm; and (j) Tricladida, Continenticola, Dugesiidae (e.g., <i>Dugesia sp.</i>), 10–30mm. Abbreviations: b, brain; cp, ciliated pits; eg, eggs; ey, eyes; i, intestine; m, mouth; o, ovary; oc, oocyte; ph, pharynx; p, proboscis; pr, protonephridial duct; r, rhabdite tracks; sc, statocyst; st, stylet; su, sucker; sv, seminal	

	vesicle; t, testes; v, vitellaria; vc, vitellocyte; ♂, male pore; ♀, female gonopore; ♂ ♀, hermaphrodite gonopore (Noreña <i>et al.</i> , 2015).	106
Gambar 73.	Contoh anggota Filum Platyhelminthes: a. <i>Maiazoon orsaki</i> (Dokumen Pribadi, 2019); b. <i>Pseudobiceros bedfordi</i> (Wikipedia, 2020); c. <i>Euplanaria</i> sp.	108
Gambar 74.	Posisi lubang mulut dan genital pada taxa utama. Singkatan: m. mulut; gonopore jantan (♂); gonopore betina (♀); gonopore hermaprodit (Noreña <i>et al.</i> , 2015).	109
Gambar 75.	<i>Dugesia benazzi</i> setelah regenerasi bagian anterior dari tubuhnya (Noreña <i>et al.</i> , 2015).	110
Gambar 76.	Struktur Anatomi Nematoda Jantan dan Betina (University of California Museum of Paleontology)	114
Gambar 77.	(a) Betina dewasa <i>Ascaris lumbricoides</i> , (b) Ujung posterior jantan <i>A. Lumbricoides</i> menunjukkan ekor yang melengkung	116
Gambar 78.	Anatomi Polychaeta	121
Gambar 79.	Polychaeta: A. <i>Sabellaastarte</i> sp. (Sedentaria); B. <i>Spirobranchus giganteus</i> (Sedentaria); C. <i>Nereis</i> sp. (Errantia); D. Phyllodocida (Polychaeta planktonic)	123
Gambar 80.	Anatomi cacing Oligochaeta	124
Gambar 81.	Reproduksi Oligochaeta	125
Gambar 82.	Oligochaeta pada perairan: A: <i>Tubifex</i> sp.); B. <i>Stylaria</i> sp.;	126
Gambar 83.	Anatomi Kelas Hirudinea.....	127
Gambar 84.	Morfologi Hirudinea spesies <i>Alexandrobdeella makhrovi</i> (A) Living holotype Hir_0084/2-H and paratype RMBH Hir_0084/1-P specimens (dorsal view) in the mantle cavity of their host mussel <i>Cristaria plicata</i> (Bivalvia: Unionidae), 24.v.2017. (B) Living paratype Hir_0084/1-P (dorsal view), 24.v.2017. (C) Holotype Hir_0084/2-H (lateral view). (D) Clitellum of the holotype (ventral view). (E) Paratype Hir_0086-P (dorsal view). (F) Paratype Hir_0086-P (ventral view). (G) Anterior sucker of the holotype (lateral view). (H) Anterior sucker of the holotype (dorsal view). (I) Caudal sucker of the holotype (lateral view). Scale bars = 5 mm [A], 2 mm [B], and 1 mm [C-I]. Photos: Ilya V. Vikhrev [A-B] and Anna L. Klass [C-I].	129

BAB I. INTRODUKSI

I. Ruang Lingkup Avertebrata Air

Hewan di dunia ini dapat dibedakan atas dua kelompok besar yaitu vertebrata (hewan yang bertulang belakang) dan avertebrata (hewan yang tidak bertulang belakang). Kelompok vertebrata terbagi dalam lima filum yaitu Filum Aves, Reptilia, Mamalia, Pisces, dan Amfibi. Sementara untuk avertebrata terdiri dari beberapa filum antara lain Filum Porifera, Coelenterata, Moluska, Echinodermata, Arthropoda, dan Anelida (yang akan diuraikan lebih lengkap pada bab-bab selanjutnya). Dalam kehidupan sehari-hari kita lebih banyak menjumpai hewan vertebrata daripada avertebrata, namun sebenarnya jika dilihat dari jumlah spesies, maka kelompok vertebrata hanya sekitar 5% dari keseluruhan hewan yang ada di muka bumi ini dan selebihnya merupakan kelompok hewan avertebrata.

Selain memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi, hewan avertebrata mempunyai keragaman yang tinggi pula bila ditinjau dari segi bentuknya, ukuran dan adaptasinya dengan lingkungan. Dari segi ukuran dapat dijumpai mulai dari yang berukuran mikrometer sampai meter dan dari segi bentuk tubuhnya juga bervariasi yaitu dari bentuk sederhana sampai yang bentuknya kompleks. Bila dilihat dari lingkungan hidupnya, maka ada yang hidupnya di darat, di air tawar, di air payau, dan di air laut, bahkan ada yang hidup di daerah ekstrem seperti danau garam.

Saat ini terdapat lebih dari satu juta hewan avertebrata yang sudah teridentifikasi yang hidup baik di darat maupun di perairan. Karena banyaknya jenis hewan yang di muka bumi ini, maka ada pula yang membagi dunia hewan menjadi kelompok Mollusca dan non-Mollusca, atau adapula yang membaginya berdasarkan ruas apendiks menjadi kelompok Arthropoda dan non-Arthropoda, di mana kelompok Arthropoda mencapai $\pm 85\%$ dari hewan di dunia. Oleh karena itu tidak ada seorang pun yang dapat disebut sebagai ahli zoologi avertebrata, yang ada ialah ahli Mollusca (*malacologist*), ahli protozoa (*protozoologist*), atau sebagai ahli fisiologi, embriologi atau ekologi dari sekelompok hewan tertentu atau lebih. Pengelompokan hewan akan memudahkan dalam mempelajarinya. Dalam buku ini hanya menyajikan tentang avertebrata yang hidup di air.

Avertebrata air adalah hewan yang tidak bertulang belakang yang sebagian atau seluruh daur hidupnya hidup di dalam air. Keterkaitan antara avertebrata air dengan bidang perikanan dan kelautan sangatlah erat. Bidang perikanan dan kelautan tidak hanya mencakup studi tentang pemeliharaan ikan serta bagaimana cara menangkapnya saja dan pemanfaatannya, melainkan juga menyangkut seluruh kehidupan yang terdapat di dalam perairan, termasuk avertebrata.

Menurut Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 Pasal 1 disebutkan tentang definisi ikan yaitu segala jenis organisme yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya berada di dalam lingkungan perairan. Di dalam bagian penjelasan Undang-Undang ini dijelaskan bahwa tidak hanya hewan yang bersirip dan memiliki insang saja yang dimaksud dengan ikan, tetapi segala biota perairan yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya berada di lingkungan perairan, termasuk *coral*, buaya, penyu, kura-kura dan lain-lain. Dari sudut pandang masyarakat akademisi penggunaan dan definisi kata “ikan” pada undang-undang perikanan ini agak kurang tepat.

Berdasarkan definisi dalam undang-undang, maka avertebrata air masuk dalam kategori ikan, sementara ikan sendiri masuk dalam kelompok vertebrata. Penggunaan kata ikan dalam undang-undang tersebut mungkin lebih dipandang dari segi ruang lingkup kewenangan Kementerian Perikanan dan Kelautan. Sementara dalam dunia akademisi dipandang dari segi pengelompokan dari sudut pandang yang berbeda. Seperti yang telah dijelaskan di atas, maka dalam buku ini hanya menyajikan kelompok hewan-hewan yang tidak memiliki tulang belakang yang hidup di wilayah perairan.

Tidak semua perairan dapat didiami ataupun ditempati oleh semua makhluk hidup avertebrata. Setiap kelompok ataupun individu hewan memiliki cara hidup ataupun lingkungan hidup yang berbeda-beda. Semua kehidupan dalam perairan membentuk suatu hubungan keterkaitan antara satu dengan lainnya, termasuk hubungan mereka dengan lingkungan yang mereka tempati.

II. Habitat Avertebrata Air

Sebagaimana namanya, maka habitat hidup dari avertebrata air adalah perairan baik air laut, air payau dan air tawar. Air murni dalam ilmu

kimia merupakan suatu substansi kimia yang memiliki rumus kimia H_2O , yang disusun oleh dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air murni merupakan suatu zat cair yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Tetapi air yang merupakan habitat dari avertebrata bukanlah air murni. Berikut ini akan diuraikan secara singkat tentang gambaran dari ketiga perairan ini.

a. Air Laut

Air laut dikatakan sebagai perairan yang memiliki salinitas 34-35‰ dan kestabilan lingkungan yang tinggi. Air laut terdiri dari campuran air murni sebesar 96,5% dan sisanya 3,5% merupakan material lainnya seperti garam-garam, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Oleh karena itu air laut terasa asin karena adanya material lainnya tersebut yang memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Harling (2020) menjelaskan bahwa rata-rata air laut di lautan dunia memiliki salinitas sebesar 3,5%. Berarti bahwa untuk setiap satu liter air laut terdapat 35 gr garam yang terlarut di dalamnya, namun walaupun demikian kandungan garam di setiap perairan laut berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor seperti masukan air tawar, musim, topografi dan lain-lain.

Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah. Contohnya natrium, kalium, kalsium, dan lain-lain. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam (Prastuti, 2017). Sumber-sumber garam yang ada di laut berasal dari tiga hal yaitu gas-gas vulkanik, pelapukan batuan di darat, dan sirkulasi lubang-lubang hidrotermal pada air laut yang dalam. Garam-garam ini terdiri dari garam natrium klorida ($NaCl$), garam sulfat ($MgSO_4$, K_2SO_4 , $CaSO_4$, Na_2SO_4 , $NaHSO_4$), garam magnesium ($MgCl$), garam kalium (KCl), dan garam bromin ($MgBr$ atau KBr) (Harling, 2020). Kehidupan avertebrata laut tidak terlepas dari pengaruh kandungan airnya ini.

Banyak anggapan bahwa nenek moyang hewan berasal dari laut, mulai yang hidup pada era *Arkeozoikum* yaitu sekitar 2000 juta tahun yang lampau, jauh sebelum kehidupan manusia. Pada lapisan batuan dari

periode *Cambrian* dijumpai berbagai jenis fosil dari hampir semua filum avertebrata, seperti Protozoa, Porifera, Coelenterata, Arthropoda, dan Echinodermata.

Setiap filum avertebrata selalu mempunyai anggota yang hidup di laut, bahkan untuk Filum Ctenophora dan Echinodermata hanya terdapat di laut. Beberapa jenis dari nenek moyang mereka yang hidup di laut telah berhasil bermigrasi ke daerah air tawar bahkan ke darat dan selanjutnya menetap di perairan tawar atau daratan. Hanya sedikit kelompok hewan yang memang berasal dari darat, misalnya serangga, tungau atau siput dari subklas Pulmonata. Oleh karena itu fauna air tawar dapat dikatakan sebagai imigran.

Permukaan laut menduduki 71% dari seluruh permukaan bumi, dan lingkungan air laut merupakan lingkungan yang homogen dan mantap. Namun demikian kehidupan hewan avertebrata tidak tersebar merata baik secara vertikal maupun horizontal, karena pengaruh faktor fisika dan kimia air laut itu sendiri.

b. Air Tawar

Air tawar pada umumnya merujuk pada air sumur, air danau, air tanah, air sungai, salju atau es. Umumnya air tawar memiliki salinitas yang rendah yaitu antara 0,1-5‰ atau rata-rata 0,35‰. Dalam Harling (2020) dijelaskan bahwa terdapat beberapa perbedaan antara air laut dengan air tawar, yaitu: 1). Air laut mempunyai rasa asin, sedangkan air tawar tidak yang disebabkan oleh kandungan garam sebanyak 3,5 % pada air laut, sedangkan air tawar tidak mengandung garam; 2). Kuantitas air laut di bumi jauh lebih besar dari pada jumlah air tawar yaitu 97% adalah air laut dan sisanya atau hanya 3% berupa air tawar; 3). Air laut lebih padat dari pada air tawar, karena kadar garam yang terkandung di dalamnya menambah massanya, namun tidak memengaruhi volumenya; 4). Air laut mengandung ion terlarut lebih besar dari pada air tawar di mana ion-ion yang keberadaannya melimpah di dalam air laut adalah Natrium, Klorida, Magnesium, Sulfat, dan Kalsium; 5). Kandungan unsur kimia dalam air laut terdiri dari Klorida (Cl), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Sulfur (S), Kalsium (Ca), Kalium (K), Brom (Br), Karbon (C), Kromium (Cr), Boron

(B), sedangkan kandungan unsur kimia dalam air tawar terdiri dari zat kapur, besi, timah, Magnesium, Tembaga, Sodium, Chloride, dan Chlorine.

Lingkungan perairan tawar sangat dipengaruhi oleh suhu. Sehubungan dengan suhu, air memiliki sifat yang unik, yaitu memiliki densitas maksimum pada suhu 4°C. Di atas suhu 4°C densitas air akan menurun dengan meningkatnya suhu, demikian juga di bawah 4°C juga akan menurun dengan menurunnya suhu. Sifat demikian disebut sifat anomali.

Di danau pada daerah empat musim, peningkatan suhu pada musim semi dan panas akan mengakibatkan suhu lapisan permukaan meningkat lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan di bawahnya. Ini akan mengakibatkan lapisan air di permukaan lebih ringan bila dibandingkan dengan lapisan air di bawahnya yang lebih dingin dan lebih berat. Kondisi ini akan mengakibatkan kondisi yang stagnan atau tidak terjadi pengadukan air, sehingga lapisan air di bawahnya akan selalu kekurangan oksigen dan hanya mampu mendukung kehidupan fauna yang terbatas. Dengan datangnya musim gugur, suhu air pada lapisan atas perlahan-lahan akan menurun dan bersamaan dengan itu pula akan terjadi peningkatan berat jenis, sampai pada suatu saat lapisan air atas akan mempunyai berat jenis yang lebih tinggi daripada lapisan air di bawahnya.

Air di lapisan atas tersebut akan turun ke bawah, mengakibatkan suatu pergantian massa air (*turn over*) antara air lapisan permukaan dan lapisan bawah. Kondisi akan menjadi stabil dan mengalami stagnasi selama musim dingin, di mana lapisan air permukaan akan membeku dengan suhu di bawah 0°C dan lapisan air di bawahnya akan memiliki suhu sekitar 4°C dan selalu dalam keadaan cair.

Peristiwa pembalikan massa air (*turn over*) akan terjadi lagi pada musim semi berikutnya. Pada danau di daerah tropis hanya terjadi satu kali peristiwa *turn over*, yaitu pada waktu pergantian musim kemarau ke musim hujan, atau tetap dalam keadaan stabil, dan hanya mengalami sedikit sirkulasi vertikal. Peristiwa *turn over* ini akan mempunyai implikasi yang luas di dalam dinamika ekologis suatu perairan.

c. Air payau

Pertemuan antara air tawar dari sungai dan air laut di muara sungai menghasilkan air yang memiliki salinitas antara air tawar dan air laut. Lingkungan perairan ini dinamakan estuari atau perairan payau. Estuari berasal dari kata *aestus* yang artinya pasang surut. Perairan payau ini merupakan salah satu penghalang bagi hewan air untuk bermigrasi dari air laut ke air tawar demikian pula sebaliknya.

Tidak semua spesies hewan laut maupun air tawar yang mampu hidup di lingkungan estuari. Spesies yang biasa hidup di daerah ini hanya sedikit karena harus memiliki sifat *euryhaline*, yaitu kemampuan menoleransi perubahan salinitas dalam skala yang lebar/luas. Walaupun demikian terdapat beberapa spesies yang berhasil menyesuaikan diri dan dapat hidup di lingkungan payau, bahkan sudah menjadi penghuni tetap yang tidak ditemukan baik di lingkungan laut maupun perairan tawar.

Setiap filum avertebrata selalu mempunyai anggota yang hidup di laut, bahkan seperti Filum Ctenophora (berasal dari bahasa Yunani *Ctenos* artinya sisir dan *Phoros* artinya dinding) & Echinodermata (berasal dari bahasa Yunani *Echinos* yang berarti duri dan *Derma* yang berarti kulit) hanya terdapat di laut.

Secara keseluruhan perairan laut lebih stabil bila dibandingkan dengan perairan darat. Salah satu penyebabnya adalah karena massa air laut yang demikian besar, sehingga tidak mudah terpengaruh oleh perubahan-perubahan di sekitarnya. Sebaliknya perairan tawar umumnya mempunyai massa yang lebih kecil, sehingga sangat terpengaruh oleh lingkungan sekitar misalnya pengkayaan unsur hara akibat aliran air dari daratan. Adanya perbedaan salinitas air laut dan salinitas air tawar yang begitu besar, mengakibatkan adanya beberapa perbedaan mendasar antara avertebrata yang hidup di air laut dan yang hidup di air tawar.

Perbedaan antara avertebrata air laut dan air tawar, dapat dilihat pada:

1. Alat Eksresi

Alat ekskresi avertebrata air tawar lebih berkembang dan kompleks daripada avertebrata air laut. Cairan tubuh avertebrata laut lebih kurang isotonik terhadap air laut, maka urine yang dihasilkan oleh alat ekskresi lebih kurang juga isotonik terhadap air laut. Cairan tubuh avertebrata air tawar biasanya bersifat hipertonik terhadap lingkungannya.

2. Telur

Jumlah telur yang dihasilkan avertebrata laut lebih banyak daripada hewan serupa yang hidup di air tawar. Ukuran telur avertebrata laut juga umumnya lebih kecil tanpa pelindung dan melayang sebagai plankton, sedangkan telur hewan serupa yang hidup di air tawar umumnya berukuran besar, berat, tenggelam dan biasanya dilindungi selaput seperti agar atau cangkang, pembuahan di dalam, kuning telur lebih besar, dan dierami. Contoh telur keong air tawar disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampilan bentuk telur keong air tawar (Sumber: telur keong air tawar-Bing images).

3. Larva

Larva avertebrata yang hidup sebagai plankton di laut sekitar 70% adalah meroplankton. Sedangkan di perairan tawar hanya beberapa spesies yang hidup sebagai plankton dan hanya dalam jangka pendek, kecuali induknya memang jenis plankton.

4. Ukuran

Ukuran avertebrata laut lebih besar daripada hewan serupa yang hidup di air tawar. Misalnya udang karang dan kepiting bakau lebih besar daripada udang sawah dan kepiting sungai.

5. Warna

Warna pada avertebrata laut dan air tawar juga berbeda. Avertebrata laut mempunyai warna yang bervariasi, cerah dan menarik, sedangkan avertebrata air tawar umumnya berwarna suram, kelabu, coklat, atau hitam.

6. Alat khusus untuk mengatasi lingkungan buruk

Alat khusus ini umumnya tidak terdapat pada avertebrata yang hidup di air laut, kecuali beberapa penghuni daerah pasang surut. Pada avertebrata yang hidup di air tawar banyak spesies yang memiliki alat khusus ini untuk melindungi mereka pada kondisi lingkungan tertentu yang tidak mendukung kehidupan mereka. Biasanya adaptasi yang dilakukan yaitu dengan membentuk telur dorman, siste atau melakukan estivasi.

7. Neuston

Neuston banyak ditemukan di lapisan permukaan air tawar, sedangkan di laut neuston tidak ditemukan. Neuston merupakan biota perairan yang di lapisan tipis permukaan air. Contohnya adalah serangga air. Contoh hewan neuston ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh hewan neuston (Sumber: [neuston.pdf-Bing images](#)).

8. Kemampuan beradaptasi terhadap perubahan lingkungan
Lingkungan perairan tawar lebih bervariasi dan bersifat lebih labil bila dibandingkan dengan lingkungan air laut. Beberapa faktor yang memengaruhi kelabilan lingkungan perairan tawar antara lain, naik turunnya suhu pada musim panas dan dingin (terutama di daerah bermusim empat), adanya banjir, dan perubahan-perubahan akibat pengaruh daratan sekitarnya. Oleh karena itu banyak kelompok spesies air tawar yang merupakan spesies *eurokous* yaitu yang mampu bertahan terhadap perubahan lingkungan seperti naik dan turunnya suhu, kekurangan oksigen sampai ke tingkatan ekstrem yang bagi spesies lain sudah mematikan.

III. Klasifikasi

Sudah dijelaskan sebelumnya bahwa di bumi ini terdapat banyak spesies hewan yang telah teridentifikasi. Hewan-hewan tersebut mempunyai banyak persamaan atau perbedaan, baik dalam hal bentuk, ukuran, maupun hubungan-hubungannya berdasarkan filogenetiknya (hubungan kekerabatan). Untuk memudahkan cara pengenalan, mempelajari dan untuk keperluan kemudahan dalam berkomunikasi tentang berbagai jenis hewan tersebut, maka perlu ilmu sistematika yang menggolong-golongkan hewan tersebut.

Hukum atau aturan yang memisah-misahkan berbagai hewan tersebut kedalam kelompok-kelompok tertentu disebut taksonomi yang berasal dari kata *taxis* yang berarti susunan dan *nomos* yang berarti hukum atau aturan. Taksonomi atau sering juga disebut sistematika mencakup klasifikasi dan nomenklatur. Klasifikasi adalah penyusunan jenis-jenis hewan menjadi kelompok-kelompok besar dan kecil dalam suatu aturan, sedangkan *nomenklatur* meliputi tata cara pemberian nama jenis hewan atau kelompok hewan yang akan disusun dalam klasifikasi. Dalam mempelajari avertebrata air sangat dibutuhkan pemahaman tentang klasifikasi.

IV. Aturan Pemberian Nama Ilmiah

Purwati (2005) menjelaskan bahwa pemberian nama khususnya untuk teripang laut sering dikonfirmasi dengan istilah-istilah yang

digunakan oleh nelayan, sehingga kadang-kadang penamaan ini membingungkan. Realita yang ada bahwa satu nama ilmiah (internasional, Latin) merujuk ke lebih dari satu nama daerah, atau sebaliknya. Atau, ada beberapa daerah yang menggunakan nama lokal yang sama, namun merujuk pada jenis yang berbeda. Contohnya, teripang gamet untuk menunjuk pada 2 (dua) spesies yang berbeda yaitu *Stichopus variegatus* dan *Actinopyga miliaris*, atau teripang lotong menunjuk ke spesies *Holothuria nobilis* dan *Actinopyga miliaris*. Oleh karena itu pemberian suatu nama ilmiah menjadi sangat penting diperlukan untuk menjadi suatu sistem standar yang akan terlepas dari masalah perbedaan bahasa, ras, agama dan budaya. Pemberian nama ilmiah telah memiliki aturan yang baku. Aturan pemberian nama ilmiah menurut Winston (1999) adalah sebagai berikut:

- a. Sistem penamaan adalah binomial Linnaeus.
- b. Terdiri atas dua kata, yaitu genus dan spesies.
- c. Kata genus terletak di awal dan dimulai penulisannya dengan huruf kapital dan nama spesies dengan huruf kecil.
- d. Nama genus, subgenus dan spesies ditulis miring atau diberi garis bawah.
- e. Nama taksa di atas genus ditulis dengan huruf tegak.
- f. Kalau nama genus telah ditulis sebelumnya, maka nama genus hanya diwakili oleh huruf pertama saja disertai titik (.). Genus adalah kata benda (noun).
- g. Dalam suatu tulisan ilmiah, nama spesies dianggap tidak lengkap bila tidak disertai dengan nama penemunya dan rincian publikasinya. Spesies adalah kata sifat (*adjective*).

V. Hierarki Taksonomi Linnaeus

Kategori hierarki dalam taksonomi secara lengkap mengikuti *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN) atau Peraturan Internasional bagi Tatanama Zoologi. Secara umum standar tatanama binomial dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hierarki taksonomi Latin, Inggris dan Indonesia

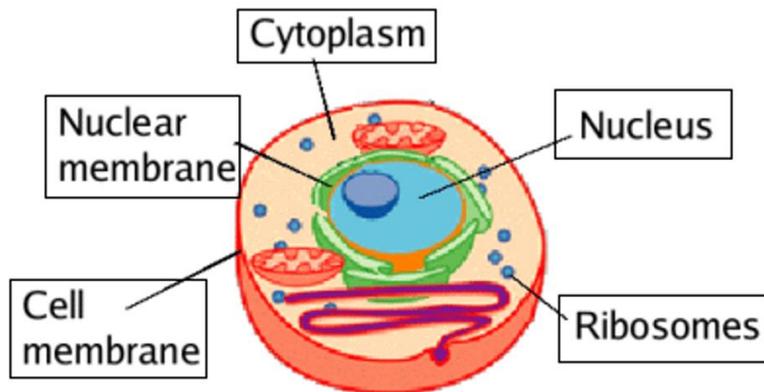
Latin	Inggris	Indonesia	Keterangan
Regnum	Kingdom	Dunia	
Subregnum	Subkingdom	Anak dunia	
Phylum	Phylum	Filum	
Subphylum	Subphylum	Anak Filum	
Divisio	Division	Divisi	
Superclassis	Superclass	Super kelas	
Classis	Class	Kelas	
Subclassis	Subclass	Anak kelas	
Ordo	Order	Bangsa	
Superfamilia	Superfamily	Super suku	-OIDEA
Familia	Family	Suku	-IDEA
Subfamilia	Subfamily	Anak suku	-INAE
Genus	Genus	Marga	
Species	Species	Jenis	

Sumber: Simpson (1961), *dalam* Gosari (2011)

BAB II. FILUM PROTOZOA

I. Ekofisiologi

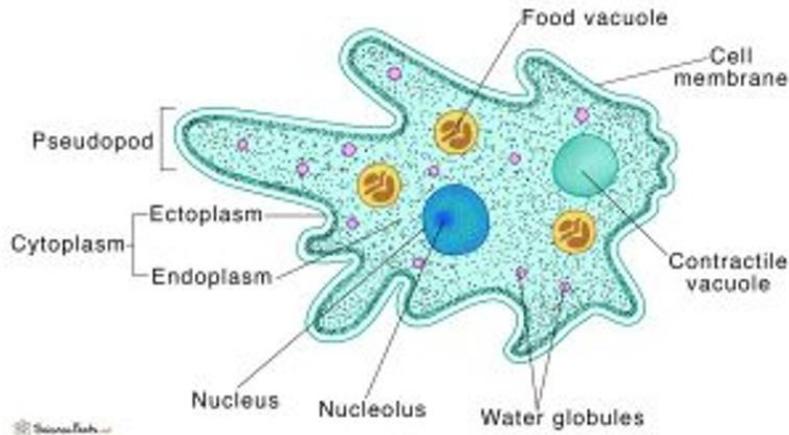
Protozoa adalah hewan paling sederhana di dunia karena hewan ini hanya terdiri dari satu sel dan biasanya berukuran mikroskopis antara 5-5000 mikron. Protozoa berasal dari bahasa latin yaitu *proto* dan *zoon*. *Proto* berarti yang pertama atau awal, dan *Zoon* berarti hewan, sehingga protozoa diartikan sebagai hewan yang terdiri dari satu sel. Sel protozoa terdiri dari protoplasma yang dibungkus membran sel (plasmalemma) yang berfungsi sebagai “**dinding sel**”. Protoplasma terdiri dari 2 komponen utama yaitu inti sel (*nucleus*) dan isi sel (*cytoplasma*) yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk protoplasma dan bagian-bagian sel (Sumber: protoplasma-Bing images).

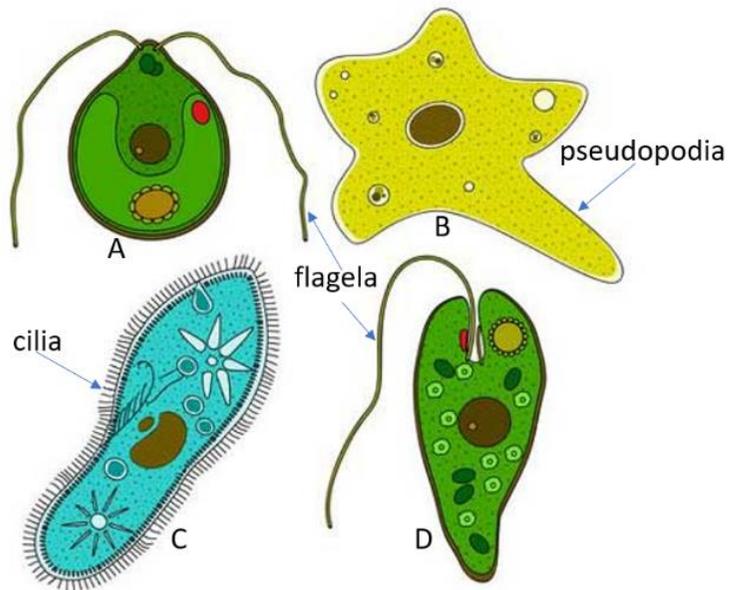
Protozoa tidak memiliki organ sejati seperti alat pencernaan dan alat reproduksi sebagaimana layaknya metazoan tetapi Protozoa yang mikroskopis dan hanya terdiri dari satu sel ini mampu melakukan semua kegiatan biologis seperti bergerak, makan, bernafas, dan reproduksi. Proses-proses tersebut dilakukan oleh bagian di dalam sel yang disebut

organel seperti vakuola kontraktil (Gambar 4). Pernapasan berlangsung secara **difusi** karena adanya perbedaan tekanan gas di dalam sel dan di luar sel.



Gambar 4. Contoh Protozoa, sel Amoeba dengan bagian-bagian organelnya (Sumber: kaki semu amuba-Bing images).

Protozoa bergerak dengan menggunakan kaki semu (**pseudopodia**), bulu getar (**cilia**) dan bulu cambuk (**flagella**) (Gambar 5). Pseudopodia (Gambar 5B) berasal dari penjururan **cytoplasma**, dan bersifat sementara terutama untuk berpindah tempat atau makan. Gerakan tersebut timbul akibat dari kontraksi protoplasma yang memanjang dan memendek secara lambat. Protozoa yang bergerak dengan pseudopodia adalah dari kelas Sarcodina, contohnya adalah *Amoeba proteus*.

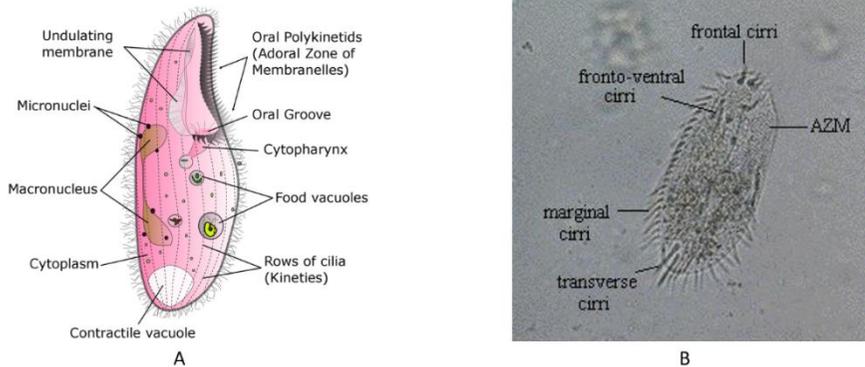


Gambar 5. Contoh alat gerak Protozoa: A & D. Flagella; B. Pseudopodia (kaki semu); C. Cilia (Sumber: [protozoa dengan flagella-Bing images](#))

Cillia atau bulu getar (Gambar 5C) merupakan alat gerak yang berbentuk bulu-bulu halus di permukaan tubuhnya, biasanya banyak dan selalu bergetar. Gerakan tersebut menimbulkan arus yang dapat menghasilkan gerakan maju. Biasanya cilia tersebut tidak selalu merata, sehingga berdasarkan susunannya cilia dibedakan menjadi:

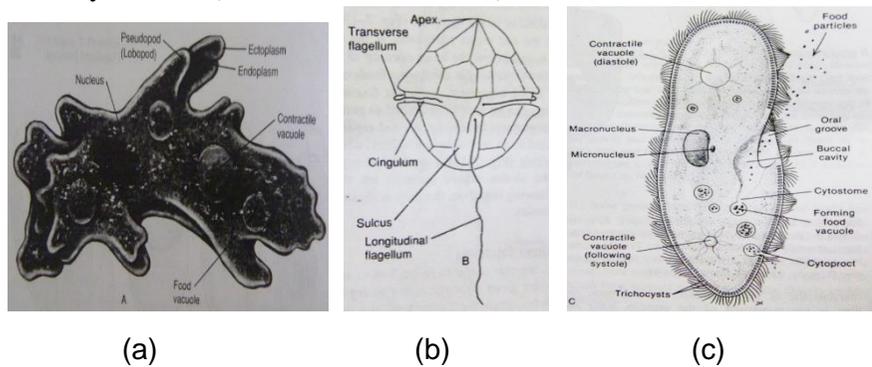
1. Membran berombak (*Undulating membrane*). Kumpulan cilia pendek-pendek yang tersusun dalam satu baris memanjang, terdapat di daerah *peristome* dekat *cystome*.
2. Membranella, seperti membrane kecil-kecil, terdiri atas beberapa cilia pendek saling melekat, dan tersusun dalam bentuk seri.
3. Cirrus (*cirri*). Rumpun cilia yang tumbuh menyatu berbentuk seperti kerucut panjang atau duri. Cirinya dapat bergerak ke berbagai arah, hingga dapat digunakan untuk merayap, berlari atau melompat.

Contoh susunan cilia membrane berombak dan cirrus dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Susunan Cilia: A. Membrane berombak (Sumber: **Blepharisma diagram-Blepharisma-Wikipedia**); B. Cirrus (photo by Kuniyasu).

Di antara semua jenis Protozoa, Ciliata merupakan kelompok yang pergerakannya paling cepat. Sementara Flagella (bulu cambuk) merupakan alat gerak seperti cambuk yang jumlahnya satu atau lebih tetapi umumnya 2 buah (lih. Gambar 5A dan 5D).



Gambar 7. Alat gerak pada Protozoa: (a) Pseudopodia pada *Amoeba*; (b) Flagella pada *Glenodinium cinctum* dan (c) Cilia pada *Paramecium* (Rupert & Barnes, 1994)

Berdasarkan cara makan, Protozoa dapat dibedakan atas:

1. **Autotrof**, yaitu Protozoa yang dapat mensintesa makanannya sendiri seperti layaknya tumbuh-tumbuhan.
2. **Heterotrof**, yaitu Protozoa yang mendapatkan makanannya dengan jalan menelan benda padat atau memakan organisme lain.
3. **Ampitrof**, yaitu Protozoa yang bersifat autotrof dan heterotrof.

Sementara itu, ada pula beberapa ahli Biologi yang membedakan cara makan Protozoa dengan pembagian sebagai berikut:

1. **Holozoik**, yaitu Protozoa yang memakan benda padat atau organisme lain.
2. **Saprofitik**, yaitu Protozoa yang hidup dengan memanfaatkan zat-zat terlarut dalam air.
3. **Saprozoik**, yaitu Protozoa yang memakan bangkai.
4. **Holofitik** atau **autotrofik**, yaitu Protozoa yang dapat melakukan fotosintesa.
5. **Mixotrofik**, yaitu Protozoa yang bersifat campuran antara autotrofik dan salah satu dari ketiga cara lain.

Protozoa melakukan reproduksi dapat melalui 2 (dua) cara yaitu secara seksual dan aseksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara membelah diri dari satu individu menjadi dua atau banyak dan dapat melalui pertunasan (*budding*) baik secara eksternal atau secara internal. Pembelahan menjadi dua dapat terjadi secara melintang atau membujur, sedangkan pembelahan menjadi banyak biasanya dimulai dari inti, kemudian diikuti oleh pembelahan individu.

Protozoa yang hidup di perairan darat/tawar mempunyai kemampuan untuk mempertahankan diri terhadap kondisi lingkungan yang memburuk melalui adaptasi dengan membentuk **siste (cyst)**. Adaptasi membentuk **siste (cyst)** ini dapat mencegah mereka terhadap kekeringan, dingin atau panas. Beberapa jenis dilindungi sebagai rumah (cangkang, *test*) yang terbuat dari selulosa atau fosfoprotein, misalnya pada *Arcella*.

II. Peranan Protozoa

Protozoa yang hidup bebas baik di laut, air payau, maupun air tawar walaupun memiliki ukuran yang kecil tetapi mereka memiliki peranan penting yang secara tidak langsung. Protozoa merupakan makanan bagi organisme dari tingkatan rendah sampai yang lebih tinggi. Beberapa jenis Flagellata dan Ciliata merupakan makanan bagi anak ikan.

Selain berfungsi sebagai makanan, beberapa jenis Protozoa dapat digunakan untuk mencegah serangan Protozoa jenis tertentu. Misalnya *Tetrahymena pyriformis* yang digunakan sebagai vaksin pencegah serangan jenis *Ichthyophthirius multifiliis* (keduanya dari Kelas Ciliata).

Akan tetapi ada juga Protozoa yang dapat menghasilkan racun seperti *Gonyaulax* yang diduga sebagai penyebab *red tide* atau pasang merah di berbagai pantai daerah Indopasifik, misalnya India, Thailand, Singapura, Sabah, Philipina, Indonesia, dan Australia. *Red Tide* dapat mengakibatkan kematian massal ikan-ikan di daerah pantai.

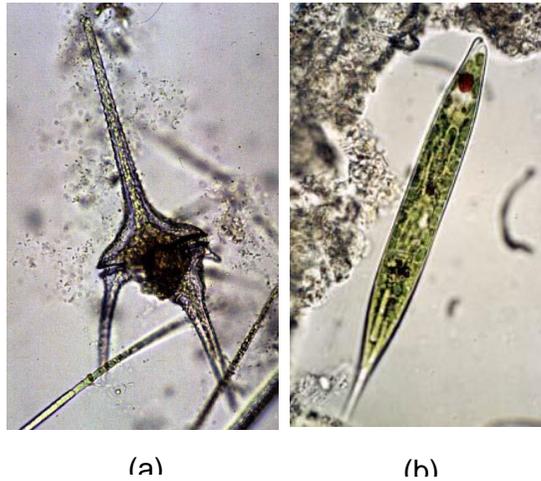
III. Klasifikasi

Filum Protozoa diklasifikasikan berdasarkan pada bentuk alat geraknya. Protozoa dibagi dalam 3 (tiga) subfilum yaitu Subfilum Sarcomastigophora, Subfillum Sporozoa dan Sufilum Cilliophora.

1. Subfilum Sarcomastigophora.

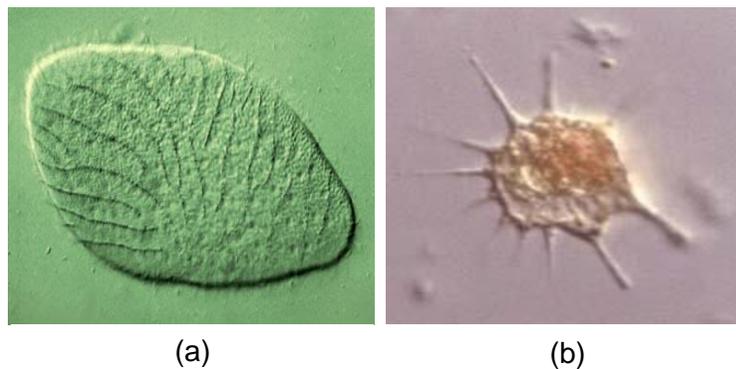
Alat gerak atau organella untuk bergerak dari anggota subfilum ini adalah flagella, pseudopodia atau tidak ada alat. Subfilum ini terdiri dari 3 kelas dan hanya memiliki satu macam nukleus. Adapun pembagian kelasnya sebagai berikut:

- a. Kelas Mastigophora. Alat geraknya berupa satu atau beberapa buah flagella. Contoh: *Ceratium* dan *Euglena* (Gambar 8).



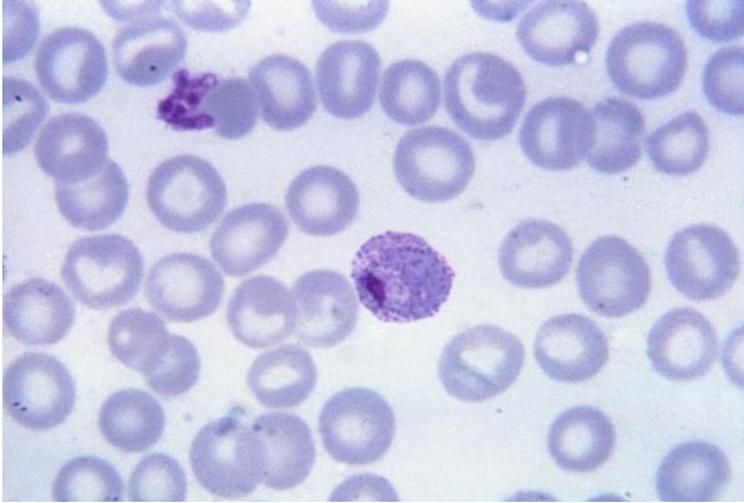
Gambar 8. Contoh Anggota Kelas Mastigophora (a) *Ceratium*; (b) *Euglena*
(Sumber: Ohio Department of Natural Resources, 2014)

- b. Kelas Opalinata. Anggota kelas ini memiliki alat gerak seperti cilia berjumlah banyak sekali terdapat di seluruh permukaan tubuh. Semua bersifat parasit. Contoh: *Opalina* di dalam usus amphihi (Gambar 9a).
- c. Kelas Sarcodina. Alat gerak dari anggota kelas ini pseudopodia (kaki semu). Contoh adalah *Amoeba* (Gambar 9b).



Gambar 9. (a) *Opalina*; (b) *Amoeba* sp. (Sumber: Barnes, 1974; Ohio Department of Natural Resources, 2014)

2. **Subfilum Sporozoa.** Anggota subfilum ini tidak mempunyai alat gerak dan semua anggotanya adalah parasit. Contohnya adalah *Plasmodium vivax* (penyebab malaria) dan *Spaeromyxa* parasit ikan.



Gambar 10. *Plasmodium vivax* (Wikipedia, 2012)

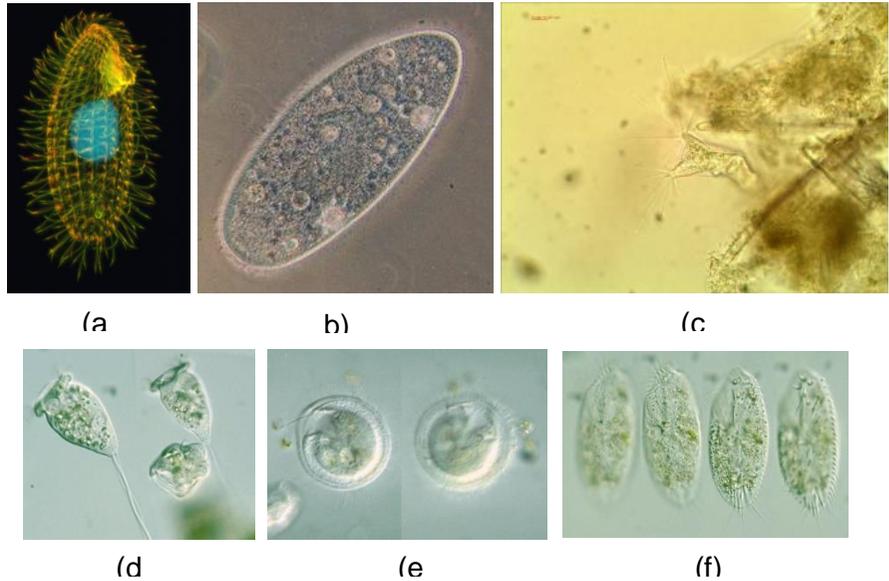
3. Subfilum Ciliophora.

Sesuai dengan namanya, maka alat gerak dari subfilum ini adalah cilia. Subfilum ini mempunyai cilia atau organel cilia pada sebagian atau seluruh stadium hidupnya serta mempunyai dua macam nuklei. Subfilum Ciliophora terdiri dari satu kelas yaitu Kelas Ciliata yang dibagi dalam 4 subkelas yaitu:

1. Subkelas **Holotrichia.** Anggota subkelas ini memiliki bentuk cilia sederhana yang terdapat di seluruh atau sebagian permukaan tubuhnya. Cilia adoral biasanya tidak ada atau tidak jelas. Contoh: *Paramecium* dan *Tetrahymena* (Gambar 11a dan 11b).
2. Subkelas **Suctorina.** Pada subkelas ini, cilia hanya terdapat pada stadium muda, sementara untuk stadium dewasa biasanya bersifat sessile serta memiliki tangkai dan tentakel. Contoh: *Tokophyra* (Gambar 11c).
3. Subkelas **Peritricha.** Anggota subkelas ini memiliki cilia hanya pada bagian aboral dan memutar ke kanan (searah jarum jam). Bentuk selnya menyerupai lonceng atau jambangan dan umumnya

bersifat sesile. Contoh: *Vorticella* dan *Trichodina* (Gambar 11d & 11e).

4. Subkelas **Spirotrichia**. Pada subkelas ini Cilia terdapat dalam kelompok yang agak jarang, cilia pada bagian aboral memutar ke kiri dan terdiri atas banyak membranela. Contoh: *Sentor*, *Stylonychia*, *Tintinnopsis* (Gambar 11f).



Gambar 11. (a) *Tetrahymena*; (b) *Paramecium*; (c) *Tokophrya*; (d) *Vorticella*; (e) *Trichodina*; (f) *Stylonychia* (Wikipedia, 2012; Protist Information Server, 2014)

BAB III. FILUM PORIFERA

I. Pengertian

Kata Porifera berasal dari Bahasa Latin “**pori**” yang artinya lubang-lubang kecil, dan “**faro**” yang artinya mengandung atau membawa. Dari arti katanya telah memberikan gambaran bahwa Porifera menunjukkan ciri khusus dari kelompok hewan ini yaitu hewan yang memiliki banyak lubang-lubang kecil atau **hewan memiliki pori-pori**.

Filum Porifera dikenal juga sebagai *Spons*. Hewan ini merupakan hewan bersel banyak (metazoa) yang paling sederhana atau primitif, di mana kumpulan sel-selnya belum terorganisir dengan baik dan belum mempunyai organ maupun jaringan sejati. Walaupun porifera tergolong hewan, namun kemampuan gerakannya sangat kecil dan hidupnya bersifat sessil. Adapun ciri-ciri khusus dari Filum Porifera antara lain sebagai berikut:

1. Tubuhnya memiliki pori-pori yang merupakan sistem saluran air yang menghubungkan daerah eksternal dengan daerah internal.
2. Tubuhnya belum memiliki appendiks dan bagian yang dapat digerakkan.
3. Tubuhnya belum memiliki sistem saluran pencernaan makanan, di mana sistem pencernaannya masih berlangsung secara intraseluler.
4. Tubuhnya memiliki penyokong tubuh yang tersusun atas bentuk kristal dan spikula atau bahan serabut yang terbuat dari bahan organik.

II. Habitat Porifera

Filum Porifera pada umumnya hidup di air laut yaitu dari perairan pantai yang dangkal hingga di kedalaman 5,5 km. Porifera yang hidup di air tawar biasanya merupakan anggota dari Famili Spongillidae. Fase dewasanya bersifat *sessile* dengan mengikatkan dirinya pada suatu objek yang keras sebagai tambatan, misalnya pada batu-batuan, kayu-kayu yang tenggelam di dalam air dan ada juga yang melekatkan diri pada cangkang Mollusca.

Porifera memiliki bentuk tubuh yang sangat beragam, mulai dari bentuk tabung, gumpalan, vas, menjalar, dan sebagainya. Sebagian besar menempel pada substrat, namun ada juga yang berdiri ditopang oleh semacam *stalk* (batang semu). Ukuran diameter tubuh bervariasi antara beberapa millimeter hingga 2 (dua) meter. Hewan Porifera mempunyai warna yang bermacam-macam, misalnya kuning, kelabu, merah, biru, hitam, putih keruh, coklat, jingga, hijau dan lain-lain (Gambar 12). Warna tubuhnya sering berubah-ubah tergantung dari tempat sinar. Warna-warna tersebut diperkuat ataupun diperlemah oleh warna lain karena di dalam tubuhnya mengandung ganggang yang bersimbiosis dengan Porifera yang juga memiliki warna. Ganggang ini rupanya melakukan simbiosis dengan Porifera.



Gambar 12. Porifera yang ditemukan di Kep. Tojo Una-Una (Sumber: Fachrussyah, 2023)

III. Biologi

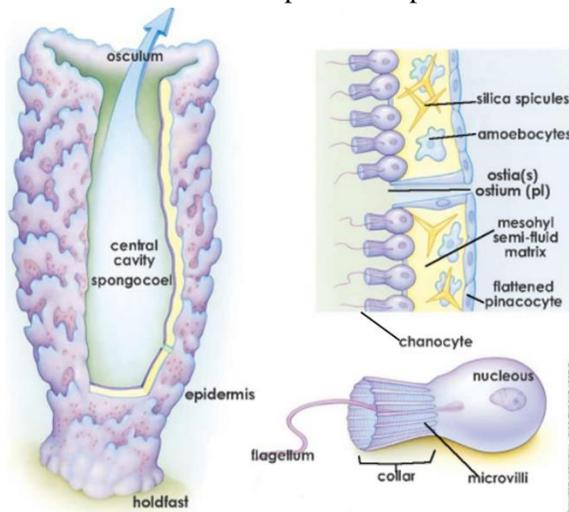
Porifera memiliki rongga pusat yang disebut sebagai *spongocoel*. Bagian bawah yang digunakan untuk melekat disebut sebagai *holdfast* dan bagian atas yang terbuka disebut sebagai *osculum*. Porifera memiliki bagian dinding tubuh yang terdiri dari 3 (tiga) lapisan sel, sebagai berikut:

1. **Pinacocyte** atau **Pinacoderm** (sel kulit), seperti epidermis yang berfungsi utk melindungi tubuh bagian dalam.
2. **Mesohyl** atau **Mesoglea** (sel yang mensekresi skeleton), terdiri dari zat semacam agar yang mengandung bahan tulang dan amoebocyte.
3. **Choanocyte** (sel pengumpul makanan dan pemompa air) yang melapisi rongga atrium atau spongocoel.

Di dalam mesohyl (mesoglea) terdapat sel **amebocyte** yang mempunyai banyak fungsi yang antara lain sebagai berikut:

1. Untuk pengangkut dan cadangan makanan.
2. Membuang partikel sisa metabolisme.
3. Membuat spikula, serat spon dan membuat sel reproduktif.

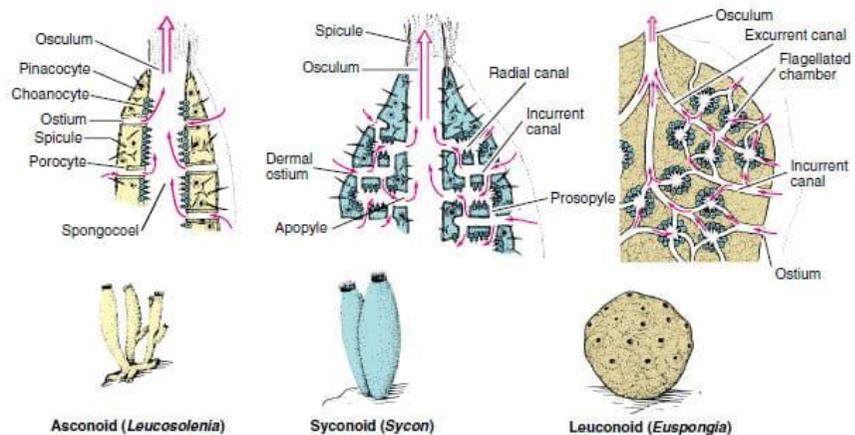
Untuk kepentingan fungsi-fungsi tersebut, maka amebocyte memiliki beberapa tipe. Amebocyte dengan pseudopodia tumpul dan nucleus besar disebut **arceocyte** yang berfungsi membentuk sel-sel tipe lainnya yang diperlukan. Amebocyte untuk pengangkutan makanan dan berkeliaran di dalam mesohyl disebut **amebocyte pemangsa**. Amebocyte yang menetap dan mempunyai pseudopodia seperti benang disebut **collencyte** yang fungsinya sebagai jaringan pengikat. Amebocyte yang menghasilkan spikul dan serat spons disebut **sclerocyte (scleroblast)**. Bagian-bagian tubuh dari Porifera dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Bagian-bagian dari dinding tubuh Porifera (Science Booth, 2014)

Sebagaimana telah dijelaskan bahwa Porifera memiliki pori-pori yang berfungsi menghubungkan bagian internal dan eksternalnya. Berdasarkan sistem aliran airnya, maka Porifera dibedakan atas 3 (tiga) tipe yang bukan merupakan pembagian secara taksonomi. Adapun ketiga bentuk tersebut yaitu (1). Tipe *Asconoid*, (2). Tipe *Syconoid*, dan (3). Tipe *Leuconoid* (Gambar 14).

Tipe *asconoid* memiliki bagian atrium yang besar dan tidak terpartisi. Pada tipe *syconoid* bagian tepi atriumnya terbagi menjadi sejumlah rongga kecil di mana area permukaan *choanocytes* meningkat, sedangkan pada tipe *leuconoid* atrium tereduksi menjadi semacam lorong-lorong *mesohyl* dengan jaringan kanal air yang kompleks dan banyak rongga berflagella (Fox, 2001).



Gambar 14. Tipe sistem aliran air pada Porifera (Sumber: <https://bioearthworm.files.wordpress.com/2018/11/img-20181129-wa0045.jpg>).

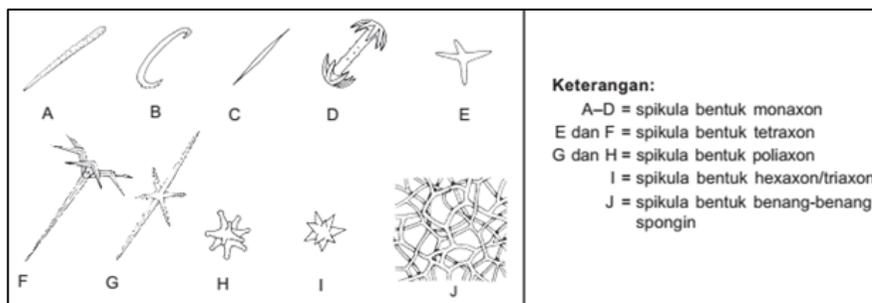
Spons memiliki tubuh yang lunak tetapi dapat berdiri tegak karena di dalam tubuhnya terdapat sejumlah besar spikula kecil serta serat organik yang berfungsi sebagai kerangka. Spikula tersebut tersusun dari 2 (dua) jenis bahan yaitu bahan kapur (CaCO_3) dan bahan silikat ($\text{H}_2\text{Si}_3\text{O}_7$). Spikula ini memiliki bentuk bermacam-macam, sehingga bentuknya dipakai sebagai salah satu indikator dalam klasifikasi Porifera. Spikula ini

dikelompokkan berdasarkan ukuran, jumlah *axis*, dan jumlah *ray* (pengait) (Gambar 15).

Berdasarkan *axis*, spikula terdiri dari beberapa macam yaitu *Monaxon* merupakan spikula yang berbentuk seperti jarum, lurus atau melengkung. Kemudian adapula bentuk *Tetraxon* yaitu spikula dengan bentuk 4 (empat) percabangan, *Triaxon* yaitu spikula dengan bentuk percabangan 3 (tiga), dan *hexaxon* yaitu percabangan 6 (enam), serta *Polyaxon* adalah spikula dengan bentuk percabangan banyak yang memijar dari satu pusat.

Menurut Barnes (1974), jumlah *ray* (pengait) spikula dibagi menjadi 5 (lima) kelompok:

1. *Monactine*, spikula dengan satu ray;
2. *Diactine*, spikula dengan dua ray;
3. *Traictine*, spikula dengan tiga ray;
4. *Hexactine*, spikula dengan enam ray;
5. *Polyactine*, spikula dengan lebih dari enam ray



Gambar 15. Macam-macam Bentuk Spikula (Barnes, 1974)

Fox (2001) menjelaskan bahwa berdasarkan ukurannya, spikula dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu:

- a. *Megasclere* yaitu spikula yang berukuran besar dengan panjang 0,1- >1,0 mm yang dapat bergabung membentuk bagan yang koheren.
- b. *Microsceler* yaitu spikula yang berukuran kecil dengan panjang 0,01-0,1 mm yang tersebar di seluruh tubuh.

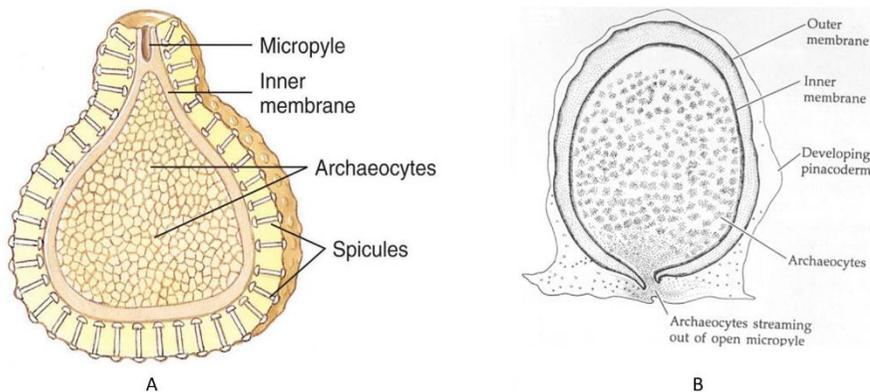
Proses fisiologi pada Porifera sangat tergantung pada aliran air yang masuk melalui pori-pori yang membawa oksigen dan makanan serta mengangkut sisa metabolisme keluar melalui osculum. Makanan dari

Porifera terdiri dari partikel yang sangat kecil di mana 80% terdiri dari partikel yang ukurannya kurang dari 5 μm dan 20% terdiri dari bakteri, dinoflagellata dan nannoplankton.

Adapun cara makannya yaitu dengan cara partikel makanan ditangkap oleh fibril kelopak pada coanocyte. Partikel yang berukuran antara 5 μm – 50 μm dimakan dan dibawa oleh **amebocyte**. Pencernaan masih dilakukan secara intraseluler seperti pada Protozoa. Hasil pencernaannya disimpan dalam **archeocyte**. Proses respirasi pada Porifera masih terjadi secara difusi antara air dan sel sepanjang aliran air. Sistem syaraf belum ditemukan, sehingga segala reaksi yang terjadi masih bersifat lokal dan independen.

Porifera berkembang biak secara seksual maupun aseksual. Reproduksi aseksual dapat melalui fragmentasi, pembentukan tunas (*budding*) dan memproduksi gemmule. Proses fragmentasi dapat dilepaskan melalui bantuan arus atau gelombang. Reproduksi pada Porifera terdiri dari dua kategori yaitu ovipar dan vivipar. Pada jenis-jenis ovipar, telur yang telah dibuahi (difertilisasi) diletakkan dalam mesohyl, kemudian dikeluarkan dari tubuh dan selanjutnya menetas. Sementara pada jenis-jenis yang vivipar, larvanya dikeluarkan dari tubuh dan berenang menggunakan bulu getarnya selama selang waktu tertentu sampai mereka mendapatkan tempat menempel yang sesuai (Marzuki, 2018).

Reproduksi pembentukan tunas (*budding*) yaitu melalui pembentukan kelompok sel esensial terutama amebocyte kemudian dilepaskan. Potongan-potongan tubuh Porifera yang patah dapat hidup dengan cadangan makanan yang ada dalam tubuhnya kemudian beregenerasi membentuk tunas baru. Porifera atau spons air tawar dan beberapa jenis spons air laut memiliki cara reproduksi dengan membentuk *gemmule*, yaitu tunas internal (Gambar 16). Marzuki (2018) menjelaskan bahwa *Gemmule* atau butir benih atau tunas internal adalah sel moebocyt yang dibungkus oleh tiga lapisan sel yang kuat. *Gemmule* terbentuk dari sekumpulan archeocyte berisi cadangan makanan yang dikelilingi amebocyte yang membentuk lapisan luar yang keras, dan sering kali terdapat spikul, sehingga membentuk dinding yang resisten. Beberapa spons air laut membentuk *gemmule* tanpa cangkang yang resisten.



Gambar 16. A. Bagian gemmule dari suatu spon air tawar (Spongilidae) (Sumber: https://biocyclopedia.com/index/general_zoology/phylum_porifera_sponges.php); B. Lapisan sel dinding Gemmule (Sumber: https://bioclass.cos.ncsu.edu/bio402_315/lec%203%20porifera/Porifera.html)

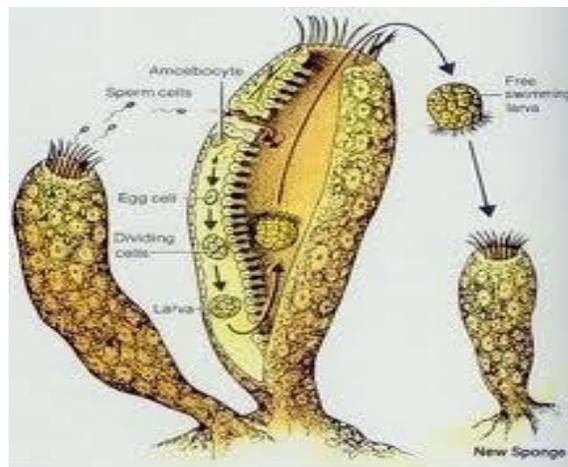
Di daerah tropis, *gemmule* terbentuk sepanjang tahun terutama menjelang musim kemarau. Di daerah bermusim empat, pembentukan *gemmule* terutama terjadi pada musim gugur untuk mempertahankan diri menghadapi musim dingin, pada saat di mana tubuh spons induk hancur (mati). Bila musim semi tiba, sel *archeocyte* mengalir keluar dari *gemmule*, membungkus sebagian cangkang dan melakukan diferensiasi menjadi berbagai tipe sel yang diperlukan untuk tumbuh menjadi spons kecil. Reproduksi melalui pembentukan *gemmule* pada Porifera air tawar dilakukan untuk mengatasi kondisi lingkungan yang kering. *Gemmule* akan terlihat nanti pada saat lapisan pelindung pada induknya hancur yang biasanya terjadi pada saat lingkungan kembali membaik.

Porifera mempunyai kemampuan melakukan regenerasi yang tinggi. Bagian tubuh spons yang terpotong atau rusak, akan mengalami regenerasi menjadi utuh kembali. Kemampuan melakukan regenerasi ada batasnya, misalnya potongan spons *Leuconoid* harus lebih besar dari 0,4mm dan mempunyai beberapa sel *choanocyte* supaya mampu melakukan regenerasi menjadi spons baru yang kecil.

Reproduksi seksual terjadi baik pada spons yang hermiprodit maupun dioicous. Kebanyakan Porifera adalah hermiprodit, namun sel

telur dan sperma diproduksi dalam waktu yang berbeda. Reproduksi secara seksual ini dilakukan melalui pembuahan sel telur suatu porifera oleh sel sperma porifera yang lain secara internal. Jadi setiap individu menghasilkan sperma dan ovum. Sperma dan sel telur dihasilkan oleh *amebocyte*.

Pertama-tama sel-sel sperma dilepaskan ke dalam air, kemudian akan masuk ke tubuh spons lain bersama aliran air melalui ostium untuk melakukan pembuahan (fertilisasi). Proses pembuahan terjadi di dalam *spongocoel* atau *flagelated chamber* di mana sperma akan masuk ke *coanocyte* atau *amebocyte*. Sel *amebocyte* berfungsi sebagai pembawa sperma menuju sel telur dalam *mesohyl*. Kemudian *amebocyte* beserta sperma melebur dengan sel telur, sehingga terjadilah pembuahan (fertilisasi). Dari pembuahan ini akan menghasilkan *zigot* yang akan berkembang menjadi larva bersilia. Selanjutnya larva bersilia tersebut akan keluar dari tubuh porifera induk melalui bagian oskulum (Gambar 17).



Gambar 17. Reproduksi Porifera (iqrafia.blogspot.com, 2012)

Perkembangan embrio sampai menjadi larva berflagella masih berlangsung di dalam *mesohyl*. Larva flagella disebut **larva amphiblastula** akan keluar dari *mesohyl* bersama dengan aliran air yang keluar dari tubuh induk melalui *osculum*. Selanjutnya *larva amphiblastula* setelah keluar dari induknya akan berenang bebas untuk beberapa saat, hingga akhirnya akan menetap dan tumbuh menjadi besar dan dewasa.

IV. Klasifikasi

Filum Porifera mempunyai bentuk tubuh yang datar, seperti jambangan, bulat atau bercabang-cabang, simetri radial atau irregular, mempunyai warna yang beraneka warna dan anggotanya terdiri dari ± 10.000 spesies, kebanyakan hidup di laut dan ada sejak zaman Precambrian sampai sekarang.

Berdasarkan klasifikasinya, Filum Porifera terdiri dari 4 kelas yaitu (1) Kelas Calcarea (Calcispongiae), (2) Kelas Hexactinellida (Hyalospongiae), (3) Kelas Femospongiae, dan (4) Kelas Sclerospongiae.

a. Kelas Calcarea (Calcispongiae)

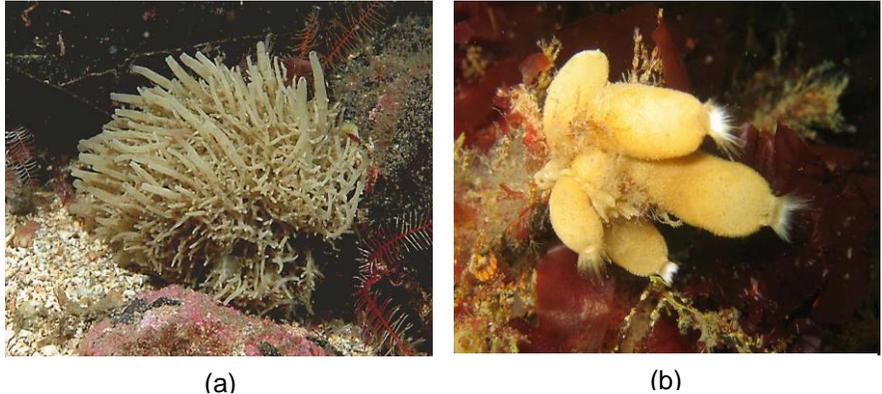
Calcarea diambil dari Bahasa Latin, *calcare* yang artinya kapur dan Calcispongiae dari kata *calci* yang artinya kapur dan *spongia* yang artinya spons memiliki rangka yang tersusun dari kalsium karbonat, sehingga anggota kelas ini memiliki ciri-ciri spikula kapur dengan tipe monoaxon, triaxon atau tetraxon. Umumnya memiliki warna tubuh pucat/suram dan berbentuk seperti vas bunga, dompet, kendi, atau silinder permukaan tubuh berbulu. Memiliki tinggi tubuh kurang dari 15 cm dan hidup di laut dangkal. Struktur tubuhnya ada yang memiliki saluran air askonoid, sikonoid, atau leukonoid. Kelas Calcarea terdiri dari 2 ordo, yaitu:

1) Ordo Homocoela

Anggota ordo ini memiliki saluran air dengan tipe asconoid dan memiliki dinding tubuh tipis. Contoh *Leucosolenia* dan *Clathrina*.

2) Ordo Heterocoela

Ordo ini saluran airnya adalah tipe syconoid dan leukonoid dan memiliki dinding tubuh tebal. Contoh *Scypha*.



(a) (b)
 Gambar 18. Contoh anggota Kelas Calcarea (a) *Leucosolenia* (<https://www.marlin.ac.uk/species/detail/29>) dan (b) *Scypha* (<https://www.marlin.ac.uk/species/detail/2151>)

b. Kelas Hexactinellida (Hyalospongiae)

Hexactinellida dalam Bahasa Yunani, *hexa* yang artinya enam atau Hyalospongiae dari kata *hyalo* yang artinya kaca/transparan dan *spongia* yang artinya spons (Marzuki, 2018). Anggota kelas ini memiliki ciri-ciri berupa spikula yang tersusun dari bahan silika, sehingga biasanya juga dikenal dengan spon kaca atau bunga karang gelas. Sesuai namanya, maka ujung spikulanya berjumlah enam (hexactinal) seperti bintang. Kebanyakan berwarna pucat dan berbentuk seperti vas bunga atau mangkuk. Memiliki tinggi tubuh rata-rata 10-30 cm dengan bentuk tubuh silindris, datar atau bertangkai. Saluran airnya memiliki tipe sikonoid. Biasanya hidup soliter di laut pada kedalaman 200 – 1.000 m. Contoh Hexactinellida adalah *Euplectella*. Kelas Hexactinellida atau Hyalospongiae terdiri dari 2 ordo, yaitu:

1) Ordo Hexasterophora

Anggota ordo ini memiliki spikula kecil dengan bentuk hexactinal. Contoh *Euplectella aspergillum* (*venus flower basket*).

2) Ordo Amphidiscophora

Anggota ordo ini memiliki spikula kecil dengan kait-kait pada kedua ujungnya. Contoh: *Hyalonema*



Gambar 19. Contoh Anggota Kelas Hexactinellida (a) *Euplectella aspergillum* (https://en.wikipedia.org/wiki/Venus%27_flower_basket#/media/File:Euplectella_aspergillum_Okeanos.jpg) dan (b) *Hyalonema* sp. (<https://www.marinespecies.org/photogallery.php?album=715&pic=127607>)

c. Kelas Demospongiae

Demospongiae diambil dari Bahasa Yunani, *demo* yang artinya tebal dan *spongia* yang artinya spons (Marzuki, 2018). Demospongie memiliki ciri-ciri bertulang lunak karena tidak memiliki rangka, jika ada yang memiliki rangka terdiri dari serabut spongin dengan spikula dari silikat atau spongia saja. Bila ada spikulnya, maka bentuknya monaxon atau tetraxon. Bentuk tubuhnya tidak beraturan dan bercabang, tinggi dan diameternya ada yang mencapai lebih dari 1 (satu) meter.

Semua anggota dari kelas Demospongiae memiliki saluran air tipe Leukonoid. Umumnya hidup di laut dalam maupun dangkal, dan ada pula yang di air tawar. Kelas Demospongiae ini adalah satu-satunya kelompok filum Porifera memiliki anggota yang hidup di air tawar. Kelas ini merupakan kelas terbesar karena mencakup 90% dari seluruh jenis spons atau Porifera. Contoh spesie pada kelas Demospongiae adalah *Spongia* sp., *Hippospongia* sp., *Niphates digitalis*, dan *Euspongia* sp. Kelas Demospongiae memiliki 3 (tiga)

subkelas, yaitu Subkelas Tetractinellida, Subkelas Monaxonida dan Subkelas Keratosa.

1) Subkelas Tetractinellida

Subkelas ini memiliki ciri-ciri berupa spikula berbentuk tetraxon atau tidak ada spikula. Bentuk tubuhnya bulat atau datar tanpa percabangan dan hidup di perairan dangkal. Subkelas Tetractinellida terdiri dari 3 (tiga) Ordo, yaitu:

a) Ordo Myxospongiae (Dendroceratida)

Anggota ordo ini tidak mempunyai spikula dengan bentuk tubuh sederhana tanpa kerangka, contohnya *Oscarella*.

b) Ordo Carnosa (Homosclerophora atau Microsclerophora).

Anggota ordo ini memiliki spikula dengan tipe tetraxon dan memiliki ukuran yang hampir sama. Contoh *Plakina* dan *Plakortis*.

c) Ordo Choristida

Memiliki spikula dengan bentuk tetraxon yang terdiri dari dua macam ukuran yaitu besar dan kecil. Contoh *Thenea* dan *Geodia*.



(a)

(b)

(c)

Gambar 20. Contoh anggota Subkelas Tetractinellida (a) *Oscarella lobularis* (<http://www.marlin.ac.uk/speciesinformation.php?speciesID=3988>); (b) *Plakortis* sp. (<http://www.starfish.ch/Fotos/sponge-Schwamm/Plakortis-sp-1.jpg>); (c) *Geodia neptuni* <http://www.geoffschultz.org/Reef/Sponges/imagepages/20050227-111543.html>)

2) Subkelas Monoxida

Anggota subkelas ini memiliki ciri-ciri yaitu spikul monoaxon, ada yang beserta spons, bentuk tubuhnya bervariasi, hidup di

tepi pantai sampai kedalaman 45 m tetapi beberapa jenis dapat ditemukan sampai pada kedalaman 5,5 km, biasanya melimpah dan umum ditemukan di perairan. Terdiri dari 4 ordo, sebagai berikut:

a) Ordo Hadromerida (Astromonoaxonellida)

Anggota ordo ini memiliki spikula besar terpisah. Contoh *Suberites* dan *Cliona* (spons pengebor).



Gambar 21. Contoh Anggota dari Ordo Hadromerida (a) *Suberites charnue* (http://www.rsba.ca/recherche_espece/fiche_espece.php?recordID=490) dan (b) *Cliona celata* (<http://www.aqua-photography.com/SPONGES.htm>)

b) Ordo Halichondrida

Anggota ordo ini memiliki spikula besar dan mempunyai serat spons. Contoh *Halichondria*.



Gambar 22. Contoh Anggota dari Ordo Halichondrida, *Halichondria panicea* (Sumber: <http://www.habitas.org.uk/marinelife/photo.asp?item=SC0113>)

c) **Ordo Poecilosclerida.**

Anggota ordo ini memiliki spikula berukuran besar yang diikat oleh serat spons seperti jala. Contoh *Microciona*.

d) **Ordo Haplosclerida.**

Memiliki spikula besar dan biasanya tidak memiliki spikula kecil. Contoh spons air tawar adalah *Spongilla* dan spons air laut adalah *Haliclona*.



(a)

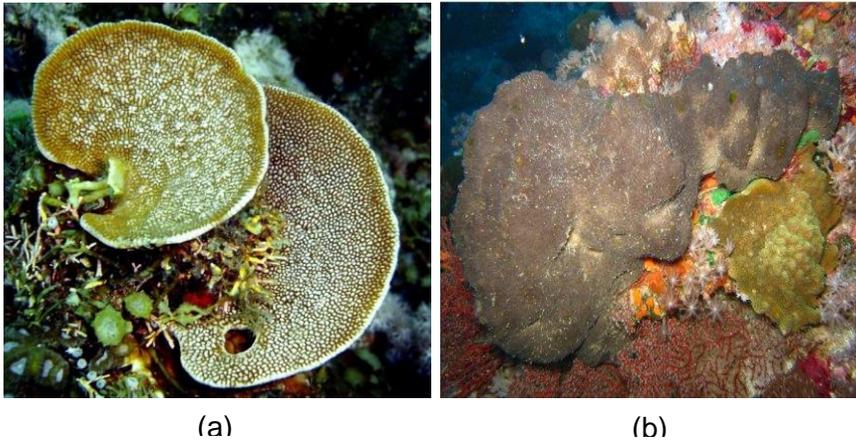


(b)

Gambar 23. (a) Contoh anggota ordo Poecilosclerida (*Microciona atlasanguinea*) (<http://www.habitas.org.uk/marinelife/photo.asp?item=SC0246>); (b) Contoh anggota ordo Haplosclerida (*Spongilla* sp.) (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/Spongilla_lacustris.jpg)

3) **Subkelas Keratosa**

Subkelas Keratosa hanya terdiri dari satu yaitu Ordo Dietyceratida. Ordo ini mempunyai ciri-ciri berupa rangka tersusun dari serat spons yang mengandung zat tanduk, tidak memiliki spikul, memiliki bentuk tubuh yang bulat, kadang-kadang ukurannya besar sekali, dan memiliki warna gelap terutama hitam. Contoh **spons daun** atau *Phyllospongiae*, **spons busa** atau *Spongia*, dan **spons kuda** atau *Hippospongiae*.



Gambar 24. Contoh anggota subkelas Keratosa (a) *Phyllospongia lamellose* (<https://www.poppe-images.com/index.php/product/phyllspongia-lamellosa/>); (b) *Hippospongia* sp. (https://www.researchgate.net/publication/229438820_Cytotoxic_Sesterterpenoids_from_a_Sponge_Hippospongia_sp/figures?lo=1)

d. Kelas Sclerospongiae

Kelas Sclerospongiae biasa disebut spons karang (*Coralline sponges*). Berbeda dari spons kelas lainnya, spons karang menghasilkan rangka CaCO_3 yang terjalin dalam serat-serat spons, hingga secara sepintas terlihat seperti batu koral. Memiliki spikula dari bahan silikat dengan tipe monoaxon. Jaringan hidup berupa lapisan tipis yang menyelubungi rangka kapur. Ukurannya dapat mencapai diameter 1 (satu) m, banyak ditemukan di daerah terumbu karang pada *continental slope*. Contoh *Ceratoporella*, *Stromatospongia*, dan *Merlia*.



Gambar 25. Contoh anggota Kelas Sclerospongia *Ceratoporella nicholsoni* (<https://spongeguide.uncw.edu/speciesinfo.php?species=128>)

V. Arti Ekonomis

Beberapa jenis dari Filum Porifera diperdagangkan untuk menghiasi akuarium air laut misalnya spons air jari berwarna orange, *Axxinela canabinal*. Sebagian diekspor ke karang dan cangkang Moluska, sehingga membantu pelapukan pecahan batu karang dan cangkang Moluska yang berserakan di tepi pantai. Ada pula spons yang tumbuh pada kerang-kerangan tertentu, dan mengganggu budidaya tiram.



Gambar 26. Salah satu Spons *Petrosia lignosa* yang ada di Teluk Tomini Gorontalo (Dok. Pribadi, 2020)

Hewan Demospongia yang hidup di laut dangkal dapat dimanfaatkan oleh manusia, misalnya *Spongia* dan *Hippospongia* dapat digunakan sebagai spons mandi. Zat kimia yang dikeluarkannya memiliki potensi sebagai obat penyakit kanker dan penyakit lainnya. Spons dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang berfungsi untuk pertahanan dirinya, tetapi ternyata senyawa tersebut berpotensi sebagai bahan obat-obatan. Beberapa spesies seperti *Petrosia contegnatta* menghasilkan senyawa bioaktif yang berkhasiat sebagai obat anti kanker, *Cymbacela* menghasilkan obat anti asma, dan *Luffariella variabilis* menghasilkan senyawa bastadin, asam okadaik, dan monoalid yang bernilai jual sangat tinggi. Porifera juga dapat merugikan karena dapat hidup melekat pada kulit tiram sehingga menurunkan kualitas tiram di peternakan tiram. Secara ekonomis, Porifera tidak mempunyai arti penting (Marzuki, 2018).

BAB IV. FILUM COELENTERATA

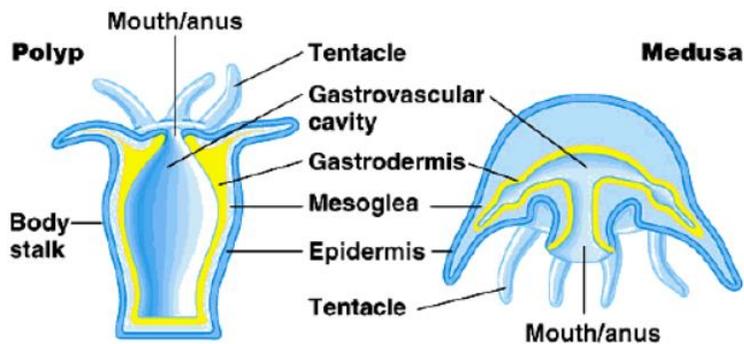
I. Morfologi dan Struktur Tubuh

Filum Coelenterata diambil dari Bahasa Yunani *coelenteron* yang artinya rongga. Filum ini disebut juga Filum Cnidaria dari Bahasa Yunani *knide* yang berarti sengat. Hewan ini merupakan invertebrata yang memiliki rongga tubuh. Berbeda dengan Protozoa dan Porifera, Coelenterata sudah mempunyai rongga pencernaan (*Gastrovascular cavity*) dan mulut, namun tidak memiliki anus.

Filum Coelenterata terdapat sekitar 9.500 spesies, kebanyakan hidup di laut, hanya 14 spesies dari kelas Hydrozoa yang hidup di air tawar (Suwignyo, dkk., 2005). Biasanya hidup di perairan dangkal dan hidup pada substrat dan terumbu ataupun berenang bebas. Coelenterata ini hidup mulai dari periode Cambrian sampai sekarang.

Filum coelenterata memiliki struktur tubuh diplobastik, tidak memiliki kepala, anus, alat peredaran darah, alat ekskresi, dan alat respirasi, tetapi memiliki mulut yang dikelilingi oleh tentakel, belum memiliki pusat susunan saraf (mempunyai saraf difus), memiliki jenis kelamin monoecious atau dioecious, larvanya disebut planula, dan sistem gerakannya dilakukan oleh sel-sel epitelimuskuler yang terdapat pada lapisan ektoderm dan pada bagian dasar gastrodermis. Bentuk tubuh simetri radial dan beberapa berbentuk simetri biradial.

Struktur tubuh dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu **polyp** yang hidup menetap (sessil) dalam bentuk soliter ataupun koloni dan **medusa** yang hidup berenang bebas. Bentuk polyp tubuhnya silindris dengan 1 (satu) ujung yang terdapat mulut dan dikelilingi tentakel disebut oral dan ujung lainnya yang menempel pada substrat disebut aboral. Bentuk medusa seperti lonceng atau mangkuk terbalik dengan bagian cembung mengarah ke atas dan bagian cekung yang dilengkapi mulut dan tentakel mengarah ke bawah (Gambar 27).



(a) Sea anemone: a polyp



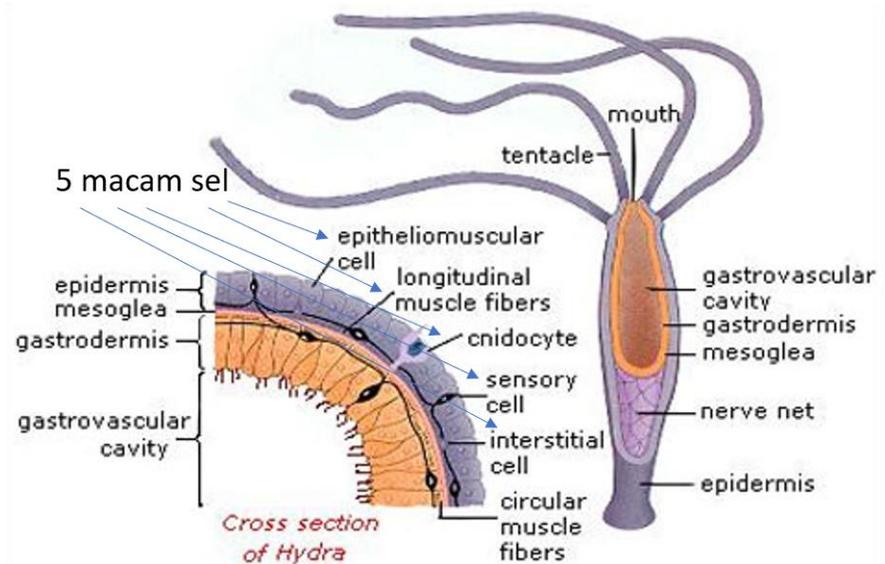
(b) Jelly: a medusa

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Gambar 27. Perbedaan Morfologi antara Polip (a) dan Medusa (b) (Sumber: <https://public.wsu.edu/~rlee/biol103/animaldiversity/sld012.htm>)

Coelenterata memiliki dinding tubuh yang terdiri atas 3 (tiga) lapisan (Gambar 27, 28), yaitu **epidermis** merupakan lapisan paling luar, **gastrodermis** merupakan lapisan paling dalam dan yang membatasi dengan rongga pencernaan, dan **mesoglea** merupakan lapisan yang terletak di antara lapisan **epidermis** dan lapisan **gastrodermis** (Rupert & Barnes, 1994). Dalam lapisan **epidermis** terdapat dari 5 (lima) macam sel (Gambar 28), yaitu:

1. Sel epitel otot (*epitheliomuscle cells*)
2. Sel interstisial (*interstitial cells*)
3. Sel cnidocyte (*Cnidoblast*)
4. Sel kelenjar lendir (*mucus secreting cells*)
5. Sel syaraf indera (*sensory nerve cells*)



Gambar 28. Bagian-bagian dari Lapisan Dinding tubuh dan Susunan Sel pada lapisan epidermis yang ditunjukkan oleh garis panah (Sumber: <http://bebravebecreative.blogspot.com/2016/11/cnidaria-hewan-berongga-yang-memiliki.html>)

Sel epitel otot (*epitheliomuscular cell*) berukuran besar, merupakan pelindung tubuh. **Sel interstisial** (*interstitial cell*) berukuran kecil agak bulat, nukleus besar, terletak diantara sel epitel otot, mampu menghasilkan tipe sel lain seperti sperma, sel telur atau cnidocyte. Jadi sebagai dasar bagi regenerasi dan perbaikan segala bagian tubuh.

Cnidocyte (*cnidoblast*) berukuran lebih kecil dari kedua macam sel tersebut di atas, terletak di antara atau mendesak sel epitel otot, di dalamnya terdapat *nematocyst*. yaitu struktur seperti kapsul bulat atau lonjong, pd spesies air tawar berukuran antara 5-25 μm . **Sel kelenjar lendir** (*mucus secreting cells*) menghasilkan lendir yang digunakan sebagai pelindung dan untuk menangkap mangsa serta untuk melekat pada substrat. **Sel syaraf** (*sensory cell*) bentuknya mirip multipolar terletak pada dasar sel epitel otot yang dekat dan sejajar mesoglea. Bentuk sel indera panjang langsing, tegak lurus epidermis, pangkalnya berhubungan dengan sel syaraf yang tersusun seperti jala pada epidermis dekat mesoglea.

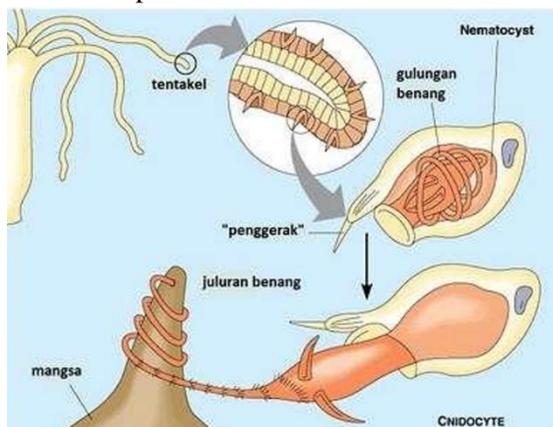
Sistem syaraf pada coelenterata memiliki sistem syaraf sederhana berfungsi untuk mengendalikan gerakan dalam merespon rangsangan.

Nematocyst yaitu struktur seperti kapsul bulat atau lonjong, pada spesies air tawar berukuran antara 5-25 μm yang di dalamnya terdapat semacam benang atau pipa halus atau berduri melingkar-lingkar, dan pangkalnya menempel pada dasar nematocyst. Bila ada rangsangan dari luar nematocyst ditembakkan keluar. Banyak terdapat di tentakel dan ujung oral. Nematocyst pada Coelenterata air tawar ada 4 macam, yaitu:

1. Penggulung (*volvent*, desmoneme)
2. Penusuk (*penetrant*, stenotele)
3. Dua macam tipe perekat (*glutinant*, isorhiza)

Tipe penggulung berukuran kecil dan berfungsi untuk menggulung mangsa. **Tipe Penusuk** berukuran agak besar bulat mengandung 3 (tiga) buah duri besar dan 3 (tiga) deret duri kecil yang berfungsi untuk menyuntikkan racun ke dalam tubuh mangsa. Tipe perekat ada 2 (dua) macam, yaitu *Holotrichous isorhiza* dan *Atrichous isorhiza*.

Kedua tipe tersebut mempunyai pipa halus yang ujungnya terbuka dan menghasilkan bahan perekat. *Holotrichous isorhiza* berukuran lebih besar, dan di sekitar pipa halus tersebar duri-duri kecil yang berfungsi untuk mempertahankan diri. Sementara *Atrichous isorhiza* memiliki ukuran lebih kecil dan pada pipa halus tidak dilengkapi duri, berfungsi untuk melekatkan tubuh pada substrat.



Gambar 29. Cara Coelenterata (Cnidaria) menjerat mangsanya
(Sumber: <https://docplayer.info/72918944-Ciri-ciri-coelenterata.html>)

Nematocyst hanya dapat dipakai sekali saja. Untuk menggantikannya, maka sel interstisial yang berada di dekatnya membuat *cnidocyt* baru. Pada waktu memakan udang kecil, *Hydra littoralis* kehilangan 25% **nematocyst** dalam tentakelnya. Penggantian kehilangan nematocyst tersebut memerlukan waktu 48 jam (Suwignyo, dkk., 2005).

II. Pergerakan dan Pernapasan

Kontraksi otot berpengaruh terhadap cairan di dalam rongga gastrovaskular yang berlaku sebagai suatu rangka hidrostatis, sebagaimana mesoglea. Gerakan pada polip biasanya terbatas merayap atau meliuk-liuk, sedang medusa dapat berenang bebas.

Tubuh polip seperti *Hydra* dapat memanjang dan memendek atau melengkung ke berbagai arah. *Hydra* dengan ukuran 8 mm saat mengambil air dan mengisi rongga gastrovaskularnya, tubuhnya dapat memanjang sampai 20 mm, namun dapat memendek hingga 0,5 mm pada saat air dikeluarkan.

Medusa berenang dengan jalan berdenyut yang dihasilkan oleh gerakan otot melingkar pada tepi lonceng, menghasilkan gerakan vertikal, sedangkan gerakan horosontal tergantung pada arus laut, kecuali pada beberapa jenis Cubomedusa.

Pertukaran gas terjadi secara difusi melalui seluruh permukaan tubuh. Sisa metabolisme biasanya dalam bentuk ammonia, juga dibuang secara difusi melalui seluruh permukaan tubuhnya.

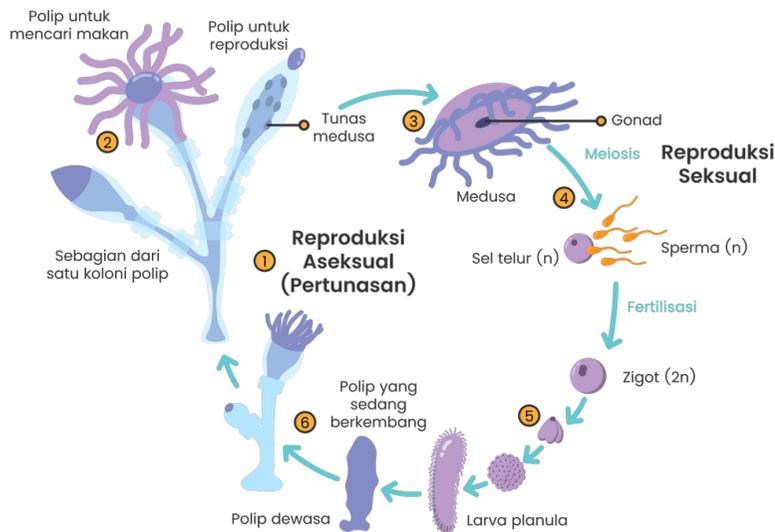
III. Makanan

Kebanyakan Coelenterata bersifat karnivor dan makanan utamanya adalah Crustacea dan ikan kecil. Sistem pencernaannya pada Filum Coelenterata sudah lebih berkembang dibandingkan dengan system pencernaan pada Filum Porifera. Pada Coelenterata sudah memiliki rongga pencernaan serta pada kelompok Anthozoa sudah terdapat kerongkongan pendek di bawah mulutnya. Makanan yang masuk melalui mulut, kemudian melewati kerongkongan lalu masuk ke rongga gastrovaskuler untuk dicerna secara ekstraseluler (luar sel). Setiap hewan coelenterata mempunyai rongga gastrovaskuler, di mana di dalamnya terdapat enzim tripsin yang berfungsi untuk mencerna protein.

Makanan masuk ke mulut Coelenterata dengan bantuan tentakel. Kemudian makanan masuk ke dalam rongga vaskular. Di dalam rongga tersebut sel kelenjar enzim menghasilkan enzim semacam tripsin untuk mencerna protein. Makanan hancur menjadi partikel kecil seperti bubur dan dengan bantuan pergerakan flagella, makanan tersebut diaduk merata dan selanjutnya hasilnya didistribusikan ke seluruh tubuh secara difusi. Cadangan makanan terutama berupa lemak dan glikogen. Sisa makanan yang tidak dicerna dibuang melalui mulut.

IV. Reproduksi

Reproduksi aseksual terjadi pada stadium polip dan dilakukan dengan jalan pertunasan (*budding*) atau pembelahan. Suatu tunas terjadi dari dinding tubuh yang menonjol keluar diikuti perluasan rongga gastrovaskular, kemudian pada ujungnya terbentuk mulut dan tentakel. Pada jenis soliter seperti *Hydra*, tunas yang sudah lengkap dilepaskan dari induknya dan hidup sendiri dengan menempel pada substrat. Pada jenis koloni, tunas-tunas baru meskipun sudah lengkap tetap melekat pada induknya.



Gambar 30. Reproduksi dari Coelenterata (Sumber: <https://roboguru.ruangguru.com/question/jelaskan-siklus-hidup-dari-coelenterata-QU-O2T5B9E8>)

Reproduksi aseksual dimungkinkan karena kebanyakan Coelenterata mempunyai daya regenerasi yang besar. Tentakel yang putus akan segera diganti tentakel baru dan bila seekor *hydra* dipotong 2 (dua), maka masing-masing bagian akan melengkapi bagian yang tidak ada, hingga didapat 2 individu baru. Reproduksi seksual umumnya terjadi pada stadium medusa. Sel telur atau sperma sebagian besar berasal dari sel interstisial yang mengelompok sehingga membentuk ovarium atau testes.

V. Klasifikasi

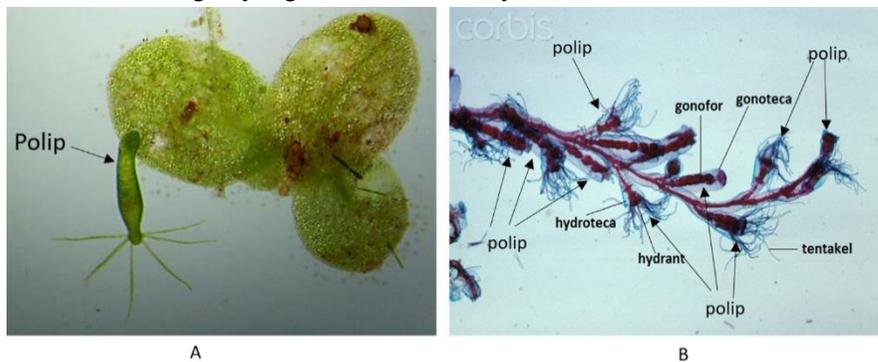
Berdasarkan bentuk, ukuran, dan daur hidupnya, Filum Coelenterata (Suwignyo, dkk., 2005) dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelas yaitu **Kelas Hydrozoa**, **Kelas Scyphozoa**, dan **Kelas Anthozoa**. Berikut ini uraian tentang perbedaan dan persamaan dari ketiga kelas tersebut.

1. Kelas Hydrozoa

Hydrozoa berasal dari kata *Hydra* yang artinya hewan yang bentuknya seperti ular. Hydrozoa adalah suatu kelompok Cnidarian yang dipelajari karena kompleksitas dan keragaman dalam siklus hidup mereka (Cartwright & Nawrocki, 2010). Siklus hidupnya mencakup dua tahapan reproduksi yaitu membentuk polip untuk tahapan aseksualnya dan medusa untuk tahapan seksualnya. Beberapa diantara hydrozoa ada yang tetap membentuk polip dalam masa perkembangbiakannya dan tidak membentuk medusa (Rosdarni & Tjahyadi, 2021).

Anggota kelas Hydrozoa memiliki bentuk polip yang soliter atau koloni, ukuran kecil tidak menyolok, dalam daur hidupnya terdapat bentuk polip, medusa atau kedua-duanya. Lebih banyak ditemukan dalam bentuk polip daripada medusa. Bentuk medusa memiliki diameter antara 0,5 cm – 6 cm, dan umumnya mempunyai velum. Terdapat ±3.700 spesies dan sebagian besar hidup di laut, berukuran kecil, menempel pada substrat karang atau koral, hingga sering disalahartikan sebagai ganggang laut (*seaweed*). Hanya 14 spesies di air tawar, kebanyakan dari Famili Hydridae. Jenis Hydrozoa ada yang tumbuh sebagai polip, medusa dan keduanya (Jasin, 1992).

Bentuk polip soliter seperti pada *Hydra*, tunas (polip baru) hasil reproduksi aseksual yang telah mempunyai mulut dan tentakel akan lepas dari induknya dan hidup sebagai polip baru yang juga soliter. Sementara polip pada jenis koloni seperti seperti *Obelia*, tunas-tunas hasil reproduksi aseksual yang sudah lengkap tetap menempel pada induknya, hingga masing-masing polip saling berhubungan yang disebut koloni Hydroid.



Gambar 31. Contoh Hydrozoa, A). *Hydra viridis* yang menempel pada tumbuhan. (Sumber: [hydvir01\[1\].jpg \(480×358\) \(googleusercontent.com\)](#); B). Polip *Obelia* (Sumber: [koloni+obelia+2.jpg \(640×434\) \(googleusercontent.com\)](#))

Koloni Hydroid umumnya kecil-kecil, hanya setinggi beberapa sentimeter, dan masing-masing polip hanya beberapa milimeter. Warna bervariasi, putih, kesumba, jingga atau kecoklatan. Semua koloni Hydroid sedikitnya **dimorphic**, artinya sekurang-kurangnya pada koloni tersebut terdapat 2 (dua) macam polip yang mempunyai bentuk dan fungsi berbeda, yaitu **polip pemangsa** (*gastrozoid, tropozoid*) dan **polip reproduktif** (*gonozoid, gonophore*).

Bentuk polip yang dominan dalam suatu koloni adalah polip pemangsa yang mempunyai mulut dan tentakel untuk menangkap dan mencerna makanan. Hydrozoa umumnya makan zooplankton yang dapat ditelan gastrozoid.

Polip reproduktif secara aseksual dengan pertunasan menghasilkan medusa. Semua macam polip dihasilkan secara aseksual dengan pertunasan pd tangkai koloni. Medusa Hydrozoa umumnya kecil-kecil, berdiameter 0,5-6,0 cm. Biasanya tepi

lonceng melekek ke dalam, disebut velum. Tentakel dilengkapi **nematocyt** yang terdapat pada tepi lonceng, umumnya 4 (empat) buah, tetapi acapkali lebih. Mulut terletak pada ujung manubrium di tengah subumbrella. Mesoglea tebal, jernih seperti agar-agar, dan merupakan bagian terbesar dari medusa. Sistem syaraf medusa lebih tinggi daripada polip.

Reproduksi pada semua medusa adalah seksual, dan kebanyakan diocious. Telur dan sperma terbentuk dari sel interstisial epidermis. Pembuahan eksternal terjadi di air laut, dan pembuahan internal terjadi pada permukaan manubrium atau dalam gonad.

Tidak semua jenis koloni Hydroid hidupnya menempel di substrat, tetapi ada jenis-jenis yang hidup berenang bebas seperti halnya ubur-ubur, misalnya *Velevella* & *Physallia*. Alat apung *Physallia* berbentuk seperti kantung besar dengan panjang antara 3-12 cm, dan ada yang bias mencapai 30 cm. Setiap gastrozoid dalam koloni mempunyai sebuah tentakel yang panjangnya bisa mencapai beberapa meter.

Tentakel tersebut berisi **nematocyt** dan berbahaya bagi perenang karena racunnya sangat menyakitkan, hingga orang bisa tenggelam karena kesakitan. *Physallia* memakan ikan pelagis, termasuk tuna dan ikan terbang, warnanya indah, biru-ungu cemerlang dan ada yang jingga.

9. Kelas Scyphozoa

Kelas **Scyphozoa** ini disebut juga **Scyphomedusa** yaitu ubur-ubur sejati karena bentuk medusa merupakan bentuk dominan dalam daur hidupnya. Memiliki ukuran yang relatif lebih besar dengan diameter antara 2 – 40 cm atau lebih, bahkan *Cyanea capitata* sampai 2 m (Jasin, 1992). Adakalanya berwarna menarik seperti jingga, kesumba atau kecoklatan. Warna ini disebabkan oleh warna gonad dan bagian-bagian dalam lainnya. Terdapat di semua lautan, tetapi kebanyakan di perairan pantai.

Kadang merupakan gangguan bagi para perenang, seperti jelantang laut (*Hysaora quinquecirrha*) di pantai Atlantik, lebah laut (*Chironex flekeri*) di laut tropis. Sengatannya dapat menimbulkan

borok yang lambat sembuh bahkan bisa mematikan dalam waktu 3-10 menit. Lebih berbahaya daripada *Physallia*.

Tidak semua medusa Scyphozoa berenang bebas. Jenis-jenis dari ordo Sturomedusae merupakan ubur-ubur yang sesile. Bentuk Scyphomedusa sepintas lalu mirip Hydromedusa yaitu:

- Pipih seperti piring sampai membulat seperti helm.
- Tepi lonceng berlekuk-lekuk, manubrium bercabang 4 dan memanjang menjadi 4 buah *oral arm* berenda untuk menangkap mangsa.
- Tidak mempunyai velum kecuali ordo Cubomedusae.
- Jumlah tentakel 4 (empat) atau lebih.



Gambar 32. Beberapa contoh spesies Jellyfish di perairan Malaysian. Cubozoan jellyfish; *Morbakka* sp. (a), *Chiropsoides buitendijki* (b); Scyphozoan jellyfish; *Acromitus flagellatus* (c), *Catostylus townsendi* (d), *Cephea cephea* (e), *Chrysaora chinensis* (f), *Cyanea* sp. (g), *Lobonemoides robustus* (h), *Mastigias* sp. (i), *Phyllorhiza punctata* (j), *Rhopilema hispidum* (k) and *Rhopilema esculentum* (l). (Sumber: Rizman-Idid, *et al.* 2016).

Mesoglea seperti pada Hydromedusa yaitu tebal seperti agar dan berserat tetapi berisi sel ameboid yang berkeliaran. Jadi merupakan lapisan selular sejati. Scyphomedusa berenang dengan berdenyut-denyut seperti hydromedusa. Gerak berdenyut cenderung menarik organisme tersebut ke atas, apabila kontraksi dihentikan, ubur-ubur tenggelam perlahan-lahan, dan menangkap mangsa yang bersinggungan dengan tentakel atau *oral arm*.

Sistem saluran pencernaan terdiri atas mulut, manubrium, perut pusat yang bercabang membentuk empat kantung perut, masing-masing dibatasi sekat yang disebut septa. Sistem syaraf tersusun seperti jala dan sinaptik. Sistem syaraf seperti pd hydromedusa hanya dimiliki oleh Ordo Coronatae dan Cubomedusa, sedang pd jenis yang lain gerak berdenyut dikendalikan oleh pusat syaraf tepi lonceng berjumlah 4 sampai 16.

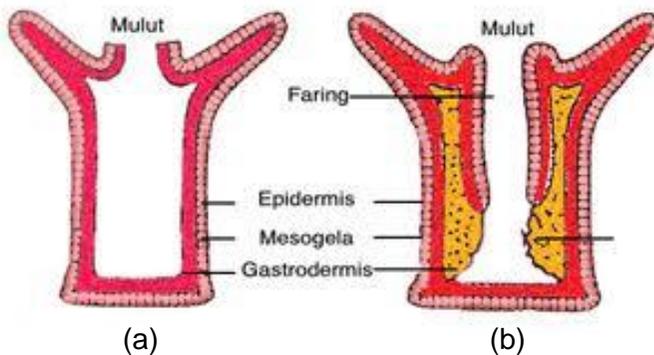
Umumnya Scyphomedusa dioocious, gonad pada gastrodermis. Sel telur atau sperma masuk ke dalam rongga gastrovaskular dan keluar melalui mulut. Hasil pembuahan menjadi blastula, gastrula, kemudian larva planula bersilia yang berenang bebas untuk beberapa waktu. Kemudian menempel di dasar laut atau menggantung di bawah batu karang dan tumbuh menjadi larva polip yang kecil yang disebut **scyphistoma**.

Scyphistoma mempunyai tentakel, bentuknya seperti Hydra, makan dan tumbuh sampai sekitar 12 mm (Suwignyo, dkk., 2005), kemudian dengan jalan pertunasan menghasilkan polip scyphistoma dan setelah lengkap melepaskan diri. Pada bulan-bulan tertentu scyphistoma melakukan **strobilasi** yaitu pembelahan melintang pada ujung oral scyphistoma, menghasilkan bakal medusa.

Bila pembentukannya sekaligus disebut monostrobilization dan bila satu persatu disebut polystrobilization, hingga terbentuklah setumpuk **ephyra** (bakal medusa). Bila telah lengkap, satu persatu ephyra dilepas. Setelah semua lepas, scyphistoma akan hidup sebagai polip lagi, untuk kemudian membentuk ephyra pada tahun berikutnya. Scyphistoma hidup sampai beberapa tahun.

10. Kelas Anthozoa

Berbeda dengan Kelas Scyphozoa, maka Kelas Anthozoa umumnya adalah polip yang hidup sebagai polip soliter atau polip koloni. Polip Anthozoa berbeda dengan polip Hydrozoa, karena mulutnya berhubungan dengan *pharinx* (gullet, kerongkongan), sedangkan pada polip Hydrozoa tidak terdapat *pharinx* (Gambar 33). Rongga gastrovaskular terbagi oleh sekat-sekat longitudinal menjadi beberapa kamar, gastrodermis pada sekat mengandung nematocyt dan gonad, hidup sebagai polip soliter atau koloni, dalam daur hidupnya tidak ada stadia medusa.



Gambar 33. Perbedaan Struktur Polip: (a) Hydrozoa dan (b) Anthozoa

(Sumber:

sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Invertebrata-1-2008/konten10.html).

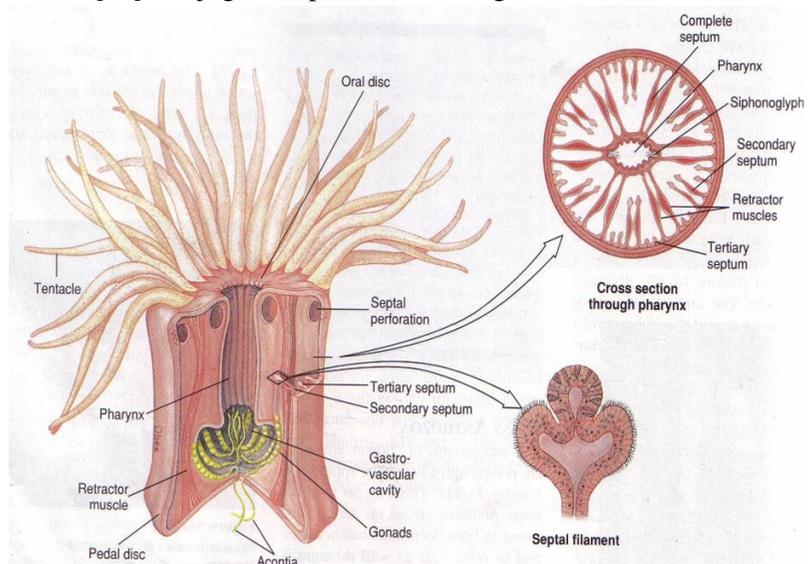
Anthozoa berasal dari kata “*anthos*” yang artinya bunga, dan “*zoon*” yang artinya hewan, karena jenis-jenis Anthozoa memang mirip bunga di laut. Kelas Anthozoa mencakup lebih dari 6000 spesies, dan jenis-jenisnya sangat heterogen, sehingga dibagi menjadi 2 (dua) subkelas yaitu subkelas Zoantharia dan subkelas Alcyonaria (Jasin, 1992).

1) Subkelas Zoantharia

Subkelas Zoantharia terdiri dari 6 (enam) ordo, ada yang membentuk rangka kapur dan ada yang tidak, namun pada dasarnya struktur polipnya pada umumnya seperti *Sea Anemon*. *Sea anemon* adalah polip soliter, dengan tinggi

antara 1,5-5 cm, diameter 1-2 cm; terkecil 4 mm dan terbesar *Stoichatic* dengan diameter ujung oral sampai 1 (satu) m; warna bervariasi; terdapat di perairan pantai di seluruh dunia terutama di daerah tropis, menempel pada batu, cangkang, atau meliang di lumpur atau pasir, dan ada yang hidup komersil dengan kepiting tertentu.

Bagian terbesar dari *sea anemon* adalah sebuah batang tubuh seperti tabung (*column*), di bagian aboral terdapat telapak kaki yang datar (*pedaldisk*), di bagian oral agak melebar terdapat mulut yang dikelilingi oleh tentakel berlubang dengan jumlah sampai beberapa ratus. Kebanyakan karnivor, beberapa jenis yang berukuran besar dengan tentakel pendek merupakan pemakan suspensi, plankton yang menempel pada permukaan tubuh dan tentakel dialirkan oleh gerakan cilia ke ujung tentakel kemudian dibawa ke mulut. Selain kepiting, ikan jenis *Amphipron* juga hidup komensal dengan *sea anemon*.

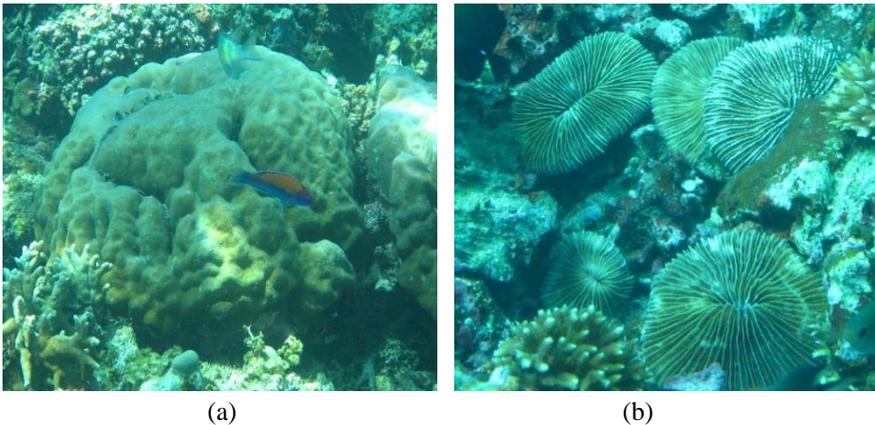


Gambar 34. Struktur Anemon (Sumber: <https://alponsin.wordpress.com/2021/11/20/filum-coelenterata-filum-ctenophora/>)

Reproduksi Zoantharia dilakukan melalui 2 (dua) cara, yaitu:

1. ***Pedal laceration*** atau pencabikan telapak kaki, yaitu dengan meninggalkan/melepaskan potongan-potongan kecil telapak kakinya pada waktu merayap. Potongan-potongan tersebut kemudian melakukan regenerasi menjadi ***sea anemon*** kecil.
2. **Pembelahan longitudinal** dengan cara *fission*, caranya dengan membentuk sekat searah dengan sumbu oral aboral. Selanjutnya masing-masing potongan tersebut melengkapinya, dan bila telah lengkap baru memisahkan diri dan terbentuklah polip baru.

Jenis Zoantharia yang menghasilkan karang biasa disebut ***Stony coral*** atau karang batu, termasuk ordo Madreporaria. Pada umumnya jenis coral merupakan koloni dengan sejumlah polip-polip kecil dengan diameter 1-3 mm, namun seluruh koloni dapat menjadi besar, beberapa jenis merupakan polip soliter dengan diameter sampai 25 cm, misalnya *Fungia*.



Gambar 35. (a) Contoh stony coral, (b) Contoh Jenis *Fungia* (Dok. Pribadi, 2020)

Koloni koral bertambah besar dengan jalan reproduksi aseksual yaitu pembentukan polip baru dengan jalan pertunasan. Jenis-jenis koral ada yang diocious dan ada yang hermaphrodit. Gonad pada gastrodermis dan pembuahan di dalam atau di luar.

Hasil pembuahan adalah larva planula yang berenang bebas dan kemudian menempel pada substrat dan tumbuh menjadi polip

lengkap dengan mangkuk karangnya yang nantinya menjadi induk dari sebuah koloni karang yang baru dengan cara aseksual menghasilkan polip-polip baru yang tetap bersambungan dan masing-masing polip menghasilkan mangkuk karang, hingga batu karang makin lama makin besar.

2) Subkelas **Octocoralia (Alcyonaria)**

Strukturnya mirip Zoantharia, namun terdapat beberapa perbedaan yang khas, yaitu polip **Octocoralia** selalu mempunyai 8 (delapan) tentakel yang pinnate, artinya pada setiap sisi tentakel terdapat cabang-cabang dan selalu terdapat sebuah **siphonoglyph**.

Semua jenis **Octocoralia** berbentuk koloni dengan sejumlah besar polip kecil. Tidak semua jenis **Octocoralia** berbentuk seperti koral. Beberapa jenis ordo *Pennatulacea* yang merupakan penghuni dasar berpasir lembut, mirip bentuk kipas, daun atau bulu burung. Tubuh koloni tidak keras, meskipun di dalam coenchym terdapat spikul kapur kecil-kecil atau oksikel. Jenis Octocoralia seperti pada Gambar 36.



(a)

(b)

Gambar 36. Contoh jenis Octocoralia (a) tentakel 8 (<http://www.starfish.ch/c-invertebrates/octocorallia.html>), (b) bentuk seperti daun (http://www.natuurlijkmooi.net/schotland/octocorallia/pennatula_phosphorea.htm)

Terumbu karang (Coral Reef)

Jenis-jenis dari ordo Madreporaria (*Scleractinia*, *stony coral*) merupakan pembentuk utama batu karang yang dapat tumbuh menjadi besar dan kokoh, serta dapat tahan terhadap pukulan

gelombang laut. Jenis organisme laut seperti ganggang laut, Porifera dan Bryozoa juga turut berperan dalam pembentukan terumbu karang. Terumbu karang banyak dijumpai di laut tropis, terutama di Indo-Pasifik. Contoh terumbu karang di Perairan Molotabu Gorontalo seperti pada Gambar 37.

Spesies pembentuk pulau-pulau karang atau *hermatypic coral* untuk hidupnya membutuhkan suhu 18°C atau lebih, dan kedalaman kurang dari 90 m, di mana masih terdapat cahaya matahari. Hal ini disebabkan adanya zooxanthella (ganggang coklat dari jenis dinoflagellata) yang bersimbiose pada jaringan polip coral. Ganggang memerlukan sinar matahari untuk fotosintesis dan polip koral mendapat oksigen serta mungkin karbohidrat.



Gambar 37. Terumbu karang yang ada di Perairan Molotabu Gorontalo
(Dok. Pribadi, 2014)

Kehadiran ganggang memudahkan pembentukan mangkuk karang, karena proses tersebut dipercepat dengan adanya proses fotosintesis. Pada spesies koral yang bersimbiose dengan zooxanthella, proses pembentukan rangka kapurnya lebih cepat daripada yang tidak. Spesies karang yang tidak bersimbiose tsb

disebut *nonhermatypic coral*, terdapat di seluruh dunia, bahkan beberapa sampai pada kedalaman 7600m.

Terumbu karang (*coral reef*) dibedakan atas 3 macam, yaitu:

1. **Terumbu karang pinggir (*fringing reef*)** merupakan terumbu karang yang meluas dari tepi pantai tanpa dibatasi oleh laguna, tidak dapat dilalui oleh kapal. Contoh Taman Nasional Bunaken.
2. **Terumbu karang penghalang (*barrier reef*)** merupakan terumbu karang yang memanjang seperti pagar, terpisah jauh dari pantai oleh suatu laguna dengan lebar beberapa km dan dalam sampai 55m, mis. *Great Barrier Reef* di Australia yang mempunyai panjang 1900 km dan jarak dari pantai antara 10-150 km.
3. **Terumbu cincin (*atoll*)** merupakan gugus kepulauan karang yang tersusun seperti lingkaran mengitari suatu laguna. Contoh Taman Nasional Taka Bonerata yang merupakan atoll terbesar ketiga di dunia. Terletak antara Sulawesi dan Flores dengan luas daratan 200.000 ha dan keseluruhan 530.765 ha. Atoll terbesar di dunia adalah atoll Mururoa di Pasifik Selatan.

VI. Arti Ekonomis

Beberapa jenis Coelenterata diperdagangkan sebagai “ikan hias” untuk akuarium laut, bahkan beberapa jenis diekspor ke Singapura, Eropa, Amerika Serikat, dan Canada. Biota tersebut dikemas dalam kantong plastik berisi oksigen pada suhu sekitar 15⁰C. Jenis-jenis tersebut misalnya *Anemonia sulcata*, *Bunodactis verrucosa*, *Radianthus malu (anemon biru)*, *Stoichactis kenti*, *Tubastrea aurea (polip matahari)*, *Corallium rubrum (red coral)*, *Ctenocella pectinata (akar bahar orange)*, *Paramuricea clavata (akar bahar)*, *Alcyonium palmatum (karang orange)*, *Cerianthus membranaceus*, *Euphyllia fimriata*, *Platygyra lamellina (karang otak)*, *Mussa sp. (Karang daging)*, *Goniopora tenuides (batu hiu)* dan masih banyak lagi.

Coelenterata yang dapat dikonsumsi dan dapat diperdagangkan yaitu dari jenis ubur-ubur yang tidak beracun sebagai ubur-ubur asin.

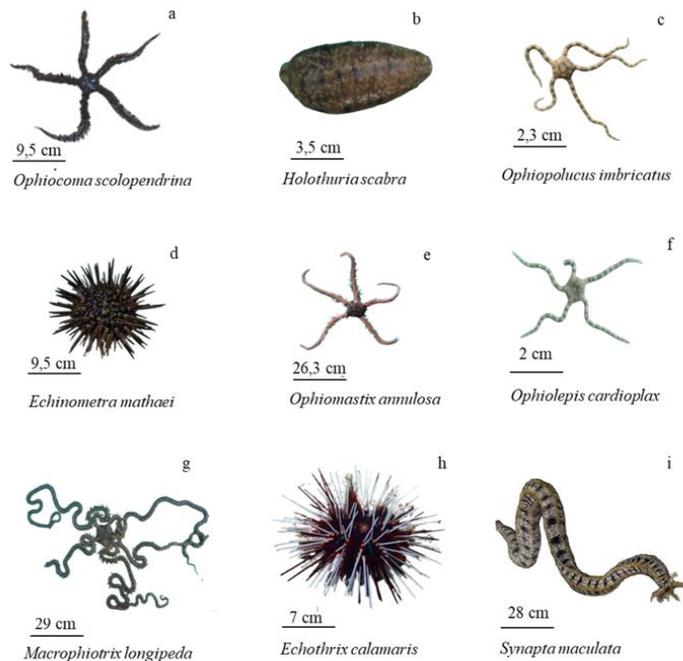
Contohnya *Rhopilema esculata*, *Rhizoatoma octopus*, *Pelagia nocticula*, *Cyanea capitata* dan juga *Aurelia aurita*. Rosdarni & Tjahyadi (2021) melaporkan bahwa masyarakat desa Linsowu memanfaatkan Hydrozoa sebagai antiracun apabila tersengat gigitan dari ikan laut atau dari sengatan bulu babi dengan mengambil beberapa kerokan pada ujung karang yang mengandung polip koloninya kemudian dipanaskan dan selanjutnya dioleskan pada area yang telah digigit tersebut. Dilaporkan pula bahwa ekstrak dari spesies *Aglaophenia cupressina Lamoureaux* bersifat bakteriostatik terhadap *E.coli*.

Ubur-ubur tersebut ditemukan hampir di seluruh perairan Indonesia, Laut Cina Selatan dan Samudera Hindia. Di Indonesia banyak terdapat di Laut Jawa, Perairan Cilacap dan Indonesia bagian timur. Ubur-ubur asin (*salt jelly-fish*) diekspor ke Jepang, Taiwan, Malaysia, dan Singapura. Pengawet ubur-ubur asin adalah garam dan tawas. Ubur-ubur asin dimakan sebagai campuran rujak/asinan, salad, mie, acar, dan gulai. Di Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta, sea anemone tertentu diberi nama rambu-rambu dan dimakan oleh penduduk setempat karena rasanya seperti babat.

BAB V. FILUM ECHINODERMATA

I. Deskripsi Singkat

Echinodermata berasal dari Bahasa Yunani *Echinos* yang berarti duri dan *Derma* yang berarti kulit. Echinodermata adalah nama filum dari avertebrata yang kulitnya berduri. Filum ini mencakup sekitar 6.000 spesies yang dikelompokkan dalam 5 (lima) kelas dengan tubuh yang umumnya pentameri (bersegi lima), tidak bersegmen, dinding tubuh tersusun dari bahan kapur yang dapat membentuk endoskeleton dan duri-duri eksternal, memiliki saluran pencernaan yang lengkap, sistem hidrovaskuler dengan kaki ambulakral (kaki-kaki yang berfungsi untuk pergerakan), kelamin bersifat dioseus, telur biasanya dibuahi di dalam air laut, larvanya mikroskopis, mempunyai silia, dan semua anggotanya hidup di laut.



Gambar 38. Contoh anggota Echinodermata di Perairan Teluk Tomini (Leato Selatan Kota Gorontalo) (Sumber: Umabaihi, 2022).

Echinodermata di perairan selain berperan sebagai sumber makanan bagi hewan lain, juga sebagai pemakan bangkai atau pemakan partikel-partikel yang membusuk di laut, sehingga berfungsi membersihkan perairan. Echinodermata, kecuali Echinoidea (bulu babi) dan Holothuroidea (teripang) tidak memiliki lima lengan simetris.

Seluruh hewan Echinodermata adalah simetri bilateral dan sebagian besar memiliki penguat tubuh dari zat kapur dengan tonjolan-tonjolan duri. Hewan ini hidup di pantai dan di dalam laut sampai kedalaman kurang lebih 300 m, sebagian hidup bebas, gerakannya lamban, tidak ada yang parasit, merupakan hewan pemakan sampah-sampah laut, sehingga laut menjadi bersih. Hewan ini kadang-kadang mengelompok dalam jumlah yang besar tetapi tidak membentuk koloni. Beberapa jenis hewan ini dapat digunakan sebagai bahan makanan, misalnya teripang.

Echinodermata mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Simetri radial pada hewan dewasa dan larvanya simetri bilateral, memiliki 3 jaringan dasar, sebagian besar bersilia, tidak memiliki kepala dan otak, serta tidak bersegmen.
2. Permukaan tubuh memiliki bulu atau kaki ambulakral.
3. Tubuh terbungkus oleh epidermis yang halus yang disokong oleh penguat berupa kepingan kapur yang disebut **laminae** atau **ossicula** yang mudah atau tidak mudah digerakkan dengan pola yang tetap dan sering memiliki duri-duri kapur yang halus.
4. Saluran pencernaan sederhana, beberapa tidak memiliki anus.
5. Memiliki sistem sirkulasi radial yang mengalami reduksi.
6. Respirasi dilakukan oleh insang kecil atau **papulae**, beberapa jenis bernapas dengan menggunakan kaki ambulakral, sedang pada Holothuroidea menggunakan batang-batang seperti pohon yang terdapat dalam cloaca.
7. Sistem saraf dengan batang cincin yang bercabang-cabang ke arah radial.
8. Sex terpisah dengan beberapa perkecualian.

Hewan ini terdiri dari 5 (lima) kelas yaitu 1). Kelas Asteroidea (Bintang laut), 2). Kelas Ophiuroidea (Bintang ular), 3). Kelas Echinoidea (Landak laut). 4). Kelas Crinoidea (Lili laut), 5). Kelas Holothuroidea (Teripang atau mentimun laut).

a. **Kelas Asteroidea (Bintang Laut)**

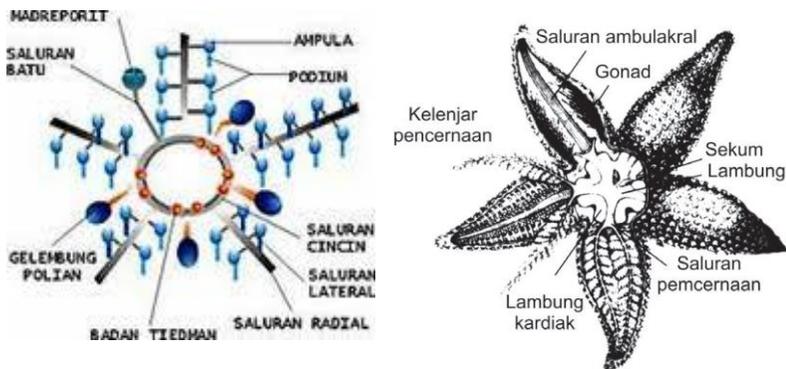
Sesuai dengan namanya, maka tubuhnya berbentuk bintang dengan 5 (lima) lengan atau bagian radial. Permukaan kulit tubuh pada bagian dorsal atau aboral terdapat duri-duri dengan berbagai ukuran. Di sekitar dasar duri terdapat bentuk jepitan pada ujungnya yang disebut **pedicellariae**. Pada salah satu bagian tubuh radial atau lengan terdapat lempeng saringan **madriporit** sebagai tempat masuknya air dalam sistem vaskular air atau ambulakral. Di tengah-tengah tubuh sebelah dorsal terdapat lubang anus. Pada permukaan tubuh sebelah ventral terdapat mulut.



Gambar 39. Contoh anggota Kelas Asteroidea (Sumber: <https://3.bp.blogspot.com/-qMshmpzkK2w/V-f1E4tb4aI/AAAAAAAAI28/CSox7A0XalQUXmPJFcwBED0ev7fuZUJDgCLcB/s1600/f9520c4de3a947a974d004cb38957b3c.jpg>)

Penyokong tubuh tersusun dari lembaran kapur atau **ossiculus** yang terikat oleh **muskulus** atau jaringan ikat. Duri-duri pendek dan tumpul, tertutup oleh epidemis. Sekitar duri terdapat modifikasi dari duri yang disebut **pedicellariae** yang berupa penjepit. Fungsi

pedicellariae adalah untuk melindungi insang dermal, mencegah serpihan-serpihan dan organisme kecil agar tidak tertimbun di permukaan tubuh, juga untuk menangkap makanan. Lengannya dapat dilenturkan oleh otot berserat yang terdapat dalam dinding tubuhnya. Pembuluh-pembuluh kaki juga dilengkapi dengan otot berserat.



Gambar 40. Struktur Anatomi Kelas Asteroidea (Rupert & Barnes, 1994)

Di bagian sebelah dalam pada saluran cincin terdapat 9 (sembilan) tonjolan yang disebut badan **tiedman** yang diduga sebagai tempat berkembangnya sel amoeboid dalam sistem vaskular air. Adapun fungsi dari ambulakral adalah untuk bergerak, untuk melengket pada karang, dan untuk menangkap mangsa.

Saluran digestoria pendek dan banyak mengalami modifikasi. Mulut bersambung dengan oesophagus yang sangat pendek, selanjutnya bersambung dengan lambung. Lambung terdiri dari 2 (dua) bagian yaitu bagian muka merupakan bagian yang besar dan bagian belakang yang kecil yang disebut **piloris**. Dari piloris tumbuhlah saluran ke masing-masing lengan yang bercabang lagi menjadi 2 (dua) cabang yang disebut piloris atau **caeca hepatis**.

Cabang ini berwarna hijau. Di atas lambung terdapat saluran pendek yang disebut **intestinum** atau **usus** yang berakhir pada anus. Dari intestinum terdapat dua percabangan yang berwarna coklat yang dikenal sebagai **intestinaalis**.

Makanan bintang laut berupa ikan, kerang, siput laut, sampah, dan lain-lain. Ekskresi diselenggarakan oleh **amoebocyt-amoebocyt**

yang terdapat dalam cairan **coelom** yang membawa zat-zat sisa keluar melalui dinding **derma branchialis**.

Respirasi terjadi dalam **branchia dermalis** tampak sebagai benda yang berbulu halus, yang terletak pada kulit sebelah atas atau aboral pada semua lengan. Dinding branchia dermalis baik sebelah luar maupun sebelah dalam dilengkapi dengan silia.

Sistem saraf terdiri atas batang saraf radial pada masing-masing lengan yang menjulur di atas alur ambulakral. Pada masing-masing batang saraf radial terdapat cabang:

1. Sepasang saraf ke daerah aboral
2. Saraf ke aboral peritonium
3. Serabut-serabut saraf yang menuju ke indera perasa pada kaki-kaki.

Seks bintang laut terpisah. Struktur alat reproduksinya bercabang-cabang pada masing-masing lengan yang berada di bagian dasar pertemuan lengan. Hewan betina dapat melepaskan 2,5 juta telur perjam, sehingga tiap musim bertelur dapat melepaskan telur kurang lebih 200 juta. Hewan jantan juga dapat menghasilkan sperma lebih banyak dari sel telur betina. Fertilisasi atau pembuahan terjadi dalam air, kemudian akan tumbuh menjadi larva **bipinria**.

Bintang laut mempunyai daya regenerasi daya regenerasi yang besar sekali. Sebuah lengan dengan bagian cakramnya akan dapat membentuk seluruh tubuh yang terlepas, sehingga pulih kembali menjadi utuh. Bila sebuah lengan mendapat luka, maka biasanya akan dilepaskan pada daerah kaki ambulakral ke 4 (empat) atau 5 (lima). Peristiwa ini disebut **autotomi**.



Gambar 41. Contoh anggota Kelas Asteroidea yang ada di perairan Gorontalo (Dok. Pribadi, 2014)

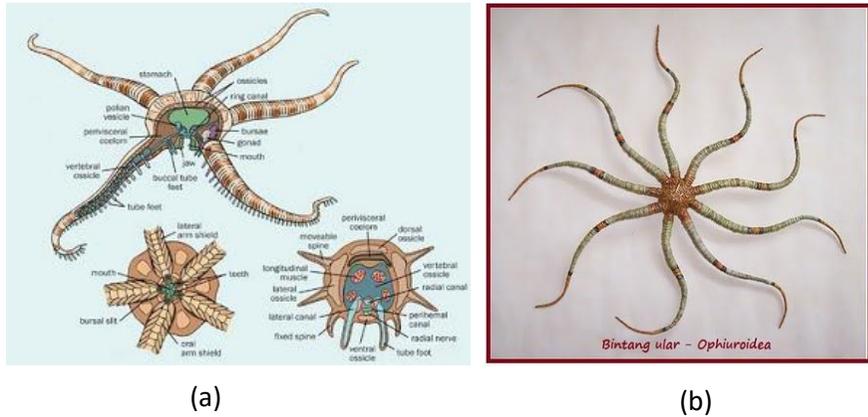
Secara ekologis, kelas Asteroidea memiliki peran dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan karena anggota hewan ini memiliki asosiasi yang kuat dengan ekosistem padang lamun. Makanan dari bintang laut berupa daun lamun busuk, pemakan endapan, dan detritus. Oleh karena itu, bintang laut memiliki peran penting dalam siklus rantai makanan di perairan laut. Bintang laut memiliki peran pula dalam melindungi karang dari pertumbuhan alga yang berlebihan dan sebagai pembersih material organik (Syafira, dkk. 2022).

b. Kelas Ophiuroidea (Bintang Ular)

Kelas Ophiuroidea (Bintang mengular) disebut juga *brittle star* atau *basket star* (Setiawan, dkk. 2019). Bintang ular mempunyai tubuh bola cakram kecil dengan 5 (lima) lengan bulat panjang yang terdiri dari ruas-ruas yang sama. Di bagian lateral terdapat duri, sedangkan di bagian dorsal serta ventral tidak terdapat duri. Bagian dalam dari ruas sebagian besar terisi *ossicula* yang silindris.

Empat otot antara dua ossicula silindris itu memungkinkan lengan dapat dibengkokkan. Dalam lengan terdapat saluran coelom yang kecil, batang saraf, pembuluh darah, dan cabang-cabang sistem vaskular, juga terdapat kaki ambulakral yang kecil yang sering disebut **tentakel** dengan alat hisap atau **ampulae**, yang memungkinkan makanan dapat masuk ke mulut, yang beralat sensoris dan juga membantu pernapasan. Semua organ digestoria dan organ reproduktivum terdapat dalam bola cakram.

Mulut terletak di pusat tubuh yang dikelilingi oleh 5 (lima) kelompok lempeng kapur yang berfungsi sebagai rahang. Tidak memiliki **caeca** atau **anus**. Bahan makanan yang tidak tercerna dikeluarkan kembali melalui mulut. Di sekitar mulut terdapat 5 pasang kantung kecil seperti **bursae** yang berfungsi sebagai alat respirasi dan menerima saluran gonad.



Gambar 42. (a) Struktur anatomi kelas Ophiuroidea; (b) Contoh Anggota Kelas Ophiuroidea (Bintang Ular) (biologigonz.blogspot.com, 2010)

Kelas Ophiuroidea (bintang ular) hidup dalam air laut, dari yang dangkal sampai yang dalam, bersembunyi di bawah batu-batu karang atau rumput-rumput laut, mengubur diri dalam lumpur atau pasir, dan aktif malam hari. Berpindah tempat dengan gerakan yang mengular, memegang suatu objek dengan satu lengan atau lebih kemudian menghentakkannya. Hewan ini juga dapat berenang dengan menggunakan lengannya.

Makanan bintang ular adalah udang-udangan (Crustacea) dan Moluska, hewan lainnya atau serpihan organisme lain atau sampah. Sebaliknya Ophiuroidea ini banyak dimakan oleh ikan. Untuk menghindarinya biasanya lengannya dapat diputuskan sebagai umpan agar tubuh utamanya selamat, kemudian akan membuat lengan yang baru.

Jenis kelaminnya terpisah dan melepaskan sel kelaminnya dalam air. Hasil pembuahan akan menghasilkan larva mikroskopis yang disebut **pluteus** yang memiliki lengan bersilia, yang kemudian mengalami metamorfosis menjadi suatu bentuk seperti bintang laut dan akhirnya menjadi bintang ular.

Bintang mengular termasuk dalam kelompok hewan pemakan detritus. Di perairan bintang mengular memiliki peran sebagai

pemakan sampah yang mengandung bahan organik. Selain itu, hewan ini memiliki peran penting sebagai anggota hewan benthik pada suatu ekosistem serta sebagai sumber makanan untuk ikan dan organisme lainnya.

c. **Kelas Echinoidea (Landak Laut)**

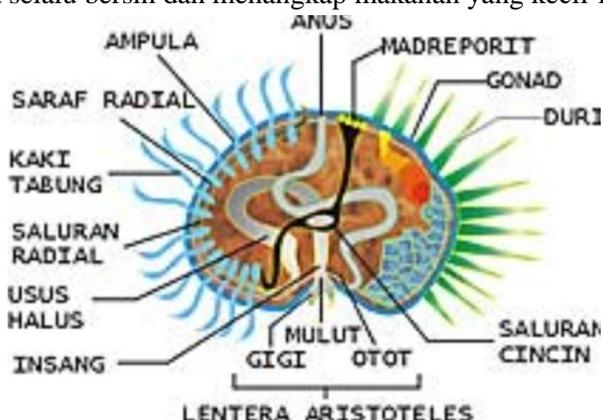
Hewan-hewan yang termasuk dalam Kelas Echinoidea mempunyai bentuk bundar, tidak beraturan, tapi memiliki duri-duri yang dapat digerakkan. Umumnya memiliki jeroan atau **viscera** yang tersimpan dalam cangkok yang tersusun menurut jajaran lempengan kapur yang tersambung bersama membentuk bola, seperti halnya bintang laut yang memiliki 5 jalur kaki ambulakral. Pada cangkok terdapat tonjolan atau **tuberculum** sebagai tempat persendian duri-duri. Tiap-tiap duri merupakan bentuk kristal dari CaCO_3 . Pangkal duri terikat dengan otot, sehingga durinya dapat digerakkan.



Gambar 43. Contoh Anggota Kelas Echinoidea (Landak Laut): a. *Echinometra mathaei*, b. *Echinothrix calamaris*, c. *Tripneustes gratilla*, d. *Diadema setosum*, dan e. *Echinothrix diadema* (Sumber: Kadir et al., 2021).

Beberapa jenis Echinoidea memiliki kelenjar racun. Di antara duri-duri terdapat **pedicellariae** yang memiliki 3 (tiga) anak penjepit

dan tangkai yang panjang. Pedicellaria berfungsi menjaga agar tubuhnya selalu bersih dan menangkap makanan yang kecil-kecil.



Gambar 44. Anatomi dari Landak Laut (biohumago.blogspot.com, 2012)

Echinoidea memiliki karakteristik bentuk tubuh yang bundar, oval, atau seperti cakram, pergerakannya lambat menggunakan podia atau duri, dan melakukan reproduksi secara seksual. Anus terletak di pusat tubuh pada permukaan aboral. Mulut yang besar terletak di daerah oral yang dikelilingi oleh 5 (lima) buah gigi yang kuat dan tajam. Gigi tersebut sering disokong oleh 5 (lima) rangka samping di sebelah dalam yang dikenal sebagai **Lentera Aristoteles**.

Landak laut hidup di atas batu karang atau dalam lumpur di daerah pantai atau di dasar laut pada kedalaman sampai 5000m. Hewan ini bergerak dengan menggunakan duri bersendi dan kaki ambulakral. Kaki juga berfungsi untuk meraba objek pada waktu berada di dasar laut.

Semua Echinoidea membersihkan tubuh dengan jalan menggerakkan duri-duri dan pedicellariae. Bersamaan dengan gerakan itu sisa-sisa bahan makanan dikeluarkan dari anus. Hewan ini makan bermacam-macam makanan di laut, misalnya hewan lain yang telah mati dan organisme kecil lainnya. Selain itu, hewaan ini mencerna lumpur atau pasir yang mengandung bahan-bahan organis. Musuh dari Echinoidea adalah ikan, bintang laut, udang-udangan, burung dan mamalia.



Gambar 45. Gonad Bulu Babi (Indrawan, 2019)

Gonad Echinoidea (bulu babi atau landak laut) merupakan alat yang besar sekali yang mengambil tempat setengah ruangan cangkang. Indrawan (2019) menjelaskan bahwa gonad jantan dan betina pada bulu babi sulit dibedakan tanpa menggunakan mikroskop. Salah satu cara untuk membedakan gonadnya yaitu dengan melihat warna gonad tersebut. Misalnya pada bulu babi *Paracentrotus lividus*, gonad jantan berwarna kuning sedangkan pada betina berwarna oranye. Gonad bulu babi adalah telur yang merupakan sumber nutrisi untuk perkembangan embrio.

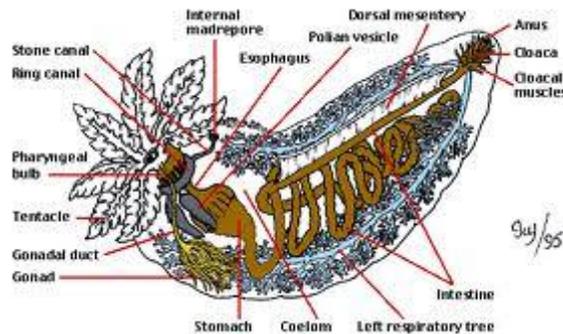
Gonad bulu babi telah menjadi salah satu komoditas hasil laut yang sudah dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan pangan di Indonesia seperti di Sulawesi Tenggara dan Bali. Gonad ini banyak dijadikan makanan oleh orang-orang di Laut Tengah Amerika Serikat.

d. Kelas Holothuroidea (Teripang atau Timun Laut)

Purwati (2005) menyatakan bahwa teripang merupakan anggota dari timun laut, namun tidak semua jenis timun laut merupakan teripang. Teripang berasal dari kosa kata Indonesia “*Trepang*” dan dipakai sejajar dengan “*beche-de-mer*” (lafal Perancis). Sementara untuk istilah timun laut atau *sea cucumbers* menggambarkan ciri kelompok hewan yang dimaksud memiliki bentuk tubuh seperti timun dan hidup di laut. Istilah yang dipakai untuk kelompok hewan ini adalah *sea cucumbers* atau **holothurians**

(disebut **holothurians** karena hewan ini dimasukkan dalam **Kelas Holothuroidea**) digunakan dalam topik-topik biologi, ekologi dan keanekaragaman. Sebaliknya, istilah **trepang** atau **beche-de-mer** digunakan dalam perikanan dan perdagangan (komoditi). Dua kata ini merupakan istilah yang paling populer di pasar internasional.

Timun laut mempunyai tubuh yang bulat memanjang dengan garis oral ke aboral sebagai sumbu. Tubuh diliputi oleh kulit yang mengandung **ossicula** yang mikroskopis. Bagian anterior mulut terdapat 10-30 tentakel yang dapat dijulurkan dan ditarik kembali.



Gambar 46. Anatomi Holothuroidea (Kerr, 2000)

Holothuroidea meletakkan diri dengan bagian dorsal di sebelah atas. Pada beberapa jenis di tempat tersebut merupakan daerah memanjang yang mengandung kaki ambulakral yang dapat berkontraksi dan berfungsi sebagai **alat respirasi**. Di daerah ventral terdapat 3 daerah kaki ambulakral yang memiliki alat hisap, yang berfungsi untuk bergerak.

Kulit tubuh terdiri atas kutikula yang menutupi epidermis yang tidak bersilia. Di bawahnya terdapat dermis yang mengandung ossicula, selapis otot melingkar, dan 5 (lima) berkas otot memanjang ganda yang kuat sepanjang lengan (radii). Dalam tubuh terdapat coelom yang tidak terbagi berisi penuh cairan yang mengandung macam-macam **amoebocyt**. Dengan otot itu mentimun laut dapat memanjang dan memendekkan diri, sehingga menimbulkan gerakan seperti cacing.

Timun laut meletakkan diri di atas dasar laut atau mengubur diri dalam lumpur atau pasir dengan memperlihatkan akhir

tubuhnya. Bila hewan ini diganggu akan mengkerut. Makanannya berupa serpihan bahan-bahan organik di dasar laut yang dimasukkan dalam mulut. Sering juga menangkap plankton dengan tentakel.

Reproduksi Holothuroidea dilakukan secara seksual dengan cara *ovotestis* membuka di ujung oral, sedangkan reproduksi aseksual dilakukan melalui pembelahan secara melintang. Mentimun laut berpindah tempat dengan menggunakan kaki ambulakral atau gerakan tubuh dengan kontraksi. Beberapa jenis mempunyai jaringan pembuluh lunak seperti zat perekat yang berwarna putih, yang menempel pada cloaca. Buluh-buluh itu dikenal sebagai alat **curvierian** yang dapat dikeluarkan untuk menyerang musuh yang mengganggu.



Gambar 47. Contoh Anggota Kelas Holothuroidea di Perairan Gorontalo (Dok. Pribadi, 2020)

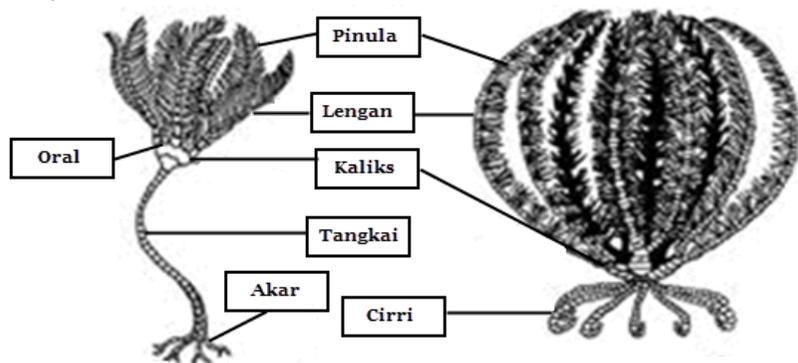
Terdapat lebih dari 1200 jenis kelompok timun laut (**Holothuroidea**) yang ada di dunia, dan sekitar 30 jenis di antaranya merupakan teripang. Jenis-jenis teripang komersial, khususnya dari daerah tropika, termasuk dalam bangsa *Aspidochirotida* dari suku *Holothuriidae* dan *Stichopodidae*, meliputi marga *Holothuria*, *Actinopyga*, *Bohadschia*, *Thelenota* dan *Stichopus* (Indrawan, 2019). Di Indonesia diperkirakan terdapat 26 jenis timun laut sebagai teripang yang tercatat masih atau pernah diolah untuk diperdagangkan dan semuanya termasuk ordo *Aspidochirotida* atau *Dendrochirotida* (Purwati, 2005). Di Asia, kulit tubuh mentimun laut yang telah direbus dan dikeringkan di

bawah sinar matahari dibuat bahan untuk sup. Mentimun laut yang kecil-kecil dan telah dikeringkan dapat juga dibuat kerupuk.

e. **Kelas Crinoidea (Lili Laut)**

Crinoidea mempunyai bentuk seperti bunga lili atau bunga bakung dan bentuk seperti bulu burung. Aziz, dkk. (1991), Bentuk tubuh dan penampilannya menyerupai tanaman lili atau pakis. Bagi orang awam Lili Laut mungkin dianggap sebagai flora laut, apalagi bagian lengannya (*arms*) mempunyai corak warna yang beraneka ragam, seperti hijau, kuning, merah, hitam atau kombinasi dari dua atau lebih warna.

Lili laut hidup dalam laut sampai kedalaman 3.648 m. Tubuh lili laut seperti *Metacrinus* adalah kecil, berbentuk seperti cangkir yang disebut **calyx** yang tersusun dari lempengan kapur. Dari **calyx** itu akan tersembul 5 (lima) lengan yang lentur yang mempunyai bagian tentakel yang pendek, masing-masing mempunyai **pinullae** yang banyak sekali, sehingga seperti bulu burung yang terurai. Crinoidea memiliki ciri tubuh bertangkai atau tidak bertangkai seperti cangkir dengan lengan yang bercabang atau tidak bercabang, hidup menempel (sesil), dan mempunyai sistem reproduksi seksual dengan autotomi.



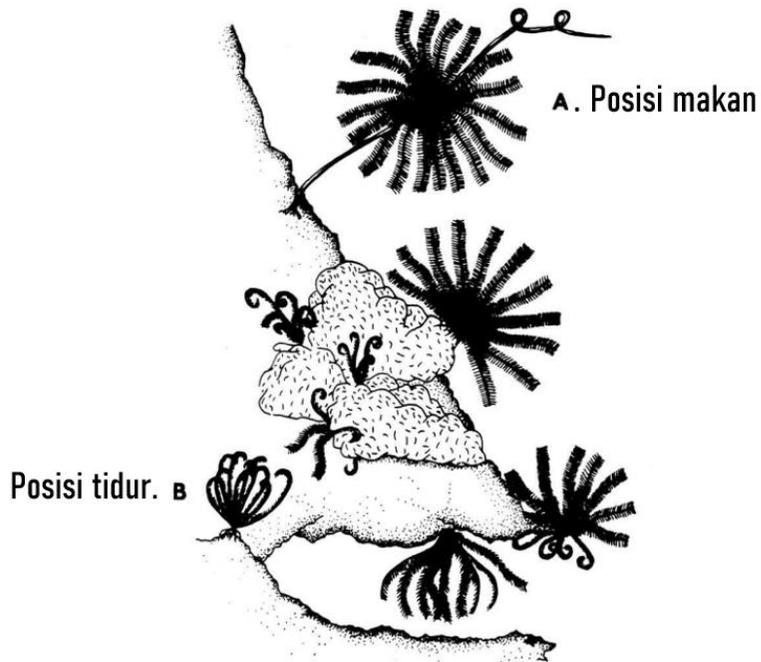
Gambar 48. Struktur anatomi Kelas Crinoidea (Lili laut) (Sumber: <https://www.mikirbae.com/2016/02/struktur-dan-fungsi-tubuh-echinodermata.html>)

Lili laut mempunyai susunan tubuh bersimetri lima (pentaradial simetri), tubuh berbentuk cakram (*disk*) yang di

dalamnya terdapat sistem pencernaan, sistem reproduksi, sistem saluran air, sistem respirasi dan sistem saraf. Tubuh dilindungi oleh lempeng kapur berbentuk perisai (*ossicles*). Mulut dan anus terletak di sisi yang sama yaitu di sisi oral. Secara umum mulut terletak di pertengahan dari disk atau disebut sebagai kondisi "*endocyclic*", tetapi pada beberapa spesies seperti pada anggota Comasteridae, mulutnya terletak pada bagian tepi dari disk dan kondisi ini disebut sebagai kondisi "*exocyclic*". Selanjutnya dari disk tumbuh lima tangan (*arms*) atau lebih. Percabangan tangan dapat berupa percabangan ganda atau semi ganda, atau percabangan tak beraturan, sehingga pada kebanyakan lili laut memiliki lebih dari 10 tangan (10 sampai 200 tangan). Di sepanjang tangan terdapat sistem reproduksi dan sistem pembuluh air. Pada dasar disk (sisi aboral) terdapat kaki-kaki cengkeram atau "*cirrus*" yang berfungsi sebagai pemegang pada substrat keras seperti koloni karang atau pada substrat keras lainnya.

Secara umum Crinoidea dapat digolongkan dalam dua kelompok besar yaitu **Comatulida** atau lili laut yang hidup bebas dan bisa berpindah tempat, dan "*stalked crinoid*" atau lili laut bertangkai. Kelompok lili laut bertangkai hidup di dasar laut dan tidak bisa berpindah tempat (Aziz, dkk., 1991). Beberapa jenis Lili Laut mempunyai **stalk** atau **tangkai** yang berasal dari aboral dan **calyx**. Alat ini (tangkai) berfungsi sebagai alat melekat pada dasar laut, seolah-olah sebagai batang dengan akar. Bulu bintang misalnya *Antedon tenella* tidak memiliki tangkai tetapi memiliki **cirri** yang lentur untuk memegang sesuatu objek.

Mulut dan anus terletak sebelah menyebelah, mulut pada daerah oral, sedang anus pada daerah aboral. Anus sering terdapat pada kerucut yang menonjol. Makanan berupa plankton atau bahan lainnya yang mikroskopis yang ditangkap dengan tentakel yang selanjutnya digiring oleh silia ke dalam mulut.



Gambar 49. Posisi Lili Laut saat makan dan sedang tidur/istirahat (BIRKELAND 1989 dalam Aziz, dkk. 1991).

Beberapa Crinoidea melepaskan telur dalam air, tapi beberapa menahan tetap pada pinnulae sampai menetas. Larva yang masih muda sekali masih mendapat makanan dari kuning telur dan belum mempunyai mulut. Setelah beberapa hari hidup menempel dengan akhir anterior dan kemudian berbentuk cangkir, kemudian tumbuh lengannya. Beberapa Crinoidea menyimpan telurnya dalam tubuh.

Crinoidea mempunyai daya regenerasi besar sekali. Bagian lengan atau calyx yang hilang akan segera diperbaharui. Tidak ada laporan yang menunjukkan bahwa terdapat hewan lain yang secara tetap memangsa Crinoidea.



Gambar 50. Contoh Anggota Kelas Crinoidea (Dok. Pribadi, 2014)

Crinoidea banyak terdapat pada zaman Palaeozoicum. Memiliki 80 spesies yang hidup menempel di dasar laut, coral reef, dan di mana saja membentuk kebun laut. Crinoidea yang masih ada sekarang yaitu *Antedon spec* yang dapat berenang dengan menggunakan lengannya, tapi sering memegang suatu objek di dasar laut dengan menggunakan cirri. Warna Crinoidea bermacam-macam, ada yang putih berlian, kuning, hijau, atau coklat.

II. Arti Ekonomis

Semua jenis Echinodermata hidup di laut, mulai dari daerah litoral sampai kedalaman 6.000 m. Beberapa jenis dari kelas Holothuroidea diperdagangkan sebagai teripang kering bahkan dijadikan sebagai keripik timun laut di daerah Sidoarjo Jawa Timur. Dijadikan sebagai obat anti biotik dari kelas Asteroidea dan sebagai hiasan akuarium dari kelas Crinoidea. Gonad dari kelas Echinoidea banyak dikonsumsi di Jepang. Filum Echinodermata umumnya tidak semua secara ekonomis mempunyai nilai yang berarti, tetapi kehadiran mereka di ekosistem perairan laut cukup penting terutama di dalam siklus rantai makanan yang secara tidak langsung keberlanjutan sistem kehidupan di perairan. Tiana, dkk. (2015), setiap kelas dari Echinodermata memiliki peranan sendiri-sendiri terhadap ekologi laut, misalnya Kelas Asteroidea (bintang laut) dan Kelas Ophiuroidea (bintang mengular) memiliki peranan sebagai pelindung karang dari pertumbuhan alga yang berlebihan serta Kelas Holothuroidea dan Kelas Echinoidea memiliki peranan sebagai pendaur ulang nutrisi.

BAB VI. FILUM MOLLUSCA

I. Deskripsi Singkat

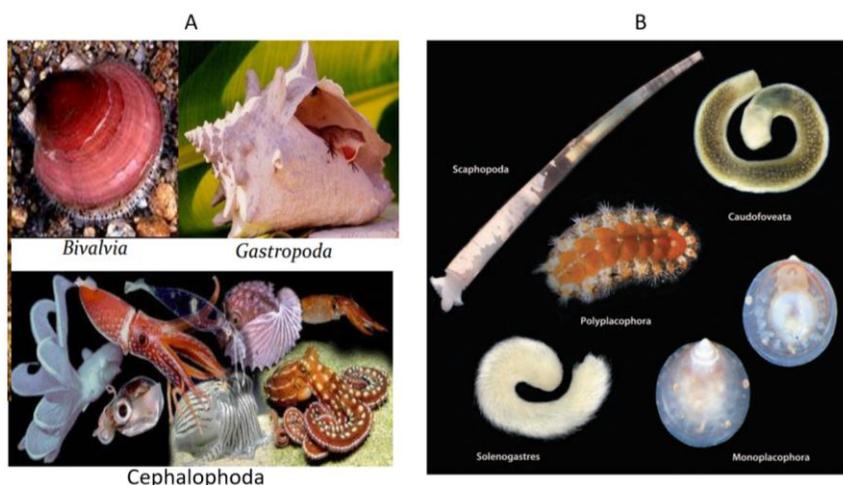
Moluska adalah salah satu kelompok invertebrata yang paling beragam dengan jumlah lebih dari 100.000 spesies yang telah dideskripsikan. Secara umum dikenal Mollusca yang bercangkang tunggal seperti Gastropoda, Scaphopoda dan Cephalopoda biasanya disebut siput atau keong, sedangkan yang bercangkang ganda di mana kedua cangkangnya dihubungkan dengan engsel disebut kerang.

Organisme yang termasuk dalam filum ini sangat beragam tetapi dapat diidentifikasi dengan beberapa ciri-ciri umum yang sama termasuk mantel, adanya radula, konfigurasi dari system saraf dan biasanya memiliki cangkang yang membungkus tubuhnya yang lunak untuk perlindungan. Mantel memainkan peran penting dalam respirasi dan ekskresi dan juga membuat cangkang dengan mengeluarkan Kalsium dan Conchiolin. Karakteristik utama Moluska yang perlu diperhatikan pula adalah keberadaan kaki. Kaki ini diadaptasikan untuk banyak tujuan lokomotif seperti untuk menggali ke dalam sedimen, meluncur atau berenang (bagi **Nudibranch**), melekat pada permukaan keras (bagi keong) dan mengarahkan propulsi jet (bagi **Cephalopoda**) (Herbert et al. 2018).



Gambar 51. Contoh Gastropoda Nudibranch. A. *Armata* sp. (*Arm* spp.) (Herbert et al. 2018); B. Nudibrach *Doriprismatica atromarginata* di Pulau Popaya Gorontalo (Dok. Pribadi, 2021)

Moluska merupakan filum metazoan yang kedua terbanyak setelah Arthropoda dan dapat dikatakan bahwa Moluska menunjukkan disparitas morfologis terbesar (Sigwart & Sumner-Rooney, 2016). Moluska dikenal juga dengan sebutan binatang lunak yaitu binatang yang berdaging dan tidak bertulang, ada yang dilindungi oleh cangkang atau rumahnya dan ada pula yang tidak bercangkang. Bentuk cangkangnya bermacam-macam, ada yang bercangkang tunggal (**Gastropoda**), bercangkang ganda (**Bivalvia**), berbentuk seperti tanduk atau gading gajah mini (**Scaphopoda**), berlapis-lapis seperti susunan genting (**Polyplacopoda/Chiton**), dan ada pula yang cangkangnya terletak di bagian dalam tubuhnya misalnya cumi-cumi (*Loligo* sp.) dan kakinya di kepala (**Cephalopoda**).



Gambar 52. Filum Moluska, A. Kelas Mayor (Afiati, 2020); B. Kelas Minor (Sigwart & Sumner-Rooney, 2016).

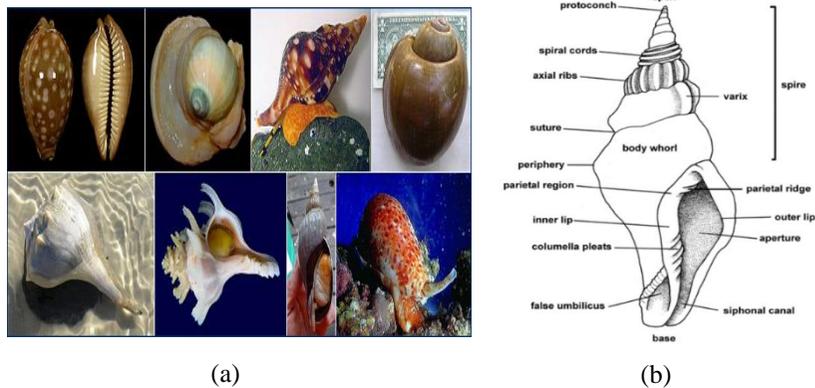
Moluska memainkan peran ekonomis penting di banyak negara yaitu sebagai sumber makanan penting bagi manusia dan mamalia serta ikan laut. Moluska juga berperan sebagai bioindicator yang dapat digunakan untuk memantau kesehatan lingkungan perairan.

Berdasarkan klasifikasi, Filum Moluska mempunyai 7 (tujuh) kelas, namun Herbert *et al.* (2018) hanya membagi Moluska dalam lima kelas utama yaitu Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda, Polyplacopoda, dan

Cephalopoda. Sementara (Sigwart & Sumner Rooney, 2016) menyebutkan bahwa Moluska terdiri dari 8 (delapan) kelas, yaitu 3 (tiga) kelas mayor dan 5 (lima) kelas minor (Gambar 52). Tiga kelas mayor meliputi Bivalvia (kerang, remis, dan cacing kapal), Gastropoda (*snails* dan *slugs*), dan Cephalopoda (cumi-cumi dan gurita), sementara lima kelas minor terdiri dari Caudofoveata (Chaetodermata), Monoplacophora (keong laut dalam tanpa kepala), Polyplacophora (Chiton), Scaphopoda (cangkang gading), dan Solenogastres (neomeniomorphs). Kelompok minor semuanya secara eksklusif hidup di laut sebagai spesies bentik atau infaunal. Mereka kurang dieksploitasi secara komersial seperti tiga kelas mayor.

a. Kelas Gastropoda

Gastropoda disebut juga binatang berkaki perut. Kebanyakan hidup di laut, tetapi ada sebagian yang hidup di darat. Mempunyai anggota yang terbanyak. Bentuk cangkang dalam pertumbuhannya memperlihatkan perputaran spiral dengan sudut 180° , di mana binatangnya akan kembali ke posisi semula. Mempunyai kepala dan mata, umumnya mempunyai radula.



Gambar 53. (a) Contoh Anggota kelas Gastropoda (Holthuis, 1995); (b) Terminologi Cangkang Gastropoda (Herbert et al., 2018).

Kelas gastropoda dibagi dalam 3 (tiga) subkelas yaitu **Subkelas Vetigastropoda**, **Subkelas Caenogastropoda** dan **Subkelas Heterobranchia**. Yang termasuk kelompok Subkelas Vetigastropoda adalah abalone. Pada beberapa anggotanya, bagian

dalam cangkangnya nacreous (terbuat dari induk Mutiara). Kelompok Subkelas Caenogastropoda sangat beragam antara lain siput bual, kerang murex, volutes, dan cangkang kerucut. Subkelas Heterobranchia adalah gastropoda yang lebih maju termasuk siput laut dan siput air tawar.



Keterangan:
a. *Trochus niloticus* (Linnaeus, 1767),
b. *Stomatella impertusa* (Burrow, 1815), c. *Steronphala adriatica* (Philippi, 1844), d. *Jujubinus* sp. (pennant,1777), e. *Umbonium* sp. (Linnaeus 1758), f. *Turbo sparverius* (Gmelin, 1791), g. *Calliostoma* sp. (Swainson, 1840), h. *Leptothyra* sp. (Deshayes, 1863), i. *Diodora* sp. (Gray, 1821), j. *Fissurella* sp. (Bruguière, 1789), k. *Herpetopoma* sp.1, l. *Herpetopoma* sp.2.



Keterangan:
a. *Mitra* (*Strigatella*) *litterata* (Lamarck, 1811), b. *Mitra pauperata* (Linnaeus, 1758), c. *Mitra virgata* (Reeve,1844), d. *Morula granulata* (Duclos, 1832), e. *Morula margaritcola* (Broderip, W.J., 1833), f. *Drupa ricinus* (Linnaeus, 1758), g. *Drupella cornus* (Röding, 1798), h. *Coralliophila neritoidea* (Gmelin,1791), i. *Vexilla vexillum* (Gmelin, 1791), j. *Acanthinucella spirata* (Blaineville, 1832), k. *Tenguella granulata* (Duclos,1832), l. *Mancinella tuberosa* (Röding, 1798), m. *Pusiosstoma mendicaria* (Linnaeus, 1758), n. *Columbella rustica* (Linnaeus, 1758), o. *Nassarius albescens* (Dunker, 1846), p. *Conus coronatus* (Gmelin, 1791), q. *Conus ebraeus* (Linnaeus, 1758), r. *Conus sanguinolentus* (Quoy & Gaimard, 1834), s. *Conus miliaris* (Hwass in Bruguière, 1792), t. *Conus sponsalis* (Hwass in Bruguière, 1792), u. *Conus frigidus* (Reeve, 1848), v. *Conus lividus* (Hwass in Bruguière, 1792), aa. *Cypraea tigris* (Linnaeus,1758), bb. *Cypraea lynx* (Linnaeus,1758), cc. *Cypraea pellucens* (Melvill, 1888), dd. *Cypraea feline* (Gmelin, 1791), ee. *Cypraea moneta* (Linnaeus, 1758), ff. *Cypraea annulus* (Linnaeus, 1758), gg. *Cypraea clandestine* (Linnaeus, 1767), hh. *Strombus mutabilis* (Swainson, 1821), ii. *Cymatium nicobaricum* (Röding, 1798), jj. *Cymatium tripum* (Lamarck 1822).

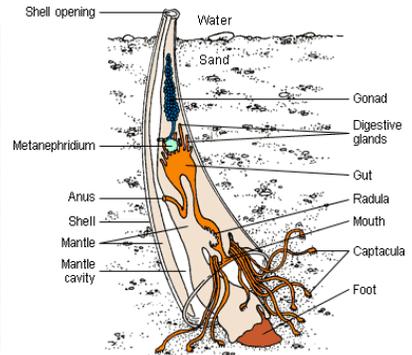
Gambar 54. A. Subkelas Vetigastropoda; B. Subkelas Caenogastropoda (Sumber: Lestari *et al.*, 2021).

b. Kelas Scaphopoda

Kelas Scaphopoda dikenal dengan nama siput gading atau siput gigi. Bentuk cangkang dari Scaphopoda seperti tanduk. Hidup di laut dengan membenamkan sebagian dari pada rumahnya di dalam pasir atau pasir berlumpur di dasar laut di mana hanya sebagian kecil atasnya saja yang kelihatan di permukaan. Tidak mempunyai kepala, mata dan insang tetapi mempunyai radula. Alat kelamin terpisah.



(a)



(b)

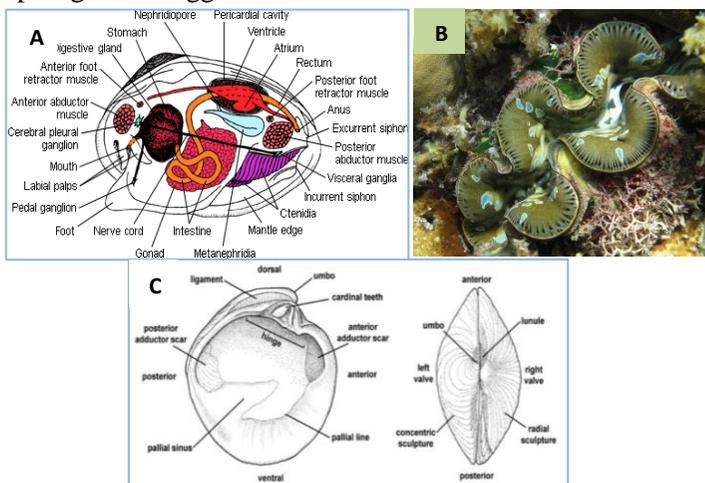
Gambar 55. (a) Contoh Anggota kelas Scaphopoda (*Dentalium* sp.) (Biologipedia, 2010); (b) Anatomi Scaphopoda (University of California Museum of Paleontology, 2000)

Cangkang menyerupai gading gajah mini, tidak ada gulungan, cangkang berongga, meruncing dari satu ujung ke ujung lainnya, sedikit melengkung, bubungan memanjang, ujung (posterior) sempit dengan deretan satu sampai lima perforasi seperti celah pada permukaan yang cembung (kadang-kadang tidak ada) (Herbert *et al.*, 2018). Sebagian besar spesies sedikit melengkung, dan sisi cembung cangkangnya merupakan aspek anterior, hewan ini kurang lebih memposisikan dirinya secara vertical dengan kaki di bawah dan puncak sempit di atau dekat permukaan sedimen. Di bagian atas terdapat perpanjangan seperti siphon dari jaringan mantel sensorik yang disebut dengan pavilion. Aliran pernapasan pendek terutama melalui pembukaan apical bawah hingga dari dorsal ke ventral (Sigwart & Sumner-Rooney, 2016).

Nama cangkang gading sangat tepat sebagai ciri khas dari kelompok Moluska yang berasosiasi dengan substrat lunak yang tidak terkonsolidasi dengan tempat di mana mereka menggali. Kelompok hewan ini adalah predator selektif dari mikro-invertebrata yang hidup dalam sedimen.

c. **Kelas Bivalvia (Pelecypoda)**

Kelas Bivalvia dikenal juga dengan nama kerang. Mempunyai 2 (dua) kepingan atau belahan yang dihubungkan oleh engsel elastis yang disebut **ligament** dan mempunyai satu atau dua buah otot **adductor** di dalam cangkangnya yang berfungsi untuk membuka dan menutup kedua belahan kerang tersebut. Tidak mempunyai kepala, mata dan radula. Beberapa ada yang mempunyai banyak mata pada tepi mantelnya. Banyak diantaranya yang mempunyai sepasang insang. Umumnya mempunyai kelamin yang terpisah, tetapi beberapa diantaranya ada yang hermaprodite dan dapat berubah kelamin. Ada yang hidup di laut atau air tawar. Anggotanya adalah yang kedua terbanyak setelah Gastropoda, yaitu kira-kira sepertiga dari anggota Mollusca.



Gambar 56. (A) Anatomi Bivalvia (University of California Museum of Paleontology, 2001); (B) Contoh anggota kelas Bivalvia (*Tridacna* sp.) (Dok. Pribadi, 2014); (C) Terminologi Cangkang Gastropoda (Herbert *et al.*, 2018)

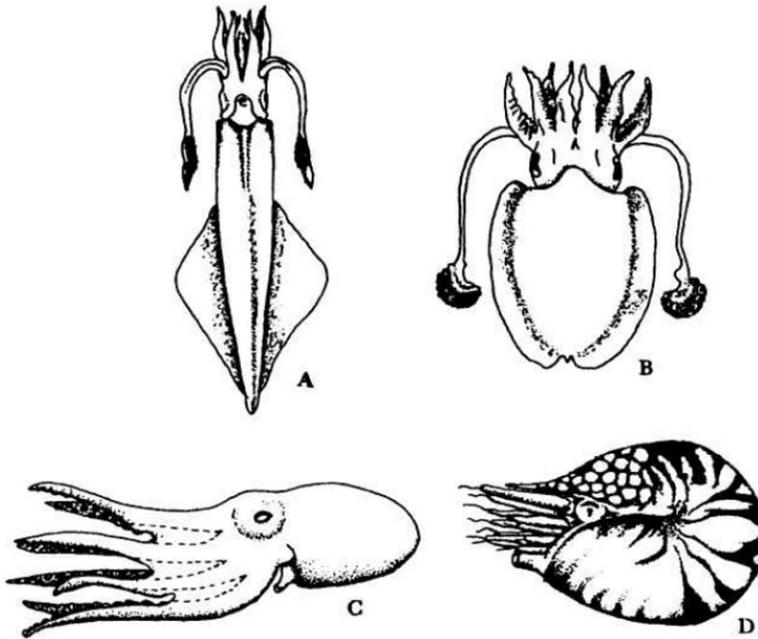
Kelas Bivalvia terdiri dari 4 (empat) subkelas yaitu Subkelas Protobranchia, Subkelas Pteriomorpha, Subkelas Heterodonta, dan Subkelas Anomalodesmata. Kelompok Subkelas Protobranchia terdiri dari *nut clams* dengan engsel gigi taxodont, serta *awning clams* dengan pertumbuhan periostracum yang cepat. Sebagian besar adalah *deposit feeders*, tetapi *awning clams* makan melalui *sulphide-oxidising* bakteri dalam insang mereka. Subkelas Pteriomorpha terdiri dari *ark shells*, *almond arks*, *dog cockles*, *wing oysters*, *mussels*, *pen shells*, *fileshells oysters*, *thorny oysters* dan *scallops*. Kelompok hewan ini menetap dan menempel pada substratum dengan benang *byssus* atau disemen di tempat. Hampir semua anggota dari subkelas Pteriomorpha ini adalah *suspension feeders*.

Subkelas Heteronta memiliki engsel yang rumit, sering mengubur ke dalam sedimen dan *suspension-feeders*, tetapi *lucinids* makan melalui *sulphide-oxidising* bakteri yang ada dalam insangnya. Sementara anggota Subkelas Anomalodesmata terdiri dari beberapa jenis yang paling terspesialisasi dari semua kerang, beberapa diantaranya adalah karnivora, banyak berasosiasi dengan sedimen lunak di perairan dalam. Contohnya adalah kerang Pandora, Cuspidariids dan *watering pot shells*.

d. Kelas Cephalopoda

Cephalopoda berasal dari bahasa Yunani yaitu *cephalus* (kepala) dan *poda* (kaki) artinya hewan yang berkaki di kepala. Anggotanya antara lain cumi-cumi (*Loligo* sp.), sotong (*Sepia* sp.), gurita (*Octopus* sp.), Argonauta dan Nautilus. Hanya Nautilus yang mempunyai cangkang luar. Ciri khas hewan Cephalopoda adalah mempunyai tentakel yang dilengkapi dengan alat pengisap. Alat ini terdapat pada kepala yang berguna untuk menangkap mangsa. Misalnya, pada cumi-cumi dan sotong mempunyai 8 (delapan) tentakel pendek dan 2 (dua) tentakel yang panjang. Nautilus mempunyai sekitar 60-90 tentakel. Gurita mempunyai 8 tentakel. Ciri lainnya adalah mempunyai mata dan radula, alat kelaminnya terpisah. Hidup berenang di lautan.

Gurita (*Octopus spp.*) termasuk kelas Cephalopoda (kepala berkaki) suku Octopodidae marga *Octopus* merupakan marga yang paling terkenal di antara marga-marga dari kelas Cephalopoda. Kerabat gurita (*Octopus spp.*) yang masih satu kelas dengannya yaitu, sotong (*Sepia sp.*), cumi-cumi (*Loligo sp.*) dan Nautilus (*Nautilus pompilius*). Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 57.

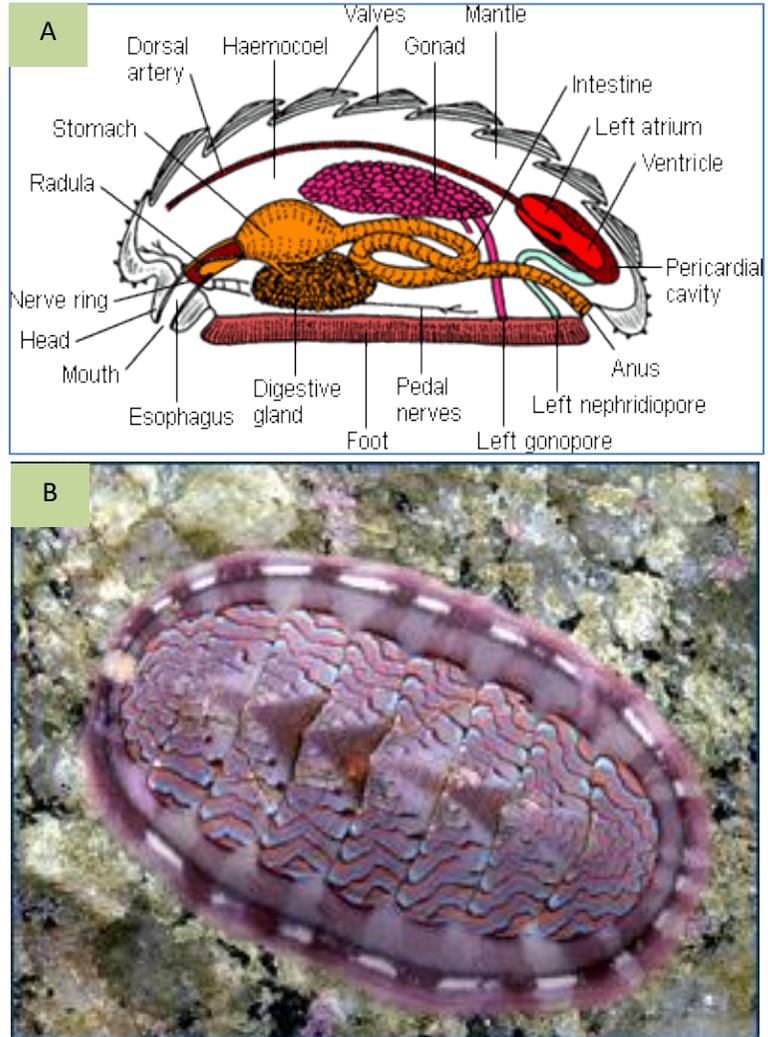


Gambar 57. Jenis-jenis dari Cephalopoda: A. Cumi-cumi (*Loligo sp.*); B. Sotong (*Sepia sp.*); C. Gurita (*Octopus sp.*) dan D. Nautilus (*Nautilus pompilius*) (Sumber: ROPER *et al.*, 1984 dalam Budiyanto & Sugiarto, 1997).

Sepia dan *Loligo* tidak satu ordo dengan gurita dan *Nautilus*. Ordo Octopoda umumnya memiliki 8 (delapan) tangan yang berbentuk simetris tanpa filamen atau tentakel. Bentuk tubuh dari gurita umumnya agak bulat atau bulat pendek, tidak mempunyai sirip dan terdapat tonjolan-tonjolan seperti kutil. Cangkang pada gurita terdapat di dalam tubuh dan merupakan tempat perlekatan otot-ototnya (Budiyanto dan Sugiarto, 1997).

e. **Kelas Polyplacopora**

Bentuk tubuh seperti elips dengan kaki yang pipih. Dikenal dengan Chiton. Memiliki kepingan cangkang yang tersusun *overlap* seperti susunan genting. Mempunyai banyak insang dan mempunyai radula. Hidup di laut dengan menempel pada benda-benda keras.

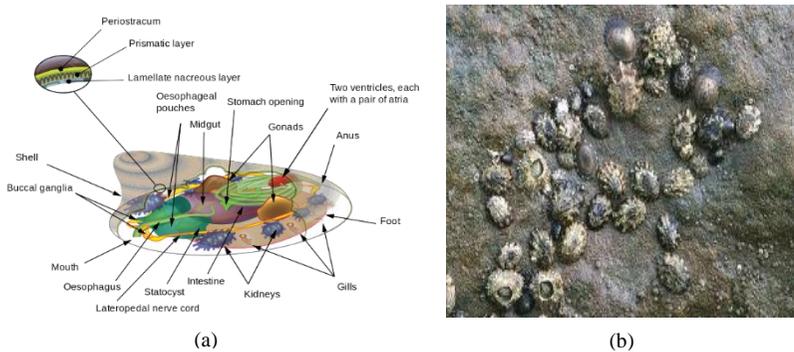


Gambar 58. A. Anatomi Polyplacopora; B. Contoh Polyplacopora/Chiton (*Tonicella lokii*) (University of California Museum of Paleontology, 1999)

Anggota hewan ini memiliki delapan katup (pelat) yang menutupi permukaan punggungnya, dikelilingi oleh korset tipis dengan spikula sehalus beludru, katup sangat melengkung, permukaan katup memiliki banyak manik-manik yang sangat memanjang (hanya terlihat di bawah mikroskop), area lateral katup dua sampai tujuh dengan garis pertumbuhan yang konsentris. Katup berwarna keputihan, biasanya tingkat warna berbeda-beda dengan warna hitam (terkadang sangat dominan), korset berwarna putih kekuningan hingga apricot pucat (Herbert *et al.*, 2018).

f. Kelas Monoplacophora

Hewan bercangkang terkecil yang ditemukan pada tahun 50-an pada kedalaman 3500 m di Pantai Pasifik Meksiko. Hanya dikenal beberapa spesies saja, seperti limpet. Ciri-cirinya adalah ukuran 3mm-3cm, merupakan deposit feeder, memiliki saluran pencernaan yang lengkap, mempunyai 5 atau 6 pasang insang dan mempunyai radula. Hidup di laut yang sangat dalam dan jarang.



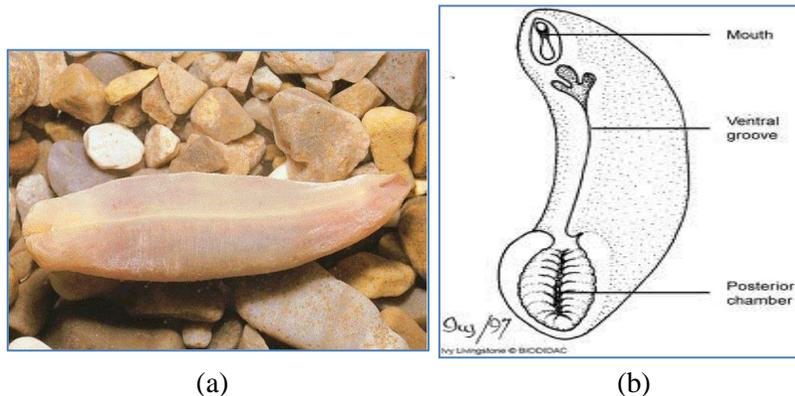
Gambar 59. (a) Anatomi Monoplacophora (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Monoplacophora.svg>); (b) Contoh anggota kelas Monoplacophora (Limpet) (Harvey, 2003)

Monoplacophora memiliki cangkang dorsal subconical dengan puncak anterior melengkung, kaki dan mulut ventral. Meskipun sangat mirip dengan gastropoda patellacea, hewan Monoplacophora tidak memiliki kepala atau mata, dia menempel pada cangkang dengan serangkaian otot dorsoventral berpasangan yang khas, dan memiliki insang yang tumbuh secara iterative di rongga pallial

ventral di kedua sisi kakinya. Monoplacophora tanpa kaki seperti limpet terdiri dari 25 spesies yang hidup semuanya menghuni laut dalam (Sigwart & Sumner-Rooney, 2016).

g. Kelas Aplacophora

Bentuk tubuhnya seperti binatang cacing. Tidak mempunyai cangkang dan hidup di laut. Ditemukan sekitar 300 jenis di laut dunia. Ukuran Aplacophora berkisar 1 mm – 30 cm. Seperti Filum Mollusca lainnya, bagian epidermis Aplacophora mengeluarkan spikula berkapur yang ada dalam mantel dorsalnya. Spikula ini pula yang menyebabkan Aplacophora terlihat berkilau. Semua anggota kelas Aplacophora memiliki rongga mantel sederhana. Contoh jenis ini adalah *Neomenia carinata*.



Gambar 60. (a) Contoh kelas Aplacopora (*Neomenia carinata*) (www.cefax.org); (b) Anatomi Aplacophora (sumbangwawasan.blogspot.com, 2013)

Aplacophora dicirikan oleh kaki yang sempit atau tereduksi seluruhnya, organ sensorik terminal dorsal posteriornya unik, dan rongga mantel kecil terbatas pada bagian tubuh paling posterior. Aplacophora umumnya dianggap sebagai moluska bercabang pertama dan oleh karena itu menjadi pusat pertanyaan tentang asal dan evolusi awal dari filum (Kocot *et al.*, 2019).

II. Reproduksi

Semua anggota Kelas Scaphopoda, Cephalopoda dan hampir semua Bivalvia serta sebagian anggota Kelas Gastropoda mempunyai kelamin terpisah. Sementara yang lainnya adalah hermaprodite. Herbert *et al.* (2018), reproduksi pada Moluska bervariasi antar kelas dengan pembuahan eksternal dan internal. Pada spesies laut, kelaminnya biasanya terpisah tetapi beberapa jenis seperti Nudibrach adalah hermaprodit. Semua Moluska menghasilkan telur.

Siput-siput gastropoda yang lebih tinggi tingkatannya melangsungkan perkawinan. Sel telur setelah dibuahi oleh sperma akan menjadi zygote dan selanjutnya menjadi telur. Telur ini dikeluarkan satu persatu dari saluran telur siput betina. Bentuk dan cara meletakkan telurnya bermacam-macam. Siput-siput yang hidup di laut serta beberapa kerang, mengamankan telur-telurnya dengan meletakkannya di dalam selaput agar-agar. Bentuk selaput pelindung ini bermacam-macam. Banyak diantaranya yang berbentuk seperti kapsul dan setiap kapsul bisa berisi satu sampai ratusan telur di dalamnya.

Kapsul-kapsul *Cypraea* oleh induknya diletakkan berderet dalam satu kelompok di bawah koral. Tergantung dari jenisnya, ada yang mengeluarkan puluhan sampai dengan 1000 kapsul, sedangkan tiap-tiap kapsul berisi 200-500 telur. Kelompok telur-telur ini diduduki oleh induknya yang berfungsi untuk menjaga atau melindungi, tetapi bukan dierami.

Kapsul *Conus* berbentuk seperti botol agar-agar dan juga diletakkan di bawah batu karang. Jumlah telur-telurnya lebih sedikit dari *Cypraea*, ada yang puluhan sampai dengan lebih dari 10.000 butir. Ada induk yang menjaga telur-telurnya tetapi ada pula yang meninggalkannya.

Umumnya kerang jantan dan betina dari Kelas Bivalvia mengeluarkan sperma dan sel telurnya di dalam air dalam jumlah yang banyak sekali. Siput-siput Scaphopoda mempunyai cara reproduksi mirip dengan Bivalvia di mana sperma dan telur dikelurakan di dalam air.

Spesies *Argonauta* sp. dari Kelas Cephalopoda betinanya membuat cangkang yang tipis untuk meletakkan telur-telurnya. Betinanya berenang berikut dengan cangkangnya dan tentakelnya digunakan sebagai dayungnya. Induknya akan segera mati setelah telur-telurnya menetas.

Waktu yang diperlukan untuk menetas telur-telurnya bervariasi, tergantung dari pada jenisnya. Ada jenis siput yang beberapa hari saja telurnya sudah menetas tetapi ada pula yang sampai 3 bulan. Pada umumnya Mollusca yang hidup di air mengalami metamorphosis dari beberapa kali stadium larvanya.

Setelah telurnya menetas, menjadi larva yang dinamakan **trochophore**, larva ini kemudian berubah menjadi **veliger** yaitu larva yang telah dapat berenang dan mencari makan sendiri. Pada kerang air tawar, larvanya dinamakan **glochidium** yang menempel sebagai parasit pada sirip dan insang ikan.

Peristiwa binatang yang bertelur dinamakan **Oviparous**. Beberapa jenis siput lainnya, selain bertelur ada juga yang anaknya menetas dalam kandungan induknya dan dinamakan **Ovoviviparous**, misalnya pada *Bellamyia javanica* dari siput air tawar, *Cyclotus corniculum* dari siput darat dan *Siphonalia varicosus* dari siput laut.

III. Pertumbuhan

Semua binatang Mollusca kecuali Gastropoda mempunyai badan yang simetri dengan mantelnya terletak pada bagian belakang atau pinggirnya. Gastropoda mempunyai badan yang tidak simetri dengan mantelnya terletak di bagian depan, cangkang dengan isi perutnya tergulung spiral ke arah belakang. Letak mantel yang berada di bagian depan inilah yang mengakibatkan gerakan torsi atau perputaran pada pertumbuhan siput Gastropoda. Proses torsi ini dimulai sejak dari perkembangan larvanya. Pada umumnya gerakannya berputar dengan arah berlawanan jarum jam dengan sudut 180° sampai kepala dan kaki kembali lagi ke posisi semula.



Gambar 61. Perkembangan Gastropoda (genus *Cypraeovula*) (Sumber: Herbert *et al.*, 2018).

Pertumbuhan dari siput dan kerang terjadi jauh lebih cepat diwaktu umurnya masih muda dibandingkan dengan siput yang sudah dewasa. Ada siput dan kerang yang tumbuh terus sepanjang hidupnya, tetapi ada pula yang pertumbuhannya terhenti setelah dewasa. Karena proses pertumbuhan siput muda cepat, maka jenis yang muda jauh lebih sedikit ditemukan dibandingkan dengan yang dewasa.

Umur siput dan kerang bervariasi, ada beberapa jenis siput darat yang dapat berkembang biak secara singkat dan dapat juga mengeluarkan telur-telurnya 2 (dua) minggu setelah menetas, tetapi ada juga yang berumur sangat panjang sampai puluhan tahun.

IV. Cangkang

1. Pembentukan Cangkang

Terbentuknya cangkang tergantung dari faktor keturunan, struktur cangkangnya dapat dibuat tonjolan-tonjolan ataupun duri-duri. Mantel inilah yang merupakan arsitek dalam pembentukan struktur serta corak warna dari pada cangkang. Lapisan struktur cangkang ini dinamakan lapisan **prismatik**. Sel-sel lainnya dari mantel mengolah rangkaian materi organik dari protein yang disebut **conchiolin** dan bila direkatkan dengan kristal kalsium di sebelah dalam cangkang, lapisan sebelah dalam ini menjadi mengkilap seperti perak dan dinamakan lapisan **nacreous** atau lapisan mutiara.

Celah-celah kecil dalam mantel dari beberapa jenis siput menghasilkan benda lainnya yang diletakkan di bagian luar cangkang yang disebut **peristracum**. Periostracum ini merupakan

kulit luar yang berfungsi melindungi cangkang terhadap kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh senyawaan asam karbonat.

Siput-siput yang permukaan luar cangkangnya mengkilap seperti *Cypraea* dan *Oliva*. Hal ini dikarenakan mantelnya keluar ke atas permukaan cangkang yang menyelimutinya dari dua arah, yaitu dari sisi kiri dan sisi kanan. Pada kerang, mantel membangun cangkangnya dari sebelah dalam pada sepanjang garis kelilingnya. Stadium pertumbuhan pertumbuhan kerang dapat dilihat di sebelah luar cangkangnya, yaitu dengan terlihat adanya ring-ring atau lingkaran-lingkaran pertumbuhannya.

2. Struktur Cangkang

Sebagian besar struktur cangkang terbuat dari Kalsium karbonat, yaitu kira-kira 89 – 99% dan sebagian lainnya yaitu 1 – 2% terdiri dari Phosphate, bahan organik conchiolion dan air. Lapisan nacreous yang mengkilap mengandung jauh lebih banyak conchiolion dibandingkan dengan lapisan prismatic. Kandungan mutiara terdiri dari 91% Kalsium Karbonat, 6% Conchiolin dan 3% air.

Cangkang siput Gastropoda yang berputar spiral ke arah belakang dengan arah jarum jam, cangkangnya berbentuk *dextral* (berlekuk ke kanan). Sebaliknya bila cangkangnya berputar spiral searah dengan jarum jam, maka cangkangnya berbentuk *sinistral* (berlekuk ke kiri). Siput-siput gastropoda yang hidup di laut selalu berbentuk dextral dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk sinistral.



Gambar 62. Bentuk cangkang: A.Sinistral (Dok. Pribadi, 2023); B. Dextral (Foto sumbangan: Abdul Rahman, 2022).

Berbeda dengan siput, pada kerang laut ditemukan beberapa diantaranya yang sulit untuk dibedakan antara kepingan kiri dan kepingan kanan. Ini terjadi pada kerang yang hidupnya menempel pada benda-benda keras, misalnya karang. Pertumbuhan kerang ini mengikuti bentuk dari pada permukaan karang tersebut, sehingga bentuknya menjadi tidak sewajarnya, misalnya dapat dilihat pada genus *Spondylus*, *Chama* dan *Ostrea*.

V. Makanan

Siput menyesuaikan dengan kebutuhan giginya yang disebut **radula** dalam memilih makanannya. Radula atau serak lidah bertindak sebagai organ makan utama, dan digunakan oleh spesies herbivora maupun karnivora untuk menelan makanan (Herbert *et al.*, 2018). Jenis radula pemakan tumbuh-tumbuhan berbeda dengan radula pemakan daging. Jenis radula yang berderajat rendah yang merupakan pemakan tumbuh-tumbuhan mempunyai ratusan gigi pada tiap-tiap barisnya yang disebut radula **Rhipidoglossate**. Sementara yang lebih tinggi tingkatannya mempunyai tujuh gigi pada tiap barisnya disebut radula **Taenioglossate**. Pemakan daging mempunyai gigi yang kuat pada setiap barisnya dan disebut radula **Rachiglossate**. Selain itu masih banyak lagi macam-macam jenis radula lainnya.

Bivalvia merupakan binatang pemakan tumbuh-tumbuhan, tetapi ia tidak mempunyai radula. Makanannya berupa partikel-partikel organis bersama-sama dengan air dihisap oleh siphon dan disaring melalui insang. Di dalam makanan selain CaCO_3 , juga terdapat pigment yang merupakan zat pembuat warna pada cangkang. Jadi makanan dapat mempengaruhi warna serta corak cangkang.

BAB VII. FILUM ARTHROPODA

I. Gambaran Umum

Arthropoda merupakan filum terbesar dari kingdom animalia yang anggotanya sekitar 80% dari jumlah hewan yang ada di muka bumi. Nama “*arthropoda*” berasal dari dua kata Yunani, *arthros*, yang artinya “bersendi,” dan *Podes*, yang artinya “kaki”. Semua arthropoda memiliki pelengkap berupa sendi. Tubuh memiliki segmen, kulitnya keras terbuat dari zat kitin yang berfungsi sebagai eksoskelet. Kulit mereka akan mengalami pengelupasan (*eksdisis*) dalam selang waktu tertentu. Mereka bernafas dengan insang atau trakea.

Secara umum Filum Arthropoda memiliki ciri utama yaitu tubuh memiliki anggota yang beruas-ruas. Ciri lainnya yaitu tubuh bilateral simetri, tubuh dibungkus oleh zat chitine yang merupakan eksoskeleton (rangka luar), biasanya pada ruas-ruas terdapat bagian-bagian yang tidak berchitine, sehingga ruas-ruas tersebut mudah digerakkan, sistem saraf berupa sistem tangga tali, rongga (*coelom*) pada hewan dewasa kecil merupakan satu rongga berisi darah yang disebut *haemocoel*.

Contoh umum dari Arthropoda pada umumnya mempunyai peran penting bagi ekosistem perairan, baik secara langsung maupun tidak langsung adalah udang. Di ekosistem perairan laut, udang berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan berfungsi sebagai salah satu rantai makanan yang sangat penting, yakni merupakan mangsa dari hewan akuatik yang lebih besar seperti ikan. Apabila udang tidak terdapat di perairan, maka perairan tersebut akan mengalami pembusukan yang dapat meningkatkan zat amoniak dan bersifat racun yang secara langsung dapat mempengaruhi populasi dan keanekaragaman kehidupan hewan perairan lainnya.

Udang laut merupakan tipe yang tidak mampu atau mempunyai kemampuan terbatas dalam mentolerir perubahan salinitas. Kelompok ini biasanya hidup terbatas pada daerah terjauh dari estuaria yang umumnya mempunyai salinitas 30 ppt atau lebih. Kelompok yang mempunyai kemampuan untuk mentolerir variasi penurunan salinitas sampai di bawah 30 ppt hidup di daerah terrestrial dan menembus hulu estuaria dengan

tingkat kejauhan bervariasi sesuai dengan kemampuan spesies untuk mentolerir penurunan tingkat salinitas. Kelompok terakhir adalah udang air tawar. Udang dari kelompok ini biasanya tidak dapat mentolerir salinitas di atas 5 ppt (Jumariah, dkk. 2015).

Filum Arthropoda ternyata merupakan hewan yang menduduki urutan pertama diantara jenis-jenis hewan lainnya. Banyaknya jenis hewan yang merupakan anggota dari filum ini, maka dalam buku ini hanya dibatasi pada Crustacea yang notabene anggotanya hidup di air. Beberapa anggota kelas dari Arthropoda terdiri antara lain Crustacea (contoh udang), Onychopora (contoh prepatas), Chilopoda (contoh kelabang), Diplopoda (contoh kelemayar), Insecta/Hexapoda (contoh belalang), Arachnoidea (contoh laba-laba), Pauropoda (contoh Pauropus, Symhylla (contoh Scutigera)).

II. Crustacea

Crustacea merupakan salah satu hewan benthos di samping moluska yang memakan bahan tersuspensi (*filter feeder*) dan umumnya sangat dominan pada substrat berpasir serta berlumpur. Jenis yang ditemukan merupakan jenis udang dan kepiting yang biasa hidup di daerah pasang surut dan termasuk ke dalam kategori pemakan serasah mangrove dan daun mangrove segar (Rahayu dkk. 2017). Beberapa hewan anggota Crustacea yang sudah dikenal umum adalah rajungan, kepiting, kelomang, teritip, dan udang (Irawan & Yandri, 2015).

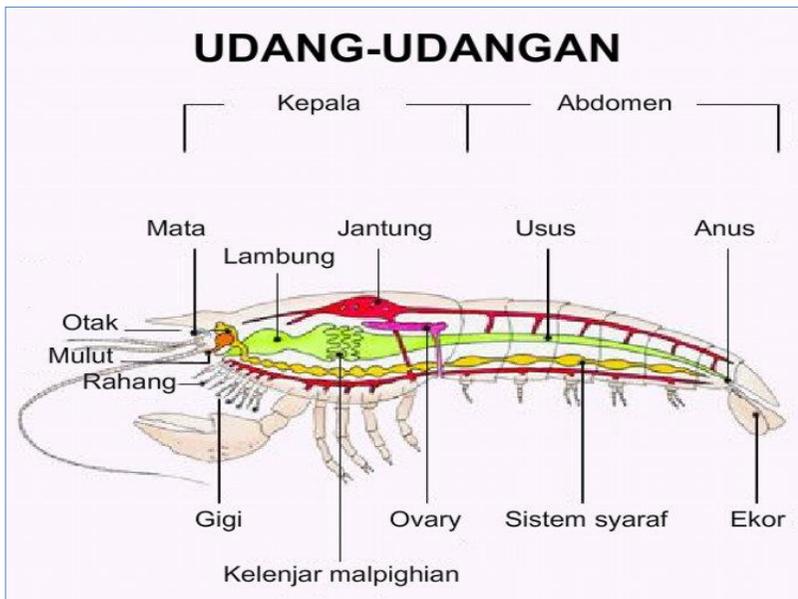
Crustacea adalah kelompok besar organisme di wilayah perairan, yang terdiri dari sekitar 35.000 spesies kepiting, udang, lobster, udang karang, teritip, kutu air, pillbugs, dan kelompok-kelompok terkait. Crustacea memiliki dua pasang antena, tiga jenis pelengkap untuk mengunyah, dan berbagai jumlah pasang kaki. Crustacea berbeda dari serangga tapi menyerupai lipan dan kaki seribu dalam hal bahwa crustacea memiliki pelengkap pada perutnya serta pada dadanya. Crustacea adalah arthropoda yang hanya dengan dua pasang antena. Banyak crustacea memiliki mata majemuk. Selain itu, juga memiliki rambut taktil halus yang diproyeksikan dari kutikula seluruh tubuh (Lumowa, 2017).

Crustacea memiliki eksoskeleton keras, terdiri dari kitin yang berlendir. Tubuh Crustacea yang terdiri atas dua bagian yaitu kepala dada

yang menyatu (**cephalotorax**) dan perut atau badan belakang (**abdomen**). Bagian **cephalotorax** dilindungi oleh kulit keras dan terdiri atas 13 ruas yang menjadi satu yang disebut **Carapas**. Disebelah dorsal dari carapace terdapat suatu lekukan yang melintang yang membagi **cephalothorax** menjadi 2 (dua) bagian yaitu bagian depan disebut **Cephal** dan bagian belakang disebut **Thorax**. Bagian carapace yang mencuat disebut **prostomium** atau **rostrum**. Di bawahnya terdapat sepasang mata majemuk bertangkai, sedang mulut terletak di sebelah ventral dekat akhir posterior dari bagian kepala.

Terdapat 5 (lima) pasang kaki yang terdiri dari 1 (satu) pasang kaki capit (celiped) dan 4 (empat) pasang kaki jalan. Bagian carapace yang mencuat disebut **prostomium** atau **rostrum**. Di **cephalothorax** terdapat sepasang antena, rahang atas, dan rahang bawah. Sementara pada bagian abdomen terdapat 5 (lima) pasang kaki renang dan di bagian ujungnya terdapat ekor.

Crustacea besar berakaki sepuluh, terutama crustacea laut seperti udang, lobster, dan kepiting, bersama dengan kerabat air tawar mereka, udang karang, secara kolektif disebut crustasea berkaki sepuluh. Crustacea berkaki sepuluh jangka berarti “sepuluh kaki”. Pada hewan tersebut, exoskeleton biasanya diperkuat dengan kalsium karbonat. Sebagian besar segmen tubuhnya menyatu menjadi cephalothorax ditutupi oleh perisai punggung, atau karapas, yang muncul dari kepala. Penjepit di banyak crustasea berkaki sepuluh digunakan dalam memperoleh makanan, misalnya, dengan menghancurkan kerang atau moluska (Lumowa, 2017). Pada udang betina, kaki di bagian abdomen juga berfungsi untuk menyimpan telurnya. Di carapace terdapat sepasang mata majemuk bertangkai, sedang mulut terletak di sebelah ventral dekat akhir posterior dari bagian kepala (Gambar 63).

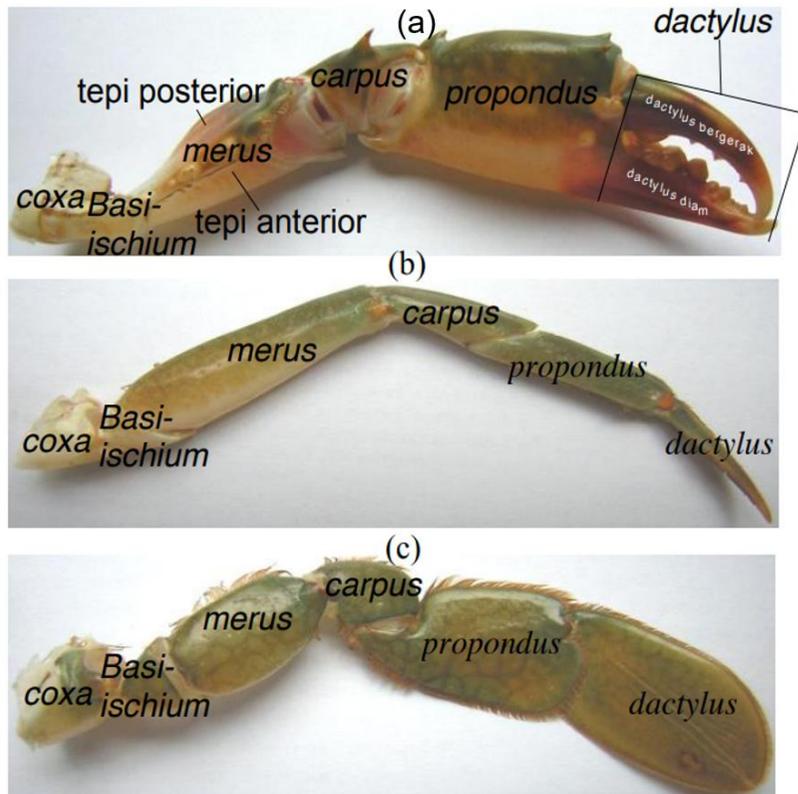


Gambar 63. Struktur Anatomi Udang (sarwoedi.wordpress.com)

Anggota tubuh pada udang dimulai dari muka diawali dengan **antenna dan antenulae** (Gambar 63). Mulut mempunyai sepasang mandibula dan di belakangnya terdapat maxilla di mana tiap-tiap thorax mengandung maxilliped pada 1,2,3. Pada ruas selanjutnya terdapat penjepit atau sering disebut **cheliped**. Tidak semua udang mempunyai cheliped. Kemudian terdapat 4 pasang kaki renang atau **swimmerets**. Anggota udang dewasa dapat dibagi atas 3 (tiga) golongan yang pada mulanya semua anggota mempunyai satu macam tipe tetapi karena berhubungan dengan fungsinya, maka terjadi modifikasi bentuk tersebut menjadi 3 (tiga) yaitu: 1). Golongan **foliaceus**, misalnya maxilla II; 2). Golongan **biramous**, misalnya *swimmerets* (kaki renang); 3). Golongan **urinamous**, misalnya kaki jalan.

Anggota tubuh Decapoda terdiri atas ruas-ruas. Kepiting bakau memiliki lima pasang kaki, yang terletak pada bagian kiri dan kanan tubuh, yaitu: sepasang *cheliped*, tiga pasang kaki jalan (*walking leg*) dan sepasang kaki renang (*swimming leg*). Tiap kaki kepiting bakau terdiri atas enam ruas, yaitu *coxa*, *basi-ischium*, *merus*, *carpus*, *propodus* dan *dactylus*.

Bentuk dan bagian-bagian kaki dari kepiting bakau dapat dilihat pada Gambar 64.



Gambar 64. Bentuk dan bagian-bagian kaki kepiting bakau (*Scylla paramamosain*) (a) cheliped; (b) Kaki jalan; (c) kaki renang (Siahainenia, 2009).

Gambar 64(a) menunjukkan pasangan kaki pertama yang disebut *cheliped*. *Coxa* merupakan ruas *cheliped* yang paling dekat dengan tubuh, sehingga merupakan tempat menempelnya *cheliped* pada tubuh. *Basi-ischium* merupakan ruas penghubung antara *coxa* dan *merus*. *Cheliped* dilengkapi dengan tiga buah duri kokoh yaitu satu pada tepi anterior dan dua lainnya pada tepi posterior. Pada *propondus cheliped*, terdapat tiga buah duri, satu berada tepat pada persambungan antara *carpus* dan *propondus*, sedangkan dua lainnya berada pada bagian persambungan antara *propondus* dan *dactylus*. *Cheliped* sangat berperan dalam aktivitas makan

di mana *cheliped* berfungsi sebagai alat bantu makan. Selain itu *cheliped* berfungsi juga sebagai alat untuk pertahanan diri (bertarung). Ketika sudah dewasa kelamin, biasanya *Cheliped* pada jantan lebih besar daripada *cheliped* betina.

Tiga pasang kaki berikutnya, disebut kaki jalan yang memiliki fungsi selain untuk berjalan saat mereka berada di darat, juga dapat fungsi dalam proses reproduksi, terutama pada kepiting bakau jantan. Pasangan kaki terakhir pada kepiting bakau yang disebut kaki renang yang memiliki bentuk agak membulat dan lebar. Pada 2 (dua) ruas terakhir berupa kaki renang (*dactylus* dan *propodus*) memiliki bentuk yang pipih. Pasangan kaki renang tersebut digunakan sebagai alat bantu saat berenang (semacam dayung).

Di dalam tubuh udang terdapat system alat yang khas terdapat pada hewan tingkat tinggi yaitu rongga **coelom** sebagian besar berisi alat-alat reproduksi. Selain itu terdapat alat-alat lain yang susunannya metameris (terdiri atas buku-buku yang misalnya system saraf, ekskresi dan lain-lain) yang terdiri dari 2 (dua) macam yaitu **Homonomous** (segmennya sama, misalnya cacing) dan **Heteronomous** (segmennya tidak sama misalnya udang). Segmen yang tidak sama pada udang ini dapat dilihat pada bagian abdomennya.

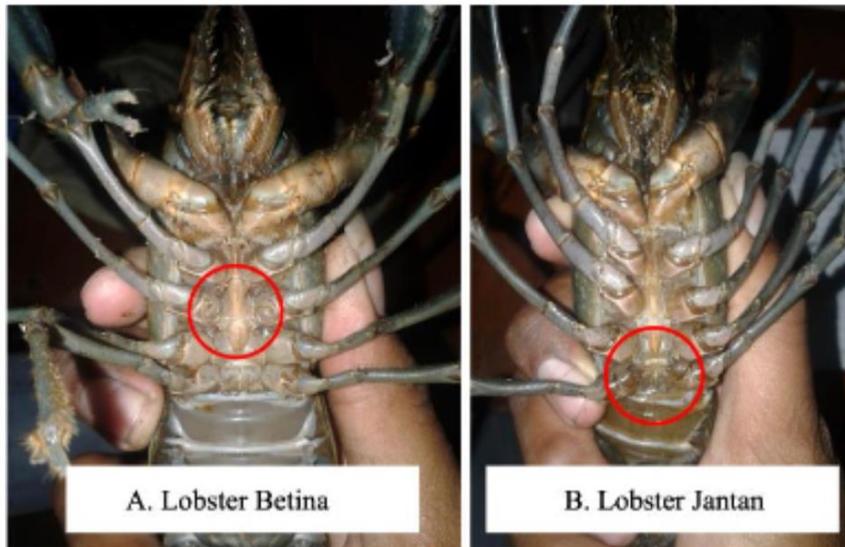
Alat pencernaan makanan terdiri atas mulut, oesophagus, lambung yang terdiri dari *cardiac* dan *pylorus*, usus dan anus. Di dalam labung terdapat alat chitine yang berguna untuk menggilas makanan.

Darah mempunyai cairan yang tidak berwarna dan mengandung sel amoeboid dan corpuscular. Fungsi utama darah adalah sebagai alat pengangkut yaitu mengangkut zat – zat makanan dari alat pencernaan ke seluruh jaringan tubuh, mengangkut O₂ dari insang keseluruhan bagian tubuh, mengangkut CO₂ dari bagian jaringan. Mengangkut sisa pembakaran lainnya dari berbagai jaringan keinsang dan lain – lain. Jika ada saluran yang pecah maka darah keluar tetapi segera berhubungan dengan udara dan menggumpal, hal ini disebut **Coagulate**. Saluran terdiri atas jantung sebagai saluran pokok serta sejumlah rongga yang disebut **sinus**.

Alat ekskresi terdiri sepasang badan yang disebut **greengland** (kelenjar hijau) yang terletak pada bagian ventral dari cephalothoraks. System saraf seperti cacing, sentralnya terdiri atas ganglion yang disebut

otak dan 2 circum penghubung oesophagus. Alat indera, mata udang adalah mata majemuk yang bertangkai terletak pada bagian rostrum. Statocyst (alat keseimbangan) udang terletak didasar ruas pada masing – masing antenullae.

Secara normal udang adalah diocious, hanya dalam keadaan luar biasa mereka adalah hermaphrodite. Kebanyakan crustasea memiliki jenis kelamin secara terpisah. Berbagai macam kopulasi khusus terjadi antara crustasea, dan beberapa anggota membawa telur mereka dengan mereka, baik secara tunggal atau telur kantong, hingga menetas (Lumowa, 2017). Perbedaan alat kelamin induk jantan dan induk betina dapat dilihat dari sisi bawah (ventral) udang tersebut. Alat kelamin betina disebut *thelicum*, terletak di antara dasar sepasang kaki jalan atau periopoda yang berfungsi untuk menyimpan sperma. Sedangkan alat kelamin jantan disebut *petasma*, terletak pada pangkal kaki renang pertama yang berfungsi untuk mentransfer sperma. Alat kelamin udang jantan dan betina pada lobster dapat dilihat pada Gambar 65.



Gambar 65. Letak alat kelamin lobster jantan dan betina (Sumber: Jamlean *et al.*, 2018)

Lobster dan udang karang memiliki pelengkap disebut *swimmerets* yang berada pada garis sepanjang permukaan ventral perut yang digunakan untuk reproduksi dan berenang. Selain itu, alat pelengkap dikenal sebagai *uropods* membentuk semacam *Paddle* pada bagian akhir perut. Hewan ini juga kadang memiliki telson atau ekor tulang belakang. Hewan ini bergerak dengan menjentikkan perutnya dan mendorong dirinya sendiri melalui air dengan cepat dan tegas. Kepiting berbeda dari lobster dan udang karang dalam hal proporsi, karapas mereka jauh lebih besar dan lebih luas dengan perut terselip di bawahnya (Lumowa, 2017).

Tingkat kematangan telur diukur berdasarkan perkembangan ovari. Ovari berwarna hijau sampai hijau gelap dan makin matang ovari, maka makin gelap warnanya, akan tampak melebar dan berkembang ke arah kepala (*Carapace*). Populasi udang biasanya terjadi pada bulan September, Oktober, November pada tahun pertama. Mereka hidup bersama setelah umur mereka lebih dari satu tahun. Populasi kedua udang terjadi pada musim hujan kedua. Secara umum perbandingan karakteristik kelas Crustacea air tawar dapat dilihat pada Tabel 2.

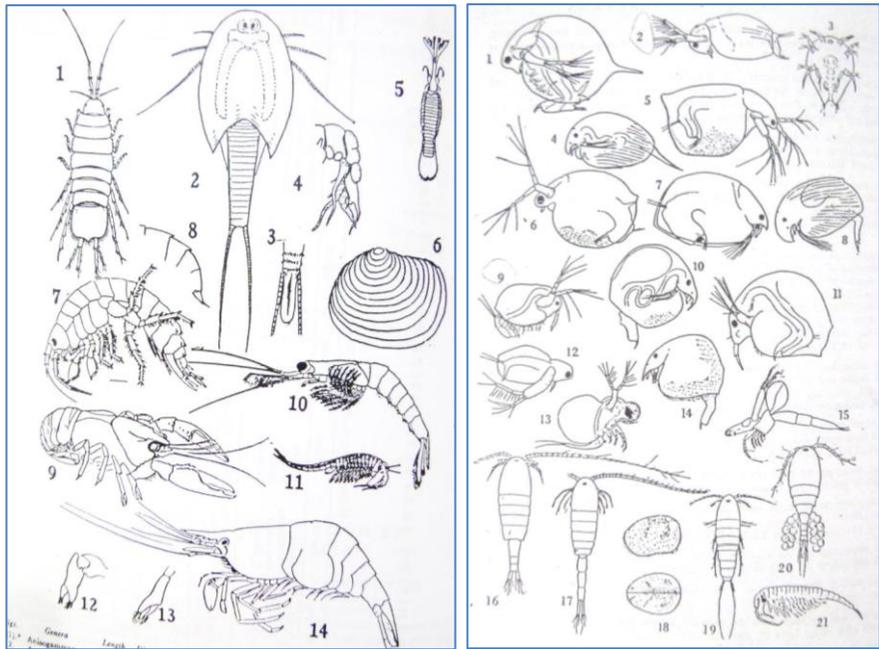
Tabel 2. Perbandingan karakteristik Crustacea air tawar

Subkelas: Malacostraca							
Nama	Referensi Gambar	Bentuk	Mata	Kaki (pasang)	Karapas	Insang	Panjang (mm)
Decapoda	48A: 9,14	Cylindric	Stalked	5	Menu-tupi kepala	Di bawah karapas	15-130
Amphipoda	48A: 7, 8	Compressed	Sessile	7	Tidak ada	Di bawah kepala	5-20
Isopoda	48A: 1	Depressed	Sessile	7	Tidak ada	Di bawah abdomen	5-20
Mysids	48A: 10	Cylindric	Stalked	6	Menu-tupi seluruhnya kecuali 3 bagian pada kepala	Di bawah karapas	15-30

Sub Kelas Branchiopoda, Ostracoda, Copepoda

Nama	Referensi Gambar	Bentuk	Mata	Kaki (pasang)	Karapas	Insang	Panjang (mm)
Branchiopoda	48A: 4,5,11	Cylindric	Stalked	19-23	Wanting	Bebas	25-50
Branchiopoda	48A: 2	Depressed	Sessile	21-42	Broad	Tergabung	30-50
Branchiopoda	48A: 6	Seperti kerang	Approximated	13-28	Bivalved	Bebas, antara katup	6-11
Cladocerans	48B: 1-15	Compressed	Sessile	5-6	Bivalved	Bebas	Microscopic
Copepoda	48B: 16,17,19,20	Cylindric	Single	5	Short	Tergabung	Microscopic
Ostracoda	48B: 18	Seperti kerang	Approximated	3	Bivalved	Tertutup	Microscopic

Sumber: (Needham & Needham, 1966)



(a)

(b)

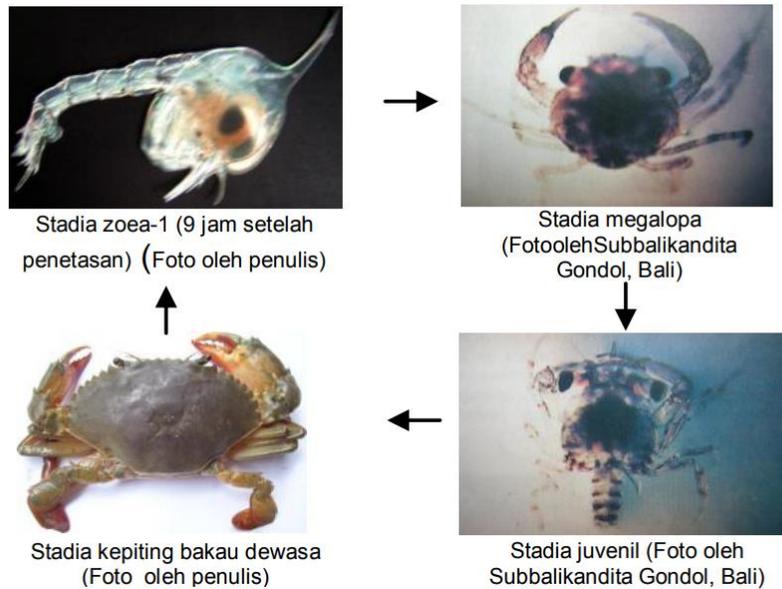
Gambar 66. Crustacea Air Tawar Sub Kelas (a) Malacostraca dan (b) Branchiopoda (Needham & Needham, 1966)

Crustacea air tawar jarang mencapai ukuran lebih besar dari 1 mm (Lumowa, 2017). Crustacea yang hidup di air tawar terdiri atas 4 (empat) subkelas yaitu Sub Kelas Malacostraca, Branchipoda, Ostracoda dan Copepoda. Hampir semua Sub Kelas Branchiopoda terdapat di perairan tawar, kecuali *Cladocera* yang ditemukan di air laut. Sub Kelas Copepoda ada yang hidup sebagai plankton dan ada yang hidup sebagai fauna interstisial. Wakil yang representative adalah *Cambarus viridis* yang hidup di air tawar, di danau atau dikolam. Pada tubuh *Cambarus* sebelah luar terdapat kutikula yang disusun oleh **pectin dan garam – garam mineral**. Bila udang direbus maka warnanya akan berubah karena sifat dari basa menjadi asam.

Tipe tanah/substrat secara tidak langsung menjadi salah satu faktor penentu kehidupan biota bentos terutama Filum Crustacea. Pada tipe substrat yang berlumpur pekat dan selalu tergenang air laut menyebabkan tanah kekurangan oksigen dan mudah menempel, sehingga dibutuhkan adaptasi yang tinggi dalam merespon situasi ini. Seperti yang terjadi pada jenis-jenis Crustacea yaitu dengan mengembangkan adaptasi morfologinya dengan *setae* (bulu halus) untuk mencegah terjadinya penyumbatan pada sistem respirasi (Irawan & Yandri, 2015).

Beberapa jenis merupakan hewan crustacea yang bernilai ekonomis, seperti jenis udang dan kepiting dari suku **Penaeidae** (udang niaga), **Portunidae** (rajungan dan kepiting bakau), **Syllaridae** (udang pasir dan udang kipas), **Palinuridae** (udang karang atau lobster) dan **Stomatopoda** (udang ronggeng atau udang mantis).

Secara umum determinasi struktur morfologis tubuh kepiting bakau yang menjadi faktor pembeda antar jenis kelamin. Siklus hidup kepiting bakau terdiri dari 4 (empat) tahap atau stadia perkembangan yaitu tahap larva (zoea), tahap megalopa, tahap kepiting muda (*juvenil*) dan tahap kepiting dewasa (Gambar 67).



Gambar 67. Siklus hidup kepiting bakau (*Scylla paramamosain*) (Sumber: Siahainenia, 2009)

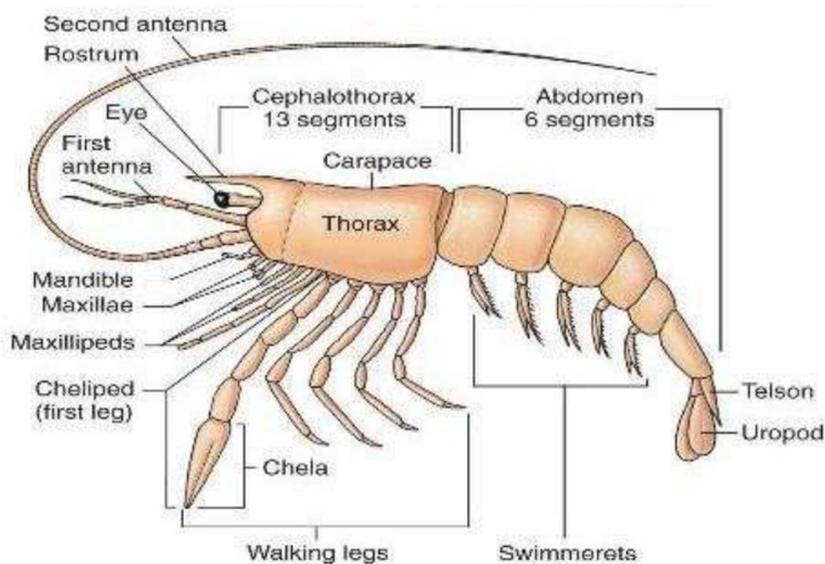
Pada stadia megalopa, tubuh kepiting bakau belum terbentuk secara sempurna. Meskipun telah terbentuk mata, capit (*chela*), 13 kaki yang lengkap, namun tutup abdomen (*abdomen flap*) masih menyerupai ekor yang panjang dan beruas (Kasry, 1986 dalam Siahainenia, 2009).

III. Klasifikasi Crustacea

Taksonomi umum dari malacostraca sekitar spesialisasi dan penataan pelengkap dan segmen tubuh. Secara klasifikasi Crustacea terdiri dari 6 (enam) kelas yaitu Kelas Cephalocarida, Kelas Branchiopoda (terdiri dari 8 ordo termasuk Cladocerans), Kelas Remipedia, Kelas Maxillopoda (terdiri dari subkelas Brachiura & subkelas Copepoda), Kelas Ostracoda, Kelas Malacostraca (terdiri dari 3 superordo yaitu Pancarida, Peracarida dan Decapoda) (Lumowa, 2017).

Berdasarkan ukuran tubuhnya, Crustacea dapat dibedakan menjadi 2 (dua) sub-kelas, yaitu Entomostraca yaitu udang-udangan kecil dan

Malacostrata yaitu udang-udangan besar. Umumnya Entomostraca berukuran kecil dan merupakan zooplankton, banyak ditemukan di perairan laut atau air tawar. Kelompok Entomostraca ini biasanya digunakan sebagai makanan ikan, contohnya adalah ordo Copepoda, Cladocera, Ostracoda, dan Amphipoda, sedangkan Malacostrata umumnya hidup di laut dan pantai, yang termasuk ke dalam Malacostrata adalah ordo Decapoda dan Isopoda. Malacostraca adalah Crustacea yang memiliki ukuran besar, memiliki ruas-ruas tubuh yang jelas (5 ruas kepala, 8 ruas dada dan 6 ruas perut). Malacostracans menunjukkan eksoskeleton yang keras sebagai hasil dari kalsifikasi khas pada crustacea. Tubuh dibagi menjadi tiga tagmata yaitu cephalon, dada, dan perut. Kepala dan dada yang menyatu ke **cephalothorax** dan agak sulit untuk dibedakan (Lumowa, 2017).



Gambar 68. Karakteristik dari Malacostraca (Sumber: McGraw-Hill, 2013 dalam Lumowa, 2017)

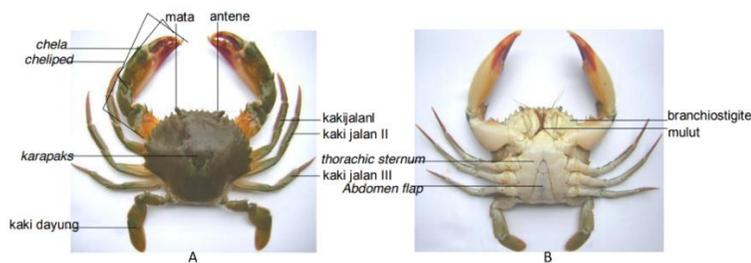
Sebagian besar dari kelas ini yaitu udang, kepiting, lobster dan kelomang. Malacostraca berperan dalam segi ekologi, ekonomi dan sebagai sumber bahan makanan terutama dagingnya untuk dikonsumsi

(Fitriani, dkk. 2022). Dalam kebanyakan malacostraca, pelengkap perut posteriormost, jika ada, diratakan dan membentuk sirip ekor dengan telson. Ordo sering dikategorikan oleh spesialisasi anggota badan tertentu dan segmen tubuh. Ada banyak keanekaragaman morfologi dalam kelas, yang paling familiar untuk semua taksa pada crustacea (Lumowa, 2017). Contoh dari spesiesnya adalah udang windu (*Panaeus*), udang galah (*Macrobrachium rosenbergi*), rajungan (*Neptunus pelagicus*), dan kepiting (*Portunus sexdentatus*).

Malacostraca memiliki peran penting dalam perekonomian. Kelompok dekapoda sebagian besar dikonsumsi oleh manusia, dan Beberapa industri besar telah mengembangkan usaha penangkapan, budidaya dan penjualan udang, lobster, dan kepiting. Beberapa taksa malacostraca adalah parasite, sementara yang lain adalah pengurai, herbivora, serta *filter-feeders*. Malacostraca memiliki peran penting dalam ekosistem perairan dalam hal konservasi.

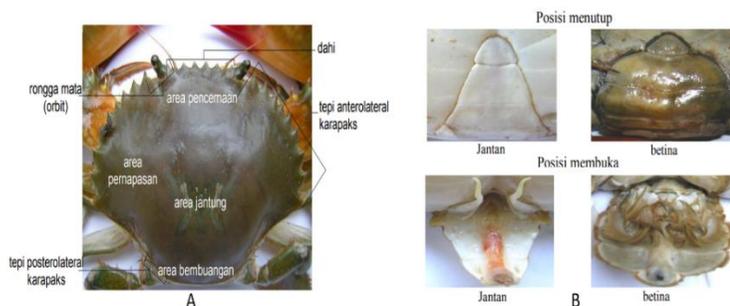
Kepiting Brachyura dari suku Sesarmidae, Grapsidae, Ocypodidae, Anomura dan Alpheidae adalah jenis-jenis yang umum ditemukan di daerah mangrove. Jenis *Parasesarma plicatum* (Sesarmidae), *Metopograpsus messor* (Grapsidae), *Alpheus euphrosyne* (Alpheidae), *Uca* spp. (Ocypodidae) dan *Clibanarius* sp. (Anomura) adalah jenis krustasea yang banyak ditemukan (Pratiwi & Widiyastuti, 2013). Kepiting berbeda dari lobster dan udang karang di mana proporsi karapas kepiting jauh lebih besar dan lebih luas dengan perut terselip di bawahnya.

Anggota badan berpangkal pada bagian *cephalus* (dada) tampak mencuat keluar di kiri dan kanan karapas, yaitu 5 (lima) pasang kaki. Pasangan kaki pertama disebut cheliped (*capit*) yang berperan sebagai alat memegang dan membawa makanan, menggali, membuka kulit kerang dan juga sebagai senjata dalam menghadapi musuh, pasangan kaki kelima berbentuk seperti kipas (pipih) berfungsi sebagai kaki renang yang berpola poligondan pasangan kaki selebihnya sebagai kaki jalan. Pada dada terdapat organ pencernaan, organ reproduksi (gonad pada betina dan testis pada jantan). Bagian tubuh (abdomen) melipat rapat di bawah (ventral) dari dada. Pada ujung abdomen itu bermuara saluran pencernaan (dubur) (Kementerian Perikanan dan Kelautan, 2016).



Gambar 69. Struktur morfologis tubuh kepiting bakau (*Scylla paramamosain*): (A) tampak dorsal; dan (B) tampak ventral (Siahainenina, 2009)

Bentuk karapak kepiting bakau agak bulat, memanjang, pipih, dan agak cembung. Ukuran panjang karapak kurang lebih dua per tiga ukuran lebar karapak. Karapak kepiting bakau secara umum terbagi atas empat area yaitu area pencernaan (*gastric region*), area jantung (*cardiac region*), area pernapasan (*branchial region*), dan area pembuangan (*hepatic region*). Pada bagian tepi anterolateral kiri dan kanan karapak, atau pada *branchial region*, terdapat sembilan buah duri dengan bentuk dan ketajaman yang bervariasi. Sedangkan pada bagian depan karapak, atau pada *gastric region*, tepat diantara kedua tangkai mata, terdapat enam buah duri kokoh di bagian atas, dan dua duri kokoh di bagian bawah kiri dan kanan. Sepasang duri pertama pada bagian anterolateral kiri dan kanan karapak, serta dua pasang duri pada bagian atas dan bawah karapak, berada dalam posisi mengelilingi rongga mata, dan berfungsi melindungi mata (Gambar 70A).



Gambar 70. Kepiting Bakau *Scylla paramamosain*. (A). Bagian-bagian permukaan karapaks; (B). Bentuk tutup abdomen saat menutup dan membuka (Siahainenia, 2009).

Bentuk abdomen kepiting bakau yang terletak pada bagian ventral tubuh merupakan pembeda antara jantan dan betina. Organ yang menyerupai lempengan (Gambar 70B) atau penutup abdomen (*abdominal flap*) merupakan pelindung pleopod (gonopod). Pleopod kepiting bakau jantan disebut *copulatory pleopod* karena berfungsi sebagai organ kopulasi, sedangkan pleopod pada kepiting bakau betina berfungsi sebagai tempat menempelnya massa telur yang telah terbuahi (zigote) selama proses inkubasi berlangsung, sehingga disebut juga organ pelengkap kelamin. Ukuran dan bentuk dari abdomen serta ruas-ruas pada tutup abdomen, merupakan salah satu faktor pembeda jenis kelamin kepiting bakau. Bentuk tutup abdomen juga merupakan faktor pembeda dalam identifikasi dewasa kelamin, dan tingkat kematangan gonad pada kepiting bakau betina (Siahainenia, 2009).

Kepiting bakau jenis *Scylla serrata* memiliki duri yang tinggi dengan warna kemerahan hingga oranye terutama pada capit dan kakinya. Pada duri bagian depan kepala umumnya lancip, dan memiliki duri tajam pada bagian corpus. Kepiting bakau jenis *Scylla transquebarica* memiliki warna karapas kehijauan sampai kehitaman dengan sedikit garis-garis berwarna kecoklatan pada kaki renangnya. Duri bagian depan kepala umumnya tumpul, dan memiliki duri tajam bagian bagian corpus. Kepiting bakau jenis *Scylla olivacea* memiliki warna karapas hijau keabuabuan, rambut atau setae melimpah pada bagian karapas, duri bagian kepala umumnya tumpul, dan memiliki duri tajam bagian bagian corpus. Kepiting bakau jenis *Scylla paramamosain* memiliki duri yang relatif agak tinggi/sedang, memiliki warna karapas coklat kehijauan, sumber pigmen polygonal terdapat pigmen putih pada bagian terakhir dari kaki-kaki (Mbihgo, S., 2019).

Decapoda dikenal untuk menampilkan hubungan yang rumit, seperti yang ditunjukkan oleh kepiting *fiddler* (Lumowa, 2017). Tingkah laku Kepiting-kepiting mangrove memperlihatkan aktivitasnya di dalam lubang galian dengan menjadikan lubang tersebut sebagai tempat tinggal

yang dapat memberikan perlindungan yang aman terhadap, temperatur, salinitas yang ekstrem, predator, dan serangan dari sesama kepiting (Pratiwi & Widyastuti, 2013).

Bagi sumber daya manusia sebagian Crustacea merupakan sumber makanan yang bergizi seperti udang, selain itu dapat juga dijadikan sebagai hiasan dinding dan sebagai campuran bahan industri seperti terasi. Bagi sumber daya perairan, Crustacea merupakan sumber makanan bagi hewan lain di perairan seperti cladofera, copepoda.

BAB VIII. FILUM PLATYHELMINTHES, NEMATODA DAN ANNELIDA

I. FILUM PLATYHELMINTHES

a. Deskripsi Singkat

Platyhelminthes berasal dari Bahasa Yunani *platy* yang berarti pipih dan *helminthes* yang berarti cacing. Umumnya tubuh cacing ini pipih dorso-ventral. Filum Platyhelminthes yaitu kelompok hewan yang pertama memperlihatkan pembentukan lapisan dasar ketiga yaitu mesodermis. Adanya mesodermis pada embrio inilah yang memungkinkan terbentuknya sebagian besar sistem organ pada kelompok hewan ini dan pada kelompok-kelompok hewan berikutnya.

Seiring dengan terbentuknya mesodermis dan sistem organ, maka terjadilah keadaan simetri bilateral dan adanya daerah anterior dan posterior. Tubuh bagian anterior adalah pertama kali menghadapi lingkungan pada waktu berjalan, mempunyai paling banyak alat indera dibandingkan dengan bagian posterior.

Filum Platyhelminthes merupakan filum yang paling primitif di antara semua filum bilateria. Anggota dari filum ini dengan secara jelas menggambarkan perubahan-perubahan dari nenek moyang Planuloid yang biradial menjadi bentuk bilateral yang lebih kompleks.

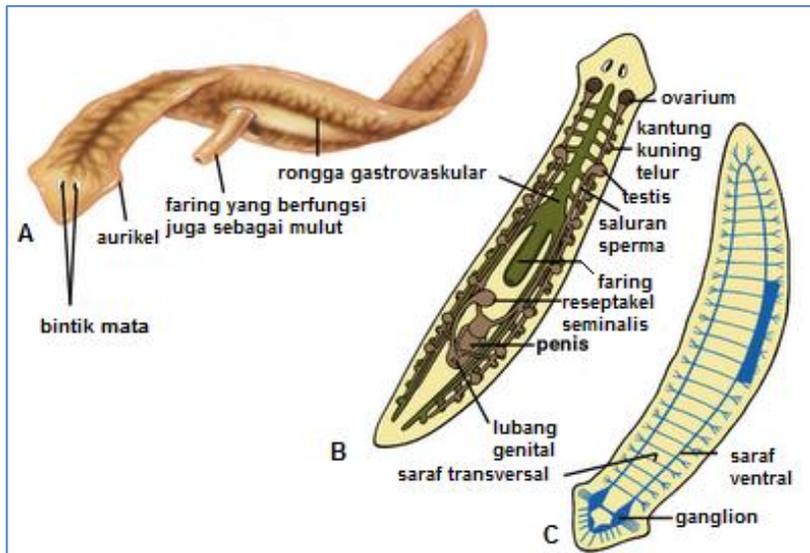
b. Klasifikasi

Filum Platyhelminthes terdiri dari 4 kelas yaitu Kelas Turbellaria, Kelas Monogenea, Kelas Trematoda, dan Kelas Cestoda. Hanya Turbellaria yang hidup bebas sedangkan yang lainnya hidup sebagai parasit. Pada sub bab ini yang akan dibahas hanyalah Kelas Turbellaria.

Kelas Turbellaria

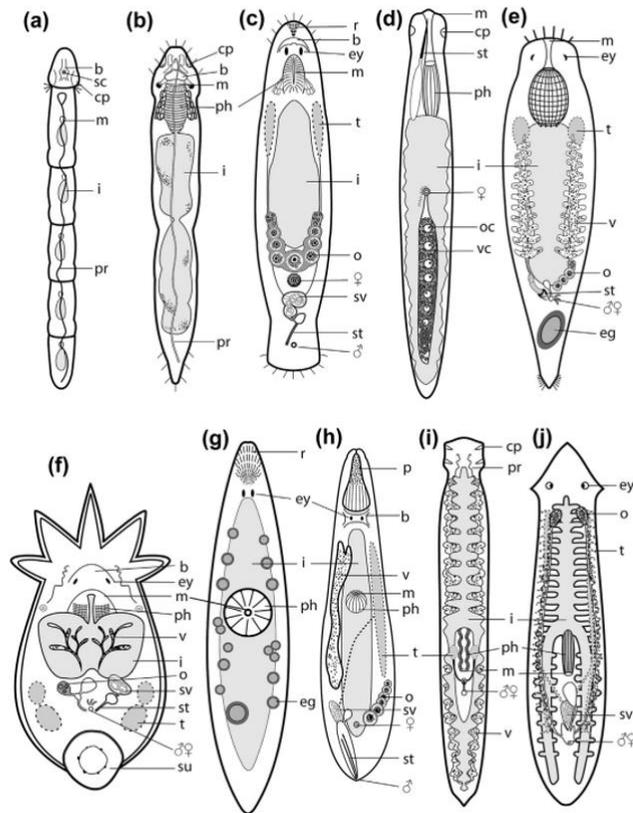
Anggota Kelas Turbellaria umumnya mempunyai bentuk tubuh lonjong sampai panjang, pipih dorso-ventral dan tidak mempunyai ruas sejati. Adakalanya pada bagian kepala terdapat tonjolan berbentuk tentakel atau pelebaran sisi kepala, disebut **aurikel**. Warna tubuh biasanya hitam, coklat atau kelabu, tetapi beberapa jenis berwarna merah. Spesies tertentu

berwarna hijau disebabkan bersimbiose dengan ganggang. Berukuran mikroskopis sampai 60 cm, namun umumnya 10 mm.



Gambar 71. Struktur Anatomi dari Turbellaria (Winarni, 2011)

Sebagian besar hidup di dasar laut, di pasir, dalam lumpur, di bawah batu karang atau ganggang. Ada juga spesies yang pelagis. Spesies air tawar biasanya dekat substrat, jenis yang besar mirip lintah kecil kecil baik bentuk maupun warnanya, sedangkan yang mikroskopis mempunyai bentuk, ukuran dan tingkah laku seperti ciliata. Jenis darat selalu terdapat di tempat lembab.



Gambar 72. Representasi skematik dari urutan Tubellaria yang berbeda. (a) Catenulida, Catenulidae (e.g., *Catenula lemnae*) reproducing asexually, approximately 1–2mm length; (b) Catenulida, Stenostomidae (e.g., *Stenostomum* sp.), 1mm length; (c) Macrostomida, Macrostomidae (e.g., *Macrostomum* sp.), 1mm; (d) “Lecithoepitheliata,” Prorhynchidae (*Prorhynchus stagnalis*), ~5mm; (e) Rhabdocoela, “Dalyellioida,” Dalyelliidae (e.g., *Gieysztoria rubra*), ~2mm; (f) Rhabdocoela, Temnocephalida, Temnocephalidae (e.g., *Temnocephala* sp.), 10mm; (g) Rhabdocoela, “Typhloplanoida,” Mesostomidae (e.g., *Mesostoma* sp.), ~5mm; (h) Rhabdocoela, Kalyptorhynchia, Polycystididae (e.g., *Gyatrix hermaphroditus*), 2mm; (i) Bothrioplanida, Bothrioplanidae (*Bothrioplana semperi*), 5mm; and (j) Tricladida, Continenticola, Dugesiidae (e.g., *Dugesia* sp.), 10–30mm. Abbreviations: b, brain; cp, ciliated pits; eg, eggs; ey, eyes; i, intestine; m, mouth; o, ovary; oc, oocyte; ph, pharynx; p, proboscis; pr, protonephridial duct; r, rhabdite tracks; sc, statocyst; st, stylet; su, sucker; sv, seminal vesicle; t, testes; v, vitellaria; vc, vitellocyte; ♂, male pore; ♀, female gonopore; ♂ ♀, hermaphrodite gonopore (Noreña *et al.*, 2015).

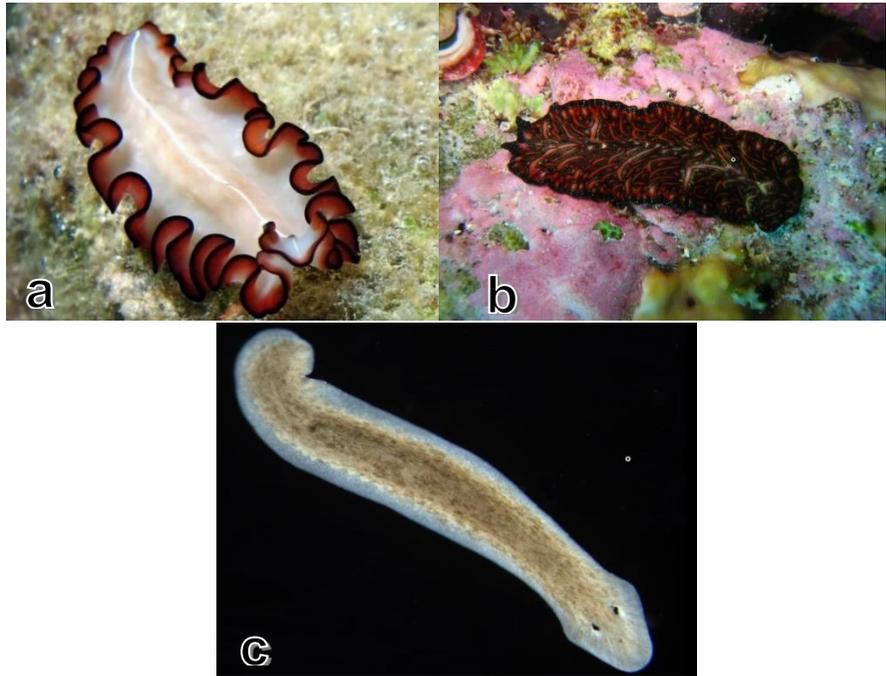
Umumnya fotonegatif terutama Tricladida, bersembunyi di bawah batu atau sampah pada siang hari, dan mencari makanan pada malam hari. Kebanyakan hidup di daerah tropis. Lingkungan hidup Turbellaria air tawar biasanya terbatas, namun beberapa spesies dari genus *Pseudophaenocora* dapat hidup pada lingkungan dengan kandungan oksigen yang sangat rendah.

Tubuh tertutup epidermis, dan di bagian ventral mengandung cilia yang berfungsi untuk merayap. Pada lapisan epidermis terdapat banyak sel kelenjar dan batang-batang kecil yang disebut **rhabdite**. Sel kelenjar menghasilkan lendir untuk melekat, membungkus mangsa dan sebagai jejak lendir pada waktu merayap.

Sel kelenjar acapkali terdapat pada mesenkhim (parenkhim), dan mempunyai saluran kecil menembus epidermis. Di bawah epidermis terdapat serabut-serabut otot melingkar, longitudinal, diagonal, dan dorsoventral, sehingga Turbellaria mudah memutar dan meliuk-liuk. Rhabdite diduga berfungsi sebagai alat pertahanan atau hancur membentuk selaput lendir membungkus dirinya sendiri.

Sistem pencernaan pada Turbellaria kecuali pada ordo Acoela terdiri atas mulut, pharynx dan rongga gastrovaskular, disebut **enteron** atau usus. Anus tidak ada. Bentuk usus sedikit banyak berkaitan dengan ukuran cacing. Mulut terletak di permukaan tubuh bagian ventral pada salah satu tempat di garis anterior-posterior. Mulut dan usus dihubungkan oleh pharynx yang melipat-lipat (*plicate*) dan pada waktu makan dijulurkan ke luar mulut.

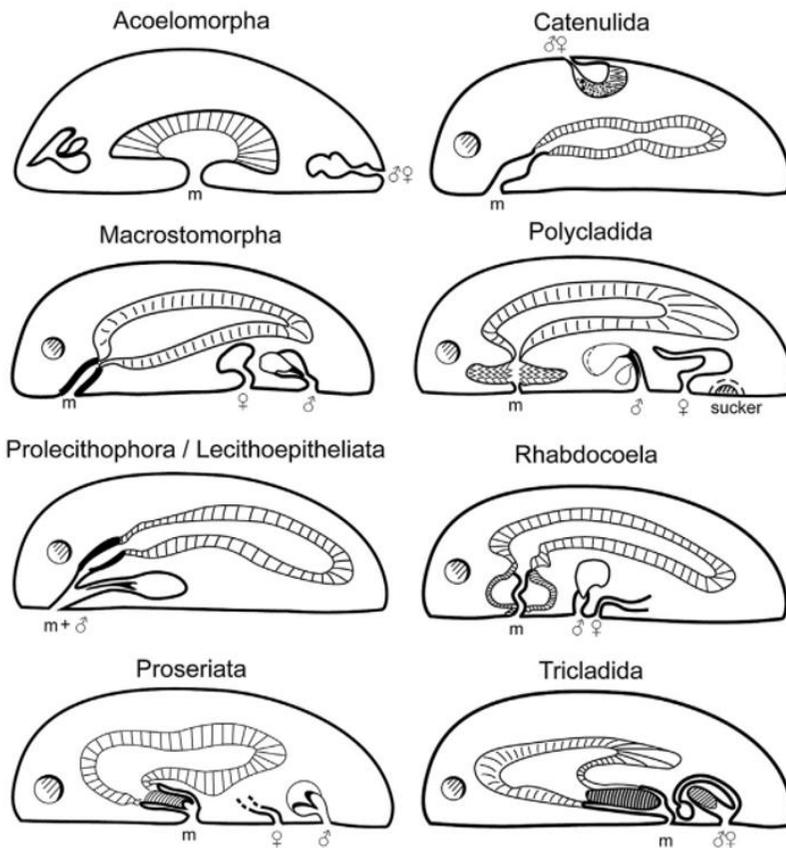
Semua jenis Turbellaria adalah karnivor dan memakan berbagai macam avertebrata kecil dan bangkai. Umumnya mangsa ditangkap dengan cara melilitinya dan menyelubunginya dengan lendir, kemudian melekatkannya pada substrat. Tergantung jenisnya, mangsa ditelan seluruhnya, sedikit-sedikit atau ditusuk dengan pharynx. *Planaria* air tawar dapat menahan lapar untuk jangka waktu lama.



Gambar 73. Contoh anggota Filum Platyhelminthes: a. *Maiazon orsaki* (Dokumen Pribadi, 2019); b. *Pseudobiceros bedfordi* (Wikipedia, 2020); c. *Euplanaria* sp. (Wikipedia, 2020)

Jenis-jenis dari subordo Dalyellioida dan ordo Temnocephalia hidup komensal atau parasit, baik air tawar maupun di laut. Jenis yang hidup komensal terdapat dalam rongga mantel Mollusca dan inang Crustacea. Jenis parasit hidup dalam usus Mollusca dan rongga tubuh Echinodermata.

Sistem syaraf bervariasi. Pada beberapa jenis Acoela yang primitif berbentuk jala staraf seperti pada Coelenterata, dan pada Turbellaria lain mulai tertata menjadi beberapa pasang benang syaraf. Yang primitif mempunyai 5 pasang benang syaraf, yang lebih tinggi tingkatannya 4 pasang, dan yang tertinggi sepasang.



Gambar 74. Posisi lubang mulut dan genital pada taxa utama. Singkatan: m. mulut; gonopore jantan (♂); gonopore betina (♀); gonopore hermaprodit (Noreña *et al.*, 2015).

Turbelaria umumnya mempunyai sepasang bintik mata, tetapi adakalanya dua pasang atau lebih. Mata berfungsi hanya untuk mendeteksi sinar dan kebanyakan bersifat fototaksis negatif. Alat indera yang lain adalah sel peraba dan sel chemoreceptor.

Reproduksi tergantung jenisnya. Reproduksi terjadi secara aseksual, seksual atau kedua-duanya. Masing-masing individu melakukan beberapa sekatan melintang, dan tiap potongan melakukan regenerasi, antara lain membentuk mulut dan enteron, hingga terjadi serangkaian

bakal cacing yang disebut **zooid**. Bila suatu zooid telah mencapai kelengkapan tertentu, masing-masing akan melepaskan diri dari induknya dan hidup sebagai individu baru.

Beberapa Tricladida air tawar seperti *Dugesia*, pembelahan melintang tidak menghasilkan rangkaian zooid. Seekor cacing melekatkan bagian posteriornya ke substrat, sedangkan bagian anterior terus merayap hingga akhirnya putus. Biasanya pada bagian di belakang pharynx. Kemudian masing-masing potongan tubuh tersebut melakukan regenerasi melengkapi bagian-bagian tubuh yang belum ada, hingga terbentuk dua individu baru.



Gambar 75. *Dugesia benazzi* setelah regenerasi bagian anterior dari tubuhnya (Noreña *et al.*, 2015).

Proses reproduksi aseksual berkaitan erat dengan regenerasi. Kebanyakan Turbellaria mempunyai kemampuan regenerasi yang menakjubkan. Regenerasi dalam hal ini berarti melakukan pergantian atau perbaikan bagian tubuh yang rusak atau hilang oleh luka atau sebab lain. Regenerasi tidak hanya mencakup sebagian tubuh saja, melainkan juga

reorganisasi menyeluruh dari jaringan untuk membentuk organ dan bagian tubuh baru.

Semua Turbellaria hermaprodit. Pada spesies yang berbeda alat reproduksi jantan dan betina sangat bervariasi dan rumit. Pembuahan sendiri merupakan hal yang jarang terjadi. Dalam beberapa minggu telur Turbellaria pada umumnya, terutama pada jenis Tricladida menetas langsung menjadi anak yang bentuknya mirip dengan induknya, hanya ukurannya yang lebih kecil. Beberapa jenis polycladida di laut, telur menetas menjadi larva yang berenang bebas.

Kelas Turbellaria terdiri dari 9 ordo sebagai berikut:

1. **Ordo Acoela.** Panjang 1-4 mm, hidup di laut, mulut adakalanya dengan pharynx sederhana, rongga pencernaan dan gonad serta oviduct tidak ada.
2. **Ordo Catenulida.** Panjang 0,9-9 mm, tunggal atau dalam rangkaian zooid sampai 32 buah, umumnya di air tawar yang tergenang, enteron bentuk kantung sederhana, benang syaraf 2 pasang.
3. **Ordo Macrostromida.** Panjang 0,8 – 11 mm, tunggal dalam rangkaian zooid sampai 18 buah, pipih atau silindris, hidup di laut dan di air tawar, enteron kantung sederhana dan bersilia, pharynx sederhana, benang syaraf lateral sepasang.
4. **Ordo Noerhabdoceola.** Panjang 0,3 – 15 mm, ada yang tidak berwarna, ada yang pucat atau hijau karena mengandung zoochlorella, merupakan kelompok besar, terdapat dilaut dan di air payau serta air tawar, pharynx bulat, enteron sederhana, benang syaraf sepasang.
5. **Ordo Temnocephalida.** Hidup komensal atau parasit pada Crustacea, Mollusca dan kura-kura, permukaan ventral bagian posterior dilengkapi alat penempel, dan di bagian anterior terdapat 2 sampai 12 tonjolan seperti jari.
6. **Ordo Lecithoepitheliata.** Panjang 6 mm, hidup di laut dan di air tawar, enteron kantung sederhana, benang syaraf 4 pasang, penis berbentuk stylet.

7. **Ordo Prolecithophora.** Hidup di laut dan air tawar, pharinx lipat atau bulat, enteron kantung sederhana, kelenjar kuning telur tampak jelas.
8. **Ordo Seriata.** Pharynx plicate, biasanya mempunyai statocyst, kelenjar kuning telur banyak.
9. **Ordo Tricladida.** Panjang 2 – 500 mm, usus 3 cabang, mulut dengan belalai, contoh *Dugesia* berpigmen dan *Bipalium* di darat.

II. FILUM NEMATODA

a. Deskripsi Singkat

Nematoda dikenal dengan sebutan “*roundworm*” atau cacing gelang yang tidak memiliki segmen sejati dan pelengkap. Mereka terdistribusi di seluruh dunia yang tersebar luas di semua habitat. Sementara banyak yang hidup bebas, ada pula yang menjadi parasite pada tumbuhan dan hewan, termasuk manusia, dan memiliki kepentingan ekonomi (Poinar, 2006). Nematoda adalah hewan multisel yang paling banyak di bumi. Nematoda yang hidup bebas dapat mencapai Panjang 5 cm, sedangkan nematoda parasit pada hewan, panjangnya dapat mencapai 2 meter (Iqbal and Jones, 2017).

Jenis yang terkenal menginfeksi usus manusia adalah cacing gelang *Ascaris lumbricoides* dan *Enterobius vermicularis*, cacing kremi pada anak kecil. Hal ini disebabkan oleh kemampuan fertilisasi dari betinanya dalam menghasilkan telur dalam jumlah besar dan memiliki kemampuan sangat tahan terhadap kondisi lingkungan, serta mudah penularan infeksi antar manusia akibat menelan telur yang mengandung larva pada tahap kedua melalui makanan dan air yang sudah terkontaminasi oleh mereka Cacing dewasa berwarna putih-cream dengan warna merah muda (Al-Tameemi & Kabakli, 2020). Di antara semua Ascelminthes, Filum Nematoda mempunyai anggota yang paling banyak, kira-kira sekitar 10.000 spesies.

Nematoda dapat berperan sebagai vektor, karena nematoda dapat membawa patogen baik dari virus, jamur dan bakteri yang dapat menyebabkan penyakit. Nematoda merupakan

mikroorganisme yang digolongkan ke dalam kerajaan hewan. Nematoda memiliki bentuk ukuran mikroskopis yang berbentuk seperti benang. Nematoda umumnya berbentuk silindris memanjang, tetapi pada beberapa genus, bentuk tubuhnya seperti kantung terutama pada nematoda betina. Nematoda dapat hidup sebagai parasit tumbuhan dan juga dapat hidup sebagai agen pengendalian hayati (Balkan, dkk. 2019).

Sebagian besar spesies dari Nematoda hidup bebas baik di laut, air payau, air tawar, dan tanah. Penyebarannya dari daerah kutub yang dingin sampai tropis, hidup di berbagai habitat seperti padang pasir dan laut dalam. Jadi penyebarannya luas sekali. Jenis parasit juga cukup banyak yang menyerang tumbuhan dan hewan, sehingga acapkali merugikan petani dan peternak.

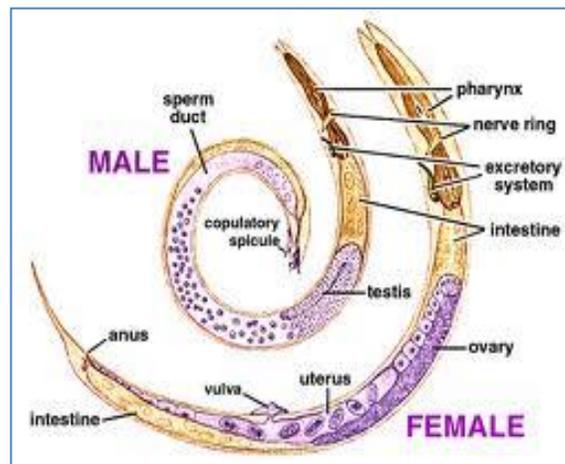
Nematoda memiliki bentuk tubuh panjang, langsing, silindris dan pada beberapa jenis menjadi pipih ke arah posterior. Jenis cacing yang hidup bebas di air tawar dan darat biasanya kurang dari 1 mm, sedangkan spesies laut dapat mencapai panjang 5 cm. Dilihat dari arah anterior, tampak bahwa daerah mulut dan sekitarnya adalah simetri radial atau biradial. Diduga hal ini merupakan bukti bahwa nenek moyang Nematoda adalah hewan sessile.

Nematoda tidak beruas-ruang, avertebrata seperti cacing yang tidak memiliki pelengkap bersendi dan memiliki saluran pencernaan yang lengkap dalam satu tahapan perkembangannya. Mereka memiliki rongga tubuh yang biasanya digambarkan sebagai *pseudocoelom*, tetapi tidak memiliki system pernapasan dan peredaran darah khusus dan tidak memiliki otot melingkar. Mereka memang memiliki system saraf, system ekskresi dan otot longitudinal. Dinding luar dari semua nematoda terdiri dari struktur nonseluler, fleksibel, berlapis-lapis yang disebut kutikula (Poinar, 2006).

Dinding tubuh Nematoda hanya mempunyai otot longitudinal. **Pseudocoelom** pada Nematoda luas dan berisi cairan yang antara lain berfungsi sebagai rangka hidrostatis, dan menunjang gerak cacing yang meliuk-liuk seperti ular. Organ untuk pernapasan dan peredaran tidak ada. Poinar (2006), gerakan nematoda seperti ular

dikendalikan oleh kontraksi barisan otot longitudinal yang bergantian di sepanjang tubuhnya. Kebanyakan nematoda merangkak miring tetapi beberapa bentuk yang hidup di air dapat berenang dengan gerakan tubuh dari sisi ke sisi yang bergetar cepat. Semua Nematoda pada tahap tertentu mengandung saluran pencernaan yang berturut-turut terdiri dari mulut, stoma, faring, usus, dan anus.

Mulut terletak di ujung anterior, dan di sekitarnya terdapat 3 atau 6 buah bibir, papila dan setae. Bentuk papila bervariasi, dari sederhana sampai seperti bulu burung. Tubuh tertutup kutikula yang lebih kompleks daripada Ascelminthes yang lain. Di bawah kutikula terdapat lapisan epidermis, biasanya selular, namun pada beberapa spesies sisial.



Gambar 76. Struktur Anatomi Nematoda Jantan dan Betina (University of California Museum of Paleontology)

Lingkaran syaraf mengelilingi oesophagus merupakan otak, dan berhubungan dengan 6 benang anterior yang pendek dan 6 benang syaraf posterior. Alat indera pada Nematoda adalah papila, setae dan amphid. **Setae** terdapat di kepala dan seluruh permukaan tubuh. **Amphid** ialah lubang kutikula yang buntu dan bersilia, berfungsi sebagai chemoreceptor. Amphid dijumpai pada Nematoda yang hidup bebas terutama spesies laut. Poinar (2006), sistem saraf

terdiri dari “otak” pusat atau cincin saraf yang merupakan kumpulan sel ganglion dan serat yang mengelilingi faring di bagian anterior hewan. Dari pusat ini, saraf berjalan ke depan dan ke belakang untuk mempersarafi jaringan tubuh serta organ sensorik.

Bentuk dari Amphid bermacam-macam karena digunakan untuk identifikasi. Banyak Nematoda yang mempunyai **phasmid** pada bagian ekornya, yaitu sepasang kelenjar uniseluler yang bermuara di kedua sisi lateral tubuh cacing yang berfungsi sebagai *chemoreseptor*. Beberapa spesies laut dan air tawar mempunyai bintik mata.

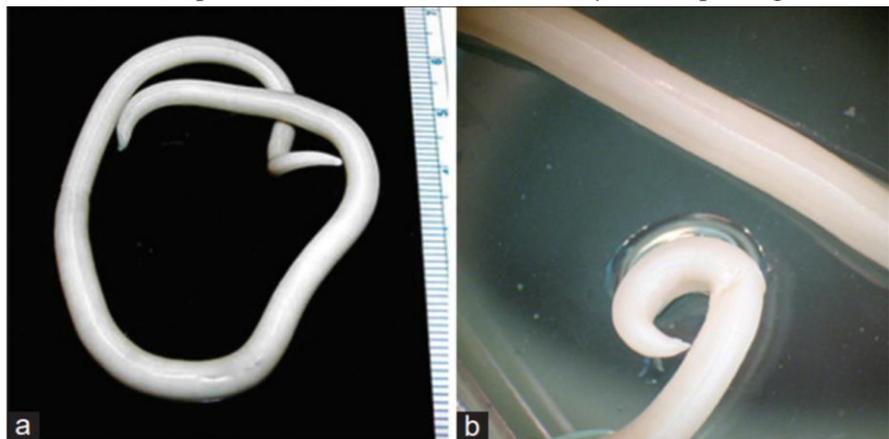
Alat ekskresi Nematoda bukan protonephridia melainkan sistem sel kelenjar dengan atau tanpa saluran. Pada spesies laut biasanya terdapat satu atau dua sel kelenjar yang besar, tanpa saluran, terletak dekat pharynx dan mempunyai sebuah lubang ekskresi, disebut **kelenjar rennete**. Jenis lain mempunyai sistem kelenjar dengan saluran seperti bentuk huruf H. Poinar (2006), sistem ekskresi pada Nematoda terjadi dalam dua bentuk/tipe dasar. Pertama yaitu yang terdiri dari “sel rennet” yang terhubung ke saluran yang mengarah ke lubang ekskretori dan terbuka di dekat ujung kepala di sisi perutnya. Tipe kedua terdiri dari satu atau dua saluran ekskretoris longitudinal yang terletak di tali hypodermis yang selanjutnya terhubung ke saluran ekskretori dan lubang. System ekskresi juga dapat memainkan peran osmoregulasi dengan mengeluarkan air dari rongga tubuhnya. Sebagian besar nematoda bersifat aerobik meskipun banyak yang dapat bertahan dalam kondisi anaerobik dalam waktu singkat. Nematoda menyerap dan melepaskan gas dengan difusi sederhana di seluruh permukaan tubuh.

Nematoda memiliki berbagai strategi reproduksi. Sebagian besar bereproduksi dengan amphimixis artinya sperma dan telur berasal dari individu yang terpisah. Reproduksi **autotoky** atau **uniparent** juga terjadi yang biasanya diwakili oleh hermafroditisme, di mana sperma dan sel telur matang bergabung dalam individu yang sama, atau partogenesis yaitu sel telur menjadi matang tanpa kehadiran sperma (Poinar, 2006). Reproduksi selalu seksual,

umumnya diocious, dan jantan ditandai dengan ekor berbentuk kait, berukuran lebih kecil dari betina. Telur menetas menjadi larva yang sudah mirip bentuk induknya.

Larva mengalami 4 kali ganti kulit atau molting. Yang pertama dan kedua adakalanya terjadi di dalam cangkang sebelum menetas. Cacing dewasa tidak berganti kulit, namun tetap tumbuh menjadi besar. Pembuahan di dalam uterus, telur yang telah dibuahi mendapat cangkang yang tebal dan keras. Permukaan cangkang dihiasi ukiran yang spesifik untuk masing-masing spesies, hingga bentuk telur dipakai untuk identifikasi infeksi parasit dari pengamatan tinja penderita.

Al-Tameemi & Kabakli (2020), cacing *Ascaris lumbricoides* dewasa yang hidup dalam usus manusia berwarna putih-cream dengan warna merah muda, di mana jantan memiliki panjang 15-31 cm dan ujung posterior melengkung secara ventral (Gambar 77b). Sementara cacing betinanya berukuran lebih besar dengan Panjang 20-49 cm (Gambar 77a). Telur yang telah dibuahi mengandung larva tahap kedua berukuran 50-70 x 40-50 μm (tahap menginfeksi).



Gambar 77. (a) Betina dewasa *Ascaris lumbricoides*, (b) Ujung posterior jantan *A. Lumbricoides* menunjukkan ekor yang melengkung (Al-tameemi & Kabakli, 2020).

Kebanyakan Nematoda yang hidup bebas bersifat karnivor dan memakan metazoa kecil, termasuk jenis nematoda yang lain.

Spesies lain baik laut maupun air tawar adalah **phytophagus**, memakan diatom, ganggang dan jamur. Spesies terestrial merupakan hama tanaman komersil. Ada pula spesies laut, air tawar dan terestrial merupakan “*deposit feeder*”, memakan lumpur dan memanfaatkan bakteri dan bahan organik yang terkandung dalam lumpur. Beberapa spesies memakan sampah organik seperti kotoran hewan, bangkai dan tanaman busuk.

Balkan dkk. (2019), terdapat beberapa hal penting yang perlu diketahui dari Nematoda, sebagai berikut:

- a. Sebagai saprofit, nematoda mampu dalam dekomposisi bahan organik, sehingga keperluan unsur hara bagi organisme lain akan tersedia.
- b. Sebagai predator, nematoda yang berperan sebagai predator merupakan nematoda nonparasitik hidup bebas memangsa mikroorganisme lain.
- c. Sebagai parasit, nematoda yang berperan sebagai parasit dapat memarasit tumbuhan, manusia, dan hewan sehingga dapat menimbulkan penyakit.

b. Keanekaragaman dan Habitat

Belum ada kesepakatan universal tentang klasifikasi nematoda, dan studi molekuler dapat membantu dalam membangun klasifikasi baru tingkat tinggi dari nematoda. Pada umumnya dibagi menjadi dua kelas yaitu Adenophorea dan **Secernentea**. Kelas Adenophorea sebagian besar hidup bebas di air tawar dan air laut, sedangkan kelas **Secernentea** sebagian besar parasit pada hewan. Banyak Nematoda berukuran mikroskopis yang jarang diamati. Yang terkecil yang hidup bebas di laut panjangnya hanya mencapai 82 milimeter. Sementara Nematoda terbesar adalah parasite pada paus sperma dan panjangnya mencapai kurang lebih 8 meter (Poinar, 2006).

Diperkirakan terdapat satu juta spesies dalam filum Nematoda yang 25.000 diantaranya telah dideskripsikan lebih jauh. Berdasarkan analisis filogenetik menggunakan gen RNA, filum Nematoda dibagi menjadi lima kelas dengan masing-masing

memiliki spesies parasit. Nematoda yang hidup bebas membantu menguraikan benda mati dan membuat nutrisi tersedia di tanah untuk tanaman, sedangkan nematoda parasite menyebabkan masalah ekonomi dan kesehatan di seluruh dunia. Yang termasuk dalam nematoda parasite yaitu cacing penyebab penyakit pada manusia dan hewan baik vertebrata maupun avertebrata, termasuk hewan domestik dan ikan, yang menyebabkan penurunan kesehatan dan kerugian ekonomi. Nematoda parasit pada tanaman pertanian merugikan sekitar 125 miliar dolar per tahun (Iqbal and Jones, 2017).

Infeksi nematoda pada manusia yang terinfeksi nematoda disebut sebagai penyakit *neglected diseases* yang sering diabaikan karena tidak menyebabkan kematian, namun sebenarnya infeksi nematoda pada manusia khususnya pada anak-anak dapat menyebabkan *lost generation* pada sumber daya manusia karena akan menurunkan konsentrasi dan kemampuan belajar pada anak-anak yang telah terinfeksi yang akhirnya berimbas pada penurunan kualitas anak bangsa (Indriyati, 2017).

Nematoda dari family Anisakidae, terutama *Anisakis* sp. menyebabkan penyakit yang disebut Anisakiasis yaitu penyakit zoonosis. Penyakit ini berpotensi fatal pada manusia akibat mengkonsumsi ikan yang mengandung larva dari cacing tersebut. Anisakiasis atau biasa disebut juga "*herringworm*" adalah infeksi oleh cacing nematoda *Anisakis* sp. yang sering ada pada ikan laut yang bersifat karnivora atau predator. Jika ikan yang terinfeksi termakan oleh manusia dapat, maka dapat menimbulkan masalah kesehatan pada manusia (zoonosis). Ikan yang banyak dilaporkan terinfeksi oleh larva cacing ini adalah ikan laut terutama ikan laut yang ditangkap di daerah dekat pantai atau pesisir. Beberapa penelitian tentang parasit akuatik terutama pada ikan laut menyatakan bahwa, ikan laut yang hidup bebas di alam, khususnya yang bersifat karnivora, sering terinfeksi cacing endoparasit. Ikan dan invertebrata akuatik seperti cumi-cumi merupakan bentuk hospes perantara cacing *Anisakis* sp. (Siagian dan Maryanti, 2020).

III. FILUM ANNELIDA

a. Deskripsi Singkat

Annelida merupakan cacing dengan tubuh bersegmen, triploblastik dengan rongga tubuh sejati (hewan selomata) dan bernapas melalui kulitnya. Istilah Annelida berasal dari bahasa Yunani dari kata *annulus* yang berarti cincin, dan *oidos* yang berarti bentuk. Terdapat sekitar 15.000 spesies annelida dengan panjang tubuh mulai dari 1 mm-3 m. Filum Annelida hidup di air tawar, air laut, dan di tanah. Umumnya annelida hidup secara bebas, meskipun ada yang bersifat parasit.

Annelida memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Tubuh bersegmen/beruas-ruas seperti cincin dan memiliki otot
2. Triploblastik selomata, simetris bilateral
3. Sistem pencernaan sempurna mulai dari mulut-kerongkongan-perut otot-tembolok-usus-anus.
4. Tubuh dilapisi kutikula tipis dan lembab
5. Respirasi melalui permukaan kulit dan berlangsung secara difusi
6. Sistem saraf berupa ganglion otak dan tali syaraf tersusun dari tangga tali
7. Sistem peredaran darah tertutup dan susunan pembuluh darah mempunyai haemoglobin
8. Sistem ekskresi berupa nefridia/nefrostom
9. Kelamin bersifat hermiprodit. Reproduksi generatif dengan cara konjugasi dan reproduksi vegetatif dengan cara fragmentasi/generasi.

b. Klasifikasi

Filum Annelida terdiri dari 3 kelas yaitu Kelas Polychaeta, Kelas Oligochaeta (kelompok cacing tanah), dan Kelas Hirudinea (kelompok lintah). Kelas Oligochaeta dan Hirudinea ditemukan hidup di darat dan air tawar, sedangkan Kelas Polychaeta ditemukan hidup di air laut, walaupun ada sebagian yang hidup di air tawar.

1. Kelas Polychaeta

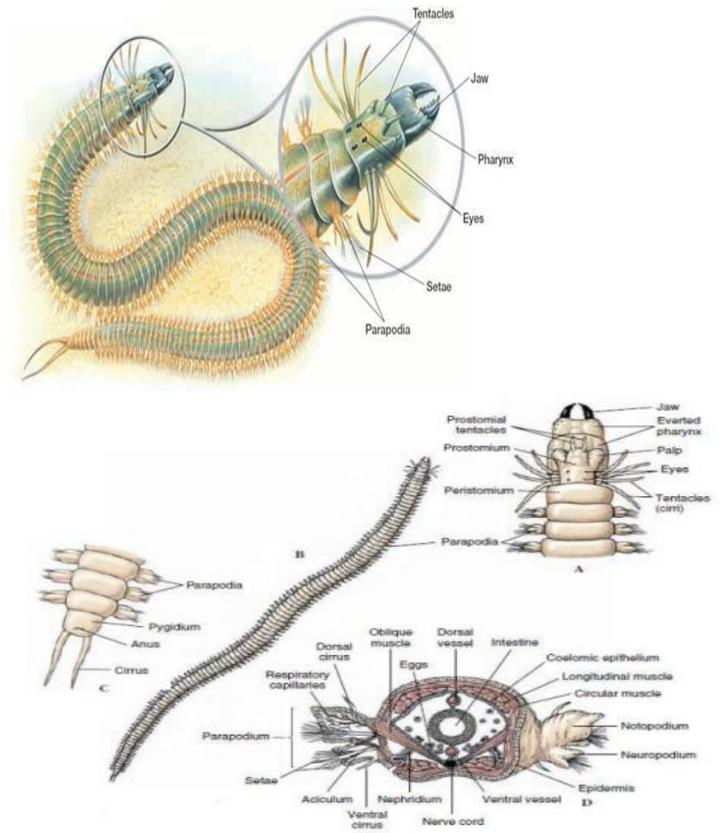
Polychaeta berasal dari Bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata, yaitu Poly artinya banyak dan Chaeta yang artinya rambut (hewan yang mempunyai banyak rambut pada permukaan tubuhnya) dan merupakan kelas dengan rambut paling banyak pada Filum Annelida. Kelas Polychaeta tidak dapat hidup lama, di mana kelangsungan hidupnya tidak lebih dari 2 tahun, bahkan ada beberapa spesies yang hidupnya hanya 30-45 hari (Yusron, 1985). Polychaeta termasuk ke dalam golongan hewan pemakan deposit atau endapan dengan memanfaatkan partikel organik/*deposit feeder* (Al Hakim, 1994 dalam Jauhara, 2012). Hewan ini memiliki sifat kosmopolit, sehingga dapat hidup pada berbagai kondisi perairan yang berdampak pada sebarannya yang luas pada perairan laut. Hewan ini dapat hidup pada habitat sedimen lumpur, pasir, kerikil, dan batuan (Yusron, 1985; Al Hakim 1991; Waring *et al.*, 2006).

Pada umumnya, Polychaeta tergolong hewan pemakan deposit atau endapan dengan memanfaatkan partikel organik (*deposit feeder*) (Al Hakim 1994).

Pada umumnya, cacing laut Polychaeta memiliki warna-warna yang menarik, seperti merah, hijau, biru, coklat dan lain-lain yang disebabkan oleh adanya pigmen zat warna pada tubuhnya. Polychaeta yang hidup pada terumbu karang, sering kali membentuk cangkang kapur dan berperan sebagai pengurai pada batu karang. Dalam rantai makanan, cacing Polychaeta memiliki kedudukan yang sangat penting yaitu sebagai makanan utama bagi hewan/ikan demersal. Sehingga, tidaklah mengherankan jika cacing ini dimanfaatkan manusia sebagai pakan alami pada kegiatan budidaya udang dan sebagai umpan saat memancing.

Fauhald (1977) dalam Yusron (1985) menyatakan bahwa Kelas Polychaeta terbagi menjadi 17 Ordo, 81 Family dan 1540 Genus. Cacing laut Polychaeta ini memiliki ukuran tubuh mikroskopis (2-3 mm) dan ada yang dapat mencapai

beberapa centimeter, namun secara umum memiliki ukuran 5-10 cm dengan diameter 2-10 mm.



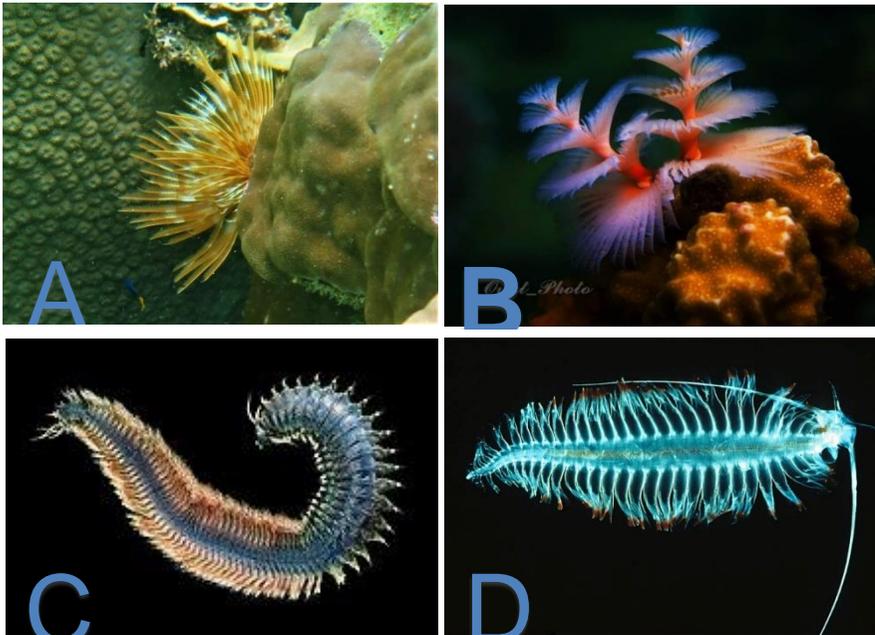
Gambar 78. Anatomi Polychaeta (Sumber: <http://ariefnugraha.blogspot.com/p/biologi.html> dan <https://bioearthworm.wordpress.com/2018/11/25/polychaeta/>)

Cacing Polychaeta terbagi atas 2 subkelas yaitu Errantia dan subkelas Sedentaria. Pembagian ini didasarkan pada cara hidup Polychaeta itu sendiri, yakni berenang dan meliang. Subkelas Errantia termasuk pada Polychaeta yang bergerak bebas dan aktif yaitu berenang dan merayap di permukaan dasar laut. Subkelas Errantia bersifat karnivora, memiliki organ peraba yang terletak pada kepala dan berkembang dengan baik, dan memiliki faring yang dapat

dijulurkan (Arnold & Birtless, 1989; Indarto, 1994). Pada subkelas *Sedentaria* memiliki cara hidup meliang atau membentuk tabung, sehingga bagian anterior biasanya mengalami modifikasi menjadi rongga mulut yang dikelilingi oleh insang, sedangkan pada bagian abdomennya terdapat parapodium yang pendek/tereduksi (Agustina, 1995).

Rambut-rambut kaku atau setae pada cacing *Polychaeta* dilapisi kutikula sehingga licin dan kaku. Bagian tubuh cacing ini terdiri atas kepala, mata dan sensor palpus. Pada setiap segmen tubuh *polychaeta* dilengkapi dengan sepasang alat gerak atau alat berenang yang disebut parapodia, pada cacing yang bergerak aktif (*Errantia*), tetapi pada cacing yang relatif lamban bergerak (*Sedentaria*) tidak memiliki parapodia. Parapodia berperan sebagai alat gerak dan mengandung pembuluh darah halus sehingga dapat berfungsi juga seperti insang untuk bernapas.

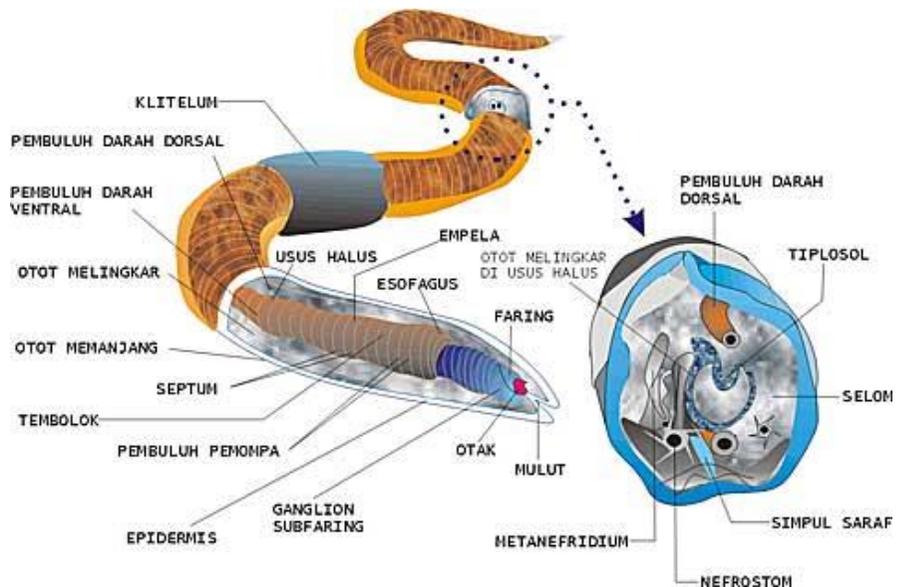
Reproduksi cacing *Polychaeta* secara seksual dan aseksual. Secara seksual, Pembuahannya dilakukan di luar tubuh dan terutama di dalam air. Telur yang telah dibuahi akan menjadi larva yang disebut trakofora. Beberapa spesies mengembangkan segmen khusus yang berisi gamet dan melakukan epitoksi. Segmen itu dilepaskan dan gamet meledak lalu membentuk individu baru. Pada reproduksi aseksual, tubuh melakukan epitoksi (pembentukan individu reproduktif) dan hewan menjadi tampak 2 bagian yang akhirnya akan membentuk individu baru. Beberapa contoh cacing *Polychaeta* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 79. Polychaeta: A. *Sabellaastarte* sp. (Sedentaria) (Sumber: Dok. Pribadi, 2023); B. *Spirobranchus giganteus* (Sedentaria) (Sumber: Dok. Pribadi, 2021); C. *Nereis* sp. (Errantia) (Sumber: <https://en.wikipedia.org/wiki/Nereis>); D. Phyllodocida (Polychaeta planktonic) (Sumber: <https://en.wikipedia.org/wiki/Phyllodocida>)

2. Kelas Oligochaeta

Oligochaeta berasal dari Bahasa Yunani, yaitu dari kata Oligo yang artinya sedikit dan Chaeta yang artinya rambut kaku/setae. Kelas Oligochaeta merupakan salah satu kelas pada Filum Annelida yang memiliki sedikit rambut kaku. Karena mempunyai sedikit rambut dan tidak mempunyai parapodia, sehingga kepalanya kecil, tidak memiliki alat peraba, dan tidak memiliki titik mata. Pada lapisan kulit terdapat bagian saraf dengan fungsi untuk menerima rangsangan.



Gambar 80. Anatomi cacing Oligochaeta (Sumber: <http://ariefnugraha.blogspot.com/p/biologi.html>)

Segmen pada tubuh Kelas Oligochaeta hanya terdapat sedikit setae. Segmen-segmen tertentu memiliki klitelum yang disusun dari 2-50 segmen (umumnya 2-8 segmen). Klitelum ini merupakan tempat pembentukan kokon yang mengandung beberapa telur terbuahi dan berfungsi melindungi telur-telur.

Kelas Oligochaeta bersifat hermaphrodit, namun tidak dapat membuahi dirinya sendiri, melainkan secara silang. Dua cacing yang melakukan kawin silang menempelkan tubuhnya dengan ujung kepala berlawanan. Alat kelamin jantan mengeluarkan sperma dan diterima klitelum cacing pasangannya. Pada saat bersamaan klitelum mengeluarkan mukosa kemudian membentuk kokon. Sperma bergerak ke alat reproduksi betina dan disimpan di reseptakel seminar. Ovum yang dikeluarkan ovarium, akan dibuahi oleh sperma. Selanjutnya, ovum yang telah dibuahi masuk ke dalam kokon. Telur bersama kokon akan keluar dari tubuh cacing dan

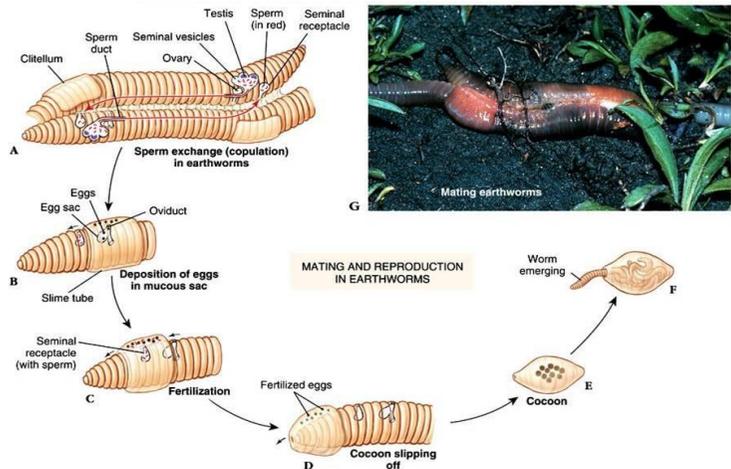
menjadi individu baru. Cacing Oligochaeta memiliki daya regenerasi yang tinggi.



Gambar 81. Reproduksi Oligochaeta (Sumber: <http://ariefnugraha.blogspot.com/p/biologi.html>)

Habitat Oligochaeta di tanah dan air. Diperkirakan Kelas Oligochaeta memiliki sekitar 3.400 species yang umumnya hidup sebagai cacing tanah dengan ukuran 10-25 cm dan beberapa sebagai cacing akuatik dengan ukuran 1 mm s/d 50 mm. Contoh cacing dari Kelas Oligochaeta pada habitat air tawar: *Aelosoma* sp. (juga ditemukan pada air payau), *Tubifex* sp. (cacing sutera), dan *Stylaria* sp. (sebagai predator).

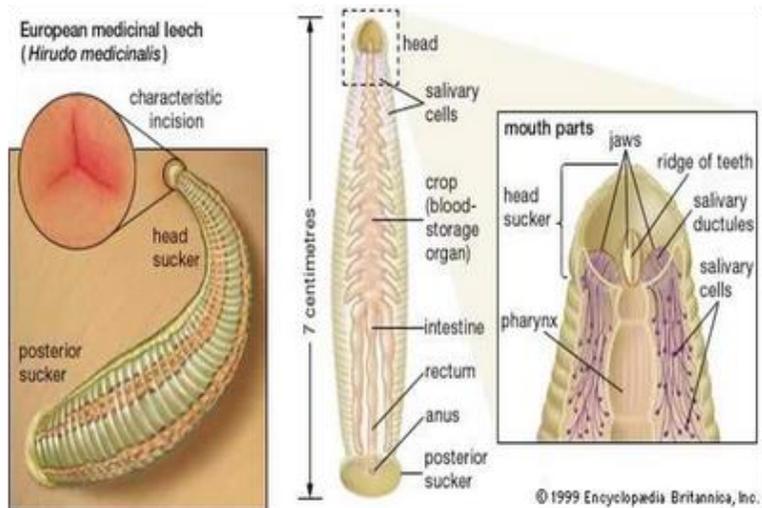
Cacing *Tubifex* sp. atau dikenal dengan cacing sutera merupakan cacing dari kelas Oligochaeta yang sangat populer di dunia perikanan, karena digunakan sebagai pakan untuk kebutuhan benih ikan. Cacing ini berperan sebagai indikator pencemaran air.



Gambar 82. Oigochaeta pada perairan: A: *Tubifex* sp. (Sumber <https://www.dunia-perairan.com/2018/11/mengenal-cacing-sutra-tubifex-sp.html>); B. *Stylaria* sp. (Sumber: <https://www.pbase.com/splluk/image/136797306>); C. *Aelosoma* sp. (Sumber: [http://dept.harpercollege.edu/biology/guide/gallery/aquatic_worms/original/aquatic_worm_aelosoma_sp\(2\).jpg](http://dept.harpercollege.edu/biology/guide/gallery/aquatic_worms/original/aquatic_worm_aelosoma_sp(2).jpg)).

3. Kelas Hirudinea

Kelas Hirudinea biasa dikenal sebagai lintah. kelas filum Annelida yang tidak memiliki setae (rambut) dan tidak memiliki parapodia di tubuhnya. Tubuh Hirudinea yang pipih dengan ujung depan serta di bagian belakang sedikit runcing. Di segmen awal dan akhir terdapat alat penghisap yang berfungsi dalam bergerak dan menempel. Gabungan dari alat penghisap dan kontraksi serta relaksasi otot adalah mekanisme pergerakan dari Hirudinea.



Gambar 83. Anatomi Kelas Hirudinea (Sumber: <https://www.britannica.com/animal/leech>)

Kelas Hirudinea memiliki tubuh lunak, berotot, beruas, dapat memendek serta memanjang, memiliki klitelum, dan bersifat hermaphrodit. Berbeda dengan Annelida lainnya yang memiliki rongga tubuh berukuran besar, rongga tubuh lintah telah berubah menjadi saluran-saluran kecil. Kebanyakan lintah hidup di habitat air tawar, sementara sebagian kecil hidup di darat atau di air laut. Lintah berkembang biak dengan bertelur dan menyimpan telur-telurnya dalam sarung khusus; lintah air tawar biasanya melekatkan telur ini ke suatu benda di bawah permukaan air. Salah satu kelompok lintah air tawar, yaitu Glossiphoniidae mengerami telurnya.

Sekitar 680 spesies lintah telah berhasil dideskripsikan, di mana sekitar 100 spesies di antaranya hidup di laut, 90 spesies di darat, dan sisanya hidup di air tawar (Sket & Trontelj, 2008; Fogden & Procton, 1985). Lintah terkecil memiliki panjang 1 cm, sedangkan lintah terbesar, yaitu lintah raksasa amazon (*Haementeria ghilianii*) dapat mencapai panjang 30 cm. Lintah dapat ditemukan di seluruh benua, kecuali Antartika (Sket & Trontelj, 2008), tetapi paling banyak ditemukan di danau-danau dan kolam-kolam di daerah beriklim sedang di Bumi Bagian Utara.

Kebanyakan lintah air tawar lebih menyukai daerah pinggir danau atau kolam yang tenang, dangkal, dan ditumbuhi tumbuhan, atau genangan dekat sungai atau aliran air lambat, dan hanya sedikit yang mampu bertahan di air deras. Lintah dapat ditemui dengan kepadatan tinggi di tempat-tempat yang cocok, seperti misalnya 10.000 ekor lintah per m² yang tercatat di lingkungan air penuh polutan organik di Illionis Amerika Serikat. Beberapa spesies melakukan estivasi (tidak aktif atau dorman pada musim kemarau) dan mampu bertahan hidup walaupun kehilangan 90% bobot tubuhnya (Ruppert *et al.*, 2004). Di antara lintah air tawar terdapat kelompok Glossiphoniidae, hewan yang berbentuk pipih dan bertindak sebagai parasit di tubuh hewan seperti kura-kura, dan merupakan satu-satunya hewan dari Filum Annelida yang mengerami telurnya dan membawa anak-anaknya di bagian bawah tubuhnya (Siddal, 1998). Meyer (1940) menyatakan bahwa ikan adalah inang utama untuk lintah dari famili Piscicolidae, yang hidup di air laut atau tawar dan memiliki tubuh berbentuk silinder dan pengisap berbentuk corong.

Menurut Ocegüera *et al.* (2005), tidak semua lintah mengisap darah; terdapat kelompok Erpobdelliformes yang hidup di air maupun bersifat amfibi, merupakan karnivora dan memiliki mulut tak bergigi yang cukup besar untuk menelan bulat-bulat berbagai larva, moluska, dan hewan-hewan Annelida lainnya.



Gambar 84. Morfologi Hirudinea spesies *Alexandrobdella makhrovi* (A) Living holotype Hir_0084/2-H and paratype RMBH Hir_0084/1-P specimens (dorsal view) in the mantle cavity of their host mussel *Cristaria plicata* (Bivalvia: Unionidae), 24.v.2017. (B) Living paratype Hir_0084/1-P (dorsal view), 24.v.2017. (C) Holotype Hir_0084/2-H (lateral view). (D) Clitellum of the holotype (ventral view). (E) Paratype Hir_0086-P (dorsal view). (F) Paratype Hir_0086-P (ventral view). (G) Anterior sucker of the holotype (lateral view). (H) Anterior sucker of the holotype (dorsal view). (I) Caudal sucker of the holotype (lateral view). Scale bars = 5 mm [A], 2 mm [B], and 1 mm [C-I]. Photos: Ilya V. Vikhrev [A-B] and Anna L. Klass [C-I]. (Sumber: Bolotov et al., 2020)

Kelas Hirudinea menjadi salah satu indikator pencemaran perairan. Arisandi (2001) menyatakan bahwa makroinvertebrata khususnya lintah lebih banyak dipakai dalam pemantauan kualitas air karena memenuhi beberapa kriteria, antara lain: (1) Sifat hidupnya yang relatif menetap/tidak berpindah-pindah, meskipun kualitas air tidak mengalami perubahan. (2) Dapat dijumpai pada beberapa zona habitat akuatik, dengan berbagai kondisi kualitas air. (3) Masa hidupnya cukup lama, sehingga keberadaannya memungkinkan untuk merekam kualitas lingkungan di sekitarnya. (4) Terdiri atas beberapa jenis yang memberi respon berbeda terhadap kualitas air. (5) Relatif lebih mudah untuk dikenali dibandingkan dengan jenis mikroorganisme. (6) Mudah dalam pengumpulan/pengambilannya, karena hanya dibutuhkan alat yang sederhana yang dapat dibuat sendiri.

Selain itu, menurut Scrimgeour *et al.* (1998) terdapat beberapa alasan Kelas Hirudinea sangat bermanfaat dalam bioindikator pencemaran air tawar, yaitu: keanekaragaman taksonominya lebih sedikit (hanya sekitar 30 jenis spesies lintah) dibandingkan dengan grup invertebrata lainnya yang hidup pada air bersih, hampir semua jenisnya mudah untuk diklasifikasikan dan hanya beberapa yang merupakan spesies langka, semua jenis lintah merombak oksigen dalam respirasinya dan memiliki kemampuan untuk melakukan penetrasi ke permukaan tubuh dengan mudah, kebanyakan spesies lintah hidup pada air yang cukup hangat dan lintah merupakan spesies yang univoltine dan menghabiskan seluruh siklus hidup di habitatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiati, N. (2020). Aplikasi Bioteknologi dalam Pengelolaan Sumber daya Perikanan: Cephalopoda. *Seminar Nasional. Manajemen Sumber daya Perairan. Departemen Sumber daya Akuatik. FPIK UNDIP. Semarang.*
- Agustina, Y. (1995). Komunitas Spionidae (Polychaeta, Annelida) di Perairan Pantai Sampur-Marunda, Teluk Jakarta. *Skripsi. Departemen Biologi, FMIPA Universitas Indonesia. Depok.*
- Al Hakim, I.I. (1991). *Paraprionospio pinnata* (Ehlers, 1901) (Polychaeta: Spionidae), kemungkinan pemanfaatannya sebagai hewan bioindikator. *Oseana*, 16(2), 21-34.
- Al-Tameemi, K. and Kabakli, R. (2020). *Ascaris Lumbricoides: Epidemiology, Diagnosis, Treatment, And Control. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 13(4), 8-11.
- Arisandi, P. (2001). Biomonitoring Parsipatif-Alternatif Pemantauan Kualitas Air Kali Surabaya. <http://www.ecoton.or.id/tulisanlengkap.php?id=1289>.
- Arnold, P.W., and Birtless, R.A. (1989). *Soft-sediment marine invertebrates of Southeast Asia and Australia: A guide to identification*. Australian Institute of Marine Science, Townsville.
- Aziz, A., Sugiarto, H., dan Supardi. (1991). Beberapa Catatan Mengenai Kehidupan Lili Laut. *Oseana*, XVI(3), 17-24.
- Balkan, I., Suyadi, dan Syaifudin, E.A. (2019). Identifikasi Spesies Nematoda Meloidogyne sp pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L) dan Seledri (*Apium graveolens* L) di Samarinda. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 1(2), 136-143.
- Barnes, R. D. (1974). *Invertebrate Zoology*, Third Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia.

- Biohumago.blogspot.com. (2012). *Animalia*. Dipetik April 13, 2014, dari biohumago.blogspot.com: http://biohumago.blogspot.com/2012_07_01_archive.html
- Biologigonz.blogspot.com. (2010). *Ophiuroidea*. Dipetik April 13, 2014, dari biologigonz.blogspot.com: <http://biologigonz.blogspot.com/>
- Biologipedia. (2010). *Kelas Scaphopoda*. Dipetik April 14, 2014, dari biologipedia.blogspot.com: <http://biologipedia.blogspot.com/2010/09/kelas-scaphopoda-juga-dikenal-dengan.html>
- Blogs.ucl.ac.uk. (2012). *Hyalonema sieboldi*. Dipetik April 10, 2014, dari <http://blogs.ucl.ac.uk/museums/files/2012/07/Root1.jpg>
- Bolotov, I.N., Klass, A.L., Konopleva, E.S., Bepalaya, Y.V., Govarov, M.Y., Kondakov, A.V., and Vikhrev, I.V. (2020). First freshwater mussel-associated piscicolid leech from East Asia. *Sci Rep.*, 10, (19854). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76854-0>.
- Budiyanto, A. dan Sugiarto, H. (1997). Catatan Mengenai Si Tangan Delapan (Gurita/Octopus Spp.). *Oseana*, XXII(3), 25 – 33.
- Cartwright, P., and Nawrocki, A.M. (2010). Character Evolution in Hydrozoa (phylum Cnidaria). *Symposium. Integrative and Comparative Biology*, 50(3), 456–472. doi:10.1093/icb/icq089.
- CSS Forum. (2006). *Canal System in Porifera*. Dipetik April 13, 2014, dari cssforum web site: <http://www.cssforum.com.pk/css-optional-subjects/group-d/zoology/14536-notes-zoology-2.html>
- Dance, S. P. (1992). *Shells*. Dorling Kindersley. London. New York. Stuttgart.
- Davey, K. (2000). *Life on Australian Seashores: Molluscs-Limpets*. Dipetik April 14, 2014, dari mesa web site: <http://www.mesa.edu.au/friends/seashores/limpets.html>.
- Dharma, B. (1988). *Siput dan Kerang Indonesia (Indonesian Shells)*, Sarana Graha, Jakarta.
- Encyclopedia Britannica. (2011). *Gastropoda*. Dipetik April 14, 2014, dari GlueIdeas.com: [132](http://gluedideas.com/Encyclopedia-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Britannica-Volume-10-Part-1-Game-Gun-Metal/Gastropoda.html

- Ezzahhidayati.blogspot.com. (2011). *Invertebrata*. Dipetik April 13, 2014, dari ezzahhidayati.blogspot.com: <http://ezzahhidayati.blogspot.com/2011/05/bab-iv-invertebrata.html>
- Fitriani, R., Ali, S.M., Khairil, Asiah, M.D., dan Huda, I. (2022). Spesies Malacostraca di Kawasan Hutan Mangrove Kuala Langsa Kota Langsa. *Jurnal Pendidikan Sains dan Biologi*, 09(1).
- Fogden, S., and Proctor, J. (1985). Notes on the Feeding of Land Leeches (*Haemadipsa zeylanica* Moore and *H. picta* Moore) in Gunung Mulu National Park, Sarawak. *Biotropia*, 17(2), 172 – 174. doi:10.2307/2388511
- Fox, R. (2001). *Invertebrata Zoologs. Leboratry Exercise*. [http://www.Lander edition/rsfor/310 porifera lab](http://www.Lander%20edition/rsfor/310%20porifera%20lab).
- Goldman, C.R., and Horne, A.J. (1983). *Limnology*. McGraw-Hill. International Book Company. London.
- Gosari, B.A.J. (2011). *Avertebrata Laut*. Dipetik Oktober 10, 2013 dari: [http://www.unhas.ac.id/lkpp/laut/Benny Buku Ajar.pdf](http://www.unhas.ac.id/lkpp/laut/Benny%20Buku%20Ajar.pdf).
- Harling, V.N.V. (2020). Analisis Volume Air Tawar yang Dihasilkan dari Variasi Jarak Antara Lensa pada Alat Penyulingan Air Laut. *Sosced*. Vol. 3. e-ISSN: 2721-9550
- Harvey, J. (2003, April 18). *Shield Limpet and Ribbed Limpet*. Dipetik April 14, 2014, dari John Harvey Photo Web site: <http://www.johnharveyphoto.com/BotanicalBeach/ShieldLimpetAndRibbedLimpet.html>
- Herbert, D.G., Jones, G.J. and Atkinson, L.J. (2018). *Phylum Mollusca* In: Atkinson, L.J. and Sink, K.J. (eds) *Field Guide to the Ofshore Marine Invertebrates of South Africa*, Malachite Marketing and Media, Pretoria, pp. 249-320.
- Holthuis, B. (1995). *Evolution between marine and freshwater habitats: a case study of the gastropod suborder Neritopsina*. Ph.D. thesis. USA: University of Washington.
- Hutabarat, S., and Evans, S.M. (2000). *Pengantar Oseanografi*, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.

- Indarto, A.D. (1994). Komunitas Spionidae (Polychaeta:Annelida) di Perairan Pantai Taman Impian Jaya Ancol, Teluk Jakarta. *Skripsi*. Departemen Biologi, FMIPA Universitas Indonesia. Depok.
- Indrawan, G.S. (2019). Aspek Biologi (Morfologi, Anatomi, Reproduksi, Habitat) Biota Laut Echinodermata. *Skripsi*. Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana. Bali.
- Indriyati, L. (2017). Inventarization of Parasite Nematodes in Plant, Animal, and Human. *Enviro Scienteeae*, 13(3), 195-207.
- Iqbal, S.M., and Jones, M.G.K., (2017). Nematodes. In Brian Thomas, Brian G. Murray and Denis J. Murphy (Editors in Chief), *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*, Vol 3, Waltham, MA: Academic Press, pp. 113–119.
- Iqrafia.blogspot.com. (2012). *Phylum Porifera*. Retrieved April 10, 2014, from iqrafia.blogspot.com: <http://iqrafia.blogspot.com/2012/04/porifera.html>.
- Irawan, H., dan Yandri, F. (2015). Studi Biologi dan Ekologi Hewan Filum Crustacea di Zona Litoral Pesisir Timur Pulau Bintan. *Dinamika Maritim*, 5(2), 37–38.
- Jamlean, Y.G., Bataragoa, N.E., dan Tombokan, J.L. (2018). Penangkapan Dan Hubungan Panjang-Berat Lobster Air Tawar *Cherax Quadricarinatus* Von Martens, 1868 Di Danau Tondano Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1), 85-97.
- Jasin, M. (1992). *Zoologi Invertebrata, untuk Perguruan Tinggi*, Sinar Wijaya, Surabaya.
- Jauhara, A. (2012). Struktur komunitas Polychaeta pada lima muara sungai di Teluk Jakarta. *Skripsi*. Departemen Biologi, FMIPA Universitas Indonesia. Depok.
- Jumariah, J.F., Agustina, N., dan Notowinarto. (2015). Struktur Komunitas Udang (Crustacea) di Sungai Teluk Sepaku, Kelurahan Pulau Buluh Kecamatan Bulang Kota Batam. *Simbiosis*, 4(2), 118-131.

- Kadir, W.A., Hamzah, S.N., and Nane, L. (2021). The abundance and distribution patterns of sea urchins in Botubarani waters, Tomini Bay, Indonesia. *Tomini Journal of Aquatic Science*, 2(1), 14–23.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan (2016). *Pedoman Pemeriksaan/Identifikasi Jenis Ikan Dilarang Terbatas (Kepiting Bakau/Scylla spp.)*. Pusat Karantina dan Keamanan Hayati Ikan. Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hayati Perikanan. hlm 271.
- Kerr, A. M. (2000, Desember 01). *Holothuroidea. Sea cucumbers.*. Dipetik April 13, 2014, dari <http://tolweb.org/>: <http://tolweb.org/Holothuroidea>.
- Kocot, K.M., Todt, C., Mikkelsen, N.T., Halanych, K.M. (2019). Phylogenomics of Aplacophora (Mollusca, Aculifera) and a solenogaster without a foot. *Proc. R. Soc. B* 286: 20190115. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2019.0115>
- Lincoln, R.J., & Sheals, J.G. (1979). *Invertebrate Animals Collection and Preservation*. British Museum (Natural History), and the Syndics of the Cambridge University Pres. London.
- Lestari, D.F., Fatimatuzzahra, dan Syukriah. (2021). Jenis-Jenis Gastropoda di Zona Intertidal Pantai Indrayanti Yogyakarta. *J. Sci. Appl. Tech.*, 5(1), 187-193.
- Lincoln, R.J., & Sheals, J.G. (1979). *Invertebrate Animals Collection and Preservation*. British Museum (Natural History), and the Syndics of the Cambridge University Pres. London.
- Lumowa, S.V.T. (2017). Arthropoda. Editor: Jantje Ngangi. Penerbit: De Rozarie. Surabaya.
- Marzuki, I. (2018). *Eksplorasi Spons Indonesia: Seputar Kepulauan Spermonde*. Editor, Alfian Noor, Ratna Surya Alwi, Erniati; – cet. I. Penerbit Nas Media Pustaka. Makasar.
- Mbihgo, S. (2019). Biodiversitas Identifikasi dan Jenis Kepiting Bakau (*Scylla spp.*) Pada Ekosistem Mangrove di Pulau Lombok. *Skripsi*. Jurusan Tadris IPA-Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Mataram. Mataram.

- Meglitsch, P.A. (1972). *Invertebrate Zoology*. Second Edition. Oxford University Press. New York.
- Meyer, M.C. (Juli 1940). A Revision of the Leeches (Piscicolidae) Living on Fresh-Water Fishes of North America. *Transactions of the American Microscopical Society*, 59(3), 354-376. doi:10.2307/3222552. JSTOR 3222552.
- Needham, J., & Needham, P. (1966). *a Guide to The Study of Fresh-Water Biology. Fifth Edition, Revised and enlarged*. San Francisco: Holden-day, Inc.
- Nontji, A. (1986). *Laut Nusantara*, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Noreña, C., Damborenea, C., and Brusa, F. (2015). Phylum Platyhelminthes. In: Thorp, J., Rogers, D.C. (Eds.), *Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*, Academic Press, 181–203.
- Nybakken, J.W. (1992). *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*, Terjemahan, PT. Gramedia, Jakarta.
- Oceguera, A., Leon, V., and Siddal, M. (2005). Phylogeny and revision of Erpobdelliformes (Annelida, Arhynchobdellida) from Mexico based on nuclear and mitochondrial gene sequences. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76(2), 191-198.
- Ohio Department of Natural Resources. (2014). *Chapter 6 Biology*. Dipetik April 12, 2014, dari <http://wildlife.ohiodnr.gov/portals/wildlife/pdfs/public%20areas/2nd%20Ed.%20Chapter%206%20Biology.pdf>
<http://wildlife.ohiodnr.gov/portals/wildlife/pdfs/public%20areas/2nd%20Ed.%20Chapter%206%20Biology.pdf>
- Pleijel, F. (n.d.). *Sycon ciliatum*. Retrieved April 10, 2014, from www.mugga.se: http://www.mugga.se/photo/667/sycon_ciliatum.
- Poinar, G. Jr. (2006). Nematoda (Roundworms). *Encyclopedia of Life Sciences & 2005*, John Wiley & Sons, Ltd. www.els.net. DOI: 10.1038/npg.els.0004132.
- Ponder, W. F. (1998). Classification of Mollusca in Beesley, P.L., G.J.B. Ross & A. Wells, (eds), *Mollusca: The Southern Synthesis, Fauna of Australia*, Vol. 5, CSIRO Publishing, Melbourne.

- Prastuti, O.P. (2017). Pengaruh Komposisi Air Laut dan Pasir Laut Sebagai Sumber Energi Listrik. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, Vol. 1 (1), 35-41. p-ISSN: 2579-8537, e-ISSN: 2579-9746.
- Pratiwi, R., dan Widyastuti, E. (2013). Pola Sebaran dan Zonasi Krustasea di Hutan Bakau Perairan Teluk Lampung. *Zoo Indonesia*, 22(1), 11-21.
- Protist Information Server. (2014). *Databases Digital Specimen Archives*. Dipetik April 12, 2014, dari Protist Information Server: <http://protist.i.hosei.ac.jp/>
- Purwati, P. (2005). Teripang Indonesia: Komposisi Jenis dan Sejarah Perikanan. *Oseana*, XXX(2), 11–18.
- Radiopoetra. (1996). *Zoology*, Penerbit Erlangga, Ciracas Jakarta.
- Rahayu, S.M., Wiryanto, dan Sunarto. (2017). Keanekaragaman Kepiting Biola di Kawasan Mangrovekabupaten Purworejo Jawa Tengah. *EnviroScienceteae*, 13(1), 69-78.
- Rizman-Idid, M., Farrah-Azwa, A.B., and Chong, V.C. (2016). Preliminary Taxonomic Survey and Molecular Documentation of Jellyfish Species (Cnidaria: Scyphozoa and Cubozoa) in Malaysia. *Zoological Studies*, 55(35). doi:10.6620/ZS.2016.55-35.
- Rosdarni dan Tjahyadi, A. (2021). Efektivitas Antibakteri *Aglaophenia cupressina* Lamoureux terhadap Bakteri Patogen. *BIOMA: JURNAL BIOLOGI MAKASSAR*, 6(1), 9-15.
- Rupert, E.E, & Barnes, R.D. (1994). *Invertebrate Zoology Sixth Edition*. USA: Saunders College Publishing.
- Ruppert, E.E., Fox, R.S and Barnes, R.D. (2004). *Invertebrate Zoology* (edisi 7th). Cengage Learning. hlm. 471–482.
- Sarwoedi.wordpress.com. (t.thn.). *Kelompok Hewan Tidak Bertulang Belakang*. Dipetik April 15, 2014, dari sarwoedi.wordpress.com: <http://sarwoedi.wordpress.com/sebar-ide/anatomi-tubuh-hewan/>
- Science Booth. (2014). *Porifera dan Coelenterata*. Dipetik April 13, 2014, dari Sciencebooth Web site: <http://sciencebooth.com/page/6/>

- Scrimgeour, G., Wicklum, D., and Pruss, S. (1998). Selection of an Aquatic Indicator Species to Monitor Organic Contaminants in Trophically Simple Lotic Food Webs. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 35, 565–572. <https://doi.org/10.1007/s002449900417>.
- Setiawan, R., Ula, F.A., Sijabat, S. F. (2019). Inventarisasi Spesies Bintang Mengular (Ophiuroidea) Di Pantai Bilik, Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Jurnal Kelautan*, 12(2), 192-200.
- Siagian, F. E. dan Maryanti, E. (2020). Anisakiasis pada Ikan Laut di Indonesia: Prevalensi, Sebaran dan Potensi Patogenitasnya pada Manusia. *Jurnal Ilmu Kedokteran*, 14(1), 8-20
- Siahainenia, L. (2009). Struktur Morfologis Kepiting Bakau (*Scylla paramamosain*). *Jurnal Triton*, 5(1), 11 – 21.
- Siddall, M.E. (1998). Glossiphoniidae. American Museum of Natural History. Diakses tanggal 1 Mei 2018.
- Sigwart, J. D. and Sumner-Rooney, L. H. (2016). *Chapter: 18: Mollusca: Caudofoveata, Monoplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda, Solenogastres*. In book: *Structure and Evolution of Invertebrate Nervous Systems* (pp.172-189). Publisher: Oxford University Press. Editors: Andreas Schmidt-Rhaesa, Steffen Harzsch, Günter Purschke.
- Sket, B., and Trontelj, P. (2008). Global diversity of leeches (Hirudinea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 129 – 137. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9010-8>
- Sumbangwawasan.blogspot.com. (2013). *Belajar Hewan Mollusca*. Dipetik April 15, 2014, dari sumbangwawasan web site: <http://sumbangwawasan.blogspot.com/2013/06/belajar-hewan-mollusca.html>
- Suwignyo, S., Widigda, B., Wardiatno, Y., dan Krisanti, M. (2005). *Avertebrata Air*, Jilid I dan II, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Umabaihi, A. (2022). Kelimpahan dan Keanekaragaman Echinidermata pada Ekosistem Lamun di Perairan Pantai Leato Selatan Kota Gorontalo. *Skripsi*. Jurusan Manajemen Sumber Daya

Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.

University of California Museum of Paleontology. (1999). *The Polyplacopora*. Dipetik April 14, 2014, dari www.ucmp.berkeley.edu:

<http://www.ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/polyplacopora.php>

University of California Museum of Paleontology. (2000). *The Scaphopoda*. Dipetik April 14, 2014, dari UCMP Web site: <http://www.ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/scaphopoda.php>

University of California Museum of Paleontology. (2001). *The Bivalvia*. Dipetik April 14, 2104, dari www.ucmp.berkeley.edu: <http://www.ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/bivalvia.php>.

University of California Museum of Paleontology. (n.d.). *Introduction to the Nematoda*. Retrieved April 15, 2014, from ucmp.berkeley.edu website:

<http://www.ucmp.berkeley.edu/phyla/ecdysozoa/nematoda.html>.

Waring, J.S., Maher, W.A., and Krikowa, F. (2006). Trace metal bioaccumulation in eight common coastal Australian Polychaeta. *Journal of Environment Monitoring*, 9(8), 1149-1157.

Wikipedia. (2012). Dipetik April 12, 2014, dari http://library.kiwix.org/wikipedia_pt_all_12_2012/A/Sporozoa.html#Ordem_1._Myxosporidia:

http://library.kiwix.org/wikipedia_pt_all_12_2012/A/Sporozoa.html#Ordem_1._Myxosporidia

Wikipedia. (2014). *Sea Urchin*. Dipetik April 13, 2014, dari en.wikipedia.org: http://en.wikipedia.org/wiki/Sea_urchin

Wikipedia. (2020). *Pseudobiceros bedfordi*. Dipetik 15 Juli 2020 dari https://en.wikipedia.org/wiki/Pseudobiceros_bedfordi#/media/File:Pseudobiceros_bedfordi.jpg.

- Wikipedia. (2020). *Planaria*. Dipetik 15 Juli 2020 dari <https://id.wikipedia.org/wiki/Planaria>.
- Winarni, I. (2011). *Filum Platyhelminthes*. Dipetik April 15, 2014, dari belajarterusbiologi.blogspot.com:
<http://belajarterusbiologi.blogspot.com/2011/03/filum-platyhelminthes.html>
- Winarni, I. (2011). *Mollusca*. Dipetik April 14, 2014, dari belajarterusbiologi.blogspot.com:
<http://belajarterusbiologi.blogspot.com/2011/04/molusca.html>
- www.cefax.org. (n.d.). *Aplacofora*. Retrieved April 15, 2014, from [cefax web site:
http://www.cefax.org/eso/Invertebrats/Moluscos/Aplacofor/html/image001.htm](http://www.cefax.org/eso/Invertebrats/Moluscos/Aplacofor/html/image001.htm)
- www.serc.si.edu. (n.d.). *Benthic Ecology*. Retrieved April 14, 2014, from www.serc.si.edu:
http://www.serc.si.edu/labs/benthic_ecology/images/Leucosolenia%20&%20Crisia.JPG.
- Yusron, E. (1985). Beberapa catatan mengenai cacing laut (Polychaeta). *Oseana*, 10(4), 122-127.

Mengenal lebih awal tentang seluk beluk dari Avertebrata Air ini sangatlah penting. Avertebrata dipahami sebagai kelompok hewan yang tidak bertulang belakang. Berbicara mengenai hewan tidak bertulang belakang sudah banyak diketahui di mana kelompok hewan ini ada yang hidup di darat dan di perairan. Avertebrata yang hidup di darat (kecuali Protozoa) mungkin lebih mudah dikenali daripada kelompok hewan yang hidupnya di air, karena dapat dilihat secara langsung tanpa perlu menggunakan alat bantu. Buku ini menitikberatkan pada kelompok hewan yang tidak bertulang belakang yang hidup di perairan yang dikenal dengan Avertebrata Air.

Banyak yang belum memahami bahwa organisme ataupun hewan laut tidak memiliki perwujudan seperti hewan yang ada di darat. Misalnya saja hewan karang yang masyarakat sering menyebutnya bunga karang. Hal ini tentu dapat menggiring opini bahwa karang ini adalah tumbuhan, sementara mereka adalah kelompok hewan. Dari segi ukuran, hewan avertebrata air dapat dijumpai mulai dari yang berukuran mikrometer sampai meter dan dari segi bentuk tubuhnya juga bervariasi yaitu dari bentuk sederhana sampai yang bentuknya kompleks. Buku ini berupaya menyajikan anggota dari avertebrata yang hidup di perairan yang disertai dengan contoh-contoh spesimen yang ditampilkan dalam gambar, baik gambar yang bersumber pada beberapa rujukan maupun gambar hasil penelitian yang dilakukan penulis.

Buku ini terdiri dari delapan bab di mana dalam BAB I menguraikan secara umum ruang lingkup, habitat sampai dengan tata cara pemberian nama organisme. Selanjutnya BAB II dan BAB III menyajikan kelompok avertebrata yang primitif yaitu Protozoa dan Porifera. BAB IV sampai BAB VII menyajikan anggota avertebrata yang multiseluler yaitu Filum Coelenterata, Filum Echinodermata, Filum Mollusca dan Filum Arthropoda. Sementara untuk BAB VIII khusus menyajikan kelompok cacing-cacingan yaitu Filum Platyhelminthes, Filum Nematoda dan Filum Annelida. Dalam setiap bab juga dijelaskan morfologi dan klasifikasi dari setiap anggota kelompok avertebrata air sampai peranannya bagi ekosistem maupun bagi kehidupan manusia. Urutan setiap bab dalam buku ini disusun secara sistematis, dengan tujuan untuk memudahkan pembaca dalam memahami persamaan dan perbedaan dari anggota pada setiap filum yang disajikan. Dalam BAB I disajikan pula tentang gambaran singkat mengenai perairan yang menjadi habitat dari avertebrata air. Lingkungan perairan akan mempengaruhi kehadiran maupun penampakan dari organisme itu sendiri. Misalnya saja pada Filum Mollusca dari kelompok yang sama akan menunjukkan penampilan yang berbeda bila hidup di lingkungan perairan yang berbeda. Beberapa kelompok avertebrata ada yang hanya ditemukan di perairan laut yaitu Filum Echinodermata. Beberapa bahkan memiliki kemiripan apabila dilihat secara sepintas, seperti anggota Filum Mollusca yang memiliki kemiripan dengan anggota Filum Platyhelminthes.

Kelompok hewan avertebrata terdiri dari beberapa filum dan setiap filumnya terdiri dari beberapa kelas, ordo, famili, genus dan spesies yang tentu saja akan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk dipahami jika tanpa disertai dengan contoh-contoh. Oleh karena itu buku ini dalam menyajikan setiap filum disertai dengan contoh-contoh gambar yang jelas dan menarik, sehingga mudah dipahami serta dapat membantu pembaca untuk membedakan organisme antarkelompoknya.

Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)

Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581
Telp/Fax : (0274) 4533427
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

✉ cs@deepublish.co.id
📘 Penerbit Deepublish
📧 @penerbitbuku_deepublish
🌐 www.penerbitdeepublish.com



Kategori : Ilmu Hewan/Zoologi

ISBN 978-623-02-6639-3



9 786230 266393