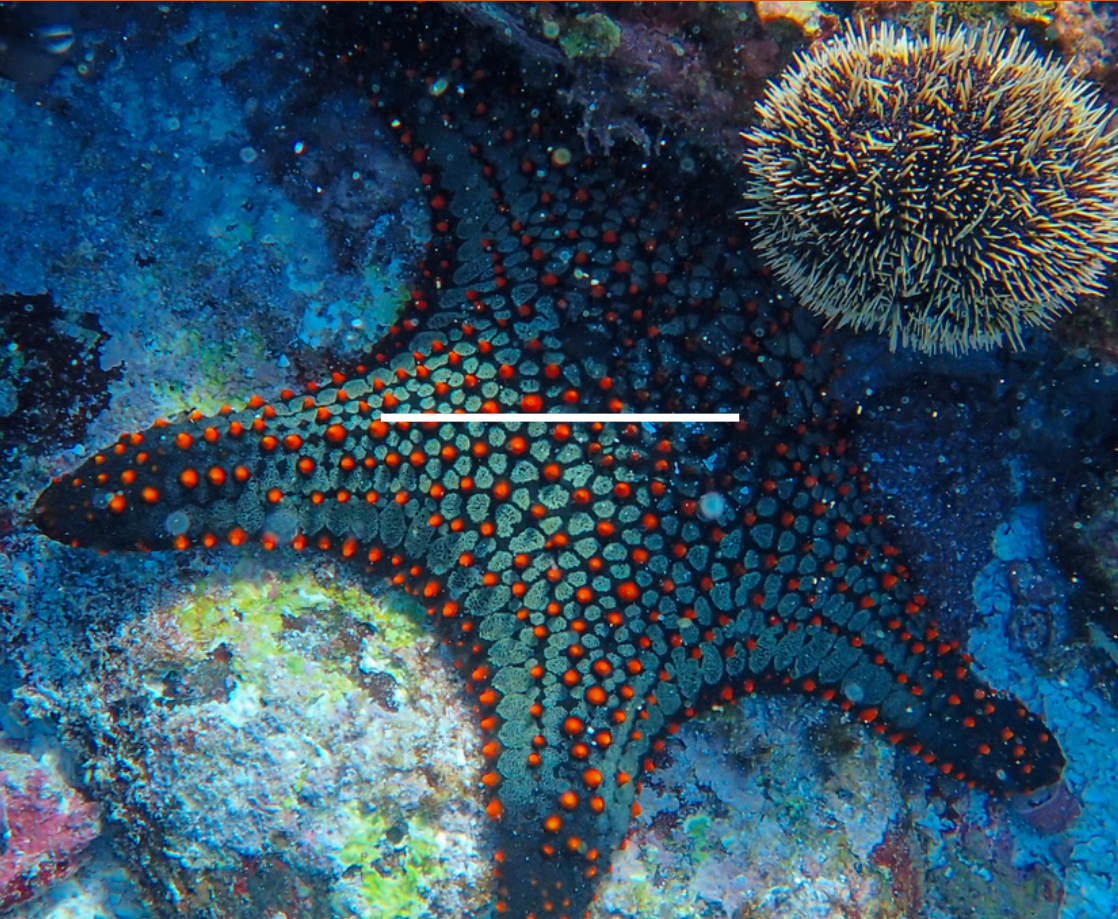


AVERTEBRATA AIR



PENULIS:

**Annisa Bias Cahyanurani, Putri Nurhanida Rizky, Nadisa Theresia Putri,
Nur Maulida Safitri, Muhammad Faizal Fathurrohman, Suharno Zen,
Atika Marisa Halim, Abdullah Muamar,**

AVERTEBRATA AIR

Annisa Bias Cahyanurani

Putri Nurhanida Rizky

Nadisa Theresia Putri

Nur Maulida Safitri

Muhammad Faizal Fathurrohlim

Suharno Zen

Atika Marisa Halim

Abdullah Muamar



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

AVERTEBRATA AIR

Penulis:

Annisa Bias Cahyanurani
Putri Nurhanida Rizky
Nadisa Theresia Putri
Nur Maulida Safitri
Muhammad Faizal Fathurrohim
Suharno Zen
Atika Marisa Halim
Abdullah Muamar

ISBN: 978-623-198-119-6

Editor: Mila Sari, M.Si.

Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

Penyunting: Yuliatr Novita, M.Hum.

Desain Sampul dan Tata Letak: Atyka Trianisa, S.Pd.

Penerbit: PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi: Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah
Padang Sumatera Barat

website: www.globaleksekutifteknologi.co.id
email: globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan Pertama, Februari 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan rahmat Allah SWT, atas berkah hidayah dan ridho-NYA yang telah memberikan kekuatan kepada penulis sehingga buku dengan judul Avertebrata Air. Avertebrata air adalah kelompok hewan yang tidak memiliki tulang belakang yang dapat ditemukan dalam perairan baik itu perairan tawar hingga perairan laut. Studi ini mempelajari mulai dari klasifikasi, ciri umum, morfologi (struktur/bentuk luar), anatomi, fisiologi (proses-proses yang terjadi dalam tubuh organisme) meliputi sistem pernafasan, sistem ekskresi, sistem pencernaan, sistem reproduksi dan lain – lain yang berkaitan dengan fungsi – fungsi semua organ tubuh hewan, ekologi hingga peranan avertebrata air dalam perairan serta nilai ekonomisnya dalam bidang kelautan dan perikanan.

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah berperan aktif dalam membantu menyusun dan menerbitkan buku ini, kepada editor, korektor, dan penerbit tanpa bantuan mereka sulit rasanya buku ini sampai ke tangan pembaca. Terakhir, sebagai karya manusia biasa penulis menyadari karya ini masih kurang dari kesempurnaan. Oleh karenanya kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari para pembaca yang budiman. Diatas segalanya dan dengan penuh kerendahan hati, buku ini penulis hantarkan ke hadapan para pembaca. Dengan harapan semoga bermanfaat adanya.

Padang, Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	v
BAB 1 RUANG LINGKUP AVERTEBRATA AIR	
1.1 Pengertian.....	1
1.2 Ruang Lingkup.....	2
1.3 Klasifikasi	3
1.4 Beberapa Filum pada Avertebrata Air.....	9
1.4.1 Filum Protozoa.....	9
1.4.2 Filum Porifera	10
1.4.3 Filum Cnidaria (Coelenterata)	10
1.4.4 Filum Ctenophora.....	11
1.4.5 Filum Platyhelminthes.....	11
1.4.6 Filum Nemanthelminthes (Nematoda)	12
1.4.7 Filum Mollusca.....	12
1.4.8 Filum Annelida.....	13
1.4.9 Filum Arthropoda.....	13
1.4.10 Filum Rotifera	14
1.4.11 Filum Echinodermata	14
1.5 Peranan Avertebrata Air.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	17
BAB 2 AVERTEBRATA AIR SEBAGAI BIOINDIKATOR	
2.1 Pendahuluan.....	19
2.2 Bioindikator	20
2.3 Macam – macam bioindikator.....	22
2.4 Bioindikator perairan	22
2.4.1 Arthropoda.....	23
2.4.2 Molusca	23
2.4.3 Zooplankton	25
2.4.4 Platyhelminthes	26
2.4.5 Echinodhermata.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
BAB 3 PROTOZOA	
3.1 Pengertian Protozoa.....	31
3.2 Habitat Protozoa.....	31
3.3 Morfologi Protozoa	32
3.4 Perkembangbiakan Protozoa	40

3.5 Fisiologi Protozoa	41
3.6 Peran Protozoa Daam Ekosistem Akuatik	43
DAFTAR PUSTAKA	44
BAB 4 FILUM PORIFERA	
4.1 Karakteristik Secara Umum	47
4.2 Morfologi dan Anatomi	47
4.3 Fisiologi	53
4.4 Reproduksi dan Regenerasi	54
4.5 Keanekaragaman dan Hubungan Ekologis	55
4.6 Jenis-Jenis Sel	56
4.7 Klasifikasi	58
4.7.1 Kelas Calcarea (Calcispongiae)	58
4.7.2 Kelas Demospongiae	58
4.7.3 Kelas Hexactinellida (Hyalospongiae)	60
4.7.4 Kelas Sclerospongiae	61
4.8 Simbion Spons	61
DAFTAR PUSTAKA	63
BAB 5 FILUM PLATYHELMINTHES	
5.1 Pendahuluan	65
5.2 Ciri – Ciri Platyhelminthes	66
5.2.1 Multiseluler	66
5.2.2 Simetris Bilateral	67
5.2.3 Tribloblastik	67
5.2.4 Habitat di Air	67
5.2.5 Sistem Organ	67
5.2.6 Sistem Saraf	68
5.2.7 Sistem Pernapasan	68
5.3 Struktur Morfologi Platyhelminthes	68
5.4 Reproduksi Platyhelminthes	69
5.5 Klasifikasi Platyhelminthes	70
5.5.1 Turbellaria	70
5.5.2 Monogenea	73
5.5.3 Trematoda	74
5.5.4 Cestoda	77
5.6 Parasitologi Platyhelminthes	80
DAFTAR PUSTAKA	81
BAB 6 FILUM NEMATHELMINTHES	
6.1 Pengertian	83
6.2 Morfologi	83
6.3 Cara Hidup dan Habitat	84

6.4 Sistem Organ	85
6.4.1 Sistem Pencernaan.....	85
6.4.2. Sistem Pernafasan.....	85
6.4.3. Sistem Peredaran Darah.....	86
6.4.4. Sistem Persarafan	86
6.4.5. Sistem Ekskresi	87
6.4.6. Sistem Reproduksi.....	87
6.4.7. Sistem gerak.....	88
6.5 Klasifikasi Nemathelminthes/ Aschelminthes.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	111
BAB 7 FILUM ROTIFERA	
7.1 Deskripsi dan Morfologi.....	113
7.2 Siklus Reproduksi Rotifera	122
DAFTAR PUSTAKA.....	126
BAB 8 FILUM ECHINODERMATA	
8.1 Pendahuluan.....	129
8.2 Klasifikasi Filum Echinodermata.....	132
8.2.1 Kelas Asteroidea (Bintang Laut).....	133
8.2.2 Kelas Echinoidea (Bulu Babi).....	138
8.2.3 Kelas Ophiuroidea (Bintang mengular)	141
8.2.4 Kelas Crinoidea (Lili laut).....	144
8.2.5 Klasifikasi Holothuroidea (Timun laut/Teripang)	147
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Simetri radiata dan bilateral	5
Gambar 1.2. Perbandingan perkembangan awal pada Protostomia dan Deuterostomia	6
Gambar 1.3. a) Diploblastik (dengan dua lapisan embrional, ektoderm dan endoderm) b) Triploblastik aselomata (tidak terdapat rongga tubuh antara saluran pencernaan dan dinding tubuh bagian luar c) Triploblastik pseudoselomata (rongga tubuh bersifat semu, hanya sebagian rongga tubuh yang dilapisi oleh jaringan yang diturunkan dari mesoderm d) Triploblastik selomata (memiliki rongga tubuh sejati dan seluruhnya dilapisi oleh jaringan yang diturunkan dari mesoderm)	8
Gambar 1.4. Pohon Filogeni Hewan. Filum avertebrata air yang akan dibahas terdapat pada kolom biru, meliputi filum Protozoa, Porifera, Cnidaria (Coelenterata), Ctenophora, Platyhelminthes, Nemanthelminthes (Nematoda), Rotifera, Mollusca, Annelida, Arthropoda dan Echinodermata	9
Gambar 2.1. Perbandingan toleransi lingkungan dari (a) bioindikator, (b) spesies langka, dan (c) spesies ubiquitous	22
Gambar 2.2. Siklus hidup monogenoids	28
Gambar 3.1. Trichodina sp.	35
Gambar 3.2. Ichtyophthirius multifiliis	36
Gambar 3.3. Epistylis sp.	37
Gambar 3.4. Oodinium sp.	37
Gambar 3.5. Paramecium	38

Gambar 3.6. Amoeba	39
Gambar 3.7. Euglena.....	40
Gambar 4.1. Beberapa bentuk tubuh porifera	48
Gambar 4.2. Bagian tubuh porifera secara umum.....	49
Gambar 4.3. Bentuk spikula dari beberapa kelas porifera.....	51
Gambar 4.4. Sistem aliran air porifera	53
Gambar 4.5. Bagian kanal yang menunjukkan struktur dan arah seluler aliran air dalam penjebakan makanan oleh sel spons.....	56
Gambar 4.6. Clathrina sp.	58
Gambar 4.7. Contoh Demospongiae. (a) Pseudoceratina crassa; (b) Ectyplasia ferox; (c) Ophiothrix suensoni.....	59
Gambar 5.1 Planaria sp.	67
Gambar 5.2. Struktur Morfologi Platyhelminthes.....	70
Gambar 5.3. Organ reproduksi Platyhelminthes	70
Gambar 5.4. Pseudoceros dimidiatus	72
Gambar 5.5. Gyrodactylus, parasit pada perairan	75
Gambar 5.6. Schistosoma japonicum	76
Gambar 5.7. Siklus hidup Schistosoma	78
Gambar 5.8. Taenia saginata	80
Gambar 6.1. Lapisan triploblastic	84
Gambar 6.2. Kutikula	84
Gambar 6.3. kutikula.....	85
Gambar 6.4. Sistem syaraf	86
Gambar 6.5. Sistem reproduksi.....	88
Gambar 6.6. Chromadora sp	90
Gambar 6.7. Wilsonema	90
Gambar 6.8. Enoplus	91
Gambar 6.9. Nygolaimus	91
Gambar 6.10. Dorylaimus sp.....	92
Gambar 6.11. Phasmid	93
Gambar 6.12. Araeolaimus sp.	93

Gambar 6.13. <i>Rhabdias bufonis</i>	94
Gambar 6.14. <i>Diplogaster</i>	94
Gambar 6.15. <i>Strongylus vulgaris</i>	95
Gambar 6.16. <i>Ascaris lumbricoides</i>	96
Gambar 6.17. <i>Spirura talpae</i>	97
Gambar 6.18. <i>Mermithonema entomophilum</i>	98
Gambar 6.19. <i>Monhystera</i> sp	99
Gambar 6.20. <i>Demoscolex</i> sp	99
Gambar 6.21. <i>Macrostomum lignano</i>	100
Gambar 6.23. <i>Oxyuris vermicularis</i>	101
Gambar 6.24. <i>Dracunculus medinensis</i>	102
Gambar 6.25. <i>Wuchereria bancrofti</i> , <i>Brugia malayi</i> dan <i>B. timori</i>	104
Gambar 6.26. <i>Trichuris trichiura</i>	105
Gambar 6.27. <i>Diectophyme renale</i>	106
Gambar 6.28. <i>Trichinella spiralis</i>	108
Gambar 6.29. <i>Meloidogyne incognita</i>	109
Gambar 7.1. <i>Species Brachionus</i> sp.	114
Gambar 7.2. Morfologi Rotifera	116
Gambar 7.3. a. Morfologi <i>Nibelia bipes</i> dengan Rotifera (tanda panah); b. Tampak ventral rotifera jantan (H, kepala; N, leher; T, badan; F, kaki); c. Populasi Rotifera yang Menempel pada Inang; d. Tampak ventral kepala rotifer jantan (c, corona; g, organ perut); e. Bagian perut yang mengandung rostrum (ro), silia (t) dan mulut.....	118
Gambar 7.4. Contoh spesies bdelloid: A) <i>Adineta vaga</i> , B) <i>Habrotrocha gracilis</i> , C) <i>Philodina vorax</i> ; a, antena punggung; g, usus; gv, germovitellaria; m, mastax; r, mimbar; s, ekor; t, trochi; skala, 50 μ m.	120

Gambar 7.5. Morfologi dan Anatomi rotifer monogononta, <i>Brachionus rubens</i> tampak bagian dorsal.	122
Gambar 7.6. Siklus Hidup Rotifera	125
Gambar 8.1. Struktur Filum Echinodermata	129
Gambar 8.2. Morfologi Asteroidea. C (Madreporite), D (Ambulaclar groove), E (Digestive gland), F (Ring canal), A (radial canal), B Ampula, G (stomach)	135
Gambar 8.2. Anatomi <i>Asterias rubens</i>	136
Gambar 8.3. Morfologi Echinoidea	139
Gambar 8.4. Morfologi Ophiuroidea	142
Gambar 8.5. Morfologi Crinoidea	145
Gambar 8.6. Morfologi Holothuroidea	148

BAB 1

RUANG LINGKUP AVERTEBRATA AIR

Oleh Annisa Bias Cahyanurani

1.1 Pengertian

Avertebrata air adalah kelompok hewan yang tidak memiliki tulang belakang yang dapat ditemukan dalam perairan baik itu perairan tawar hingga perairan laut. Menurut Bouchard (2004), avertebrata air dapat ditemukan pada berbagai habitat mulai dari kolam kecil, danau yang luas hingga sungai yang besar, beberapa avertebrata air bahkan mampu hidup pada kondisi perairan yang ekstrim, seperti perairan dengan kadar garam yang sangat tinggi, kolam yang mengandung minyak bumi, laguna tempat pengolahan limbah pabrik hingga sumber mata air panas.

Dalam badan air, avertebrata air menempati berbagai habitat. Pada perairan yang tenang (perairan lentik), avertebrata air ditemukan hidup pada dasar danau, berada di sekitar vegetasi dan pada perairan terbuka. Sementara itu, pada perairan yang mengalir (perairan lotik) avertebrata dapat ditemukan di bawah permukaan bebatuan, tersembunyi dalam pasir dan sedimen atau di permukaan batuan serta daun. Avertebrata memiliki persebaran yang luas dan merupakan

bagian dari kingdom hewan yang memiliki persentase 95% dari semua jenis hewan yang telah berhasil diidentifikasi.

Avertebrata air memiliki peranan yang sangat penting dalam perairan, salah satunya adalah sebagai bioindikator, hal ini dikarenakan setiap spesiesnya memiliki toleransi yang berbeda-beda pada setiap kondisi lingkungan dengan polutan yang berbeda selain itu avertebrata air merupakan hewan yang hidup relatif menetap di perairan dalam jangka waktu yang lama sehingga memungkinkan untuk digunakan menilai status atau kualitas suatu perairan.

1.2 Ruang Lingkup

Ruang lingkup studi terkait avertebrata air mencakup organisme perairan (akuatik) yang tidak memiliki tulang belakang (*vertebrae*). Studi ini mempelajari mulai dari klasifikasi, ciri umum, morfologi (struktur/bentuk luar), anatomi, fisiologi (proses-proses yang terjadi dalam tubuh organisme) meliputi sistem pernafasan, sistem ekskresi, sistem pencernaan, sistem reproduksi dan lain – lain yang berkaitan dengan fungsi – fungsi semua organ tubuh hewan, ekologi hingga peranan avertebrata air dalam perairan serta nilai ekonomisnya dalam bidang kelautan dan perikanan.

Dalam avertebrata air dengan keanekaragaman yang tinggi pengelompokan hewan dilakukan dan disusun berdasarkan persamaan dan perbedaan. Klasifikasi hewan avertebrata air terbagi menjadi beberapa filum seperti porifera, cnidaria, rotifera, coelenterata dan lain-lain.

1.3 Klasifikasi

Klasifikasi hewan merupakan penggolongan hewan berdasarkan karakteristik tertentu. Karakteristik tersebut meliputi jumlah jumlah sel, lapisan lembaga (*germ layer*), saluran pencernaan, rongga tubuh (*coelom*), metamerisme atau segmentasi, rangka (*skeleton*), embelin (*appendages*), dan simetri tubuh (Harmanto *et al.*, 2017). Menurut Kotpal (2012), kingdom hewan dapat dikelompokkan menjadi dua berdasarkan jumlah sel penyusun tubuhnya, yaitu Protozoa dan Metazoa. Protozoa adalah seluruh hewan yang hanya terdiri dari satu sel atau biasa dideskripsikan sebagai hewan protista eukariotik uniseluler (kelompok invertebrate paling sederhana). Sementara itu metazoa merupakan organisme yang memiliki banyak sel serta telah memiliki spesialisasi fungsi kerja sel-sel

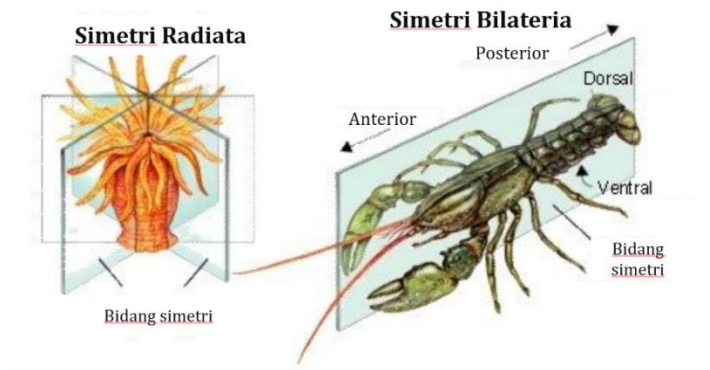
Sub kingdom metazoa selanjutnya dibagi menjadi 3 cabang berdasarkan organisasi sel penyusun jaringan atau lapisan dan sistem pencernaannya. Menurut Suwignyo *et al.* (2005), sub kingdom metazoa yaitu:

1. Parazoa: kelompok hewan dimana sel tersusun seperti lapisan, namun belum membentuk jaringan (belum terdeferensiasi membentuk jaringan sejati. Parazoa memiliki tubuh berlubang-lubang (berpori) dengan satu hingga banyak rongga internal yang dilapisi koanosit, tidak mempunyai mulut maupun rongga pencernaan. Yang termasuk dalam kelompok parazoa yaitu filum porifera.
2. Mesozoa: kelompok hewan yang telah memiliki struktur stereoblastula yang terdiri dari lapisan permukaan sel somatik dan sel reproduksi. Pada mesozoa, pembagian

kerja sel-sel agak jelas, yaitu beberapa sel di bagian tubuh berfungsi untuk reproduksi dan dibungkus oleh beberapa sel eksternal berfungsi untuk pencernaan. Yang termasuk dalam kelompok mesozoa yaitu filum mesozoa.

3. Eumetazoa: kelompok hewan dimana sel tersusun dalam bentuk organ atau jaringan sejati. Sistem pencernaan umumnya terdiri atas mulut dan saluran pencernaan. Semua filum hewan termasuk Eumetazoa, antara lain cnidaria, ctenophora, platyhelminthes, dan lain-lain kecuali porifera dan mesozoa.

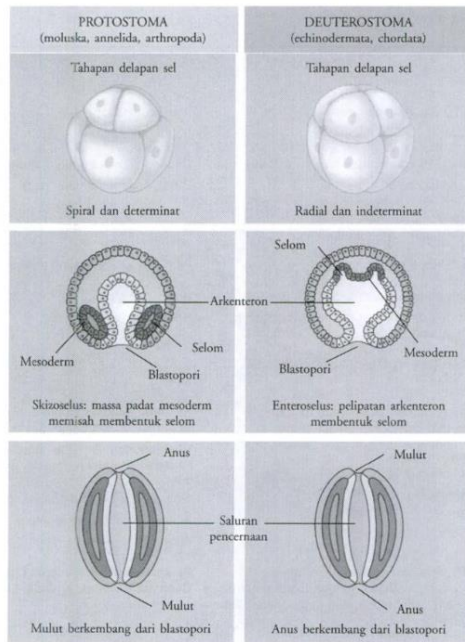
Kelompok eumetazoa ini selanjutnya dibedakan berdasarkan simetri tubuhnya, yaitu radiata dan bilateria (Gambar 1). Radiata memiliki bentuk tubuh dengan simetri radial dan biradial dimana kelompok hewan ini tubuhnya dapat dibagi menjadi beberapa bagian secara melingkar (melalui jari-jari) sehingga hewan radiata hanya memiliki bagian atas dan bagian bawah. Hewan radiata tidak memiliki sistem organ sejati dan bersifat diploblastik. Sementara itu bilateria memiliki bentuk tubuh dengan simetri bilateral (dimana bagian tubuh hewan tersebut dapat dibagi menjadi dua bagian yang sama seperti halnya bayangan pada cermin, sehingga masing-masing bagian memiliki bagian dorsal (atas), bagian ventral (bawah), bagian anterior (kepala) dan posterior (ekor). Bilateria bersifat triploblastik, memiliki sistem organ dengan saluran pencernaan yang telah dilengkapi dengan anus, serta memiliki rongga tubuh (Brooker *et al.*, 2014).



Gambar 1.1. Simetri radiata dan bilateral

Menurut Rastogi dan Kishore (1997), kelompok Eumatozoa yang termasuk dalam bilateria selanjutnya dibagi menjadi dua berdasarkan pembentukan mulut pertama atau anus yaitu Protostomia dan Deuterostomia.

1. Protostomia, yaitu mulut berasal dari blastopore di ujung anterior dan anus muncul kemudian untuk melengkapi saluran pencernaan (mulut pertama).
2. Deuterostomia, yaitu blastopore berkembang dan berfungsi menjadi anus dan rongganya akan membentuk saluran pencernaan, sementara pembentukan rongga yang berkelanjutan akan membentuk lubang kedua yang akan menjadi mulut. Sehingga Deuterostomia lebih dikenal sebagai mulut kedua.



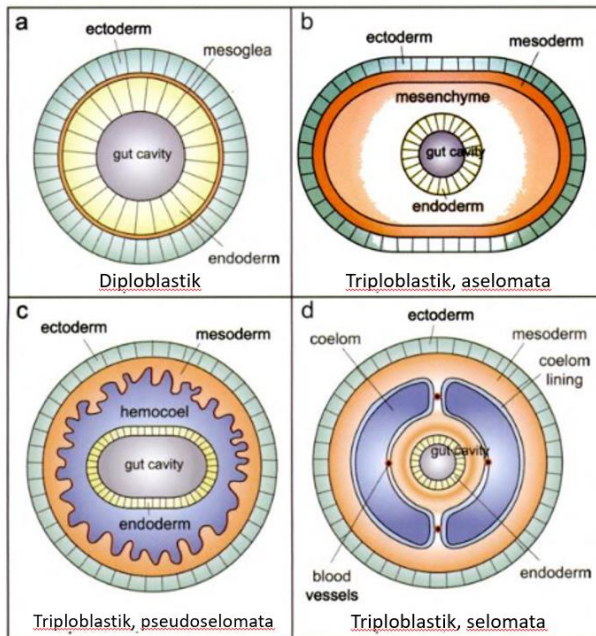
Gambar 1.2. Perbandingan perkembangan awal pada Protostomia dan Deuterostomia
Sumber : Campbell *et al.* (2003)

Perkembangan embrio pada kelompok eumetazoa melalui tahap-tahap tertentu. Pada saat perkembangan embrio akan terbentuk lapisan embrional, lapisan ini nantinya yang akan berdeferensiasi membentuk jaringan atau organ tubuh tertentu. Berdasarkan lapisan embrional yang dimiliki, kelompok eumetazoa dibagi menjadi dua yaitu hewan diploblastik dan hewan triploblastik. Hewan diploblastik adalah hewan yang hanya memiliki dua lapisan embrional yaitu lapisan luar (ektoderm) dan lapisan dalam (endoderm). Contoh hewan diploblastik adalah filum Cnidaria dan Ctenophora.

Sementara itu hewan triploblastik memiliki lapisan di antara lapisan ektoderm dan lapisan endoderm, yaitu lapisan mesoderm, sehingga hewan triploblastik memiliki tiga lapisan embrional. Contoh hewan triploblastik antara lain filum Annelida, Mollusca, Platyhelminthes dan lain-lain (Purnama, 2021; Fedonkin *et al.*, 2007).

Menurut Campbell *et al.* (2003), hewan triploblastik selanjutnya dibagi menjadi tiga subdivisi berdasarkan keberadaan rongga tubuhnya, yaitu aselomata, pseudoselomata dan selomata.

1. Aselomata merupakan kelompok hewan yang tidak memiliki rongga tubuh. Ruang antara jaringan tubuh dan saluran pencernaan diisi oleh bagian mesenkim.
2. Pseudoselomata merupakan kelompok hewan yang memiliki rongga dalam tubuhnya akan tetapi rongga tersebut tidak seluruhnya dibatasi oleh mesoderm (rongga tubuh semu), tetapi bisa diantara keduanya yaitu mesoderm dan endoderm.
3. Selomata merupakan kelompok hewan yang telah memiliki rongga tubuh sejati yang berisi cairan serta dibatasi dengan jaringan dari mesoderm.

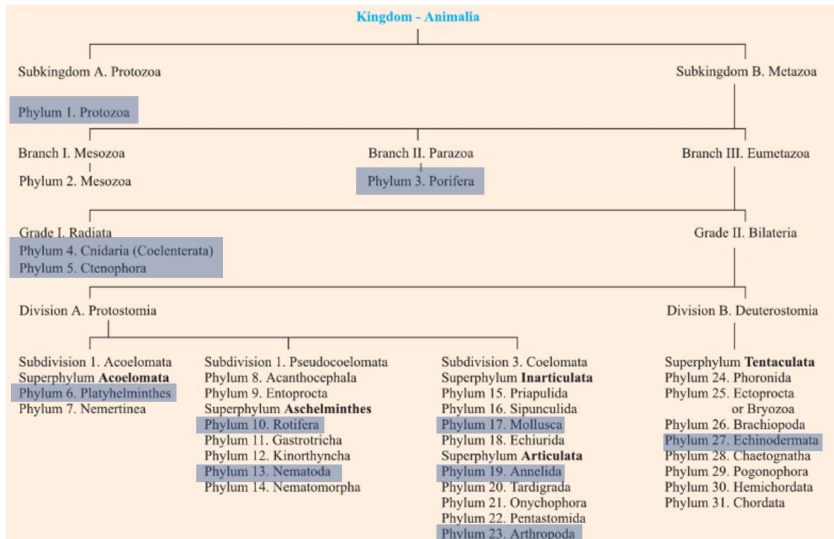


Gambar 1.3. a) Diploblastik (dengan dua lapisan embrional, ektoderm dan endoderm) b) Triploblastik aselomata (tidak terdapat rongga tubuh antara saluran pencernaan dan dinding tubuh bagian luar c) Triploblastik pseudoselomata (rongga tubuh bersifat semu, hanya sebagian rongga tubuh yang dilapisi oleh jaringan yang diturunkan dari mesoderm d) Triploblastik selomata (memiliki rongga tubuh sejati dan seluruhnya dilapisi oleh jaringan yang diturunkan dari mesoderm)

Sumber : Fedonkin *et al.* (2007); Campbell *et al.* (2003)

Berdasarkan kriteria yang telah dibahas sebelumnya, maka kingdom animalia tidak lagi dibedakan berdasarkan ada tidaknya tulang belakang saja, akan tetapi dilihat berdasarkan simetri tubuh, jaringan dasar dan rongga tubuh, sehingga apabila digambarkan klasifikasi hewan dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini. Menurut Margulis (1988) dalam

Yanuhar (2018), bahwa pada kelompok avertebrata dikelompokkan menjadi 32 filum, dimana pada buku ini akan dibahas 11 filum.



Gambar 1.4. Pohon Filogeni Hewan. Filum avertebrata air yang akan dibahas terdapat pada kolom biru, meliputi filum Protozoa, Porifera, Cnidaria (Coelenterata), Ctenophora, Platyhelminthes, Nemanthelminthes (Nematoda), Rotifera, Mollusca, Annelida, Arthropoda dan Echinodermata
Sumber : Jordan dan Verma (2001)

1.4 Beberapa Filum pada Avertebrata Air

1.4.1 Filum Protozoa

Filum Protozoa merupakan kelompok avertebrata air yang paling sederhana. Filum ini masuk golongan protista mirip hewan dan hanya memiliki sel tunggal. Protozoa umumnya dapat hidup bebas, mampu hidup secara soliter atau berkoloni serta biasa ditemukan di air laut, air tawar, tanah bahkan di dalam tubuh organisme lain. Protozoa bergerak

dengan menggunakan alat gerak berupa bulu getar (cilia), bulu cambuk (flagela) atau kaki semu. Menurut Yanuhar (2018), protozoa dibagi ke dalam 4 kelas berdasarkan alat geraknya, yaitu kelas Ciliata (infusoria), kelas Rhizopoda atau Sarcodina, kelas Flagellata (mastigophora) dan kelas Sporozoa.

1.4.2 Filum Porifera

Filum Porifera termasuk dalam kelompok metazoa yang paling sederhana karena tidak memiliki jaringan sejati. Porifera memiliki ciri umum dimana tubuhnya memiliki pori seperti spons atau busa sehingga sering disebut hewan spons. Porifera memiliki ukuran dan bentuk yang beragam dimana umumnya berbentuk tidak beraturan atau asimetri serta beberapa ada yang simetri radial. Porifera tersusun atas lapisan luar berupa sel epidermis dan lapisan dalam tersusun atas sel-sel koanosit. Tubuh Porifera juga didukung oleh kerangka spikula (berasal dari zat kapur atau silikat) dan serat organik agar dapat berdiri tegak. Sebagian besar porifera dapat ditemukan di perairan laut, dan beberapa hidup di air tawar. Porifera dibedakan menjadi 3 berdasarkan penyusun kerangka tubuhnya, yaitu Calcarea (Calsispongiae), Hexactinellida (Hyalospongiae) dan Demospongiae (Siagian, 2020; Astuti, 2007).

1.4.3 Filum Cnidaria (Coelenterata)

Filum Cnidaria (Coelenterata) berasal dari bahasa Yunani yaitu *coelenteron* yang berarti rongga. Cnidaria memiliki rongga tubuh yang berfungsi sebagai alat untuk mengeluarkan sisa makanan. Pada bagian tubuh bagian atas, hewan ini memiliki mulut yang dikelilingi oleh tentakel dimana

permukaan tentakel terdapat sel-sel knidosit yang mengandung sel penyengat (nematosit). Cnidaria hidup di perairan tawar atau laut, serta mampu hidup secara soliter atau berkoloni. Hewan ini dapat hidup menetap (sesil) atau berenang bebas. Filum ini dibagi menjadi 3 kelas berdasarkan bentuk yang dominan dalam siklus hidupnya, yaitu Hydrozoa, Scyphozoa dan Anthozoa (Wahono, 2010)

1.4.4 Filum Ctenophora

Filum Ctenophora merupakan kelompok hewan yang berenang bebas atau biasa dikenal dengan nama ubur-ubur sisir. Hewan ini memiliki bentuk tubuh simetri biradial. Ctenophora menangkap mangsa dengan menggunakan tentakel berjumlah sepasang yang memiliki sel-sel perekat (koloblas atau sel lasso). Hewan ini menggunakan cilia sebagai alat gerak serta memiliki tubuh yang transparan. Ctenophora hidup di perairan laut dan berenang bebas. Filum Ctenophora dibagi ke dalam 2 kelas yaitu Tentacula dan Nuda (Lumenta, 2017).

1.4.5 Filum Platyhelminthes

Filum Platyhelminthes berasal dari bahasa Yunani (*platy* = pipih, *helminthes* = cacing) atau disebut juga dengan istilah cacing pipih. Platyhelminthes tidak memiliki rongga tubuh (aselomata), bersifat simetri bilateral, dapat hidup di sungai, danau, laut atau sebagai parasit pada tubuh inang. Filum ini merupakan hewan triploblastik, memiliki sistem pencernaan gastrovaskuler, bersifat hermafrodit, serta mampu bereproduksi secara seksual dan aseksual. Filum ini memiliki sistem saraf tangga tali. Filum Platyhelminthes dibagi menjadi

3 kelas, yaitu Turbellaria (cacing rambut getar), Cestoda (cacing pita) dan Trematoda (cacing isap) (Nurhadi dan Yanti, 2018).

1.4.6 Filum Nemanthelminthes (Nematoda)

Filum Nematoda dikenal dengan sebutan cacing gilig. Filum ini merupakan hewan triploblastik dengan rongga tubuh yang semu (pseudoselomata) dan tidak memiliki segmen. Nematoda dapat ditemukan pada perairan laut, payau, tawar maupun di tanah. Nematoda telah memiliki saluran pencernaan yang lengkap mulai dari mulut hingga anus serta memiliki cairan pada rongga tubuh yang berfungsi sebagai sistem peredaran darahnya. Filum nematoda dibagi menjadi 3 kelas, yaitu kelas Chromadorea, Dorylaimea dan Enoplea (Setiyanto *et al.*, 2022).

1.4.7 Filum Mollusca

Filum Mollusca adalah sekelompok hewan bertubuh lunak dan berlendir serta tidak beruas-ruas. Mollusca merupakan hewan triploblastik selomata yang hidup di perairan tawar, payau serta laut. Bentuk tubuh mollusca bervariasi, memiliki simetri bilateral, serta ada yang memiliki cangkang dan ada yang tidak. Kelompok hewan ini telah memiliki sistem organ yang lengkap dengan peredaran darah terbuka serta alat ekskresi berupa ginjal nefridia. Filum mollusca dibagi menjadi 5 kelas, yaitu Pelecypoda (Bivalvia), Cephalopoda, Gastropoda, Polyplacophora dan Scaphopoda (Maya dan Nurhidayah, 2020).

1.4.8 Filum Annelida

Filum Annelida berasal dari bahasa latin, yaitu annulus (cincin kecil) dan oidus (bentuk) sehingga diartikan sebagai cacing yang memiliki tubuh bersegmen menyerupai cincin atau gelang (cacing gelang). Annelida termasuk hewan triploblastik selomata, simetri bilatera serta permukaan tubuh yang dilapisi oleh kutikula. Annelida telah memiliki sistem peredaran darah tertutup dan sistem pencernaan yang lengkap dengan sistem saraf tangga tali. Sistem ekskresi berupa nefridia dengan sistem reproduksi secara asexual dan seksual. Pada umumnya Annelida dapat ditemukan hidup bebas di perairan tawar, payau dan juga di darat. Annelida diklasifikasikan ke dalam 3 kelas berdasarkan keberadaan rambut (seta) pada tubuhnya yaitu Kelas Polychaeta, Oligochaeta dan Hirudinea (Lumenta, 2017).

1.4.9 Filum Arthropoda

Filum Arthropoda memiliki arti hewan yang kakinya berbuku-buku (beruas-ruas). Arthropoda merupakan hewan triploblastik selomata dengan tubuh simetri bilateral. Arthropoda memiliki rangka luar yang tersusun dari kitin, sistem pencernaan yang lengkap, dengan sistem peredaran darah terbuka serta dilengkapi dengan sistem saraf tangga tali dan sistem ekskresi berupa tubulus malpighi. Sistem pernafasan pada Arthropoda dapat berlangsung melalui paru-paru buku, permukaan tubuh, trakea atau insang. Arthropoda dapat ditemukan pada perairan tawar hingga laut serta daratan. Arthropoda selanjutnya dibedakan menjadi 4

berdasarkan struktur tubuhnya, yaitu Crustacea, Arachnoidea, Myriapoda dan Insecta (Maya dan Nurhidayah, 2020).

1.4.10 Filum Rotifera

Filum Rotifera memiliki silia atau bulu-bulu getar yang berputar seperti roda atau dikenal dengan sebutan hewan roda. Rotifera memiliki tubuh yang terdiri dari kepala dengan bagian corona dan mastax yang merupakan ciri khas dari filum ini, bagian badan serta kaki. Corona adalah bagian permukaan yang memiliki cilia yang berguna pada saat mencari makan dan untuk membantu pergerakan. Partikel makanan yang dihasilkan dari pergerakan corona akan masuk ke mulut dan melalui mastax dan melalui proses pencernaan hingga anus. Rotifera sebagian besar hidup pada perairan tawar, sebagian kecil hidup di perairan laut dan di dalam tanah. Sistem reproduksi Rotifera dilakukan secara aseksual dan seksual. Filum Rotifera selanjutnya dibedakan ke dalam 3 kelas, yaitu Kelas Seisonacea, Bdelloidae dan Monogononta (Lumenta, 2017; Yanuhar, 2018).

1.4.11 Filum Echinodermata

Filum Echinodermata berasal dari Bahasa Yunani, yaitu echinos = duri dan derma = kulit, sehingga echinodermata dikenal dengan istilah hewan berkulit duri. Echinodermata termasuk hewan triploblastik selomata dengan simetri tubuh radial yang terbagi menjadi 5 bagian. Echinodermata hanya dapat ditemukan pada perairan laut. Echinodermata memiliki sistem saluran air yang disebut sistem ambulakral yang terdiri dari kaki tabung ambulakral. Kaki tabung ini memiliki fungsi

sebagai alat gerak, menangkap mangsa hingga bernapas. Echinodermata telah memiliki saluran pencernaan yang lengkap, sistem sirkulasi yang belum berkembang baik serta sistem saraf yang terdiri dari cincin saraf yang berhubungan dengan cabang syaraf. Reproduksi dilakukan secara seksual dan aseksual. Echinodermata selanjutnya dibagi menjadi 5 kelas, yaitu Asteroidea, Echinoidea, Ophiuroidea, Holothuroidea dan Crinoidea (Maya dan Nurhidayah, 2020).

1.5 Peranan Avertebrata Air

Avertebrata air memegang peranan penting dalam ekosistem perairan maupun kehidupan manusia, baik peranan yang menguntungkan maupun yang merugikan. Berikut adalah beberapa peranan avertebrata air yang menguntungkan diantaranya adalah:

- Beberapa protozoa memiliki peranan penting dalam rantai makanan di perairan baik sebagai sumber bahan makanan bagi larva hewan serta sebagai dekomposer atau organisme pengurai.
- Porifera memiliki beberapa manfaat antara lain sebagai spons mandi, alat gosok, mengandung bahan aktif yang berpotensi sebagai obat-obatan, filter air dan lain – lain.
- Hewan ubur-ubur dari filum coelenterata memiliki manfaat sebagai bahan kosmetik dan makanan. Selain itu berbagai jenis karang memiliki potensi pariwisata, sebagai nursery ground, feeding ground dan spawning ground bagi organisme lain serta mencegah abrasi pantai.

- Beberapa jenis avertebrata air dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air, seperti cacing planaria dan cacing *Tubifex* sp.
- Beberapa jenis cacing dari golongan annelida memberikan manfaat sebagai bahan makanan yang bernutrisi tinggi bagi manusia seperti cacing wawo, atau cacing nereis yang dimanfaatkan sebagai bahan pakan udang. Penggunaan hirudinae dalam pengobatan alami, serta beberapa cacing dalam kelas oligochaeta yang bermanfaat sebagai bahan obat dan kosmetik.
- Jenis mollusca seperti tiram dan kekerangan dapat dikonsumsi oleh manusia dan merupakan sumber makanan yang berprotein tinggi, selain itu tiram penghasil mutiara juga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil mutiara untuk perhiasan, cangkang dari mollusca dapat digunakan sebagai hiasan dan lain-lain.
- Arthropoda memiliki manfaat yang beragam mulai dari bahan makanan, penghasil bahan sandang (ulat sutra) serta membantu dalam proses penyerbukan secara alami.
- Avertebrata dari filum echinodermata beberapa dapat dikonsumsi sebagai bahan makanan bagi manusia seperti timun laut, telur landak laut dan lain – lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, L.S. 2007. *Klasifikasi Hewan Penamaan, Ciri dan Pengelompokannya*. Tangerang: PT. Kawan Pustaka.
- Bouchard, R.W., Jr. 2004. *Guide to aquatic macroinvertebrate of the Upper Midwest*. Water Resource Center. University of Minnesota, St. Paul.
- Brooker, R., Widmaier, E., Graham, Stiling, P. 2014. *Biology Third Edition*. US: Mc Graw Hill International Edition.
- Campbell, N.A., Reece, J.B. and Mitchell, L.G., 2000. *Biologi Edisi ke 5 Jilid 2*. (diterjemahkan dari: Biology Fifth Edition, penerjemah: W. Manalu). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Fedonkin, M.A., Gehling, J.G., Grey, K., Narbonne, G.M., Rich, P.V. 2007. *The Rise of Animals Evolution and Diversification of the Kingdom Animalia*. Baltimore: The Jhon Hopkins University Press.
- Harmanto, S., Wardhana, W., Soedjiarti, T., Patria, M.P., dan Widiarti, R. 2017. *Taksonomi Avertebrata*. Tangerang Selatan: Penerbit Universitas Terbuka.
- Jordan, E.L, dan Verma, P.S. 2001. *Invertebrate Zoology*. New Delhi: S. Chand & Company Ltd.
- Kotpal, R.L. 2012. *Modern Text Book of Zoology: Invertebrates*. New Delhi: Rastogi Publications.
- Lumenta, C. 2017. *Avertebrata Air*. Manado: Unsrat Press.
- Maya, S dan Nurhidayah. 2020. *Zoologi Invertebrata*. Bandung: Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung.
- Nurhadi dan Yanti, F. 2018. *Buku Ajar Taksonomi Invertebrata*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.

- Purnama, M.F. 2021. *Buku Ajar Avertebrata Air*. Sumatera Barat: Yayasan Pendidikan Cendikia Muslim.
- Rastogi, V.B. dan Kishore, B. 1997. *Modern Biology Volume I*. New Delhi: Pitambar Publishing Company Pvt. Ltd.
- Setiyanto, A.E.R., Abdullah, Maulana, M.F. Nuriansyah, R.B., Zulfatim, H.S., Kusumawardhani, R.A., Sathyaputra, I.M.A.K., Agahari, L., Assiddiqy, M.F., Ilmiyah, S.Z., dan Mahfudlo, W.K. 2022. *Klasifikasi 7 Kingdom dan Klasifikasi Virus*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Siagian, G. 2020. *Taksonomi Hewan*. Bandung: Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung.
- Suwignyo, S., Widigdo, B., Wardiatno, Y., dan Krisanti, M., 2005. *Avertebrata Air Jilid 1*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wahono, E. 2010. *Mengenal Coelenterata*. Semarang: Alprin.
- Yanuhar, U. 2018. *Avertebrata*. Malang: UB Press.

BAB 2

AVERTEBRATA AIR SEBAGAI BIOINDIKATOR

Oleh Putri Nurhanida Rizky

2.1 Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting di dunia. Jika tidak ada air, maka kehidupan tidak akan terbentuk. Peraturan Pemerintah (PP) No.121 Tahun 2015 tentang pemanfaatan sumber daya air, menjelaskan bahwa air adalah semua air yang terkandung diatas atau dibawah permukaan tanah, termasuk air laut di darat. Kualitas air sangat mengntukan kelangsungan hidup biota air dan manusia yang secara langsung memanfaatkan air.

Semakin meningkatnya aktivitas manusia maupun industri hingga saat ini menjadi perhatian serius terkait dengan pencemaran air yang dihasilkan. Pencemaran air adalah dimasukkannya bahan organik atau anorganik atau komponen lainnya secara langsung maupun tidak langsung ke dalam air yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Penurunan kualitas air ini akan menyebabkan perubahan ekosistem perairan di dalamnya. Pemantauan kualitas air umumnya dilakukan menggunakan beberapa parameter seperti fisika, kimia, dan biologi. Pemantauan kualitas air dengan parameter biologi lebih sering dilakukan karena biota / makhluk hidup air lebih jelas dalam menjelaskan kerusakan perairan, karena biota

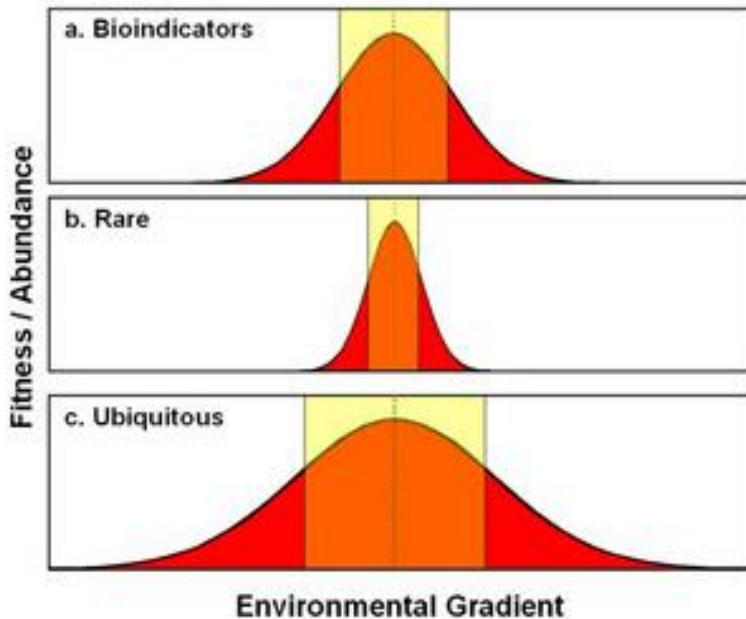
secara langsung berinteraksi terhadap lingkungan perairan tersebut dalam kurun waktu ke waktu. Sedangkan parameter fisika dan kimia pada umumnya menjelaskan kondisi keadaan perairan tersebut pada saat pengukuran saja.

2.2 Bioindikator

Bioindikator adalah organisme atau spesies atau sekelompok spesies yang dapat digunakan untuk memantau status kesehatan lingkungan tempat hidupnya. Perubahan status populasi, perilaku, dan fisiologi organisme tersebut digunakan untuk memprediksi terjadinya masalah lingkungan dalam ekosistem tertentu. Bioindikator memberikan informasi yang memadai yang akan sulit diperoleh dan diukur dengan cara lain. Spesies diidentifikasi sebagai bioindikator ketika kelimpahan dan fluktuasi populasinya jelas bervariasi dalam beradaptasi terhadap setiap perubahan tertentu pada habitatnya.

Faktor fisika, kimia, dan biologis (substrat, cahaya, suhu, persaingan) dapat bervariasi diantara beberapa lingkungan dan dapat berubah seiring waktu. Beberapa populasi atau komunitas akan mengembangkan strategi untuk dapat mempertahankan spesiesnya. Akan populasi atau komunitas lain ada juga yang terdampak oleh perubahan lingkungan hingga akhirnya punah. Spesies bioindikator secara efektif mampu menunjukkan kondisi lingkungan karena toleransinya yang sedang terhadap perubahan atau dinamika lingkungan (Gambar 2.1). Sebaliknya, spesies langka dengan toleransi yang rendah akan sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Demikian pula dengan spesies ubiquitous yang mempunyai

toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan dan cenderung mempengaruhi komunitas lainnya.



Gambar 2.1. Perbandingan toleransi lingkungan dari (a) bioindikator, (b) spesies langka, dan (c) spesies ubiquitous. Sumber: Holt & Miller (2010).

Area berwarna merah mewakili bagian dari gradien lingkungan (ketersediaan cahaya, tingkat nitrogen) dimana individu, spesies, atau komunitas, memiliki kelimpahan lebih dari nol. Garis putus – putus menjelaskan kinerja puncak sepanjang perubahan lingkungan pada rentang waktu. Sedangkan kotak kuning mencakup rentang atau toleransi optimal. Bioindikator memiliki toleransi sedang terhadap variabilitas lingkungan, dibandingkan dengan spesies langka dan ubiquitous. Toleransi ini memberi mereka kepekaan untuk menunjukkan perubahan lingkungan yang ada.

2.3 Macam – macam bioindikator

Berbagai spesies memiliki potensi yang tinggi sebagai bioindikator pada ekosistem perairan dan darat yang diklasifikasikan kedalam tanaman, hewan, dan mikroba. Indikator tanaman meliputi alga, lumut, lumut kerak, rerumputan dan kulit pohon; indikator hewan meliputi berbagai kelompok hewan mulai dari invertebrata hingga mamalia. Sedangkan susunan mikroorganisme yang terdiversifikasi digunakan sebagai indikator mikroba.

2.4 Bioindikator perairan

Beberapa jenis avertebrata air dari filum protozoa, porifera, coelenterata, ctenophora, platyhelminthes, nemathelminthes, rotifera, molusca, annelida, arthropoda dan echinodermata telah banyak dilaporkan sebagai bioindikator kualitas perairan. Avertebrata mempunyai respon yang berbeda – beda terhadap perubahan biotik dan abiotik di dalam perairan, oleh karena itu avertberata telah lama digunakan sebagai bioindikator untuk menilai kualitas badan air (Li *et al.*, 2010; Wolmarans *et al.*, 2014; Jun *et al.*, 2016). Sifat avertebrata yang sensitif terhadap perubahan lingkungan dengan jumlah spesies yang banyak serta cara hidup avertebrata yang relatif menetap di habitatnya dengan siklus hidup yang lebih panjang memungkinkan penjelasan temporal perubahan kondisi perairan serta memberikan spektrum respon yang lebih luas terhadap tekanan lingkungan.

2.4.1 Arthropoda

Perubahan komposisi spesies dan pola distribusi zooplankton di habitat perairan dapat menjelaskan perubahan lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia (Radziejewska *et al.*, 1973). Kelompok crustasea merupakan spesies dalam filum arthropoda yang paling banyak tersebar di habitat laut, air tawar, dan air payau. Oleh karena itu kelompok spesies ini sering digunakan sebagai indikator untuk memantau perubahan dalam berbagai jenis ekosistem. Penyebarannya pada beberapa habitat dapat dijadikan sebagai studi banding untuk mengetahui perubahan kualitas lingkungan perairan.

Crustasea betina akan membawa telur atau juvenil dalam tubuh mereka (marsupium) sehingga hal ini dapat dijadikan sebagai interpretasi data yang penting dan sebagai bahan standar untuk uji toksisitas. Selain itu, perubahan cara makan crustasea juga dijadikan sebagai pertanda tingkat sensitifitas hewan ini terhadap perubahan lingkungan yang ada. Beberapa kelompok invertebrata terutama polychaetes, remis, bivalvia, dan echinodermata digunakan sebagai indikator di habitat laut, sedangkan kelompok crustasea seperti amphiphoda dan isopoda biasanya digunakan sebagai bioindikator air tawar (Rinderhagen *et al.*, 2000).

2.4.2 Molusca

Molusca mewakili filum hewan yang paling beragam dan kaya akan spesies. Dengan lebih dari 130.000 spesies baru yang ditemukan, molusca berada pada urutan kedua setelah arthropoda. Dari tujuh kelas moluska, 80% termasuk ke dalam

gastropoda, 15% merupakan bivalvia, dan sisanya adalah filum polyplacophora, cephalopoda, scaphophods, aplacophoram dan monoplacophora. Pada umumnya, moluska adalah organisme perairan laut. Akan tetapi, saat ini moluska ditemukan pada berbagai macam habitat mulai dari lumpur, danau, sungai, hingga hutan.

Karena jumlah spesiesnya yang sangat besar dan terdistribusi pada banyak wilayah, moluska memainkan peran ekologis penting dalam ekosistem perairan sebagai kunci bioindikator perairan. Moluska berkontribusi terhadap biomassa dalam jumlah besar, sebagai vektor untuk sejumlah parasit dan penyakit, serta berguna sebagai bioindikator kandungan logam berat pada perairan. Karakteristik moluska yang paling penting untuk dijadikan sebagai bioindikator perairan utama antara lain:

1. Gastropoda dan bivalvia tersebar luas di perairan tawar dan laut di seluruh dunia.
2. Moluska menjad spesies kunci terhadap daya dukung ekosistem air laut, tawar dan darat dikarenakan mampu menunjukkan dampak negatif terhadap cemaran perairan.
3. Moluska dapat beradaptasi dengan lingkungan paling tercemar sekalipun, dimana organisme pada ekosistem tersebut sudah hampir punah.
4. Moluska cenderung memiliki masa hidup yang panjang, sehingga mampu mengintegrasikan kontaminasi lingkungan merka dalam jangka waktu yang lama.
5. Penanganan moluska untuk uji laboratorium dan lapangan juga sangat mudah

6. Karena rendahnya exoskeleton pada moluska, moluska dapat berkontak langsung dengan media (air atau tanah), sehingga bahan kimia yang mencemari ekosistem tersebut dapat langsung diidentifikasi melalui integumen.
7. Dibandingkan dengan kelompok invertebrata dan vertebrata lainnya, moluska menunjukkan kemampuan terbatas untuk mengeluarkan polutan secara langsung melalui ginjal maupun saluran cerna mereka. Sehingga moluska dapat mengakumulasi racun maupun logam berat dalam dosis yang lebih tinggi.

2.4.3 Zooplankton

Zooplankton adalah hewan air kecil yang non motil, perenang lemah, dan hanyut di kolom air laut maupun badan perairan tawar mendekati sumber cahaya matahari. Zooplankton memainkan peran penting dalam jaring makanan. Zooplankton air tawar terdiri dari protozoa, rotifera, cladocerans, copepoda, dan ostracoda.

Untuk memantau daya dukung ekosistem perairan, plankton banyak digunakan sebagai bioindikator selama 100 tahun terakhir. Hal ini dikarenakan distribusi zooplankton sangat bergantung pada komponen abiotik (suhu, salinitas, stratifikasi, polutan) dan biotik (kompetisi, produsen, predasi). Komunitas zooplankton dalam perairan dapat menunjukkan status trofik sebuah danau dan dapat digunakan sebagai alat untuk mempelajari perubahannya. Filum rotifera dan copepoda dapat menunjukkan keadaan trofik yang berbeda pada suatu perairan.

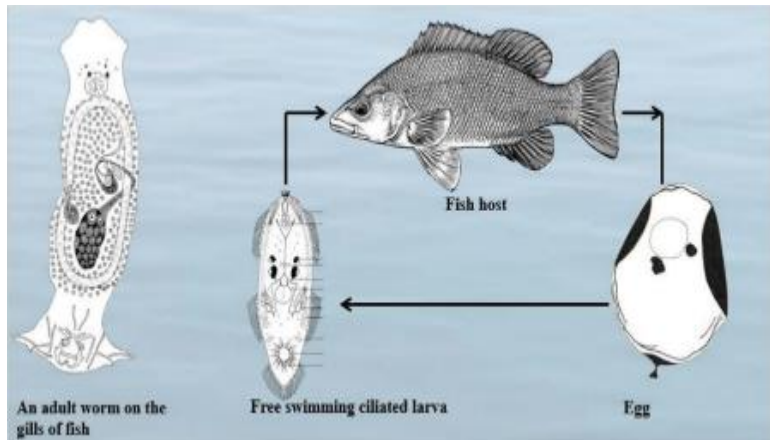
Analisis kualitas air pada Danau Belgaum, Karnataka dilakukan dengan mengalalisa ukuran dari kelompok zooplankton (Sunkad and Patil, 2004). Tercatat dalam analisa tersebut, ditemukan bahwa rotifera menunjukkan kelimpahan paling besar (52,38%) daripada copepoda (26,5%), cladocerans (16,45%), dan ostracoda (4,67%). Tingginya fosfat (7,2 – 13,5 mg/L) menyebabkan terjadinya eutrofikasi di danau. Hal ini secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan rotifera.

Untuk mengukur zooplankton sebagai bioindikator kualitas air digunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif melalui analisa indeks keragaman shannon (H'), indeks kemerataan (J), Indeks kekayaan spesies (S') dan indeks saprobik. Pada sebagian besar kasus, ukuran zooplankton berkorelasi dengan parameter biotik dan abiotik. Spesies dari filum rotifera, cladocerans, copepods, dan ostracoda paling banyak ditemukan dalam semua kasus. Akan tetapi beberapa spesies tidak dapat ditemukan pada perairan yang sangat tercemar.

2.4.4 Platyhelminthes

Monogenoid (Platyhelminthes) merupakan salah satu kelompok parasit ikan yang paling banyak ditemukan di dunia modern. Mereka sangat beragam dengan lebih dari 7000 spesies yang tersebar di seluruh dunia (Gibson *et al.*, 2014). Parasit ini paling banyak menginfeksi pada jaringan epidermis atau insang ikan air laut maupun air tawar. Selain berdampak pada fisiologi inang, kebiasaan makan mereka yang melekat pada daerah luar kulit mampu memecah lapisan mukosa yang

dapat menjadi titik masuk untuk penyakit sekunder. Hal ini dapat mengakibatkan punahnya populasi ikan karena penyakit. Platyhelminthes seringkali digunakan sebagai model untuk menganalisa biogeografi dan ko-evolusi serta indikator populasi migrasi pada inang (ikan).



Gambar 2.2. Siklus hidup monogenoids

Meningkatnya industrialisasi dan aktivitas antropogenik telah menyebabkan peningkatan pencemaran pada ekosistem perairan. Untuk menjaga kesehatan ekosistem dan untuk memastikan daya dukung lingkungan, pemantauan keberadaan dan efek polutan perlu diperhatikan. Lingkungan perairan dapat dipelajari secara langsung dengan pemantauan berkala terhadap parameter kualitas air secara tidak langsung dengan menggunakan bioindikator seperti parasit ikan.

Parasit akan berinteraksi dan bereaksi dengan kondisi lingkungan atau perubahannya. Beberapa studi telah menunjukkan bahwa parasit dapat digunakan sebagai alat pengukur kualitas perairan dengan mengukur konsentrasi

racun di dalamnya pada berbagai jaringan inang. Banyak penelitian menunjukkan hubungan erat antara parasitisme dan kondisi ekologis lingkungan tertentu.

Ikan pada umumnya memiliki berbagai macam ecto dan endo parasit. Adanya bahan pencemar di dalam perairan dapat meningkatkan tingkat parasitisme pada hewan air dengan merusak respon imun inang atau menurunkan kelangsungan hidup dan reproduksi. Faktor abiotik dari lingkungan air memainkan peran penting pada keberadaan, intensitas, serta keanekaragaman parasit.

2.4.5 Echinodermata

Organisme yang berperan sebagai bioindikator mampu mengakumulasi polutan atau bahan pencemar didalam tubuhnya. Echinodermata, khususnya spesies *Paracentrotus lividus* dan *Arbacia lixula*, telah banyak digunakan sebagai bioindikator pencemaran kimia laut dan memiliki karakteristik mampu hidup di daerah yang tercemar dan tidak tercemar.

Spesies *P.oceania* dilaporkan dapat membentuk komunitas padang rumput yang menjadi area paling banyak terkontaminasi oleh logam berat. Spesies ini hidup di area padang lamun dengan kedalaman antara permukaan 40 m. Daerah ini memainkan peran setral dalam sebuah ekologi berkontribusi penting sebagai produksi primer pesisir, melindungi pantai dari erosi fisik, dan sebagai aera pemijahan, pembesaran, dan habitat permanen untuk banyak spesies tumbuhan dan hewan. Karena distribusi batimetrimya, spesies ini dapat terpapar langsung dan terancam oleh kontaminasi antropogenik pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Gerhardt, A. 2002. Bioindicator Species and Their Use in Biomonitoring. Environmental Monitoring—Vol. I—Bioindicator Species and Their Use in Biomonitoring, *Encyclopedia of Life Support Systems* (EOLSS).
- Gibson D, Rodney AB, and David H. 2014. Fauna Europaea: Helminths (Animal Parasitic) Biodivers Data *J.e1060*. <https://doi.org/10.3897/BDJ.2.e1060>
- Holt, E. A. and Miller, S. W. 2010. Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts *Nature Education Knowledge* 3(10):8
- Jun, Y-C., Kim, N-Y., Kim, S-H., Park, S-H., Kong, D-S., and Hwang, S-J. 2016. Spatial distribution of benthic macroinvertebrate assemblages in relation to environmental variables in Korean nationwide streams *Water* 8: 1-20
- Li, L., Zheng, B., and Liu, L. 2010. Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: definitions, approaches and trends *Procedia Environmental Sciences* 2:1510-1524
- Sunkad, B.N. and H.S. Patil. 2004. Water quality assessment of fort lake of Belgaum (Karnataka) with special reference to zooplankton/. *Environ. Biol.*, 25: 99-102. www.envisiitr.org.in/newsletter/envis-news-letter-2009-02.pdf

Wolmarans, C. T., Kemp, M., De Kock, K. N., Roets, W., Van Rensburg, L., Quinn, L. 2014. A semi-quantitative survey of macroinvertebrates at selected sites to evaluate the ecosystem health of the Olifants River *Water SA* 40(2): 245-254

BAB 3

PROTOZOA

Oleh Nadisa Theresia Putri

3.1 Pengertian Protozoa

Protozoa adalah hewan bersel satu yang dapat hidup sendiri atau dalam bentuk kelompok/koloni. Protozoa memiliki struktur sel yang baik dan secara fungsional mampu melakukan berbagai fungsi-fungsi dasar pada makhluk hidup. Di lain sisi, protozoa ini juga berperan sebagai rantai makanan yang penting bagi beberapa spesies di dalam air. Sehingga protozoa ini memiliki habitat yang sangat dinamis, seperti di dalam air laut, air tawar, dan di dalam tubuh organisme lain. Protozoa merupakan organisme seluler yang memiliki sifat eukariotik, tidak memiliki bagian dinding sel, bersifat heterotrof dan juga bisa melakukan pergerakan. Protozoa melakukan pergerakan menggunakan pseudopodia (kaki semu) atau silia (rambut getar), dan flagela (bulu cambuk).

3.2 Habitat Protozoa

Habitat hidup Protozoa berada di air atau setidaknya ditempat yang basah. Umumnya Protozoa hidup bebas, dapat ditemukan di perairan laut/air yang bersalinitas ataupun perairan tawar. Beberapa spesies bersifat parasitik, yaitu hidup pada organisme inang. Inang protozoa dapat berupa organisme

sederhana seperti algae, sampai vertebrata yang kompleks, termasuk manusia. Beberapa spesies dapat tumbuh di dalam tanah atau pada permukaan tumbuh-tumbuhan.

Semua protozoa memerlukan kelembaban yang tinggi. Beberapa jenis protozoa yang hidup di laut merupakan bagian dari zooplankton. Sebagian Protozoa hidup di dasar laut. Spesies yang hidup di air tawar dapat berada di sungai, danau, kolam, atau genangan air. Adapun protozoa yang tidak bersifat parasit ditemukan di dalam usus termit atau di dalam rumen hewan ruminansia.

Beberapa protozoa berbahaya bagi manusia karena dapat menyebabkan penyakit serius. Sedangkan Protozoa lainnya dapat membantu, karena dapat memakan bakteri berbahaya dan menjadi makanan untuk ikan dan hewan lainnya.

3.3 Morfologi Protozoa

Bentuk dari protozoa ini sangat beragam dan berbeda-beda setiap jenisnya. Namun, protozoa secara umum memiliki bentuk sedikit lonjong hampir berbentuk seperti bola yang bulat. Protozoa memiliki ukuran yang sangat kecil, sehingga hanya dapat dilihat dibawah mikroskop. Protozoa memiliki ukuran berkisar antara 1 μm sampai 600 μm , dan memiliki dua struktur penting yaitu Sitopasma dan Nukleus.

Protozoa adalah eukariotik (inti dilindungi membrane inti) sehingga substansi genetic atau kromosomnya terpisah dengan sitoplasma karena ada pembatas membran inti (*caryotheca*). Protozoa memiliki bentuk sel yang tetap kecuali

Rhizopoda. Protozoa termasuk kategori organisme heterotrof karena organisme ini tidak bisa menghasilkan makanannya sendiri untuk bertahan hidup. Protozoa memiliki bentuk tubuh yang berbeda pada tiap fase dalam siklus hidupnya. Beberapa protozoa memiliki fase vegetative yang bersifat aktif yang disebut trophozoit dan fase dorman dalam bentuk kista. Trophozoit akan aktif mencari makan dan berproduksi selama kondisi lingkungan memungkinkan. Jika kondisi tidak memungkinkan kehidupan trophozoit maka protozoa akan membentuk kista. Kista merupakan bentuk sel protozoa yang terdehidrasi dan berdinding tebal mirip dengan endospora yang terjadi pada bakteri. Pada saat kista protozoa mampu bertahan hidup dalam lingkungan kering maupun basah. Umumnya berkembang biak dengan membelah diri, ada juga yang secara konjugasi.

Protozoa memiliki vakuola kontraktil. Vakuola pada Protozoa ini berperan sebagai pompa untuk mengeluarkan kelebihan air dari sel, atau dapat mengatur tekanan osmosis. Jumlah dan letak vakuola kontraktil berbeda pada setiap spesies. Protozoa dapat berupa bentuk vegetatif (*trophozoite*), atau bentuk istirahat yang disebut kista. Protozoa pada keadaan yang tidak menguntungkan dapat membentuk kista untuk mempertahankan hidupnya. Saat kista berada pada keadaan yang menguntungkan, maka akan berkecambah menjadi sel vegetatif.

Protozoa tidak memiliki dinding sel, dan tidak mengandung selulosa atau kitin seperti pada jamur dan algae. Dominan protozoa memiliki bentuk yang spesifik, ditandai dengan fleksibilitas ektoplasma yang ada dalam membran sel.

Adapun beberapa jenis protozoa seperti Foraminifera memiliki kerangka luar yang sangat keras tersusun dari Si dan Ca. Beberapa jenis protozoa seperti Diffugia, dapat mengikat partikel mineral untuk membentuk kerangka luar yang keras. Selain itu, Radiolarian dan Heliozoan dapat menghasilkan skeleton. Kerangka luar yang keras ini sering ditemukan dalam bentuk fosil. Kerangka luar Foraminifera tersusun dari CaO_2 sehingga koloninya dalam waktu jutaan tahun dapat membentuk batuan kapur.

Protozoa merupakan sel tunggal, ada yang tidak dapat bergerak secara aktif, namun ada yang dapat bergerak secara khas menggunakan pseudopodia (kaki palsu), flagela atau silia. Berdasarkan alat gerak yang dipunyai dan mekanisme gerakan inilah protozoa dikelompokkan ke dalam 4 kelas. Sarcodina merupakan Protozoa yang bergerak secara amoeboid, Mastigophora merupakan kelompok Protozoa yang bergerak dengan flagela, Ciliophora merupakan Protozoa yang dikelompokkan bergerak dengan silia, serta yang tidak dapat bergerak seras merupakan parasit hewan maupun manusia dikelompokkan ke dalam Sporozoa. Berikut beberapa contoh jenis Protozoa yang sering ditemukan di perairan :



Gambar 3.1. Trichodina sp.
(Sumber : Setiadi, 2008)

Trichodina sp. (Gambar 3.1) adalah sel yang berbentuk setengah bola, dengan bentuk yang bervariasi, mulai dari yang datar hingga sampai yang cembung seperti bel. Terdapat adhesive disc yang berfungsi untuk menempel pada inang. Trichodina sp. merupakan kelompok dari Trichodinids yang utama dan sering menyebabkan kematian inang. Trichodina sp. memiliki bentuk datar seperti cakram yang dikelilingi rambut getar (cilia). Pada tubuh bagian bawah terdapat lingkaran pelekat (*adhesive disc*) yang berfungsi untuk melekatkan dirinya ke tubuh ikan (inang). Parasit ini berbentuk bulat, jika di lihat dari samping memiliki bentuk seperti lonceng. Pada bagian posterior dilingkari oleh suatu alat chitine yang berjumlah 20-30. Chitine berfungsi sebagai alat penghisap, untuk dapat menempel kuat-kuat pada bagian badan ikan atau insang ikan (Ohoiulun 2002).



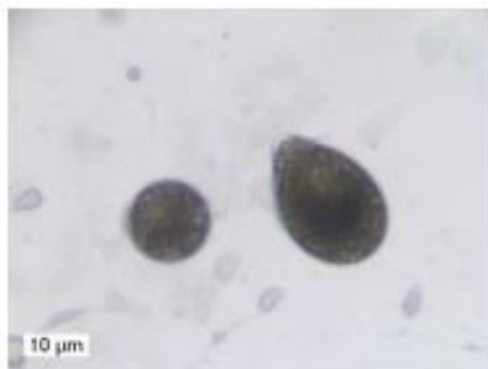
Gambar 3.2. *Ichtyophthirius multifiliis*
(Sumber : Firdausi dk, 2020)

Parasit ini sebagian besar menyerang lapisan lendir dalam skala dengan dominasi 3,414%; prevalensi 16,67%; dan intensitas 3,4. Serangan parasit pada insang akan menghambat proses transfer gas (oksigen, karbon dioksida, dan amonia). Menurut Kabata (1985), tahap parasit trofont memiliki diameter 50-1000 μm dan tubuh dikelilingi oleh silia. Parasit ini adalah agen penyebab penyakit white spot di semua air tawar dan dikenal sebagai "ich". Ikan yang terinfeksi menjadi lesu, lesu, terkesiap di permukaan, dan menghasilkan lendir dalam jumlah besar. Parasit ini menyebabkan kerugian dalam perdagangan ikan hias. Sel Ich dewasa berukuran besar (0,5 hingga 1,0 mm) dan inti berbentuk "C" (Bunchmann dan Lindenstrom 2002).



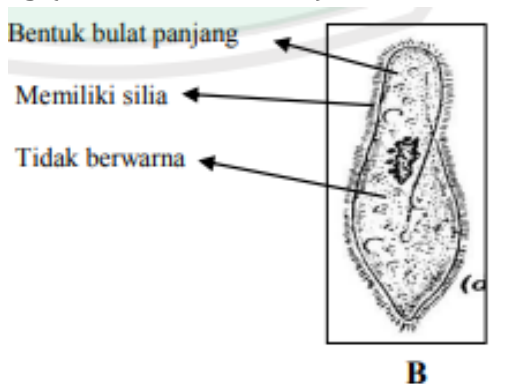
Gambar 3.3. *Epistylis* sp.
(Sumber : Gunaratne dkk, 2012)

Epistylis sp. merupakan protozoa yang hidup berkelompok dan biasanya ditemukan dikulit atau insang. *Epistylis* sp. adalah protozoa yang bertangkai dan bercabang (Kabata, 1985). Dasar tangkai menempel pada permukaan, kualitas air yang buruk mendorong pertumbuhan parasit *Epistylis* sp.



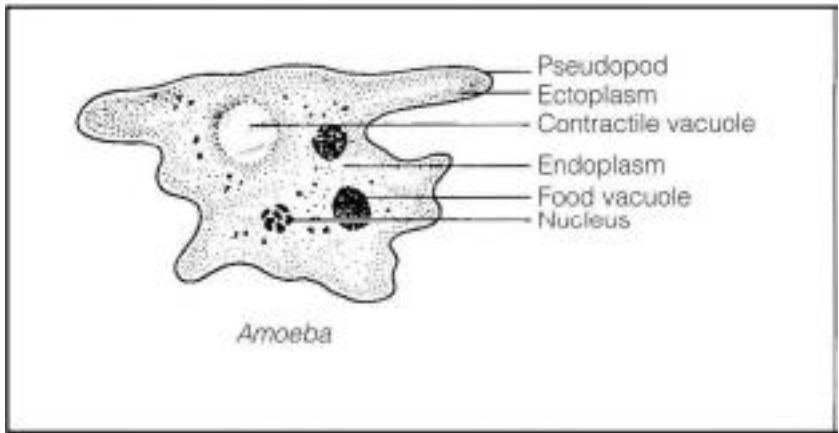
Gambar 3.4. *Oodinium* sp.
(Sumber : Firdausi dkk, 2020)

Infeksi *Oodinium* sp. relatif tinggi, karena sistem kekebalan ikan yang lemah akan menjadi peluang bagi parasit untuk menginfeksi ikan dengan meningkatkan populasi. Selain itu, kurangnya nutrisi juga akan mempengaruhi infestasi parasit. Infestasi yang tinggi akan menyebabkan kerusakan pada organ inang (Firdausi dkk, 2020).



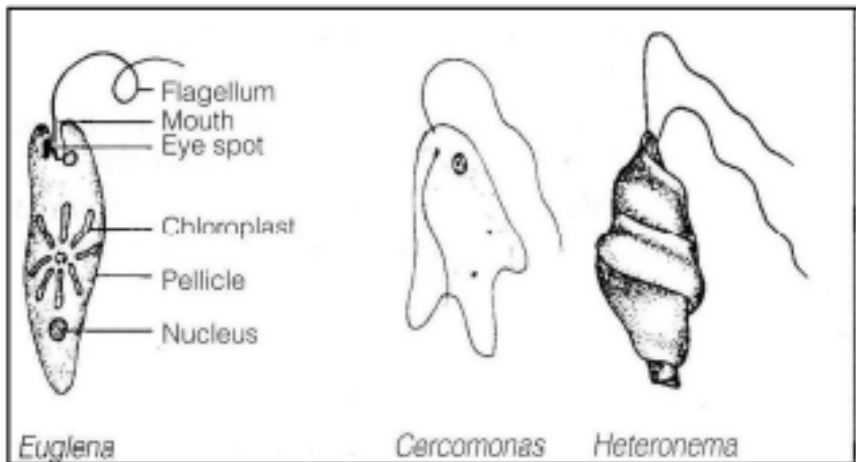
Gambar 3.5. *Paramecium*
(Sumber : Edmonson, 1959)

Paramecium ini memiliki tubuh tidak berwarna atau bening, berbentuk bulat memanjang, memiliki silia di seluruh tubuh dan bergerak dengan kontraksi tubuh dan menggunakan silia. Edmondson (1959), menjelaskan bahwa Paramecium merupakan organisme bersel tunggal yang memiliki cilia diseluruh tubuhnya. Cilia yang dimiliki oleh Paramecium akan tetap ada diseluruh siklus hidup serta memiliki dua vakuola kontraktil yaitu dibagian depan dan bagian belakang.



Gambar 3.6. Amoeba
(Sumber : Cappuccino and Sherman, 2008)

Ciri dari Amoeba adalah bentuknya tidak tetap dan selalu berubah-ubah. Struktur tubuh sel Amoeba terdiri dari membran sel, kaki semu (pseudopodia), sitoplasma, vakuola makanan, vakuola kontraktil dan inti sel yang terlihat jelas. Vakuola kontraktil selain berfungsi sebagai osmoregulator tetapi berfungsi sebagai alat ekskresi. Inti dalam sel Amoeba merupakan bagian terpenting karena mengatur kegiatan kerja sel dan reproduksi (Djuhanda, 1980).



Gambar 3.7. Euglena

(Sumber : Cappuccino and Sherman, 2008)

Euglena merupakan organisme bersel tunggal yang memiliki kloroplas berwarna hijau terang meskipun kadang-kadang juga ditemukan jenis-jenis yang warnanya kurang terang. Sitoplasma terdiri atas paramylon semacam zat tepung yang digunakan sebagai cadangan energi. Di dalam membran sel, terdapat semacam protein yang tersusun seperti strip yang menutupi seluruh sel (Sulastri, 2018).

3.4 Perkembangbiakan Protozoa

Protozoa dapat berkembang biak secara seksual dan aseksual. Secara aseksual protozoa dapat membelah diri menjadi 2 anak sel (biner), tetapi pada Flagelata pembelahan terjadi secara longitudinal dan pada Ciliata secara transversal. Protozoa akan melakukan reproduksi yang dimulai dari kariosom, nukleus, dan sitoplasma. Protozoa yang melakukan

pembelahan biner umumnya dari satu parasit menjadi dua, dan seterusnya, proses ini disebut dengan Pembelahan Biner. Beberapa jenis protozoa membelah diri menjadi banyak sel (schizogony). Pada pembelahan schizogony, inti membelah beberapa kali kemudian diikuti pembelahan sel menjadi banyak sel anakan.

Perkembangbiakan secara seksual dapat melalui cara konjugasi, autogami, dan sitogami. Cara reproduksi dari protozoa dengan metode aseksual yaitu dibentuk oleh sel kelamin. Di mana ada makrogametosit dan mikrogamet yang setelah setelah membelah atau reduksi menjadi makrogamet dan mikrogamet. Protozoa yang mempunyai habitat atau inang lebih dari satu dapat memiliki beberapa cara perkembangbiakan. Sebagai contoh spesies Plasmodium dapat melakukan schizogony secara aseksual di dalam sel inang manusia, tetapi dalam sel inang nyamuk dapat terjadi perkembangbiakan secara seksual. Protozoa umumnya berada dalam bentuk diploid. Protozoa umumnya mempunyai kemampuan untuk memperbaiki selnya yang rusak atau terpotong. Beberapa Ciliata dapat memperbaiki selnya yang tinggal 10 % dari volume sel asli asalkan inti selnya tetap ada.

3.5 Fisiologi Protozoa

Protozoa umumnya memiliki sifat aerobik nonfotosintetik, beberapa protozoa dapat hidup pada lingkungan anaerobik misalnya pada saluran pencernaan manusia atau hewan ruminansia. Protozoa aerobik mempunyai mitokondria yang mengandung enzim untuk metabolisme aerobik, dan untuk menghasilkan ATP melalui

proses transfer elektron dan atom hidrogen ke oksigen. Protozoa umumnya mendapatkan makanan dengan memangsa organisme lain (bakteri) atau partikel organik, baik secara fagositosis maupun pinositosis. Protozoa yang hidup di lingkungan air, maka oksideng dan air maupun molekul-molekul kecil dapat berdifusi melalui membran sel. Senyawa makromolekul yang tidak dapat berdifusi melalui membran, dapat masuk sel secara pinositosis. Tetesan cairan masuk melalui saluran pada membran sel, saat saluran penuh kemudian masuk ke dalam membrane yang berikatan dengan vakuola. Vakuola kecil terbentuk, kemudian dibawa ke bagian dalam sel, selanjutnya molekul dalam vakuola dipindahkan ke sitoplasma. Partikel makanan yang lebih besar dimakan secara fagositosis oleh sel yang bersifat amoeboid dan anggota lain dari kelompok Sarcodina. Partikel dikelilingi oleh bagian membran sel yang fleksibel untuk ditangkap kemudian dimasukkan ke dalam sel oleh vakuola besar (vakuola makanan). Ukuran vakuola mengecil kemudian mengalami pengasaman. Lisosom memberikan enzim ke dalam vakuola makanan tersebut untuk mencernakan makanan, kemudian vakuola membesar kembali. Hasil pencernaan makanan didispersikan ke dalam sitoplasma secara pinositosis, dan sisa yang tidak tercerna dikeluarkan dari sel. Cara inilah yang digunakan protozoa untuk memangsa bakteri. Pada kelompok Ciliata, ada organ mirip mulut di permukaan sel yang disebut sitosom. Sitosom dapat digunakan menangkap makanan dengan dibantu silia. Setelah makanan masuk ke dalam vakuola makanan kemudian dicernakan, sisanya dikeluarkan dari sel melalui sitopig yang terletak disamping sitosom.

3.6 Peran Protozoa Daam Ekosistem Akuatik

Adapun peranan protozoa dalam ekosistem akuatik dapat mengendalikan populasi bakteri di alam, hal ini bisa terjadi akibat sebagian protozoa dapat memangsa bakteri sebagai makanannya. Protozoa juga sebagai sumber makanan bagi ikan, udang ataupun kepiting. Khususnya Flagellata yang berperan sebagai Phytoplankton dan zooplankton didalam lingkungan perairan dan berfungsi sebagai sumber pakan alami bagi organisme lain. Fungsinya sebagai pankton, Protozoa mensuplay karbon (C) dan Oksigen (O) didalam perairan. Selain itu, Protozoa berperan sebagai mata rantai penting dalam rantai makanan untuk komunitas dalam lingkungan akuatik.

DAFTAR PUSTAKA

- Buchmann, K, dan Lindenstrøm, T. 2002. Interactions between monogenean parasites and their fish hosts. *International Journal for Parasitology*. 32 : 309-319.
- Djuhandi, T. 1980. *Kehidupan Dalam Setetes Air dan Beberapa Parasit Pada Manusia*. Bandung: ITB.
- Edmondson, W. T. (1959). *Fresh-Water Biology*. United States of America: University of Washington.
- Firdausi, P, Rahman, Mahadhika, Respati., Sumadikarta, Adna. 2020. PROTOZOA EKTOPARASITIK PADA IKAN KOI *Cyprinus carpio* DI DAERAH SUKABUMI. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 8 (1) : 50 – 57. ISSN : 2303-2960.
- Gunaratne, AM., Jayakody, S., and Amarasinghe, US. 2012. Silnews Letter. https://www.researchgate.net/publication/263581967_Guanotrophication_in_shallow_reservoirs_of_Sri_Lanka
- Kabata, Z. 1985. *Parasites and Disease of Fish Cultured in The Tropic. Pacific. Biological Station. London and Philadelphia*.
- Okada, Masato., dkk. 2013. Functional Maturation of PAKs from Unicellular to Multicellular Organisms. *Journal pActivated kinase 1 (PAK1) in aging and longevity: An overview*, 1-21. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407198-8.00001-1>
- Ohoiulun, I. 2002. Inventarisasi Parasit Pada Ikan Cupang (*Betta Splendens* Regan), Ikan Gapi (*Poecilia Reticulata* Peters) Dan Ikan Rainbow (*Melanotaenia Maccullochi*

- Ogilby) Di Daerah Jakarta Barat, Dkijakarta. Skripsi : Institut Pertanian Bogor.
- Setiadi, R. 2008. Efektivitas Perendaman 24 Jam Benih Ikan Lele Dumbo *Clarias sp.* dalam Larutan Paci-Paci (*Leucas lavan dulanefolia*) terhadap Perkembangan Populasi *Trichodina spp.* [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Intitut Pertanian Bogor.
- Sulastri. 2018. Fitoplankton Danau-danau di Pulau Jawa : Keanekaragaman dan Perannya sebagai Bioindikator Perairan. Jakarta : LIPI Press (122 hlm).

BAB 4

FILUM PORIFERA

Oleh Nur Maulida Safitri

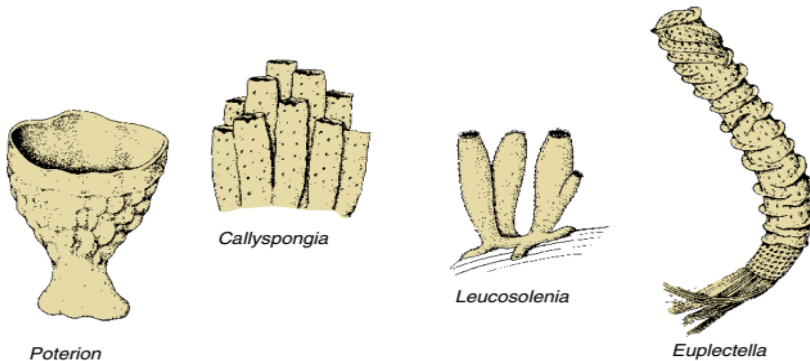
4.1 Karakteristik Secara Umum

Porifera, atau dikenal sebagai spons, merupakan hewan yang menetap pada substrat, bersifat *filter feeder*, dan dapat ditemukan pada berbagai perairan laut dan beberapa berkoloni di air tawar. Porifera berasal dari kata porus (berpori/lubang) dan fera (membawa/mempunyai). Hewan ini adalah salah satu hewan multisel (metazoa) yang lebih sederhana karena kumpulan selnya tidak tertata dengan baik serta belum memiliki jaringan organ yang sejati. Sebagian besar porifera ada pada perairan dangkal pada dasar substrat berpasir maupun berlumpur. Tubuh spons berisi sekumpulan sel-sel yang tertanam di dalam matriks gelatin dengan didukung kerangka spikula dan protein. Porifera merupakan metazoa paling primitif yang tidak memiliki organ atau jaringan sejati, dengan gerakan tubuh yang dapat diabaikan.

4.2 Morfologi dan Anatomi

Porifera memiliki bentuk yang beraneka ragam, beberapa berbentuk tidak beraturan dengan pola yang bervariasi. Secara morfologi spons memiliki bentuk tubuh berpori (ostium), asimetri (tidak beraturan), multiselular. Meskipun ada pula

spons yang memiliki bentuk simetri radial, seperti vas bunga, tabung, mangkuk, hingga tumbuhan. Jenis-jenis spons tertentu terlihat memiliki bulu getar yang berasal dari spikula yang menyembul keluar dari tubuhnya.

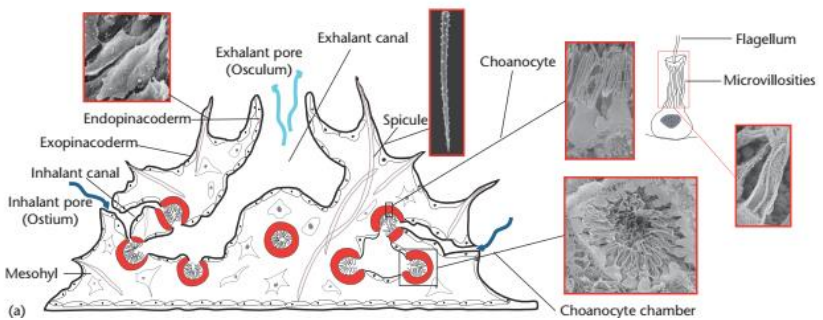


Gambar 4.3. Beberapa bentuk tubuh porifera
(Sumber: Boury-Esnault *et al*, 2013)

Spons memiliki warna yang bervariasi dan bersifat sesil (menetap). Namun, warna spons cepat memudar saat dikeluarkan dari air. Beberapa spesies memiliki ukuran tubuh 1 sentimeter hingga ketinggian 1 meter. Pada setiap individu porifera, terdapat rongga-rongga yang disebut sebagai atrium atau *spongocoel*. Pori-pori atau lubang juga terdapat pada permukaan tubuh tempat lubang air yang akan masuk ke atrium dan dikeluarkan melalui bagian tubuh osculum.

Morfologi eksternal spons laut sangat dipengaruhi oleh faktor fisik, kimia, hingga biologi. Porifera yang ada di perairan terbuka dengan ombak tinggi cenderung hidup merambat dengan pertumbuhan yang pendek untuk beradaptasi. Sebaliknya, spesies yang sama pada perairan terlindung atau

perairan berarus tenang cenderung dapat tumbuh tinggi dan tegak. Pada perairan yang lebih dalam, spons cenderung berukuran lebih besar dengan tubuh lebih simetris sebagai akibat lingkungan perairan yang lebih stabil dibandingkan jenis yang sama pada perairan dangkal dengan arus yang lebih kuat.



Gambar 4.4. Bagian tubuh porifera secara umum
(Sumber: Philippe *et al*, 2009)

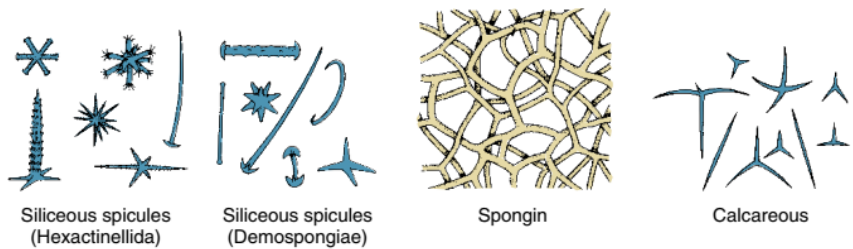
Porifera memiliki tiga lapisan dinding tubuh. Lapisan epidermis sebagai lapisan terluar disebut sebagai pinacocyte untuk melindungi seluruh bagian dalam tubuhnya. Sel pinacocyte dapat berkerut atau berkontraksi, membuat tubuh spons lebih elastis karena dapat tumbuh membesar maupun menyusut. Selanjutnya, terdapat lapisan mesoglea (mesohyl/mesenchyme) di bagian dalam epidermis yang berisi zat berbentuk agar (berisi matrix protein-gelatin) mengandung sel amebocyte (amoeboid). Mesoglea merupakan “jaringan penghubung” dari spons. Ditemukan berbagai sel ameboid, fibril, serta elemen kerangka dalam lapisan ini.

Lapisan paling dalam dari porifera adalah choanocyte yang berfungsi melindungi spongocoel. Choanocyte berbentuk agak lonjong, salah satu ujung melekat pada mesoglea serta ujung lainnya melekat pada spongocoel yang dilengkapi flagelum. Flagel menghasilkan getaran yang menimbulkan adanya arus air dalam spongocoel ke arah osculum. Flagelum dilengkapi fibril untuk menangkap makanan.

Sel-sel amoeboid terletak di dalam mesoglea, yang memiliki beberapa fungsi esensial, seperti: pengangkut maupun penyimpan cadangan makanan, membuat spikula, sel reproduksi dan serat spons, hingga membuang limbah sisa metabolisme. Untuk memenuhi berbagai fungsi yang berbeda, sel amebocyte memiliki beberapa tipe: a) Archeocyte, merupakan amebocyte yang memiliki nukleus yang besar dengan pseudopodia tumpul serta mampu membentuk sel-sel amebocyte tipe lainnya yang dibutuhkan. Sel ini berukuran besar, merupakan sel fagositosis yang berperan dalam sistem pencernaan. b) Amebocyte pemangsa, merupakan tipe amebocyte yang tersebar dalam mesoglea dan berperan dalam pengangkutan makanan. c) Collenocyte, merupakan tipe amebocyte yang berfungsi sebagai jaringan pengikat, bersifat menetap, serta memiliki pseudopodia seperti benang. d) sclerocyte (scleroblast), yaitu amebocyte yang menghasilkan serat spons dan spikula.

Pada porifera, spikula berfungsi sebagai kerangka yang menunjang tubuh spons yang lunak. Spikula terdiri dari kapur CaCO_3 , silikat H_2SiO_3 , serta serat organik. Serat organik merupakan protein spongin fiber yang terdiri dari skleroprotein yang mengandung belerang. Spikula pada

porifera memiliki bentuk yang bermacam-macam sehingga menjadi salah satu indikator identifikasi dan klasifikasi spesies. Terdapat beberapa macam bentuk spikula, seperti: monaxon (bentuk jarum, bisa melengkung atau lurus), tetraxon (memiliki empat percabangan), polyxon (memiliki banyak percabangan dari satu pusat), serta triaxon (bentuk jarum dua sisi berada di tengah dengan dua ujung memanjang yang tajam).



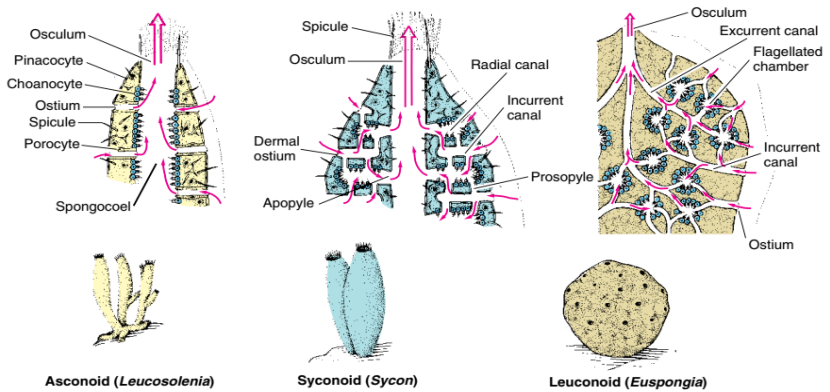
Gambar 4.5. Bentuk spikula dari beberapa kelas porifera
(Sumber: Bergquist, 1978)

Terdapat tiga tipe saluran air dari porifera, yaitu askonoid, sikonoid, dan leukonoid.

1. Asconoid adalah bentuk sistem aliran air yang paling primitif dan menyerupai vas. Lubang air menembus sel sel porosity berbentuk tabung dan memanjang dari lapisan epidermis hingga spongocoel. Air yang masuk membawa oksigen dan makanan serta mengeluarkan limbah. Jenis ini tidak memiliki ukuran tubuh yang besar karena getaran flagela tidak dapat mendorong air dari spongocoel ke oskulum. Dengan demikian, secara evolusioner, ukuran spongocoel mengecil dan terlipat

sehingga daya tampung volume air yang mengalir menjadi lebih kecil.

2. Syconoid, merupakan jenis saluran air yang melipat tubuh secara horizontal sehingga memiliki penampang seperti jari, namun memiliki tubuh simetri radial. Lipatan bagian dalam membuat sejumlah besar kantung yang dilapisi choanocyte (*flagellated canal*) dan lapisan luar menjadi saluran masuk air.
3. Leuconoid, memiliki lipatan dinding spongocoel paling kompleks. *Flagellated canal* melipat-lipat membentuk rongga berflagella (*flagellated chamber*). Spongocoel digantikan oleh kanal kecil yang mengarah ke osculum. Bentuk spons pada jenis ini umumnya tidak beraturan (irregular) karena banyaknya lipatan yang terbentuk. Organisasi leuconoid adalah yang paling kompleks dari semua sel lainnya dan memungkinkan peningkatan ukuran spons. Kebanyakan leuconoid membentuk massa besar dengan banyak oskula (jamak dari osculum). Cluster ruang berflagella diisi dari saluran yang masuk dan debit air menuju saluran keluar yang selanjutnya mengarah ke osculum. Kebanyakan spons berasal dari tipe leuconoid tersebut, yang terjadi pada sebagian besar Calcarea dan pada semua kelas lainnya. Leuconoid menunjukkan adanya evolusi dari spons maupun kelas spons yang lebih berkembang.



Gambar 4.6. Sistem aliran air porifera
(Sumber : Larson, 2002)

4.3 Fisiologi

Porifera sangat bergantung pada aliran air yang membawa oksigen dan makanan masuk ke dalam bagian tubuhnya serta mengangkut sisa metabolisme keluar. Porifera merupakan biota *filter feeder* sehingga memiliki makanan yang terdiri dari 80% partikel berukuran <5 mikron serta 20% makanan terdiri atas dinoflagellata, nanoplankton, serta bakteri. Partikel makanan ditangkap oleh fibril dan dibawa oleh amebocyte. Sistem pencernaan porifera terjadi secara intraselular (di dalam inti sel), tugas yang dilakukan oleh arkeosit. Spons mengonsumsi sebagian besar nutrisi dalam bentuk bahan organik terlarut dalam sirkulasi air melalui sistem oleh sel pinosit.

Sistem syaraf porifera belum ditemukan, namun reaksi fisiologi yang terjadi bersifat independen. Pertukaran gas terjadi secara difusi di sepanjang aliran air. Porifera memiliki organ indera terbatas berupa elemen kontraktile yang paling

sederhana. Tidak memiliki organ pernafasan maupun ekskresi, fungsi ini dilakukan secara ekskresi. Semua aktivitas kehidupan spons bergantung pada air yang mengalir ke seluruh tubuh.

4.4 Reproduksi dan Regenerasi

Spons memiliki kemampuan regenerasi yang cukup tinggi. Setiap bagian tubuh yang rusak atau terputus akan beregenerasi sepenuhnya menjadi utuh kembali. Namun kemampuan ini memiliki keterbatasan, seperti ukuran potongan leuconoid minimal 0.4 mm serta memiliki beberapa sel choanocyte agar dapat beregenerasi menjadi individu spons kecil yang baru.

Porifera bereproduksi secara seksual maupun asexual. Reproduksi asexual terjadi melalui pembentukan tunas (*budding*) atau pembentukan sel-sel amebocyte yang kemudian dilepaskan ke perairan. Beberapa spons air tawar dan air laut membentuk gemmule yang berupa tunas interal. Gemmule merupakan sekumpulan archeocyte yang mengandung cadangan makanan dan dikelilingi amebocyte membentuk dinding sel yang resisten. Beberapa spons air laut membentuk gemmule yang permanen dan kadang berbentuk larva yang dapat berenang bebas. Di perairan empat musim, gemmule terutama terbentuk pada musim gugur sebagai fase adaptasi terhadap musim dingin saat tubuh induk mati. Saat musim semi, sel archeocyte mengalir keluar gemmule, membungkus cangkang dan berdiferensiasi menjadi berbagai tipe sel yang diperlukan untuk pertumbuhan spons muda. Sementara itu, di perairan tropis gemmule terbentuk sepanjang tahun terutama pada musim kemarau.

Reproduksi seksual porifera memiliki karakter hermafrodit atau dioecious. Kebanyakan porifera merupakan hermafrodit, dengan sel telur dan sel sperma dihasilkan pada waktu yang berbeda. Sel telur dan sperma keluar melalui osculum bersama dengan aliran air serta masuk ke individu lain melalui ostium. Di dalam spongocoel atau rongga berflagella, sperma memasuki amebocyte atau choanocyte. Sel amebocyte kemudian membawa sperma ke sel telur dalam mesoglea. Selanjutnya, terjadi fertilisasi setelah pelepasan sel sperma dengan sel telur. Perkembangan embrio hingga menjadi larva berflagella (disebut sebagai larva amphiblastula) terjadi dalam mesoglea. Pada fase pertumbuhan selanjutnya, larva amphiblastula keluar dari mesoglea dan mengikuti aliran air keluar dari tubuh induk melalui osculum. Setelah berenang bebas dan menemukan substrat yang sesuai dengan kondisi lingkungan optimal, larva menempel pada substrat dan berkembang menjadi individu spons muda yang bersifat sesil dan tumbuh dewasa.

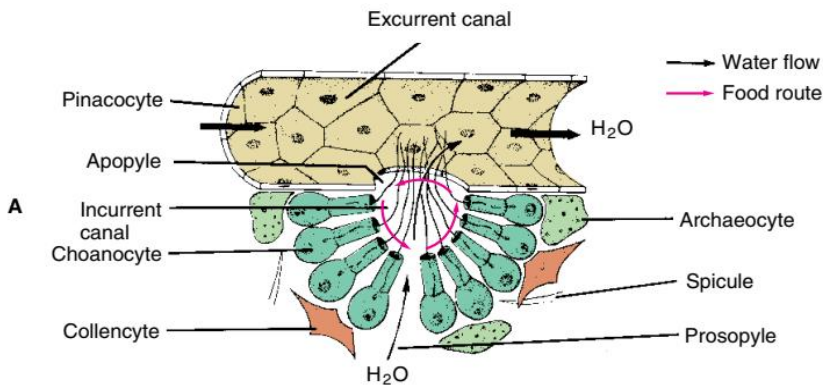
4.5 Keanekaragaman dan Hubungan Ekologis

Sebagian besar atau lebih dari 5000 spesies spons hidup di perairan laut. 150 spesies sisanya hidup di air tawar. Spons laut melimpah di semua lautan dan semua kedalaman, serta beberapa ada di perairan payau. Meskipun embrionya berenang bebas, spons dewasa selalu menempel pada substrat, seperti koral, batu, kerang, maupun benda lain yang terendam.

Beberapa spons juga dapat hidup pada substrat lumpur atau pasir.

Secara umum, pola pertumbuhan porifera bergantung pada jenis substrat, arah dan kecepatan arus air, serta ketersediaan ruang. Spesies yang sama dapat memiliki pola pertumbuhan yang berbeda saat hidup pada kondisi lingkungan yang berbeda. Spons yang hidup di perairan tenang dapat tumbuh lebih tinggi dan cepat dibandingkan yang hidup di perairan arus deras.

4.6 Jenis-Jenis Sel



Gambar 4.7. Bagian kanal yang menunjukkan struktur dan arah seluler aliran air dalam pengebakan makanan oleh sel spons
(Sumber: Larson, 2002)

1. Pinacocyte : Jaringan sejati dari spons diatur di dalam sel pinacocyte pada epitelium terluar. Memiliki karakteristik sel epitel tipis, datar, serta menutupi permukaan luar dan sebagian permukaan dalam. Beberapa sel berbentuk T

dengan badan sel memanjang ke mesoglea. Pinacocyte agak kontraktile dan membantu mengatur luas permukaan spons. Beberapa pinakosit dimodifikasi menjadi miosit kontraktile, yang umumnya tersusun melingkar di sekitar pori-pori, untuk membantu pengaturan laju aliran air. Miosit mengandung mikrofilamen serupa dengan yang ditemukan pada sel otot lainnya.

2. Porocyte: Merupakan sel tubular yang menembus dinding spons asconoid, tempat air mengalir.
3. Choanocyte : Sel ini melapisi saluran dan ruang berflagela. Merupakan sel dengan satu ujung tertanam dalam mesohyl dan ujung lainnya terbuka. Ujung terbuka memiliki flagel yang dikelilingi oleh kantung yang membentuk alat penyaring halus untuk menyaring partikel makanan dari air. Makanan yang ditelan oleh sel selanjutnya diteruskan ke arkeosit untuk pencernaan.
4. Archaeocyte : Merupakan sel ameboid yang bergerak di dalam mesohyl dan melaksanakan sejumlah fungsi. Sel ini memfagosit partikel pada epitel eksternal dan menerima partikel untuk dicerna dari koanosit. Arkeosit juga dapat berdiferensiasi menjadi jenis sel lain yang terspesialisasi di dalam spons. beberapa sel disebut sklerocyte untuk mengeluarkan spikula, spongocyte untuk mengeluarkan serat spongin dari kerangka, serta collencyte untuk mengeluarkan kolagen fibrillar.

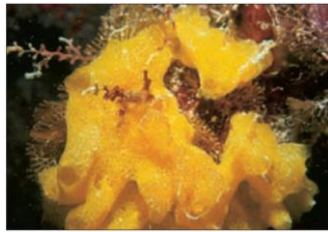
4.7 Klasifikasi

Filum Porifera memiliki 4 kelas, yaitu Calcarea, Demospongiae, Hexactinellida, serta Sclerospongae.

4.7.1 Kelas Calcarea (Calcispongiae)

Memiliki permukaan tubuh yang berbulu. Tinggi tubuh <15 cm. Spikula mengandung kapur dengan bentuk monaxon, triaxon, atau tetraaxon. Terdapat 676 spesies dengan semua biota hidup di perairan laut. Memiliki bentuk asimetri atau simetri radial. Memiliki tipe sistem air asconoid, syconoid, maupun leuconoid. Kelas ini terdiri dari 2 ordo:

- 1) Ordo Homocoela: tipe asconoid dengan dinding tubuh tipis. Contoh: *Leucosolenia* dan *Clathrina*



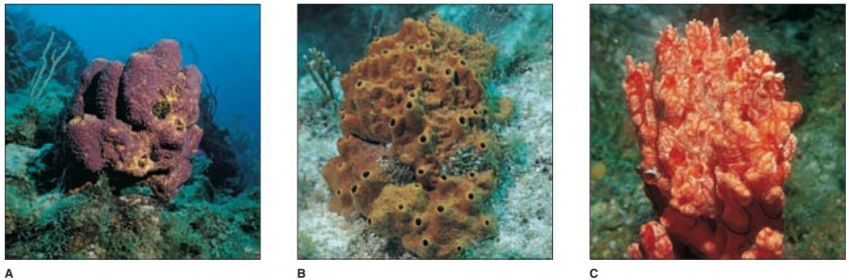
Gambar 4.8. *Clathrina* sp.

(Sumber: Renand, 2013)

- 2) Ordo Heterocoela: tipe leuconoid atau syconoid dengan dinding tubuh tebal. Contoh: *Scypha*.

4.7.2 Kelas Demospongiae

Memiliki spikula silikat dengan bentuk monaxon atau tetraaxon. Tipe saluran air leuconoid. Memiliki serat spons atau tidak sama sekali. Terdapat 6835 spesies yang terdistribusi di perairan laut, payau, hingga air tawar pada berbagai kedalaman. Memiliki bentuk asimetri atau simetri radial.



Gambar 4.9. Contoh Demospongiae. (a) *Pseudoceratina crassa*; (b) *Ectyplasia ferox*; (c) *Ophiothrix suensoni*
(Sumber: Carballo *et al*, 2012)

- a. Subkelas Tetractinellida : Hidup di perairan dangkal. Memiliki spikula tetraxon atau tidak memiliki spikula, dengan bentuk tubuh bulat atau datar tanpa percabangan.
 - 1) Ordo Myxospongia (Dendroceratida) : tidak memiliki spikula dengan bentuk tubuh sederhana dan tanpa kerangka. Contoh: *Oscarella*
 - 2) Ordo Carnosa (Homosclerophora atau Microsclerophora: memiliki spikula berbentuk tetraxon dengan ukuran yang hampir sama. Contoh: *Plakortis*
 - 3) Ordo Choristida: memiliki spikula berbentuk tetraxon dengan dua macam ukuran, besar maupun kecil. Contoh: *Geodia* dan *Thenea*.
- b. Subkelas Keratosa : Tidak memiliki spikula. Bentuk tubuh bulat.
 - 1) Ordo Dictyoceratida : memiliki rangka yang terbuat dari serat spons mengandung zat tanduk. Warna spesies gelap terutama hitam. Contoh: *Phyllospongia* (spons daun), *Euspongia* (spons busa), serta *Hippospongia* (spons kuda).

c. Subkelas Monaxonida : Memiliki spikula berbentuk monaxon dengan ukuran tubuh yang bervariasi. Ada spesies yang berserat spons. Melimpah dan umum ditemui. Hidup di tepi pantai hingga kedalaman 45 meter, beberapa spesies bisa ditemui hingga kedalaman 5.5 km.

- 1) Ordo Hadromerida (Astromonaxonellida) : memiliki spikula besar yang terpisah. Contoh: *Cliona* (spons pengebor)
- 2) Ordo Halichondrida : memiliki spikula yang besar serta serat spons. Contoh: *Halicondria*
- 3) Ordo Haplosclerida : memiliki spikula yang besar. Contoh: *Spongila* (spons air tawar) dan *Haliclona* (spons laut).
- 4) Ordo Poecilosclerida : memiliki spikula yang besar dan diikat seperti jala oleh serat spons. Contoh: *Microciona*.

4.7.3 Kelas Hexactinellida (Hyalospongiae)

Merupakan spons kaca dengan spikula mengandung silikat berbentuk hexactinal. Beberapa bersambungan seperti kaca atau pagar. Memiliki bentuk tubuh datar, silindris, atau bertangkai. Tipe syconoid. Tinggi hingga 90 cm dan terdapat di perairan laut pada kedalaman 90 cm hingga 5000 m. Terdiri dari 601 spesies yang telah terdata dan semua spesies hidup di perairan laut, terutama di perairan laut dalam. Memiliki tipe sistem saluran air syconoid serta leuconoid. Memiliki bentuk simetri radial.

- 1) Ordo Hexasterophora: memiliki spikula kecil berbentuk hexactinal. Contoh: *Euclectella aspergillum*

- 2) Ordo Amphidiscophora: memiliki spikul kecil dengan adanya kait-kait pada kedua ujung. Contoh: *Hyalonema*.

4.7.4 Kelas Sclerospongiae

Merupakan spons karang (*coralline sponges*). Spons karang merupakan satu-satunya porifera yang menghasilkan rangka kalsium karbonat CaCO_3 (aragonit) yang ada dalam serat-serat spons sehingga menyerupai batu koral. Struktur tubuh keras. Terdapat dari 93 spesies perairan laut. Memiliki bentuk asimetri. Memiliki spikula silikat berbentuk monaxon dengan jaringan berupa lapisan tipis yang menyelubungi rangka kapur. Spons karang banyak ditemukan di daerah terumbu karang dan dapat tumbuh hingga mencapai diameter 1 meter. Contoh: *Stromatospongia* dan *Ceratoporella*.

4.8 Simbion Spons

Beberapa organisme berinteraksi dengan spons sebagai bentuk interaksi di lingkungan akuatik. Mikroba simbion spons, contohnya bakteri dan fungi, hidup dalam tubuh spons karena adanya transmisi vertikal dari induk ke larva. Sifat simbiosis cenderung simbiosis obligat yang bersifat *host-specificity* terhadap spons inang.

Spons juga memiliki hubungan simbiotik dengan sejumlah alga dan bakteri. Spons menyediakan perlindungan bagi alga dan bakteri dari pemangsanya serta alga menyediakan nutrisi sebagai makanan dari spons dari hasil fotosintesis. Beberapa bakteri juga ditemukan dalam organ pencernaan spons dan membentuk koloni. Lubang porus pada spons juga mengandung sejumlah koloni. Contohnya bakteri

simbion *Flavobacterium* dan *Aeromonas* yang bersimbiosis pada spesies spons *Acanthela clethera* maupun *Xetospongiae* sp.

Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya mikrosimbion spons diantaranya adalah ketersediaan nutrisi yang tinggi; salinitas, suhu, dan pH yang sesuai dengan kondisi perairan alami; arus laut yang tenang untuk memudahkan penyerapan dan penyaringan nutrisi; hingga pengaruh topografi. Jenis topografi landai maupun dasar laut sedikit berlumpur membuat spons mendapatkan nutrisi secara maksimal sebagai hewan *filter feeder*. Spons dapat hidup dengan optimal pada perairan dengan kekeruhan rendah serta tidak dalam keadaan tercemar.

Selain mikrosimbion, beberapa hewan berukuran besar (seperti kepiting, ikan, tungau, nudibranch, dan bryozoa) hidup sebagai parasit atau komensalisme di dalam maupun di atas porifera. Beberapa spons yang berukuran lebih besar cenderung mampu menampung lebih banyak biota invertebrata komensal. Di sisi lain, spons tumbuh banyak pada hewan lainnya, seperti moluska, brachiopoda, teritip, terumbu karang, atau hidroid. Terdapat satu spons yang memangsa udang. Beberapa kepiting menempelkan potongan spons ke karapasnya sebagai tempat perlindungan maupun kamuflase. Hal ini disebabkan spons dikenal oleh predator memiliki rasa yang tidak enak. Karena kerangka spons rumit dan bagi predator memiliki aroma tidak enak, sebagian besar pemangsa potensial hanya mencicipi sebagian kecil tubuh porifera. Beberapa ikan karang melakukan *grazing* pada spons perairan dangkal.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergquist PR (1978) Sponges. Hutchinson & Co., London, 268 p.
- Boury-Esnault N, Lavrov DV, Ruiz CA and Pe' rez T (2013) The integrative taxonomic approach applied to porifera: A case study of the Homoscleromorpha. Integrative and Comparative Biology 24. 10.1093/icb/ict042.
- Carballo JL, Bautista E, Nava H, Cruz-Barraza JA and Chavez JA (2012) Boring sponges, an increasing threat for coral reefs affected by bleaching events. Ecology and Evolution. 10.1002/ece3.452
- Gazave E, Lapebie P, Ereskovsky AV et al. (2012) No longer Demospongiae: Homoscleromorpha formal nomination as a fourth class of Porifera. Hydrobiologia 687(1): 3–10.
- Gazave E, Lavrov DV, Cabrol J et al. (2013) Systematics and molecular phylogeny of the family oscarellidae (homoscleromorpha) with description of two new Oscarella species. PLoS One 8(5): e63976
- Larson, A. 2002. *Chapter Six. Sponges - Phylum Porifera. dalam* Hickman, CP., Roberts, L.S., dan Larson, A. *Animal Diversity 3rd Edition*. United States: Mc Graw Hill. ISBN-10: 0072349034
- Philippe H, Derelle R, Lopez P et al. (2009) Phylogenomics revives traditional views on deep animal relationships. Current Biology 19: 706–712.

- Renand, E., Gazave, E., Fierro-Constain, L., Schenkelaars, Q., Ereskovsky, A., Vacelet, J., dan Borchellini, C. 2013. *Porifera (Sponges): Recent Knowledge and New Perspectives*. John Wiley & Sons.
<https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0001582.pub2>
- Suwignyo, S., Widigdo, B., Wardiatno, Y., dan Krisanti, M. 2005. *Avertebrata Air – Jilid 1*. Jakarta: Penebar Swadaya.

BAB 5

FILUM *PLATYHELMINTHES*

Oleh Muhammad Faizal Fathurrohim

5.1 Pendahuluan

Filum *Platyhelminthes* termasuk ke dalam kingdom Animalia. Organisme ini juga dikenal sebagai cacing pipih. Filum ini mencakup lebih dari 20.000 spesies dan lebih dari setengahnya adalah cacing parasit. *Platyhelminthes* yang parasit hidup di dalam tubuh inangnya (endoparasit) pada siput air, sapi, babi, dan manusia. Cacing golongan ini sangat sensitif terhadap cahaya. Pada umumnya tubuh cacing ini berbentuk pipih dorso-pentral.

Filum *Platyhelminthes* ini sendiri memiliki 4 kelas, yaitu *Turbellaria*, *Monogenea*, *Trematoda*, dan *Cestoda*. Pada kelas *Turbellaria* menjadi satu-satunya filum yang bisa hidup dengan bebas di alam liar, contohnya *Planaria sp.* yang sering ditemukan pada bebatuan wilayah perairan tawar, sedangkan pada ketiga kelas yang lain mereka hidup sebagai parasit pada inang yang lainnya.



Gambar 5.1 Planaria sp.
Sumber: fishlab.com

5.2 Ciri – Ciri *Platyhelminthes*

Setiap makhluk hidup memiliki keisimewaan dan ciri khusus sebagai identitas spesies atau kelompok tersebut. *Platyhelminthes* memiliki ciri khas yakni mempunyai tubuh tipis atau plat sesuai dengan namanya. Berikut ini ciri-ciri dari filum *Platyhelminthes*:

5.2.1 Multiseluler

Platyhelminthes merupakan hewan multiseluler atau bersel banyak. Bahkan seluruh sel-sel yang menyusun tubuhnya telah membentuk jaringan dan organnya tersendiri. Sistem saraf terdiri dari otak dan dua tali saraf longitudinal yang tersusun seperti tangga. Oleh karena itu, *Platyhelminthes* termasuk organisme yang telah sendirinya memiliki organisasi tingkat organ, meskipun bentuk organ yang dimiliki masih sangat sederhana.

5.2.2 Simetris Bilateral

Platyhelminthes termasuk hewan simetris bilateral. Bagian tubuhnya bisa dibagi menjadi dua bagian yang sama besar, yakni melalui garis sumbu tubuh.

5.2.3 Tribloblastik

Pada lapisan embrional *Platyhelminthes* sendiri tersusun atas 3 lapis, yaitu lapisan epidermis, lapisan mesodermis, dan lapisan endoderm. Di setiap lapisan akan berkembang dan mengalami deferensiasi menjadi jaringan dan organ (tidak dapat kembali ke bentuk semula).

5.2.4 Habitat di Air

Platyhelminthes sebagian besar hidup sebagai parasit, namun ada yang berupa Ekoparasit dan Endoparasit. Ekoparasit adalah parasit yang hidup dengan cara menempel (menumpang) ditubuh bagian luar makhluk hidup lain. Sedangkan endoparasit adalah parasit yang hidup didalam tubuh makhluk hidup lain.

5.2.5 Sistem Organ

Platyhelminthes tidak memiliki anus dan sistem peredaran darah tetapi memiliki mulut dan bernafas dengan difusi sederhana melalui permukaan tubuh. Ruang antara dinding tubuh dan organ diisi dengan parenkim jaringan ikat yang membantu mengangkut bahan makanan. Sel api membantu dalam ekskresi dan osmoregulasi.

5.2.6 Sistem Saraf

Sistem saraf *Platyhelminthes* disebut sistem saraf tangga tali. Pada sistem saraf ini sendiri terdiri atas sepasang ganglion otak dan serabut-serabut saraf. Ganglion otak akan memanjang mulai dari bagian anterior sampai kebagian posterior. Serabut-serabut saraf yang keluar dari ganglion otak akan saling berhubungan dan membentuk seperti anak tangga.

5.2.7 Sistem Pernapasan

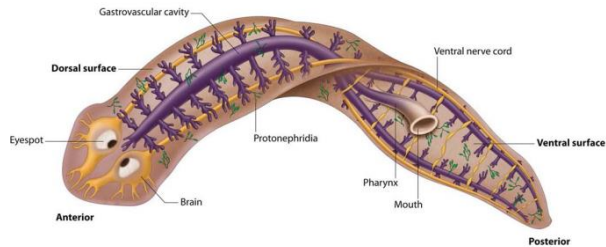
Pada proses pertukaran oksigen dan karbondioksida pada Fillum *Platyhelminthes* dilakukan secara difusi melalui permukaan tubuh atau kulit, karena belum memiliki alat respirasi yang khusus, mereka lebih sering berespirasi melalui kulit tubuhnya yang lembab. Sama halnya dengan sistem transportasi, karena belum memiliki alat transportasi yang khusus, maka proses pengangkutan zat di dalam tubuh terjadi dari sel ke sel secara difusi.

5.3 Struktur Morfologi *Platyhelminthes*

Platyhelminthes mempunyai bentuk tubuh pipih, tidak mempunyai rongga tubuh (selom) dan alat pencernaanya tidak sempurna. Memiliki tubuh yang pipih, simetris, dan tidak bersegmen. Tubuh cacing pipih biasanya pipih, tidak tersegmentasi, tetapi *Platyhelminthes* memiliki simetri bilateral. Pada *Platyhelminthes* terdapat satu lubang saluran pencernaan, yaitu mulut. Bagian ini berfungsi untuk makanan.

Platyhelminthes banyak hidup sebagai parasit yang hidup di saluran pencernaan hewan lain karena tidak memiliki mulut atau saluran pencernaan, tetapi mereka menyerap

makanan yang dicerna inangnya di atas permukaan tubuh mereka. Anatomi internal semua cacing pipih sederhana kecuali dalam kasus organ reproduksi. Hampir semua memiliki organ jantan dan betina pada hewan yang sama (hermaprodit), dan oleh karena itu setiap individu bertelur saat dewasa

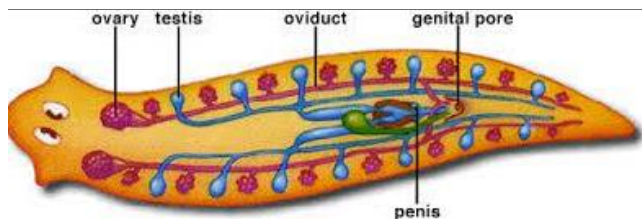


Gambar 5.2. Struktur Morfologi *Platyhelminthes*

Sumber: Accorsi et al, 2017

5.4 Reproduksi *Platyhelminthes*

Platyhelminthes bereproduksi secara seksual dengan peleburan gamet dan secara asexual dengan regenerasi pembelahan. Fertilisasi *Platyhelminthes* bersifat internal. *Platyhelminthes* adalah hermafrodit, yaitu, organ jantan dan betina terdapat di dalam tubuh yang sama. Kelamin jantan dan betina kebanyakan pada kelas ini secara bersamaan melakukan pembuahan internal.



Gambar 5.3. Organ reproduksi *Platyhelminthes*

Sumber: Guam.net

Sistem reproduksinya mungkin agak rumit, terutama di *Neoophora* di mana kuning telur disimpan dalam sel kuning telur dan diproduksi dalam vitellaris terpisah. Setelah pembuahan, cacing pipih menghasilkan kapsul telur yang mengandung oosit yang telah dibuahi. Namun, ada perbedaan penting dalam jenis kapsul telur yang dihasilkan antara anggota filum. Pada *Turbellaria* akan menghasilkan basal telur entolecithal, khas hewan lain, di mana bahan kuning telur disimpan di dalam oosit. Sebaliknya, anggota *Euneoophora* menghasilkan telur ectolecithal, di mana organ tersebut khusus menghasilkan sel kuning telur yang disimpan ke dalam telur dengan oosit yang dibuahi.

5.5 Klasifikasi *Platyhelminthes*

5.5.1 Turbellaria

Turbellaria dikenal dari air tawar dan dari lingkungan laut. Kelas *Turbellaria* adalah kelompok paling primitif dalam filum Platyhelminthes. Sistem saraf *Turbellaria* mencakup struktur seperti otak primitif di daerah kepala, yang disebut ganglion. Turbellaria yang hidup bebas adalah nenek moyang cacing pipih parasit; parasitisme berevolusi sebagai bentuk khusus makan dan berkembang biak dari gaya hidup pemulung turbellaria. *Turbellaria* memakan bahan hewani hidup dan mati. Beberapa turbellaria mengeluarkan enzim pencernaan ke dalam makanan mereka, lalu mencerna partikel makanan yang sudah dicerna melalui faring mereka. Lainnya mencerna makanan di rongga pencernaan mereka. Semua cacing pipih harus mengeluarkan makanan yang tidak tercerna dari mulutnya; mereka tidak memiliki anus.



Gambar 5.4. *Pseudoceros dimidiatus*

Sumber: upload.wikimedia.org

Turbellaria bergerak menggunakan silia pada epidermis mereka atau dengan menggoyangkan tubuh mereka dengan otot mereka. Kebanyakan turbellaria hidup di air, baik air tawar maupun air asin. Beberapa spesies hidup di darat di habitat lembab seperti serasah daun. *Turbellaria* berkembang biak dengan pembelahan dan regenerasi, atau secara seksual. *Turbellaria* yang bereproduksi secara seksual bersifat hermafrodit — sperma dari satu hewan akan membuahi telur dari hewan lain, dan telur tersebut kemudian menetas menjadi turbellaria kecil. Saat bereproduksi dengan pembelahan dan regenerasi, ujung ekor turbellaria individu menempel pada substrat dan daerah kepala menjauh dari ekor. Ini akhirnya membagi cacing pipih menjadi dua, dan setiap bagian meregenerasi ujung yang hilang. *Turbellaria* adalah satu-satunya cacing pipih yang dapat bereproduksi dengan pembelahan.

Reproduksi *Turbellaria* adalah dengan cara hermafrodit / berumah. Setiap individu memiliki struktur reproduksi pria dan wanita. Anatomi reproduksi terdiri dari jaringan mesodermal yang terletak di lapisan parenkim. Anatomi sistem reproduksi jantan dicirikan oleh beberapa pasang testis yang masing-masing terletak di salah satu sisi organisme. Di saluran sperma membuka ke dalam vesikula seminalis tempat sel sperma disimpan. Organ lain dari sistem reproduksi jantan adalah protrusible/extendable phallus (saluran sperma bergabung membentuk saluran ejakulasi yang memanjang ke dalam lingga). Sistem reproduksi betina terdiri dari banyak pasang ovarium serta saluran telur yang membuka ke ruang genital. Agar terjadi pembuahan, dua anggota dewasa berkumpul untuk terjadinya kawin secara bersama. Bergantung pada spesiesnya, beberapa *Turbellaria* memiliki lebih dari satu struktur penis serta lebih dari satu pori genital yang berfungsi untuk menerima sperma yang dihasilkan selama perkawinan.

Sementara *Turbellaria* mampu bereproduksi secara seksual, reproduksi juga dapat terjadi secara aseksual. Cara reproduksi ini dikenal sebagai pembelahan melintang. Selama reproduksi aseksual, penyempitan mulai terbentuk di belakang faring. Pada akhirnya, penyempitan membagi organisme menjadi dua zooid yang memisahkan dan menumbuhkan bagian tubuh yang hilang. Cara reproduksi ini tidak memerlukan pertukaran gamet untuk dilakukan.

5.5.2 Monogenea

Lebih dari 4.000 spesies, kelas *Monogenea* terdiri dari cacing pipih parasit yang termasuk dalam Filum *Platyhelminthes*. Mereka umumnya ditemukan di habitat perairan di mana sebagian besar spesiesnya berperan sebagai ektoparasit ikan dan organisme lain. Namun, beberapa spesies bersifat endoparasit dan dengan demikian menyerang berbagai organ tubuh inang.

Monogenea merupakan *Platyhelminthes* parasit pada permukaan ikan. *Monogenea* sangat umum hidup di kulit, sirip dan insang ikan. Keberadaan mereka terkadang bisa ditemukan pada kandung kemih dan rektum vertebrata berdarah dingin. *Monogenea* tidak ada yang menginfeksi burung, kecuali *Oculotrema hippopotami* yang dapat menginfeksi mamalia dan menjadi parasit pada mata kuda nil.

Monogenea biasanya bersifat hermafrodit (sistem reproduksi jantan menjadi fungsional sebelum bagian betina). Mereka memiliki siklus hidup langsung tanpa reproduksi aseksual (tidak seperti *Digenea*). Siklus hidup *Monogenea* dimulai dari telur, tahap larva (umumnya bersilia) disebut *oncomiracidium* yang bertanggung jawab untuk transmisi antar inang. Setelah dewasa *Monogenea* akan memakan darah, lendir, dan sel epitel pada inangnya.



Gambar 5.5. *Gyrodactylus*, parasit pada perairan
Sumber: sciencephoto.com

5.5.3 Trematoda

Trematoda umumnya bersifat hermaprodit, kecuali cacing *Schistosoma*, mempunyai batil isap mulut dan batil isap perut. Host definitif cacing trematoda adalah kucing, anjing, kambing, sapi, babi, tikus, burung, luak, harimau, dan manusia. Menurut habitat cacing dewasa dalam tubuh host, trematoda di bagi dalam:

- a. Trematoda hati (*liver fluke*): *Clonorchis sinensis*, *Opistharcis felineus*, dan *Fasciola hepatica*.
- b. Trematoda usus (*intestinal fluke*): *Fasciolaposis busky*, *Echinostomatidae* dan *Heterophyidae*.
- c. Trematoda paru (*lung fluke*): *Paragonimus westermani*.
- d. Trematoda darah (*blood fluke*): *Schistoma japonicum*, *Schistoma mansoni*, dan *Schistoma haematobium*.

Trematoda memiliki siklus hidup yang kompleks. Inang perantara adalah moluska dan inang definitif adalah vertebrata. Pada beberapa spesies, inang perantara kedua dan terkadang

bahkan ketiga terlibat. Genus *Schistosoma* telah menjadi subyek dari beberapa penelitian, karena merupakan agen penyebab schistosomiasis, yang menempati peringkat sebagai salah satu penyakit menular utama di dunia dan tersebar luas di negara-negara berkembang. Seperti pada semua trematoda, siklus hidup *Schistosoma* sangat kompleks. Ia memiliki jenis kelamin terpisah yang hidup selama beberapa tahun di pembuluh darah. Di dalam pembuluh darah inang, setiap betina dapat melepaskan sekitar 300 telur per hari. Ketika telur dikeluarkan ke air tawar oleh inang utama, larva bersilia yang disebut miracidium menetas dalam waktu sekitar 5 hari.



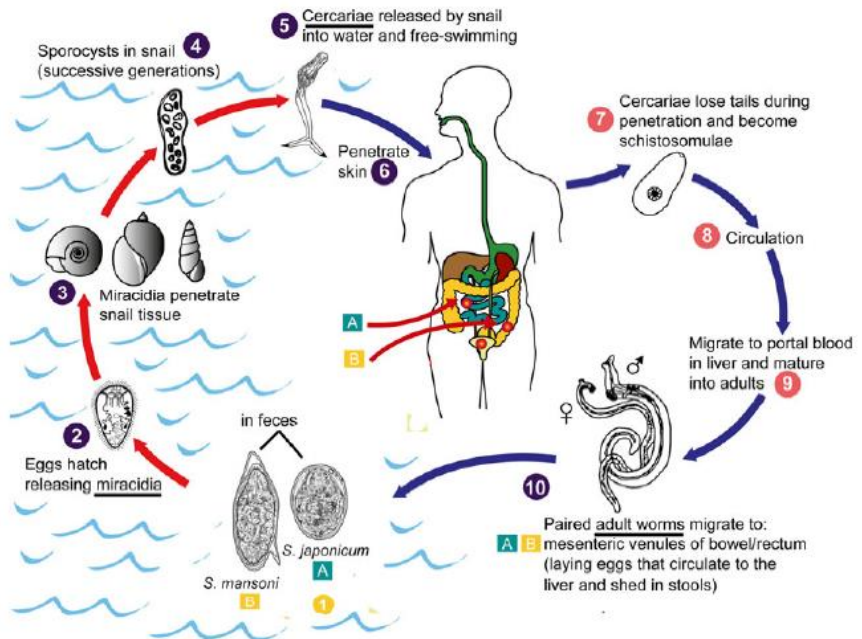
Gambar 5.6. *Schistosoma japonicum*
Sumber: Indonesia medical laboratory

Pada siput dari genus *Biomphalaria*, miracidia menjalani siklus reproduksi aseksual, yang menyebabkan munculnya tipe larva kedua, cercaria. Serkaria berenang secara aktif dan menembus inang definitif, kembali melalui kulit untuk masuk ke pembuluh darah, di mana mereka berkembang menjadi dewasa (Jurberg et al. 2009). Melalui siklus yang kompleks ini, satu zigot cacing pipih parasit dapat memunculkan banyak keturunan. Penyakit ini bukan disebabkan oleh telur yang

ditransmisikan melainkan oleh peradangan kronis yang terjadi ketika telur yang dikeluarkan oleh cacing betina terperangkap dalam pembuluh darah kecil di hati atau organ lain. *Schistosomes* adalah *neophorans*. Oleh karena itu, sel kuning telur yang diproduksi oleh vitelarium ditemukan di luar oosit. Secara umum, embriologi mereka menyerupai cacing pipih yang hidup bebas.

Telur *schistosom* tidak disimpan dalam rahim betina dan tetap tidak terbuka saat diletakkan. Pembelahan dimulai dalam darah inang utama dan menghasilkan dua blastomer yang ukurannya sedikit berbeda. Selama pembelahan pertama, sel-sel vitellin melebur menjadi syncytium kuning telur tunggal. Pembelahan selanjutnya bersifat asinkron dan membentuk primordium embrionik diskoid dengan sumbu hewan-tumbuhan. Ini tumbuh membentuk stereoblastula, yang terdiri dari primordium embrionik proliferasi sentral yang dikelilingi oleh selubung luar, dihasilkan oleh migrasi tiga hingga empat makromere. Pada titik ini, diferensiasi seluler dimulai, memunculkan selubung dalam dan munculnya primordia organ awal. Setelah itu, terjadi organogenesis, dengan diferensiasi massa saraf, epidermis, otot, dan kelenjar mirasidial. Penetasan melepaskan larva yang terbentuk sempurna yang menampilkan kontraksi otot, pemukulan silia, dan sel api.

Trematoda dewasa dapat hidup di dalam hati, usus, paru-paru, ginjal, dan pembuluh darah vertebrata. Semua anggota cacing ini bersifat parasit pada manusia atau hewan. Beberapa jenis cacing ini merugikan dibidang peternakan karena hewan ternak yang mengandung cacing ini menjadi tidak layak untuk dikonsumsi manusia.



Gambar 5.7. Siklus hidup *Schistosoma*

Sumber: Adell et al., 2015

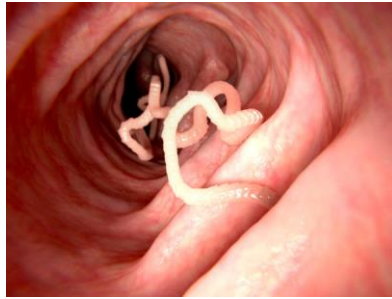
5.5.4 Cestoda

Cestoda *Platyhelminthes* bersifat parasit. Kelas Cestoda memiliki kulit berlapis kitin yang berfungsi melindungi diri dari enzim inangnya. Cestoda terdiri dari anterior yang disebut skoleks, leher (strobilus), dan proglotid. Cestoda umumnya dikenal sebagai cacing pita dan sekitar 4.000 spesies telah terdeskripsikan. Hampir semua spesies vertebrata dapat berfungsi sebagai inang potensial bagi Cestoda. Salah satu contohnya adalah caing pita. Cacing pita biasanya membutuhkan setidaknya dua inang dan manusia merupakan inang utama dari beberapa spesies. Berikut ini adalah cacing

pita yang tumbuh pada inangnya yang hidup melalui daging mentah seperti babi (*Taenia solium*), sapi (*Taenia saginata*), dan ikan (*Diphyllbothrium spp*).

Cacing pita dewasa bersifat parasit dalam saluran pencernaan vertebrata dan seringkali menjadi salah satu host perantara invertebrata. Cacing pita biasanya memiliki tubuh yang panjang dan rata yang terdiri dari banyak unit reproduksi atau proglotid. Cacing ini mewakili sifat spesifik Cestoda, karena setiap proglottid mengandung struktur reproduksi jantan dan betina dan dapat bereproduksi secara mandiri; oleh karena itu, dapat dianggap bahwa cacing pita sebenarnya merupakan koloni proglotid. Cacing pita sama sekali tidak memiliki sistem pencernaan.

Cacing pita memiliki siklus hidup yang kompleks yang dimulai dengan larva infeksius, yang disebut coracidium pada cacing pita akuatik dan oncosphere pada cacing pita terestrial. Larva pasif yang disederhanakan ini memasuki inang utama dengan cara dicerna. Larva sangat kecil, hanya mengandung beberapa sel embrionik (50-100) yang dikelilingi oleh beberapa selubung pelindung. Amplop bagian dalam, yang disebut embriofor, dapat mempertahankan silianya. Setelah menetas di usus inang utama, larva melepaskan selubung pelindungnya dan menembus dinding usus ke dalam rongga tubuh inang. Begitu berada di dalam rongga tubuh, larva primer ini bermetamorfosis menjadi larva sekunder yang disebut cysticeroid.



Gambar 5.8. *Taenia saginata*

Sumber: <https://media.istockphoto.com>

Contoh yang terkenal adalah cacing pita sapi *Taenia saginata* (gambar 5.8), bentuk dewasa yang hidup di usus kecil manusia dan dapat mencapai panjang 20 m, terlipat bolak-balik di usus inang. Telur yang dibuahi yang dikeluarkan dari inang manusia dicerna oleh sapi, inang perantara, di mana larva berkait enam, oncospheres, menetas dan bermigrasi ke otot rangka di mana mereka menjadi 'cacing kandung kemih' atau *cysticercoids*. Masing-masing remaja ini tetap diam sampai otot mentahnya dimakan oleh manusia, di mana ia menempel pada usus dan menjadi dewasa. Yang lebih berbahaya bagi manusia adalah spesies *Taenia solium*, atau cacing pita babi, karena manusia juga dapat bertindak sebagai hospes sekunder. *Cysticercoids* dapat berpindah dari otot ke otak dan menyebabkan *cysticercosis* yang dapat mematikan.

5.6 Parasitologi *Platyhelminthes*

Pada filum *Platyhelminthes*, terdapat beberapa spesies yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia dan hewan, diantaranya adalah:

- a. Genus *Schistosoma* yang dapat menyebabkan skistosomiasis, penyakit parasit yang ditularkan melalui siput air tawar pada manusia. Apabila cacing tersebut berkembang di tubuh manusia, dapat terjadi kerusakan jaringan dan organ seperti kandung kemih, ureter, hati, limpa, dan ginjal manusia. Kerusakan tersebut disebabkan perkembanganbiakan cacing *Schistosoma* di dalam tubuh hingga menyebabkan reaksi imunitas. Penyakit ini merupakan salah satu penyakit endemik di Indonesia.
- b. *Clonorchis sinensis* yang menyebabkan infeksi cacing hati pada manusia dan hewan mamalia lainnya. Spesies ini dapat menghisap darah manusia.
- c. *Scutariella didactyla* yang menyerang udang jenis *Trogocaris* dengan cara menghisap cairan tubuh udang tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Accorsi, A., Monique, M., Williams, Ross, E. J., Sofia, M. C., Sarah, R., Ellitot, Kiberlly, C.,
Alejandro, T.U., Alvarado, S. (2017) Hands-On Classroom Activities for Exploring Regeneration and Stem Cell Biology with Planarians. National Association of Biology Teachers.
- Adell, T., Duran, J. M. M., Salo, E., and Cebria, F. (2015). *Platyhelminthes*. Springer-Verlag Wien. DOI 10.1007/978-3-7091-1871-9_3.
- Collins, J. J. (2017). *Platyhelminthes*. Current Biology. Vol 3 (7). Department of Pharmacology, UT Southwestern Medical Center, Dallas. USA.
- Hartenstein, V., and Jones, M. (2003). The embryonic development of the bodywall and nervous system of the cestode flatworm *Hymenolepis diminuta*. Cell Tissue Res 311:427–435.
- Laumer CE, dan Giribet G (2014) Inclusive taxon sampling suggest a single, stepwise origin of ectolecithality in *Platyhelminthes*. Biol J Linn Soc 111:570–588.
- Maya, S., dan Nurhidayah. (2020). Zoologi Invertebrata. Widina Bhakti Persada Bandung. Bandung.
- Ningsih, N. I. D. (2010). Invertebrata. Tangerang: Citra Lab.
- Padoli. (2016). Mikrobiologi dan Parasitologi Kesehatan. Kementrian dan Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.

BAB 6

FILUM NEMATHELMINTHES

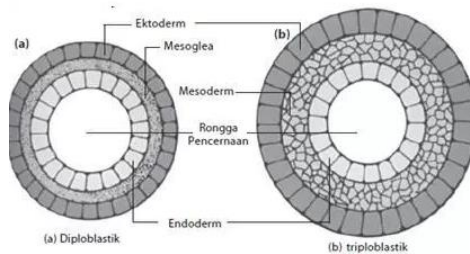
Oleh Suharno Zen

6.1 Pengertian

Nemathelminthes (dalam bahasa Yunani, nema = benang, helminthes = cacing) disebut sebagai cacing gilig karena tubuhnya berbentuk bulat panjang atau seperti benang. Anggota kelompok cacing ini ialah berbentuk bulat panjang serta tidak bersegmen, oleh karena itu cacing ini disebut juga cacing gilig. *Aschel* = gilig/bulat dan *helmin* = cacing.

6.2 Morfologi

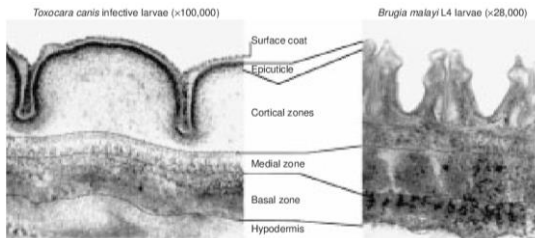
Tubuh Nemathelminthes dilapisi oleh kutikula yang keras. Seiring pertumbuhan cacing, kutikula lama dilepaskan secara periodik dan kutikula baru disekresikan dengan ukuran yang lebih besar. Otot dinding tubuhnya seluruhnya terdiri atas otot longitudinal dan kontraksinya menghasilkan gerakan. Nemathelminthes merupakan hewan triploblastik pseudoselomata. Triploblastik artinya ialah tubuhnya tersusun atas tiga lapisan yaitu ektoderm, mesoderm, dan endoderm. Sedangkan pseudoselomata berarti susunan tubuhnya terdiri atas sebuah rongga semu. Hal ini disebabkan perkembangan lapisan mesodermnya berkembang membentuk lapisan luar dan lapisan dalam sehingga terbentuk selom atau rongga antara mesoderm dengan endoderm.



Gambar 6.1. Lapisan triploblastik

Sumber : <https://ilmudasar.id/perbedaan-diploblastik-dan-triploblastik/>

Nemathelminthes memiliki faring muskular yang berfungsi untuk menghisap makanan dan sistem pencernaannya sudah sempurna.



Gambar 6.2. Kutikula

Sumber : <https://www.semanticscholar.org/paper/The-nematode-cuticle%3A-synthesis%2C-modification-and-Page-Kennedy/2371079f24897a79666438d38461e8bcf6c0af09>

6.3 Cara Hidup dan Habitat

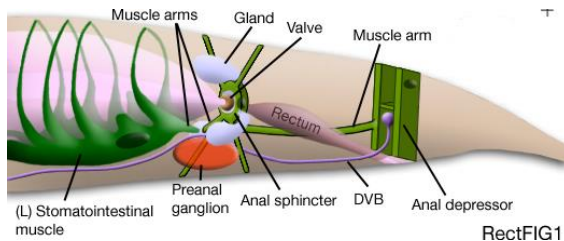
Nemathelminthes hidup bebas ataupun parasit. Nemathelminthes yang hidup bebas berperan dalam penguraian sampah organik. Sedangkan yang hidup secara

parasit, mengambil makanan dari sari makanan atau darah inangnya. Nemathelminthes yang hidup bebas terdapat di tanah lembab, di dasar perairan tawar atau laut. Sedangkan Nemathelminthes yang hidup parasit hidup di dalam tubuh inang.

6.4 Sistem Organ

6.4.1 Sistem Pencernaan

Nemathelminthes memiliki sistem pencernaan yang sudah lengkap, yaitu terdiri dari mulut (*cavum buccale*), faring, usus, dan anus. Mulut Nemathelminthes terdapat pada ujung anterior, sedangkan anus terdapat pada ujung posterior. Beberapa Nemathelminthes memiliki kait pada mulutnya. Makanan yang masuk melalui mulut kemudian masuk ke faring dan dicerna di usus. Setelah dicerna sari makanan tersebut akan diedarkan keseluruh tubuh, kemudian sisa-sisa sari makanan tersebut akan dikeluarkan melalui anus.



Gambar 6.3. kutikula

Sumber : <https://soilcrawlers.weebly.com/digestion.html>

6.4.2. Sistem Pernafasan

Nemathelminthes tidak memiliki sistem pernafasan (respirasi), sehingga pertukaran oksigen dan karbondioksida terjadi secara difusi, yaitu dengan mekanisme pertukaran zat

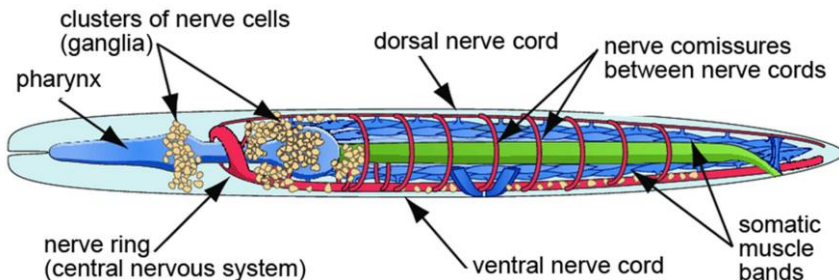
dari tempat yang berkonsentrasi tinggi ke tempat yang berkonsentrasi rendah melalui permukaan tubuhnya.

6.4.3. Sistem Peredaran Darah

Nemathelminthes tidak memiliki sistem peredaran darah (sirkulasi), jadi sari-sari makanan diedarkan melalui cairan pada rongga pseudoselom.

6.4.4. Sistem Persarafan

Nemathelminthes memiliki sistem persarafan berupa cincin saraf yang terletak di dekat faring. Cincin saraf ini berfungsi sebagai pusat saraf yang dikenal juga dengan nama cincin *circum mesophagal*. Bagian anteriornya mengalami perpanjangan menjadi sebuah cabang pendek sedangkan bagian posteriornya mengalami percabangan menjadi enam cabang yang kemudian bertemu dengan cincin saraf posterior atau *komisura circum cloaca* dengan banyak cabang atau serabut-serabut ke arah lateral. Permukaan tubuh terdapat papilae sebagai alat perasa.



Gambar 6.4. Sistem syaraf

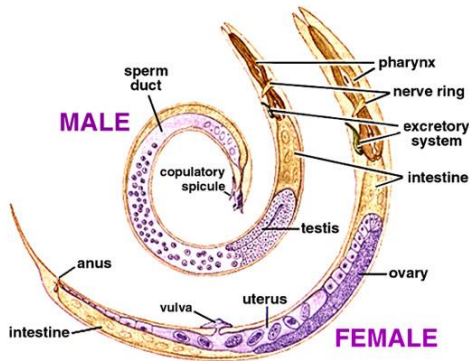
Sumber: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982216308260>

6.4.5. Sistem Ekskresi

Nemathelminthes memiliki sistem ekskresi yang terdiri dari dua saluran utama yaitu *Ductus excretorius* (saluran kelenjar) dan *porus excretorius*. *Ductus excretorius* memiliki jumlah yang sama besar dengan garis-garis longitudinal di sepanjang permukaan tubuh, karena dibagian sebelah dalam dari tiap-tiap garis longitudinal itu terdapat sebuah *Ductus excretorius*. *Ductus* bermuara keluar melalui *porus excretorius* yang terletak disebelah kaudal oral/ belakang mulut.

6.4.6. Sistem Reproduksi

Nemathelminthes umumnya melakukan reproduksi secara seksual. Sistem reproduksi bersifat gonokoris, yaitu alat kelamin jantan dan betinanya terpisah pada individu yang berbeda. Fertilisasi dilakukan secara internal, hasil fertilisasi dapat mencapai lebih dari 100.000 telur perhari. Kopulasi terjadi di dalam usus dan ovum dibuahi di dalam oviduct cacing betina. Tiap ovum dilapisi oleh kitin. Ovum yang dibuahi (mengandung zygot) akan keluar bersama-sama dengan feses hospes. Jika ovum sampai di air atau tanah yang kondisinya cocok (adaptif) maka dalam waktu 2-3 minggu zigot didalam ovum akan menjadi embrio. Jika ovum yang mengandung embrio tertelan oleh manusia bersama air atau makanan, maka di dalam usus hospes ovum akan menetas dan keluar larva (panjang 0,2 – 0,3 mm). Larva akan berkembang menjadi cacing dewasa.



Gambar 6.5. Sistem reproduksi

Sumber : <https://overallscience.com/phylum-aschelminthes-nemathelminthes-round-or-thread-worms-its-classification-and-characteristics/>

6.4.7. Sistem gerak

Nematoda memiliki *muscular longitudinalis* dengan kontraksi otot ini tubuh cacing dapat memendek dan membelok. Relaksasi otot-otot ini dipengaruhi oleh kutikula yang bersifat elastis. Adanya relaksasi dan kontraksi mengakibatkan cacing mampu bergerak secara bergelombang atau dikenal dengan undulasi.

6.5 Klasifikasi Nemathelminthes/ Aschelminthes

Superphylum Nemathelminthes/ Aschelminthes diusulkan oleh Grobбен pada tahun 1910 dan kemudian didukung oleh Hyman pada tahun 1951. Ini termasuk *pseudocoelomate* atau *blastocoelomate*, yang memiliki coelom palsu atau *pseudocoelom*. Mayoritas adalah hewan hidup bebas,

air tawar atau laut. Mereka hanya memiliki otot longitudinal, dan sistem pencernaan berbentuk tabung. Mereka tidak memiliki sistem pernapasan dan peredaran darah. Mereka bertelur ditutupi oleh cangkang chitinous.

Kelas NEMATODA

Termasuk cacing gelang yang hidup bebas dan parasit, terdapat sekitar 28.000 spesies, 16.000 di antaranya adalah parasit. Nematoda tidak bersegmen, memiliki simetri bilateral dan kulitnya terdiri dari *syncytium* yang ditutupi oleh lapisan kutikula yang tebal. Memiliki otot longitudinal. Sebagian besar spesies *dioecious* dan telur bercangkang.

Subkelas Aphasmida (=Adenophorea)

Cirinya : Phasmid tidak ada, amphid besar, Sistem ekskresinya sederhana, tidak berbentuk tabung atau terkadang tidak ada, ada tiga kelenjar perekat ekor yang biasanya membuka melalui *spinneret* di dekat ujung ekor. Lebih dari 5 kelenjar esofagus. Jantan umumnya memiliki dua testis dan alae ekor jarang. Ada papila sensorik di daerah kepala dan di sepanjang tubuh, kebanyakan hidup bebas di laut, air tawar atau terestrial.

Mempunyai 3 ordo :

1. Ordo Cromadorida

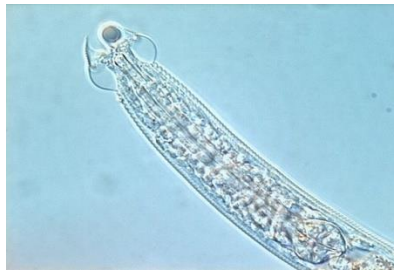
Hidup bebas, amphid spiral dan melingkar, kantung oesophagus terbagi menjadi tiga bagian, hidupnya di laut dan air tawar. Kebanyakan hidup di laut, bersifat akuatik, kutikula halus atau tersusun dalam cincin-cincin, *capsula buccalis*

dilengkapi dengan gigi-gigi dan faring ujung posteriornya membesar. Contoh *Chromadora* sp, *Wilsonema*.



Gambar 6.6. *Chromadora* sp

Sumber : <https://eol.org/pages/45251479>



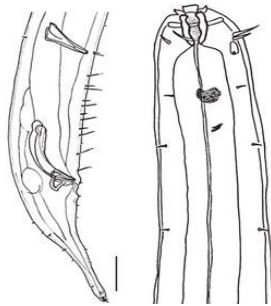
Gambar 6.7. *Wilsonema*

Sumber : <https://www.wur.nl/en/research-results/chair-groups/plant-sciences/laboratory-of-nematology/nematode-in-the-picture/nematode-pictures/wilsonema-cobb-1913.htm>

2. Ordo Enoploidea

Enoploidea tidak memiliki cincin-cincin kutikula, kutikula halus, seringkali dilengkapi dengan bulu-bulu kaku. Pada bagian ujung anterior terdapat 6 *papilla labiales*, 10 atau 12 bulu-bulu kaku di dalam 1 atau 2 gelang-gelang atau lingkaran, sepasang celah cephal, dan amphid berbentuk

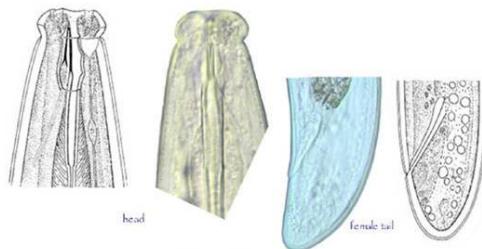
cyathiform, hidup bebas di laut. Esofagus terbagi menjadi dua bagian, amphid berbentuk kantung panjang atau seperti tabung, hidup bebas dan parasit di laut, air payau, dan air tawar . Contoh : *Enoplus* dan *Nygolaimus* hidup bebas di laut di benua Amerika Utara dan Eropa.



Gambar 6.8. *Enoplus*

Sumber :

https://www.researchgate.net/publication/283161379_New_Record_of_Three_Nematode_Species_of_Genus_Enoplus_Nematoda_Enoplidae_from_Korea

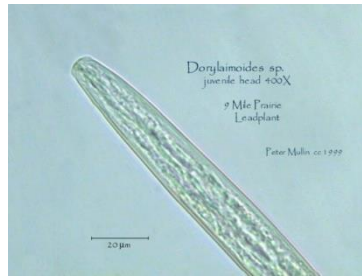


Gambar 6.9. *Nygolaimus*

Sumber: <https://www.canr.msu.edu/nemasoil/nematology/phylum-nematoda/genus-nygolaimus>

3. Ordo Dorylamoidea

Dorylamoidea umumnya hidup di dalam tanah dan air tawar, kutikula halus, tanpa bulu-bulu kaku, ujung anterior dengan 2 lingkaran papillae yang masing-masing terdiri atas 6 dan 10 papillae, *amphid cyathiform*, *pharynx* bersifat muskular dan jarang bagian posteriornya membesar. contoh : *Dorylaimus* sp.

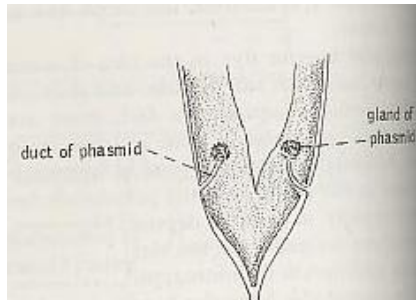


Gambar 6.10. *Dorylaimus* sp.

Sumber : <https://nematode.unl.edu/dordegn.htm>

Sub Kelas Phasmid (=secernentea)

Cirinya : Pada ekor terdapat sepasang lubang phasmid, amphid seperti lubang/celah, tidak ada kelenjar hipodermis. Terdapat 3 kelenjar esofagus. Sistem ekskresi berbentuk tabung. Tidak ada kelenjar perekat ekor. jantan umumnya dengan testis tunggal. *Caudal alae*, *caudal papillae* ada pada kelamin jantan.



Gambar 6.11. Phasmid

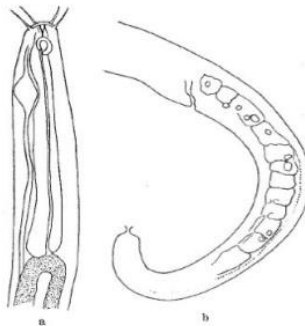
Sumber :

<http://comenius.susqu.edu/biol/202/animals/terms/phasmid.htm>

Dibagi menjadi beberapa ordo yaitu :

1. Ordo Araeolaimoidea

Terdapat 4 bulu kaku di daerah kepala, kutikula licin, kadang-kadang dengan bulu-bulu kaku, ada *papillae labia*, amphid berbentuk spiral. Contoh : *Araeolaimus* sp.



Gambar 6.12. Araeolaimus sp.

Sumber: <https://www.marinespecies.org/photogallery.php?album=777&pic=141405>

2. Ordo Rhabdiasoidea

Rhabdiasoidea yang bersifat gonokoris hidup bebas, sedangkan yang bersifat hermaprodit atau parthenogenesis bersifat parasit. Terdiri dari 2 famili. Esofagus terdiri dari 3 bagian. Larva hidup bebas dan bersifat parasit dalam pulmo Amphibia dan reptilia. Contoh : *Rhabdias bufonis* dan *Diplogaster*.



Gambar 6.13. *Rhabdias bufonis*

Sumber :

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532009000300028



Gambar 6.14. *Diplogaster*

Sumber : <https://mobile.twitter.com/hashtag/diplogaster>

3. Ordo Strongylida

Strongyloides (dari bahasa Yunani *Strongylos*, bulat, dan *eidos*, kemiripan), Parasit pada vertebrata darat, mempunyai mulut yang tanpa *labia* tetapi seringkali terdapat *corolla*, cacing betina umumnya mempunyai *ovjector* dan cacing jantan mempunyai *bursa copulatrix* yang di susun oleh 13 jari-jari otot, parasit pada vertebrata darat. Contoh : *Strongylus vulgaris*.

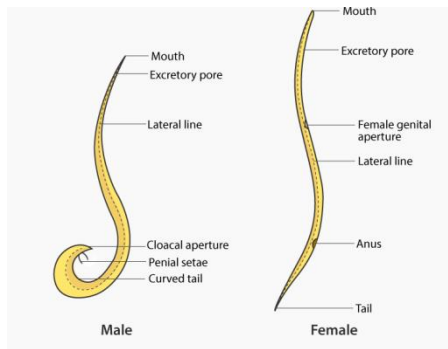


Gambar 6.15. *Strongylus vulgaris*

Sumber: <https://www.vetlexicon.com/treat/equis/bug/strongylus-spp>

4. Ordo Ascarida

Parasit pada siput darat, serangga dan vertebrata, mempunyai mulut yang dibatasi oleh 3 *labia*, pharynx tanpa *bulbus posterior* atau jika ada tidak bervalvula. Contoh : *Ascaris lumbricoides* (cacing gelang pada manusia) *Ascaris megalocephala* (pada usus kuda), *Ascaris suilae* (pada usus babi).



Gambar 6.16. *Ascaris lumbricoides*

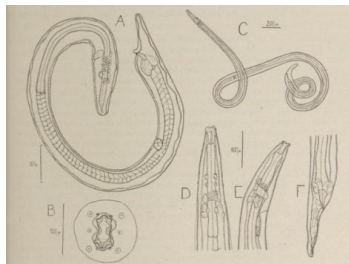
Sumber : <https://byjus.com/biology/ascaris-life-cycle/>

Ascaris lumbricoides (cacing gelang) adalah cacing yang masuk dalam kelompok nematoda usus golongan *Soil Transmitted Helminth* dan memiliki habitat hidup di dalam usus manusia. Parasit ini ditemukan kosmopolit. Manusia merupakan satu-satunya hospes dan penyakitnya disebut askariasis. Parasit ini ditemukan kosmopolit terutama di daerah tropik dengan udara keadaan sanitasi dan higiene yang rendah. Survei yang dilakukan beberapa tempat di Indonesia menunjukkan bahwa prevalensi *Ascaris lumbricoides* masih cukup tinggi, sekitar 60-90%. *Ascaris lumbricoides* dapat menghasilkan telur dalam setiap harinya sekitar 20.000 butir, atau kira-kira 2-3 buah telur tiap detik. Hal ini dapat menimbulkan anemia, dan dalam jumlah yang sangat banyak ini dapat juga menyebabkan toksaemi (karena toksin dari *Ascaris lumbricoides*) dan apendisitis yaitu disebabkan cacing dewasa masuk kedalam lumen apendiks.

Larva cacing *Ascaris lumbricoides* dapat menimbulkan hepatitis, pneumonia, ascariasis, juga kutaneus edema yaitu edema pada kulit. Terhadap anak-anak dapat mengakibatkan nausea (rasa mual), kolik (mulas), diare, urtikaria (gatal-gatal), kejang-kejang, meningitis (radang selaput otak), juga kadang-kadang menimbulkan demam, apatis, rasa ngantuk, strabismus (mata juling) dan paralys (kelumpuhan). Hepatitis terjadi karena larva cacing menembus dinding usus dan terbawa aliran darah ke dalam hati sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada hati badan. Pencegahan dengan memberi pengetahuan dan arahan kepada masyarakat akan pentingnya kebersihan diri dan lingkungan, antara lain kebiasaan mencuci tangan dengan sabun, menutup makanan, masing-masing keluarga memiliki jamban keluarga, tidak menggunakan tinja sebagai pupuk, menjaga kondisi rumah dan lingkungan agar tetap bersih dan tidak lembab.

5. Ordo Spirudida

Umumnya mempunyai 2 *labia lateralis* yang kadang-kadang masing-masing terdiri dari 4-6 papillae. Parasit pada ikan (*Cammalanus* dan *Spinitectus*) Contoh : *Spirura talpae*.

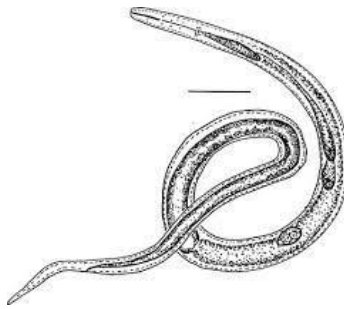


Gambar 6.17. *Spirura talpae*

Sumber : https://fr.wikipedia.org/wiki/Spirura_talpae

6. Ordo Mermithoidea

Stadium larva Mermithoidea bersifat parasit pada Avertebrata, umumnya hidup bebas dalam tanah, bersifat terestrial akuatik dalam air bersifat akuatik terutama air tawar. Mermithoidea dewasa tubuhnya halus, berbentuk *filiform*, panjang 50cm atau lebih pendek, umumnya ada 16 papillae. Cacing jantan lebih kecil daripada yang betina dengan 1 atau 2 spikula dengan beberapa *papilla genetales* pada ujung posteriornya, bersifat gonokoris atau parthenogenesis. Contoh : *Mermithonema entomophilum*.



Gambar 6.18. *Mermithonema entomophilum*

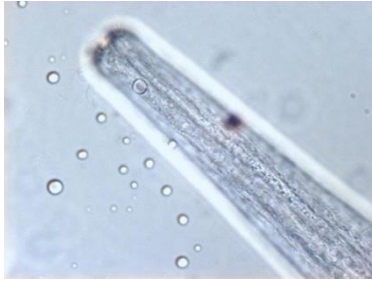
Sumber :

https://www.antwiki.org/wiki/images/5/50/Poinar%2C_G.%2C_Yanoviak%2C_S.P._2007._Myrmeconema_neotropicum_n._g.%2C_n._sp.%2C_a_new_tetradonematid_nematode.pdf

7. Ordo Monhysteroidea

Amphid sirkuler, bersifat akuatik dan terestrial. Umumnya cincin kutikulanya halus dan terkadang terdapat bulu-bulu kaku yang tersebar, ujung anterior tubuh terdapat

4,6 atau 8 bulu-bulu kaku, ovarium tunggal atau sepasang.
Contoh : *Monhystera* sp.



Gambar 6.19. *Monhystera* sp.

Sumber : <https://www.wur.nl/en/research-results/chair-groups/plant-sciences/laboratory-of-nematology/nematode-in-the-picture/nematode-pictures/monhystera-sp..htm>

8. Ordo Demoscolecoidea

Kutikulanya jelas bercincin-cincin dengan bulu-bulu kaku di seluruh bagian tubuh atau hanya pada bagian-bagian yang menyempit saja. Amphid berbentuk bulan sabit atau setengah bola, hidup di laut. Contoh : *Demoscolex* sp.



Gambar 6.20. *Demoscolex* sp.

Sumber : <https://eol.org/pages/51066>

9. Ordo Rhabditoidea

Hidup bebas atau bersifat parasit, kutikula halus atau bercincin-cincin, amphid kecil berbentuk kantong, *glandula adhesive caudalis* tidak ada, tetapi phasmid ada. Contoh : *Macrostomum lignano*.



Gambar 6.21. *Macrostomum lignano*

Sumber :

<https://earthlingnature.wordpress.com/2020/04/03/friday-fellow-lignanos-macrostomum/>

Macrostomum lignano merupakan cacing dengan simetri bilateral, tidak beruas-ruas, bertubuh lunak tanpa rongga tubuh, dan tidak ada organ peredaran darah atau pernapasan khusus. Tidak seperti banyak cacing pipih lainnya, tubuhnya tidak pipih tetapi bulat pada penampang, difusi oksigen dan nutrisi ke bagian tubuh yang berbeda dimungkinkan karena ukurannya yang kecil (panjang dewasa mencapai sekitar 1,7 mm). *Macrostomum lignano* bereproduksi secara hermafrodit simultan. Cacing dewasa memiliki sepasang ovarium dan sepasang testis, secara bersamaan menghasilkan gamet dalam kedua fungsi kelamin. *Macrostomum lignano* hidup interstitial di habitat berpasir, di zona intertidal atau intertidal atas, biasanya di atas 5-10 mm.

10. Ordo Oxyuroidea

Mempunyai faring dengan *bulbus posterior*, cacing betina dengan ekor yang panjang, cacing jantan mempunyai 1 spikula atau 2 spikula yang equal, bersifat *zooparasite obligat* terutama pada vertebrata, di daerah kepala terdapat 8 atau 10 papillae yang tersusun dalam 1 lingkaran, umumnya terdapat 3 atau 6 labia, amphid berbentuk kantong tubuler. Contoh : *Oxyuris vermicularis* (cacing kremi pada manusia).



Gambar 6.23. *Oxyuris vermicularis*

Sumber : <https://medlab.id/oxyuris-vermicularis/>

Manusia merupakan hospes definitive dari *Enterobius/Oxyuris vermicularis*. Nama penyakit jika terinfeksi oleh parasit ini yaitu Oxyuriasis atau Enterobiasis. Sedangkan cara menginfeksi parasit ini yaitu jika hospes definitif tertelan telur infeksi (per-oral), terinhalasi, autoinfeksi dan retroinfeksi. Agar tidak tertular atau terinfeksi *Enterobius vermicularis* dapat dilakukan pencegahan dengan cara mengobati penderita dan keluarganya maupun orang yang hidup di dalam satu rumah, berarti memberantas sumber infeksi. Untuk mencegah penularan, kebersihan perorangan dan lingkungan harus dijaga terutama di lingkungan kamar tidur, dan diupayakan agar sinar matahari dapat masuk secara

langsung ke dalam kamar tidur. Sinar matahari langsung akan mengurangi jumlah telur cacing yang infeksi, baik yang ada di perlengkapan kamar tidur maupun yang beterbangan di udara.

11. Ordo Dracunculoidea

Berbentuk filiform tanpa labia, terdapat 8 bulu-bulu kaku yang tersusun dalam 1 lingkaran atau 2 lingkaran dengan masing- masing bulu kaku. Contoh : *Dracunculus medinensis* (cacing Guinea)



Gambar 6.24. *Dracunculus medinensis*

Sumber :

https://www.researchgate.net/publication/8032008_Dracunculus_infection_in_a_dog_during_the_%27post-eradication%27_period_The_need_for_a_longer_period_of_surveillance

Dracunculiasis adalah nama penyakit cacing guinea atau *Guinea Worm Disease* (GWD). Seseorang dapat terinfeksi setelah meminum air yang mengandung kutu air yang terinfeksi oleh larva cacing guinea. Pada awalnya tidak timbul gejala apa pun. Sekitar satu tahun kemudian, penderita merasakan rasa terbakar yang menyakitkan saat cacing betina membentuk luka lepuh di bawah permukaan kulit, biasanya di

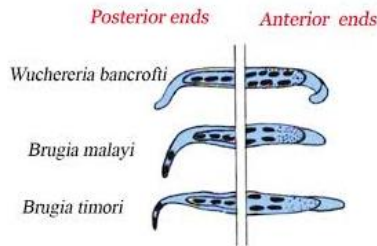
tubuh bagian bawah. Kemudian cacing keluar dari dalam kulit setelah beberapa minggu. Saat itu terjadi, penderita mengalami kesulitan untuk berjalan dan bekerja. Penyakit ini pada umumnya tidak menyebabkan kematian.

Manusia adalah satu-satunya hospes bagi cacing guinea. Cacing ini memiliki lebar sekitar satu hingga dua milimeter dan betina dewasa dapat mencapai panjang 60 hingga 100 sentimeter (jantan jauh lebih pendek). Di luar tubuh manusia, telur cacing dapat bertahan hingga tiga minggu. Telur harus dimakan oleh kutu air sebelumnya. Larva di dalam tubuh kutu air dapat bertahan hingga empat bulan.

Pencegahan dilakukan dengan diagnosa awal penyakit dan memakai air bersih untuk kebutuhan minum/jika terkontaminasi maka dapat disterilkan dengan zat kimia temefos yang biasa digunakan untuk membunuh larva. Tidak ada pengobatan atau vaksin untuk penyakit ini. Cacing dapat dikeluarkan perlahan-lahan selama beberapa minggu dengan menggulungnya di batang kayu. Tukak yang terbentuk oleh keluarnya cacing dapat terinfeksi oleh bakteri. Rasa sakit biasanya terus terasa hingga berbulan-bulan sejak cacing dikeluarkan.

12. Ordo Filarioidea

Bersifat filiform, cacing jantan lebih kecil daripada cacing betina, labia atau *capsula buccalis* tidak ada atau rudimeter, Contoh : *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* dan *B. timori*.



Gambar 6.25. *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* dan *B. timori*

Sumber :

https://www.google.com/search?q=Wuchereria+bancrofti+brugia&tbm=isch&ved=2ahUKEwiO_v_G8cr7AhUxjtgFHbXpDjMQ

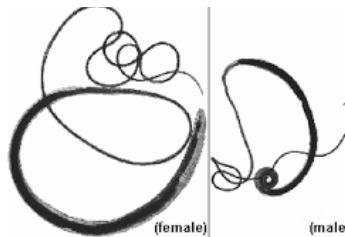
2-

Penyakit filariasis disebabkan oleh parasit berupa cacing filaria yang terdiri dari tiga spesies cacing yaitu *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* dan *Brugia timori*. Didalam tubuh manusia, cacing tersebut menghasilkan jutaan anak cacing atau *mikrofilaria*, cacing dewasa akan menyerang dan menetap di saluran dan jaringan limfe (getah bening) yang dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh limfe sehingga terjadi kecacatan. Untuk menularkan cacing filaria ini membutuhkan nyamuk sebagai vektornya. Beberapa jenis nyamuk dapat menyebarkan cacing filaria dan berbeda jenis sesuai tempat perindukannya. Daerah endemis filariasis umumnya daerah dataran rendah terutama di pedesaan, persawahan, dekat dengan rawa – rawa atau hutan, daerah pedalaman bisa juga terdapat di daerah perkotaan dan disebarkan oleh vektor yang berbeda sesuai daerah tinggalnya.

Diagnosa filariasis dapat ditegakkan dengan ditemukannya adanya *mikrofilaria* dalam darah dengan sediaan darah tebal (*thick blood smear*), sediaan darah tipis dengan Pewarnaan Giemsa, darah kapiler (*fresh blood*) secara langsung, filtrasi membran dan darah lisis (metode konsentrasi knott). Untuk mendiagnosa cacing dewasa filariasis dilakukan dengan biopsi.

13. Ordo Trichuroidea

Bagian anterior bersifat filiform, mulut tanpa labia, faring langsung, cacing jantan tanpa alat kopulasi, kadang-kadang ada 1 spikula. Contoh : *Trichuris trichiura* (cacing cambuk).



Gambar 6.26. *Trichuris trichiura*

Sumber :

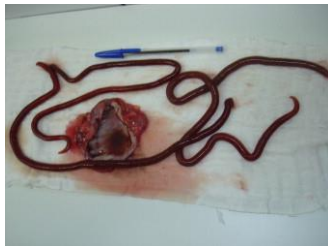
<https://www.google.com/search?q=tricuris+trichiura&tbm=isch&ved=>

Trichuris trichiura adalah nematoda usus atau cacing usus yang ditularkan melalui tanah (*soil transmitted helminth*) yang dapat menyebabkan penyakit trichuriasis. Hospes definitif dari cacing *Trichuris trichiura* adalah manusia. Sedangkan cara penularan / infeksi dari cacing ini yaitu dengan tertelan telur infeksius (per oral). *Trichuris trichiura* merupakan cacing yang banyak ditemukan di daerah yang lembab, tropis dan subtropis

dan daerah dengan sanitasi yang buruk. Infeksi cacing ini lebih banyak ditemukan pada negara-negara berkembang. Anak-anak lebih mudah terserang daripada dewasa karena kebersihan anak yang lebih buruk dan sering bermain tanah. Habitat pada cacing ini di dalam usus besar terutama caecum, dapat pula pada colon dan appendix. Untuk mencegah penularan trikuriasis selain dengan mengobati penderita juga dilakukan pengobatan masal untuk mencegah terjadinya reinfeksi di daerah endemis. Higiene sanitasi perorangan dan lingkungan oleh tinja penderita, misalnya dengan membuat WC atau jamban yang baik di setiap rumah. Makanan maupun minuman harus selalu dimasak dengan baik untuk dapat membunuh telur infeksi cacing *Trichuris trichiura*.

14. Ordo Dioctophymoidea

Mulutnya tanpa labia, tetapi dikelilingi oleh 6, 12 atau 18 papillae, pharynx panjang tanpa bulbus, dinding dalam bersifat muskular berbentuk seperti genta. Habitat di saluran urinaria anjing. Contoh : *Dioctophyme renale*



Gambar 6.27. *Dioctophyme renale*

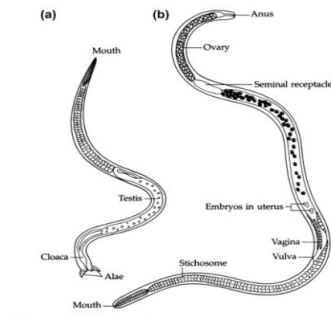
Sumber :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401709006621>

Cacing ginjal raksasa / *Diectophyma renale* adalah cacing gelang parasitik yang bentuk dewasanya ditemukan di ginjal mamalia. Cacing ini terdistribusi di seluruh dunia, tetapi jarang ditemukan di Afrika dan Oseania. Menyerang mamalia pemakan ikan, terutama anjing. Infestasi pada manusia jarang terjadi, tetapi mengakibatkan kerusakan ginjal, biasanya hanya menyerang satu ginjal dan karenanya tidak fatal. Penelitian pada tahun 2019 mencatat total 37 kasus infeksi (dioktofimiasis) pada manusia di 10 negara dengan jumlah kasus tertinggi sebanyak 22 kasus di Cina. Setelah diagnosis melalui pengambilan sampel jaringan, satu-satunya pengobatan adalah eksisi bedah.

15. Ordo Trichocephalida

Semua anggota ordo ini bersifat histiotrofik, artinya siklus hidup dalam satu tahapan, berkembang dalam sel atau jaringan. Mereka semua adalah parasit pada vertebrata dalam tahap dewasa. Ujung anterior lebih sempit daripada ujung posterior pada sebagian besar cacing ini, dan kerongkongannya ramping dan tertanam dalam sel yang disebut stichocytes yang membentuk stichosome. Telur anggota ordo ini memiliki bentuk bipolar atau bioperkular (kecuali pada beberapa spesies). Contoh *Trichinella spiralis* (cacing otot)



Gambar 6.28. *Trichinella spiralis*

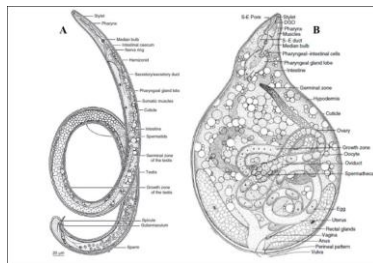
Sumber :

<https://www.referensibiologi.com/2021/11/trichinella-spiralis-morfologi-siklus-.html>

Hospes definitif dari *Trichinella spiralis* yaitu manusia. Penyakit yang disebabkan oleh parasit ini disebut Trichinellosis atau Trichinosis. Cara infeksi dari parasit *Trichinella spiralis* yaitu memakan daging babi yang mengandung larva, dan cara masakannya kurang matang yang mengandung larva yang terdapat kista (kecuali untuk *T. pseudospiralis* dan *T. papuae*, dari spesies *Trichinella*. Setelah terpapar asam lambung dan pepsin, larva dilepaskan dari kista lalu menyerang mukosa usus kecil tempat mereka berkembang menjadi cacing dewasa. Panjang betina 2,2 mm; jantan 1,2 mm. Rentang hidup di usus kecil adalah sekitar empat minggu. Setelah 1 minggu, betina melepaskan larva yang bermigrasi ke otot lurik di mana akan membentuk encyst. Diagnosis biasanya ditegakkan berdasarkan gejala klinis, dan dikonfirmasi oleh uji serologi atau identifikasi larva encysted atau non-encysted dalam biopsi atau otopsi spesimen.

16. Ordo Thylenchida

Nematoda betina berwarna transparan, berbentuk seperti botol, botol atau buah pear bersifat endoparasit yang tidak terpisahkan. Panjangnya lebih dari 0,5 mm dan lebarnya antara 0,3-0,4 mm. Stiletnya lemah, panjang stilet 12-15 μm , melengkung ke arah dorsal. Memiliki pangkal knop yang jelas. Nematoda betina dewasa mempunyai leher pendek dan tanpa ekor. Nematoda betina ususnya tidak jelas bentuknya dan tidak dihubungkan dengan rektum. Uterus kedua gonadnya bertemu pada suatu tempat sedikit di depan vulva. Telur-telurnya diletakkan di dalam kantung telur yang terdapat di luar tubuh betina dan disekresikan oleh sel-sel kelenjar rektum. Contoh : *Meloidogyne incognita* (nematoda puru akar tanaman)



Gambar 6.29. *Meloidogyne incognita*

Sumber : https://www.researchgate.net/figure/Drawing-of-a-Meloidogyne-A-male-and-B-female-body-with-associated-structures-and_fig3_332145936

Meloidogyne incognita yang dikenal sebagai nematoda puru akar merupakan nematoda parasit penting yang memiliki distribusi yang luas dan mampu menginfeksi berbagai macam tanaman pertanian dan perkebunan. Nematoda ini merupakan binatang mungil (mikrofauna) menyerupai cacing atau belut

yang menjadi parasit paling merugikan bagi tanaman, karena nematoda puru akar ini rata-rata jika sudah menginfeksi suatu tanaman maka tanaman tersebut akan kehilangan nutrisi sehingga menyebabkan rusaknya tanaman dan membuat petani gagal panen. Serangan nematoda dapat menyebabkan kehilangan hasil panen yang cukup berarti. Secara umum serangan nematoda menyebabkan kerusakan pada akar, karena nematoda mengisap sel-sel akar, sehingga pembuluh jaringan terganggu, akibatnya translokasi air dan hara terhambat. Serangan nematoda juga dapat mempengaruhi proses fotosintesa dan transpirasi. Tanaman yang diserang ditandai adanya terbentuknya puru atau gall pada sistem perakarannya, daunnya mengalami klorosis, tanaman kerdil, daunnya layu dan banyak gugur, sedangkan akar lebih sedikit, bila tanaman yang terserang hebat/parah, maka tanaman tersebut akan mati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot JC. 2010. *Damselflies Of Texas A Field Guide*. Texas: Texas Natural History Guides.
- Hadi, Mochamad. dkk. 2009. *Biologi Insekta Entomologi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Muhammad, Nuruddin. 2017. *Keanekaragaman Jenis Capung (Odonata) Di Kawasan Taman Nasional Sebangau Resort Habaring Hurung Palangka Raya*. Skripsi. Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya.
- Patty, Novita. 2006. "*Keanekaragaman Jenis Capung (Odonata) Di Situ Gintung Ciputat Tangerang*". Skripsi. Ciputat : Fakultas SAINS danTeknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Rahardi SW. 2013. *Naga Terbang Wendit*. Jawa Timur : Indonesia Dragonfly Society.
- Saputri Dilla, dkk. 2013. *Jenis-Jenis Capung (Odonata) di Persawahan Masyarakat Rimbo Tarok Kelurahan Gunung Sarik Kecamatan Kuranji Padang,Padang* : Fakultas MIPA dan jurusan Biologi Universitas Andalas Padang.
- Sigit, W., Feriwibisono, B. Nugrahani, P. M. Putri, B. dan Makitan, T. 2013. *Naga Terbang Wendit. Keanekaragaman Capung Perairan Wendit, Malang Jawa Timur*. Indonesia Dragonfly society. Jawa Timur.
- Suriana, dkk. 2014. *Inventarisasi Capung (Odonata) di Sekitar Sungai dan Rawa Moramo, Desa Sumber*. Fakultas MIPA Universitas Hulu Oleo Kendali. Sulawesi Tenggara.
- Yuniarti, Fitri. 2014. *Sang Predator Paling Hebat, Capung*. Jawa Timur: Indonesia Dragonfly Society.

BAB 7

FILUM ROTIFERA

Oleh Atika Marisa Halim

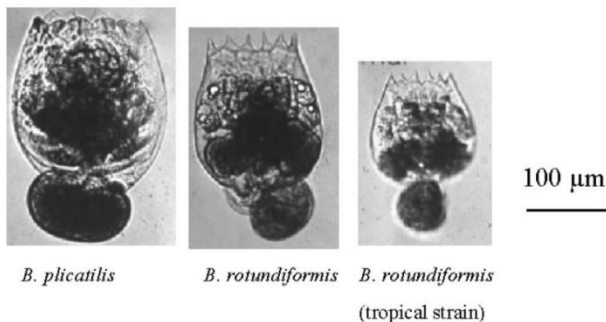
7.1 Deskripsi dan Morfologi

Rotifera adalah zooplankton yang digunakan sebagai pakan alami bagi organisme akuatik. Walaupun ukurannya sangat kecil, rotifer layak dijadikan pakan bagi larva organisme akuatik, karena mudah dicerna, ukuran sesuai dengan bukaan mulut larva ikan dan mempunyai gerakan yang sangat lambat sehingga mudah ditangkap oleh larva, selain itu rotifer mudah dibudidayakan dalam skala laboratorium hingga skala massal (Difinubun, Iriani and Triyanto, 2020)

Rotifera sering kali diberikan untuk pakan hidup bagi larva ikan laut. Rotifera, terutama dari genus *Brachionus*, telah digunakan sebagai organisme pakan hidup dalam akuakultur sejak tahun 1970an dan pertama kali digunakan di Negara Jepang (Dhont *et al.*, 2013).

Filum rotifer ditemukan oleh Baker pada tahun 1764, awalnya dikenal sebagai "*whell-animal*" atau hewan beroda. Dalam Bahasa Latin, roda disebut "*rota*" sedangkan pembawa disebut "*ferre*" atau "*fero*", sehingga apabila disambungkan menjadi "*rotafero/rotaferre*". Penamaan tersebut berasal dari ditemukannya silia pada bagian kepala yang pergerakannya seperti roda. Terdapat tiga tipe ukuran rotifer yang sudah diklasifikasi diantaranya, ukuran SS (*super small*/sangat kecil)

dengan panjang lorika 90 – 150 μm , ukuran S (*small*/kecil) dengan Panjang lorika 100–210 μm dan L (*Large*/besar) dengan ukuran Panjang lorika 130 – 340 μm , ukuran tersebut juga dipengaruhi oleh keadaan lingkungan dan ketersediaan pakan pada habitat rotifera (Hagiwara *et al.*, 2001). Rotifera dengan ukuran *Super Small*/Sangat Kecil dan *Small*/Kecil dikelompokkan pada species *Brachionus rotundiformis* sedangkan tipe *Large*/Besar dikelompokkan pada species *Brachionus plicatilis*. Rotifera tipe SS dan S biasanya diberikan kepada larva ikan-ikan laut sedangkan rotifera dengan tipe L untuk ikan-ikan dewasa dengan bukaan mulut yang lebih besar daripada saat fase larva.

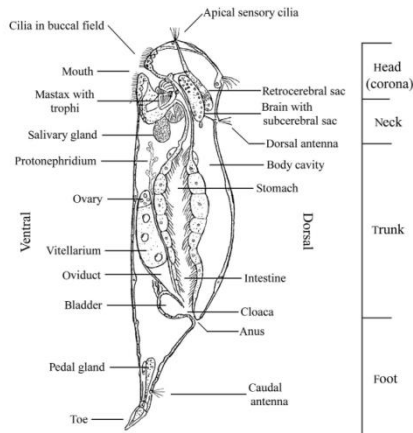


Gambar 7.1. Species *Brachionus* sp.
(Sumber: Hagiwara *et al.*, 2001)

Filum Rotifera termasuk filum yang sangat beragam; sebagian besar bersifat motil, baik berenang sebagai plankton atau merayap di atas tumbuhan atau di dalam sedimen. Sebagian besar rotifera bersifat soliter, tetapi sekitar 25 spesies membentuk koloni dengan berbagai ukuran (Wallace *et al.*, 2006 dalam Fontaneto *et al.*, 2007). *Brachionus plicatilis* adalah

species yang tersebar luas di perairan payau, dan sejauh ini merupakan salah satu rotifera air asin yang paling umum ditemukan di seluruh dunia, selain itu species *B. plicatilis* umumnya digunakan pada percobaan laboratorium sebagai makanan larva dalam bidang akuakultur. Secara morfologi ada yang berbentuk silindris, terkadang muncul seperti cacing. Tubuh rotifera dibagi mejadi beberapa bagian diantaranya kepala, leher, badan dan kaki seperti pada Gambar 7.2.

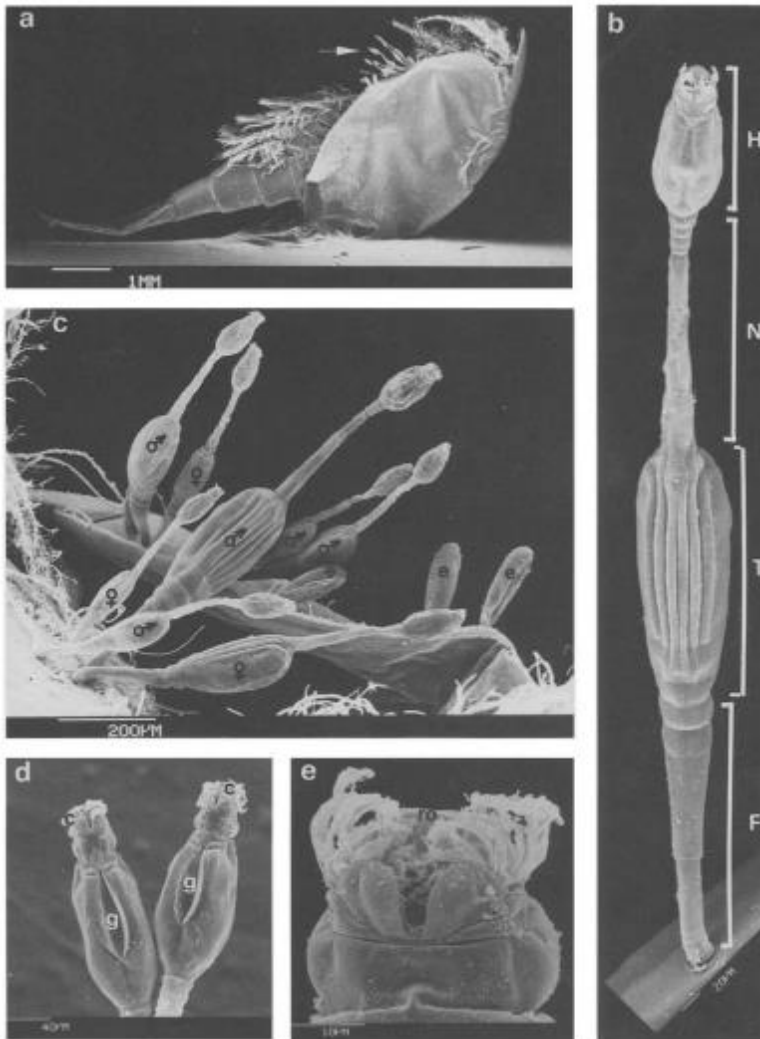
Kaki adalah organ yang memanjang dari tubuh secara ventral dengan dua jari kaki. Kepala (corona), yang merupakan organ bersilia di kepala berfungsi untuk menangkap makanan, dan faring khusus (mastax) dengan rahang keras (trophi). Pada bagian badan rotifera berisi perut berisi cairan; dan lebih jauh ke bawah ada ekor panjang seperti kaki yang digunakan untuk jangkar. Juga ada banyak tonjolan seperti silia yang mengelilingi kepala. Fungsi silia ini adalah untuk mengalirkan air, makanan, dan nutrisi ke arah bukaan mulut. Ketika silia mendeteksi makanan (biasanya fitoplankton dalam kisaran 3-12 μm), bagian badan akan berkontraksi untuk menarik bukaan mulut ke arah makanan dan mencernanya dalam perut (Arimoro, 2006).



Gambar 7.2. Morfologi Rotifera
(Sumber: Wallace, Snell and Smith, 2015)

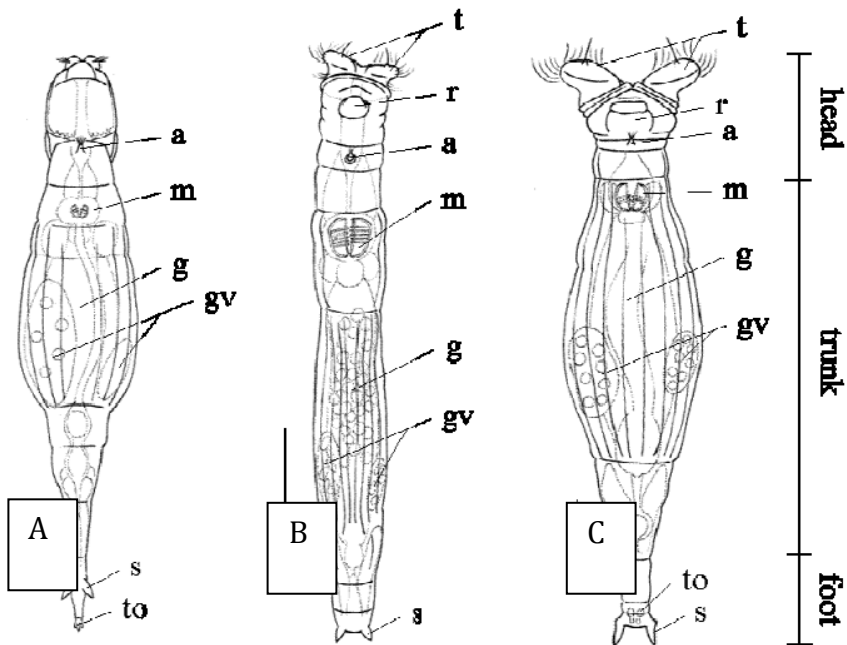
Filum rotifera dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas *Seisonacea*, kelas *Bdelloidea*, dan kelas *Monogononta*. **Kelas Seisonacea** adalah kelas rotifera yang unik dan primitif serta ditemukan hanya terdiri dari dua spesies dengan penyebarannya yang berada di dasar laut. Tidak seperti filum lainnya, rotifera ini bereproduksi secara biseksual dan memiliki pejantan yang berkembang sempurna yang muncul bersamaan dengan betina sepanjang tahun. Mereka juga merupakan satu-satunya rotifera yang tidak memiliki bentuk resisten. Dua spesies dari kelas ini yang terakhir dilaporkan adalah *Seison nebaliae* dan *Seison annulatus*. Kedua spesies banyak ditemukan di pantai Eropa dan Amerika Utara. Ricci, Melone dan Sotgia (1993) mengungkapkan *Seison annulatus* dan *S. nebaliae* hidup menempel pada inang *Nebalia bipes*. Tubuh organisme kelas Seisonacea dapat dibagi menjadi empat bagian: kepala, leher, badan, dan kaki (Gambar 7.3). Leher dan

kaki tersegmentasi, sedangkan kepala dan badan tidak tersegmentasi *Seison nebaliae* umumnya lebih besar dari *S. annulatus*. Betina *S. annulatus* berukuran 1 mm dan lebih besar dari jantannya, dengan panjang 0,4 - 0,7 mm. Kebalikannya untuk *S. nebaliae* memiliki ukuran tubuh lebih panjang, yang dilaporkan mencapai panjang 2,5 mm. Spesimen *S. nebaliae* jantan memiliki panjang sekitar 1,1 mm dan betina 0,8 mm.



Gambar 7.3. a. Morfologi *Nibelia bipes* dengan Rotifera (tanda panah); b. Tampak ventral rotifera jantan (H, kepala; N, leher; T, badan; F, kaki); c. Populasi Rotifera yang Menempel pada Inang; d. Tampak ventral kepala rotifer jantan (c, corona; g, organ perut); e. Bagian perut yang mengandung rostrum (ro), silia (t) dan mulut.
(Sumber: Ricci, Melone and Sotgia, 1993)

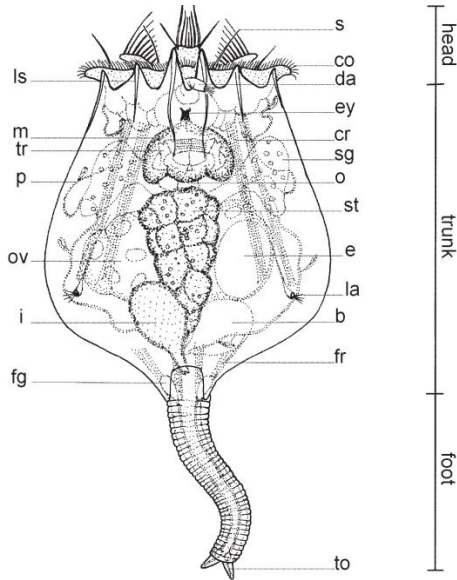
Kelas *Bdelloidea* ditemukan di lingkungan air tawar, namun ada beberapa yang ditemukan di perairan payau dan perairan laut, menempel di lumut, tumpukan kayu yang membusuk, dan ada yang ditemukan di kolam-kolam. Selain itu, kelas *Bdelloidea* mudah dibudidayakan dalam kondisi laboratorium. Dikenal mempunyai kemampuan yang luar biasa untuk bertahan hidup pada kondisi kering yang dikenal sebagai proses kriptobiosi/anhidrobiosis. Ukuran mikroskopisnya antara 150–1500 µm. Nama bdelloids berasal dari nama Yunani yaitu lintah (*bdella*). Tubuh mereka terdiri dari tiga bagian: kepala, badan dan kaki (Gambar 7.4). Pada bagian kepala (*corona*) terdapat dua cakram yang bersilia. Silia tersebut digunakan untuk memasukkan makanan dalam mulutnya, selain itu silia tersebut digunakan sebagai alat untuk berenang. Pada bagian tenggorokan terdapat *mastax* yang digunakan sebagai alat pernafasan. Bagian badan berisi gonad, nefridia dan organ pencernaan. Alat reproduksi terdiri dari ginad yang berpasangan (*germarium*) (Fontaneto, 2001).



Gambar 7.4. Contoh spesies bdelloid: A) *Adineta vaga*, B) *Habrotrocha gracilis*, C) *Philodina vorax*; a, antena punggung; g, usus; gv, germovitellaria; m, mastax; r, mimbar; s, ekor; t, trochi; skala, 50 μ m.
(Sumber: Fontaneto, 2001)

Kelas Monogononta yang merupakan anggota dari genus *Brachionus*. Tubuhnya dibagi menjadi tiga bagian sama seperti dua kelas sebelumnya yaitu kepala, badan dan kaki. Pada bagian kepala (corona) terdapat beberapa jenis organ sensorik yang terdiri dari corona dan mastax. Corona adalah organ dengan permukaan bersilia t disekitar mulutnya dan silia ini melebar diseputar tepi anterior hingga seperti bentuk mahkota, digunakan untuk menyaring makanan dari luar. Mastax adalah modifikasi otort pharynx, berbentuk bulat atau

lonjong dan bagian dalamnya terdapat sejumlah trophy yang saling berhubungan, semacam rahang berkitin. Mastax berfungsi untuk menangkap dan menggiling makanan, bentuk mastax beranekaragam sesuai dengan tipe kebiasaan makan rotifer. Kebanyakan pada kelas monogononta dapat melenturkan kepala dan kakinya akibat adanya kontraksi otot retractor. Pada bagian badan terdiri dari organ pencernaan, organ reproduksi, sistem ekskresi, otot dan saraf. Terdapat 3 buah tonjolan kecil yaitu sebuah atau sepasang antena dorsal dan antena lateral. Pada ujung antena biasanya terdapat bulu-bulu sebagai alat indera. Bagian kaki terletak di ujung posterior. Kultikula pada kaki dapat memendek dan dimasukkan ke dalam badan. Pada ujung kaki biasanya terdapat satu sampai empat buah jari; di dalam kaki terdapat kelenjar kaki (*pedal gland*) yang menghasilkan bahan perekat untuk menempel pada substrat. Tidak ada sistem pernapasan atau peredaran darah pada kelas monogononta. Tubuh rotifer terselimuti oleh epidermis yang menghasilkan kultikula dan akan mengeras seperti cangkang (*lorica*) (Wallace *et al.*, 2016).



Gambar 7.5. Morfologi dan Anatomi rotifer monogononta, *Brachionus rubens* tampak bagian dorsal. Singkatan, b= *bladder*/kandung kemih; co= corona; cr= retraktor corona; da= antena dorsal; e = telur; ey = mata; fg= kelenjar pada bagian kaki; fr= retraktor pada bagian kaki; saya, i= usus; la= antena lateral; ls= tulang belakang lorica; m= mastax; o= kerongkongan; ov, ovarium; p= protonephridium; s= sensorik; sg= kelenjar bagian perut; st= perut, ke= jari kaki; tr= trofi. Skala 500 μ m.
(Sumber: Wallace *et al.*, 2016)

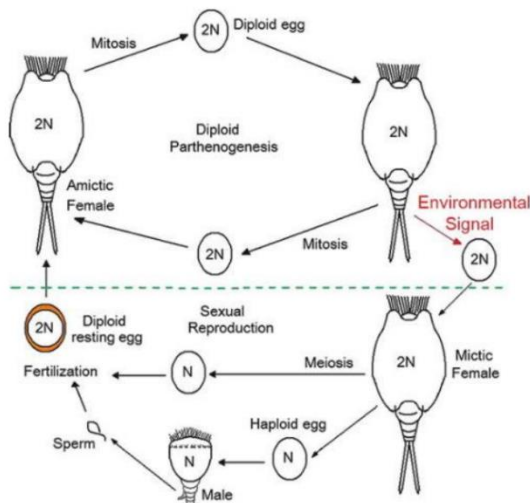
7.2 Siklus Reproduksi Rotifera

Filum rotifera memiliki skema reproduksi yang kompleks namun menarik (Gambar 7.6). Ukuran tubuh rotifer betina lebih besar dibandingkan dengan ukuran tubuh rotifer jantan. Kecuali untuk kelas seisonacea, hamper semua organismenya menjadi betina. Pada kelas bdelloidea, cara reproduksinya dengan partenogenesis aseksual, sedangkan

reproduksi pada kelas monogononta terdiri dari aseksual (amictic) dan seksual (mictic). Baik pada kelas bdelloidea maupun monogononta, telur aseksual biasanya menetas dalam beberapa hari. Karena reproduksi pada kelas monogononta dominan amictic, populasi yang dihadirkan biasanya semuanya betina. Namun demikian, reproduksi secara seksual (mictic) terjadi ketika ada sinyal tertentu (misalnya, penyinaran, makanan, kepadatan populasi) yang merangsang peralihan dari siklus amictic ke siklus mictic. Telur amictic bersifat diploid (seperti semua telur bdelloidea), sedangkan telur mictic bersifat haploid (Wallace *et al.*, 2016).

Peningkatan populasi rotifera sebagian besar dihasilkan dari reproduksi secara aseksual dengan parthenogenesis dengan menghasilkan telur tanpa terjadi pembuahan dan individu baru yang dihasilkan bersifat diploid. Namun, rotifera juga dapat melakukan reproduksi secara seksual, dan terjadi apabila terdapat betina mictic. Segers dan Yule, (2014) menjelaskan bahwa reproduksi seksual dimulai karena pengaruh lingkungan (misalnya lama pencahayaan, kepadatan populasi, dan ketersediaan makanan). Pada kondisi tertentu terdapat tiga tipe telur pada Rotifera. Tipe pertama adalah telur amictic yang dihasilkan dari parthenogenesis yang bersifat diploid. Tipe kedua adalah telur mictic tetapi haploid, bila tidak dibuahi secara parthenogenesis akan menetas menjadi jantan yang haploid. Bila telur mictic dibuahi oleh sperma dari jantan yang haploid tersebut akan menjadi telur dorman dalam jangka waktu yang lama (65 tahun). Dalam lingkungan yang baik, telur dorman akan menetas menjadi betina amictic dan diploid. Betina mictic yang tidak dibuahi dalam waktu singkat (empat

jam pada species *Brachionus plicatilis*) akan menghasilkan telur haploid yang berkembang menjadi jantan (Gambar 7.6).



Gambar 7.6. Siklus Hidup Rotifera
(Sumber: Pérez-legaspi *et al.*, 2013)

Beberapa faktor eksternal dan internal yang dapat menyebabkan suatu betina menjadi amictic yang telah dipelajari oleh beberapa ahli rotifera. Sejauh ini satu-satunya bahan kimia yang menyebabkan suatu betina menjadi amiktik adalah *Alpha-tocopherol* yang terdapat pada genus *Asplanchna*. Biasanya ketika kondisi lingkungan yang baik, rotifera betina menghasilkan hingga 7 butir telur secara bersamaan, tanpa input genetik dari rotifera jantan. Telur-telur ini identik secara genetik, dan menetas untuk membentuk rotifer betina baru dalam waktu 12 jam. Pada 18 jam setelah menetas, embrio rotifera mulai bereproduksi sendiri, dan produksi telur dipertahankan hingga seminggu atau lebih (Arimoro, 2006).

Perkawinan pada filum rotifera terdapat lima tahapan. Proses awal perkawinan dimulai dengan adanya pertemuan antara jantan dan betina. Jantan akan berenang di perairan untuk mendapatkan betina. Proses selanjutnya adalah pergerakan melingkar individu jantan disekitar individu betina dan melekatkan tubuhnya pada bagian tubuh betina menggunakan korna dan penis. Individu jantan kemudian menempelkan penisnya pada bagian pseudokulum rotifer betina yang terletak pada daerah dan selanjutnya melepaskan sperma. Setelah sperma dilepaskan kedua individu tersebut terpisah (Wullur, 2017).

DAFTAR PUSTAKA

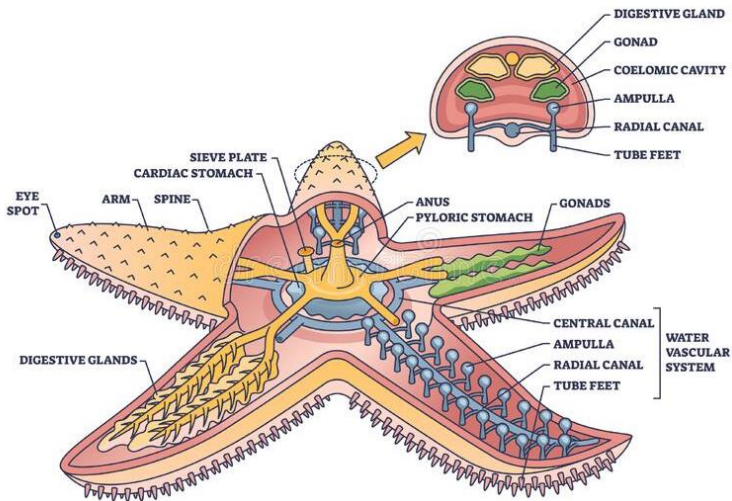
- Arimoro, F. O. (2006). 'Culture of the freshwater rotifer, *Brachionus calyciflorus*, and its application in fish larviculture technology', *African Journal of Biotechnology*, 5(7), pp. 536–541.
- Dhont, J. *et al.* (2013) *Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture, Advances in Aquaculture Hatchery Technology*. Woodhead Publishing Limited. doi: 10.1533/9780857097460.1.157.
- Difinubun, M. I., Iriani, R. T. and Triyanto, A. (2020) 'Pengaruh penyipanan rotifer (*Brachionus plicatilis*) pada suhu dingin terhadap tingkat kelangsungan hidup (SR)', *Jurnal Aquafish Sainten*, 1(1), pp. 25–34. Available at: <https://unimuda.ejournal.id/jurnal/aquafishunimuda/article/view/870/554>.
- Fontaneto, D. (2001) 'Rotifera Bdelloidea', *Systematics*, pp. 1–11. Available at: http://www.atbi.eu/summerschool/files/summerschool/Fontaneto_Syllabus.pdf.
- Fontaneto, D. *et al.* (2007) 'Disentangling the morphological stasis in two rotifer species of the *Brachionus plicatilis* species complex', *Hydrobiologia*, 583(1), pp. 297–307. doi: 10.1007/s10750-007-0573-1.
- Hagiwara, A. *et al.* (2001) 'Live food production in Japan: Recent progress and future aspects', *Aquaculture*, 200(1–2), pp. 111–127. doi: 10.1016/S0044-8486(01)00696-2.

- Pérez-legaspi, I. A. *et al.* (2013) 'Encyclopedia of Aquatic Ecotoxicology', *Encyclopedia of Aquatic Ecotoxicology*, (January). doi: 10.1007/978-94-007-5704-2.
- Redjeki, S. (1999)'Budidaya Rotifera (*Brachionus plicatilis*). Oseana 24 (2): 27-43.
- Ricci, C., Melone, G. and Sotgia, C. (1993) 'Old and new data on Seisonidea (Rotifera)', *Hydrobiologia*, 255–256(1), pp. 495–511. doi: 10.1007/BF00025879.
- Segers, H. H. and Yule, C. M. (2014) 'Rotifera : Monogononta', (May).
- Wallace, R. L. *et al.* (2016) 'Rotifera ☆', (August 2015), pp. 1–18. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09551-8.
- Wallace, R. L., Snell, T. W. and Smith, H. A. (2015) *Phylum Rotifera*. Fourth Edi, *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Ecology and General Biology: Fourth Edition*. Fourth Edi. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-385026-3.00013-9.
- Wullur, S. (2017) *Rotifer dalam Perspektif Marikultur*. LPPM UNSRAT PRESS.

BAB 8

Filum *Echinodermata*

Oleh Abdullah Muamar



Gambar 8.1. Struktur Filum Echinodermata

Sumber: www.dreamstime.com

8.1 Pendahuluan

Echinodermata merupakan salah satu filum hewan invertebrata (tidak memiliki tulang belakang). Echinodermata berasal dari bahasa Yunani, *echinos* berarti duri dan *derma* yakni kulit. Sehingga, hewan ini disebut kelompok hewan triploblastik yang berduri. Triploblastik adalah hewan yang memiliki tiga lapisan germinal yang terbentuk selama

gastrulasi blastula pada perkembangan embrio, ketiga lapisan tersebut diantaranya ektoderm (lapisan luar), mesoderm (lapisan tengah) dan endoderm (lapisan dalam).

Echinodermata hidup di perairan yang jernih di daerah litoral (zona pesisir) sampai dengan kedalaman 40 meter. Filum ini banyak ditemui diantara terumbu karang karena sebagai pelindung dan tempat mencari makan. *Echinodermata* memiliki bentuk tubuh simetri radial dan simetri radial pentameral (bersegi lima).

Tubuh *Echinodermata* ketika larva tidak beruas-ruas dan berbentuk simetri bilateral dan setelah dewasa menjadi simetri radial dengan dua bagian yaitu *oral* (sisi puncak) dan *aboral* (sisi dasar). *Echinodermata* memiliki kulit epidermis yang tipis yang menutupi jaringan dibawahnya yaitu mesodermal. Lapisan epidermis terlihat kasar dan keras karena ditutupi oleh lamanae (*ossicula*) yang terbuat dari Kalsium karbonat CaCO_3 . *Ossicula* membentuk tonjolan dan terdapat duri pendek-tumpul atau runcing-panjang.

Filum ini memiliki rongga tubuh (*coelom*) yang dilapisi oleh peritonium bersilia. Dalam sistem gerak echinodermata memiliki ambulakral (kaki tabung). ambulakral berfungsi untuk menangkap mangsa dan sistem respirasi. Echinodermata melakukan respirasi dengan menggunakan insang kecil (*papulae*) yang muncul dari *coelom* (rongga tubuh). *Papulae* (paru-paru kulit) yaitu penjangkauan dinding rongga tubuh yang dilindungi oleh silia dan pediselaria. Ada pula beberapa jenis echinodermata yang bernafas dengan menggunakan ambulaklar (kaki tabung). Echinodermata juga memiliki kemampuan autotomi (secara seponatan memutuskan ekor untuk

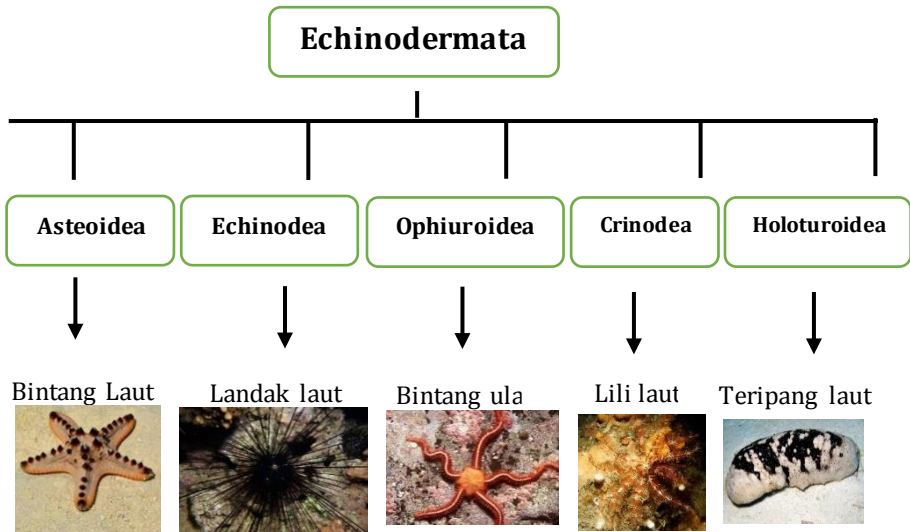
melindungi diri) dan memiliki kemampuan regenerasi (kemampuan menumbuhkan kembali bagian tubuh yang rusak).

Echinodermata bereproduksi secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan seksual melibatkan gamet jantan dan gamet betina (*dioceus*). Fertilisasi dilakuka secara eksternal (dilakukan di dalam air). Hasil dari fertilisasi (pembuahan sel sperma kepada sel telur) akan menghasilkan zigot. Zigot kemudian akan berkembang menjadi larva dengan bentuk simetri bilateral bersilia. Reproduksi secara aseksual dilakukan dengan pembelahan *Fissiparity*, yaitu pemisahan menjadi dua bagian yang sama kemudian masing-masing bagian tubuh yang terpisah melakukan regenerasi menjadi individu baru.

Echinodermata dalam rantai makanan dapat berperan sebagai predator (*Asteroidea*), pemakan detritus (*Ophiuroidea* dan *Holothuroidea*) dan herbivora (beberapa jenis *Echinoidea*). Mulut terletak di bagian dasar (*aboral*) dan anus terletak di bagian atas (*oral*). Makanan yang masuk ke dalam mulut akan diteruskan ke sistem pencernaan (*stomach*) dan dikeluarkan melalui anus. Ada beberapa spesies yang tidak memiliki anus. Sehingga, sisa makanan yang telah dicerna akan dikeluarkan kembali melalui mulut. Di dalam *stomach* terdapat lambung dan usus.

Phylum *Echinodermata* memiliki istem peredaran darah dan sistem saraf yang tereduksi dan susah untuk diamati. Sistem pembuluh darah dimulai dari daerah sekitar mulut dan terhubung dengan pembuluh radial paa setiap lengan. Sistem saraf terdiri dari cincin dan tali saraf pada bagian lengan.

8.2 Klasifikasi Filum Echinodermata



Phylum Echinodermata dibagi dalam lima kelas, masing-masing kelas memiliki peran terhadap ekologi laut. Bintang laut (*Asteroidea*) dan bintang mengular (*Ophiuroidea*) berperan sebagai pelindung terumbu karang dari pertumbuhan alga yang berlebihan. Teripang (*Holothuroidea*) dan bulu babi (*Echinoidea*) berperan sebagai dekomposer yaitu merombak sisa-sisa bahan organik. Terakhir yaitu, lili laut (*Crinoidea*) berperan menjaga keseimbangan ekosistem laut.

8.2.1 Kelas Asteroidea (Bintang Laut)

Secara taksonomi teripang dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: <i>Animalia</i>
<i>Subkingdom</i>	: <i>Bilateria</i>
<i>Infrakingdom</i>	: <i>Deuterostomia</i>
<i>Phylum</i>	: <i>Echinodermata</i>
<i>Subfilum</i>	: <i>Asterozoa</i>
<i>Class</i>	: <i>Asteroidea</i>
<i>Superordo</i>	: <i>Forcipulatacea</i>
	: <i>Valvatacea</i>



Astropecten irregularis

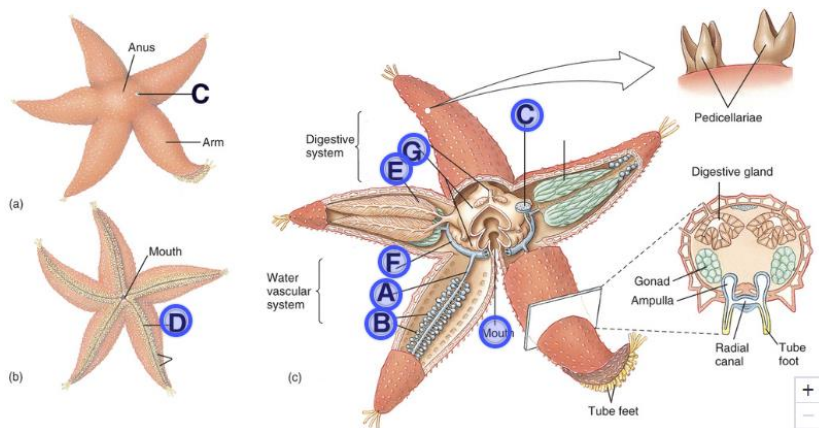
Sumber: european-marine-life.org

Asteroidea merupakan hewan animalia invertebrata. Termasuk subkingdom bilateria karena memiliki simetris bilateral yaitu punya ujung depan dan belakang serta memiliki sisi atas dan sisi bawah. *Asteroidea* memiliki 7 ordo yaitu Brisingida, Forcipulatida, Paxillosida, Notomyotida, Spinulosida, Valvatida dan Velatida. Terbagi menjadi 36 famili, 370 genus dan terdapat 2000 spesies. *Asteroidea* dapat ditemukan di kedalaman intertidal (dangkal) hingga abyssal (dalam).

Secara morfologi *Asteroidea* mempunyai duri-duri tumpul dan pendek. Duri tersebut ada yang termodifikasi menjadi bentuk seperti catut yang disebut pediselaria. Pediselaria memiliki banyak fungsi diantaranya berfungsi untuk menangkap mangsa, melindungi insang dermal dan mencegah agar tubuh dari kotoran. Mulut terletak pada bagian aboral dan anus terletak pada bagian oral.

Asteroidea mempunyai lima lengan atau lebih yang memanjang dari pusat tubuh (cakram pusat). Pada bagian aboral lengan terdapat ambulaklar yang berfungsi untuk menjerat mangsa seperti remis dan tiram. Di ujung kaki ambulaklar terdapat bintik mata yang berfungsi membedakan antara gelap dan terang. *Asteroidea* memiliki Madreporite (lubang kecil) yang terletak dekat dengan anus (sisi aboral). Madreporite berfungsi sebagai jalan masuknya air ke dalam tubuh. Saluran cincin (ring canal) terletak di pusat cakram, saluran cincin ini terhubung dengan saluran radial yang terletak pada bagian lengan. *Asteroidea* sudah memiliki organ pencernaan yang lengkap. Secara berurutan sistem pencernaannya dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung yang dilengkapi dengan kardiak dan pilorus, usus dan anus.

Secara seksual *Asteroidea* merupakan hewan dioseus (memiliki gamet jantan dan gamet betina) berpasangan pada setiap lengan. Pembuahan sel telur oleh sperma (fertilisasi) terjadi di luar tubuh (dalam air). Hasil fertilisasi tersebut akan berkembang menjadi larva mikroskopis bersilia yang disebut dengan pluteus. Pluteus kemudian akan mengalami metamorfosis menjadi bentuk seperti bintang laut. Secara aseksual dilakukan dengan pembelahan secara *Fissiparity* yakni penyekatan pisin pusat menjadi dua bagian kemudian memisah. Bagian yang memisah melakukan regenerasi menjadi individu baru. Contoh dari jenis ini *Linckia*. Pada bagian tubuhnya terdapat gonad (kelenjar kelamin) yang berfungsi untuk menghasilkan hormon kelamin.



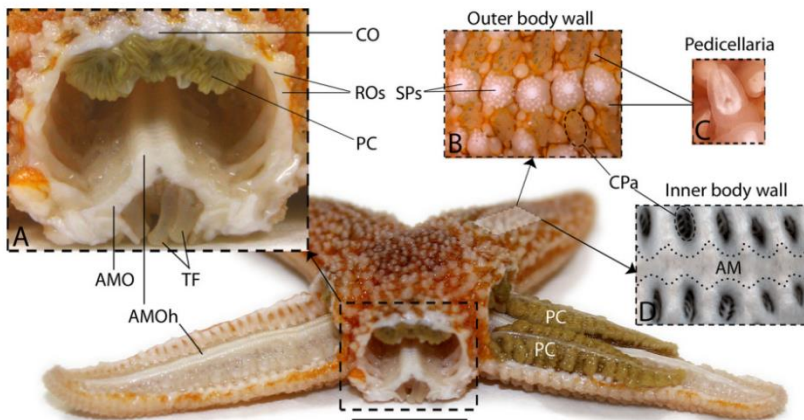
Gambar 8.2. Morfologi *Asteroidea*. C (*Madreporite*), D (*Ambulaclar groove*), E (*Digestive gland*), F (*Ring canal*), A (*radial canal*), B *Ampulla*, G (*stomach*)
 Sumber: Quizlet.com

Asteroidea memiliki *madreporite*. *Madreporite* terletak pada sisi aboral sebagai lubang masuknya air. *Stomach* merupakan saluran pencernaan yang menghubungkan antara madreporit dengan saluran cincin. *Ring canal* merupakan saluran cincin yang terhubung dengan saluran *radial canal* yang terdapat pada lengan, saluran ridal canal dan ampula dihubungkan oleh saluran *lateral canal Ampulla* ketika terisi air akan membentuk tonjolan seperti kaki yang menyerupai tabung (*tube feet*) perhatikan gambar 8.1. kaki tabung disebut dengan *ambulaclar* yang berfungsi sebagai alat gerak, sistem respirasi dan menangkap mangsa.

Dalam proses pencernaan air laut akan masuk melalui lubang-lubang kecil (*madreporit*) menuju ke *stomach*. Air kemudian masuk ke saluran cincin (*ring canal*). Setelah itu, air akan diteruskan ke saluran radial yang terletak pada lengan dan akan diteruskan pada saluran lateral. Dari saluran lateral,

air akan masuk ke ampula (struktur berbentuk labu yang membesar di ujung). Jika ampula berkontraksi, maka air akan tertekan dan masuk ke dalam kaki tabung. Akibatnya kaki tabung akan menjulur memanjang.

Dalam sistem gerak, ketika akan melakukan gerak ke arah kanan. Maka, kaki tabung sebelah kanan akan memegang substrat yang ada dibawahnya dan kaki tabung lainnya akan bebas. Selanjutnya ampula akan berkontraksi kembali dan air akan bergerak berlawanan dengan arah masuk. Kaki tabung sebelah kanan yang memegang objek akan menyeret tubuh hewan ini ke arah kanan.



Gambar 8.2. Anatomi *Asterias rubens*

Sumber: www.researchgate.net

Gambar di atas menunjukkan bagian Anatomi umum bintang laut *Asterias rubens*. gambar (A) adalah bagian dalam tubuh *Asterias rubens*. Pada gambar tersebut terdapat ossicles ambulacral (AMO) dan kaki tabung (TF) yang terletak pada sisi oral penampang dan terdapat pyloric caeca (PC) yang melekat

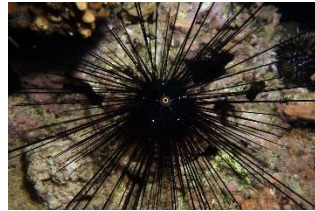
pada sisi dalam dinding tubuh aboral. Juga terdapat ossicle carina apikal (CO) dan ossicles reticular lateral (ROs). Gambar (B) menunjukkan permukaan luar dinding tubuh aboral yang berpusat di garis tengah lengan menunjukkan posisi duri (SPs) yang terletak di atas deretan ossicles carinal dan kelompok papula (CPa). gambar (C) menunjukkan adanya pedicellaria yang merupakan organ pertahanan berbentuk penjepit. gambar (D) menunjukkan permukaan bagian dalam dinding tubuh aboral dengan rongga di dinding tubuh yang ditutupi oleh papula (CPa) pada permukaan dinding tubuh bagian luar (lihat gambar C). Posisi apikal berorientasi membujur otot (AM) diuraikan.

Asteroidea memiliki warnanya yang sangat berazgam seperti biru, cokelat, merah, abu-abu, orange, kuning, hingga hitam. Selain itu, banyak yang memiliki corak pada permukaan tubuhnya. Contohnya *Astropecten articulatus* memiliki warna ungu cerah bagian tengah dan dibagian tepi berwarna jingga, *Fromia monilis* cirinya memiliki warna merah cerah di ujung lengan dan pusat cakram, *Protoreaster nodosus* memiliki warna oranye, merah, atau cokelat. *Linckia laevigata* memiliki warna biru cerah dan *Solaster dawsoni* dijuluki bintang laut matahari pagi, kerana lengannya yang banyak dan warnanya mirip sunrise.

8.2.2 Kelas *Echinoidea* (Bulu Babi)

Secara taksonomi teripang dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

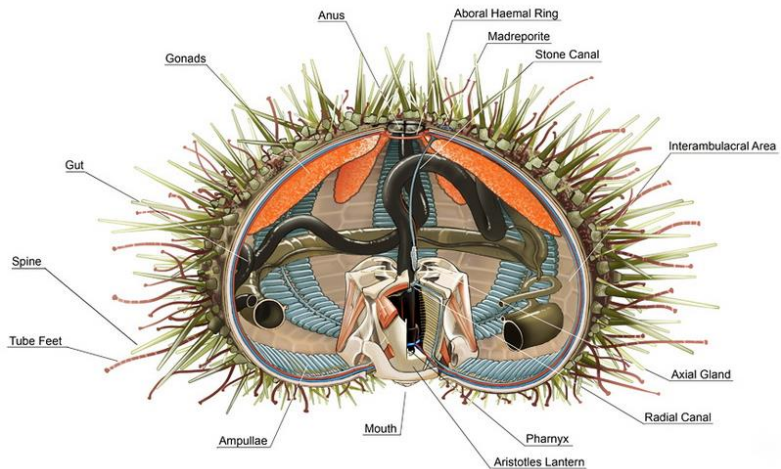
Phylum : Echinodermata
Class : Echinoidea
Famili : Diadematidae
Genus : Diadema
Species : *Diadema setosum*



Diadema setosum

Sumber: www.flickr.com

Echinoidea (bulu babi) merupakan hewan invertebrata filum Echinodermata. Echinoidea dapat ditemui di perairan intertidal (zona pesisir) hingga abyssal (lautan dalam). *Echinodea* memiliki tubuh berbentuk bola, padat dan ditutupi oleh cangkang yang terbentuk dari zat kapur (kalsium karbonat CaCO_3) dan dikelilingi dengan duri-duri yang terletak sejajar dalam garis-garis. Secara morfologi *Echinoidea* pada permukaan tubuhnya terdapat bagian yang menonjol atau yang disebut dengan Tuberkel. Tuberkel terdapat dua jenis yaitu tuberkel crenulate dan tuberkel perforate.



Gambar 8.3. Morfologi *Echinoidea*

Sumber: www.staroftheeast.us

Echinoidea memiliki lentera aristoteles yang terdapat pada sisi aboral yang memiliki fungsi sama seperti mulut dan gigi yaitu mengambil, memotong dan menghaluskan makanan. Stomach berfungsi sebagai alat pencernaan, berbentuk melingkar mengelilingi lentera aristoteles didalam stomach terdapat esophagus, usus dan anus. Anus terletak pada sisi oral. *Echinoidea* memiliki ambulaklar yang panjang, keluar kepermukaan tubuh diantara duri-duri. Duri dan ambulaklar digunakan sebagai alat berjalan di dasar laut. Tubuh *Echinoidea* ditutupi oleh duri-duri, terdapat dua jenis duri yaitu duri yang panjang dan lancip dan duri pendek dan tumpul.

Echinoidea mempunyai kelamin yang terpisah (dioceus). Proses fertilisasi terjadi di luar tubuh. *Echinoidea* jantan akan melepaskan terlebih dahulu ke dalam air setelah itu, *Echinoidea*

betina akan melepaskan ovum. Kemudian, mengalami pembelahan sel berkelipatan 2. Pada saat fase embrio akan terlihat seperti segitiga sama kaki. Kemudian, pada masa anakan, berkembang tentakel-tentakel (ambulaklar) dan duri-duri sampai akhirnya tumbuh menjadi *Echinoidea* dewasa.

Echinoidea berjenis kelamin jantan dan betina sulit untuk dibedakan. Jenis kelamin tersebut dapat diketahui dari warna gonad. Gonad jantan akan tampak berwarna kuning. Sedangkan, gonad betina berwarna orange. Untuk melihat warna gonad diperlukan bantuan mikroskop. Dalam perkembangannya gonad memiliki enam tahap 1. Developing (berkembang) 2. Recovering (pulih) 3. Growing (tumbuh) 4. Pre mature (pra matang) 5. Mature (matang) dan 6. Spawning (pengeluaran). Enam tahap perkembangan tersebut dapat diidentifikasi melalui warna. Warna coklat atau coklat kehijauan mengidentifikasikan berapa pada fase recovering. Warna cream dan putih kekuningan mengidentifikasikan gonad jantan berada pada fase mature. Warna orange dan merah kecoklatan menunjukkan gonad betina berada pada fase pre mature.

Echinoidea memiliki peran sebagai penyeimbang populasi alga dan karang. Contoh dari spesies ini adalah *Diadema setosum*. Dalam rantai makanan dapat berperan sebagai herbivora, karnivora dan pemakan sisa-sisa bahan organik (detritus).

8.2.3 Kelas *Ophiuroidea* (Bintang mengular)

Secara taksonomi teripang dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

<i>Phylum</i>	: <i>Echinodermata</i>
<i>Class</i>	: <i>Ophiuroidea</i>
<i>Famili</i>	: <i>Ophiotrichidae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Ophiothrix</i>
<i>Species</i>	: <i>Ophiothrix fragilis</i>



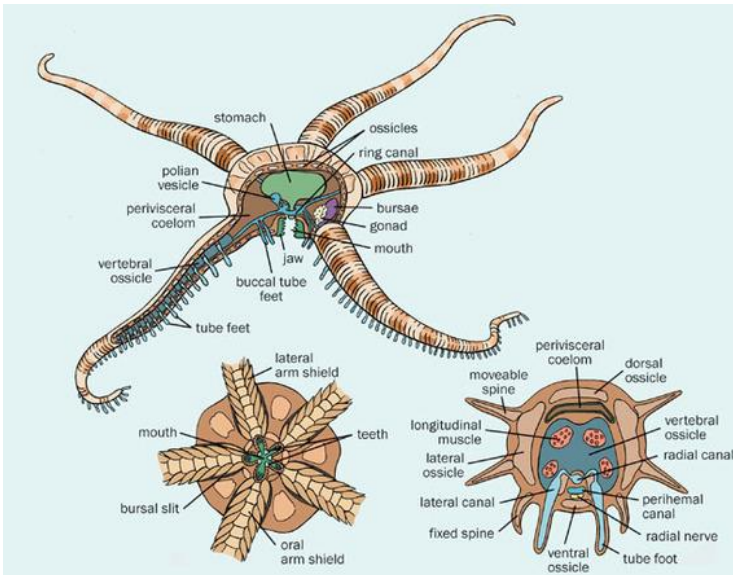
Ophiothrix fragilis

Sumber: cardiovasculargma.weebly.com

Ophiuroidea dalam bahasa Yunani memiliki asal kata *aura* (ekor) dan kata *eidos* (bentuk). *Ophiuroidea* memiliki lengan yang sangat fleksibel sehingga memiliki gerakan sama seperti ular. Oleh karena itu, *Ophiuroidea* dikenal dengan sebutan bintang mengular (*brittle starfish*). *Asteroidea* dapat ditemukan di kedalaman intertidal hingga pada kedalaman abyssal (di dasar laut). Biota ini, memiliki kebiasaan menyembunyikan diri di sekitar terumbu karang, lamun dan di dalam pasir.

Bintang mengular mempunyai bentuk tubuh simetri pentaradial (memiliki lima lengan). Bagian pusat tubuh *Ophiuroidea* berbentuk seperti lingkaran cakram. Lingkaran cakram dilapisi oleh cangkang yang terbuat dari zat kapur berbentuk keping-keping (*ossicle*). Di permukaan cangkang dilengkapi granula (butiran halus) dan duri-duri. *Ophiuroidea* tidak memiliki anus, makanan yang masuk ke dalam mulut diteruskan ke sistem pencernaan (stomach) dan sisa makanan hasil pencernaan dimuntahkan kembali lewat mulut. Bintang mengular memiliki bentuk tubuh yang pipih dengan lengan

yang ramping. Morfologi *Ophiuroidea* secara lengkap ditunjukkan oleh gambar 8.4.



Gambar 8.4. Morfologi *Ophiuroidea*

Sumber: animalia-life.club

Pada gambar 8.4. *Ophiuroidea* terdapat *stomach* yang berfungsi sebagai alat pencernaan, *polian pescele* berfungsi menyimpan cairan dan mengatur tekanan internal dalam sistem vaskular air. Hewan ini memiliki rongga tubuh yang kecil yang disebut Periviscular cealom, besar berisi cairan dimana terdapat organ utama seperti saluran pencernaan dan organ seks. *Ophiuroidea* memiliki vertebral ossicle (tulang vertebra) yang terletak pada bagian lengan. Juga terdapat dorsal ossicle (tulang punggung), lateral ossicle (tulang rusuk) dan ventral ossicle (tulang ventral).

Madreporite terletak pada sisi aboral memiliki fungsi sebagai jalan masuknya air. Dalam prosesnya air laut akan masuk melalui madreporit menuju ke *Stomach* selanjutnya air akan masuk ke ring canal. Dari ring canal air akan diteruskan ke ring radial yang terletak di lengan. Selanjutnya, air akan diteruskan ke saluran lateral. Dari saluran lateral air akan diteruskan ke ampula. Ampula akan berkontraksi dan air akan masuk ke dalam kaki tabung (ambulaklar) dan kaki tabung akan memanjang. Kaki tabung yang memanjang ini berfungsi untuk alat gerak dan menangkap mangsa seperti udang-udangan, moluska dan sisa organisme lain.

Ophuroidea memiliki lengan yang mudah putus, tetapi memiliki regenerasi yang baik sehingga akan segera tumbuh lengan baru. Alat reproduksi bersifat gonokoris. Fertilisasi terjadi di luar tubuh (di dalam air). Pembuahan gamet jantan dan betina menghasilkan larva berbentuk simetri bilateral dan akan berenang bebas di dalam air. Tetapi, terdapat *Ophiuroidea* yang memiliki kantong pengeraman sehingga larva tidak bisa berenang bebas.

Tubuh *Ophiuroidea* pada bagian pusat tubuh memiliki bentuk seperti bola cakram dengan lima sisi. Antara sisi satu dengan sisi yang lain terdapat lengan dan *Ophiuroidea* memiliki lima lengan. Lengan dilengkapi dengan duri-duri yang terdapat pada bagian lateral (samping) dan dilengkapi dengan dua tentacles scales. Sedangkan, untuk bagian ventral dan dorsal tidak ditemui duri. Lengan dapat digerakkan dengan fleksibel karena memiliki ruas-ruas dan masing masing ruas tersusun dari zat kapur (osikula) yang berbentuk silindris. Di antara ruas yang satu dengan ruas yang lain memiliki empat

otot lengan yang menyebabkan lengan dapat bergerak secara fleksibel seperti liukan ular.

Ophiur 8.4. *oidea* hidup secara agregasi (mengelompok) di dasar laut yang berlumpur dan berpasir. Dalam ekologi Bintang mengular memiliki peran yaitu sebagai pelindung tumbuhan karang dari pertumbuhan alga yang berlebihan.

8.2.4 Kelas *Crinoidea* (Lili laut)

Secara taksonomi teripang dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Phylum : *Echinodermata*
Class : *Crinoidea*
Ordo : *Comatulida*
Famili : *Antedonidae*
Genus : *Antedon*
Species : *Antedon petasus*

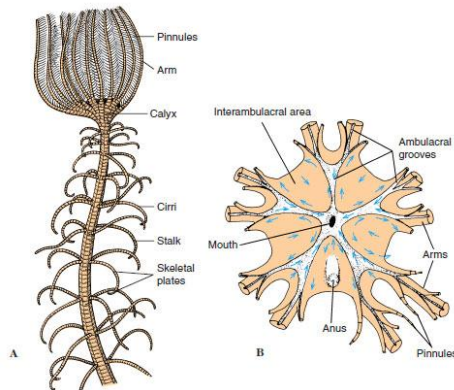


Antedon petasus

Sumber: www.seawater.no

Crinoidea (Lili laut) merupakan hewan invertebrata dari filum echinodermata. Crinoidae di ambil dari bahasa yunani krion yang berarti “lili” dan eidos yang berarti “berbentuk”. Crinoida memiliki ciri menyerupai tanaman lili atau pakis sehingga disebut lili laut. Pada umumnya, Crinoidea berwarna merah-ungu. Tubuh Crinoidea tersusun seperti kelopak (kaliks) yang membentuk seperti mangkuk kecil. pada bagian pusat tubuh dilapisi oleh cangkang yang terbuat dari zat kapur berbentuk keping (*ossicle*).

Crinoidea memiliki lima lengan dan setiap lengan akan bercabang menjadi dua cabang sehingga memiliki 10 lengan. kedua cabang tersebut dihubungkan dengan kalisk. Lengan lili laut memiliki panjang 1 meter, beruas-ruas masing-masing ruas terdapat osikula silindris yang dilengkapi dengan otot lengan yang membuat lengan dapat bergerak secara fleksibel. Pada bagian lengan terkadang dijumpai sirus (kuncir). Kelima lengannya terdapat lebih banyak cabang yang disebut dengan pinnules. Pinnules ada yang seperti bulu unggas berwarna ungu (biasanya yang ditemukan perairan dalam), ada pula yang tidak memiliki pinnules (*feather star*) hidupnya di perairan dangkal. Morfologi Crinoidea secara umum dapat dilihat pada gambar 8.5.



Gambar 8.5. Morfologi Crinoidea
Sumber: biocyclopedia.com

Crinoidea memiliki mulut terletak di permukaan atas (oral), terdapat semacam kerongkongan pendek yang terhubung ke usus. Usus panjang dengan divertikula berjalan jauh secara aboral dan kemudian berbelok sepenuhnya ke

anus, berbentuk kerucut dan menggantung. Dengan bantuan kaki tabung dan jaring lendir, Crinoidea memakan organisme kecil yang tersangkut di kaki ambulakralnya. kaki ambulakral terbuka dan memiliki silia. Silia berfungsi untuk membawa makanan ke mulut.

Crinoidea memiliki deretan kaki tabung pada lekuk ambulakral tersusun 3 buah kaki tabung yang menyatu dipangkal. Kaki ambulakral memiliki podia memanjang dari mulut sepanjang lengan dan pinnules bercabang. Partikel makanan podia yang bersentuhan ke kaki ambulakral terjatuh dalam lendir di tangkap oleh tentakel kemudian di bawa oleh silia untuk masuk kedalam mulut. Partikel yang jatuh di daerah interambulacral dibawa oleh silia menuju mulut dan kemudian ke luar dan akhirnya keluar melalui tepi, untuk menjaga disk oral tetap bersih. Perhatikan gambar 8.5.

Stalk (tangkai) terletak pada sisi aboral tubuh. Tangkai akan mencuat keluar dan dilengkapi dengan cirri dan skeletal plates. Crinoidea tidak memiliki madreporit tempat masuknya air, duri, prediselaria ampula. Karena tidak memiliki ampula kaki tabung sebagai alat gerak dikendalikan oleh kontraksi saluran cincin. Saluran cincin ini dilengkai serat otot melingkar yang terhubung dengan kaki tabung.

Reproduksi Crinoidea terjadi seara seksual gonokoris. Fertilisasi terjadi secara eksternal. Telur kemudian diletakkan pada pinnules. Telur kemudian menetas menjadi larva vitellaria. Larva vitellaria akan berenang bebas di air. Larva mendapatkan makanan dari kuning telur karena belum mempunyai mulut. Setelah beberapa hari larva dapat hidup bebas dan menempel pada substrat kemudian akan mengalami

metamorfosis menjadi larva pentakrinoid. Larva ini, telah memiliki tangkai dan kemudian berbentuk seperti kelopak bunga. Selanjutnya, akan tumbuh lengan sampai akhirnya tumbuh menjadi individu dewasa. Crinoidea memiliki sistem saraf yang terdiri dari saraf cincin yang terletak pada pusat tubuh dan saraf radial yang terletak pada lengan.

Crinoidea dapat ditemui di zona intertidal dan abyssal. Ekosistem yang paling banyak ditemui pada zona intertidal (zona pesisir) karena banyak terumbu karang. *Crinoidea* merupakan biota pemakan plankton dan hidupnya bergantung pada populasi plankton.

8.2.5 Klasifikasi Holothuroidea (Timun laut/Teripang)

Secara taksonomi teripang dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

<i>Phylum</i>	: <i>Echinodermata</i>
<i>Sub-Phylum</i>	: <i>Echinozoa</i>
<i>Class</i>	: <i>Holothuroidea</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Holothuriida</i>
<i>Famili</i>	: <i>Holothuriidae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Holothuria</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Holothuria edulis</i>

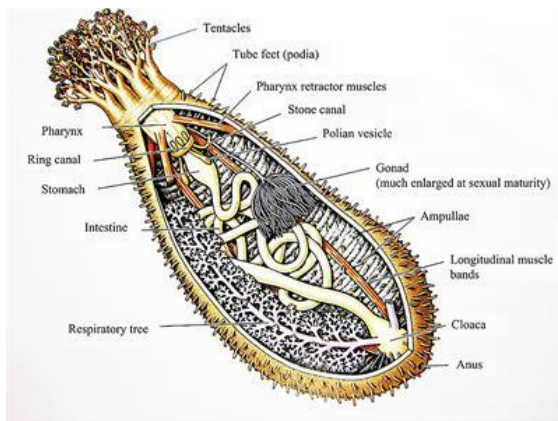


Holothuroidea edulis

Sumber: reefguide.org

Holothuroidea (teripang) merupakan invertebrata yang mempunyai bentuk tubuh bulat dan silindris memanjang seperti cacing. Mulut dapat ditemukan pada bagian anterior

(bagian depan) dan anus dapat ditemukan pada bagian posterior (belakang). Di sekitar mulut terdapat struktur seperti rumbai-rumbai. Struktur rumbai ini adalah tentakel-tentakel yang memiliki fungsi untuk menangkap makanan. Pada bagian anus terdapat tubulur cuvier yang dapat mengeluarkan getah yang berfungsi sebagai alat pertahanan diri. *Holothuroidea* memiliki insang seperti pohon yang terletak pada rongga kanan dan kiri bersebelahan dengan sistem pencernaan. Insang ini digunakan sebagai alat respirasi. Morfologi *Holothuroidea* secara umum dapat dilihat pada Gambar 8.6.



Gambar 8.6. Morfologi Holothuroidea
Sumber: feluno.weebly.com

Teripang tidak memiliki otak yang sebenarnya, tetapi cincin jaringan saraf mengelilingi rongga mulut dan mengirimkan saraf ke tentakel dan faranx. Jika cincin saraf dilepas, ia masih bisa berjalan dan bergerak. Sistem saraf enterik mereka menginervasi regenerasi usus mereka meludah untuk perlindungan. Komponen utama ENS dibagi tergantung

pada lokasinya di dalam lapisan mesothelial, jaringan ikat dan lapisan luminal. Di mesothelium mereka menemukan jaringan serat di dalam lapisan otot yang menginervasi otot visceral. Ada pleksus mesothelial kedua yang dibentuk oleh kumpulan saraf besar yang berjalan di sepanjang sumbu longitudinal usus, dan sebagian besar sejajar dengan serat otot longitudinal. Di dalam jaringan ikat terdapat serat tebal yang berhubungan dengan saraf yang menghubungkan pleksus mesothelial dengan lapisan ikat dan luminal. Ada juga jaringan neuron kecil dan serat halus di seluruh lapisan ikat ini. Akhirnya, pleksus luminal dibentuk oleh sel mirip neuroendokrin yang didistribusikan di antara sel epitel luminal. Kadang-kadang, beberapa sel ini menampilkan proyeksi serat yang memanjang ke arah mesothelium.

Teripang termasuk hewan dioecious. Gamet jantan dan gamet betina dapat diketahui dari perbedaan warna gonad. Gonad jantan berwarna putih susu dan gonad betina berwarna kuning. Gonad betina memiliki ukuran yang lebih besar dari gonad jantan yaitu 140-160 mikron. Fertilisasi terjadi di luar tubuh yaitu di dalam air. Teripang jantan akan melepaskan sperma ke dalam air dan mengeluarkan hormon pheromone. Pheromone adalah sejenis senyawa yang berfungsi untuk memberikan rangsangan. Rangsangan tersebut diterima oleh teripang betina dan mengeluarkan sel telur.

Telur yang telah dibuahi akan mengalami pembelahan embrional dengan kelipatan 2 sehingga membentuk banyak sel (blastula). Dari blastula kemudian berkembang menjadi gastrula. Gastrula adalah fase dirombaknya sel-sel blastula menjadi tiga lapisan germinal yaitu ektoderm, mesoderm dan

endoderm. Selanjutnya, telur akan menetas menjadi larva auraculalia yang banyak hidup di permukaan air. Kemudian larva akan berkembang menjadi larva doliolalia, pada tahapan larva ini mempunyai lima sabuk dan dua tentakel yang menjulur keluar pada daerah mulut. Larva doliolalia kemudian bermetamorfosis menjadi stadium pentactula. Pada stadium ini jumlah tentakel akan semakin banyak. Dari stadium pentacula akan berubah menjadi stadium juvenil. Pada fase ini organ tubuh sudah lengkap dan pada fase ini teripang masih berukuran kecil.

Sistem gerak teripang dibantu dengan ambulaklar dan kontraksi otot. Tubuh teripang mempunyai enterocoelom (organ dalam) yang diisi oleh cairan yang mengandung banyak sel amoebosit. Pada bagian peritoneum (membran yang melapisi rongga tubuh) terdapat silia yang membantu cairan dalam coelom dapat bergerak dengan cepat. Pada kondisi tertekan teripang akan mengeluarkan cairan dan organ dalamnya untuk mengusir predator atau sesuatu yang mengancam. Proses regenerasi organ terjadi ketika teripang sudah dalam keadaan aman.

BIODATA PENULIS



Annisa Bias Cahyanurani, M.P.

Staf Dosen Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo
Program Studi Teknik Budidaya Perikanan

Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada program studi Manajemen Sumberdaya Perairan di Universitas Brawijaya serta menempuh Pendidikan S2 melalui program *double degree* pada program studi Budidaya Perairan di Universitas Brawijaya dan program studi Aquaculture di National Pingtung University of Science and Technology (NPUST). Saat ini penulis menekuni berbagai penelitian di bidang Budidaya Perikanan.

BIODATA PENULIS



Putri Nurhanida Rizky, S.Kel., M.P., M.Sc

Dosen Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo

Penulis lahir di Sidoarjo tanggal 22 Desember 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya dan melanjutkan S2 dengan program Double Degree pada Program Studi Budidaya Perairan di Universitas Brawijaya, Malang dan Program Studi Aquatic Animal Health Management di National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan. Penulis menekuni keahlian di bidang Budidaya Perikanan dan Manajemen Kesehatan Ikan. Penulis juga aktif mengikuti berbagai seminar nasional hingga internasional. Penulis aktif menulis di berbagai jurnal ilmiah serta merupakan salah satu penulis buku Teknik Budidaya Air Payau, Ilmu Perikanan dan Kelautan, dan Administrasi bisnis

BIODATA PENULIS



Nadisa Theresia Putri, S.Pi., M.Si.
Dosen Program Studi Budidaya Perairan
Institut Maritim Prasetya Mandiri

Penulis lahir di Bandar Lampung tanggal 28 Oktober 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Budidaya Perairan Institut Maritim Prasetya Mandiri. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Perairan Universitas Lampung pada tahun 2012, dan melanjutkan pendidikan S2 pada Program Studi Ilmu Akuakultur Institut Pertanian Bogor yang diselesaikan pada tahun 2017. Penulis menekuni bidang Akuakultur dengan minat Nutrisi dan Pakan Ikan.

BIODATA PENULIS



Nur Maulida Safitri, S.Kel., MP., M.Sc

Dosen Program Studi Akuakultur,
Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik

Nur Maulida Safitri, lahir di Sidoarjo pada akhir Desember Tahun 1991. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya pada tahun 2014. Kemudian, penulis melanjutkan studi ke jenjang S2 *Double Degree* pada tahun 2015 dan mendapatkan gelar Magister Perikanan dari Universitas Brawijaya serta Master of Science di bidang bioteknologi dari National Pingtung University of Science and Technology pada tahun 2017.

Saat ini, penulis merupakan staf pengajar di Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik. Beberapa mata kuliah yang pernah diampu oleh penulis diantaranya adalah: Biologi Laut, Biokimia Perikanan, Bioteknologi Perikanan, Komoditas Unggulan Akuakultur (Rumput laut dan Kerang Hijau), serta oseanografi.

Email: nur.maulida@umg.ac.id / nurmsafitri@gmail.com

BIODATA PENULIS



Muhammad Faizal Fathurrohim

Dosen Pendidikan Biologi Universitas Sali Al-Aitaam

Penulis lahir di Bandung, 26 Maret 1993. Penulis sudah menikah dan memiliki istri bernama Adhitya Eka Praja serta telah dikaruniai seorang anak laki-laki bernama Delfandria Al Fatih. Penulis telah menyelesaikan studi S1 di Prodi Pendidikan Biologi Universitas Pasundan pada tahun 2015. Penulis melanjutkan studi S2 di Universitas Padjadjaran di Program Studi Magister Biologi dan lulus pada tahun 2018. Penulis adalah seorang dosen tetap di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sali Al-Aitaam dan merangkap sebagai tenaga Guru honorer IPA di SMP Darul Falah Kabupaten Bandung Barat. Saat ini penulis aktif sebagai seorang pendidik, penulis jurnal penelitian bersama praktisi lain dan penulis artikel di Kompasiana.

BIODATA PENULIS



Suharno Zen, M.Sc

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas
Muhammadiyah Metro

Penulis lahir di Margorejo, Kota Metro, Lampung, 23 Februari 1982. Mengajar di Universitas Muhammadiyah Metro pada mata kuliah Zoologi Avertebrata, Zoologi Vertebrata dan Parasitologi. Buku ajar yang sudah diterbitkan : Biologi umum : bahan pembelajaran berbasis saintific approach dan Zoologi Avertebrata.

BIODATA PENULIS



Atika Marisa Halim, S.Pi., M.P., M. Sc

Dosen Program Studi Teknik Budidaya Perikanan (TBP)
Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo

Penulis lahir di Sidoarjo tanggal September 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Budidaya Perikanan. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Manajemen Sumberdaya Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan Universitas Brawijaya, Malang dan melanjutkan S2 *double degree* pada prodi Budidaya Perairan di Universitas Brawijaya, Malang dan Departemen Akuakultur National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan. Penulis menekuni bidang akuakultur dengan minat budidaya ikan air tawar serta penyakit dan manajemen kesehatan ikan.

BIODATA PENULIS



Abdullah Muamar

Penulis lahir di Bukit kemuning, 12 Juni 1995. Lulus S1 tahun 2017, Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiah UIN Raden Intan Lampung. Tahun 2020 lulus S2 Pascasarjana Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Semarang. Penulis telah menulis buku Botani Tumbuhan Lumut dengan Pendekatan Saintifik dan Kontekstual.