

Dasar Klasifikasi Hewan Avertebrata

Drs. Wisnu Wardhana, M.Si.
Dra. Noverita Dian Takarina, M.Sc.



PENDAHULUAN

Modul 1 Taksonomi Avertebrata dengan judul Dasar Klasifikasi Hewan terdiri atas 2 kegiatan belajar sebagai berikut.

Kegiatan Belajar 1: Klasifikasi, Reproduksi, dan Perkembangan Hewan Avertebrata.

Kegiatan Belajar 2: Protozoa, Porifera, dan Placozoa.

Setelah mempelajari Modul 1, diharapkan Anda dapat menjelaskan konsep-konsep dasar taksonomi dan klasifikasi hewan Avertebrata, cara reproduksi dan perkembangannya. Selanjutnya lebih rinci akan dijelaskan klasifikasi hewan Avertebrata dan kegiatan Protozoa, Filum Poritera, dan Filum Placozoa.

KEGIATAN BELAJAR 1

Klasifikasi, Reproduksi dan Perkembangan Hewan Avertebrata

A. PENGERTIAN TAKSONOMI DAN KLASIFIKASI

Taksonomi berasal dari bahasa Yunani, taxis berarti menyusun atau susunan dan nomos berarti peraturan atau tata cara. Makna taksonomi adalah peraturan untuk menyusun atau tata cara menyusun. Jadi, taksonomi adalah sebagai suatu studi teoretis tentang pengklasifikasian atau penggolongan organisme, termasuk dasar-dasar, prinsip-prinsip, prosedur, dan aturan-aturannya. Oleh karena yang dibicarakan di sini adalah hewan maka dalam hal ini yang kita bicarakan tentunya klasifikasi hewan.

Klasifikasi hewan tentunya berarti penggolongan hewan ke dalam kelompok-kelompok atau kumpulan tertentu berdasarkan hubungan kekerabatannya, yaitu yang berkaitan dengan kontinuitas (kontak), kemiripan atau keduanya. Berdasarkan uraian tersebut terlihat bahwa subjek dari klasifikasi adalah organisme (hewan), sedangkan subjek dari taksonomi adalah klasifikasi. Istilah lain yang mempunyai kemiripan dengan klasifikasi adalah sistematika, yaitu studi ilmiah tentang jenis-jenis dan keanekaragaman organisme dan semua hubungan kekerabatan di antara organisme tersebut.

1. Klasifikasi Berdasarkan Hubungan Evolusi

Mungkin skema klasifikasi yang paling umum ditemukan adalah kerangka taksonomi yang dipergunakan oleh Carolus Linnaeus sejak tahun 1758. Kerangka tersebut bersifat hierarki (Linnaean Hierarchy), artinya setiap takson mempunyai susunan atau tersusun dari kelompok-kelompok taksa yang lebih rendah. Urutan tingkatan takson tersebut adalah sebagai berikut.

Kingdom

Filum

Kelas

Ordo

Famili

Genus

Spesies

Kelompok hewan dalam satu filum memiliki tingkat kesamaan yang tinggi dalam hal morfologi dan perkembangan. Selain itu, juga memiliki hubungan kekerabatan yang lebih erat jika dibandingkan dengan anggota hewan dari filum lain. Diperkirakan, bahwa semua hewan dalam suatu filum berasal atau berevolusi dari satu nenek moyang. Implikasi evolusi tersebut tentunya juga berlaku untuk setiap tingkatan kategori taksonomi.

Tingkat taksonomi spesies memiliki tambahan arti secara biologis. Spesies adalah unit yang paling dasar dalam biologi, yang didefinisikan sebagai satu kelompok individu yang sangat serupa dan mampu mengadakan perkawinan di antara individu-individu tersebut (*inbreeding*). Secara teoritis, anggota satu spesies pasti terisolasi secara reproduktif dari anggota spesies lain atau dengan kata lain setiap spesies memiliki sebuah *gene pool* yang tidak dapat diakses oleh anggota dari spesies yang lain.

Sistem yang digunakan untuk menamakan hewan (organisme) disebut sistem binomial yang dicanangkan oleh Linnaeus (1758) dalam publikasinya yang berjudul *System Nature*. Sistem binomial adalah tata cara penamaan ilmiah untuk spesies (nomenklatur) organisme. Nama ilmiah sebuah spesies terdiri dari dua kata, yaitu nama generik dan nama spesifik. Baik nama generik (genus) maupun nama spesifik (spesies) biasanya ditulis miring atau digarisbawahi. Nama generik dimulai dengan huruf besar dan ditulis dalam bahasa Latin, tetapi nama spesifik tidak. Contoh nama ilmiah untuk salah satu siput air yang sering ditemukan di sawah adalah *Melanooides granifera*. Spesies yang masih berhubungan dengan *Melanooides granifera* adalah *Melanooides punctata* dan *Melanooides tuberculata*. Apabila nama generik telah dituliskan maka nama tersebut dapat disingkat untuk penulisan berikutnya. Misalnya, *Melanooides granifera*, *M. punctata*, dan *M. tuberculata* adalah gastropoda perairan tawar yang ditemukan di sawah. Ketiga siput tersebut termasuk dalam filum Mollusca, kelas Gastropoda, dan famili Thiaridae. Famili Thiaridae memiliki genera lain selain *Melanooides*, misalnya *Brotia*; kelas Gastropoda memiliki famili lain selain Thiaridae, misalnya Ampullariidae, dan filum Mollusca memiliki kelas lain selain Gastropoda, misalnya Pelecypoda. Jadi, sistem taksonomi memang tersusun secara hierarki.

Nama ilmiah suatu organisme biasanya disertai dengan nama orang yang pertama kali mendeskripsikannya (author). Dalam penulisannya, nama author diawali dengan huruf besar, tetapi tidak dicetak miring dan mungkin mengandung tanda kurung. Kadangkala nama author juga dilengkapi dengan

tahun yang menunjukkan kapan pertama kali ia mendeskripsikan organisme tersebut. Genggang atau *Nautilus* berongga merupakan Cephalopoda bercangkang luar yang cangkangnya sering ditemukan terdampar di pantai dan diberi nama *Nautilus pompilius* Linnaeus, 1758. Ini berarti *Nautilus* dideskripsikan pertama kali oleh Linnaeus pada tahun 1758 dan tidak berubah genusnya sejak diberi nama *Nautilus*. Sering dalam penulisannya nama author disingkat, misalnya Linnaeus disingkat menjadi L sehingga penulisannya menjadi *Nautilus pompilius* L. Apabila suatu organisme dideskripsikan pertama kali berada pada genus yang berbeda dengan genus saat ini (terbaru), nama author ditulis dalam tanda kurung. Misalnya, *Thiara scabra* (Müller), siput air tawar yang dideskripsikan pertama kali oleh Müller, kemudian dimasukkan ke dalam genus lain. Selanjutnya, siput ini ternyata cukup berbeda dengan anggota spesies lain genus tersebut sehingga dipindahkan ke genus lain.

Idealnya, sebuah klasifikasi taksonomi harus mencerminkan kekerabatan secara filogenik artinya, sejarah evolusi dari kelompok-kelompok hewan yang berbeda. Semua anggota dari suatu kelompok taksonomi haruslah berasal dari satu nenek moyang; jadi pengelompokannya harus secara monofiletik. Para ilmuwan biasanya menduga dengan menerka asal-usul dari kelompok hewan berdasarkan studi pola perkembangan, morfologi, dan karakteristik biokimiawi, maupun dari penelitian catatan fosil. Analisis perbandingan molekuler dari struktur protein, seperti DNA dan RNA antarspesies dapat juga merubah sudut pandang dalam klasifikasi. Akan tetapi, sejarah evolusi dari kelompok hewan yang berbeda tidak dapat diketahui secara pasti dan mereka-reka atau menduga kemungkinan hubungan kekerabatan bukanlah hal yang mudah. Tidak ada prosedur baku untuk menentukan hubungan evolusi. Banyak ketidaksetujuan pada hal tersebut, ini tercermin dalam literatur yang diterbitkan antara 20-30 tahun belakangan. Pada dasarnya, masalah yang banyak diperdebatkan sekarang menyangkut pentingnya kesamaan fenotipik antartaksa, perbedaan fenotipik antartaksa dan tingkat kemampuan seseorang untuk mengakui (suatu fakta) bahwa fenotip dapat menjadi suatu indikator yang salah arah untuk menjelaskan kesamaan dan perbedaan genetik.

Melalui proses konvergensi, hewan-hewan yang berkerabat jauh dapat menyerupai satu sama lain secara nyata. Sebagai contoh mata gurita (Moluska, Cephalopoda) sangat mirip dengan mata manusia sehingga organ

visual ini dipercaya bersifat analog dan homolog, tapi tidak menunjukkan hubungan kedekatan evolusi antara vertebrata dan moluska.

Klasifikasi yang mencerminkan dugaan hubungan evolusi tidaklah statis, pemberian nama suatu hewan atau kelompok hewan pada posisi tertentu dalam hierarki taksonomi bukanlah proses mutlak. Studi perkembangan awal suatu hewan misalnya, dapat menunjukkan informasi tentang pembentukan rongga tubuh hewan tersebut. Informasi tersebut dapat menghubungkan hewan tersebut dengan kelompok hewan lain yang sebelumnya telah dikategorikan. Studi molekuler dengan membandingkan gen-gen tertentu dapat memperbaiki pemahaman tentang kekerabatan antarhewan avertebrata. Hubungan filogenetik telah diperdebatkan lebih dari 100 tahun terakhir, perdebatan tersebut mungkin akan berlanjut panjang ke masa depan.

Klasifikasi juga dapat berubah ketika biologiwan menemukan organisme yang memiliki karakter yang tidak dimiliki oleh kelompok yang ada dan sudah dikenali. Contohnya dua kelas arthropoda (Remipedia, Tantulocarida), satu kelas Echinodermata (Concentricycloidea) dan sebuah filum hewan laut yang disebut Loriciferans telah ditemukan dalam 10 tahun terakhir.

2. Klasifikasi Berdasarkan Habitat dan Cara Hidup

Hewan dapat pula dikategorikan berdasarkan habitat atau cara hidupnya. Kategori ini mencerminkan derajat kesamaan ekologi dan bukan hubungan evolusi. Contohnya, ada kelompok hewan teresterial ditujukan untuk kelompok hewan yang hidup di daratan. Kelompok hewan laut adalah kumpulan kelompok hewan yang hidup di lautan. Hewan laut dapat pula dikelompokkan menjadi intertidal (hidup pada daerah pasang-surut dan terpapar dengan udara secara teratur); subtidal (hidup di bawah garis surut sehingga tidak terkena udara, kecuali pada kondisi ekstrem); atau laut lepas. Sebagai tambahan hewan juga dapat dikelompokkan menurut kemampuan atau ketidakmampuannya dalam bergerak yaitu hidup bebas (bebas bergerak), sesil (tidak bergerak) atau sedentari (memiliki kemampuan bergerak yang terbatas). Beberapa organisme perairan memiliki kemampuan gerak yang tidak berarti jika dibandingkan dengan pergerakan medium tempat hidupnya. Kelompok hewan seperti ini disebut planktonik (dari bahasa Yunani yang berarti terpaksa terapung atau berkelana).

Hewan juga sering dikategorikan menurut cara makannya. Contoh sebagian spesies hewan ada yang herbivora (pemakan tanaman), lainnya karnivora (pemakan daging) atau bahkan ada yang omnivora (pemakan

segala). Sebagian spesies hewan malah ada yang menghisap partikel makanan berukuran kecil dari media di sekitarnya (*suspension feeder*) atau spesies lainnya memakan sedimen dan mencerna komponen organik yang terkandung di dalamnya sewaktu sedimen berjalan melalui saluran pencernaan (*deposit feeder*).

Anggota suatu spesies kadang hidup dalam hubungan yang sangat dekat dengan spesies lain sehingga membentuk asosiasi tertentu. Asosiasi simbiotik atau simbiosis, biasanya berhubungan dengan biologi makan dari satu atau kedua pihak (symbion) dalam membentuk hubungannya. Berdasarkan keberadaan simbiionnya, asosiasi simbiotik dapat dibedakan menjadi: Ektosimbion hidup dekat badan partisipan (pihak) lain dan Endosimbion hidup dalam tubuh partisipan lain. Ketika kedua partisipan merasa diuntungkan, hubungan keduanya menjadi **mutualisme**. Apabila keuntungan hanya terjadi pada satu partisipan dan partisipan lain tidak merasa dirugikan maka hubungan mereka adalah **komensalisme**, dan pihak yang diuntungkan disebut **komensal**. Terakhir, sebagian hewan ada yang bersifat **parasit**, artinya hewan yang sepenuhnya bergantung pada inang untuk kelangsungan hidupnya. Hewan seperti ini umumnya hidup dalam darah atau jaringan inang. Parasit dapat mempengaruhi aktivitas inang karena metabolisme parasit sepenuhnya tergantung dari inang dan hubungan seperti itu disebut **obligat bagi si parasit**.

Batasan antara parasitisme, mutualisme, komensalisme, dan predasi tidaklah selalu jelas. Contohnya, ada hewan parasit yang membunuh inang yang berperan sebagai predator. Parasit, bahkan ada yang memproduksi metabolit sekunder yang menguntungkan inang sehingga menjadi bersifat mutualisme. Jadi bentuk transisi dalam proses dugaan adanya evolusi dari satu bentuk asosiasi menjadi asosiasi lain sering ditemukan. Transisi tersebut, sekali lagi membuat pengelompokan hewan ke dalam skema buatan manusia menjadi sulit.

3. Kriteria Klasifikasi

Klasifikasi hewan dapat didasarkan pada beberapa karakteristik tertentu, seperti jumlah sel, lapisan lembaga (*germ layer*), saluran pencernaan, rongga tubuh (*coelom*), metamerisme atau segmentasi, rangka (*skeleton*), embelan (*appendages*), dan simetri tubuh. Karakter tersebut dapat digunakan sendiri-sendiri atau bersamaan dalam memilah-milah kelompok hewan ke dalam kelompok-kelompok tertentu.

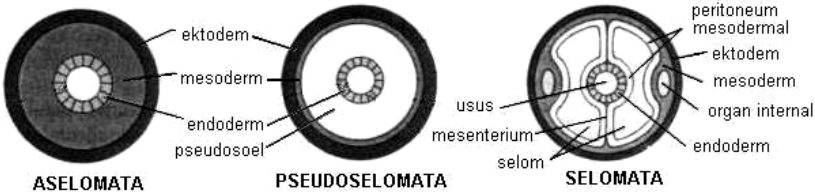
Berdasarkan jumlah sel penyusun tubuh, hewan dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok. Seluruh hewan yang tubuhnya hanya terdiri dari satu sel dikelompokkan ke dalam Protozoa. Sedangkan hewan yang memiliki tubuh yang tersusun oleh banyak sel dikelompokkan ke dalam Mesozoa, Parazoa atau Metazoa. Mesozoa dan Parazoa walaupun tubuhnya tersusun dari banyak sel tapi belum terdiferensiasi menjadi jaringan, sedangkan Metazoa sudah terdiferensiasi menjadi jaringan.

Lapisan lembaga mudah dipelajari pada perkembangan zigot atau sel telur yang telah dibuahi melalui tahapan morula, blastula, dan gastrula. Lapisan ini umumnya terbentuk pada proses invaginasi pada tahap gastrula dengan membentuk tiga lapisan yang terdiri dari endoderm, mesoderm, dan ektoderm. Pada hewan-hewan tingkat rendah mesoderm tidak terbentuk, jika ada hanya berupa sekat yang disebut **mesoglea**. Jadi, kelompok hewan ini hanya memiliki dua lapisan lembaga saja dan dikelompokkan ke dalam Diploblastik. Kelompok hewan yang lebih tinggi umumnya memiliki tiga lapisan lembaga dan dikelompokkan ke dalam Triploblastik. Kelompok hewan triploblastik dapat dibagi dua berdasarkan perkembangan blastoporusnya. Bila blastoporus berkembang menjadi mulut maka hewan tersebut dikelompokkan ke dalam Prostostomia. Sebaliknya apabila blastoporus berkembang menjadi anus maka dikelompokkan ke dalam Deuterostomia.

Pengelompokan hewan dapat juga ditinjau dari kesempurnaan saluran pencernaannya. Ada kelompok hewan yang memiliki saluran pencernaan tidak sempurna karena hanya memiliki mulut dan tanpa anus. Bahkan ada kelompok hewan yang tidak memiliki saluran pencernaan sama sekali. Hewan-hewan tingkat rendah umumnya memiliki saluran pencernaan tidak sempurna. Kelompok hewan yang memiliki saluran pencernaan sempurna sudah dapat dijumpai adanya mulut, usus, dan anus. Termasuk ke dalam kelompok terakhir ini adalah hewan-hewan yang kedudukannya lebih tinggi dalam dugaan evolusinya.

Rongga tubuh (*coelom*) merupakan salah satu karakter yang dapat digunakan dalam pengelompokan hewan. Hewan-hewan yang tidak memiliki rongga tubuh dikelompokkan ke dalam Acoelomata. Selama perkembangannya, rongga tubuh dapat terbentuk tidak sempurna dan disebut **rongga palsu**. Disebut demikian oleh karena pada perkembangannya sel-sel merenggang ke tepi membentuk semacam rongga, tapi tanpa dinding. Kelompok hewan yang memiliki rongga tubuh palsu seperti ini dikelompok-

kan ke dalam **Pseudocoelomata**. Sedangkan seluruh hewan yang memiliki rongga tubuh yang sebenarnya dikelompokkan ke dalam **Eucoelomata** atau **Coelomata** (Gambar 1.1).



Sumber: Pechenick, 1996

Gambar 1.1.
Berbagai Tipe Rongga Tubuh

Segmentasi menyebabkan tubuh hewan seolah-olah terbagi menjadi beberapa ruang yang dipisahkan oleh sekat. Segmentasi seperti ini dapat dijumpai pada kelompok hewan tingkat rendah sampai tingkat tinggi. Pada hewan tingkat rendah segmentasinya disebut **metamer**. Pada hewan ini tiap-tiap segmen akan dijumpai adanya organ yang sama. Kelompok hewan yang memiliki tubuh demikian disebut hewan yang segmentasinya internal, tapi juga memperlihatkan segmentasi yang eksternal. Makin tinggi tingkat kedudukan suatu hewan, segmentasinya akan hilang dan pada kelompok hewan vertebrata segmentasinya sudah sukar dilihat jika ada disebut **somit**. Jadi, hewan dapat dikelompokkan menjadi hewan yang bersegmen atau tidak bersegmen.

Untuk melindungi organ dalam atau tubuhnya hewan juga dapat memiliki rangka (skeleton). Berdasarkan hal ini hewan dapat memiliki rangka luar (eksoskeleton) atau rangka dalam (endoskeleton). Eksoskeleton umumnya terbuat dari **bahan kapur atau kitin**, sedangkan endoskeleton terbuat dari kapur. Makin tinggi tingkat kedudukan suatu hewan rangkanya akan berupa endoskeleton.

Embelan atau **appendages** adalah anggota badan yang dapat berbentuk tentakel, rambut getar, sayap, kaki, sirip dan sebagainya yang umumnya digunakan sebagai alat gerak. Berdasarkan hal ini hewan dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan ada tidaknya bentuk atau tipe alat gerak tersebut. Contohnya, Flagellata merupakan

kelompok hewan yang bergerak dengan flagel sebaliknya Ciliata merupakan kelompok hewan yang bergerak dengan silia.

Simetri tubuh atau bayangan cermin juga merupakan salah satu kriteria yang digunakan dalam pengelompokan hewan. Hewan-hewan yang tidak memiliki simetri tubuh dikelompokkan ke dalam Asimetri. Kelompok hewan yang tubuhnya dapat dibagi menjadi beberapa bagian melalui jari-jari memiliki simetri tubuh yang radial (*radial simetri*) dan dikelompokkan ke dalam grade Radiata. Sedangkan kelompok hewan yang tubuhnya dapat dibagi menjadi dua yang sama persis melalui satu bidang (anterior-posterior) memiliki simetri bilateral dan dikelompokkan ke dalam grade Bilateria. Makin tinggi tingkatan hewan maka akan memiliki tubuh yang simetri bilateral dan pada hewan ini akan dapat dijumpai istilah ventral, dorsal, kranial, dan sebagainya.

B. REPRODUKSI DAN PERKEMBANGAN AVERTEBRATA

Kelangsungan hidup suatu spesies sangat bergantung dari kemampuannya untuk berkembang biak atau memperbanyak diri. Hampir semua adaptasi tingkah laku, morfologi atau fisiologi diperkirakan berperan dalam kesuksesan reproduksi, baik secara langsung atau tidak langsung. Jadi, sebenarnya semua organisme menjalani hidup untuk berkembang biak. Semua proses reproduksi selalu mengikutsertakan diferensiasi sel, yaitu pengkhususan fungsi sel yang diatur secara genetis. Banyak hal yang diketahui tentang ekspresi gen berasal dari studi perkembangan hewan avertebrata.

Hewan avertebrata menunjukkan keanekaragaman yang tinggi dalam pola reproduksi dan perkembangan, jauh melebihi apa yang dimiliki oleh hewan vertebrata. Kebanyakan dari hewan vertebrata mengalami pembuahan internal dan menunjukkan derajat perawatan pada anaknya. Semua vertebrata adalah deuterostomia karena pada dasarnya pembelahan terjadi secara radial dan intermediet, serta mulut tidak terbentuk dari blastoporus. Variasi dari pola deuterostomia dikarenakan adanya perbedaan pada jumlah kuning telur (yolk). Hal ini menjadi lain apabila mengacu pada perkembangan hewan avertebrata. Di antara hewan-hewan avertebrata terdapat perbedaan yang mencolok pada (1) ekspresi jenis kelamin, (2) tapak pembuahan (bila ada), (3) pola pembelahan sel, (4) tahapan di mana nasib sel ditentukan, (5) jumlah lapisan jaringan yang terbentuk, (6) mekanisme pembentukan mesoderm

(apabila ada), (7) perkembangan rongga tubuh, (8) mekanisme perkembangan rongga tubuh, dan (9) asal mulut dan anus (apabila ada).

1. Reproduksi Aseksual

Reproduksi hewan avertebrata dapat terjadi secara seksual atau aseksual. Reproduksi seksual selalu mengikutkan penyatuan materi genetik dari dua genom. Sebaliknya reproduksi aseksual adalah reproduksi tanpa mengikutkan penyatuan materi genetik dari dua genom. Dengan kata lain, pada reproduksi aseksual tidak terjadi pembuahan. Waktu terjadinya reproduksi seksual maupun aseksual diatur atau dipengaruhi oleh berbagai faktor di luar tubuh (eksternal) dan di dalam tubuh (internal).

Reproduksi aseksual umumnya adalah proses replikasi, pada individu yang telah bermutasi reproduksi aseksual akan menghasilkan keturunan yang sama pola genetiknya dengan induknya. Bentuk reproduksi aseksual tidak dapat menambah keanekaragaman genetik dalam suatu populasi. Di lain pihak, melalui reproduksi aseksual, satu individu dapat berperan dalam meningkatkan jumlah populasi secara cepat, tidak termasuk saingan potensial dan menambah populasi dengan genotipe yang menguntungkan.

Reproduksi aseksual tidak memerlukan pembentukan sel telur oleh betina. Pada sepon (Porifera), Hydrozoa, Scyphozoa, Bryozoa, Thaliacea, beberapa Ascidia maupun Protozoa, reproduksi aseksual dapat dilakukan melalui pertunasan. Protozoa melakukan reproduksi aseksual dengan cara mereplikasi selnya melalui pembelahan biner. Reproduksi aseksual pada Trematoda (parasit) terjadi melalui pembelahan ameiosis pada tahap larva. Hal ini meningkatkan kemungkinan satu genotipe untuk dapat menemukan inang yang sesuai. Larva kutu (Insecta) pemakan jamur bereproduksi aseksual dengan menghasilkan larva-larva yang sama secara genetik dalam tubuh mereka sehingga meningkatkan kemungkinan suatu genotipe untuk menemukan jamur yang sesuai. Pada kelompok lain, seperti Anthozoa, Ctenophora, Turbellaria, Rhyncocoela, Polychaeta, Asteroidea, dan Ophiuroidea dapat melepaskan sebagian anggota tubuhnya dan membiarkannya agar dapat tumbuh menjadi individu baru yang lengkap secara morfologi.

Produksi telur sangat terkait erat dengan reproduksi aseksual secara ameiosis pada beberapa spesies avertebrata. Pada beberapa spesies Arthropoda dan Rotifera, reproduksi aseksual berlangsung secara **partenogenesis**, yaitu telur berkembang menjadi individu dewasa tanpa

dibuahi. Proses ini berlangsung tidak sesederhana yang dibayangkan. Pada beberapa rayap dan kutu (kelas Arachnida), betinanya tidak dapat bertelur tanpa melakukan perkawinan walaupun jantan tidak berperan dalam memberi materi genetik pada telur dan keturunannya. Proses seperti ini disebut **pseudogami** (“kawin palsu”). Hal serupa terjadi pada banyak spesies kumbang, perbedaannya betina kawin dengan jantan dari spesies lain yang bersekutu walaupun tidak ada peleburan gamet, telur tidak akan berkembang apabila tidak ada kontak dengan sperma.

Pada kelompok avertebrata lain, reproduksi aseksual dapat mengikutsertakan meiosis sehingga pasangan kromosom dan segregasi dapat berlangsung, dan kombinasi genetik baru dapat terbentuk walaupun tidak ada masukan materi genetik dari salah satu individu pasangan. Hal tersebut terjadi pada beberapa spesies Protozoa dan Nematoda. Keduanya bersifat parasit atau hidup bebas, tetapi paling sering ditemukan pada Arthropoda, khususnya Insecta dan Arachnida. Reproduksi aseksual sangat umum terjadi pada avertebrata. Malahan reproduksi tanpa pembuahan merupakan cara reproduksi utama pada kebanyakan spesies. Perlu dicatat bahwa reproduksi aseksual, dengan beberapa pengecualian, hanya memerlukan keberadaan satu individu saja.

2. Reproduksi Seksual

a. *Pola seksual*

Walau banyak hewan avertebrata bereproduksi secara aseksual, reproduksi secara seksual yang membutuhkan penyatuan gamet haploid sering terjadi. Dua individu biasanya ikut serta dalam melakukan proses ini. Pola genetik dari keturunan selalu tidak sama dengan pola genetik induknya. Kedua induk biasanya berbeda jenis kelamin sehingga sering disebut sebagai **diesis** atau **gonokhoristik**. Dengan kata lain, satu individu dapat menjadi jantan atau betina secara bersamaan (hermaprodit bersamaan) atau dalam urutan (hermaprodit berurutan).

Hermaprodit sangat umum ditemukan pada hewan avertebrata. Sebagai contoh, tiram *Crassostrea virginica* menunjukkan urutan hermaprodit di mana kerang muda tumbuh sebagai jantan dan selanjutnya berubah menjadi betina serta dapat berganti jenis kelamin pada tahun-tahun berikutnya. Kebanyakan hermaprodit berurutan hanya sekali mengubah jenis kelaminnya dan biasanya

berubah dari jantan ke betina. Keadaan tersebut dikenal sebagai **hermaprodit protandri** (prot: pertama, andros: jantan).

Berbeda dengan hewan avertebrata yang dapat berubah jenis kelaminnya seiring dengan penambahan usia, banyak hewan avertebrata lain seperti Ctenophora dan Cestoda bersifat hermaprodit bersamaan. Pembuahan sendiri meskipun dapat terjadi amat jarang pada kelompok hermaprodit ini, contohnya pada Cestoda. Keuntungan dari hermaprodit bersamaan adalah ketika dua individu dewasa bertemu akan dapat berlanjut pada perkawinan. Hal tersebut sangat menguntungkan pada hewan yang sesil (menetap), seperti teripid (Crustacea: Cirripedia). Pola reproduksi hermaprodit bersamaan jarang bahkan tidak pernah ditemukan pada hewan vertebrata. Mungkin sistem reproduksi dan tingkah laku dari hewan vertebrata yang lebih maju sudah sangat kompleks sehingga individu dengan dua jenis kelamin tidak menguntungkan.

Keuntungan dari hermaprodit berurutan kurang terlihat. Perubahan kelamin berdasarkan umur dapat menghalangi pembuahan sendiri pada spesies hermaproditik. Secara genetik, akan lebih efisien untuk menjadi jenis kelamin tertentu ketika muda dan berubah pada saat dewasa. Satu sel protozoon membutuhkan materi pembentuk yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan satu ovum sehingga lebih mudah untuk membentuknya.

b. *Keanekaragaman gamet*

Gamet pada hewan avertebrata menunjukkan keanekaragaman struktur. Sebagian hewan avertebrata memproduksi telur yang tidak dapat dibuahi atau tidak dapat berkembang lebih lanjut. Telur-telur ini disebut **telur perawat** (*nurse eggs*) yang nantinya akan berperan sebagai sumber makanan bagi embrio. Telur perawat sangat sering ditemukan pada Gastropoda. Sperma juga menunjukkan keanekaragaman yang tinggi. Banyak hewan avertebrata hanya menghasilkan sebagian kecil sperma yang normal yaitu memiliki kromosom haploid dan dapat membuahi telur. Sperma tersebut disebut **sperma eupyrene**. Sperma lain tidak dapat langsung berperan dalam perkembangan karena memiliki kelebihan atau kekurangan kromosom, bahkan pada kasus yang ekstrem sperma tersebut tidak memiliki kromosom sama sekali. Sperma seperti ini disebut **sperma apyrene**. Sperma apyrene sering ditemukan pada Gastropoda dan Insecta. Fungsi dari sperma apyrene dan sperma atypical lainnya belum diketahui sampai sekarang.

c. *Penyatuan gamet*

Semua perkembangbiakan seksual dimulai dengan pembuahan sel telur yang haploid oleh sel sperma. Masalahnya adalah bagaimana menyatukan sel sperma dengan sel telur tersebut. Hewan avertebrata dapat memperlihatkan bagaimana penyatuan kedua sel kelamin tersebut dapat terjadi. Di darat atau perairan tawar, pembuahan sel telur dapat terjadi secara internal, dengan pengecualian tertentu. Pembuahan internal dapat dilakukan dengan beberapa cara. Jantan pada beberapa spesies hewan avertebrata dilengkapi dengan penis, di mana sel sperma dapat dipindahkan langsung ke dalam bukaan organ genital betina. Pada kasus pembuahan hipodermik, misalnya pada Turbellaria, Hirudinaria, Gastropoda dan Rotifera, sel sperma dipaksakan masuk melewati dinding tubuh betina. Pada dua kasus tersebut transfer sel sperma dinyatakan secara langsung.

Kadangkala jantan dari spesies tertentu tidak mempunyai organ kopulasi, tetapi pembuahan internal masih dapat terjadi secara tidak langsung. Pemindahan sel sperma secara tidak langsung dapat ditemukan pada beberapa hewan avertebrata. Biasanya sperma dikemas dalam kemasan dengan kompleksitas yang beraneka ragam. Kemasan berisi sperma ini disebut **spermatofor** yang dieksresikan oleh kelenjar khusus yang hanya ditemukan pada hewan jantan. Pada avertebrata darat, spermatofor biasanya digunakan oleh siput Pulmonata (Gastropoda), Onychophora, dan Arthropoda darat, termasuk Insecta, Arachnida, milliped, dan centiped. Spermatofor tersebut ditransfer ke betina dengan berbagai cara. Pada pseudoscorpio (Arthropoda: Arachnida), misalnya jantan dapat meletakkan spermatofor pada substrat yang cocok tanpa kehadiran betina. Spermatofor tersebut dapat ditemukan oleh betina secara kimiawi (kemotaksis) atau pada beberapa spesies dengan mengikuti jejak, seperti sutra yang ditinggalkan oleh jantan. Setelah betina menemukan spermatofor, kemudian memasukkannya ke dalam bukaan genitalnya sambil mengeluarkan sperma dari dalam spermatofor. Mekanisme ini sangat cocok bagi spesies yang memiliki tingkah laku berkelahi atau bersifat kanibal bila bertemu satu sama lain.

Pada spesies lain dari Arachnida, fungsi spermatofor sangat jelas. Jantan secara paksa akan menundukkan betina, membuka bukaan genitalnya dan menempatkan spermatofor di tanah. Kemudian, jantan mengambilnya dengan menggunakan kelisera, memasukkan spermatofor ke dalam bukaan genital betina dan menutupnya, kemudian pergi. Jelas bahwa spermatofor adalah

pengganti fungsional untuk organ kopulasi dalam pemindahan sel sperma ke betina.

Spermatofor juga banyak digunakan oleh hewan avertebrata yang hidup di perairan tawar atau laut, misalnya Rotifera, Polychaeta, Oligochaeta, Hirudinaria, Gastropoda, Cephalopoda, Crustacea, Phoronida, Pogonophora, dan Chaetognatha. Pada sebagian spesies, spermatofor dilepaskan secara bebas dan sampai ke betina secara kebetulan. Spesies yang menggunakan metode transfer ini biasanya hidup berdekatan (komunal) sehingga sperma yang terbang tidak sebesar yang diperkirakan. Spermatofor yang mengapung digunakan oleh beberapa spesies Gastropoda, Polychaeta, Phoronid, dan Pogonophora. Namun demikian, lebih sering jantan langsung mengantarkan spermatofor ke betina.

Pada Cephalopoda, kerumitan spermatofor dan cara transfernya dari jantan ke betina menyaingi avertebrata darat. Spermatofor berbentuk ,seperti tabung besar berisi sperma yang memiliki sistem pengeluaran yang kompleks baik secara osmotik atau mekanik. Spermatofor dalam jumlah besar disimpan dalam kantong yang disebut **kantung Needham** (*Needham's sac*) yang terbuka ke dalam rongga mantel. Spermatofor pada spesies tertentu bisa mencapai panjang 1m dan berisi 1010 sel sperma. Biasanya, jantan akan mengambil satu atau lebih spermatofor dari kantung Needham dan memasukkannya dalam bukaan mantel betina yang letaknya bersebelahan dengan bukaan genital. Organ untuk memasukkan spermatofor tersebut biasanya berupa lengan yang telah terspesialisasi dan disebut **hectocotylus**. Pada beberapa spesies Cephalopoda, hectocotylus dapat lepas setelah dimasukkan ke dalam bukaan mantel betina. Hectocotylus yang terlepas ini dulu dikira cacing parasit yang hidup pada Cephalopoda betina.

Pada hewan laut yang lain, pembuahan internal juga dapat terjadi tanpa adanya kopulasi secara fisik atau pengemasan sperma. Hal ini dikarenakan garam dalam air laut mempunyai konsentrasi yang hampir sama dengan konsentrasi garam-garam di dalam sel dan jaringan sehingga sel sperma dapat dilepaskan secara bebas dan berpindah ke genital betina melalui arus air. Banyak hewan laut, seperti Bryozoa, Echinodermata, Bivalvia, sepon, dan Cnidaria menggunakan mekanisme seperti ini.

Di antara hewan-hewan avertebrata laut, penyatuan gamet dapat pula terjadi tanpa adanya mekanisme struktural dan tingkah laku yang rumit yang biasanya menyertai pembuahan internal. Di luar tubuh, pembuahan dapat terjadi dengan koordinasi yang tepat antara pelepasan sel sperma dan sel telur

di sekitar perairan. Pembuahan eksternal seperti ini sangat sering dijumpai dalam lingkungan laut.

d. Bentuk larva

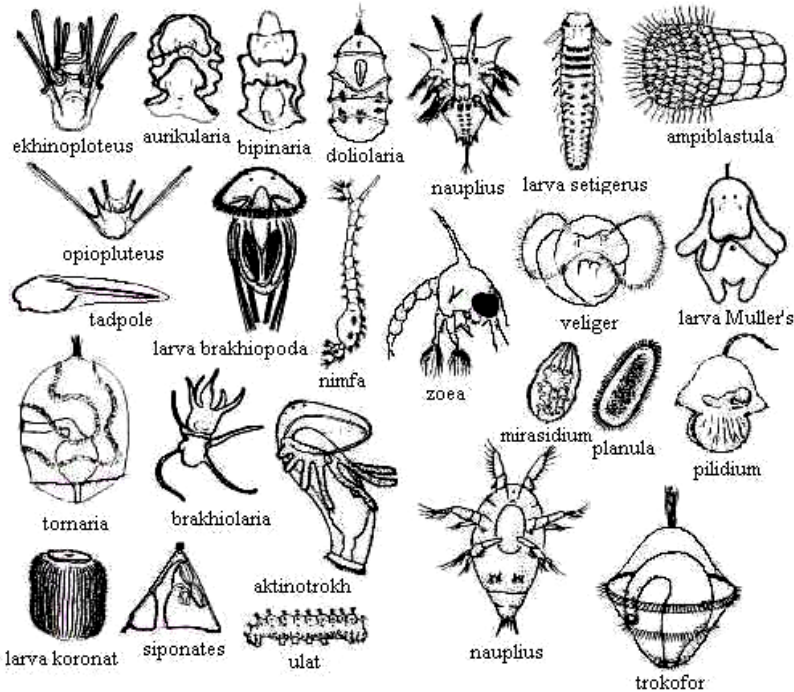
Hasil dari pembuahan umumnya berkembang menjadi larva yang hidup mandiri dan dapat berenang bebas sebagai plankton. Larva, kemudian tumbuh dan berdiferensiasi secara keseluruhan dalam air menjadi hewan dewasa.

Larva biasanya ke luar dari betina setelah melalui masa pengeraman atau menetas dari telur. Larva avertebrata, terutama yang hidup di air umumnya memiliki silia di permukaan tubuhnya. **Silia** digunakan sebagai alat gerak atau sebagai pengumpul makanan. Silia tidak cocok untuk larva Arthropoda yang memiliki eksoskeleton dari bahan tanduk. Pada larva seperti ini, pergerakan dan pengumpulan makanan dilakukan oleh anggota tubuh khusus yang lain. Silia juga tidak ditemukan dalam perkembangan nematoda. Dari seluruh hewan avertebrata perairan laut, hanya larva dari kelompok Urochordata dan Chaetognatha yang tidak memiliki silia.

Perubahan yang kompleks antartahapan dalam suatu siklus kehidupan biasanya terjadi dalam bentuk perubahan yang drastis baik secara morfologi, fisiologi, dan ekologi yang biasa disebut **metamorfosis**. Semakin jauh perbedaan antara tahap larva dan dewasa, semakin besar derajat adaptasi yang dimiliki organisme tersebut dan semakin dramatis pula tahapan metamorfosisnya. Awalnya, siklus hidup yang kompleks dipercaya sebagai salah satu syarat kelangsungan hidup avertebrata laut, tidak terhadap yang hidup di daratan. Pernyataan seperti ini tidak seluruhnya benar, hal ini ditunjukkan oleh kehadiran serangga. Persentase spesies serangga yang menunjukkan pola hidup holometabola atau menjalani metamorfosis dalam siklus hidupnya, telah meningkat jumlah spesiesnya dari 10% (325 juta tahun yang lalu) menjadi 63% (200 juta tahun yang lalu), dan saat ini telah menjadi 90% dari seluruh spesies hewan yang ada. Keuntungan adaptif dari siklus hidup yang kompleks seperti ini pastilah sangat besar.

Larva sebagian besar hewan avertebrata bersifat **lesitotrofik** (lechito: kuning telur; troph: makan), jadi mereka hidup dari cadangan makanan dalam kuning telur. Perkembangan tersebut sering ditemukan pada avertebrata khususnya avertebrata laut yang hidup di daerah dingin atau perairan dalam. Keadaan seperti itu sangat jarang ditemukan pada daerah subtropis dan tropis serta perairan dangkal. Di habitat perairan dangkal, larva biasanya telah

memiliki saluran pencernaan sehingga dapat memakan berbagai spesies plankton. Larva pemakan plankton seperti ini dinamakan **planktotrofik**.



Sumber: Pechenick, 1996

Gambar 1.2.
Ragam Bentuk-bentuk Larva pada Hewan Avertebrata

e. Penyebaran sebagai komponen siklus hidup

Sebagian besar hewan perairan tawar, laut, maupun darat memiliki tahapan penyebaran dalam masa hidupnya. Hewan avertebrata di perairan laut yang hidup sesil, biasanya penyebarannya dilakukan pada tahapan larva yang bersifat planktonik. Seberapa jauh penyebaran hewan tersebut dari tempat asalnya sangat tergantung dari berbagai faktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi penyebaran hewan sesil di laut, antara lain adalah berapa lama hewan tersebut dapat mempertahankan tahapan larva, kecepatan dan arah arus air tempat larva tersebut hidup, dan predator.

Avertebrata perairan tawar harus dapat beradaptasi dengan kondisi yang sering berubah. Beberapa kelompok, seperti sepon, Tardigrada, Bryozoa, Crustacea, dan Rotifera sering kali menghindari penyebaran dari tempat dengan kondisi yang buruk. Umumnya mereka membentuk tahapan yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk dalam siklus hidupnya. Tahapan tersebut dapat berupa **gemma** pada **sepon**, **telur dorman** pada **Crustacea** atau **Rotifera**, dan **statoblast** pada **Bryozoa**. Rotifera, Tardigrada, dan banyak Protozoa juga dapat masuk ke dalam tahapan kriptobiotik selama masa dehidrasi. Ketika kondisi lingkungan membaik, tahapan “tidur” berakhir dan mereka aktif kembali.

Untuk avertebrata yang hidup teresterial, bentuk dewasa yang menetap sangat jarang ditemukan karena keringnya udara dan tekanan yang rendah. Tak heran penyebaran dilakukan oleh hewan dewasa, sedangkan tahap larvanya menetap. Pengecualian pada Arachnida atau laba-laba pembuat sarang. Pada banyak spesies, setelah laba-laba muda ke luar dari kepompong mereka akan memanjat ke ranting terdekat dan membiarkan diri mereka terbawa oleh angin. Penyebaran seperti ini disebut *ballooning*. Arus angin akan menyebarkan laba-laba muda tersebut beratus-ratus kilometer jauhnya dari sarangnya.

Pemilihan habitat yang dilakukan oleh individu yang menyebar untuk tahap menetapnya sangat berpengaruh dalam kemungkinan individu tersebut untuk bertahan dan mencapai usia reproduksi. Di antara hewan avertebrata laut dengan larva yang berenang bebas, tekanan seleksi melawan metamorfosis acak menuju dewasa sangatlah substansial. Larva yang menyebar pada sebagian spesies sangat selektif dalam memilih tempat. Apabila mereka tidak menemukan lingkungan yang cocok, mereka dapat menunda metamorfosis untuk jangka waktu yang lama (sampai berbulan-bulan untuk beberapa spesies Mollusca, Echinodermata, dan Arthropoda). Lingkungan yang diasosiasikan dengan metamorfosis biasanya berhubungan dengan komponen lingkungan tahap dewasa, seperti sumber makanan dan mangsa atau juga jumlah individu dewasa dari spesies yang sama.

Tahap larva menetap pada serangga teresterial berperan sebagai mesin makan, sedangkan dewasa merupakan agen penyebaran. Tidak heran larva dari berbagai spesies telah beradaptasi untuk hidup dalam inang dan dewasanya juga diduga (mungkin) berevolusi untuk menempatkan telur-telur mereka dalam habitat di mana larva akan tumbuh dan bertahan dengan baik.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan apa arti klasifikasi hewan dan apa bedanya dengan taksonomi?
- 2) Jelaskan hal apa saja yang dapat digunakan sebagai kriteria penggolongan hewan?
- 3) Dalam penggolongan hewan, selain karakter taksonomi adakah karakter lain yang dapat dipergunakan, kalau ada manakah yang lebih baik?
- 4) Bagaimana tata cara penamaan ilmiah untuk suatu spesies hewan?
- 5) Apa arti dari istilah-istilah berikut ini?
 - a. Filogenik.
 - b. Konvergensi.
 - c. Monofiletik.
 - d. Spesies.
- 6) Tuliskan urutan tingkatan takson dari yang tertinggi ke terendah!
- 7) Sebutkan perbedaan-perbedaan yang mencolok di antara hewan avertebrata dalam hal pola reproduksi dan perkembangannya!
- 8) Jelaskan arti dari istilah berikut ini.
 - a. Hermaprodit protandri.
 - b. Diesis.
 - c. Eupyrene.
 - d. Apyrene.
- 9) Jelaskan apa yang dimaksud dengan proses metamorfosis pada perkembangan hewan avertebrata?
- 10) Faktor apa saja yang mempengaruhi penyebaran larva dari hewan avertebrata air?

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Klasifikasi adalah penggolongan hewan ke dalam kelompok tertentu berdasarkan kekerabatannya, yaitu yang berhubungan dengan kontinuitas, kemiripan atau keduanya, sedangkan taksonomi merupakan studi teoretis tentang penggolongan organisme, termasuk dasar-dasar, prinsip-prinsip, prosedur, dan aturan-aturannya. Dari kedua batasan tersebut terlihat bahwa klasifikasi adalah praktik mengenai

penggolongan organisme dan taksonomi adalah teori mengenai hal yang sama.

- 2) Kriteria penggolongan hewan dapat didasarkan pada jumlah sel, jumlah lapisan lembaga, kesempurnaan saluran pencernaan, rongga tubuh, segmentasi, rangka, anggota badan, dan simetri.
- 3) Selain kriteria taksonomi, penggolongan hewan dapat didasarkan pada hal lain yang bukan hubungan evolusi, misalnya habitat, cara hidup, cara makan, dan sebagainya. Penggolongan hewan yang didasarkan pada hal terakhir itu menghasilkan penggolongan organisme yang tidak mencerminkan keeratan hubungan kekerabatan antar masing-masing anggotanya.
- 4) Tata cara penamaan ilmiah untuk suatu spesies adalah binomial (dua bagian), yaitu nama generik dan nama spesifik. Nama generik dan spesifik (nama spesies) tersebut biasanya ditulis miring atau digarisbawahi dalam tulisan, misalnya *Melanoides granifera*.
- 5)
 - a. Filogenik, artinya sejarah evolusi dari kelompok-kelompok hewan yang berbeda.
 - b. Konvergensi, hewan yang berkerabat jauh dapat menyerupai satu sama lain secara dekat. Contoh mata gurita (Mollusca: Cephalopoda) sangat mirip dengan mata manusia, tetapi organ visual ini dipercaya bersifat analog dan homolog, serta tidak menunjukkan hubungan kedekatan evolusi antara hewan vertebrata dan moluska.
 - c. Monofiletik adalah pengelompokan di mana semua anggota dari suatu kelompok taksonomi haruslah berasal dari satu nenek moyang.
 - d. Spesies adalah unit yang paling dasar dalam biologi, yang didefinisikan sebagai satu kelompok individu yang sangat serupa dan mampu mengadakan perkawinan di antara individu-individu tersebut (*inbreeding*).
- 6) Urutan tingkatan takson dari tinggi ke rendah adalah Kingdom, Filum, Kelas, Ordo, Famili, Genus, dan Spesies.
- 7) Di antara hewan avertebrata ada perbedaan pola reproduksi dan perkembangan yang mencolok yaitu, dalam hal ekspresi jenis kelamin, tapak pembuahan (apabila ada), pola pembelahan sel, tahapan di mana nasib sel ditentukan, jumlah lapisan jaringan yang terbentuk, mekanisme pembentukan mesoderm (bila ada), sejauh mana perkembangan rongga

tubuh, mekanisme perkembangan rongga tubuh, asal mulut dan anus (apabila ada).

- 8) a. Diesis yaitu keadaan di mana kedua induk berbeda jenis kelaminnya.
 - b. Hermaprodit protandri, yaitu hermaprodit berurutan yang hanya satu kali mengubah jenis kelaminnya dari jantan ke betina.
 - c. Eupyrene, yaitu sperma normal dengan kromosom haploid dan dapat membuahi sel telur.
 - d. Apyrene, yaitu sperma yang tidak memiliki kromosom.
- 9) Metamorfosis, yaitu Perubahan yang kompleks antartahapan dalam suatu siklus kehidupan biasanya terjadi dalam bentuk perubahan yang drastis baik secara morfologi, fisiologi, dan ekologi.
- 10) Penyebaran larva tergantung dari berapa lama hewan tersebut dapat bertahan sebagai larva dan kecepatan serta arah arus air tempat larva tersebut hidup.



RANGKUMAN

1. Taksonomi adalah studi teoretis tentang pengklasifikasian atau penggolongan suatu organisme, termasuk dasar-dasar, prinsip-prinsip, prosedur, dan aturan-aturannya. Urutan tingkatan takson adalah, Kingdom, Filum, Kelas, Ordo, Familia, Genus, dan Spesies.
2. Klasifikasi hewan didefinisikan sebagai penggolongan hewan ke dalam kelompok tertentu berdasarkan kekerabatannya, yaitu yang berhubungan dengan kontinuitas (kontak), kemiripan atau keduanya. Klasifikasi dapat berdasarkan hubungan evolusi, habitat, dan cara hidupnya.
3. Sistematika didefinisikan sebagai studi ilmiah tentang jenis-jenis dan keanekaragaman organisme dan semua kekerabatan di antara organisme tersebut.
4. Keberhasilan reproduksi ditentukan oleh adaptasi tingkah laku, morfologi atau fisiologi, baik secara langsung atau tidak langsung.
5. Reproduksi pada avertebrata dapat secara seksual atau aseksual. Reproduksi seksual selalu mengikutkan penyatuan materi genetik dari dua genom. Sedangkan reproduksi aseksual adalah reproduksi tanpa terjadinya pembuahan.
6. Pembuahan pada hewan Avertebrata dapat terjadi secara internal (di dalam tubuh) atau eksternal (di luar tubuh).

7. Larva sebagian besar hewan avertebrata bersifat lesitotrofik dan sebagian planktotrofik.
8. Penyebaran larva dari hewan avertebrata yang hidup di perairan tergantung dari berapa lama hewan tersebut dapat mempertahankan tahapan larva dan kecepatan serta arah arus air tempat larva tersebut hidup.

**TES FORMATIF 1** _____

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Hewan yang hidup di daerah pasang surut dikelompokkan sebagai hewan....
 - A. intertidal
 - B. subtidal
 - C. supratidal
 - D. abisal
- 2) Berdasarkan cara makannya, hewan pemakan sedimen disebut
 - A. herbivora
 - B. deposit feeder
 - C. suspension feeder
 - D. animal feeder
- 3) Simbiosis di mana kedua pihak diuntungkan disebut
 - A. parasitisme
 - B. komensalisme
 - C. mutualisme
 - D. simbiosis
- 4) Para ilmuwan memperkirakan asal-usul kelompok hewan berdasarkan....
 - A. studi pola perkembangan
 - B. morfologi
 - C. karakteristik biokimiawi
 - D. jawaban A, B, dan C benar
- 5) Keberhasilan reproduksi hewan tergantung pada
 - A. adaptasi morfologi
 - B. adaptasi tingkah laku
 - C. adaptasi fisiologi
 - D. jawaban A, B, dan C benar

- 6) Cara reproduksi aseksual pada avertebrata dilaksanakan dengan cara-cara tersebut pada jawaban berikut ini, *kecuali*
- A. penyatuan gamet haploid
 - B. pembelahan biner
 - C. pertunasan
 - D. parthenogenesis
- 7) Pada pembuahan hipodermik sperma
- A. masuk dengan sendirinya
 - B. dipaksa masuk melewati dinding tubuh betina
 - C. dikemas dalam kemasan kompleks
 - D. jawaban A, B atau C benar
- 8) Spermatofor mengapung digunakan pada hewan dari kelompok
- A. Gastropoda
 - B. Polychaeta
 - C. Pogonophora
 - D. jawaban A, B, dan C benar
- 9) Organ untuk memasukkan spermatofora ke dalam bukaan mantel betina pada Chepalopoda adalah
- A. kantung Needham
 - B. kantung sperma
 - C. hectocotylus
 - D. kelisera
- 10) Larva yang memakan kelompok plankton disebut
- A. lesitrotrofik
 - B. planktotrofik
 - C. omnitrofik
 - D. multitrofik

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Protozoa, Porifera, dan Placozoa

A. PROTOZOA

Dalam hierarki klasifikasi, Protozoa adalah sebuah kingdom yang terdiri atas beberapa filum. Pengelompokan ke dalam filum terutama didasarkan kepada karakter alat-alat gerak yang dipunyai oleh spesies anggotanya.

1. Ciri Umum

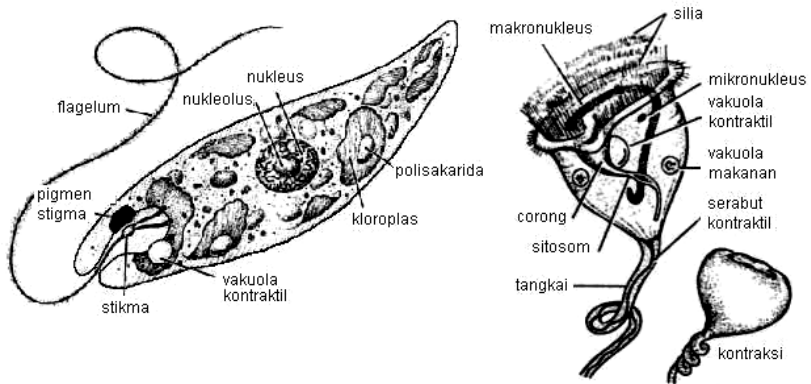
Protozoa (Yunani protos: pertama dan zoon: hewan) adalah anggota Protista yang memiliki ciri seperti hewan (Kingdom Animalia) dan tubuhnya hanya memiliki sel tunggal. Protozoa termasuk juga ke dalam eukariot karena memiliki inti dan selubung inti serta organel-organel sel lainnya.

Protozoa dapat ditemui di mana saja asalkan terdapat cairan, baik hidup secara bebas atau parasit. Protozoa yang hidup bebas dapat ditemukan di habitat laut, perairan tawar dan pada tanah lembab. Beberapa spesies protozoa bahkan ada yang bersifat parasit pada organisme lain. Semua protozoa berukuran kecil, biasanya panjangnya berkisar antara 5-250 μm . Sampai saat ini sudah 50000 spesies yang telah berhasil dideskripsikan.

Protozoa tidak tersusun dari beberapa sel tunggal karena pada dasarnya setiap protozoa adalah sel tunggal yang unik dan mampu menjalani proses-proses hidup yang kompleks. Sel tunggal ini berfungsi, seperti sebuah organisme dengan kemampuan dasar, seperti makan, digesti, bergerak, berperilaku, dan bereproduksi, seperti layaknya hewan multiseluler. Kompleksitas terjadi pada pengkhususan organel-organel sel, berbeda dengan hewan multiseluler di mana pengkhususan terjadi pada sel dan jaringan. Sebagai tambahan, kebanyakan protozoa tidak memiliki struktur transportasi, respirasi, dan ekskresi yang khusus.

Protozoa memiliki rasio luas permukaan tubuh dengan volume tubuh yang besar sehingga memudahkan penyerapan nutrisi dari lingkungan di sekitarnya. Cara makan protozoa amat beragam, ada yang holozoik, holofitik, parasitik, saprozoik, saprofitik, dan pemakan suspensi (*suspension feeders*). Holozoik adalah cara makan dengan menelan mangsanya yang berupa bakteri, alga mikroskopik, protozoa, dan sebagainya. Contoh spesies protozoa

holozoik adalah *Amoeba proteus* dan *Didinium nasutum* dengan *Paramecium* sebagai mangsa utamanya. Protozoa yang mampu memuat makanannya sendiri melalui proses fotosintesis memiliki cara makan holofitik, misalnya *Euglena viridis* dan *Chlamydomonas*. **Parasitik** adalah cara makan dengan mengambil materi organik dari hewan inang, misalnya *Plasmodium*. Sedangkan cara makan protozoa dengan memanfaatkan materi organik yang sudah mati disebut **saprozoik**. Cara makan saprofitik dan pemakan suspensi hampir sama, umumnya mereka memanfaatkan materi organik terlarut yang berupa suspensi, contohnya *Vorticella* sp.



Sumber: Pechenick, 1996

Gambar 1.3.
Euglena sp. dan *Vorticella* sp.

Protozoa memiliki ukuran sel, morfologi, nutrisi, alat gerak, dan reproduksi yang sangat beragam. Para ilmuwan berpendapat bahwa protozoa diduga (mungkin) tidak berasal dari satu nenek moyang tunggal melainkan dari beberapa nenek moyang yang berbeda. Untuk menduga hal itu sebenarnya dapat dilihat dari dugaan hubungan kekerabatan di antara spesies protozoa atau dari catatan fosil. Namun demikian, fosil protozoa sangat jarang ditemukan, sedangkan yang telah ditemukan tidak banyak membantu dalam penelusuran hubungan kekerabatan walau mempunyai banyak kesamaan. Kesamaan struktur antarspesies tentunya tidak harus diikuti dengan kedekatan hubungan evolusi karena kesamaan struktur dapat timbul pada kelompok organisme yang berbeda sebagai respons tekanan seleksi

yang mirip. Fenomena ini dinamakan **evolusi konvergen** dan faktor-faktor tersebutlah yang menyebabkan pengelompokan protozoa menjadi sangat sulit dan penuh kontroversi.

Sebagai organisme sel tunggal, protozoa tidak memiliki gonad walaupun reproduksi seksual diketahui dapat terjadi pada beberapa spesies. Bila reproduksi seksual terjadi maka seluruh sel akan membelah membentuk gamet atau sel itu sendiri yang bertindak sebagai gamet. Umumnya protozoa bereproduksi secara aseksual. Reproduksi aseksual ditemukan pada semua kelompok protozoa dan merupakan satu-satunya bentuk reproduksi pada kebanyakan jenis protista. Secara definitif, reproduksi aseksual tidak menghasilkan genotipe baru. Protozoa dapat bereproduksi secara aseksual melalui pembelahan (*fission*), replikasi kromosom secara mitosis yang terkontrol, dan pembelahan sel menjadi dua bagian atau lebih. Pembelahan seperti ini banyak dieksploitasi oleh para pakar biologi sebagai model mitosis. Pembelahan biner (*binary fission*) terjadi bila protozoa membelah menjadi dua bagian. Pada pembelahan jamak (*multiple fission*) terjadi banyak pembelahan yang diikuti dengan diferensiasi sitoplasma secara cepat menjadi banyak individu baru. Pada pertunasan (*budding*), sebagian dari sel induk memisahkan diri dan berdiferensiasi menjadi individu baru yang sempurna. Pada spesies yang multinukleus (lebih dari satu inti), induk akan membelah menjadi dua tanpa ada pembelahan mitosis, inti-inti yang dimiliki induk didistribusikan pada sel anak. Proses pembelahan seperti ini disebut **plasmotomi**.

2. Klasifikasi

Protozoa dipisahkan dari hewan multiseluler yang terdiri dari kelompok-kelompok sel yang masing-masing kelompok melaksanakan fungsi dasar yang khusus, seperti digesti, respirasi, ekskresi, reproduksi, dan sebagainya. Pada protozoa, semua fungsi-fungsi dasar makhluk hidup tersebut dilaksanakan oleh tubuhnya yang terdiri dari sebuah sel.

Anggota protozoa sangat berbeda satu sama lain dalam hal ukuran, bentuk tubuh, cara memperoleh makanannya, dan biologi reproduksinya sehingga banyak pakar beranggapan bahwa mereka berasal dari leluhur yang berbeda. Jadi, secara evolusi protozoa cenderung polifiletik (*polyphyletic*) daripada monofiletik (*monophyletic*). Hal ini dapat ditunjukkan, antara lain oleh variasi alat-alat gerak yang dimiliki oleh spesies anggota-anggotanya.

Perbedaan morfologi alat gerak menyebabkan beberapa spesies dipisahkan dalam kelompok-kelompok tertentu. Spesies yang beralat gerak silia akan disatukan dalam Filum Ciliophora, yang beralat gerak flagella ke Subfilum Mastigophora (Filum Sarcomastigophora), yang menggunakan kaki semu (pseudopodia) sebagai alat gerak ke Subfilum Sarcodina (filum Sarcomastigophora), dan yang tidak memiliki alat gerak ke filum Ampicomplexa (Sporozoa). Selain keempat kelompok protozoa tersebut masih ada beberapa filum lagi yang berciri khusus dan umumnya beranggotakan sedikit spesies. Filum Sarcomastigophora dianggap sebagai protozoa primitif karena beberapa anggotanya masih memiliki butir-butir kloroplas pada sitoplasma selnya. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat hubungan kekerabatan antara protozoa dengan kelompok tumbuhan.

3. Peranan Protozoa dalam Ekosistem

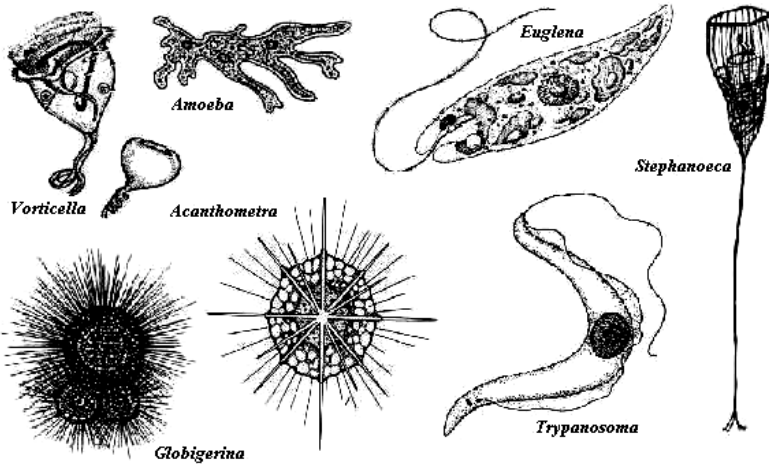
Dalam suatu rantai makanan, protozoa memainkan peran yang penting sebagai produsen primer dan perombak (dekomposer). Protozoa juga berperan sebagai sumber makanan bagi banyak larva hewan avertebrata atau hewan renik yang lain. Keadaan ini secara tidak langsung protozoa juga dapat sebagai sumber makanan hewan vertebrata. Selain itu, protozoa juga dapat menimbulkan berbagai masalah, terutama yang berkaitan dengan penyakit. Beberapa penyakit, baik pada manusia, seperti malaria, penyakit tidur, disentri, dan beberapa penyakit ganas yang menyerang ternak, sayuran serta sumber-sumber makanan manusia lainnya diketahui sebagai akibat protozoa parasit.

4. Keragaman Protozoa

a. *Filum Ciliophora*

Jika dibandingkan dengan kelompok protozoa lainnya, anggota dari filum Ciliophora umumnya hidup bebas. Ciliophora memiliki bentuk dasar tubuh yang relatif seragam (uniform). Filum Ciliophora berisi sekitar 7500 spesies, umumnya mempunyai silia atau struktur yang menyerupai silia untuk bergerak dan mengambil makanan. Setiap silia muncul dari kinetosom (*basal body*). Ciliophora memiliki bukaan mulut seperti corong yang disebut **sitostom** (*cytostome*). Sitostom dapat berada di bagian anterior, lateral atau ventral tubuhnya. Sebagian besar spesies Ciliophora mempunyai cara holozoik, beberapa spesies bersifat **raptorial** (mengejar mangsanya untuk

ditelan), dan sebagian lagi adalah pemakan suspensi. Ciliophora umumnya memangsa alga uniseluler, bakteri, protozoa, dan metazoa berukuran sangat kecil.



Sumber: Pechenick, 1996

Gambar 1.4.
Ragam Protozoa

Ciliophora memiliki inti sel dimorfik (bersifat heterokaryotik/heteromorfik), yang berarti memiliki dua tipe nukleus (makronukleus dan mikronukleus) dengan ukuran yang berbeda pada sitoplasmanya. Inti yang besar (makronukleus) berfungsi vegetatif, sedangkan inti yang kecil (mikronukleus) berfungsi generatif atau reproduktif. Reproduksi Ciliophora sangat khas karena dilakukan dengan pertukaran mikronukleus dari dua individu yang memuat materi genetik (gamet) setelah mengalami beberapa kali proses pembelahan. Proses pertukaran tersebut didahului dengan perlekatan dua individu dan diiringi dengan pertukaran gamet. Proses inilah yang disebut **konjugasi**. Reproduksi aseksual dilakukan dengan pembelahan biner (*binary fission*).

Walaupun kebanyakan anggotanya hidup bebas di air tawar, laut, dan permukaan tanah lembab, beberapa spesies Ciliophora ada yang menempelkan diri pada substrat untuk makan. Beberapa spesies bahkan hidup menempel permanen (sesil) dan membentuk koloni. Mereka yang sesil biasanya membuat kantung pelindung tubuh berupa testa dan lorika, seperti yang ditunjukkan oleh kelompok tintinida. Berdasarkan ada tidaknya zona

adoral membranella, Ciliophora dibagi menjadi kelas Holotricha dan kelas Spirotricha.

1) Kelas Holotricha

Tidak memiliki zona adoral membranella yang membentuk lingkaran silia yang panjang atau peristom melingkar yang bersilia. Contoh: *Paramecium*, *Prorodon*

2) Kelas Spirotricha

Memiliki zona membranella yang membentuk lingkaran silia yang panjang atau digantikan oleh peristom yang melingkar searah jarum jam dengan silia di permukaan dalamnya. Contoh: *Balantidium*, *Stylonichia*, *Spirochoana*.

b. *Filum Sarcomastigophora*

Filum ini berisi sekitar 18000 spesies, kebanyakan hidup bebas di lingkungan perairan tawar dan asin, tanah lembab atau hidup parasitik pada hewan avertebrata, vertebrata, maupun tumbuhan. Sarcomastigophora adalah kelompok protozoa yang monokariotik/monoforfik walaupun ada beberapa di antara anggotanya yang berinti banyak (*multinucleate*).

Banyak spesies dari filum ini memiliki sifat tumbuhan karena di dalam sitoplasmanya berisi butir-butir kloroplas untuk mendapatkan energi dari cahaya matahari, sebagian lainnya hidup dari bahan organik terlarut, dan beberapa lagi memangsa protozoa lain. Spesies yang memiliki klorofil dalam sitoplasmanya dapat menyimpan makanan dalam selnya yang berupa pati. Sebagian besar spesies Sarcomastigophora dilengkapi dengan alat gerak berupa flagel dan sebagian lagi dengan kaki semu (pseudopodia). Berdasarkan pada perbedaan mekanisme pergerakannya tersebut, filum ini terbagi menjadi subfilum Mastigophora (beralat gerak flagel) dan subfilum Sarcodina (beralat gerak pseudopodia). Subfilum Mastigophora (flagellata) terbagi lagi menjadi 2 kelas berdasarkan pada sumber nutrisinya yaitu, Phytomastigophora/Phytoflagellata dan Zoomastigophora/Zooflagellata.

1) Subfilum Mastigophora (Flagellata)

Subfilum Mastigophora meliputi spesies-spesies protozoa yang dilengkapi dengan flagella yang berjumlah satu atau lebih. Beberapa di antara anggotanya ada yang mempunyai cangkang. Mastigophora merupakan kumpulan protozoa yang tergolong primitif. Anggota filum ini dapat bersifat hewan atau tumbuhan karena ada yang memiliki kloroplas. Beberapa ahli zoologi menganggap bahwa Mastigophora

merupakan asal dari hewan multiseluler. Kebanyakan hidup bebas, walau ada beberapa yang parasit.

a) Kelas Phytomastigophora

Spesies kelas Phytomastigophora bersifat tumbuhan (autotrophic/ photolitrophic/photoorganotrophic) karena memiliki kloroplas dan mampu menyimpan bahan makanan dalam sel yang berupa karbohidrat dan minyak. Hewan ini tidak memiliki mulut dan tidak pernah membentuk vakuola makanan. Sel dilengkapi dengan dua flagel, hidup soliter atau berkoloni (*Volvox*). Sebuah contoh ordo dari kelas ini adalah Dinoflagellida (*Dinoflagellata*) yang biasanya dapat berpendar (bioluminescence: menghasilkan cahaya secara biokimiawi). Beberapa spesies anggota Dinoflagellata menghasilkan racun dan pada waktu berlimpah menimbulkan fenomena laut yang disebut **red tide**. Racun *Dinoflagellata* bersifat neurotoksin dan akumulasi racun ini di dalam jaringan ikan atau udang yang memakannya akan mengakibatkan kematian. Racun *Dinoflagellata* bentik yang disebut sebagai *ciguatera poisoning* bahkan dapat mematikan manusia bila ia memakan ikan yang tubuhnya telah terakumulasi racun ini. *Dinoflagellata* berklorofil ada yang hidup sebagai simbiosis pada beberapa spesies avertebrata laut, biasanya mereka disebut *Zooxanthellae*, dan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi inangnya. Spesies *Dinoflagellata* lainnya yang juga berpendar adalah *Noctiluca* spp. Hewan ini tidak memiliki klorofil sehingga dalam memenuhi kebutuhan nutrisinya bertindak sebagai organisme heterotrof. Walaupun Phytomastigophora adalah organisme ototrof, beberapa spesiesnya menunjukkan sifat holozoik jika disimpan di tempat gelap dalam jangka waktu lama. Hal ini diperlihatkan oleh anggota-anggota dari ordo Euglenida (*Euglena* sp.).

b) Kelas Zoomastigophora

Merupakan flagellata yang tidak mempunyai kloroplas maupun leukoplas. Memiliki satu sampai beberapa flagella. Anggota Zoomastigophora ada yang hidup bebas baik di perairan tawar maupun laut, dan ada yang hidup parasitik atau komensal. Sebuah kelompok yang hidup bebas di perairan tawar adalah Choanoflagellida. Setiap individu memiliki sebuah flagel yang muncul di tengah lingkaran kerahnya (colar). Karena Choanoflagellida bersifat

sesil, ia menarik partikel makanannya dengan gerakan flagella agar menempel pada kerah sebelum ditelan. Kelompok lain yang juga unik adalah Rhizomastigida. Setiap individu memiliki baik flagella maupun pseudopodia. Keberadaan alat-alat gerak tersebut dapat digunakan bergantian atau bahkan secara bersamaan. Spesies-spesies dari Rhizomastigida ini dianggap sebagai mata rantai penghubung antara kelompok organisme berflagel dengan organisme berkaki semu karena menunjukkan hubungan kekerabatan yang dekat di antara kedua kelompok tersebut. Walaupun Rhizomastigida biasa ditemukan di lingkungan perairan tawar, spesies-spesies yang hidup di perairan laut dan yang hidupnya parasitik juga ada.

Sekitar 25% spesies Zoomastigophora adalah organisme parasitik atau komensal dengan inang berupa tumbuhan, hewan avertebrata dan vertebrata termasuk manusia. Mereka yang parasitik menunjukkan tingkat kompleksitas struktur dan fungsi, termasuk daur hidup, yang tidak dipunyai oleh Sarcomastigophora lainnya. Pemindahan individu muda dari inang utama (*definitive host*) ke inang utama lainnya melalui satu atau beberapa inang perantara (*intermediate host*) yang bertindak sebagai vektor. Stadium dewasa dari individu parasitnya hanya hidup pada inang utama.

Trypanosoma spp. adalah organisme parasit yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Selain itu beberapa spesies lainnya sebagai patogen pada tumbuhan berbunga, biri-biri, kambing, kuda, dan hewan-hewan ternak lainnya. Sebuah ciri khas yang dimilikinya adalah adanya sebuah mitokondria yang besar yang disebut **kinetoplast**. *Trypanosoma* yang berinang perantara lalat tse-tse adalah penyebab penyakit tidur afrika. Keganasan *Leishmania donovani* yang berinang lalat pasir, penyebab penyakit kalaazar (visceral leishmaniasis) yang banyak menimbulkan kematian penduduk (angka kematian dapat mencapai 95%) di banyak wilayah di dunia, terutama Asia Selatan. Yang menakjubkan, dan yang sampai saat ini belum dapat diungkap adalah mekanisme pertahanan parasit tersebut terhadap sistem imun dalam tubuh manusia. Parasit tersebut hidup dan dapat bertahan di dalam tubuh manusia dengan cara mengubah antigen permukaan tubuhnya (*surface coating*) untuk mengelakkan diri terhadap sistem imun manusia.

Protozoa lain yang juga dapat menginfeksi tubuh manusia adalah *Trichomonas vaginalis*, yang menjadi parasit di vagina, kelenjar prostat, dan uretra. Walaupun tidak mematikan, protozoa ini dapat menyebabkan iritasi dan pembengkakan pada bagian-bagian tubuh tersebut. Protozoa yang morfologi tubuhnya paling kompleks ditunjukkan oleh *Trichonympha* spp., organisme yang hidup komensal pada usus rayap dan lipas (kecoa). Komensalisme ini ternyata menguntungkan inangnya yang pemakan selulosa, sebab protozoa tersebut membantu dalam proses dekomposisi selulose. *Trichonympha campanula* berukuran besar (beberapa ratus mikron) dan menguasai sepertiga dari biomassa seekor rayap. Secara morfologi dan fungsional, tubuh protozoa ini terbagi nyata dan memiliki ribuan flagela.

2) Subfilum Sarcodina

Anggota Sarcodina bertubuh telanjang tanpa cangkang dan kebanyakan hidup di perairan tawar atau tanah lembab. Beberapa spesies mungkin dapat ditemukan hidup di perairan laut. Kebanyakan hidup bebas, hanya sebagian kecil saja (2%) dari spesies yang telah diketahui hidup sebagai parasit pada hewan vertebrata dan avertebrata termasuk protozoa lain. Disentri amoeba adalah penyakit pada manusia yang terkenal dan disebabkan oleh salah satu anggota dari Sarcodina. Sebagian spesies Sarcodina juga ada yang hidup sebagai parasit dalam tubuh parasit lain, mereka disebut *hyperparasite*.

Semua spesies Sarcodina bereproduksi secara aseksual, umumnya melalui pembelahan biner atau pembelahan jamak. Pada kasus tertentu, satu individu dapat menghasilkan gamet dan melakukan peleburan gamet dengan individu lainnya. Pembentukan kista sangat umum pada anggota Sarcodina, khususnya pada spesies yang hidup bebas di perairan tawar dan parasit.

Hal ini dilakukan sebagai pertahanan diri terhadap kondisi lingkungan yang tidak mendukung. Anggota subfilum Sarcodina bergerak dengan kaki semu (pseudopodia) yang berupa penjurulan sitoplasma. Selain sebagai alat gerak, kaki semu juga digunakan untuk menangkap makanan yang berupa bakteri, alga mikroskopis, protozoa lain, larva copepoda atau nematoda. Cara makan hewan ini heterotrofik. Pada beberapa spesies dapat kehilangan flagella dan bergerak secara amuboid. Sel Sarcodina dapat dilengkapi cangkang (skeleton) kapur dengan

struktur yang menarik dan kompleks. Sarcodina merupakan satu-satunya Protozoa yang mempunyai catatan fosil paling banyak. Subfilum Sarcodina dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu Amoebida, Foraminifera, Heliozoa, dan Radiolaria. Pengelompokan tersebut terutama didasarkan pada bentuk alat geraknya.

a) Kelas Amoebida

Sel tanpa cangkang dengan ukuran yang bervariasi. Kebanyakan hidup di air tawar, beberapa spesies ada yang hidup di laut, bahkan ada yang hidup sebagai parasit. Spesies bercangkang sebagian besar hidup di air tawar dan tanah lembab yang banyak ditumbuhi alga atau banyak mengandung bahan organik. Pseudopodia tipe lobopodia, dengan ujung bulat berbentuk tabung, terdiri dari penjurulan ektoplasma dan endoplasma. Contohnya, *Amoeba proteus*, *Entamoeba histolytica*, *Arcella*, *Diffugia*, *Euglypha*.

b) Kelas Foraminifera

Foraminifera ada hidup sesil di laut sebagai bentos (Homotrema) atau melayang sebagai plankton (Globigerina). Sel Foraminifera terbungkus dalam cangkang yang terbuat dari kapur. Cangkang dapat memiliki satu ruang (unilocular) atau banyak ruang (multilocular). Pergerakan dilakukan dengan pseudopodia yang disebut **retikulopodia**. Contohnya, *Globigerina*, *Polystomella*, *Nummulites*.

c) Kelas Heliozoa

Heliozoa hidup bebas sebagai plankton atau bentik di perairan tawar. Beberapa spesies bentik ada yang dilengkapi dengan alat pelekat. Pergerakan dilakukan dengan pseudopodia berbentuk jarum yang disebut **aksopodia**. Sel Heliozoa tanpa cangkang atau adapula yang memiliki cangkang yang dari silika. Contohnya, *Pinaciophora fluviatilis*, *Actinophrys*, *Actinosphaerium*, *Clathrulina*.

d) Kelas Radiolaria

Seluruh anggota Radiolaria hidup di laut sebagai plankton. Diameter sel dapat mencapai beberapa milimeter, yang berkoloni (Collozoum) ukurannya bahkan dapat mencapai 20 cm. Bentuk sel sferik. Sel dibungkus oleh cangkang yang mengandung silikat, pada *Achantaria* bahkan banyak mengandung **stronsium sulfat**. Pseudopodia tipe axopodia, memiliki penjurulan sitoplasma yang tersebar di seluruh permukaan sel secara radial. Bila Foraminifera

dan Radiolaria mati, cangkangnya akan mengendap sebagai sedimen. Sedimen yang komposisinya 30% lebih merupakan cangkang Foraminifera dan Radiolaria disebut “radiolarian ooze”. Contohnya, *Acanthometra*, *Thalassiocola*, *Lithocircus*, *Aulactinium*.

3) Filum Ampicomplexa (Sporozoa)

Jumlah spesies filum ini sekitar 4500 dan semuanya hidup sebagai endoparasit. Seluruh anggota dari filum ini tidak memiliki alat gerak, tubuh mungkin, seperti amoeba. Sporozoa terbagi menjadi dua kelas berdasarkan jumlah nukleus pada trophozoit, kelas Telosporidea dengan kelas Neosporida.

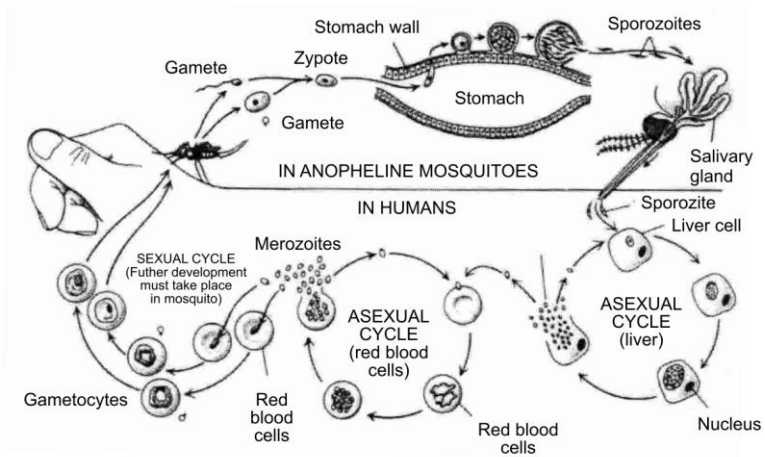
a) Kelas Telosporidea

Trophozoit memiliki hanya satu nukleus. Anggotanya dapat menghasilkan spora sederhana yang mengandung beberapa sporozoit. Kelas Teosporidea dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan inangnya, pertama kelompok Gregarina dan yang kedua adalah kelompok Coccidia.

Gregarina yang berenang serangga dan beberapa hewan avertebrata lain. Trophozoit berada di luar sel inangnya (ekstrasel). Betina menghasilkan merogamet. Anggotanya kebanyakan hidup sebagai parasit di dalam usus hewan-hewan Arthropoda atau Annelida. Contoh Telosporidea misalnya *Monocystis*, *Gregarina*.

Coccidia berenang utama vertebrata dan avertebrata sebagai inang perantara. Umumnya *Coccidia* hidup sebagai parasit pada darah atau usus. Trophozoit selamanya berada di dalam sel (intrasel). Betina menghasilkan hologamet. Salah satu genus yang terkenal adalah *Plasmodium*. Spesies-spesies dari genus ini dikenal sebagai penyebab penyakit malaria yang setiap tahunnya menelan korban sebanyak 300 juta orang terinfeksi serta sekitar satu juta orang (terutama anak-anak) meninggal dunia. Daur hidup dan cara reproduksinya sangat rumit. Nyamuk betina dari genus *Anopheles* adalah vektor yang sangat baik dalam penyebaran penyakit ini (Gambar 1.5). Anggota filum Sporozoa hidup sebagai parasit dalam inang yang dapat berupa hewan vertebrata dan avertebrata. Sel dengan apical kompleks, spora ada tetapi tidak ada filamen kutub. Siklus hidup meliputi seksual dan aseksual. Stadium infeksi disebut **Sporozoite**. Masuk ke dalam inang dan melakukan perbanyakan aseksual dengan pembelahan sehingga menghasilkan Merozoite,

schizogony, membentuk gamet (gamogony), menyatu membentuk zygote, meiosis, sporozoite.



Sumber: Ruppert & Barnes, 1994

Gambar 1.5.
Siklus Hidup Plasmodium

b) Kelas Neosporida

Anggota Neosporida memiliki trophozoit dengan banyak nukleus. Spora kompleks. Contoh spesies adalah *Nosema bombycis* yang hidup sebagai parasit pada jaringan ulat sutera. Ulat sutera yang terinfeksi *N. bombycis* akan terlihat bercak-bercak karena pigmen-pigmentnya terlihat di kutikula. Spesies dari genus yang sama yaitu *N. apis* juga merupakan parasit pada saluran pencernaan lebah madu.

B. PORIFERA

1. Ciri Umum

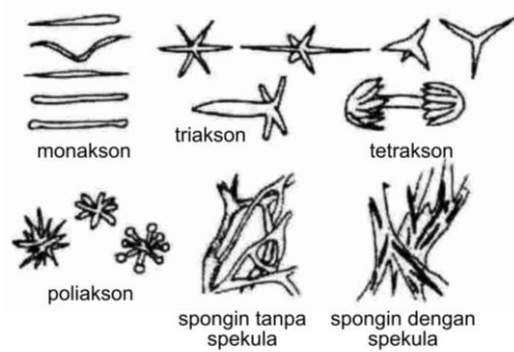
Anggota filum Porifera (Yunani: poros, pori atau saluran; Latin: feres, memiliki) dikenal sebagai sepon (sponges). Sepon kebanyakan hidup di perairan dangkal, sebagian besar atau 5000 spesies (98%) hidup di laut dan sisanya hidup di perairan tawar (150 spesies). Hewan ini hidup sesil,

menempel pada berbagai macam substrat, seperti batu-batuan, pecahan cangkang, dan karang. Beberapa spesies bahkan ada yang hidup di pasir dan dasar lumpur. Dalam hidupnya sepon sangat tergantung pada partikel-partikel tersuspensi di dalam air sebagai makanannya.

Porifera diduga sebagai hewan multiseluler yang paling primitif karena belum dijumpai adanya diferensiasi sel sehingga tubuhnya dalam beberapa hal menyerupai koloni protozoa. Tidak seperti pada hewan multiseluler pada umumnya, Porifera tidak memiliki organ khusus untuk reproduksi, digesti, respirasi, sensori ataupun ekskresi. Sudah sekitar 100 tahun para pakar menganggap Porifera adalah protozoa berkoloni. Sebenarnya Porifera merupakan Parazoa yang mempunyai organisasi di tingkat sel saja. Secara evolusi, Parazoa dianggap merupakan golongan hewan yang menyimpang jalurnya. Diduga kelompok hewan ini merupakan bentuk peralihan antara Protozoa dengan Mesozoa.

Simetri hewan ini umumnya adalah asimetri dan beberapa spesies lain menunjukkan simetri radial. Sepon dapat mencapai ukuran 0,9 m dengan warna cerah, ada yang putih, hijau, kuning, ungu, dan jingga. Sepon yang berwarna hijau biasanya disebabkan oleh adanya alga simbiotik di dalam tubuhnya yang disebut **zoochlorellae**.

Bentuk Porifera umumnya, seperti jambangan bunga atau karung dengan rongga di dalam tubuhnya yang disebut **spongosel** (*spongocoel*) dan mulut karungnya disebut **oskulum** (*osculum*). Pada Porifera yang sederhana, dinding rongga spongosel berisi sel-sel bercorong dan berflagel yang disebut **koanosit** (*choanocytes, collar cells*). Sel-sel koanosit tersebut berfungsi sebagai pemicu terjadinya aliran air dari luar ke dalam tubuhnya, menangkap partikel-partikel makanan, dan menangkap spermatozoa yang datang untuk fertilisasi. Sel-sel koanosit bertumpu pada lapisan bergelatin, aselular, dan tak hidup yang disebut **lapisan mesohil** (*mesohyl layer*). Walaupun tak hidup, lapisan ini berisi sel-sel hidup, seperti sel-sel ameboid yang disebut **arkeosit** (*archeocytes*). Sel-sel arkeosit selain berfungsi dalam pengeluaran bahan-bahan tak berguna sisa metabolisme, juga menunjang pembentukan spikula atau spongin (semacam protein kolagen). Sel-sel yang mensekresi spikula disebut **sklerosit** (*sclerocytes*) dan yang mensekresi serat-serat spongin disebut **spongosit** (*spongocytes*). Spikula amat beragam bentuknya tergantung pada spesiesnya, ada yang berbentuk jarum, bintang, bercabang tiga, dan sebagainya (Gambar 1.6)



Sumber: Kadri, 1990

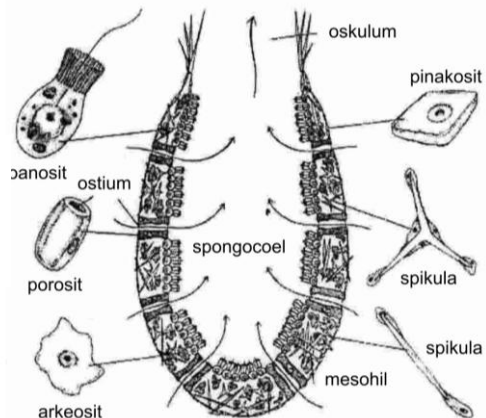
Gambar 1.6.
Ragam Bentuk Spikula Sepon

Dinding tubuh Porifera berlu-bang-lubang kecil seperti pori-pori dan disebut **ostium**. Aliran air yang digerakkan oleh flagel dari sel-sel koanosit akan menyebabkan air dari luar tubuh memasuki lubang-lubang osti-um, sampai di spongocel, dan ke luar melalui oskulum. Aliran air yang seperti ini hanya ada dan khas pada hewan Porifera. Bagian-bagian

potongan melintang sebuah sepon dapat dilihat pada Gambar 1.7.

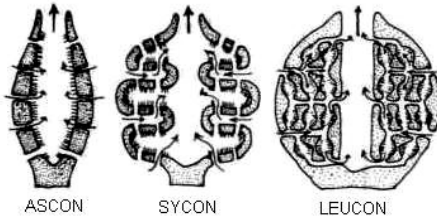
Pada saat-saat tertentu dalam satu tahun, banyak spesies sepon air tawar dan beberapa sepon air laut yang memproduksi gemul (gemules). Gemul (Gambar 1.9a) berbentuk sferik dan berukuran kurang lebih 3 mm merupakan struktur dorman yang diproduksi sebagai antisipasi terhadap kondisi lingkungan yang buruk. Jika kondisi lingkungan membaik, sel-sel hidup ke luar dari dalam gemul dan segera berubah bentuk menjadi sepon baru. Selain itu sepon juga memiliki daya regenerasi.

2. Klasifikasi



Gambar 1.7.
Bagian-bagian Sepon

Sumber: Pecchenik, 1996



Sumber: Kadri, 1990

Gambar 1.8.
Tipe Saluran Air pada Sepon

Filum Porifera sampai saat ini terbagi menjadi kelas Calcarea, Demospongiae, Sclerospongiae, dan Hexactinellida. Mereka dikelompokkan menjadi empat kelas berdasarkan bentuk sistem aliran airnya yaitu askon (asconoid), sikon (syconoid), dan leukon (leuconoid). Hampir semua spesies berbentuk leukon (Gambar 1.8). Selain ketiga

bentuk tadi, Porifera juga dapat dipisahkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan komposisi kimiawi tubuhnya dan morfologi dari elemen penunjang tubuh seperti spikula. Anggota dari kelas Calcarea berspikula kapur dan berbentuk askon, sementara kelas yang terbesar (berisi lebih dari 4000 spesies), Demospongiae berspikula spongin atau silika tapi bukan kapur; dan umumnya berbentuk leukon. Semua anggota sepon air tawar digolongkan ke dalam kelas Demospongiae. Kelas Sclerospongiae hanya berisi beberapa spesies berbentuk leukon dan materi rangkanya adalah kapur, silika, dan spongin. Beberapa pakar menganggap semua spesies Sclerospongiae sebenarnya dapat dimasukkan ke kelas Calcarea dan Demospongiae daripada memunculkan kelas Sclerospongiae.

Hexactinellida adalah kelompok sepon yang spikulanya bercabang enam dan berbahan silisium, dikenal sebagai **sepon gelas** (glass sponges). Sistem kanalnya dapat berbentuk sikon ataupun leukon. Hampir semua sepon menyukai air dangkal, tetapi sepon gelas umumnya hidup di laut dalam.

3. Peranan Porifera dalam Ekosistem

Porifera adalah salah satu komponen utama dari komunitas akuatik, terutama di perairan dangkal. Mereka hidup bersaing dengan Metazoa sesil dalam hal memperoleh makanan dan khususnya ruang hidup. Sepon ternyata juga dapat menjadi habitat bagi Cyanobacteria, sebaliknya Cyanobacteria akan mensuplai oksigen dan nutrisi untuk sepon. Beberapa spesies hewan avertebrata, terutama yang berukuran kecil ada yang hidup dalam saluran-saluran sepon. Hewan-hewan tersebut akan terlindungi dan mendapat suplai oksigen yang cukup karena air terus mengalir. Selain itu sepon juga menjadi

makanan dari beberapa hewan karang. Beberapa spesies ikan karang, kura-kura dan moluska, terutama Nudibranchia merupakan pemakan sepon laut.

Sepon mempunyai daya pertahanan yang baik terhadap bakteri. Hewan ini terbebas dari infeksi bakteri dengan cara mengeluarkan semacam zat antibacterial secretion. Sebetulnya masalah yang dihadapi oleh sepon bukan karena predasi atau infeksi, tetapi menemukan substrat yang cocok untuk perlekatan. Kompetitor utama dalam hal ini adalah karang. Beberapa sepon menghindari karang dengan cara mengeluarkan zat yang dapat menghambat pertumbuhan karang.

4. Keragaman Porifera

a. Kelas Calcarea (*Calcispongiae*)

Anggota kelas Calcarea terdiri dari spesies dengan spikula kapur (CaCO_3) karenanya kelas ini umumnya disebut **sepon kalkareus** karena berbentuk, seperti kapur. Bentuk sistem kanal bertipe **askon**, **sikon** atau **leukon**, dengan koanosit besar. Spikula terbuat dari kalsit dengan percabangan yang menjari empat (tetrakson) dan berbentuk jarum (monakson). Warna pucat, panjang kurang dari 4 cm. Semua anggota kelas Calcarea hidup di laut, di tempat dangkal. Kelas Calcarea terdiri dari 16 famili. Di sini dipaparkan hanya dua famili saja yang umum dikenal, yaitu Leucosoleniidae dan Grantiidae.

1) Famili Leucosoleniidae

Anggota famili Leucosoleniidae yang memiliki tipe kanal askon hanya satu genus. Kebanyakan hidup dan tersebar mulai dari wilayah intertidal sampai di kedalaman lebih dari 2400 m. Contoh: *Leucosolenia* spp.

2) Famili Grantiidae

Semua anggota spesies Grantiidae tersebar dari wilayah intertidal sampai pada kedalaman 2200 m. Contoh: *Grantia* spp. (*Scypha* spp.)

b. Kelas Demospongiae

Jumlah anggota kelas Demospongiae meliputi 90% lebih dari semua spesies anggota Porifera yang masih hidup saat ini (± 5000 sp.) dan terbagi ke dalam 65 famili. Termasuk didalamnya juga spesies yang hidup di perairan tawar (150 spesies).

Semua anggota Demospongiae bertipe kanal leukon dengan koanosit kecil dan hanya berada di ruang flagelum saja. Mempunyai spikula dari

silikat dengan jumlah percabangan lebih dari enam dan selalu memiliki spongin. Kelas Demospongiae dapat ditemukan di kedalaman sampai dengan 9000m. Empat famili yang umum dijumpai dipaparkan di sini, yaitu Clionidae, Spongiidae, Haliclonidae, dan Spongiliidae.

1) Famili Clionidae

Anggota-anggota Clionidae yang semuanya berhabitat laut, hidup dengan cara membuat lubang pada substrat kapur, seperti cangkang moluska dan karang. Spikula bersilika dengan tipe monakson. Distribusi anggota famili ini mulai dari perairan dangkal sampai di kedalaman 2100 m. Contohnya, *Cliona* sp.

2) Famili Spongiidae

Terdiri dari 2 genera, berhabitat laut, tersebar mulai dari wilayah tropis sampai ke kutub. Contohnya, *Spongia* sp., *Hippospongia* sp.

3) Famili Haliclonidae

Anggota famili Haliclonidae umum ditemukan di perairan dangkal walaupun ada yang dapat hidup di kedalaman sampai 2500 m. Contoh: *Haliclona* sp.

4) Famili Spongiliidae

Anggota famili Spongiliidae berjumlah sekitar 150 spesies, hampir semuanya hidup di perairan tawar. Spikula bersilika dengan tipe **monakson**. Ada yang berukuran diameter 1 m. Beberapa spesies dijumpai di perairan payau. Contohnya, *Spongilla* sp.

c. Kelas Sclerospongiae (Hyalospongiae)

Kelas Sclerospongiae terbagi menjadi 5 famili. Anggota famili ini bertipe **kanal leukon**, **berlapiskan kapur**, **spikula silika**, dan **serat-serat spongin**. Contohnya, *Stromatospongia* sp.

d. Kelas Hexactinellida (Hyalospongiae)

Anggota kelas Hexactinellida biasa dikenal sebagai **sepon gelas** (*glass sponge*) karena spikulanya terbuat dari silika. Spikula bercabang empat (tetrakson) atau enam (heksatin) dan melekat bersama pada rangka silindris dan konikal. Tinggi berkisar antara 10-30 cm. Anggota famili ini umumnya hidup di laut dalam, mulai dari kedalaman 200-300 m bahkan ada yang sampai 6000 m dan tidak pernah ditemukan pada perairan dangkal. Tubuh Hexactinellida hampir-hampir tidak memiliki mesohyl dan pinakoderm, keduanya digantikan oleh syncytia (sel-sel yang menyatu). Ruang berflagel

yang berbentuk oval juga dibatasi oleh syncytia sehingga kelas ini juga dimasukkan ke dalam filum Simplasma. Saluran kanal bertipe sycon dan leucon dengan koanosit berukuran kecil. Kelas ini terbagi dari 16 famili. Famili Euplectellidae adalah salah satu famili yang paling dikenal. Contoh: *Euplectella* sp. (venus flower basket), *Hyalonema*.

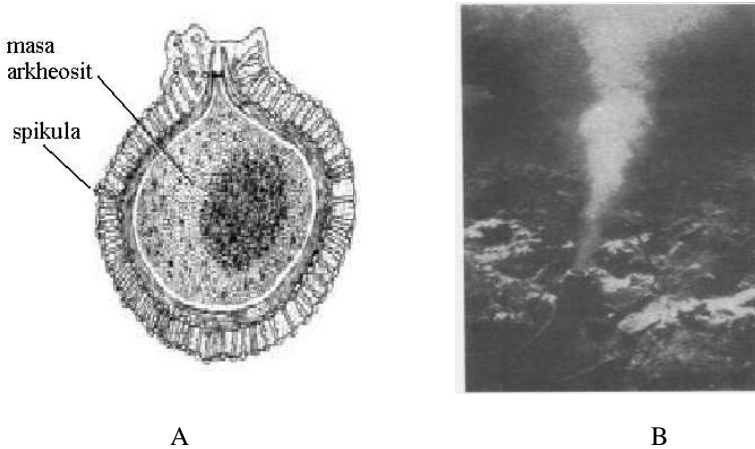
5. Reproduksi dan Perkembangan

Sepon dapat melakukan perbanyak diri (reproduksi) dengan cara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dapat dilakukan dengan cara *budding*, beberapa spesies terutama dari kelas Hexactinellida, arkeosit bahkan dapat membentuk tunas luar, biasanya pada tangkai yang panjang. Tunas-tunas tersebut, kemudian akan terbawa aliran arus dan membentuk sepon baru. Selain itu sepon juga dapat bereproduksi dari tunas dalam yang disebut **gemul**. Sepon air tawar dan beberapa spesies sepon laut dapat mengebor cangkang *Cliona lampa*.

Reproduksi seksual juga dapat dilakukan oleh sepon, seperti halnya pada semua hewan. Sepon tidak dapat bergerak untuk menemukan pasangannya, mereka sangat bergantung pada arus air untuk meyakinkan bahwa sperma menemukan sel telur dari spesies yang sama. Hampir semua individu adalah hermaphrodit (monoesis), tetapi tiap individu dapat menghasilkan sel telur dan sel sperma pada waktu yang berbeda. Dengan demikian, terjadinya pembuahan sendiri (*self-fertilization*) dapat dihindari. Jenis kelamin kelihatannya hampir sama pada spesies diesis. Dengan mengamati gamet yang dihasilkan oleh tiap individu akan terlihat bahwa jumlah betina lebih banyak jika dibanding jantan. Sperma sering kali dilepaskan dalam jumlah yang luar biasa banyaknya sehingga akan terlihat, seperti *smoking sponge* (Gambar 1.9b). Sperma hanyut terbawa aliran air dan akan masuk ke dalam sepon lain melalui ostia dan ditangkap oleh koanosit. Jika sperma yang masuk berasal dari spesies yang sama, koanosit akan melepas collar dan flagellanya serta membawa sperma tersebut ke sel telur.

Perkembangan sepon tidak terjadi secara langsung, melainkan melalui bentuk larva yang sudah menyerupai sepon dewasa. Diduga sepon mampu menghasilkan rata-rata 4-5 larva tiap menit, selama 3-4 hari. Hampir semua spesies Demospongiae dan beberapa spesies dari kelas-kelas lain menghasilkan larva yang disebut **parenchymulae**. Larva mempunyai flagella untuk bergerak dan berenang selama lebih 2 hari untuk mencari habitat baru. Jika

beruntung dan tidak dijadikan mangsa oleh organisme lain dan mereka akan mengendap dan mulai berkembang menjadi sepon dewasa.



Sumber: Ruppert & Barnes, 1994

Gambar 1.9.
Gemul (A) dan Pelepasan Sperma Sepon (B)

C. PLACOZOA

Pada tahun 1883 ditemukan organisme multiseluler yang disebut *Trichoplax adhaerens* di dalam air akuarium. Hewan ini berbentuk pipih, berdiameter 2-3 mm, dan tubuhnya tersusun oleh dua lapisan sel-sel epitel bersilia. Di antara sel-sel tersebut terdapat lapisan sel longgar yang terdiri dari **sel-sel stelate** (berbintang) serta bersifat kontraktif yang membentuk semacam jaringan penyokong. Sel pada bagian tepi tubuh bentuknya tidak teratur dan selalu berubah-ubah seperti amoeba. Hewan bergerak dengan cara merayap melewati substrat dengan menggunakan siliannya yang lebih banyak terdapat pada permukaan bagian ventral tubuh. *Trichoplax adhaerens* mungkin merupakan hewan metazoa yang sangat sederhana dan paling primitif.

1. Ciri Umum

Kata placozoa berasal dari bahasa Yunani (placo) yang berarti pelat pipih dan zoa berarti hewan, jadi Placozoa adalah filum hewan yang memiliki

pelat pipih pada tubuhnya. Hewan Placozoa umumnya berukuran kecil dan jarang sekali yang melebihi 1 mm. Tubuh terdiri dari banyak sel yang terbagi menjadi dua lapisan yang masing-masing berisi ribuan sel yang tidak terspesialisasi menjadi jaringan. Sel-sel pada lapisan dinding ventral berbentuk kolumnar yang dilengkapi dengan sebuah flagella pada tiap sel. Tubuh Placozoa berbentuk, seperti sepon, asimetri, dan tanpa organ maupun jaringan. Oleh karena itu, hewan ini tentunya juga tidak memiliki saluran pencernaan, sistem syaraf, dan jaringan otot. Seperti halnya sepon, Placozoa tidak dilengkapi dengan organ indera yang khusus. Placozoa bergerak merayap, seperti *Amoeba*. Namun demikian, pada stadium tertentu mampu bergerak bebas dengan bantuan flagella dan bersifat planktonik. Placozoa hidup di laut, kadangkala terbawa ke dalam akuarium air laut.

Placozoa memiliki enzim pencernaan yang mampu menghancurkan sel alga atau protozoa sebagai makanannya. Makanan diserap masuk ke dalam melalui sel-sel lapisan ektodermal dan endodermal dengan bantuan enzim. Sistem reproduksi pada hewan ini tidak diketahui secara pasti. Yang pasti Placozoa memperbanyak diri dengan cara reproduksi aseksual yaitu pertunasan, fragmentasi atau membelah diri. Individu baru terbentuk setelah melepaskan diri dari induknya.

2. Klasifikasi

Hanya terdapat satu jenis anggota filum Placozoa, yaitu *Trichoplax adhaerens*. Hubungan antara Placozoa dengan hewan metazoa yang lain tidak jelas. Yang jelas hewan ini mempunyai bentuk, seperti Porifera. Ada dugaan bahwa Placozoa merupakan perkembangan awal dari Metazoa. Informasi biologi tentang hewan ini sangat jarang atau sedikit sekali walaupun sudah dikenal sejak 100 tahun yang lalu.



Gambar 1.10.
Trichoplax adhaerens
(Sumber: Pechenik, 1996).

3. Peranan Placozoa dalam Ekosistem

Tidak banyak informasi mengenai peran hewan ini di dalam ekosistem. Barangkali Placozoa berperan sebagai sumber makanan bagi hewan-hewan pemakan plankton (planktivor). Dalam suatu rantai makanan, placozoa diduga

juga berperan sebagai transfer energi ke hewan yang lebih tinggi tingkatan trofiknya karena memakan lapisan alga atau protozoa.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Berikan penjelasan mengapa Protozoa tidak dapat disebut sel, tetapi sudah merupakan hewan yang aselular!
- 2) Protozoa merupakan hewan dengan ciri unik, yaitu memperlihatkan sifat hewan dan tumbuhan. Tuliskan, ciri apa saja yang menunjukkan bahwa Protozoa itu juga, seperti tumbuhan?
- 3) Jelaskan karakteristik apa saja yang dijadikan dasar pembagian Protozoa ke dalam beberapa kelompok?
- 4) Spon merupakan salah satu spesies hewan perairan dengan tubuh multiseluler. Namun demikian, spon tetap merupakan hewan multiseluler yang primitif. Berikan penjelasan mengapa demikian!
- 5) Porifera dapat dibagi menjadi empat kelas berdasarkan tipe saluran air, kimiawi tubuhnya dan morfologi dari elemen penunjang tubuh seperti spikula. Tuliskan keempat kelas porifera tersebut beserta ciri karakteristik yang mendukungnya!
- 6) *Trichoplax adhaerens* adalah Placozoa dan merupakan hewan multiseluler. Mengapa hewan tersebut dikatakan metazoa yang sangat sederhana dan paling primitif? Berikan penjelasan!
- 7) Berikan pendapat, bagaimana kedudukan hewan Placozoa dengan Metazoa.

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Menurut batasannya sel adalah satu unit massa protoplasma yang merupakan bagian tubuh Metazoa sehingga sel tidak dapat berdiri sendiri. Protozoa memang sebuah sel, tetapi dapat berdiri sendiri dalam arti mencari makan, bergerak, dan bereproduksi yang pada dasarnya

memperlihatkan ciri-ciri organisme hidup. Berdasarkan batasan tersebut Protozoa adalah hewan yang bersel satu (aselular).

- 2) Protozoa memperlihatkan sifat tumbuhan terutama dilihat dari ciri-ciri sebagai berikut.
 - a. Ada spesies Protozoa yang memiliki kloroplas. Misalnya, *Euglena viridis*.
 - b. Protozoa yang memiliki klorofil dapat menyimpan cadangan makanan berupa pati.
 - c. Cara makan Protozoa ada yang holofitik, seperti pada tumbuhan.
 - d. Protozoa juga memperlihatkan perbanyakan diri dengan tunas (*budding*).
- 3) Protozoa dibagi menjadi beberapa kelompok terutama didasarkan pada perbedaan morfologi alat geraknya. Protozoa yang beralat gerak silia dikelompokkan dalam filum Ciliophora, yang beralat gerak flagela ke filum. Sarcomastigophora (sf. Mastigophora), yang menggunakan kaki semu sebagai alat gerak ke filum. Sarcomastigophora (sf. Sarcodina), dan yang tidak memiliki alat gerak ke filum Apicomplexa (Sporozoa).
- 4) Sepon diduga sebagai hewan multiseluler yang paling primitif karena belum dijumpai adanya diferensiasi sel sehingga tubuhnya dalam beberapa hal menyerupai koloni protozoa. Tidak seperti pada hewan-hewan Metazoa yang lain, sepon tidak memiliki organ khusus untuk bereproduksi, digesti, respirasi, sensori ataupun ekskresi.
- 5) Filum Porifera sampai saat ini terbagi menjadi kelas Calcarea, Demospongiae, Sclerospongiae, dan Hexactinellida. Mereka dikelompokkan menjadi 4 kelas berdasarkan bentuk sistem aliran air (askon, sikon, dan leukon), komposisi kimiawi tubuh, dan spikula. Calcarea berspikula kapur dan berbentuk askon; Demospongiae berspikula spongin atau silika dan umumnya berbentuk leukon; Sclerospongiae berspikula kapur, silika, dan spongin dan berbentuk leukon; Hexactinellida berspikula silisium dan bercabang enam serta berbentuk sikon atau leukon.
- 6) Seperti halnya Mesozoa dan Porifera, *Trichoplax adhaerens* (Placozoa) juga merupakan hewan multiselular, tapi tubuhnya belum terdiferensiasi. Tubuh hewan ini hanya tersusun oleh 2 lapisan sel-sel bersilia
- 7) Sekali lagi, Placozoa jelas merupakan hewan multiseluler, tapi tubuhnya tidak atau belum terdiferensiasi menjadi jaringan. Berbeda dengan Mesozoa yang tubuhnya mirip koloni protozoa, Placozoa tubuhnya mirip

porifera. Oleh karena itu, barangkali Placozoa kedudukannya ada di antara Protozoa / Porifera dengan Metazoa.



RANGKUMAN

Protozoa merupakan hewan bersel tunggal yang berukuran mikroskopis dan bersifat eukariotik. Selain berperan penting sebagai produsen dan dekomposer dalam rantai makanan, protozoa juga dapat menyebabkan penyakit ganas pada manusia dan ternak. Reproduksi pada Protozoa dapat dilakukan secara seksual maupun aseksual yang meliputi pembelahan biner (*binary fission*), pembelahan jamak (*multiple fission*), pertunasan (*budding*), dan plasmotomi. Filum Protozoa terdiri atas Subfilum Sarcostigophora yang berflagela, Sarcodina yang memiliki pseudopodia, sporozoa yang mampu membentuk spora dan umumnya bersifat parasit, serta Ciliophora yang tubuhnya dikelilingi oleh cilia. Subfilum Sarcodina terbagi menjadi empat kelas utama yaitu Amoebida, Foraminifera, Heliozoa dan Radiolaria.

Filum Porifera tersusun atas hewan-hewan multiseluler primitif yang disebut dengan istilah sepon. Rangka tubuh sepon tersusun atas spikula yang bervariasi bentuknya dan penting sebagai karakter untuk identifikasi dan klasifikasi. Reproduksi pada sepon dapat dilakukan secara aseksual maupun seksual. Sepon bersimbiosis mutualistik dengan Cyanobacteria di mana sepon menyediakan ruangan bagi Cyanobacteria dan sebaliknya Cyanobacteria menyediakan oksigen dan nutrisi bagi sepon. Porifera tersusun atas kelas Calcarea (sepon sejati), Hexactinellida (sepon gelas), Sclerospongiae, dan Demospongiae.

Filum Placozoa merupakan hewan multiseluler yang memiliki bentuk seperti sepon. Tubuh terdiri dari dua lapis sel tanpa organisasi yang jelas. Anggota filum ini hanya satu jenis yang diketahui, yaitu *Trichoplax adhaerens* dan hidup di laut.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Peranan Protozoa di dalam suatu ekosistem yang utama adalah sebagai....
 - A. produsen primer
 - B. produsen sekunder
 - C. kompetitor
 - D. dekomposer

- 2) *Globigerina*, salah satu spesies foraminifera yang dikelompokkan ke dalam subfilum Sarcodina oleh karena
 - A. bergerak dengan pseudopodia
 - B. berinti banyak
 - C. tubuhnya bercangkang
 - D. tidak memiliki alat gerak

- 3) Ciri karakteristik yang menjadi pembeda antara hewan Placozoa dengan Porifera adalah....
 - A. jumlah sel
 - B. pelat tubuh
 - C. simetri tubuh
 - D. cara gerak

- 4) Dinding Porifera terdiri dari dua lapisan. Lapisan dalam yang terdiri dari lapisan sel berbentuk leher disebut
 - A. amoebosit
 - B. koanosit
 - C. porosit
 - D. sistoblast

- 5) Porifera dapat mempertahankan diri terhadap perubahan lingkungan yang sangat ekstrim dengan cara membentuk
 - A. kista
 - B. kuncup
 - C. gemul
 - D. spora

- 6) Sepon dapat digolongkan ke dalam Porifera oleh karena memperlihatkan ciri karakteristik
 - A. tubuh berlubang-lubang kecil
 - B. memiliki satu lubang besar
 - C. belum memiliki syaraf
 - D. mempunyai rongga makanan

- 7) Perbanyak hewan Placozoa dapat dilakukan dengan cara
 - A. peleburan gamet
 - B. hermaprodit
 - C. fragmentasi
 - D. patenogenesis

- 8) Placozoa dapat menghancurkan materi organik sebagai makanannya karena pada dasarnya hewan ini memiliki
- A. enzim pencernaan
 - B. saluran pencernaan
 - C. mulut
 - D. jawaban A, B, dan C benar

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D
- 5) D
- 6) A
- 7) B
- 8) D
- 9) C
- 10) B

Tes Formatif 2

- 1) D
- 2) A
- 3) B
- 4) B
- 5) C
- 6) A
- 7) C
- 8) A

Daftar Pustaka

- Bergquist, P.R. (1978). *Phylum Porifera. Dalam* Marshall, A.J. & W.D. Williams. (Eds.). 76-103. *Invertebrate zoology*. Vol. I. London: ELBS & McMillan.
- Ettershank, G., I.A.E. Bayly & B.J. Smith. (1978). *Some General Concepts. Dalam: Marshall, A.J. & W.D. Williams. (Eds.). 1-23. Invertebrate Zoology*. Vol. I. London: ELBS & McMillan.
- Grell, K.G. (1973). *Protozoology*. Berlin: Springer-Verlag.
- Kadri, A. (1990). *Invertebrata. Panduan Berilustrasi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Kozloff, E.N. (1978). *Sub-kingdom Protozoa. Dalam: Marshall, A.J. & W.D. Williams. (Eds.). 24-75. Invertebrate zoology*. Vol. 1. London: ELBS & McMillan.
- Pechenick, J.A. (1996). *Biology of the Invertebrates*. 3rd Ed. Boston: McGraw Hill.
- Pechenik, J.A. (1996). *Biology of the Invertebrates*. 3rd Ed. New York: McGraw-Hill. Co. Inc.
- Prasad, S.N. (1980). *Life of Invertebrates*. New Delhi: Vikas Publishing House PVT Ltd.
- Ruppert, E.E. & R.D. Barnes. (1994). *Invertebrate zoology 6th ed.* Philadelphia: Saunders.
- Simpson, G.G. (1969). *Principles of Animal Taxonomy*. Calcutta: Oxford & IBH Publishing Co.
- Webb, J.E., J.A. Wallwork & J.H. Elgood. (1978). *Guide to Invertebrate Animals*. 2nd Ed. London: McMillan Press Ltd.
- Williams, W.D. (1978). *Phylum Mesozoa. Dalam: Marshall, A.J. & W.D. Williams. (Eds.). Invertebrate zoology*. Vol. 1. 184-187. London: ELBS & McMillan.