

Subardi | Nuryani | Shidiq Pramono



Biologi

Untuk Kelas X SMA dan MA



1



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Subardi
Nuryani
Shidiq Pramono

BIOLOGI

Untuk Kelas X SMA dan MA

1



Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

BIOLOGI 1

Untuk Kelas X SMA dan MA

Oleh:
Subardi, Nuryani, Shidiq Pramono

Editor:
Rr. Yani Muharomah

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

574.07	SUBARDI
b	Biologi 1 : untuk Kelas X SMA/ MA / oleh Subardi, Nuryani, Shidiq Pramono editor, Yani Muharomah. -- Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009. vi, 248 hlm, : ilus. ; 25 cm
	Bibliografi : hlm. 240
	Indeks
	ISBN 978-979-068-831-5 (no. jilid lengkap)
	ISBN 978-979-068-835-3
	1. Biologi-Studi dan Pengajaran I. Judul II. Nuryani III. Shidiq Pramono IV. Yani Muharomah

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit CV. Usaha Makmur

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2009

Diperbanyak oleh

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2009, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 9 Tahun 2009.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juni 2009
Kepala Pusat Perbukuan

KATA PENGANTAR

Selamat atas keberhasilan kalian memasuki jenjang sekolah yang lebih tinggi. Bagaimana kesan kalian terhadap pelajaran Biologi selama ini? Mudah-mudahan kalian senang belajar Biologi. Di jenjang sekolah yang lebih tinggi ini, kalian akan mempelajari Biologi lebih mendalam dan tentunya juga akan lebih menarik.

Materi buku ini telah memenuhi standar buku yang ditetapkan pemerintah. Buku ini disusun secara sederhana, tetapi tanpa meninggalkan kebenaran materi yang harus kalian capai. Dengan kesederhanaan itulah diharapkan dapat membantu kalian dalam proses pembelajaran Biologi.

Setiap awal bab di buku ini disajikan cover bab. Bagian ini berisi ilustrasi dan deskripsi singkat yang menarik berkaitan dengan materi bab yang bersangkutan. Selain itu, di bagian awal bab juga disajikan kata-kata kunci. Kata-kata tersebut menjadi inti pembahasan materi. Karena itu sebaiknya kalian membaca kata-kata kuncinya. Di bagian akhir setiap babnya dilengkapi dengan soal-soal untuk menguji kompetensi kalian setelah mempelajari satu bab.

Akhirnya, semoga buku ini dapat menemani kalian selama proses pembelajaran Biologi. Selamat belajar.

Penulis

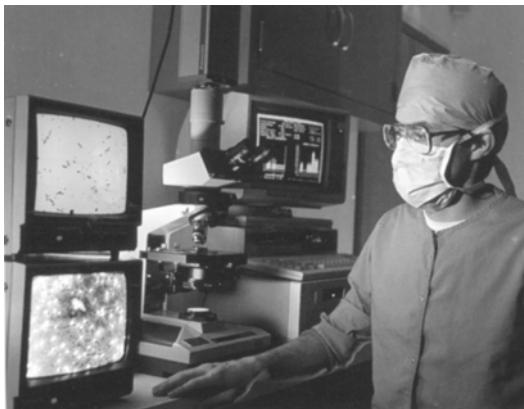
DAFTAR ISI

Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	iv
Bab 1. Ruang Lingkup Biologi	
A. Pendahuluan	3
B. Struktur Organisasi Kehidupan	5
C. Bekerja Ilmiah	10
D. Penelitian Ilmiah.....	13
Uji Kompetensi	22
Bab 2.Virus	
A. Ciri-Ciri Virus	27
B. Replikasi Virus	29
Uji Kompetensi	33
Bab 3.Bakteri	
A. Klasifikasi Prokariotik	37
B. Reproduksi Bakteri.....	41
C. Peranan Bakteri Bagi Kehidupan	43
Uji Kompetensi	46
Bab 4. Protista	
1. Protista Mirip Jamur	51
2. Protista Mirip Tumbuhan (Ganggang)	52
3. Protozoa (Protista Mirip Hewan)	58
Uji Kompetensi	66
Bab 5. Fungi (Jamur)	
1. Zygomycotina	72
2. Ascomycotina.....	73
3. Basidiomycotina.....	74
4. Deuteromycotina	75
Uji Kompetensi	77
ULANGAN SEMESTER 1	81

Bab 6. Keanekaragaman Hayati	
A. Macam-Macam Keanekaragaman Hayati	85
B. Keanekaragaman Hayati Indonesia	90
Uji Kompetensi	96
Bab 7. Dunia Tumbuhan	
A. Thallophyta	102
B. Kormophyta	107
Uji Kompetensi	126
Bab 8. Dunia Hewan	
A. Invertebrata	131
B. Vertebrata	166
Uji Kompetensi	186
Bab 9. Ekosistem	
A. Komponen Ekosistem	191
B. Aliran Energi dan Daur Materi	199
C. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan	200
D. Daur Biogeokimia	201
Uji Kompetensi	210
Bab 10. Pencemaran Lingkungan	
A. Macam-Macam Pencemaran	215
B. Perubahan Lingkungan	223
C. Pelestarian Lingkungan	226
D. Etika Lingkungan	227
E. Limbah dan Daur Ulang Limbah	228
Uji Kompetensi	235
ULANGAN AKHIR	237
DAFTAR PUSTAKA	240
GLOSARIUM	241
INDEKS ISTILAH	246
INDEKS PENGARANG	248

BAB 1

RUANG LINGKUP BIOLOGI



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

Biologi mempelajari segala kehidupan, baik yang kasat mata maupun yang tidak kasat mata. Biologi juga membantu menjaga kehidupan umat manusia. Bayi tabung merupakan salah satu rekayasa yang tidak bisa lepas dari biologi dan kedokteran.

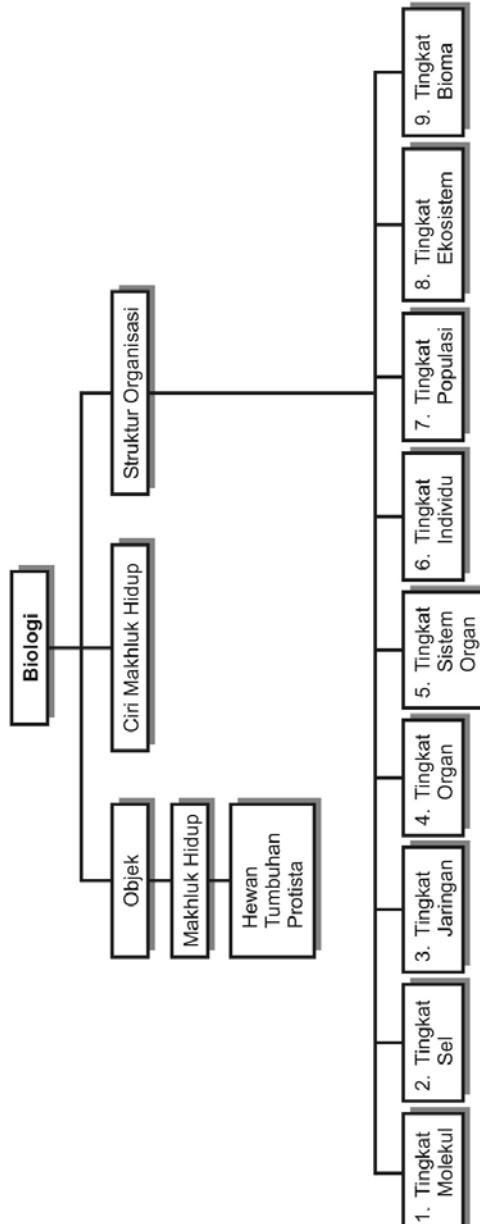
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat mengidentifikasi ruang lingkup biologi;
- dapat mendeskripsikan objek dan permasalahan biologi.

Kata-kata kunci

- hipotesis
- metode ilmiah
- organisasi kehidupan
- penelitian ilmiah

Peta Konsep



A. Pendahuluan

Tahukah kalian, perkembangan cabang ilmu biologi apakah yang paling hangat dibicarakan pada abad ke-20 ini? Perkembangan ilmu pengetahuan dari tahun-ketahun makin maju, hal itu disebabkan sifat manusia yang selalu ingin tahu dan tidak pernah merasa puas dengan apa yang telah diketahuinya. Perkembangan ilmu pengetahuan, di berbagai bidang makin pesat setelah ditemukan berbagai alat dan teknik untuk mengungkap rahasia alam, sehingga dunia hanya sebesar layar monitor komputer.

Di bidang teknologi informasi telah banyak dihasilkan produk-produk teknologi dan ilmu pengetahuan, misalnya: audio visual (television), VCD, DVD, telepon, telepon seluler (*handphone*), komputer, internet dan sebagainya. Dengan hasil teknologi tersebut kita dapat berkomunikasi meskipun dalam jarak jauh antarnegara.

Di bidang kedokteran telah banyak hasil ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ditemukan, misalnya alat kedokteran berupa USG (*ultra sono graf*), ECG (*electro cardio graf*), teknologi transplantasi organ-organ tubuh, fertilisasi in vitro (bayi tabung), terapi genetik, dan penemuan berbagai obat-obatan untuk penyembuhan berbagai penyakit, dan lain-lain. Di bidang lain misalnya teknik kultur jaringan dan kultur embrio. Semua itu adalah hasil perkembangan ilmu dan teknologi (*sains*), yaitu dengan mempelajari dan memahami gejala-gejala alam secara objektif (apa adanya).

Sains mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

1. Objek yang dikaji berupa benda-benda kongkret yang terdapat di alam ini, benda-benda tersebut dapat dideteksi dengan panca indra kita, misal dapat dilihat, didengar, dirasakan. Jadi, dapat berupa benda padat, cair, dan gas.
2. Dikembangkan dengan pengalaman empiris (pengalaman nyata), dalam arti pengalaman yang dapat dirasakan oleh setiap orang.
3. Melalui langkah yang sistematis, maksudnya siapa pun yang membuktikan jika melalui cara-cara, situasi, dan kondisi sama akan dihasilkan produk yang sama pula.
4. Cara berpikir dengan menggunakan logika, misalnya berpikir secara induktif, artinya berpikir dengan menarik kesimpulan dari hal-hal yang khusus menjadi ketentuan umum. Contohnya manusia pasti mati, hewan pasti mati, tumbuhan pun juga mati, dapat ditarik kesimpulan bahwa semua makhluk hidup pasti akan mati. Selain berpikir secara induktif, juga berpikir secara deduktif, artinya berpikir dengan menarik kesimpulan dari hal-

INFO (Pengembangan Kecakapan Akademik)
Ilmu pengetahuan untuk mempelajari gejala-gejala alam secara objektif (apa adanya) disebut sains. Sains mempunyai ciri, yaitu objek yang dikaji berupa benda-benda kongkret, dikembangkan dengan pengalaman empiris, sistematis, menggunakan cara berpikir logis, hasilnya objektif berupa hukum-hukum yang berlaku umum.

hal umum menjadi ketentuan yang berlaku khusus. Misalnya semua makhluk hidup memerlukan makan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, ayam adalah makhluk hidup. Kesimpulannya ayam memerlukan makan untuk memenuhi hidupnya.

- Hasilnya objektif, hanya memihak pada kebenaran ilmiah. Berupa hukum-hukum yang berlaku untuk umum.

Biologi merupakan bagian dari sains yang memiliki karakteristik sama dengan sains.

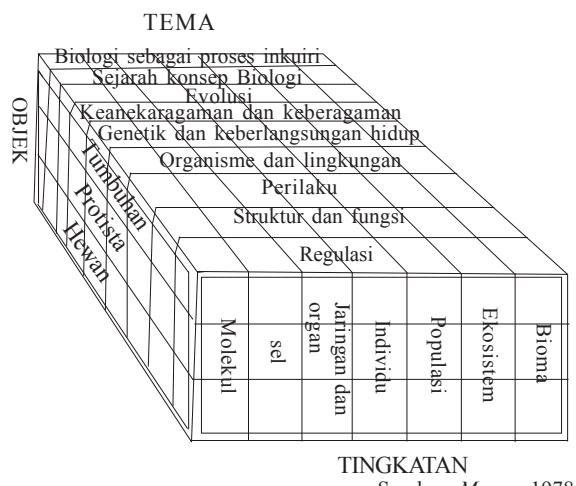
Ruang lingkup yang dipelajari dalam biologi meliputi seluruh kehidupan yang ada di jagad raya ini, mulai dari tingkatan makhluk hidup yang paling sederhana (sangat kecil) hingga tingkatan organisasi yang paling kompleks (terbesar).

Sebagai ilmu yang memiliki karakteristik tersendiri, agar mudah dipelajari, biologi harus ditinjau dari seluruh aspek secara utuh, baik yang menyangkut objek, persoalan, maupun tingkat organisasi kehidupan.

Struktur keilmuan biologi didasarkan pada hasil yang dirumuskan oleh tim BSCS (*Biological Science Curriculum Study*) (Mayer, 1978) sebagaimana dapat dibuat diagram seperti di samping.

Berdasar struktur keilmuan menurut BSCS, biologi memiliki objek berupa kerajaan (kingdom): a) Plantae (tumbuhan), b) Animalium (hewan), c) Protista. Ketiga objek tersebut dikaji dari tingkat molekul, sel, jaringan, organ, individu, populasi, ekosistem, sampai tingkat bioma. Adapun persolaan yang dikaji meliputi sembilan tema dasar, yaitu :a) Biologi (sains) sebagai proses inkuiiri/ penemuan, b) sejarah konsep biologi, c) evolusi, d) keanekaragaman dan keseragaman, e) genetik dan keberlangsungan hidup, f) organisme dan lingkungan, g) perilaku, h) struktur dan fungsi, serta i) regulasi.

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan, objek biologi juga terus berkembang. Klasifikasi makhluk hidup yang semula dibagi menjadi tiga kerajaan, menurut Robert H. Whittaker 1969 meningkat menjadi lima kerajaan, meliputi kingdom/regnum: a) Plantae, b) Animalia, c) Protista, d) Monera, dan e) Jamur/



▲ Gambar 1.1 Bagan struktur keilmuan Biologi

Sumber: Mayer, 1978

Fungi. Bahkan menurut perkembangan terakhir Carl Woese (1987) makhluk hidup diklasifikasikan menjadi enam kingdom/regnum, yaitu: a) Plantae, b) Animalia, c) Protista, d) Fungi, e) Archaeabacteria f) Eubacteria.

Suatu benda dapat dikatakan sebagai benda hidup/makhluk hidup jika benda tersebut memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- Memerlukan makanan (nutrisi) sebagai sumber energi dalam melakukan aktivitas.
- Melakukan proses pengangkutan transportasi dalam rangka mengedarkan zat-zat ke seluruh tubuh.
- Melakukan pernapasan respirasi untuk merombak zat-zat organik menjadi energi.
- Mengeluarkan zat-zat sisa metabolisme yang sudah tidak dipergunakan lagi (ekskresi).
- Melakukan proses penyusunan zat-zat baru di dalam tubuh, umumnya berupa senyawa kimia yang kompleks seperti lemak, karbohidrat, lemak, dan lain-lain.
- Mengalami pertumbuhan dan perkembangan.
- Mempunyai sistem yang mengatur keserasian proses-proses di dalam tubuhnya (regulasi).
- Melakukan perkembangbiakan untuk melestarikan jenisnya (reproduksi).
- Dapat beradaptasi atau menyesuaikan terhadap lingkungannya, misalnya menyesuaikan terhadap suhu, kelembapan, cahaya matahari, makanan, dan lain-lain.

B. Struktur Organisasi Kehidupan

Struktur organisasi kehidupan dapat disusun sebagai berikut: organisasi tingkat molekul → sel → jaringan → organ → sistem organ → individu → populasi → komunitas → ekosistem → biosfir.

1. Organisasi tingkat molekul

Organisasi tingkat molekul adalah organisasi kehidupan pada tingkat paling rendah karena materi penyusunnya hanya terdiri atas asam nukleat, yaitu Asam Deoksi Ribonukleat (ADN) atau Asam Ribonukleat (ARN) dan protein, contohnya virus (perhatikan Gambar 1.2). Virus berukuran (2 – 20) milimikron, hanya dapat hidup di dalam sel yang hidup, dan dapat berkembang biak. Virus merupakan bentuk peralihan antara benda hidup dan benda mati karena dapat berbentuk kristal.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

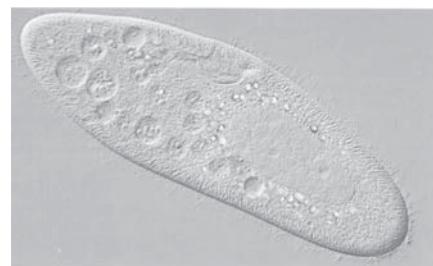
▲ Gambar 1.2 Virus bakteriofag

2. Organisasi tingkat sel

Tiap makhluk hidup terdiri dari sel. Teori ini disebut teori sel, dikembangkan oleh Schleiden (1804 – 1881) dan Schwann (1810 – 1892). Keduanya berkebangsaan Jerman.

Amoeba dan *Paramecium* yang hanya terdiri atas sebuah sel tergolong organisme bersel tunggal atau uniseluler, sedangkan organisme yang tersusun dari banyak sel disebut organisme bersel banyak atau multiseluler.

Pada umumnya mikroorganisme yang tergolong dalam kingdom monera dan protista hanya terdiri dari inti sel.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 1.3 *Paramecium*

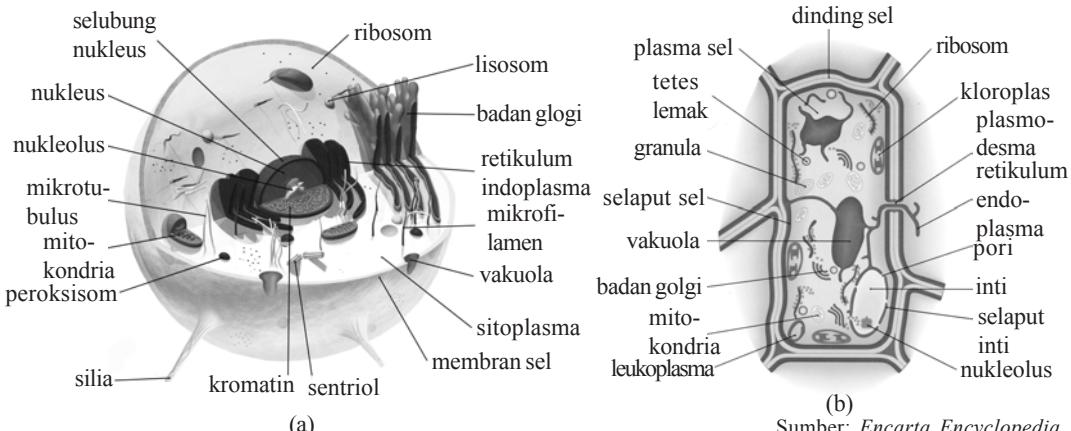
Sejarah penelitian tentang sel periode pertama berjalan 200 tahun. Diawali oleh Robert Hooke (1635 – 1703) yang mengamati sayatan gabus dengan menggunakan mikroskop. Kemudian Schleiden (1804 – 1881) dan Schwann (1810 – 1892) yang mengadakan pengamatan berulang-ulang terhadap sel-sel hewan dan tumbuhan dengan mikroskop.

Pada tahun 1831 Robert Brown seorang ahli biologi dari Scotlandia, melaporkan pengamatannya tentang adanya benda kecil yang terapung dalam cairan sel yang disebut sebagai inti sel atau nukleus. Penyelidikan sel selanjutnya terfokus pada cairan sel yang disebut protoplasma oleh Felix Dujardin (1835), Johannes Purkinje (1787 – 1869) dan Max Schultze (1825 – 1874). Teori sel yang semula hanya menyatakan bahwa sel merupakan kesatuan struktural dari kehidupan, ditambah dengan pernyataan bahwa sel juga merupakan kesatuan fungsional dari kehidupan.

Rudolf Virchow pada tahun 1858 menyatakan bahwa semua sel berasal dari sel-sel juga (*omnis cellula cellula*), maka dengan kata lain, sel juga merupakan kesatuan pertumbuhan makhluk hidup.

Periode kedua sejarah penelitian sel adalah eksperimen-eksperimen, salah satu hasilnya adalah diketahui adanya faktor menawan yang terdapat di dalam nukleus, yaitu kromosom. Berdasarkan pengetahuan itu, maka dapat dikatakan bahwa sel merupakan kesatuan hereditas.

Penemuan yang paling modern saat ini adalah adanya mikroskop elektron yang dapat memberikan gambar dengan skala $1.000.000 \times$ ukuran benda yang sesungguhnya. Berikut ini adalah bentuk dan susunan sel.



▲ Gambar 1.4 Diagram sel hewan dengan tumbuhan yang diamati dengan mikroskop elektron: a. sel hewan; b. sel tumbuhan

3. Organisasi tingkat jaringan

Sel merupakan kesatuan bentuk kehidupan (teori sel). Di dalam tubuh organisme multiseluler terdapat banyak sel yang berbeda bentuk dan fungsinya. Bentuk dan susunan sel tergantung pada letak dan fungsinya di dalam tubuh. Sel-sel yang sama bentuk dan fungsinya membentuk kelompok yang disebut jaringan. Untuk dapat membentuk suatu jaringan, sel mengalami perubahan bentuk dan fungsinya. Sel-sel yang mengalami perubahan biasanya pada jaringan embrionel, misalnya jaringan meristem pada titik tumbuh suatu tumbuhan membentuk jaringan epidermis, jaringan pembuluh, dan lain-lain.

Pada hewan juga terjadi perubahan yang demikian, zigot mengalami pembelahan sel membentuk blastula. Pada perkembangan selanjutnya sel-sel penyusun blastula berubah bentuk dan fungsinya menjadi berbagai jaringan tubuh, seperti jaringan kulit, jaringan otot, dan lain-lain.

4. Organisasi tingkat organ

Jaringan sebagai suatu organisasi sel belum dapat berfungsi dalam tubuh organisme jika tidak bekerja sama dengan jaringan yang lain, jantung misalnya harus dilengkapi dengan jaringan otot, jaringan saraf, jaringan darah, jaringan ikat, dan jaringan epitel. Jaringan-jaringan tersebut bekerja sama agar jantung dapat bekerja dengan baik. Jantung adalah organ atau alat tubuh. Organ tubuh yang lain misalnya ginjal, liver, dan paru-paru. Organ-organ ini pun mempunyai organisasi tertentu untuk membentuk sistem tertentu pula.

Misalnya sistem pernapasan terdiri atas beberapa organ antara lain hidung, rongga hidung, tenggorokan, cabang batang tenggorokan dan paru-paru. Organisasi semacam ini disebut sistem organ.

(b)
Sumber: Encarta Encyclopedia

5. Organisasi tingkat individu

Dalam tubuh kita terdapat berbagai macam sistem organ. Seluruh sistem itu saling berinteraksi melaksanakan suatu fungsi dalam tubuh makhluk hidup. Makhluk hidup yang terdiri atas berbagai sistem organ disebut satu individu. Setiap manusia termasuk individu. Demikian pula tiap-tiap ekor semut dalam sekelompok semut atau tiap-tiap ekor domba dalam kawannya dan tiap pohon teh dalam sebuah perkebunan.

6. Organisasi tingkat populasi

Kita dikelilingi berbagai jenis makhluk hidup yang bermacam-macam, misalnya ayam, mangga, pepaya, kambing, dan lain-lain. Populasi merupakan tingkatan organisasi yang terdiri atas sekelompok individu sejenis yang menempati ruang dan waktu yang sama. Apabila berbicara mengenai populasi, kita harus menyebutkan jenis individu yang dibicarakan dalam batas waktu dan tempat tertentu. Misalnya populasi pohon bakau di hutan mangrove pada tahun 1990. Kita tidak dapat mengatakan bahwa pohon bakau yang hidup di hutan mangrove dan di pesisir pantai selatan adalah satu populasi, karena tempatnya berbeda.

7. Organisasi tingkat ekosistem

Makhluk hidup hanya dapat hidup di tempat-tempat dengan syarat-syarat tertentu untuk hidupnya, misalnya bakau-bakau tumbuh di pantai, lumut hidup di tempat-tempat lembap, dan pohon kurma hidup di tempat-tempat kering. Namun, ada juga makhluk hidup yang tidak terikat pada syarat-syarat tertentu dapat hidup di berbagai tempat yang keadaannya berlainan.

Berbagai jenis makhluk hidup yang memerlukan syarat lingkungan sama dan dalam beberapa hal saling membutuhkan, biasanya akan hidup bersamaan. Misalnya di persawahan terdapat padi, katak, ulat, dan tikus. Kelompok organisme yang hidup bersama-sama disebut komunitas.

Setiap organisme hidup dalam lingkungannya masing-masing, lingkungan biotik dan lingkungan abiotiknya. Lingkungan biotik, yaitu semua organisme yang terdapat di sekelilingnya. Adapun lingkungan abiotik, yaitu faktor-faktor seperti iklim (suhu, kelembapan, cahaya) dan tempat hidupnya (tanah, air, udara). Untuk mendapatkan energi dan materi yang diperlukan untuk hidupnya, semua komunitas bergantung kepada lingkungan abiotik. Organisme produsen memerlukan energi, cahaya, oksigen, karbon dioksida, air, dan garam-garam dari lingkungan abiotik. Setelah materi dan energi diuraikan

produsen, hasilnya dapat diteruskan kepada konsumen tingkat pertama. Kemudian ke konsumen tingkat kedua dan seterusnya. Materi dan energi yang berasal dari lingkungan abiotik akan kembali lagi ke lingkungan abiotik lagi. Dengan demikian komunitas dan lingkungan abiotiknya merupakan suatu sistem. Setiap sistem demikian dinamakan ekosistem.

8. Organisasi tingkat bioma

Semua komunitas biotik berhubungan dengan komunitas biotik lain di sekelilingnya. Demikian pula ekosistem berhubungan dengan ekosistem lain di sekelilingnya. Ekosistem hutan berhubungan dengan ekosistem sungai. Ekosistem sungai berhubungan dengan laut. Dengan demikian, semua ekosistem di bumi ini saling berhubungan, sehingga bumi merupakan suatu ekosistem besar disebut juga biosfer.

Sebagai ilmu murni biologi mempunyai banyak cabang dalam mempelajarinya. Cabang-cabang tersebut antara lain disusun dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Cabang-cabang Biologi

No.	Cabang Biologi	Objek yang Dipelajari
1.	Morfologi	Bentuk luar tubuh organisme
2.	Anatomi	Struktur tubuh bagian dalam organisme
3.	Fisiologi	Proses dan kegiatan faal tubuh organisme
4.	Genetika	Pewarisan sifat menurun
5.	Evolusi	Perkembangan makhluk hidup dari bentuk yang paling sederhana ke arah yang lebih kompleks
6.	Embriologi	Perkembangan embrio
7.	Sitologi	Susunan dan bagian-bagian dari sel
8.	Ekologi	Interaksi/hubungan timbal balik antara organisme dan lingkungan
9.	Zoologi	Seluk-beluk kehidupan hewan
10.	Botani	Seluk-beluk kehidupan tumbuhan
11.	Virologi	Virus dan pengaruhnya terhadap organisme lain
12.	Parasitologi	Organisme parasit dan pengaruhnya terhadap organisme lain

No.	Cabang Biologi	Objek yang Dipelajari
13.	Palaeontologi	Kehidupan organisme di masa yang lampau
14.	Terratologi	Cacat tubuh anak/bayi dalam kandungan
15.	Mikrobiologi	Perikehidupan mikroorganisme
16.	Bakteriologi	Perikehidupan tentang bakteri
17.	Mikologi	Perikehidupan tentang jamur
18.	Entomologi	Perikehidupan tentang serangga

C. Bekerja Ilmiah

Manusia adalah makhluk ciptaan Tuhan yang memiliki kemampuan berfikir paling cerdas dibandingkan dengan makhluk hidup lainnya. Dengan kecerdasan tersebut manusia selalu berkeinginan untuk tahu dan tidak pernah merasa puas dengan apa yang telah diketahuinya. Dengan demikian manusia akan selalu mengembangkan rasa keinginantahuan tersebut melalui pengetahuannya.

Sifat keingintahuan manusia dapat berkembang melalui tahapan sistematis yang telah ditentukan, yaitu melalui metode ilmiah. Metode ilmiah mengarah pada pola berfikir logis, analitis (menggunakan analisis), dan empiris (sesuai dengan kenyataan). Adanya sifat empiris inilah yang menyebabkan kebenaran itu bersifat objektif, artinya kebenaran melekat pada objek, siapa pun yang memandang objek itu pasti sama.

Langkah yang ditempuh oleh para ahli biologi dalam memecahkan suatu masalah adalah langkah yang sesuai dengan metode ilmiah. Secara garis besar langkah tersebut terdiri atas: *Perumusan masalah, penyusunan kerangka berfikir/landasan teori, perumusan hipotesis, pengujian hipotesis, dan pengambilan kesimpulan*.

1. Perumusan masalah

Perumusan masalah dimulai dari ketertarikan manusia terhadap hal-hal tertentu yang menarik dan menjadi perhatiannya. Perumusan masalah merupakan langkah untuk mengetahui masalah yang akan dipecahkan, sehingga masalah tersebut menjadi jelas batasan, kedudukan, dan alternatif cara untuk pemecahannya.

2. Penyusunan kerangka berpikir

Dalam menyusun kerangka berpikir diperlukan kemauan untuk mempelajari laporan hasil penelitian orang lain, membaca referensi-referensi, observasi langsung pada lingkungan atau hasil wawancara dengan para ahli. Kerangka berpikir ini merupakan alasan yang menjelaskan keterkaitan antara berbagai faktor dengan objek dan jawaban terhadap suatu permasalahan. Kerangka berpikir disusun secara rasional berdasarkan penemuan-penemuan yang telah teruji kebenarannya.

3. Hipotesis

Hipotesis berfungsi sebagai jawaban sementara terhadap permasalahan yang timbul berdasarkan kesimpulan kerangka berpikir.

4. Pengujian hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan dengan eksperimen/percobaan. Data yang diperoleh dari melakukan percobaan kemudian dianalisis untuk membuktikan apakah terdapat fakta-fakta yang mendukung hipotesis.

5. Penarikan kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan evaluasi terhadap sebuah hipotesis yang telah dirumuskan, apakah hipotesis tersebut diterima atau ditolak.

Contoh urutan metode ilmiah dan penerapannya dapat Anda perhatikan pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Urutan metode ilmiah dan penerapannya

No.	Tahapan	Penerapan
1.	Rumusan masalah	Apakah konsentrasi warna kuning telur itik dipengaruhi oleh jenis makanannya?
2.	Kerangka berpikir	Dari berbagai informasi yang diperoleh dan dikembangkan secara logis, analitis dan sintesis, sangat masuk akal bahwa warna kuning telur itik ditentukan oleh jenis makanannya.
3.	Rumusan hipotesis	Warna kuning telur itik dipengaruhi oleh jenis makanannya.
4.	Pengujian hipotesis	Melakukan percobaan dengan memberi makanan pellet untuk itik sebagai kontrol dan memberi makan selain pellet (jagung, padi) untuk itik yang lainnya. Setelah semua itik bertelur dan telur dipecah warna kuning telurnya ternyata berbeda konsentrasi.
5.	Kesimpulan	Konsentrasi warna kuning telur itik dipengaruhi oleh jenis makanannya.

KEGIATAN

(Apresiasi terhadap Pakar Perintis)

Laveran, seorang dokter berkebangsaan Perancis, pada tahun 1880 bekerja di Aljazair dengan tekun melakukan observasi, yaitu memeriksa darah penderita-penderita malaria. Dari observasi yang dilakukan berulang-ulang, ia memperoleh data bahwa pada setiap darah penderita malaria ditemukan benda aneh berbentuk cincin, sedangkan pada darah orang yang sehat tidak diketemukan benda itu.

Penemuan ini mendorong Laveran untuk menduga bahwa benda aneh itu ada hubungannya dengan penyakit malaria. Kemudian Laveran mencoba menyuntikan darah yang berasal dari penderita malaria kepada orang yang sehat. Dari percobaan berulang kali, Laveran mencatat bahwa orang yang mendapat suntikan itu terjangkit penyakit malaria.

Masalah yang belum terjawab adalah bagaimanakah cara berjangkitnya penyakit malaria dari seseorang kepada orang lain. Dari hasil eksperimen yang dilakukan Laveran timbulah dugaan bahwa menularnya wabah malaria melalui serangga pengisap darah.

Pada tahun 1897 Ronald Ross berusaha meneliti berjangkitnya wabah itu. Dari pengamatannya ia berhasil mengumpulkan data bahwa orang-orang yang tidur dengan kelambu terhindar dari wabah malaria. Dengan hasil pengamatan tersebut, Ross mengemukakan bahwa menularnya wabah malaria disebabkan oleh sejenis nyamuk. Untuk menguji kebenarannya, ia menyuruh beberapa sukarelawan untuk tidur di tempat yang berkelambu dan ke dalam kelambu itu dilepaskan nyamuk-nyamuk Anopheles betina, ternyata dua sukarelawan tersebut terjangkit malaria.

Pertanyaan:

Isikan jawaban kalian dalam buku tugas, berkaitan masalah penelitian yang dilakukan Laveran!

1. Masalah yang dirumuskan
2. Hipotesis yang dirumuskan
3. Hipotesis yang uji
4. Data yang diperoleh
5. Kesimpulan

1. Dari data penelitian Laveran, timbul masalah baru yang dipecahkan oleh Ronald Ross. Bagaimana rumusan masalahnya?
2. Data apakah yang dikumpulkan oleh Ross sebagai dasar dalam merumuskan hipotesisnya?
3. Bagaimana rumusan hipotesis yang dikemukakan oleh Ross?
4. Bagaimana eksperimen yang dilakukan oleh Ross?

5. Apakah tujuan dilaksanakan eksperimen?
6. Bagaimanakah data yang diperoleh dari eksperimen Ross?
7. Apakah kesimpulan hasil penelitian Ross?
8. Rumuskan langkah-langkah yang dilakukan oleh Laveran dan Ross dalam hal memecahkan masalah malaria, sehingga tergambar jelas metode ilmiah yang dianutnya!

D. Penelitian Ilmiah

Rancangan penelitian adalah pokok-pokok perencanaan seluruh penelitian yang tertuang dalam suatu kesatuan naskah secara ringkas, jelas, dan utuh. Rancangan penelitian dibuat dengan tujuan agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan secara benar, baik, dan lancar. Rancangan penelitian memuat *judul penelitian, latar belakang masalah penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan dan fungsi penelitian, tinjauan kepustakaan, hipotesis (kalau diperlukan), batasan konsep, metodologi penelitian dan daftar kepustakaan*.

Syarat-syarat rancangan penelitian seperti berikut ini.

1. Sistematis, artinya unsur-unsur yang ada dalam rancangan penelitian harus tersusun dalam urutan yang logis. Setiap rancangan harus menentukan judul penelitian, menjelaskan latar belakang, dan tujuan penelitian.
2. Konsisten, artinya terdapat kesesuaian di antara unsur-unsurnya, misalnya antara judul dengan tujuan, antara rumusan masalah dengan tujuan, antara rumusan masalah dengan metodologi, dan sebagainya.
3. Operasional, artinya dapat menjelaskan bagaimana penelitian itu dilakukan, misalnya data yang diinginkan, cara pengamatan terhadap objek penelitian, alat yang digunakan, dan penentuan objek penelitian.

Selain ketiga syarat di atas, penelitian harus bermanfaat bagi masyarakat maupun perkembangan ilmu pengetahuan, mempunyai daya tarik, dan secara operasional memungkinkan untuk diteliti kembali.

1. Judul penelitian

Judul penelitian sebagai nama, sekaligus identitas penelitian yang dicantumkan dalam berbagai dokumen. Judul penelitian harus ringkas, spesifik, dan jelas untuk memberi gambaran mengenai masalah yang diteliti.

Judul penelitian contohnya:

“Pengaruh pemberian pakan pelet BR terhadap pertambahan berat ayam kampung umur 10 hingga 40 hari”

2. Latar belakang masalah

Dalam membahas latar belakang masalah, peneliti harus menunjukkan alasan memilih masalah topik atau judul. Dengan demikian fungsi uraian tentang latar belakang masalah memberi alasan mengapa masalah atau topik dipilih oleh peneliti. Banyak masalah yang menjadi topik tapi hanya satu masalah saja yang dipilih, mengapa masalah itu diusulkan untuk diteliti.

Misalnya:

Penelitian pengaruh pemberian pakan pelet BR terhadap pertambahan berat ayam kampung umur 10 sampai 40 hari, berlatar belakang sebagai berikut.

- Pentingnya produksi ayam kampung dikaitkan dengan kebutuhan bahan pangan protein hewani.
- Pertambahan berat ayam pada umur tertentu sangat berpengaruh terhadap produksi ayam kampung.
- Belum ada penelitian tentang pengaruh pakan pelet BR terhadap pertambahan berat ayam kampung pada umur tertentu.

3. Rumusan masalah

Rumusan masalah penelitian berupa pertanyaan-pertanyaan yang memudahkan untuk merancang penelitian. Rumusan masalah harus dijabarkan secara operasional dan spesifik dari judul penelitian. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam rumusan masalah, yaitu:

- masalah dirumuskan dengan kalimat sederhana dan dalam bentuk pertanyaan;
- singkat, jelas, dan padat serta tidak menimbulkan kerancuan pengertian.

Perumusan masalah, misalnya:

“Adakah pengaruh jumlah pakan pelet BR terhadap pertambahan berat ayam kampung umur 10 sampai 40 hari?”

4. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian dimaksudkan sebagai jawaban atas keingintahuan suatu masalah dalam penelitian. Perumusan tujuan penelitian harus sejalan dengan rumusan masalah penelitian. Tujuan penelitian dirumuskan dalam kalimat pernyataan. Jadi tujuan penelitian merupakan rumusan kalimat yang menunjukkan keinginan peneliti untuk mencapai sesuatu melalui penelitian.

Contoh:

Mengetahui pengaruh pemberian pakan pelet BR terhadap pertambahan berat ayam kampung umur 10 sampai 40 hari.

5. Manfaat penelitian

Manfaat penelitian perlu dikemukakan agar diketahui hasil yang hendak dicapai dari penelitian dan untuk siapa penelitian itu digunakan.

Manfaat penelitian bisa bersifat praktis, misalnya mempermudah pengambilan kebijaksanaan, dan dapat juga bersifat teoritis, misalnya memperkaya dan mengembangkan khasanah ilmu pengetahuan.

Manfaat penelitian misalnya:

- sebagai masukan bagi para peternak dalam meningkatkan produksi ayam kampung
- sebagai masukan dalam pengembangan teknologi peternakan

6. Proposal penelitian

Proposal penelitian meliputi: identifikasi variabel, latar belakang masalah, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, hipotesis (jika ada), dan metode penelitian.

Contoh identifikasi variabel penelitian:

Identifikasi variabel pada penelitian tentang pengaruh pakan pelet BR terhadap pertambahan berat tubuh ayam kampung umur 10 – 40 hari.

Variabel manipulasi: Jumlah pakan pelet BR yang diberikan

Variabel respon: pertambahan berat tubuh ayam kampung.

Variabel kontrol: jenis ayam kampung, suhu udara, kelembapan, intensitas cahaya, luas kandang.

7. Tinjauan pustaka

Tinjauan pustaka ini meliputi:

- Mempelajari hasil yang diperoleh dari setiap sumber yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
- Mempelajari metode penelitian yang telah digunakan, termasuk metode *pengambilan sampel, pengumpulan data, sumber data, dan satuan ukuran data*.
- Mengumpulkan data dari sumber lain yang berhubungan dengan bidang penelitian yang akan dilakukan.
- Mempelajari analisis deduktif dan problema yang diteliti. Analisis deduktif yang dimaksudkan adalah berpikir dari hal yang abstrak ke hal yang konkret.

Di dalam tinjauan pustaka, uraian diharapkan dapat menjelaskan (walaupun baru teoritik) masalah yang diteliti serta hubungan antara variabel yang terkait. Contoh: Penelitian tentang pengaruh pakan pelet BR terhadap pertambahan berat

ayam kampung umur 10 – 40 hari, tinjauan pustakanya, sebagai berikut.

- Teori tentang pertumbuhan ayam kampung dan faktor-faktor yang memengaruhinya.
- Pengetahuan kandungan zat gizi yang terdapat dalam pelet BR.
- Hubungan zat gizi yang dikandung oleh pelet BR terhadap pertambahan berat badan ayam kampung.

8. Hipotesis

Hipotesis merupakan suatu kemungkinan jawaban dari masalah yang diajukan. Hipotesis dapat dikatakan sebagai pendapat yang masih sederhana (sementara) karena belum diuji kebenarannya.

Hipotesis berfungsi sebagai jawaban sementara untuk masalah penelitian. Hipotesis dinyatakan dalam bentuk kalimat pernyataan yang menghubungkan dua variabel atau lebih.

Berdasarkan isi dan rumusannya, hipotesis dibedakan menjadi dua, berikut ini.

- Hipotesis alternatif atau Kerja atau Asli (H_a) adalah dugaan yang menyatakan ada pengaruh.
- Hipotesis nol (H_0) adalah dugaan yang menyatakan tidak ada pengaruh.

Perlu diketahui bahwa tidak semua penelitian harus mempunyai hipotesis. Hipotesis diperlukan jika penelitian mempersoalkan hubungan antarvariabel. Penelitian eksploratif (penelitian yang bersifat menjelajah) dan penelitian deskriptif (penelitian yang bersifat menggambarkan) tidak memerlukan hipotesis karena tujuannya tidak menguji hipotesis akan tetapi menjawab masalah penelitian.

Penelitian yang memerlukan hipotesis adalah penelitian eksplanatif (penelitian yang bersifat mencari hubungan antar variable).

Misalnya:

Terdapat pengaruh positif pemberian pakan pelet BR terhadap pertambahan berat tubuh ayam kampung umur 10 sampai 40 hari.

9. Metode penelitian

Metode penelitian menguraikan bagaimana cara melakukan penelitian tersebut, mulai dari menentukan populasi dan sampel, operasional variabel, prosedur pengumpulan data, dan analisis data.

a. Operasional variabel

Variabel adalah faktor yang berpengaruh, memiliki nilai (ukuran) tertentu dan dapat berubah atau diubah. Oleh karena itu variabel merupakan faktor peubah. Misalnya:

- variabel manipulasi/bebas, faktor ubah yang sengaja dibuat berbeda-beda oleh pelaku peneliti.
Misalnya: jumlah pakan pelet BR yang diberikan.
- variabel respon/terikat faktor ubah yang terjadi sebagai akibat proses yang sedang berjalan.
Misalnya: pertambahan berat ayam kampung

Definisi operasional:

Kecepatan pertambahan berat tubuh ayam kampung dalam satuan gram.

b. Merancang penelitian, yaitu membuat rancangan yang menggambarkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat yang akan diteliti.

Rancangan penelitian dapat dibuat seperti tabel.

Tabel 1.3

Kelompok	Perlakuan per hari per ekor
I	Tanpa diberi pakan pelet BR
II	Diberi pakan pelet BR 4 gram
III	Diberi pakan pelet BR 6 gram
IV	Diberi pakan pelet BR 8 gram
V	Diberi pakan pelet BR 10 gram

c. Menentukan populasi dan sampel

- Populasi, merupakan sekelompok objek penelitian yang kesimpulannya akan digeneralisasikan.

Misalnya: populasi yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah jenis ayam kampung.

- Sampel adalah sebagian anggota yang mewakili populasi.

Misalnya: diambil sampel 50 ekor ayam kampung

d. Menentukan instrumen/alat dan bahan yang diperlukan dalam melakukan penelitian (eksperimen). Instrumen yang diperlukan antara lain:

Tempat untuk memelihara 50 ekor ayam kampung dibagi 5 kelompok masing-masing kelompok 10 ekor, pakan pelet BR, tempat air untuk minum, tempat pakan, timbangan, kertas, alat tulis.

- e. Menyiapkan langkah-langkah penelitian atau cara kerja dalam memperoleh data
 - Tempatkan ayam kampung pada tempat yang disediakan
 - Kelompokkan sesuai dengan perlakuan pada rancangan percobaan.
 - Lakukan penimbangan berat masing-masing ayam kampung setiap 5 hari.
 - Catat hasilnya dan masukkan ke dalam tabel sampai ayam berumur 40 hari.
 - Lakukan analisis data.
- f. Merancang analisis data
Analisis data merupakan cara mengolah data penelitian untuk membuktikan berlaku tidaknya hipotesis yang diajukan.
Contoh:
 - Mencari nilai rata-rata berat ayam kampung pada tiap perlakuan.
 - Membandingkan antara hasil perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lain.
- g. Menyusun jadwal penelitian. Memperkirakan lama waktu dalam penelitian sampai dengan penulisan laporan.

Tabel 1.4

Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
1.	Menyusun proposal	√				
2.	Menyiapkan alat dan bahan	√				
3.	Melakukan penelitian		√	√	√	
	Analisis data					√
4.	Menulis					
	Laporan penelitian					√

- h. Mengumpulkan data dari hasil percobaan
Setelah alat dan bahan telah siap, dimulailah eksperimen/percobaan seperti yang telah direncanakan. Pertumbuhan berat tubuh ayam diukur/ditimbang setiap 5 atau 10 hari. Kemudian buatlah tabel data pengamatan untuk setiap kelompok percobaan, data yang diperoleh dicatat dalam tabel, dengan demikian diperlukan 5 tabel pengamatan pertumbuhan. Misalnya:

Tabel 1.5

Data hasil pengamatan pertumbuhan ayam kampung dilihat dari berat tubuhnya (kg)

Kelompok Percob. I	Penambahan berat ayam setiap 5 hari								Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A kampung 1									
A kampung 2									
A kampung 3									
A kampung 4									
A kampung 5									
A kampung 6									
A kampung 7									
A kampung 8									
A kampung 9									
A kampung 10									

Tabel 1.6

Rata rata berat ayam kampung dalam kg setelah 40 hari pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Berat tubuh
Kelompok I	
Kelompok II	
Kelompok III	
Kelompok IV	
Kelompok V	

- Mendeskripsikan data, menginterpretasi data, dan menguji hipotesis.

Maksud dari mendeskripsikan data adalah menyajikan data dalam bentuk yang mudah dipahami oleh orang lain. Dalam penyajian data, angka-angka yang ditampilkan sudah merupakan hasil rata-rata hasil perlakuan, contoh tabel 3. Jika pada data yang disajikan terjadi kenaikan berat tubuh ayam kampung sesuai dengan jumlah pertambahan pakan pelet BR yang diberikan, (berdasarkan tabel 4), dapat

diinterpretasikan bahwa peningkatan pakan pelet BR dapat meningkatkan pertambahan berat ayam kampung.

j. Menguji hipotesis

Hipotesis yang telah dirumuskan adalah “Terdapat pengaruh positif pemberian pakan pelet BR terhadap pertambahan berat tubuh ayam kampung ”. Jika data-data yang diperoleh mendukung hipotesis, hipotesis yang diungkap di atas terbukti benar.

k. Menyusun pembahasan hasil penelitian

Pembahasan hasil penelitian ialah membandingkan hasil penelitian, teori, fakta, dan konsep-konsep yang ditulis dalam tinjauan pustaka. Kemudian memberikan alasan-alasan (argumentasi) untuk memperkuat hasil penelitian.

l. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dan saran ini didasarkan pada analisis data dan pembahasan. Kesimpulan harus mengacu pada tujuan penelitian, misal kesimpulan penelitian di atas adalah; “Jumlah pemberian pakan pelet BR berpengaruh terhadap pertambahan berat tubuh ayam kampung umur 10 sampai 40 hari”.

Dari kesimpulan dapat dirumuskan saran-saran, misalnya:

- Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui faktor-faktor lain yang memengaruhi penambahan berat tubuh ayam kampung.
- Perlu dikaji ulang berapa jumlah penambahan pakan pelet BR yang efektif untuk mempercepat pertambahan berat tubuh ayam kampung.

m. Menyusun daftar pustaka

Daftar pustaka disusun secara berurutan berdasarkan abjad. Contoh:

- Biologi, Campbell – Reece – Mitchell, Edisi kelima – Jilid 3, Penerbit Erlangga, tahun 2004.
- Prosedur Penelitian, DR. Suharsini Arikunto, Penerbit Rineka Cipta, tahun 1996.
- Zoologi, Prof. Drs. Radioputro, Penerbit Erlangga, 1983.

n. Menulis laporan penelitian

Sistematika penulisan laporan penelitian sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

- A. Latar Belakang Masalah
- B. Rumusan Masalah
- C. Tujuan Penelitian
- D. Manfaat Penelitian

**TUGAS
(Menumbuhkan
Semangat Inovatif/
Kreativitas)**

- Rancanglah suatu percobaan mengenai pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau.
- Lakukan eksperimen berdasarkan rancangan percobaan yang kalian buat.
- Tuliskan dalam bentuk laporan.

- BAB II TINJAUAN PUSTAKA
- A. Kajian Teori
 - B. Kajian Hasil-Hasil Penelitian
 - C. Rumusan Hipotesis (apabila ada)
- BAB III METODE PENELITIAN
- A. Variabel dan Definisi Operasional Variabel
 - B. Rancangan Penelitian
 - C. Sasaran Penelitian (Populasi dan Sampel)
 - D. Instrumen Alat dan Bahan
 - E. Prosedur Pelaksanaan Penelitian
 - F. Rencana Analisis Data
 - G. Jadwal Penelitian
- BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN
- A. Deskripsi Data
 - B. Interpretasi Data
 - C. Uji Hipotesis
 - D. Pembahasan
- BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
- A. Kesimpulan
 - B. Saran
- DAFTAR PUSTAKA
- LAMPIRAN-LAMPIRAN

RANGKUMAN

Sudah menjadi sifat manusia selalu berusaha untuk mengetahui apa yang belum dia ketahui. Alam penuh dengan misteri kerahasiaan. Untuk mengungkap rahasia alam ini manusia perlu mengembangkan pengetahuannya dengan ilmu dan teknologi atau yang dikenal dengan sains.

Langkah-langkah yang ditempuh oleh para ilmuwan adalah cara berpikir logis, melalui urutan yang telah ditentukan yaitu dengan metode ilmiah, yang meliputi merumuskan masalah, penyusunan kerangka berpikir, menyiapkan landasan teori, merumuskan hipotesis, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan

Ruang lingkup biologi adalah objek yang dipelajari oleh biologi, yaitu mulai organisasi terkecil meliputi sel, jaringan, organ, sistem organ, populasi, komunitas, ekosistem (bioma), yang operasionalnya zona biosfir ini.

Untuk lebih mudah dipelajari, biologi memiliki cabang ilmu yang membahas sesuai dengan apa yang dikajinya misalnya: (sitologi, histologi, organologi, ekologi, fisiologi, anatomi, sanitasi, hygiene, morfologi, embriologi, botani, dan zoologi).

UMPAN BALIK

- Cobalah kalian merancang sebuah proposal penelitian ilmiah.
Diskusikan proposal kalian tersebut dengan teman atau guru
kalian.

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Sains memiliki objek kajian berupa
 - a. alam sekitar kita
 - b. alam sekitar baik yang bersifat nyata maupun abstrak
 - c. benda konkret yang dapat direspon oleh pancaindra kita
 - d. benda konkret yang hanya dapat diobservasi dengan penglihatan
 - e. benda konkret yang dapat diketahui dengan bantuan instrumen/alat bantu
2. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat pesat. Pesatnya perkembangan ini didasarkan atas pengalaman
 - a. laboratorik
 - b. subjektif
 - c. psikologis
 - d. empiris
 - e. sistematis
3. Alasan bahwa sains dikembangkan menurut langkah yang sistematis adalah
 - a. agar hasilnya selalu benar
 - b. agar hasilnya selalu bermanfaat
 - c. agar mendapatkan hasil yang subjektif
 - d. agar tidak terjadi kesalahan
 - e. agar setiap orang yang melakukan langkah tersebut menghasilkan produk yang sama
4. Hasil penelitian sains selalu memihak kepada
 - a. kebenaran ilmiah
 - b. kebenaran absolut
 - c. kebenaran sementara
 - d. keyakinan
 - e. penguasa
5. Di bawah ini merupakan kegiatan observasi dalam melakukan penelitian ilmiah, *kecuali*
 - a. melihat
 - b. mendengar
 - c. memikir
 - d. membau
 - e. mengecap
6. Langkah pertama yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan penelitian ilmiah adalah
 - a. melakukan percobaan
 - b. mengobservasi hasil pengamatan
 - c. mengidentifikasi permasalahan
 - d. menganalisis data
 - e. merancang eksperimen
7. Deskripsi hasil pengamatan terhadap objek biologi dengan indra penglihatan adalah
 - a. bau dan rasa
 - b. warna dan rasa
 - c. suara dan ukuran
 - d. bau dan warna
 - e. bentuk dan ukuran

8. Amir membaca skala termometer menunjukkan 37°C waktu mengukur suhu tubuh temannya. Keterampilan yang dimiliki oleh Amir adalah
- keterampilan mengukur
 - keterampilan melihat
 - keterampilan menarik kesimpulan
 - keterampilan mengamati
 - keterampilan memprediksi
9. Seorang siswa mengamati tanaman mangga yang bunganya sangat banyak. Ia mengatakan sebentar lagi pohon mangga itu akan berbuah banyak pula. Pernyataan tersebut termasuk
- observasi
 - rumusan masalah
 - kesimpulan
 - penjelasan
 - rumusan hipotesis
10. Dalam sistematika penulisan ilmiah, latar belakang masalah ditempatkan pada
- Pendahuluan
 - Data dan pembahasan
 - Kesimpulan dan saran
 - Metode penelitian
 - Tinjauan pustaka
11. Seorang siswa kelas X ingin mengetahui pengaruh pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah.
- Rumusan masalah dari rencana penelitian tersebut adalah
- Apakah pupuk kandang lebih mudah diperoleh?
 - Bagaimanakah mekanisme penyerapan pupuk kandang oleh tanaman bawang merah?
 - Apakah tanaman bawang merah cocok dipupuk dengan pupuk kandang?
 - Bagaimana pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah?
 - Apakah pertumbuhan tanaman bawang merah yang baik menyebabkan hasil produksi juga meningkat?
12. Variabel bebas dari pernyataan soal nomor 11 di atas adalah
- variasi bibit bawang merah
 - variasi banyak sedikitnya pupuk kandang
 - variasi pertumbuhan tanaman bawang merah
 - variasi cara pengolahan tanah
 - variasi banyak sedikitnya daun
13. Hipotesis yang dirumuskan dari pernyataan soal nomor 11 di atas adalah
- pupuk kandang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman bawang merah
 - produksi tanaman bawang merah dipengaruhi oleh teknik pengolahan tanah
 - tingkat pertumbuhan tanaman yang masih muda menentukan tingkat produksi bawang merah
 - apakah pupuk kandang memengaruhi pertumbuhan tanaman bawang merah
 - pertumbuhan tanaman bawang merah dipengaruhi oleh pupuk kandang
14. Seorang siswa bertanya kepada guru. Bu, mengapa penyakit demam berdarah sering mewabah?
- Pertanyaan tersebut merupakan suatu sikap ilmiah dalam hal
- mengembangkan rasa ingin tahu
 - peduli terhadap lingkungan
 - berpendapat secara ilmiah dan kritis
 - mampu membedakan antara fakta dan opini
 - berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan argumentasi
15. Beberapa syarat yang perlu diperhatikan dalam penulisan ilmiah adalah berikut ini, *kecuali*
- kalimat padat, singkat dan jelas
 - kalimat dicetak tebal
 - kalimat lugas
 - bermakna sebenarnya
 - bersifat meyakinkan

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Penelitian apakah yang tidak memerlukan hipotesis?
2. Para ilmuwan mendapatkan ilmu melalui pendekatan keterampilan proses, sebutkan aktivitas yang dapat digolongkan pada keterampilan proses.
3. Sebutkan sistematika objek yang dipelajari oleh biologi dari tingkatan yang paling sederhana hingga tingkatan yang paling kompleks.
4. Ciri apakah yang dimiliki kingdom fungi?
5. Bagaimanakah biologi berperan dalam meningkatkan kesejahteraan manusia? Jelaskan.

BAB 2

VIRUS



AIDS adalah salah satu penyakit yang disebabkan oleh virus. Dalam dua dasawarsa terakhir ini, penyakit ini termasuk yang paling menakutkan. Anehnya orang yang terkena virus AIDS tidak akan mengalami gejala sampai 10 tahun. Namun, para pecandu narkoba jika terkena penyakit AIDS akan mengalami kemunduran daya tahan tubuh dengan sangat cepat.

Sumber: <http://image.google.com>

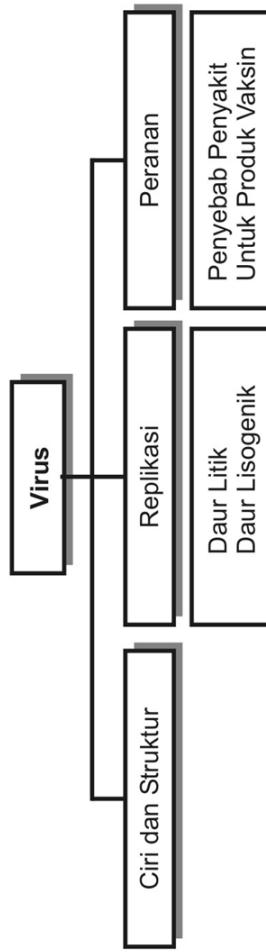
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat mendeskripsikan ciri-ciri virus;
- dapat mendeskripsikan replikasi virus;
- dapat mendeskripsikan peran virus dalam kehidupan.

Kata-kata kunci

- replikasi virus
- daur litik
- daur lisogenik
- vaksin

Peta Konsep



A. Ciri-Ciri Virus

Beberapa tahun setelah penemuan Avery, banyak muncul bukti kuat bahwa DNA merupakan materi genetik pada beberapa organisme. Bukti terkuat itu diperoleh dari penelitian mengenai virus. Pada tahun 1952, Alfred Hershey dan Martha Chase melakukan beberapa percobaan pada bakteriophage (atau disingkat Fag) – Virus yang menyerang bakteri.

Sebagian besar virus membawa sekitar 50 gen di dalam selubung proteininya, meskipun beberapa virus hanya memiliki tiga gen serta ada pula yang 300 gen. Virus merupakan penyebab beberapa penyakit pada manusia, hewan maupun tumbuhan.

Menurut keadaan fisiknya benda dibedakan menjadi dua macam yaitu benda mati (abiotik) dan benda hidup (biotik). Biotik dapat melakukan metabolisme di antaranya nutrisi, sintesis, ekskresi, reproduksi, regulasi, respon terhadap rangsang. Adapun abiotik tidak dapat melakukan metabolisme.

Virus oleh para ilmuwan dikatakan sebagai benda mati, jika virus tersebut di luar sel hidup. Namun, jika virus mendapatkan tempat pada sel hidup/organisme, virus akan menunjukkan aktivitas layaknya sel hidup, yaitu mampu bereproduksi sehingga dapat bertambah banyak. Dengan demikian virus dapat dikategorikan sebagai bentuk peralihan antara benda mati dengan makhluk hidup.

Semenjak Anthonie Van Leuwenhoek (1632 – 1723) menemukan mikroskop, penelitian tentang mikroorganisme mulai berkembang. Perkembangan itu makin pesat setelah ditemukannya mikroskop elektron.

Tahun 1882 A. Meyer mendapatkan suatu penyakit yang menyerang tanaman tembakau, ditandai daunnya berbintik-bintik kekuningan. A. Meyer mencoba mengekstrak daun yang terinfeksi dan menyematkan ke daun tembakau yang sehat, ternyata daun yang sehat dapat tertular penyakit tersebut.

Dengan menggunakan filter (saringan) yang dapat menyaring bakteri, D. Ivanowsky melakukan penyaringan getah tanaman tembakau lalu hasilnya dioleskan pada daun tanaman yang sehat, ternyata tanaman yang sehat menjadi tertular juga. Kesimpulan mereka, organisme yang menyerang tanaman tembakau adalah patogen yang berukuran sangat kecil/zat kimia yang diproduksi oleh bakteri dan lolos dari penyaringan.

Pada tahun 1987 M. Bejerink, berkebangsaan Belanda menemukan fakta bahwa organisme yang menyerang tembakau tidak dapat tumbuh di dalam medium biakan bakteri dan tidak mati walaupun dimasukkan ke dalam alkohol. Bejerink menyimpulkan bahwa organisme yang menyerang tembakau tersebut sangatlah

DISKUSI (Merangsang keingintahuhan)

1. Apakah yang menyusun tubuh virus?
2. Mengapa virus dapat menyebabkan penyakit?
3. Apakah penyakit yang disebabkan virus dapat disembuhkan?

kecil yang hanya dapat hidup dalam makhluk hidup yang diserangnya.

Pada tahun 1935, Windell Stanley dari AS berhasil mengkristalkan organisme yang menyerang tanaman tembakau tersebut dan diberinya nama TMV (Tobacco Mozaik Virus).

Ciri-ciri virus:

1. Tidak memiliki bentuk sel (aseluler).
2. Berukuran antara (20 – 300) milimikron.
3. Hanya memiliki satu macam asam nukleat saja yaitu ADN (asam dioksiribo nukleat) atau ARN (asam ribo nukleat).
4. Berupa hablur atau kristal dengan bentuk yang bervariasi; oval, memanjang, silindris, kotak dan lain-lainnya.
5. Tubuhnya tersusun atas kepala, kulit selubung (kapsid) yang berisi ADN atau ARN saja dan serabut ekor.

Sebagai contoh untuk kita pelajari adalah morfologi dan struktur Bakteriofage, yaitu virus yang mampu menyerang bakteri *Escherichia coli*.

1. Bagian kepala.

Bagian ini dibungkus oleh selubung protein yang disebut kapsid, sebagai pemberi bentuk tubuh virus. Kapsid berupa selubung yang terdiri dari monomer identik yang masing-masing terdiri rantai polipeptida.

2. Isi tubuh.

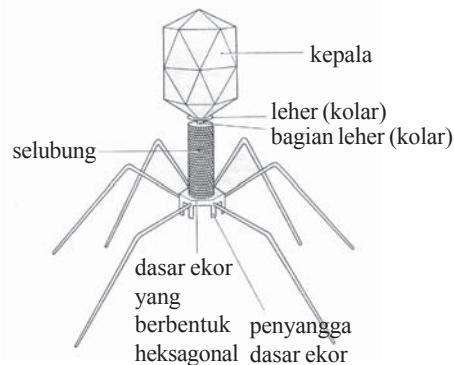
Tubuh virus tersusun atas materi genetik atau molekul pembawa sifat-sifat yang dapat diturunkan berupa ADN atau ARN saja. Virus yang isi tubuhnya berupa ADN antara lain: Papova virus, Herpes virus, Adeno virus, Pox virus. Adapun tubuhnya yang berisi ARN antara lain: Paramyxo virus, Rhabdo virus, Reovirus, Picorna virus, Toga virus. Di dalam tubuh, virus tidak memiliki organel-organel sel seperti mitokondria, ribosom dan lain-lainnya.

3. Ekor.

Ekor merupakan alat untuk kontak ke tubuh organisme yang diserangnya. Ekor terdiri atas tabung bersumbat yang dilengkapi dengan serabut-serabut/benang-benang. Bentuk virus bervariasi, seperti gambar di samping.

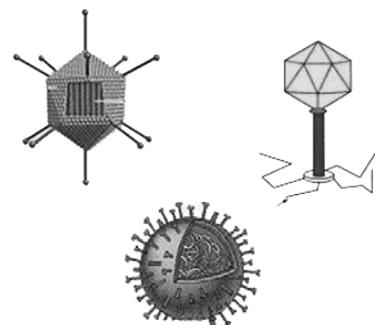
INFO (kebenaran konsep)

Virus dicirikan: aseluler, dapat dikristalkan, hanya dapat berkembangbiak di dalam sel hidup. Reproduksi virus dapat secara litik atau lisogenik. Virus dapat dimanfaatkan untuk pembuatan vaksin, guna merangsang terbentuknya antibodi organisme yang di masuki vaksinasi.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 2.1 Virus

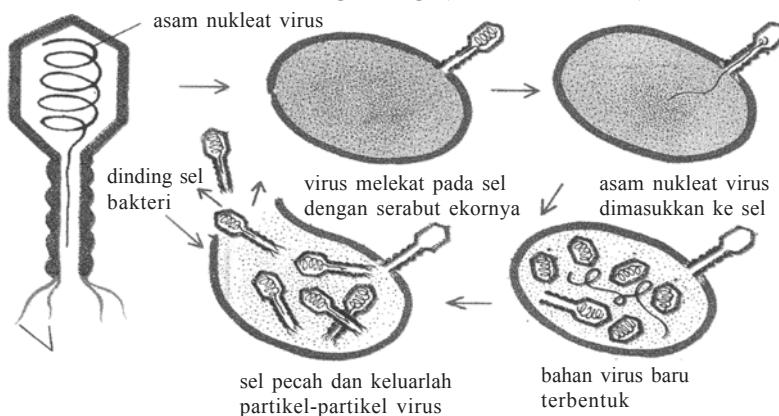


Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 2.2 Contoh bentuk virus

B. Replikasi Virus

Seperti telah disebutkan virus hanya dapat berkembangbiak di dalam sel hidup/jaringan hidup, misalnya di dalam jaringan embrio, jaringan tumbuhan maupun di dalam jaringan hewan dan manusia. Bahan-bahan yang diperlukan untuk membentuk bagian-bagian virus baru diperoleh dari sitoplasma sel yang ditempatinya. Proses perkembangbiakan virus disebut dengan istilah replikasi. Proses replikasinya dimulai sejak kontak dengan sel inang hingga terbentuknya virus-virus baru pada tahap akhir (lisis) telah berhasil diteliti oleh ahli-ahli di bidang biologi (lihat Gambar 2.3).



Sumber: *Ensikopedi Sain dan Kehidupan*, 2003

▲ Gambar 2.3 Replika bakteriofag

Peranan Virus bagi kehidupan

Tahukah kalian mengapa virus merugikan kehidupan makhluk hidup? Virus hidup di dalam sel hidup dengan memanfaatkan materi sel yang ditempatinya. Hal itulah yang menyebabkan virus merugikan bagi kehidupan bagi tumbuhan, hewan maupun manusia karena menyebabkan berbagai penyakit. Namun, virus juga dapat menguntungkan manusia karena sebagai vektor yang dapat dimanfaatkan dalam teknik rekayasa genetika, membuat vaksin yang dapat mencegah suatu penyakit tertentu, atau untuk meningkatkan kekebalan tubuh terhadap suatu penyakit tertentu pula.

Berbagai penyakit yang disebabkan oleh virus pada manusia.

1. AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrom*)

AIDS adalah penyakit yang menyebabkan menurunnya kekebalan tubuh. Penyakit ini disebabkan oleh virus HIV (*Human Immunodeficiency Virus*). Penyakit itu dapat ditularkan melalui kontak biasa seperti melalui luka-luka di kulit, selaput lendir, hubungan seksual, transfusi darah, penggunaan jarum suntik yang tidak steril, dari ibu yang menderita penyakit AIDS kepada anak yang sedang dikandungnya. Hingga kini belum

ada vaksin untuk mencegah penyakit AIDS, oleh sebab itu usaha-usaha apakah yang harus kita lakukan agar terhindar dari penyakit AIDS?

2. Hepatitis (Pembengkakan Hati)

Ada tiga tipe hepatitis, yaitu hepatitis A, hepatitis B, dan hepatitis C. Gejala-gejalanya: demam, mual, muntah-muntah, perubahan warna kulit dan selaput lendir berwarna kuning. Hepatitis A cenderung menimbulkan hepatitis akut, hepatitis B cenderung menimbulkan kronis, hepatitis C cenderung beresiko menderita kanker hati. Penularannya melalui minuman yang terkontaminasi virus, jarum suntik yang tidak steril, dan transfusi darah.

3. DB (Demam Berdarah)

Disebabkan oleh virus dengue. Virus ini dapat menyebabkan menurunnya kadar trombosit dan menyebabkan pecahnya kapiler darah sehingga gejala-gejala yang tampak adalah adanya bercak-bercak merah pada kulit, demam panas tinggi, sakit kepala, mimisan lebih parah lagi pendarahan pada organ-organ tubuh dan dapat menyebabkan kematian. Vektor penyebab penyakit ini adalah nyamuk *Aedes aegypti*.

4. SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*).

Diduga penyakit ini disebabkan oleh virus corona yang dibawa oleh mamalia golongan musang dan rukun. Virus ini mudah sekali mengalami mutasi. Gejala-gejala penyakit ini antara lain suhu tubuh di atas 40°C, menggigil, kelelahan otot, batuk kering, sakit kepala, sesak nafas, dan diare.

5. Influenza

Penyakit ini disebabkan oleh Orthomyxovirus. Morfologinya seperti bola, virus ini menyerang saluran pernapasan sehingga penderita mengalami kesulitan bernapas. Penyakit ini ditularkan melalui udara yang terserap masuk melalui saluran pernapasan. Gejala-gejalanya: demam, sakit kepala, pegal linu, kehilangan nafsu makan.

6. Gondong (Parotitis)

Penyebab penyakit ini adalah Paramyxovirus. Virus yang hanya memiliki ARN (asam ribo nukleat) saja. Penyakit ini ditandai dengan membengkaknya kelenjar paratiroid pada leher di bawah daun telinga. Penyakit ini dapat menular dari satu orang ke orang lain melalui kontak langsung dengan penderita, melalui ludah, urin, dan muntahan. Jika seseorang telah sembuh dari penyakit gondong mereka akan memiliki kekebalan terhadap penyakit gondong tersebut.

7. Herpes Simpleks

Virus penyebab penyakit ini menyerang kulit dan selaput lendir. Bayi, anak-anak, dan orang dewasa dapat terserang oleh virus jenis ini. Lokasi yang diserang oleh virus ini adalah mata, bibir, mulut, kulit, alat kelamin, dan kadang-kadang otak. Virus menginfeksi tubuh melalui luka kecil. Pada bayi virus ini dapat menginfeksi pada saat kelahiran. Selain itu virus ini juga ditularkan melalui kontak seksual. Kecuali pada mata dan otak, gejala penyakit ini adalah timbulnya gelembung-gelembung kecil, gelembung ini sangat mudah pecah. Infeksi pada alat kelamin diduga merupakan salah satu penyebab adanya tumor ganas di daerah genitalis tersebut.

8. Campak (Morbili)

Penyakit ini biasanya menyerang anak-anak. Gejala yang tampak antara lain demam tinggi, mengigau, batuk, mata pedih jika terkena cahaya, dan rasa ngilu di seluruh tubuh. Penyebab penyakit ini adalah Paramyxovirus, virus yang tidak memiliki enzim neurominidase. Di awal masa inkubasi virus berkembangbiak di saluran pernapasan atas. Di akhir masa inkubasi virus menuju ke darah dan beredar ke seluruh bagian tubuh terutama kulit.

9. Polio

Pada umumnya polio menyerang pada anak-anak dengan gejala-gejala antara lain: demam, sakit kepala, tidak enak badan, mengantuk, sakit tenggorokan, mual, dan muntah. Kadang-kadang disertai rasa kaku pada bagian leher dan tulang belakang. Polio dapat menyebabkan kelumpuhan bila menyerang selaput meninges otak dan merusak sel saraf di otak depan. Vaksin untuk folio adalah vaksin Salk dan Sabin. Vaksin Salk berfungsi mengaktifkan produksi antibodi di serum, menetralkan virus yang virulen saat memasuki aliran darah, dan mencegah serangan ke sistem saraf pusat. Sedangkan Vaksin Sabin mengandung virus folio yang telah dilemahkan.

10. Cacar

Virus penyebab cacar adalah *Herpesvirusvaricellae*, yang menyerang tubuh dan menimbulkan luka-luka pada sekujur tubuh. Jika sembuh meninggalkan bopeng pada kulit tubuh dan wajah.

11. Virus Avian influenza (H_5N_1), menyebabkan penyakit flu burung.

Berbagai virus yang menyerang hewan

1. Rabdovirus, penyebab penyakit rabies pada anjing, kucing dan moyet.
2. Avian influenza A (H_5N_1) penyebab penyakit flu pada unggas (burung, ayam) dan manusia. Virus ada 3 tipe, yaitu A, B, dan C. Virus influenza tipe A ada beberapa strain, yaitu H_1N_1 , H_3N_2 , H_5N_1 , H_9N_2 . (H=Hemagglutinin, N=Neuraminidase).
3. NCD (*New Castle Disease*). Virus ini menyebabkan penyakit tetelo atau parrot fever pada unggas, misalnya pada ayam, dan itik.
4. Food and Mouth Disease, penyebab penyakit kuku pada hewan ternak seperti kerbau, sapi, domba, dan kuda. Penyakit ini menyebabkan hewan ternak tidak dapat berjalan dan tidak dapat makan.

Berbagai virus yang menyerang tumbuhan:

1. TMV (*Tobacco Mozaic Virus*). Penyebab penyakit mozaik, yakni bercak-bercak kuning pada daun tembakau, tomat, kentang, kacang kedelai. Penularannya melalui serangga.
2. CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*), penyebab penyakit degenerasi pembuluh tapis pada tanaman jeruk.
3. Tungro, virus yang menyerang tanaman padi sehingga pertumbuhan tanaman terhambat sehingga tanaman menjadi kerdil. Penyebar virus ini adalah wereng cokelat dan wereng hijau.
4. Virus Yellows, menyerang tumbuhan aster.

Kegunaan virus bagi kehidupan:

1. Sebagai bahan untuk pembuatan vaksin, yaitu dengan cara virus dilemahkan atau dimatikan sehingga kemampuannya menimbulkan penyakit menurun atau hilang. Jika vaksin ini diberikan kepada orang yang sehat orang tersebut akan menjadi kebal terhadap penyakit yang disebabkan oleh virus tertentu karena didalam tubuh orang yang bersangkutan telah terbentuk antibodi.
2. Sebagai vektor dalam teknik rekayasa genetika.

TUGAS

(Menumbuhkan Daya Saing)

1. Carilah informasi mengenai nama virus, asam nukleat penyusun tubuh, penyakit yang disebabkan, bagian yang diserang pada inangnya. Kemudian inventarisasikan dan disusun dalam bentuk tabel!
2. Buatlah poster yang berkaitan dengan salah satu penyakit yang disebabkan oleh virus.
3. Bandingkan tugas kalian dengan tugas teman yang lain.

RANGKUMAN

Virus memiliki struktur tubuh yang sederhana hanya terdiri dari ADN atau ARN saja dengan selubung protein. Di luar sel virus sebagai benda mati tetapi dapat berkembangbiak jika virus berada di dalam sel hidup/jaringan sebagai inangnya. Virus memiliki berbagai bentuk. Reproduksi virus dibedakan menjadi dua macam, yaitu melalui daur litik dan daur lisogenik.

Beberapa virus merugikan manusia, hewan maupun tumbuhan karena bersifat parasit yang dapat menimbulkan berbagai penyakit. Namun virus juga dapat bermanfaat untuk pembuatan vaksin guna merangsang pembentukan antibodi pada manusia ataupun hewan, juga berperan sebagai vektor dalam teknologi rekayasa genetika.

UMPAN BALIK

Buatlah artikel singkat mengenai virus flu burung. Data-datanya dapat kalian tanyakan ke guru atau lakukan studi kepustakaan.

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Secara morfologis virus dapat dikatakan sebagai
 - a. makhluk terkecil yang hanya terdiri atas nukleoprotein
 - b. sel yang hanya terdiri atas membran sel dan ADN atau ARN saja
 - c. sel yang sangat kecil hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron
 - d. organisme yang tak dapat dilihat, karena terdiri atas substansi protoplasma
 - e. makhluk terkecil yang terdiri atas ADN atau ARN saja yang dapat melakukan fungsi hidup seperti makhluk lain
2. Pernyataan di bawah ini yang cocok sebagai medium untuk menumbuhkan pengembangbiakan virus adalah
 - a. medium steril yang dibuat dari agar-agar
 - b. medium steril yang dibuat dari agar-agar
 - c. air yang direbus kemudian ditinggalkan dan ditambahkan vitamin dan mineral
 - d. embrio ayam yang hidup
 - e. larutan gula yang steril
3. Penyakit-penyakit yang disebabkan oleh virus di bawah ini ialah
 - a. cacar, influenza, demam berdarah
 - b. cacar, antraks, disentri
 - c. cacar, tifus, demam berdarah
 - d. cacar, antraks, demam berdarah
 - e. antraks, tifus, malaria
4. Bagian virus yang digunakan untuk menginfeksi inangnya adalah
 - a. kepala d. ADN saja
 - b. ekor e. kapsidnya saja
 - c. leher

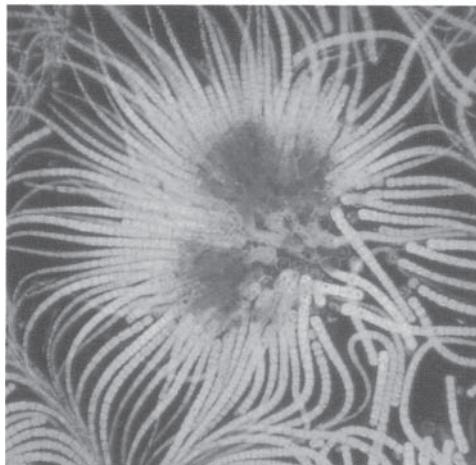
5. Jenis penyakit yang diakibatkan oleh virus yang menyebabkan menurunnya kekebalan tubuh seseorang dan kerusakan saraf yang mengendalikan sistem gerak pada manusia adalah
 - a. AIDS dan TMV
 - b. AIDS dan rabies
 - c. AIDS dan antraks
 - d. AIDS dan polio
 - e. AIDS dan FMD
6. Virus tungro adalah virus yang merupakan parasit pada tanaman padi penyebarnya adalah wereng coklat dan wereng hijau. Penyakit yang disebabkan oleh virius ini mengakibatkan
 - a. tanaman tidak berbunga
 - b. tanaman tidak berbuah
 - c. tanaman menjadi kerdil
 - d. tanaman tidak terjadi penyerbukan
 - e. tanaman menjadi besar dan layu
7. Virus HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) menyebabkan penyakit AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*) pada manusia yang dapat menyebabkan
 -
- a. kekurangan eritrosit
- b. kekurangan zat antikoagulan
- c. kekurangan antibodi
- d. kelumpuhan dan kerusakan sel-sel leukosit
- e. kekurangan jumlah trombosit dalam darah
8. Virus penyebab penyakit mozaik pada tanaman tembakau adalah
 - a. CPVD
 - b. HIV
 - c. FMD
 - d. TMV
 - e. NCD
9. Penyakit NCD (*New Castle Disease*) banyak menyerang ayam dan menyebabkan kematian. Penyakit ini disebabkan oleh
 - a. virus
 - b. bakteri
 - c. cacing
 - d. jamur
 - e. protozoa
10. Morfologi virus yang menyerang *Escherichia coli* berbentuk
 - a. bulat seperti bola
 - b. seperti huruf t
 - c. seperti segi empat (tetrahedral)
 - d. seperti batang (jarum)
 - e. seperti batang bengkok (spiral)

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Siapakah yang menemukan vaksin cacar?
2. Disebut apakah selubung protein pada virus?
3. Penyakit apakah yang disebabkan oleh virus HIV?
4. Disebabkan oleh infeksi virus apakah penyakit flu burung?
5. Siapakah yang menemukan vaksin polio?
6. Bagaimanakah virus menginfeksi inang?
7. Disebut peristiwa apakah hancurnya sel inang karena perkembangbiakan virus?
8. Penyakit apakah yang disebabkan oleh TMV?
9. Hewan apakah yang menjadi vektor penyakit SARS?
10. Apakah tindakan yang harus kita lakukan agar terhindar dari serangan virus tertentu?
11. Mengapa virus dapat disebut sebagai benda mati? Jelaskan alasannya!
12. Sebutkan bagian-bagian yang menyusun tubuh virus!
13. Penyakit apa saja yang disebabkan virus dan apa nama jenis virusnya? Sebutkan 4 saja!
14. Dimanakah virus dapat berkembang biak dan mengapa?
15. Jelaskan proses perkembangbiakan virus secara daur litik!

BAB 3

BAKTERI



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

Bakteri merupakan organisme yang paling sederhana dan merupakan bentuk kehidupan yang paling banyak di bumi. Salah satu contoh bakteri adalah sianobakteri (gambar di samping). Organisasi ini dianggap sebagai makhluk hidup tertua yang ditemukan di bumi.

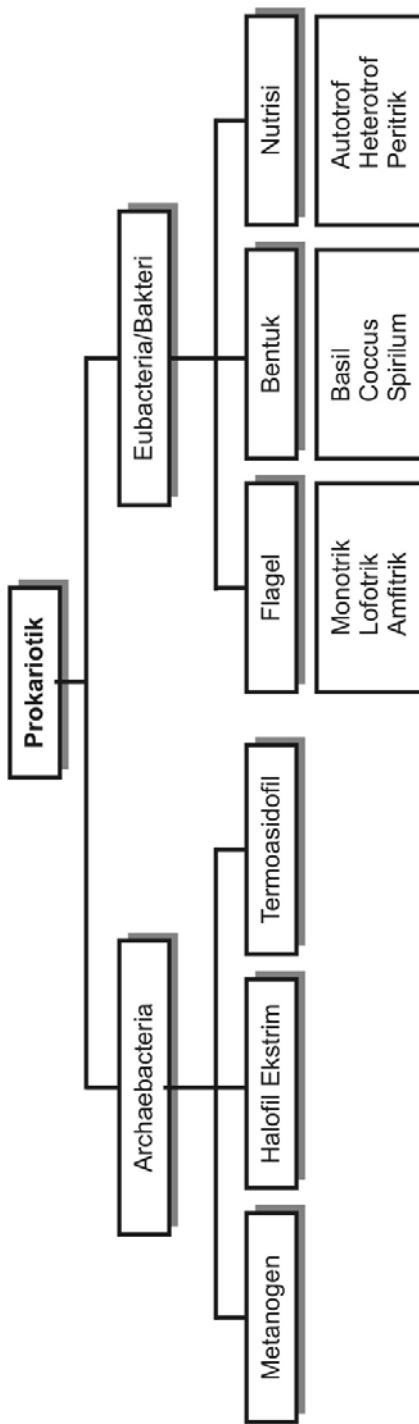
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat mendeskripsikan ciri-ciri Archabacteria dan peranannya bagi kehidupan;
- dapat mendeskripsikan ciri-ciri Eubacteria dan peranannya bagi kehidupan.

Kata-kata kunci

- methanogen
- halofit ekstrim
- termo asidofil
- prokariotik
- reproduksi bakteri

Peta Konsep



Tahukah kalian, di manakah tempat yang paling banyak ditemukan bakteri? Bakteri ditemukan di mana-mana, yaitu di laut terdalam, dalam tanah, makanan, wajah, usus, bahkan di lembaran buku ini. Bakteri dapat menyebabkan beberapa penyakit yang membahayakan manusia. Namun, sebagian besar bakteri ada yang bermanfaat, dan hanya sedikit yang merugikan kita.

Bakteri merupakan organisme yang inti selnya bersifat prokariotik, artinya organisme tersebut belum memiliki membran inti (kariotika). Inti sel organisme ini hanya berupa satu molekul ADN. Kebanyakan anggota kelompok monera ini bersifat uniseluler dan mikroskopis.

DISKUSI (Merangsang keingintahuhan)

1. Apa alasannya bakteri menyebabkan penyakit pada manusia?
2. Mengapa bakteri juga bermanfaat bagi kita?

A. Klasifikasi Prokariotik

Berdasarkan klasifikasi yang dibuat oleh Carl Woese yang mengacu pada analisis variasi RNA_r, organisme prokariotik ini secara fundamental dipisahkan menjadi dua kelompok yang berbeda, yaitu Archaebacteria dan Eubacteria.

1. Archaebacteria

Karakteristik yang dimiliki oleh Archaebacteria antara lain:

- a. sel penyusun tubuhnya bertipe prokariotik;
- b. memiliki simpleRNA polymerase;
- c. dinding sel bukan dari peptidoglikan;
- d. tidak memiliki membran nukleus dan tidak memiliki organel sel;
- e. ARN_rnya berupa metionin;
- f. sensitive terhadap toksin dipteri.

Berdasarkan habitatnya Archaebacteria dikelompokkan menjadi 3, yaitu kelompok methanogen, halofit ekstrim(suka garam) dan termo asidofil (suka panas dan asam).

a. Methanogen

Methanogen ini hidupnya bersifat anaerob atau tidak memerlukan oksigen dan heterotrof, dapat menghasilkan methan (CH_4), tempat hidupnya di lumpur, rawa-rawa, saluran pencernaan anai-anai (rayap), saluran pencernaan sapi, saluran pencernaan manusia dan lain-lain.

Contoh:

- *Lachnospira multiparus*, organisme ini mampu menyederhanakan pektin
- *Ruminococcus albus*, organisme ini mampu menghidrolisis selulosa

INFO (Kebenaran Konsep)

Archaebacteria, merupakan organisme uniseluler, tak berklorofil prokariot, hidup pada lingkungan yang ekstrim.

- *Succumonas amyloatica*, memiliki kemampuan menguraikan amilum.
- *Methanococcus janashii*, penghasil gas methane

b. *Halofit ekstrim*

Sebagian besar mikroorganisme ini bersifat aerob heterotrof meskipun ada yang bersifat anaerob dan fotosintetik dengan pigmen yang dimilikinya berupa bakteriorodopsin.

Habitat pada lingkungan berkadar garam tinggi, seperti di danau Great Salt (danau garam), Laut Mati, atau di dalam makanan yang bergaram.

c. *Thermo asidofil*

Archaeabacteria merupakan organisme uniseluler, tak berklorofilprokariot, hidup pada lingkungan yang ekstrim

Thermoasidofil merupakan mikroorganisme kemoautotrof yang dapat memanfaatkan H_2S sebagai sumber energi. Hidup di lingkungan panas ($60 - 80^\circ\text{C}$) dan pH 2 – 4, habitat di sumber air panas seperti Sulfolobus di taman nasional Yellow stone atau kawah gunung berapi di dasar laut.

2. Eubacteria

Eubakteria disebut juga bakteri sejati, sama dengan archaeabacteria yang bersifat prokariotik. Ciri-ciri yang dimiliki oleh bakteri ini antara lain:

- memiliki dinding sel yang mengandung peptidoglikan
- telah mempunyai organel sel berupa ribosom yang mengandung satu jenis ARN polymerase
- membran plasmany mengandung lipid dan ikatan ester
- sel bakteri memiliki kemampuan untuk mensekresikan lendir ke permukaan dinding selnya, lendir ini jika terakumulasi akan dapat membentuk kapsul dan kapsul inilah sebagai pelindung untuk mempertahankan diri jika kondisi lingkungan tidak menguntungkan baginya. Bakteri yang berkapsul biasanya lebih patogen dari pada yang tidak memiliki kapsul
- Sitoplasma bakteri terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, ion organik, kromatofora, juga terdapat organel sel kecil-kecil yang disebut ribosom dan asam nukleat sebagai penyusun ADN dan ARN

Bakteri dibagi menjadi beberapa kelompok antara lain:

- Berdasarkan cara memperoleh makanan, yaitu autotrof dan juga yang heterotrof.

- b. Berdasarkan kebutuhan oksigennya dibedakan menjadi bakteri aerob dan anaerob.
- c. Berdasarkan alat geraknya ada yang memiliki alat gerak berupa flagel ada juga yang tidak berflagel.
- d. Pengelompokan berdasarkan bentuknya ada yang berbentuk batang, bola, dan spiral.

Penjelasan lebih lanjut pengelompokan bakteri berdasarkan alat gerak dan bentuknya dapat kalian perhatikan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

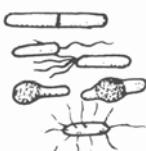
Tabel 3.1

Pengelompokan bakteri berdasarkan alat geraknya

Tipe	Bentuk	Jumlah dan posisi flagel	Contoh nama bakteri
1. Monotrik		Satu flagel pada salah satu ujungnya	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
2. Lofotrik		Lebih dari satu flagel pada salah satu ujungnya	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
3. Amfitrik		Lebih dari satu flagel pada kedua ujungnya	<i>Aquaspirillum serpens</i>
4. Peritrik		Flagel terdapat pada seluruh tubuhnya	<i>Salmonella typhosa</i>

Tabel 3.2

Pengelompokan bakteri menurut bentuknya

Tipe	Bentuk Gambar	Pengertian	Contoh nama bakteri
1. Bacillus (Basil) Monobasil		Bentuk batang tunggal	<i>Lactobacillus</i> <i>Salmonella typhosa</i>

Tipe	Bentuk Gambar	Pengertian	Contoh nama bakteri
Diplobasil		Bentuk batang berkoloni dua-dua	—
Streptobasil		Berbentuk rantai batang-batang	<i>Azotobacter</i> <i>Bacillus antracis</i> <i>Streptobacillus moniliformis</i>
2. Coccus (Kokus)		Bentuk bola tunggal	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>
Diplococcus		Berbentuk bola berkoloni dua-dua	<i>Diplococcus pneumoniae</i>
Streptococcus		Berbentuk bola koloni membentuk rantai	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>S. lactis</i>
Sarcina		Berbentuk bola seperti kubus	<i>Sarcina sp</i>
Staphylococcus		Berbentuk seperti spiral	<i>Triponema pallidum</i>
3. Spirillum		Berbentuk seperti batang bengkok	<i>Vibrio comma</i>

Pengelompokan bakteri berdasarkan cara memperoleh makanan:

a. *Bakteri autotrof*

Bakteri jenis ini dapat menyusun makanan untuk kebutuhannya sendiri dengan cara mensintesis zat-zat anorganik menjadi zat organik. Jika energi untuk penyusunan tersebut bersumber dari cahaya matahari maka bakteri tersebut dikenal dengan sebutan fotoautotrof dan apabila energi untuk penyusunan zat organik berasal dari hasil reaksi kimia disebut kemoautotrof.

Contoh bakteri fotoautotrof:

- Bakteri hijau, bakteri ini memiliki pigmen hijau yang dinamakan bakterioviridin atau bakterioklorofil.
- Bakteri ungu, memiliki pigmen ungu, merah atau kuning disebut bakteriopurpurin

Contoh bakteri kemoautotrof:

- Bakteri nitrifikasi, yang terdiri *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrobacter*.
- *Nitrospira*, *Nitrosocystis*.

b. *Bakteri heterotrof*

Bakteri tipe ini tidak dapat mengubah zat anorganik menjadi zat organik, sehingga untuk keperluan makannya bergantung pada zat organik yang ada di sekitarnya. Bakteri heterotrof dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

- Parasit, bakteri yang kebutuhan zat makanan tergantung pada organisme lain. Contoh: *Treponema* hidup pada manusia, *Borrelia* hidup pada hewan dan manusia.
- Saprofit, bakteri yang memperoleh makanan dari sisa-sisa zat organik. Bakteri jenis ini memiliki kemampuan untuk merombak zat organik menjadi zat anorganik. Contoh: Bakteri *Escherichia coli* yang hidup pada colon (usus besar) manusia. Dalam keadaan tertentu dapat mengubah asam semut menjadi CO_2 dan H_2O . *Thiobacillus denitrificans* dapat menguraikan senyawa nitrat menjadi nitrit.

B. Reproduksi Bakteri

Bakteri berkembangbiak dengan cara membelah diri secara biner. Pada kondisi yang menguntungkan bakteri membelah dengan sangat cepat, yaitu antara 15 – 20 menit. Sehingga dalam waktu satu hari jumlahnya menjadi jutaan.

Selain dengan pembelahan biner juga dapat berkembangbiak secara seksual yang berbeda dengan perkembangbiakan organisme eukariota. Ada yang menyebutnya paraseksual, yaitu bukan merupakan peleburan gamet jantan dan gamet betina, tetapi berupa pertukaran materi genetik yang disebut dengan rekombinasi genetik. ADN yang terbentuk hasil rekombinasi kedua gen tersebut dinamakan gen rekombinan. Rekombinasi genetik ini dibedakan menjadi tiga cara, yaitu: transformasi, transduksi, dan konjugasi.

1. Transformasi

Dengan ditemukannya transformasi pada bakteri dapat dibuktikan bahwa ADN merupakan bahan genetik. Selanjutnya penemuan ini menjadi kunci dalam biologi molekul dan genetika modern.

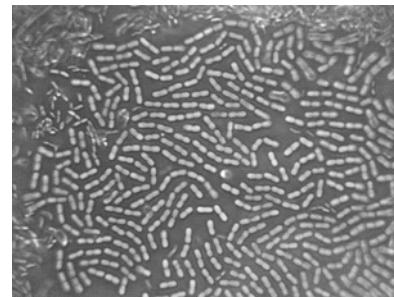
Pada proses transformasi fragmen ADN bebas bakteri dimasukkan ke dalam sel bakteri resepien (penerima), selanjutnya fragmen ADN ini bersatu dengan genom resepien. Hanya strain-strain kompeten (“Competent”) dari genera-genera bakteri tertentu yang dapat ditransformasikan. Strain kompeten ialah suatu sel bakteri yang dapat mengambil suatu molekul ADN dan mentransformasikannya, misalnya: *Streptococcus pneumoniae*, *Bacillus*, *Haemophilus*, *Neisseria* dan *Pseudomonas*.

Mekanisme transformasi sebagai berikut ADN donor ditarik oleh sel resepien, kemudian ADN donor terpisah menjadi dua, ADN resepien sebagian lepas meninggalkan tempatnya, selanjutnya ADN donor menggantikan tempat ADN resepien yang ditinggalkannya tersebut. Sehingga terbentuklah ADN rekombinan hasil hibrid antara ADN donor dengan ADN resepien. Selanjutnya ADN rekombinan melakukan replikasi untuk berkembang biak.

Proses transformasi ini diketahui pertama kali oleh Frederick Griffith.

2. Transduksi

Proses transduksi ini diketemukan oleh Norton Zinder dan Joshua Lederberg pada tahun 1952. Reproduksi bakteri cara ini tidak melalui kontak langsung dua bakteri, tetapi diperlukan adanya materi sebagai perantara yaitu virus yang hidup pada inang bakteri (*Bacteriophage*).



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 3.1 Pembelahan biner bakteri

INFO (Kebenaran Konsep)
Eubakteria/Bakteri, bersifat kosmopolit, dinding sel dari peptidoglikan.

3. Konjugasi

Pada proses konjugasi diperlukan kontak langsung antara sel donor dengan sel resepien agar terjadi pemindahan bahan genetik. Pada proses konjugasi dapat dipindahkan bahan genetik yang lebih panjang. Kemampuan untuk bertindak sebagai donor atau resepien ditentukan oleh materi genetik disebut faktor kelamin (“faktor seks”) atau faktor F. Sel resepien dinyatakan dengan F. Proses konjugasi hanya dapat ditunjukkan pada bakteri Gram negatif, misalnya: *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginea*.

Pertumbuhan bakteri dipengaruhi beberapa faktor antara lain: suhu, kelembaban, cahaya matahari, zat kimia, ketersediaan cadangan makanan dan zat sisa metabolisme.

C. Peranan Bakteri Bagi Kehidupan

Selain merugikan manusia, hewan dan tumbuhan bakteri juga banyak yang menguntungkan bagi kehidupan.

Berbagai bakteri yang menguntungkan antara lain:

1. *Bacillus thuringensis*, sebagai agensi pengendali hidup bagi tanaman kobis, kapas, jagung, tembakau, dan pemberantasan nyamuk vektor penyakit malaria dan demam berdarah.
2. *Agrobacterium tumefaciens* untuk pembuatan tanaman transgenik, baik untuk tujuan resistensi terhadap hama dan penyakit, daya simpan produk, maupun untuk peningkatan nutrisi.
3. *Rhizobium leguminosarum*, hidup pada bintil-bintil akar tanaman Leguminosae dan mampu mengikat nitrogen bebas dari udara, sehingga dapat menyuburkan tanaman. Jenis lain yang mampu memfiksasi nitrogen adalah Azotobacter.
4. Bakteri *Nitrosococcus*, *Nitrosomonas*, dan *Nitrobacter* berperan dalam menyuburkan tanaman.
5. *Lactobacillus bulgaricus* untuk membuat youghurt.
6. *Acetobacter xylinum* untuk membuat nata de coco dari air kelapa.
7. *Bacillus brevis* untuk menghasilkan antibiotic tirotrisin, *Bacillus polymyxa* menghasilkan polimiksin, *Bacillus substillis*, menghasilkan basitrasin.
8. *Methanobacterium* berperan dalam pembuatan bio gas sebagai bahan bakar.

Bakteri yang merugikan antara lain seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.3

No.	Nama Bakteri	Penyakit yang ditimbulkan
1.	<i>Treponema pallidum</i>	Sifilis
2.	<i>Diplococcus pneumonia</i>	Radang paru-paru/Pneumonia
3.	<i>Vibrio cholerae</i>	Kolera
4.	<i>Pasteurela pestis</i>	Sampar/pes
5.	<i>Neisseria gonorrhoe</i>	Kencing nanah/raja singa
6.	<i>Salmonella typhosa</i>	Tipes
7.	<i>Shigella dysentriiae</i>	Disentri
8.	<i>Bacillus antraxis</i>	Antrak pada domba, sapi, kerbau
9.	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	TBC
10.	<i>Clostridium tetani</i>	Tetanus
11.	<i>Xanthomonas citri</i>	Kanker batang pada jeruk

KEGIATAN

(Kecakapan Akademik)

Tujuan : Mengamati bentuk-bentuk bakteri Rhizobium

Alat dan bahan : Bintil-bintil akar tanaman kacang-kacangan, mikroskop dengan perangkatnya, pinset, silet/ pisau.

Cara kerja :

Cuci bersih bintil-bintil akar berbagai tanaman, kemudian potonglah dengan silet, oleskan potongan bintil tersebut pada kaca objek, tetesi sedikit air dan tutup dengan gelas. Amati di bawah mikroskop lalu gambarlah hasil pengamatanmu.

Pertanyaan:

1. Apakah bentuk bakteri yang kamu lihat dari berbagai bintil akar kacang-kacangan tersebut sama? Mengapa?
2. Buatlah kesimpulan dari hasil pengamatanmu terhadap bakteri tersebut!
3. Apakah manfaat bakteri yang kamu amati tersebut terhadap inangnya? Jelaskan!

TUGAS

(Semangat Berwirausaha)

Tujuan : Membuat nata de coco

Alat dan bahan : Air kelapa 1 lt (1000 cc), asam cuka, gula pasir, asam benzoate, air, starter *Acetobacter xylinum*, saringan, dan kompor

Cara kerja :

1. Air kelapa disaring hingga bersih dari kotoran.
2. Panaskan dengan ditambah gula 675 gr.
3. Tuangkan pada nampang hingga dingin dan ditambah asam cuka hingga pH 4,5.
4. Inokulasi starter *Acetobacter xylinum*.
5. Tutup dengan koran yang steril (koran disterika dulu).
6. Peram dalam tempat yang aman selama 2 minggu. Dalam waktu 2 minggu terbentuklah lapisan nata de coco.

Mintalah teman kalian untuk mencicipi nata de coco karya kalian. Bagaimana komentarnya?

Jika akan dikonsumsi cucilah lembaran nata de coco tersebut, hilangkan asamnya dengan cara merendam selama 2-3 hari. Tahukah kalian, karena rasanya yang khas itu nata de coco mempunyai nilai ekonomi?

TUGAS

(Semangat Berkreativitas)

Lakukan perbaikan seperti cara membuat nata de coco, tetapi bahan air kelapa digantikan dengan bahan lain (limbah beras/leri). Kemudian buatlah laporan dalam bentuk tulisan!

KECAKAPAN AKADEMIK

Jodohkan lajur kanan dengan lajur kiri hingga membentuk pasangan yang sesuai!

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Penyederhana selulosa | A. Peptidoglikan |
| 2. Halofil ekstrim | B. <i>Lachnospira multiparus</i> |
| 3. Eubacteria | C. <i>Diplococcus pneumoniae</i> |
| 4. Archaebacteria | D. Sensitif toxin dipteri |
| 5. Koloni dua-dua | E. Peritrik |
| 6. <i>Triponema pallidum</i> | F. Amfitrik |
| 7. Pemindahan satu gen pada sel inang | G. Transformasi |
| 8. Pengikat nitrogen bebas | H. Transduksi |
| 9. <i>Acetobacter</i> | I. <i>Rhizobium</i> |
| 10. Pemindahan lebih dari satu gen | J. Danau Garam |
| | K. Nata de coco |
| | L. Sifilis |

RANGKUMAN

Bakteri merupakan mikroorganisme uniseluler, inti sel tersusun atas DNA, prokariotik. Organisme prokariotik ini secara fundamental dibedakan menjadi dua yaitu Archaebacteria dan Eubacteria (bakteri) berdasarkan struktur RNA-nya. Archaebacteria meliputi metagenik, halofit ekstrim dan asidofilik.

Bentuk-bentuk bakteri ada tiga macam yaitu coccus, basil dan spirillum. Cara memperoleh makanan ada yang autotrof (yang memiliki klorofil) dan ada

yang heterotrop parasit maupun heterotrof saprofit. Selain itu juga ada yang aerob ada pula yang anaerob.

Reproduksi bakteri secara vegetatif dengan pembelahan biner dan pertukaran materi genetika (para seksual) melalui transformasi, transduksi, serta konjugasi.

Bakteri ada yang merugikan karena menyebabkan penyakit, misal *Bacillus antraxis*, dan *Salmonella typosa*. Bakteri yang menguntungkan bagi kehidupan, misalnya untuk pembuatan nata de coco, antibiotik, youghurt, asam cuka, alkohol.

UMPAN BALIK

Setelah mempelajari buatlah sebuah tabel yang menunjukkan perbedaan antara Eubacteria dan Archaebacteria.

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

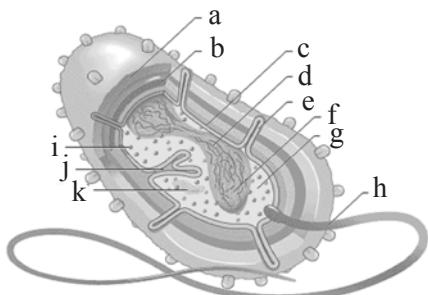
A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Tubuh bakteri disusun oleh sel yang bersifat prokariotik, artinya
 - a. selnya amat kecil dan transparan
 - b. selnya tidak memiliki sitoplasma
 - c. tidak memiliki selaput yang membungkus intinya
 - d. penyebab suatu penyakit
 - e. tidak memiliki selaput yang membatasi sel
2. Gambar di bawah ini yang menunjukkan bakteri sarcina adalah
 - a. OOOOO
 - b. OO OO
 - c. OO
OO
 - d. -----
 - e. -- - - --
3. Archaebacteria dan Eubacteria dibedakan berdasarkan
 - a. analisis molekuler
 - b. alat gerak
 - c. cara memperoleh makanan
 - d. membran sel
 - e. kebutuhan oksigen
4. Morfologi bakteri berbentuk bola berkoloni disebut
 - a. diplococcus
 - b. streptococcus
 - c. streptobacillus
 - d. stafilococcus
 - e. sarsina

- 5.
- 
- Bakteri yang memiliki bentuk seperti gambar berikut disebut
- a. atrik
 - b. amfitrik
 - c. peritrik
 - d. lofotrik
 - e. monorik
6. Pada bintil akar tanaman Leguminoceae terdapat simbion berupa bakteri
- a. *Nitrosococcus*
 - b. *Nitrosomonas*
 - c. *Nitrobacter*
 - d. *Rhizobium*
 - e. *Methanobacterium*
7. Bakteri yang mampu mengubah senyawa nitrit menjadi nitrat adalah
- a. *Methanogenik*
 - b. *Nitrosococcus*
 - c. *Nitrosomonas*
 - d. *Nitrobacter*
 - e. *Azotobacter*
8. Besi dapat berkarat, hal ini disebabkan oleh aktivitas bakteri kelompok
- a. termoasidofil
 - b. halofil ekstrim
 - c. methanogen
 - d. kemosintetik
 - e. sulfur
9. Archaeabacteria yang terdapat didalam saluran pencernaan mamalia (sapi, kambing) yang dapat mencerna selulosa adalah
- a. *Pseudomonas aeruginosa*
 - b. *Lachnospira multiparus*
 - c. *Succimonas amilotica*
 - d. *Remunococcus albus*
 - e. *Methanobacterium*
10. Bakteri yang menguntungkan bagi kita yang dinamakan *Acetobacter xylinum* berperan dalam pembuatan
- a. nata de coco
 - b. antibiotik
 - c. youghurt
 - d. asam cuka
 - e. alkohol
11. Reaksi tubuh kita jika terinfeksi oleh bakteri adalah
- a. sistem pertahanan tubuh akan membentuk hormon
 - b. sistem pertahanan tubuh akan membentuk enzim
 - c. sistem pertahanan tubuh akan membentuk kapsul
 - d. sistem pertahanan tubuh akan membentuk antigen
 - e. sistem pertahanan tubuh akan membentuk antibody
12. Cyanobacteria memiliki kesamaan dengan bakteri, yaitu
- a. uniseluler
 - b. prokariotik
 - c. eukariotik
 - d. metaseluler
 - e. berflagela
13. Energi yang diperlukan oleh bakteri dihasilkan oleh organel
- a. lamella fotosintetik
 - b. dinding sel
 - c. ribosom
 - d. mitokondria
 - e. mesosom
14. Gen bakteri yang lazim ditransplantasikan pada tanaman melalui rekayasa genetika agar tanaman dapat terbebas dari serangan hama dan penyakit adalah
- a. bakteri *Rhizobium*
 - b. bakteri *Nitrosomonas*
 - c. bakteri sulfur
 - d. bakteri *Nitrosococcus*
 - e. bakteri *Thuringensis*
15. *Lactobacillus bugaricus*, adalah jenis bakteri yang dimanfaatkan untuk
- a. memproduksi gasbio (metana)
 - b. menyuburkan tanaman karena mengikat nitrogen bebas
 - c. menetralisir limbah minyak
 - d. membuat minuman yoghurt
 - e. memproduksi pupuk organik

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Sebutkan bagian-bagian bakteri di bawah ini!



2. Jelaskan perkembangbiakan bakteri dengan cara transformasi!
3. Apakah perbedaan antara organisme prokariotik dan eukariotik?
4. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan bakteri!
5. Jelaskan cara bakteri memperoleh makanan!

BAB 4

PROTISTA



Sumber: <http://image.google.com>

Protista adalah kelompok makhluk hidup yang mempunyai ciri-ciri morfologi dan fisiologi seperti tumbuhan, hewan, dan jamur. Sebagian anggota protista bersifat parasit (merugikan) tetapi ada pula yang bermanfaat bagi kehidupan manusia, misalnya untuk memadatkan es krim.

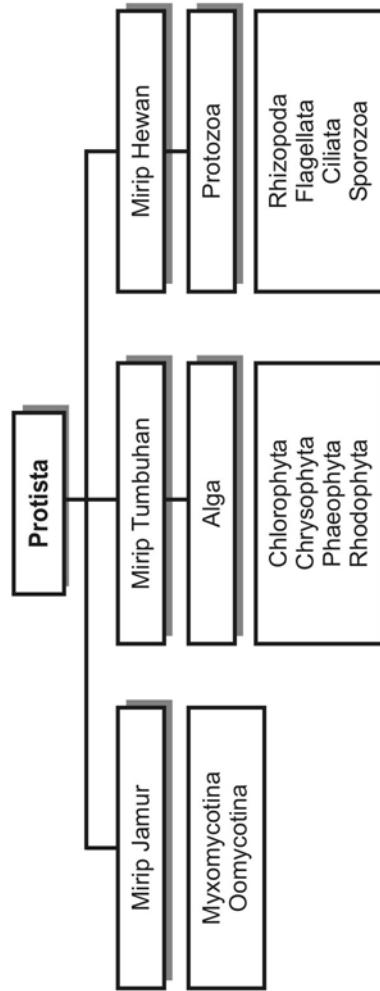
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat menjelaskan ciri-ciri umum filum kingdom Protista;
- dapat menjelaskan peranan Protista bagi kehidupan.

Kata-kata kunci

- jamur
- ganggang
- protozoa
- reproduksi seksual
- reproduksi aseksual
- konjugasi

Peta Konsep



Protista merupakan suatu organisme yang sel penyusunnya memiliki inti yang bersifat eukariotik, sama seperti tumbuhan atau hewan tingkat tinggi. Inti sel mengandung kromosom dan pada reproduksi vegetatif sel mengalami pembelahan secara mitosis. Sitoplasmanya mengandung mitokondria dan vakuola-vakuola, membran selnya mempunyai hubungan kontinyu dengan endoplasmik retikulum dan membran inti. Alat pergerakannya (silia, flagel) merupakan susunan benang-benang yang kompleks. Tempat hidupnya ada yang di air tawar, laut, dan darat. Parasit pada organisme lain. Hidupnya ada yang soliter (sendiri-sendiri) membentuk koloni metaseluler.

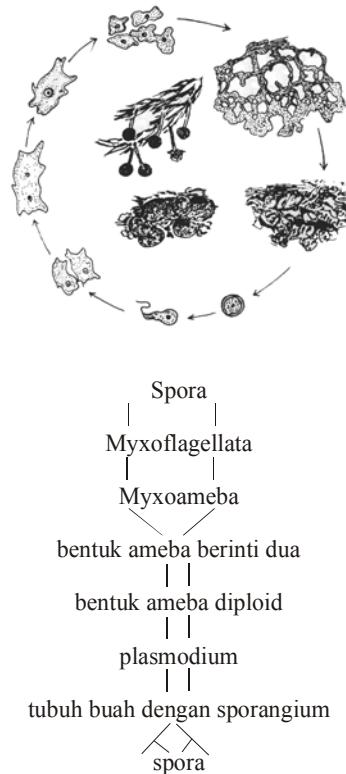
Pada buku ini, Protista dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu: Protista mirip jamur, mirip tumbuhan, dan mirip hewan.

1. Protista mirip jamur

a. Myxomycotina

Beberapa sifat yang dimiliki Myxomycotina mirip dengan jamur, struktur vegetatif Myxomycotina ini dinamakan plasmodium, merupakan masa sitoplasma berinti banyak dan tidak dibatasi oleh dinding sel yang kuat. Plasmodium dapat bergerak dengan gerakan ameboid di atas substrat dan dapat mencerna mikroba kecil lainnya ataupun partikel-partikel bahan organik yang membosuk di dalam selnya. Selama kondisinya baik, plasmodium melanjutkan perkembangan vegetatifnya (masa sel bertambah dan pembelahan inti terus-menerus). Jika plasmodium merayap ke tempat yang kering maka akan dibentuk badan-badan buah ("fruiting bodies") yang strukturnya kompleks. Dengan berkembangnya badan buah ini maka terbentuklah spora berinti satu yang diselubungi dinding sel di dalam badan buah itu. Spora itu terbentuk dari inti plasmodium yang masing-masing memisahkan diri ke dalam bagian-bagian yang dibatasi oleh dinding sel.

Spora-spora yang telah lepas dari badan buah akan menjadi gamet-gamet amoeboid yang berflagel, kemudian tiap pasang gamet akan bergabung menjadi zigot yang berflagel. Kemudian zigot kehilangan flagel dan menjadi plasmodium kembali. Jadi, inti plasmodium diploid dan meiosis berlangsung kembali pada waktu akan terbentuknya spora-spora. Perhatikan Gambar 4.1.

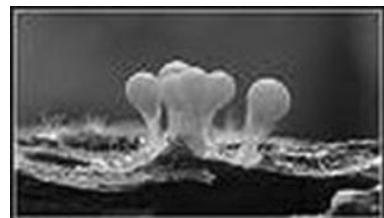


Sumber: *Taksonomi Tumbuhan*, 1981

▲ Gambar 4.1 Daur hidup *Puligo varians*

b. *Slime Mold (jamur lendir)*

Habitat Protista mirip jamur ini (Gambar 4.2) ada di air tawar, tanah lembab, serasah daun dan tumbuhan atau batang kayu yang roboh. Organisme ini kemungkinan berhubungan dekat dengan amoeba, hal ini berdasarkan adanya kemiripan tingkah laku anggota jamur lendir tersebut dengan amoeba, yaitu bergerak dengan menggunakan kaki semu. Kaki semu digunakan untuk memfagosit bakteri atau mikroorganisme lainnya. Ciri khas organisme ini massa sel-selnya terpisah oleh membran, tidak seonositik dan merupakan organisme haploid.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 4.2 Slime Mold

2. Protista mirip tumbuhan (ganggang)

Tubuh alga/ganggang tidak dapat dibedakan antara akar, batang, dan daun. Tubuhnya berupa thalus, sehingga dimasukkan ke dalam golongan thalophyta. Struktur tubuhnya beraneka ragam, ada yang uniseluler dan koloni dalam bentuk benang/pita, ada pula yang multisel dalam bentuk lembaran. Ada ganggang yang memiliki alat gerak sehingga dapat bergerak bebas, ada pula yang tidak dapat bergerak.

Ganggang memiliki pigmen hijau daun yang disebut klorofil, sehingga dapat melakukan fotosintesis untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Selain itu ganggang juga memiliki pigmen tambahan yang dominan.

Habitat ganggang ada di lingkungan berair, menempel pada batuan (epilitik), tanah/lumpur/pasir (epipalik), menempel pada tumbuhan sebagai (epifitik), dan menempel pada tubuh hewan (epizoik).

Reproduksi alga ada beberapa macam cara antara lain:

- Melalui pembelahan sel yang menghasilkan dua sel anakan, masing-masing menjadi individu baru. Reproduksi ini terjadi pada ganggang bersel satu.
- Fragmentasi, yaitu pecahnya koloni menjadi beberapa bagian. Reproduksi ini terjadi pada ganggang yang berkoloni.
- Melalui pembentukan zoospora. Zoospora merupakan sel tunggal yang diselubungi oleh selaput dan dapat bergerak atau berenang bebas dengan menggunakan satu atau dua flagelnya. Zoospora merupakan calon individu baru.
- Reproduksi seksual, yaitu melalui peleburan gamet jantan dan gamet betina untuk membentuk zigot yang nantinya tumbuh menjadi individu baru. Macamnya antara lain: isogami, peleburan gamet jantan dan betinanya yang

berukuran sama. Jika terjadi peleburan gamet zigot akan mengalami dormansi yang disebut zigospora. Pada Oogami gamet-gametnya memiliki ukuran yang bervariasi. Gamet betina (telur) tidak bergerak, berukuran lebih besar. Gamet jantan berukuran lebih kecil dan dapat bergerak. Jika terjadi fertilisasi maka akan terbentuk zigot dan zigot mengalami dormansi yang disebut oospora.

Berdasarkan dominasi pigmennya ganggang dibedakan menjadi beberapa kelompok, yaitu ganggang hijau, ganggang keemasan, ganggang cokelat, ganggang merah.

a. *Ganggang Hijau (Chlorophyta)*

Ganggang ini banyak dijumpai pada tempat-tempat yang lembab, air tawar, laut. Pigmen-pigmen yang dimilikinya adalah pigmen hijau (klorofil) a, b, b-karoten dan xantofil. Ciri-ciri Chlorophyta, yaitu struktur tubuhnya ada yang uniseluler soliter, ada pula yang berkoloni (berkelompok).

Bentuk tubuh Chlorophyta bermacam-macam ada yang bulat, berbentuk filamen, lebaran dan ada yang menyerupai tumbuhan tinggi. Kloroplasnya juga memiliki bentuk bermacam-macam, ada yang seperti bintang, seperti mang-kok jala, ada pula yang seperti busa. Di dalam kloroplas terdapat DNA dan kromosom, juga pirenoid sebagai tempat penyimpanan hasil fotosintesis berupa amilum, lemak. Organ sel yang dimiliki selain kloroplas, yaitu badan golgi, mitokondria, dan retikulum endoplasma. Stigma (bintik mata merah) dimiliki oleh ganggang hijau yang motill (bergerak). Di dalam sitoplasma terdapat vakuola kontraktile sebagai alat osmoregulasi untuk mengatur tekanan osmosis. Tubuhnya memiliki bentuk yang tetap, inti selnya bersifat prokariotik karena inti sel telah memiliki membran. Ganggang hijau yang dapat bergerak memiliki dua flagella yang ukurannya sama panjang.

Habitat ganggang hijau di lingkungan air tawar, laut, tanah-tanah yang basah, namun ada pula di tempat yang kering. Karena memiliki klorofil, ganggang ini dapat melakukan fotosintesis dan bersifat autotrof. Selain itu ada juga yang cara hidupnya membentuk simbiosis bersama organisme lain, misalnya dengan jamur membentuk lichenes (lumut kerak).

Ganggang hijau berkembang biak secara vegetatif, maupun generatif. Perkembangbiakan dilakukan dengan fragmentasi dan dengan menghasilkan zoospora. Spora dapat bergerak sehingga dapat berpindah tempat, bentuknya seperti buah pir dengan dua sampai empat bulu

cambuk (flagella). Adapun reproduksi generatifnya berlangsung dengan cara konjugasi, yaitu perpaduan dua gamet yang membentuk zigospora. Zigospora ini tidak memiliki alat gerak, sehingga tidak dapat berpindah tempat. Contoh ganggang hijau, yaitu *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Spirogyra*, dan *Ulva*.

1) *Chlorococcum*

Struktur tubuhnya uniseluler, tidak memiliki alat gerak, hidup di air tawar, secara vegetatif berkembang biak dengan membentuk zoospora. Setiap sel *Chlorococcum* dewasa yang tidak memiliki flagel inti dan plasmanya dapat membelah menjadi delapan hingga enam belas zoospora. Dan setiap zoospora memiliki sepasang flagella atau berflagel dua.

Konjugasi berlangsung jika dua zoospora bergabung membentuk zigospora. Zigospora yang telah dewasa dan masak dinding selnya akan pecah dan menghasilkan beberapa zoospora. Kemudian dalam perkembangan selanjutnya zoospora akan menanggalkan flagelnya dan tumbuh menjadi individu baru.

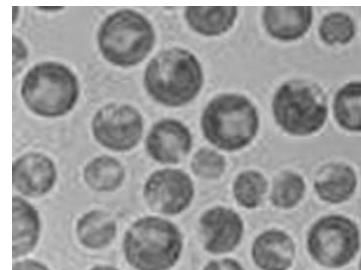
2) *Chlorella*

Ganggang uniseluler berbentuk seperti bola, kloroplasnya menyerupai mangkuk. Habitat *Chlorella* di air tawar, laut maupun di tempat-tempat yang basah. Reproduksi vegetatif dengan membelah. Setiap sel membelah diri dan menghasilkan empat sel baru.

Chlorella memberikan harapan besar untuk mengatasi kebutuhan bahan makan alternatif pada masa yang akan datang. Perkembangbiakannya sangat cepat dalam lingkungan yang baik, suhu ideal untuk fotosintesis berkisar 25° C. Proses di laboratorium *Chlorella* digunakan dalam penelitian fotosintesis. Dalam fotosintesinya menghasilkan karbohidrat, protein dan lemak. Zat organik, karbon dioksida dan mineral yang diberikan pada substrat dan intesitas cahaya serta lamanya penyinaran dapat diatur untuk menghasilkan karbohidrat, lemak maupun protein yang dikehendaki.

3) *Spirogyra*

Spirogyra ini mudah dikenali karena habitatnya di air tawar, ukuran kloroplasnya besar menyerupai pita yang melingkar-lingkar di dalam sel. Kloroplasnya mengandung pirenoid untuk menyimpan hasil berupa fotosintesis amilum.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 4.3 *Chlorella*

Reproduksi vegetatif dengan fragmentasi, sedang secara seksual dengan cara konjugasi yang berlangsung sebagai berikut.

Dua sel filamen yang berbeda jenis (+ dan -) berdekatan, kemudian filamen tersebut membuat tonjolan yang akhirnya bergabung membentuk sebuah saluran/pembuluh yang menghubungkan plasma selnya. Selanjutnya plasma sel berjenis + mengalir menuju plasma – dengan demikian terjadilah penyatuan plasma (plasmogami), yang kemudian diikuti oleh penggabungan inti sel (kariogami). Penyatuan ini menghasilkan zigospora yang diploid. Zigospora bermeiosis menghasilkan empat sel baru yang haploid. Keempat sel ini biasanya satu sel tumbuh menjadi filamen *Spirogyra* yang baru.

3) *Ulva*

Koloni *Ulva* membentuk lembaran setebal dua sel, lebarnya beberapa cm. Habitat *Ulva* di air laut, air payau, menempel pada kayu atau batu-batu karang sepanjang pantai.

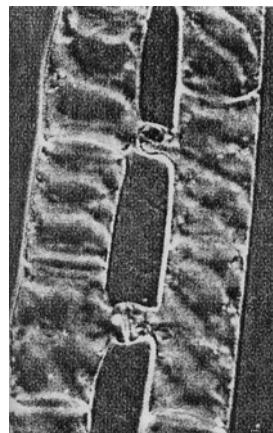
Reproduksi aseksualnya dengan zoospora berflagel empat. Reproduksi seksualnya dengan heterogami, yaitu persatuan gamet jantan dan gamet betina yang berbeda ukuran.

b. *Chrysophyta* (*Ganggang Keemasan*)

Habitat ganggang ini di air tawar, laut, dan tempat basah. Tubuhnya ada yang uniseluler ada pula yang multiseluler dan bentuknya beraneka ragam. Pigmen yang dimiliki berupa klorofil a, klorofil c, karoten, dan xantofil. Ganggang yang uniseluler di perairan sebagai komponen fitoplankton.

Ciri-ciri *Chrysophyta*, antara lain: bentuk talus beraneka ragam, yaitu batang, telapak tangan, dan bentuk-bentuk campuran misalnya pada diatom terdiri dari wadah (hipoteka) dan tutup (epiteka), di antara wadah dan tutup terdapat celah (rafe). Contoh ganggang keemasan yang terkenal, yaitu diatomae, yang cara reproduksinya dapat dijelaskan sebagai berikut.

Reproduksi aseksualnya dengan cara membelah, yaitu sel diatomae membelah diikuti pembelahan plasmanya menjadi dua, yaitu satu tutup dan yang lain berupa kotaknya. Selanjutnya masing masing untuk tutup akan membentuk kotak baru dan kotaknya membentuk tutup baru juga.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 4.4 Konjugasi *Spirogyra*

Pembelahan seperti ini berlangsung berulang-ulang sampai didapatkan diatom yang ukurannya kecil sekali kemudian mati.

Jika sel mencapai bentuk minimum, protoplas akan keluar menjadi badan yang disebut aukospora. Aukospora tumbuh dan mencapai ukuran normal sehingga terbentuklah kotak dan tutup seperti semula.

Reproduksi generatifnya secara oogami, yaitu sel diatom mengalami reduksi sehingga terbentuklah gamet-gamet yang haploid, berupa sel telur dan sperma. Sel telur dan sperma akan bertemu dan melakukan pembuahan. Dengan demikian akan dihasilkan zigot, yang akan tumbuh menjadi individu dewasa.

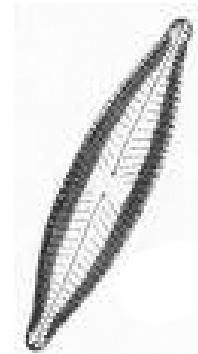
Dalam kehidupan manusia, ganggang keemasan mempunyai manfaat. Khusus diatom (*Navicula*) yang telah mati dan mengendap di dasar laut membentuk endapan tanah yang bermanfaat sebagai bahan penggosok, penyekat dinamit, bahan pembuatan cat, pernis, bahan dasar industri kaca, penyaring dan piringan hitam.

Ganggang yang termasuk Chryzopyta: *Diatom (Navicula)*, *Ochromonas*, *Vaucheria*. *Navicula* sebagai pembentuk tanah diatom.

c. Ganggang Cokelat (*Phaeophyta*)

Bentuk tubuh ganggang cokelat menyerupai tumbuhan tingkat tinggi, panjangnya sampai beberapa meter. Sebagian besar tumbuh di laut yang agak dingin dan sedang, hanya beberapa jenis yang hidup di air melekat pada batuan dengan alat pelekatnya semacam akar, talusnya mengapung di perairan. Disebut ganggang cokelat karena ganggang ini berwarna kecokelatan karena memiliki pigmen fukosantin. Selain fukosantin, pigmen lain yaitu klorofil a, klorofil c, violaxantin, b-karotin, dan diadinoxantin. Contoh ganggang cokelat antara lain *Sargassum*, *Macrocystis*, *Fucus*, *Turbinaria*.

Ganggang cokelat memiliki ciri-ciri sebagai berikut: ukuran talusnya mikroskopis sampai makroskopis. Berbentuk filamen bercabang, tidak bercabang, dan ada juga yang tegak. Memiliki kloroplas tunggal berbentuk seperti benang ada pula yang berbentuk cakram (discoid). Kloroplasnya mengandung pirenoid untuk menyimpan cadangan makanan berupa laminarin. Pada dinding sel dan ruang intersel terdapat algi (asam alginat), bagian dalam dinding sel tersusun oleh lapisan selulosa. Ganggang cokelat



Sumber: <http://imagegoogle.com>

▲ Gambar 4.5 *Navicula*



Sumber: <http://image google.com>

▲ Gambar 4.6 *Sargassum*

mempunyai jaringan untuk transportasi seperti tumbuhan tingkat tinggi.

Reproduksi ganggang cokelat dapat terjadi secara aseksual maupun seksual. Reproduksi aseksual dengan cara fragmentasi, dengan pembentukan zoospora berflagella. Adapun, reproduksi seksualnya dengan cara oogami atau isogami.

Ujung-ujung lembaran talusnya yang fertil membentuk suatu badan yang mengandung alat pembiak disebut *reseptakel*. Di dalam reseptakel ini terdapat *konseptakel* yang mengandung anteridium yang menghasilkan sel kelamin jantan berupa spermatozoid dan oogonium yang menghasilkan sel telur (ovum) dan benang-benang mandul yang disebut parafisis.

Anteridium berupa sel-sel berbentuk corong yang muncul dari dasar dan tepi konseptakel, oogonium berupa badan yang duduk di atas tangkai. Jika spermatozoid dapat membuahi sel telur akan terbentuklah zigot. Zigot lalu membentuk dinding selulosa dan pektin kemudian melekat pada suatu substrat, selanjutnya tumbuh menjadi individu baru yang kromosom tubuhnya diploid.

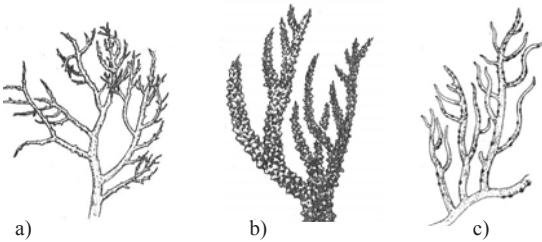
d. Ganggang merah (*Rhodophyta*)

Rhodophyta habitatnya di air laut, sering disebut dengan nama rumput laut karena bentuk tubuhnya seperti rumput. Talusnya bersel banyak dan berbentuk seperti lembaran berwarna merah sampai ungu tetapi ada juga yang pirang atau kemerahan-merahan. Pigmen dominan yang dimiliki adalah pigmen warna merah yang disebut fikoeritrin, pigmen lain berupa pigmen fotosintetik fikobilin, klorofil a, klorofil b, dan karotenoid.

Ciri ganggang merah, yaitu tidak memiliki flagella, dinding selnya berlapis-lapis dan mampu menimbun kalsium karbonat (CaCO_3). Kloroplasnya mengandung pirenoid untuk menyimpan hasil fotosintesis, berupa tepung fluoride (sejenis karbohidrat), floridosid (senyawa gliserin dan galaktosa) dan tetes-tetes minyak. Floridosid akan berwarna kemerahan jika ditambah dengan iodium.

Beberapa contoh ganggang merah antara lain: *Gracilaria*, *Gelidium*, *Eucheuma spinosum*, *Batrachospermum*, *Scinaiafurcellata*.

Manfaat ganggang merah dalam kehidupan sebagai penghasil agar-agar, sebagai bahan makanan, mengeraskan es krim dan yoghurt, bahan untuk obat, bahan kosmetika, untuk mengemulsiikan lemak cokelat batangan.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 4.7 Ganggang merah: a. *Gelidium*, b. *Eucheuma*, dan c. *Gracilaria*

3. Protozoa (Protista mirip hewan)

Protozoa mempunyai bentuk dan ukuran bervariasi, ukuran tubuhnya kurang dari 10 mikron, meskipun ada juga yang mencapai 6 mm. Protozoa di perairan sebagai komponen zooplankton. Bakteri, protista lain, dan materi-materi organik yang telah mati dan hancur (detritus) sebagai bahan makanannya.

Cara hidupnya ada yang soliter, ada pula yang koloni. Jika keadaan lingkungannya kurang menguntungkan protozoa dapat melindungi dirinya dengan membentuk kista. Jika lingkungan kembali normal protozoa akan aktif lagi. Dalam memperoleh makan protista mirip hewan ini ada yang parasit, saprofit, dan hidup bebas.

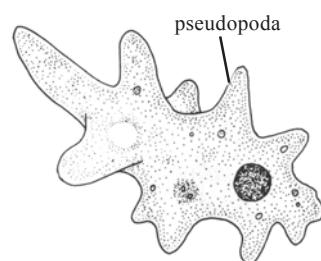
Protozoa uniseluler telah mempunyai organel-organel sel seperti membran plasma, mitokondria, sitoplasma, dan inti sel. Berdasarkan alat geraknya protozoa dibedakan menjadi: Rhizopoda, Ciliata, Flagellata dan Sporozoa.

Reproduksinya secara aseksual dengan membelah diri, sedangkan secara seksual dengan konjugasi (perpaduan individu yang belum diketahui jenis kelaminnya).

a. Rhizopoda

Tempat hidup Rhizopoda di air tawar, air laut, tempat-tempat yang lembap, namun ada juga yang hidup di dalam tubuh organisme lain (hewan dan manusia). Untuk lebih mudah mempelajari marilah kita ambil salah satu contohnya, yaitu *Amoeba*.

Amoeba bentuknya tidak tetap (berubah-ubah), bagian luar tubuhnya diselimuti membran sel/membrane plasma sebagai pelindung isi sel. Membran ini berfungsi untuk membentuk kaki semu (pseudopodia), pertukaran gas (O_2 dan CO_2), memasukkan makanan (fagosit), ekskresi, serta menanggapi rangsang dari sekitarnya. Sitoplasmanya dibedakan menjadi ektoplasma atau



Sumber: Biologi, 1983

▲ Gambar 4.8 Amoeba

plasma bagian luar yang lebih kental dari pada endoplasma (plasma bagian dalam). Bagian tengah tubuhnya terdapat nukleus, terdapat dua macam vakuola, yaitu vakuola kontraktif dan non kontraktif.

Ada dua macam *Amoeba*, yaitu *Ektoamoeba* dan *Entamoeba*. *Ektoamoeba* adalah amoeba yang hidup bebas diluar tubuh makhluk hidup, misalnya *Amoeba proteus*, *Chaos carolinense*. *Entamoeba* adalah amoeba yang hidup di dalam tubuh organisme, misalnya *Entamoeba histolytica*, yang hidup di dalam usus halus, parasit, dapat menyebabkan penyakit disentri amoebawi (amoebiasis, rusaknya jaringan tubuh, yaitu eritosit dan getah bening, sehingga faeces penderita bercampur darah dan lendir). Adapun, *Entamoeba coli* hidup di dalam colon, tidak parasit tetapi kadang-kadang menyebabkan diare (buang air besar terus menerus). *Entamoeba ginggivalis* menguraikan sisa-sisa makanan di sela-sela gigi, sehingga dapat merusak gigi.

Contoh-contoh Rhizopoda yang lain, misalnya *Arcella* yang mempunyai kerangka dari zat kitin. *Diflugia* tubuhnya mengekskresikan lendir sehingga dapat melekatkan pasipasir halus. *Radiolaria* mengandung banyak duri yang terbuat dari zat kitin dan stronsium sulfat. *Radiolaria* yang telah mati akan mengendap di dasar perairan mem-bentuk endapan radiolaria yang dapat digunakan sebagai bahan penggosok serta bahan peledak. *Foraminifera* kerangka luarnya terdiri dari zat silika dan zat kapur, *foraminifera* yang terkenal adalah *Globigerina* yang endapannya dapat sebagai petunjuk adanya tambang minyak bumi.

b. Flagellata

Ciri flagellata ini memiliki satu flagela/bulu cambuk sebagai alat gerak pada salah satu ujung tubuhnya, yang berfungsi untuk memasukkan makanan ke dalam mulutnya. Sebagian besar hidup bebas, saprofor sisa-sisa organisme namun ada juga yang parasit pada hewan dan manusia. Flagellata dibedakan menjadi dua, yaitu Fitoflagellata dan Zooflagellata.

1) Fitoflagellata

Fitoflagellata memiliki plastida Fitoflagellata juga dapat melakukan fotosintesis dan bersifat autotrof. Di lingkungan air sebagai penyusun fitoplankton, fitoflagellata mensuplai makanan bagi organisme lain. Contoh fitoflagellata: *Euglena viridis*, *Nocticula miliaris*, *Volvox globator*.

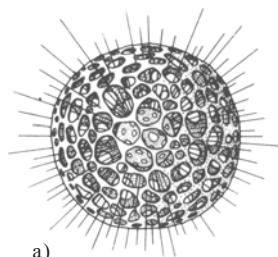
INFO (Kebenaran Konsep)
--

Rhizopoda, ciri khusus memiliki pseudopodia, misalnya *Amoeba proteus*,

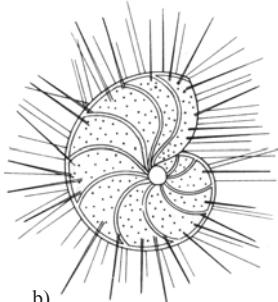
Entamoeba histolytica
Flagellata, ciri khusus memiliki flagel sebagai alat gerak, misalnya *Euglena*, *Volvox*

Ciliata, ciri khusus memiliki cilia sebagai alat geraknya, contoh *Paramecium*

Sporozoa, tidak memiliki alat gerak pergerakannya dengan mengubah posisi tubuhnya, contoh *Plasmodium*



a)

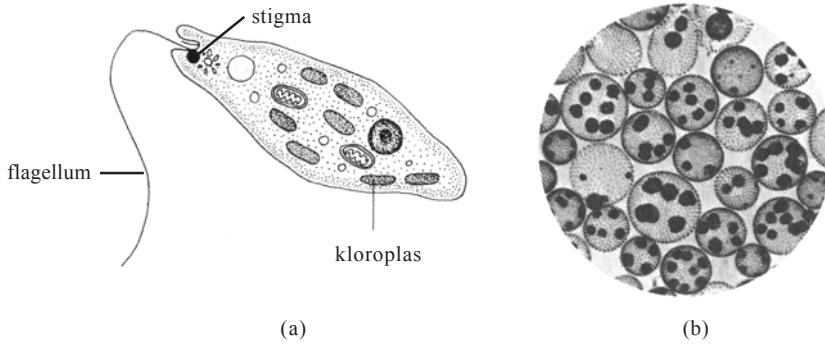


b)

Sumber: *Biologi*, 1983

▲ Gambar 4.9 Macam-macam Rhizopoda

- a. *Radiolaria*
- b. *Foraminifera*



Sumber: *Biologi*, 1983

▲ Gambar 4.10 a. *Euglena viridis*; b. *Volvox globator*

2) Zooflagellata

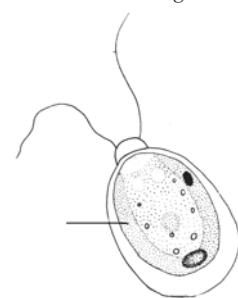
Zooflagellata ada yang cara hidupnya bebas, tapi kebanyakan bersifat heterotrof parasit, dan bentuknya menyerupai hewan. Beberapa contoh zooflagellata yang parasit pada hewan dan manusia dapat kalian perhatikan pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Zooflagellata pada hewan dan manusia.

Nama Jenis	Hospes intermedier	Inang	Jenis penyakit
<i>Trypanosoma lewisi</i>	Kutu tikus	Tikus	
<i>Tryponasoma evansi</i>	Lalat <i>Tabanus</i>	Binatang ternak	Sura (malas)
<i>Trypanosoma brucei</i>	Lalat tse-tse	Binatang ternak	Nagano
<i>Trypanosoma gambiense</i> dan <i>Trypanosoma rhodeiense</i>	Lalat <i>Glossina palpalis</i>	Manusia	Penyakit tidur
<i>Trypanosoma cruzi</i>	<i>Glossina morsitans</i>	Manusia	Penyakit tidur
<i>Giardia lamblia</i>		Anak-anak	Cagas (anemia pada anak-anak)
		Manusia	Disentri

Dirangkum dari berbagai sumber

Contoh lain adalah *Leishmania donovani*, penyebab penyakit kala azar, *Leishmania tropica* dan *Leishmania brasiliensis* penyebab penyakit kulit. Penyakit yang disebabkan oleh *Leishmania* disebut juga leishmniasis, sedangkan yang disebabkan oleh *Trypanosoma* disebut tripanosomiasis.



◀ Gambar 4.11
Chlamydomonas

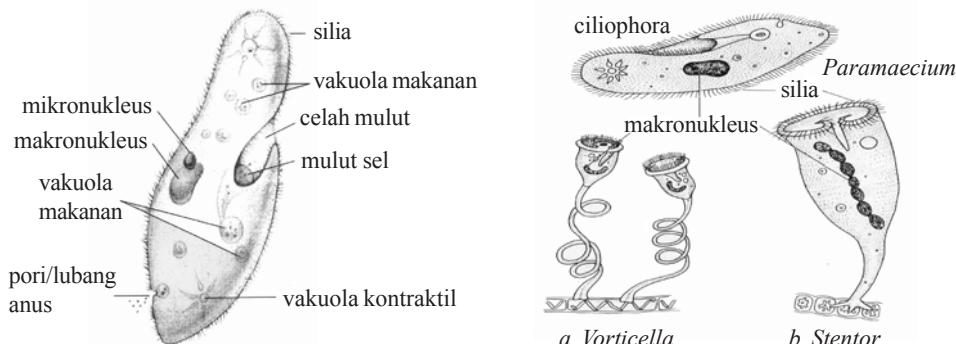
Sumber: *Biologi*, 1983

c. Ciliata

Ciliata disebut juga Ciliophora, dicirikan adanya silia atau rambut getar yang merata di seluruh permukaan tubuh atau di bagian-bagian tertentu dari tubuhnya. Rambut getar ini digunakan untuk bergerak di perairan. Pergerakannya dengan cara menggetarkan seluruh silianya sehingga dapat pindah tempat. Habitatnya pada lingkungan perairan (air tawar/laut) yang kaya akan zat organik. Bentuknya bermacam-macam ada yang seperti sandal, lonceng, corong dan lain sebagainya.

Hewan berbentuk seperti sandal mudah kita dapatkan pada perairan yang mengandung banyak sisa-sisa tumbuhan (misalnya pada air rendaman jerami), contohnya *Paramecium caudatum*.

Paramecium ini memiliki dua inti, yaitu makro nukleus dan mikro nukleus, serta memiliki vakuola kontraktil sebagai alat pengatur osmoregulasi.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 4.12 Bagian-bagian *Paramecium*

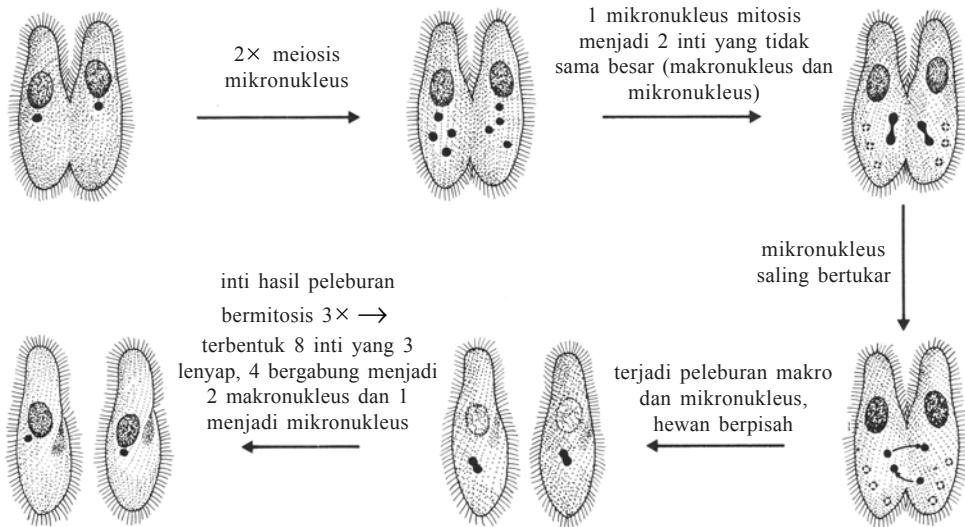
▲ Gambar 4.13 Contoh-contoh Ciliata

Reproduksi *Paramecium* secara aseksual adalah dengan membelah diri secara biner, sedangkan reproduksi seksualnya dengan konjugasi.

Konjugasi pada *Paramecium* sebagai berikut:

- 1) *Paramecium* berdekatan dan saling menempelkan bagian mulutnya
- 2) Mikronukleus membelah berturut-turut menjadi empat mikronukleus, makronukleusnya lenyap/menghilang
- 3) Tiga mikronukleus lenyap, satu mikronukleus membelah lagi menjadi dua mikronukleus yang berbeda ukurannya (besar dan kecil), kemudian mikronukleus yang kecil dipertukarkan antara dua *Paramecium* yang berlekatan tadi sehingga menghasilkan zigot nukleus. Setelah itu *Paramecium* memisah.

- 4) Selanjutnya zigot nukleus membelah tiga kali berturut-turut menghasilkan delapan inti baru
- 5) Kemudian tiga inti lenyap, empat inti bergabung menjadi makronukleus dan satu inti menjadi mikronukleus. Perhatikan Gambar 4.14.
- 6) Pada akhirnya *Paramecium* akan membelah dua kali berturut-turut yang menghasilkan empat *Paramecium* baru.



Sumber: *Biologi*, 1983

▲ Gambar 4.14 Konjugasi *Paramecium*

Kebanyakan ciliata hidup bebas. *Balantidium coli* adalah ciliata yang dapat menyebabkan penyakit diare berdarah pada manusia. Organisme ini hidup pada saluran gastrointestinal beberapa vertebrata.

d. Sporozoa

Sporozoa merupakan anggota Protista yang tidak memiliki alat gerak khusus, sehingga pergerakannya hanya mengubah-ubah posisi tubuhnya. Kebanyakan anggotanya hidup sebagai parasit baik pada hewan maupun manusia. Contoh Sporozoa ini misalnya *Plasmodium* yang hidup pada sel darah merah, menyebabkan penyakit malaria.

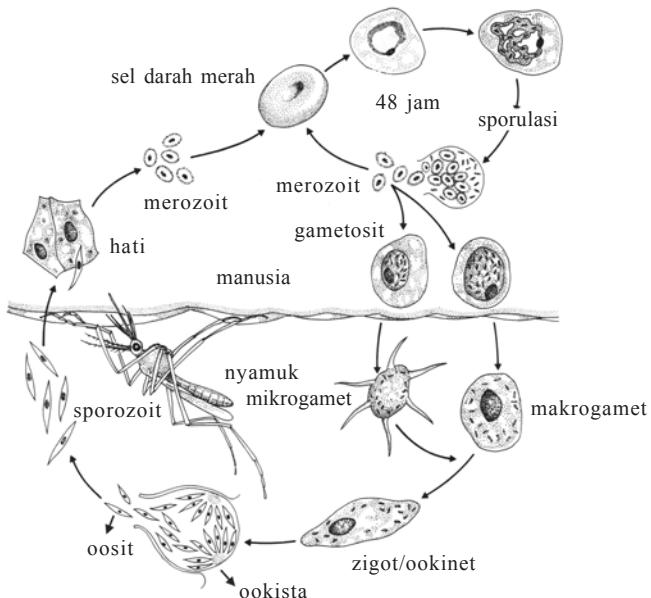
Siklus hidup *Plasmodium*

Apabila seekor nyamuk *Anopheles* betina menghisap darah secara otomatis juga mengeluarkan zat antikoagulan yang menjaga agar darah tidak membeku. Bersama zat antikoagulan tersebut keluarlah sporozoit dan masuk kedalam tubuh manusia. Kemudian bersama aliran darah

sampailah sporozoid-sporozoid tersebut pada hati, tahapan ini disebut tahap eksoeritrositer. Setelah kira-kira 3 hari sporozoit tersebut pindah dari hati kemudian menginfeksi sel darah merah tahapan ini disebut tahap eritrositer. Sporozoit di dalam sel darah merah disebut tropozoit. Dari satu tropozoit akan membelah secara schizogoni menghasilkan 6 – 36 merozoit tergantung jenis spesiesnya. Setelah sel darah merah pecah merozoit mencari sel darah merah yang baru, kejadian ini berlangsung berulang-ulang sehingga dalam waktu singkat dalam tubuh terdapat banyak sekali merosoit. Bersama dengan pecahnya sel darah merah timbul rasa “kedinginan” yang diikuti perasaan demam (panas)

Setelah beberapa waktu merozoit-merozoid menjadi gametosit (calon sel gamet).

Jika darah manusia dihisap oleh nyamuk *Anopheles* betina, maka di dalam tubuh nyamuk gametosit akan berubah menjadi mikrogamet (gamet jantan) dan makrogamet (gamet betina). Jika makrogamet dan mikrogamet melebur, terbentuklah zigot. Zigot akan menjadi ookinet yang bentuknya seperti cacing dan menerobos dinding usus/perut nyamuk dan kemudian membualat, disebut ookista. Dari ookista ini akan dihasilkan beribu-ribu sporozoit. Sporozoit akan sampai pada kelenjar liur nyamuk dan siklus akan berulang kembali (perhatikan Gambar 9.15).



Sumber: Biologi, 1983

▲ Gambar 4.15 Siklus hidup *Plasmodium*

Jenis-jenis *Plasmodium* yang menyebabkan penyakit malaria:

- 1) *Plasmodium falcifarum*, menyebabkan penyakit malaria, masa sporulasinya tidak begitu jelas, antara 1 – 2 x 24 jam
- 2) *Plasmodium vivax* menyebabkan penyakit malaria tertiana, masa sporulasinya setiap 2 x 24 jam
- 3) *Plasmodium malariae*, menyebabkan penyakit malaria kuartana, masa sporulasinya 3 x 24 jam.

TUGAS

(Menumbuhkan Daya Saing)

Buatlah tulisan mengenai salah satu Protista, tentang ciri-ciri, cara reproduksi dan peranannya bagi kehidupan! Bandingkan dengan tulisan teman kalian.

Kegiatan

(Mencari informasi lebih jauh)

Ambillah air dari genangan sawah/sungai/kolam yang terdapat sampah-sampah yang membusuk masukkan ke dalam botol, bawa ke sekolah, kemudian amati dengan mikroskop. Jelaskan hasil pengamatan kalian mengenai: ada tidaknya inti sel, tipe alat gerak, kloroplas, bentuk tubuh, vakuola, sitoplasmanya dan lain-lain. Sajikan data yang kalian peroleh dalam bentuk tabel. Presentasikan hasil pengamatan kalian kepada teman kalian.

Pertanyaan

1. Apakah air yang kalian amati terdapat mikroorganisme?
2. Mengapa pada air genangan/sawah/sungai terdapat banyak protista?
3. Adakah Protista yang kamu amati memiliki klorofil? Termasuk golongan apa Protista tersebut?
4. Adakah yang bergerak dengan pseudopodia (kaki semu)? Termasuk golongan apa Protista tersebut?
5. Adakah yang bergerak dengan rambut getar! Termasuk golongan apa protista tersebut?
6. Dari hasil pengamatanmu buatlah kesimpulan mengenai ciri-ciri Protista secara umum!

RANGKUMAN

Organisme yang termasuk Protista meliputi organisme yang telah memiliki suatu membran yang melindungi intinya (eukariotik). Anggotanya berukuran mikroskopis – makroskopis, menyerupai jamur, menyerupai tumbuhan dan menyerupai hewan. Hal tersebut didasarkan ciri-ciri yang dimilikinya.

Protista mirip jamur karena kesamaan cara reproduksinya. Namun Protista memiliki fase vegetatifnya dapat bergerak secara amoeboid, seperti Myxomycetes, Oomycetes.

Protista mirip tumbuhan karena memiliki kloroplas, bersifat fotoautotrof, dan dapat mensintesi makan sendiri selayaknya tumbuhan. Pigmen yang dimiliki ini digunakan sebagai dasar pengklasifikasian ganggang, yaitu ganggang merah dominasi pigmennya fikoeritrin, ganggang cokelat dominasi pigmennya fukosantin, ganggang hijau dominasi pigmennya klorofil, ganggang keemasan dominasi pigmennya

karoten dan xantofil, meskipun masih ada pigmen tambahan lainnya.

Ukuran tubuh ganggang sangat beragam, ada yang bersel satu, bentuk pita ada juga lembaran. Reproduksi aksualnya dengan pembelahan sel, fragmentasi, pembentukan zoospor, sedangkan seksualnya dengan isogami dan oogami. Beberapa jenis ganggang dapat dimanfaatkan untuk bahan agar-agar, bahan kosmetika, bahan obat, dan juga bahan peledak.

Protozoa merupakan Protista mirip hewan, hal tersebut dikarenakan bergerak secara aktif dengan alat geraknya, meskipun ada pula yang tidak bergerak aktif. Adanya alat gerak ini digunakan sebagai dasar klasifikasinya, yaitu Rhizopoda bergerak dengan kaki semu(pseudopodia), Ciliata bergerak menggunakan rambut getar (silia) dan Flagellata bergerak menggunakan bulu cambuk (flagella) dan yang satu lagi Sporozoa, yang terakhir ini tidak memiliki alat gerak

UMPAN BALIK

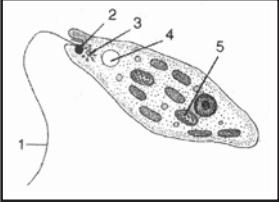
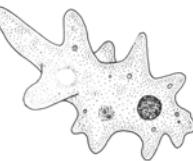
Setelah mempelajari bab ini coba kalian tuliskan bagian yang sulit dipahami. Selanjutnya tanyakan hal itu kepada teman atau guru kalian.

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Asam alginat merupakan senyawa kimia yang banyak digunakan dalam bidang industri kosmetika, yang dihasilkan oleh
 - a. *Chlorella*
 - b. *Sargassum*
 - c. *Nostoc*
 - d. *Gracilaria*
 - e. *Vaucheria*
2. Di dalam ekosistem air laut/air tawar dalam hubungannya dengan organisme lain, ganggang berkedudukan sebagai
 - a. konsumen tingkat I
 - b. konsumen tingkat II
 - c. konsumen tingkat III
 - d. produsen
 - e. dekomposer
3. Di antara ganggang di bawah ini yang klorofilnya berbentuk pita-pita spiral dan mempunyai pirenoid untuk menyimpan hasil asimilasinya adalah
 - a. *Zygonema*
 - b. *Vaucheria*
 - c. *Oedogonium*
 - d. *Volvox globator*
 - e. *Spirogyra*
4. Alga ditinjau dari dominasi pigmen ada yang berpigmen biru, hijau, keemasan, merah, dan cokelat. Adapun ganggang yang memiliki inti bersifat prokariot adalah
 - a. alga biru
 - b. alga pirang
 - c. alga merah
 - d. alga hijau
 - e. alga keemasan
5. Alga merah banyak menguntungkan manusia. Algae berikut ini yang dapat dibuat sebagai bahan pembuat agar-agar adalah
 - a. *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum*
 - b. *Eucheuma spinosum* dan *Gracilaria*
 - c. *Sargassum* dan *Gracilaria*
 - d. *Gracilaria* dan *Spirogyra*
 - e. *Eucheuma spinosum* dan *Oedogonium*
6. Berbeda dengan tumbuhan tingkat tinggi, tubuh ganggang disebut thalus, maksudnya
 - a. memiliki akar dan batang yang nyata
 - b. memiliki akar dan daun yang nyata
 - c. memiliki daun saja yang nyata
 - d. akar, batang dan daun yang nyata
 - e. tidak memiliki akar, batang dan daun yang nyata
7. Dalam siklus hidupnya, secara seksual fertilisasi gamet *Plasmodium vivax* terjadi di dalam
 - a. sel darah merah manusia
 - b. sel-sel hepar manusia
 - c. sel-sel dinding perut nyamuk
 - d. kelenjar ludah nyamuk
 - e. sekresi saliva nyamuk
8. Sebelum membungkus diri dengan dinding yang tebal untuk menjadi oocyt, zicot dari plasmodium akan membentuk
 - a. ookinet
 - b. merozoit
 - c. makrogamet
 - d. shizont
 - e. sporozoit
9. Jenis *Mastigophora/ flagellata* yang dapat menyebabkan animea pada anak-anak di Amerika Tengah ialah
 - a. *Trypanosoma gambiense*
 - b. *Trypanosoma rhodesiense*
 - c. *Trypanosoma cruzi*
 - d. *Trypanosoma evansi*
 - e. *Trypanosoma brucei*

10. Meningkatnya suhu tubuh penderita penyakit malaria apabila terjadi
- penderita digigit nyamuk
 - plasmodium membentuk zigot
 - plasmodium menginfeksi sel darah merah
 - sel darah merah lisis
 - terbentuknya makro dan mikro gamet
11. Keterangan gambar di bawah ini adalah
- 
- 1 flagel, 4 intisel
 - 1 flagel, 2 stigma
 - 2 stigma, 4 vakuola kontraktil
 - 2 stigma, 3 vakuola makanan
 - 3 Vakuola makanan, 5 inti
12. Gambar di bawah adalah salah satu Protozoa, yaitu
- 
- Rhizopoda
 - Flagellata
 - Ciliata
 - Sporozoa
 - Pseudopodia
13. Gerakan yang dilakukan oleh jenis Protista pada gambar di samping dinamakan gerak
- 
- a. siklosis
b. ameoboid
c. rotatoris
d. euglenoid
e. fagositosit
14. Penyebab penyakit disentri amoebawi, yaitu mikroorganisme anggota
- Rhizopoda
 - Ciliophora
- c. Ciliata
d. Flagellata
e. Sporozoa
15. Konjugasi oleh dua *Paramecium* yang berbeda muatan, setelah berlangsung pertukaran mikronukleus akhirnya masing-masing *Paramecium* akan membelah menjadi
- dua
 - empat
 - enam
 - sepuluh
 - dua belas
16. Suatu mikroorganisme yang termasuk Protozoa mempunyai ciri-ciri sebagai berikut, hidup sebagai parasit, tidak mempunyai alat gerak. Organisme tersebut termasuk
- Sarcodina
 - Rhizopoda
 - Flagellata
 - Sporozoa
 - Ciliata
17. Parasit malaria yang hidup di kelenjar ludah nyamuk disebut
- merozoit
 - sporozoid
 - gametofit
 - oosista
 - sista
18. Pembiakan seksual pada *Paramecium* adalah konjugasi antara lain terjadi pertukaran
- makronukleus
 - mikronukleus
 - plasma
 - nukleus
 - sitoplasma
19. Pada Protozoa air tawar dalam sitoplasma terdapat organel yang berfungsi osmoregulasi, yaitu
- plasmosol
 - plasmagel
 - vakuola kontraktil
 - selaput plasma
 - plasmodesma

20. Di bawah ini beberapa konsep yang berhubungan dengan daur hidup *Plasmodium*:
- 1) sporozoit
 - 2) oocyt
 - 3) merozoit
 - 4) tropozoit
 - 5) gametosit
 - 6) ookinet
 - 7) zigot

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

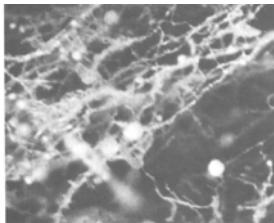
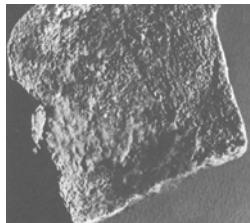
1. Mengapa *Chlorella* merupakan alga hijau yang sangat penting untuk masa depan?
2. Sebutkan jenis alga yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan agar-agar!
3. Jelaskan bagaimanakah cara amoeba menangkap mangsanya?
4. Jelaskan konjugasi pada *Paramecium*!
5. Jelaskan secara singkat siklus hidup *Acrasiae*!

Reproduksi *Plasmodium* pada tubuh manusia adalah

- a. 5 - 7 - 6 - 2 - 1
- b. 7 - 6 - 2 - 1 - 3
- c. 1 - 3 - 4 - 3 - 1
- d. 5 - 7 - 1 - 3 - 4
- e. 1 - 2 - 5 - 7 - 6

BAB 5

FUNGI (JAMUR)



Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*, 2002

Jamur adalah tumbuhan tidak berklorofil, sehingga kehidupannya bergantung zat-zat organik yang tersedia di alam. Jamur mempunyai peranan dalam menguraikan zat-zat organik. Namun, sebagai saprofit, jamur sering merusak rumah, pakaian, dan makanan kita. Adapun dermatomikosis adalah penyakit kulit yang disebabkan aktivitas jamur. Banyak juga jamur yang berguna bagi kehidupan manusia, misalnya dalam pembuatan tempe dan roti.

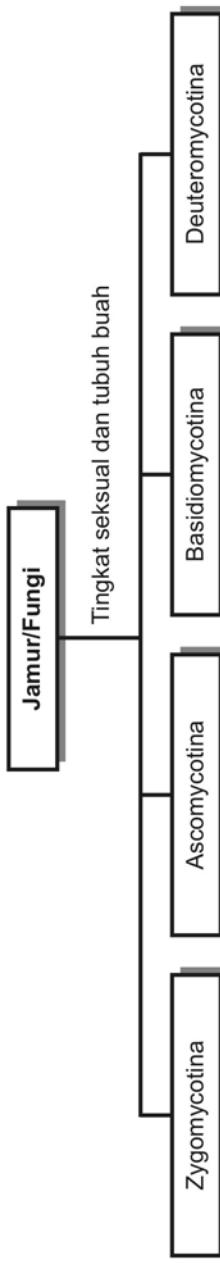
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat menjelaskan ciri-ciri dan jenis-jenis jamur;
- dapat mendeskripsikan peranan jamur bagi kehidupan.

Kata-kata kunci

- stolon
- kolumela
- hifa
- miselium
- komidiofor
- jamur sempurna
- jamur tidak sempurna

Peta Konsep



Sebelum menginjak materi pembelajaran, bacalah artikel berikut.

Cendawan Pembawa Maut

Larva ulat *Plutella xylostella*, pemakan daun kubis yang merugikan petani kubis dapat dimusnahkan dengan penyemprotan larutan cendawan *Beauveria bassiana*. Spora yang disemprotkan pada tanaman kubis dapat melekat pada larva ulat *Plutella xylostella* tersebut, dalam lima hari mereka akan mati, demikian ini juga dialami oleh ulat dewasa.

Mekanismenya bila cendawan bersinggungan dengan kulit kutikula, lalu konidia akan masuk melalui spirakel dan lubang-lubang pada organ tubuh, hifa cendawan berkembang di dalamnya. Jika lingkungan lembab dalam waktu 24 – 48 jam perkecambahan berlangsung dan spora-spora tumbuh dengan subur.

Hifa tidak hanya merobek bagian tubuh tapi juga mengeluarkan racun yang mampu menguras nutrisi tubuh. Miselia lantas menembus keluar dan tumbuh menjalar hingga menutupi tubuh dan memproduksi konidia. Dalam waktu 3 – 5 hari, serangga pun terburuk kaku dengan sekujur tubuh diselimuti cendawan putih yang mengakibatkan kematian. Itulah keampuhan cendawan *Bauveria bassiana*, golongan Deuteromycotina yang menimbulkan penyakit pada serangga dengan membalutnya seperti selimut putih, selimut putih ini disebut *white muscardine*.

Sumber: *Trubus* 433, XXXVI, Desember 2005

Dari wacana di atas jawablah pertanyaan berikut!

1. Apakah peranan cendawan *Beauveria bassiana* ?
2. Disebut apa pemberantasan hama kubis dengan cara seperti di atas?
3. Bagaimanakah dampaknya terhadap lingkungan pemberantasan hama tanaman kubis dengan cara tersebut?
4. Apakah semua cendawan hanya dapat merugikan manusia?

Bersama bakteri, fungi merupakan organisme utama dalam penghancuran bahan organik, dengan demikian organisme ini memegang peranan amat penting dalam nutrisi tumbuhan hidup. Jamur dimanfaatkan dalam makanan, ilmu kedokteran, dan proses-proses industri. Organisme ini juga menyebabkan penyakit pada manusia, hewan maupun tumbuhan.

Seperti halnya alga, tubuh jamur juga disebut talus. Menurut pendapat para mikologawan, fungi merupakan sekelompok makhluk hidup tersendiri yang menduduki regnum sama dengan Plantae dan Animalia. Jamur bukan tumbuhan bukan pula binatang. Hifa mengandung nukleus dan sitoplasma, dapat dipisah-pisahkan oleh dinding sekat (septum) menjadi sel-sel atau segmen, maka hifa itu dinamai hifa berseptum (septat). Jika tidak dipisahkan oleh septum, hifa seperti tabung bersambungan disebut aseptat.

Ciri-ciri jamur adalah:

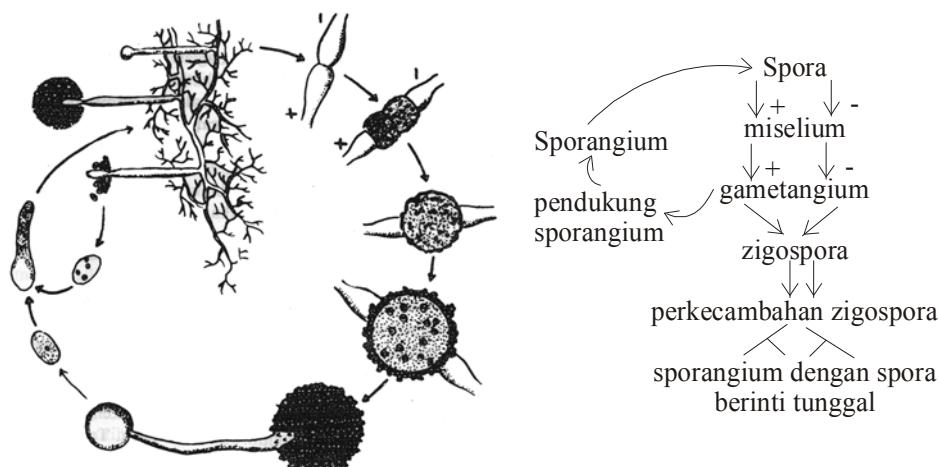
1. Tidak memiliki klorofil.
2. Tubuhnya terdiri dari filamen atau benang bercabang-cabang yang disebut hifa.
3. Benang hifa berkumpul membentuk suatu anyaman masa atau gumpalan yang disebut miselium.
4. Cara hidupnya bersifat heterotrof, baik parasit ataupun saprofit.

Jamur dapat tumbuh subur pada lingkungan yang sudah tersedia makanan (zat organik), suhu, kelembaban yang sesuai, pH kurang dari 7, dan lingkungan yang beroksigen walaupun kebutuhan oksigennya rendah. Sebagaimana dijumpai pada alga, reproduksi jamur dilakukan dengan pembentukan spora secara seksual dan aseksual.

Klasifikasi jamur terutama didasarkan pada ciri-ciri spora seksual dan tubuh buah selama tahap-tahap seksual dalam daur hidupnya. Jamur yang diketahui tingkat seksualnya disebut jamur perfek (sempurna). Jamur yang belum diketahui tingkat seksualnya disebut imperfek. Selama belum diketahui tingkat perfeknya digolongkan pada *Fungi imperfecti* atau *Deuteromycotina*.

1. Zygomycotina

Jamur ini hidupnya di darat, talusnya bermiselium aseptat pada jamur muda dan berseptat pada jamur yang lebih tua. Reproduksi seksualnya melalui gametangiogami dan menghasilkan zigospora. Contoh *Mucor mucedo*.



Sumber: Taksomoni Tumbuhan, 1981

▲ Gambar 5.1 Daur hidup *Mucor mucedo*

Kegiatan

(Menumbuhkan Daya Ingin Tahu)

Dengan mikroskop amatilah jamur tempe dan jamur yang tumbuh pada roti dengan perbesaran lemah kemudian diganti dengan perbesaran kuat.

Berdasarkan pengamatan kalian bandingkanlah kedua jamur tersebut mengenai (spora, stolon, sporangium, sporangiofora, kolumela, warna, dan habitatnya).

Buatlah kolom untuk perbandingan.

2. Ascomycotina

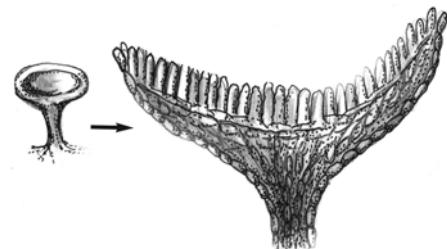
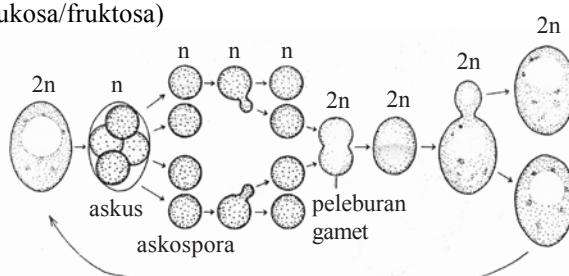
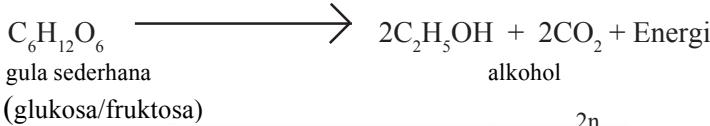
Jamur Ascomycotina mempunyai talus yang terdiri dari miselium septat. Reproduksi seksualnya dengan membentuk askospora di dalam askus, sedang aseksualnya dengan membentuk konidium tunggal atau berantai pada ujung hifa khusus yang disebut konidiofor. Ada yang hidup sebagai saprofit yang menghancurkan sisa-sisa organik, ada pula yang parasit sehingga dapat menimbulkan penyakit.

Contoh jamur yang termasuk Ascomycotina sebagai berikut.

a. Khamir (*Saccharomyces*)

Kelompok ini tidak membentuk askokarp, tidak terlihat hifa yang jelas seperti jamur-jamur lainnya. Tubuhnya terdiri dari sel bulat oval dan dapat bertunas/membentuk kuncup sehingga membentuk rantai sel atau hifa semu.

Khamir dapat melakukan fermentasi berbagai bahan organik, salah satu fermentasi yang paling umum ialah fermentasi dalam pembentukan alkohol. Menurut reaksi kimianya sebagai berikut.



Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*, 2003

▲ Gambar 5.2 Askokarp berbentuk cawan

Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 5.3 Siklus *Saccharomyces cerevisiae*

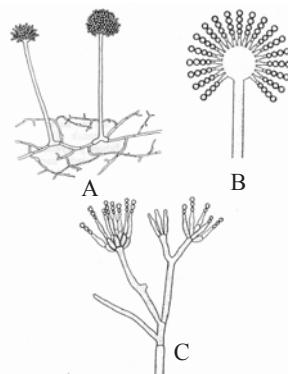
b. *Penicillium*

Jenis jamur ini menyukai habitat yang mengandung gula, seperti pada roti atau buah yang ranum. Jamur ini tampak berwarna hijau atau kebirubiruan. Reproduksi aseksual dengan pembentukan konidium dalam rantai pada konidiofor tegak.

Macam spesiesnya adalah *Penicillium notatum*, *Penicillium chrysogenum*, penghasil anti biotik. *Penicillium camemberti* dan *Penicillium roqueforti* untuk peningkatan kualitas dalam pembuatan keju, *Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum* perusak buah jeruk

Aspergillus fumigatus penyebab aspergilosis (penyakit yang berbahaya pada unggas piaraan dan liar yang menyerang saluran pernapasan). Jamur ini tumbuh pada kotoran.

Aspergillus fumigatus, penghasil aflatoxin, yang diduga penyebab kanker hati. Jenis ini tumbuh pada kacang tanah yang sudah tidak segar atau makanan yang terbuat dari kacang tanah.



▲ Gambar 5.4

- A. Aspergillus, hifa somatis dan struktur reproduktif
- B. Konidiofor tanpa cabang yang menyangga rantai konidium
- C. Penicillium, konidiofor bercabang menyangga rantai konidium

Sumber: *Taksonomi Tumbuhan*,
1991

3. Basidiomycotina

Jamur ini mayoritas memiliki tubuh buah makroskopis, sering ada di lingkungan sekitar kita dan hutan. Ciri utama jamur ini ialah hifa septat dengan sambungan apit (“clamp connection”), spora seksualnya basidiospora yang dibentuk pada basidium, mempunyai satu atau dua inti sel. Hifa yang berinti satu disebut hifa primer, sedangkan hifa yang berinti dua dinamakan hifa sekunder. Tubuh buah ada yang seperti payung ada juga yang berbentuk lembaran berlekuk-lekuk, jarang yang berukuran mikroskopis.

Perkembangbiakan jamur Basidiomycotina secara aseksual dengan membentuk konidia, sedangkan secara seksual dengan membentuk spora generatif yang disebut basidiospora. Sebagai contoh untuk mewakili Basidiomycotina ini ialah jamur jerami (*Volvariella volvacea*), perhatikan Gambar 5.5.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 5.5 Jamur jerami

Berbagai contoh Basidiomycotina

- a. *Volvariella volvacea*. Jamur ini pada umumnya tumbuh pada tumpukan jerami yang melapuk. Bentuknya seperti payung terdiri atas tudung (pileus, bilah-bilah/lamella) dan membentuk basidium yang menghasilkan basidiospora. Jenis jamur ini telah banyak dikonsumsi sebagai makanan.
- b. *Auricularia polytricha* (jamur kuping). Habitat jamur ini menempel pada kayu-kayuan yang lapuk, bentuknya pipih berlekuk-lekuk seperti daun telinga, warna kecokelatan. Jamur ini telah dibudidayakan dan dikomersialkan sebagai bahan makanan.
- c. *Lentinous edodes*, jenis jamur ini selain dapat dikonsumsi manusia juga dapat dipergunakan sebagai bahan obat.
- d. *Pleurotus*, jamur kayu atau jamur tiram. Jamur ini enak untuk dikonsumsi, habitat yang baik pada lingkungan yang mengandung banyak lignin dan selulosa. Jamur ini telah banyak dibudidayakan dengan medium serbuk gergaji.
- e. *Amanita muscaria*. Jamur ini menghasilkan racun muscarin yang dapat membunuh lalat. Hidup pada kotoran ternak.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 5.6 Contoh-contoh gambar jamur Basidiomycotina

4. Deuteromycotina

Jamur ini disebut juga fungi imperfecti (jamur tidak sempurna). Jamur ini hanya diketahui cara reproduksi secara aseksual saja, yaitu dengan membentuk blastospora (berbentuk tunas), artrospora (pembentukan spora dengan benang-benang hifa) dan konidia. Sedangkan reproduksi seksualnya belum diketahui dengan jelas. Tetapi jika dalam penelitian diketahui reproduksi seksualnya biasanya akan dikeluarkan dari kelompok jamur tidak sempurna, misalnya jamur *Monilia sitophila*, sebelum diketahui reproduksi seksualnya digolongkan pada Deuteromycotina, tetapi sekarang setelah diketahui reproduksi seksualnya yaitu dengan menghasilkan

askospora didalam askus (peritesium) dikelompokkan ke dalam Ascomycotina dan diganti dengan nama *Neurospora sitophila* atau *Neurospora crassa*.

Namun masih ada ahli yang menggolongkan Jamur *Penicillium* dan *Aspergillus* ke dalam Deuteromycotina dengan alasan karena tingkat konidiumnya begitu jelas dan tidak asing lagi, meskipun tingkat seksualnya telah diketahui dengan baik.

Ciri-ciri jamur Deuteromycotina ini antara lain hidup saprofit maupun parasit, hifa bersekat-sekat, dinding selnya dari zat kitin, kebanyakan mikroskopis.

Beberapa contoh jamur yang belum diketahui reproduksi seksualnya antara lain:

- a. *Epidermophyton floccosum*, parasit pada kaki, biasanya menyebabkan penyakit pada kaki para atlet.
- b. *Epidermophyton*, *Microsporium*, *Trichophyton* penyebab penyakit dermatomikosis, sasarnya ialah pada kulit, rambut, dan kuku.
- c. *Alternaria*, parasit pada tanaman kentang.
- d. *Helminthosporium*, parasit pada tanaman padi.
- e. *Colletrichum* parasit pada bawang merah.

Kegiatan

(Mengembangkan Kecakapan Akademik)

Sediakan macam-macam jamur (jamur tempe, jamur yang tumbuh pada tongkol jagung, jamur yang tumbuh pada roti).

Amatilah dengan menggunakan mikroskop!

Kemudian lakukan identifikasi terhadap ketiga jamur tersebut! Susunlah laporan hasil pengamatan kalian yang meliputi:

- Tujuan
- Alat dan bahan
- Cara kerja
- Hasil pengamatan (meliputi: tubuh buah, warna spora, struktur hifa, peranan, dan sebagainya).

Kegiatan

(Menumbuhkan Daya Saing)

Lakukan kegiatan kelompok untuk membuat tempe, bahan apa yang diperlukan dan bagaimana cara membuatnya.

Kemudian susunlah sebagai suatu laporan kegiatan!

Bandingkan tempe hasil karya kelompok kalian dengan kelompok yang lain.

RANGKUMAN

Jamur merupakan kingdom/regnum tersendiri yang setara dengan tumbuhan tinggi, ciri-cirinya struktur tubuh uniseluler atau metaseluler, dinding sel dari zat kitin, tidak memiliki klorofil sehingga hidupnya bersifat heterotrof (parasit atau saprofit), hidup pada lingkungan yang sedikit asam, tubuhnya tersusun atas hifa yang membentuk jaringan miselium, dan tubuhnya disebut talus. Reproduksi jamur dengan melalui pembentukan spora vegetatif dan spora generatif. Spora vegetatif dibentuk tanpa melalui peleburan inti dan plasma, sedangkan pembentukan dengan spora generatif diawali oleh peleburan inti dan plasma yang sering disebut dengan konjugasi.

Berdasarkan jenis sporanya jamur dibedakan menjadi beberapa kelompok, yaitu: Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina, dan Deuteromycotina.

Ditinjau dari peranannya ada jamur yang menguntungkan, misalnya untuk dimakan, untuk membuat makanan, untuk membuat obat-obatan ada pula yang merugikan karena menyebabkan penyakit, misalnya dermatomikosis.

Jamur yang belum diketahui reproduksi seksualnya dimasukkan ke dalam Deuteromycotina, tetapi setelah reproduksi generatifnya diketahui akan dikeluar-kannya dari kelompok Deuteromycotina.

UMPAN BALIK

Carilah sebuah jamur dari lingkungan kalian. Selanjutnya | analisalah jamur tersebut sesuai dengan materi pembelajaran | yang telah kalian pelajari. Tanyakan kepada guru kalian jika ada | yang belum jelas.

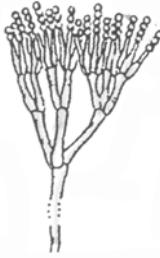
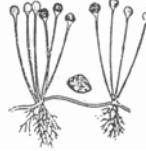
UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Jaringan benang-benang halus pada jamur disebut
 - a. **hifa**
 - b. stolon
 - c. rhizoid
 - d. miselium
 - e. kolumela
2. Dalam ekosistem jamur merupakan penghubung antara
 - a. konsumen tingkat I dan tingkat II
 - b. konsumen tingkat I, tingkat II, dan tingkat III
 - c. konsumen tingkat I dan produsen
 - d. **konsumen dan produsen**
 - e. konsumen kebutuhan dasar

3. Jamur *Rhizopus oryzae* dapat dimanfaatkan untuk membuat
- oncom merah
 - antibiotik
 - tape
 - tempe**
 - sake
4. Jamur tempe cara reproduksi generatifnya dengan melalui pembentukan
- zygospora**
 - basidiospora
 - askospora
 - zoospora
 - sporangiospora
5. Bagian jamur yang dapat dikonsumsi oleh manusia adalah bagian
- miseliumnya
 - hifanya
 - askogoniumnya
 - tubuh buahnya**
 - basidiumnya
6. Khamir merupakan jamur yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan tape. Pada proses fermentasinya terjadi reaksi kimia sebagai berikut.
- $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow 2C_2H_5OH + CO_2$
 - $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + O_2$
 - $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + CO_2$**
 - $C_6H_{12}O_6 + CO_2 \rightarrow 2C_2H_5OH + O_2$
 - $C_6H_{12}O_6 + H_2O \rightarrow 2C_2H_5OH + CO_2$
7. Jamur berikut ini yang dapat digunakan sebagai bahan makanan bagi manusia adalah
- Volvariella volvacea* dan *Auricularia polytricha***
 - Volvariella volvacea* dan *Aspergillus flavus*
 - Auricularia polytricha* dan *Aspergillus flavus*
 - Auricularia polytricha* dan *Epidermophyton floccosum*
 - Volvariella volvacea* dan *Epidermophyton floccosum*
8. Jamur kelompok Ascomycotina yang dapat dipergunakan untuk membuat antibiotik adalah
- Penicillium notatum* dan *Penicillium camemberti***
 - Penicillium notatum* dan *Penicillium requeforti***
 - Penicillium camemberti* dan *Penicillium requeforti***
 - Penicillium camemberti* dan *Penicillium notatum***
 - Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum***
9. Gizi yang terkandung dalam tempe lebih tinggi dari pada masih dalam bentuk kedelai karena
- tempe lebih mudah diabsorbsi oleh dinding usus**
 - jamur tempe mampu mengubah kedelai menjadi asam amino esensial
 - ragi tempe banyak mengandung asam amino esensial dan non esensial
 - ragi tempe dapat menambah garam mineral yang diperlukan tubuh
 - jamur tempe menambah vitamin
10. Adonan roti dapat mengembang karena adanya khamir, karena khamir melakukan fermentasi gula yang melepaskan gas
- oksigen
 - nitrogen
 - hidrogen
 - karbondioksida**
 - metana
11. Beberapa jenis jamur telah digunakan sebagai obat-obatan dalam bentuk kapsul dengan merek "Ganotherapy". Obat tersebut berasal dari kelompok jamur
- Zygomycotina
 - Ascomycotina
 - Kitridiomycotina
 - Basidiomycotina**
 - Deuteromycotina

12.  Jamur yang tertera pada gambar di samping ini termasuk
- Zygomycotina*
 - Ascomycotina***
 - Kitridiomycotina*
 - Basidiomycotina*
 - Deuteromycotina*
13. Jamur berikut ada yang menggolongkan Ascomycotina dan Deuteromycotina. Jamur yang dimaksud adalah
- Aspergillus* dan *Penicillium*
 - Aspergillus* dan *Rhizopus***
 - Penicillium* dan *Rhizopus*
 - Neurospora* dan *Agaricus*
 - Neurospora* dan *Rhizopus*
14. Oncom merah di Jawa Barat merupakan makanan tradisional yang setiap hari dikonsumsi. Bahan makanan ini diproduk oleh aktivitas jamur
- Neurospora crassa* dari golongan Deuteromycotina
 - Neurospora crassa* dari golongan Ascomycotina
 - Neurospora sitophila* dari golongan Deuteromycotina**
 - Neurospora sitophila* dari golongan Zygomycotina
 - Monilia sitophila* dari golongan Deuteromycotina
15. Jamur berikut ini yang menghasilkan konidiospora adalah
- 
 - 
 - 
 - 
16. Ciri-ciri Basidiomycotina adalah
- semua anggotanya bersifat makroskopos dan saprofit
 - semua hifanya berinti satu dan bersifat haploid
 - hifanya bercabang-cabang, tidak bersekat dan bersifat dikariotik
 - basidiospora dan konidiospora sebagai hasil reproduksi generatif dan vegetatif
 - basidium berbentuk papan, payung, benang, atau kuping**
17. Dari berbagai spora pada jamur, spora yang terbentuk secara aseksual adalah
- askospora
 - basidiospora
 - konidiospora**
 - askospora dan basiospora
 - basidiospora dan konidospora
18. Jamur ini belum diketahui reproduksi secara seksualnya, yaitu
- Oomycotina*
 - Ascomycotina*
 - Basidiomycotina*
 - Zygomycotina*
 - Deuteromycotina***
19. Bagian tubuh jamur yang berfungsi melekatkan tubuhnya pada substrat adalah
- sporangium
 - konidiospora
 - sporangiofor
 - hifa**
 - spora
20. Pembuatan oncom memerlukan jenis jamur yang dikenal dengan nama
- Ustilago maydis*
 - Aspergillus wentii*
 - Mucor mucedo*
 - Monilia sitophila***
 - Polyphorus versicolor*

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Syarat-syarat apakah yang diperlukan agar jamur dapat tumbuh subur?
2. Jelaskan daur hidup Zygomycotina!
3. Mengapa Deuteromycotina kebanyakan menyebabkan penyakit?
4. Jelaskan dengan skema gambar tentang bentuknya basidiospora!
5. Bagaimanakah cara pembuatan tape? Mengapa semakin lama tape akan terasa asam? Jelaskan!

ULANGAN SEMESTER 1

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Kegiatan yang mendahului suatu penelitian ilmiah adalah
 - a. merumuskan hipotesis
 - b. studi pendahuluan
 - c. menyusun kerangka berpikir
 - d. memilih masalah
 - e. merumuskan masalah
2. Hipotesis merupakan jawaban sementara dari suatu penelitian, yang seharusnya dibuktikan dulu melalui
 - a. pengumpulan data
 - b. percobaan
 - c. menarik kesimpulan
 - d. observasi
 - e. menguji fakta yang ada
3. Siswa kelas X melakukan penelitian pengaruh pupuk urea terhadap pertumbuhan kecambah tanaman kacang hijau dengan menggunakan lima pot yang diberi perlakuan pupuk berbeda-beda konsentrasinya.
Pada percobaan yang dilakukan oleh siswa kelas X tersebut, yang merupakan variabel tergantungnya adalah
 - a. kecambah kacang hijau
 - b. medium potnya
 - c. lama pertumbuhan
 - d. jumlah variasi pupuk
 - e. hasil pertumbuhan kacang hijau
4. Pernyataan berikut yang merupakan sikap ilmiah adalah
 - a. mengadakan pengulangan hasil percobaan
 - b. rasa ingin tahu terhadap suatu permasalahan
 - c. dapat memecahkan dan menemukan jawaban
 - d. memecahkan suatu masalah
 - e. menetapkan jawaban berdasarkan pendapat seorang ahli
5. Kesimpulan dari suatu penelitian/percobaan dapat berupa
 - a. kebenaran
 - b. data
 - c. grafik
 - d. keterangan
 - e. fakta
6. Objek yang dipelajari biologi seluruh kehidupan oleh Carl Woese dikelompokkan menjadi
 - a. 3 kingdom
 - b. 4 kingdom
 - c. 5 kingdom
 - d. 6 kingdom
 - e. 7 kingdom
7. Suatu kingdom kehidupan yang memiliki ciri khas tidak memiliki klorofil namun bersifat heterotrof saprofit/parasit, berkembang biak dengan spora adalah kingdom
 - a. Protista
 - b. Monera
 - c. Fungi
 - d. Plantae
 - e. Animalia
8. Organisasi lingkungan dari tingkatan yang sederhana menuju ke tingkat yang paling kompleks adalah
 - a. sel – organ – sistem organ – organisme
 - b. sel – organ – organisme – sistem organ
 - c. populasi – individu – komunitas – biosfer
 - d. populasi – individu – komunitas – ekosistem
 - e. individu – populasi – komunitas – ekosistem
9. Cabang biologi yang memiliki kajian berupa benda hidup yang hanya tampak dilihat dengan alat bantu adalah
 - a. virologi
 - b. bakteriologi
 - c. biologi nuklir
 - d. mikologi
 - e. mikrobiologi
10. Virus dapat memindahkan materi genetik dari bakteri satu ke bakteri lainnya melalui proses

- a. transkripsi d. sekduksi
 b. transformasi e. konjugasi
 c. transduksi
11. Virus tidak dianggap sebagai sebuah sel dengan alasan
 a. terlalu kecil dan tidak memiliki protoplasma
 b. hanya hidup sebagai parasit saja
 c. dapat dikristalkan
 d. dapat melakukan perkembangbiakan
 e. tidak memiliki bentuk
12. Untuk melawan virus yang masuk ke dalam tubuh baik pada manusia atau tubuh hewan maka tubuh akan membentuk
 a. antigen d. antikuman
 b. antibodi e. antikoagulan
 c. antisera
13. Reproduksi pada bakteri dapat dilakukan melalui peristiwa yang dinamakan
 a. transformasi – transduksi – konjugasi
 b. transformasi – transduksi – proliferasi
 c. proliferasi – konjugasi – transformasi
 d. konjugasi – replikasi – transformasi
14. Jenis bakteri berikut ini yang mampu memfiksasi nitrogen bebas dari udara adalah
 a. Bakteri ungu d. bakteri besi
 b. Rhizobium e. septococcus
 c. denirificans
15. Tipe bakteri yang dapat menimbulkan rasa gatal-gatal jika menginfeksi tubuh adalah bakteri ...
- a. kokus d. spillum
 b. diplokokus e. basil
 c. diplobasil
16. Bakteri yang memiliki flagel pada seluruh tubuhnya disebut
 a. atrik d. peritrik
 b. amfitrik e. lofotrik
 c. monotrik
17. *Ruminococcus albus* adalah jenis archaebacteria yang mampu memecah selulosa. Archaebakteria ini termasuk
 a. halofil ekstrim d. methanogenik
 b. termoasidofil e. parasit
 c. sulfobacteria
18. Untuk membuat minuman youghurt diperlukan bakteri
 a. *Streptococcus thermophylus*
 b. *Escherichia coli*
 c. *Diplococcus pneumonia*
 d. *Lactobacillus bulgaricus*
 e. *Acetocter xilinum*
19. Pedagang telur mengawetkan barang dagangannya dengan cara pengasinan. Tujuan pengasinan adalah
 a. menetralkan racun bakteri
 b. memusnahkan spora bakteri
 c. mengurangi aktivitas bakteri dan spora
 d. membunuh bakteri pathogen
 e. mengganggu aktivitas bakteri
20. Fase aseksual jamur yang menghasilkan spora dapat bergerak seperti amoeba disebut fase
 a. protoplasma d. monokariotik
 b. plasmodium e. dikariotik
 c. amoeboid

B. Jawablah soal berikut dengan singkat dan tepat.

1. Sebutkan langkah-langkah para ilmuwan menentukan suatu ilmu.
2. Tuliskan organisasi kehidupan dari tingkat yang paling sederhana hingga tingkatan yang paling kompleks.
3. Bagaimanakah cara virus menginfeksi *Escherichia coli*? Jelaskan.
4. Mengapa adonan roti dapat berkembang menjadi besar setelah di open pada suhu tinggi?
5. Di manakah tempat perkembangbiakan Plasmodium baik secara vegetatif maupun generatif? Jelaskan.

BAB 6

KEANEKARAGAMAN HAYATI



Sumber: *Indonesia Heritage*, 2002

Indonesia adalah megabiodiversitas. Wilayah Indonesia hanya 1,3% dari seluruh luas permukaan bumi, tetapi menyimpan 17% dari seluruh jumlah spesies di dunia.

Jenis tumbuhan berbunga, spesies mamalia, reptilia, amfibi, dan kupu-kupu mempunyai keragaman yang tinggi. Potensi tersebut merupakan sumber kekayaan keanekaragaman hayati yang tak ternilai harganya.

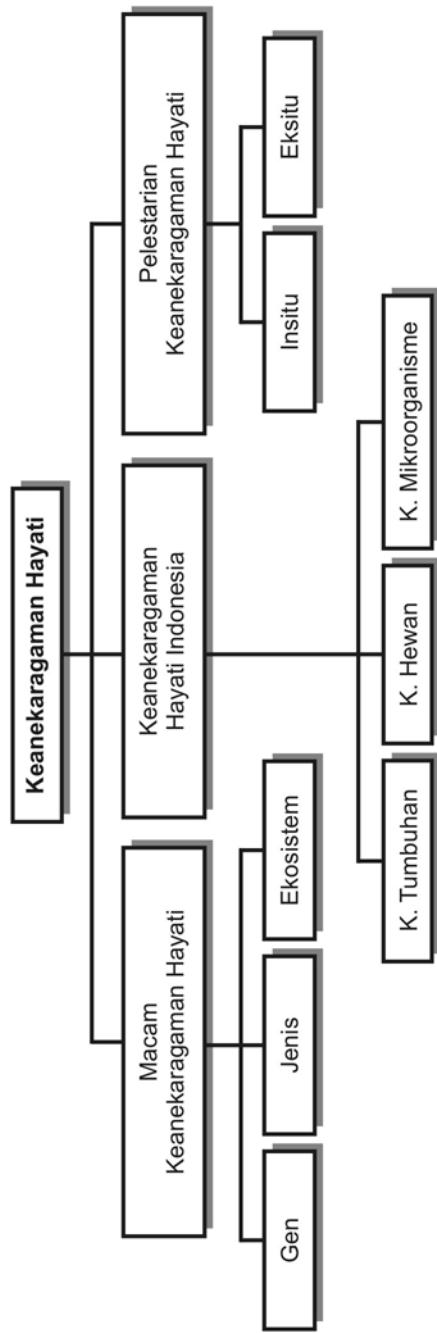
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat mendeskripsikan keanekagaman hayati;
- dapat mendeskripsikan keanekaragaman hayati Indonesia.

Kata-kata kunci

- bioprospeksi
- biodiversitas
- varietas
- keanekaraaman gen
- keanekaragaman jenis
- keanekaragaman ekosistem

Peta Konsep



Diperkirakan lebih dari satu juta jenis makhluk hidup mendiami atau pernah mendiami planet bumi kita. Baik jenis-jenis tumbuhan, hewan, jamur, jasad renik maupun organisme lain merupakan sumber kekayaan keanekaragaman hayati yang tak ternilai harganya.

Kegiatan penelitian dan pengumpulan data tentang sumber daya alam hayati, yang dikenal dengan istilah *bioprospeksi*, terus digalakkan. Ini merupakan upaya yang berkelanjutan baik untuk tujuan pengembangan Ilmu Pengetahuan Alam ataupun untuk kepentingan komersial. Dari kegiatan eksplorasi yang dilakukan oleh para ilmuwan yang diikuti dengan pengembangan ilmu pengetahuan memberikan potret *biodiversitas*, gambaran tentang kekayaan keanekaragaman sumber daya alam hayati.

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tidak ternilai. Tahukah kalian bahwa dari jenis tumbuhan berbunga yang ada di dunia 10% di antaranya tumbuh di Indonesia? Bahkan Indonesia memiliki jumlah spesies mamalia tertinggi di dunia, sekitar 515 spesies atau 12% dari mamalia dunia. Dengan sekitar 600 spesies reptilia dan sekitar 270 spesies amfibi yang ada, menempatkan Indonesia di posisi ke tiga di dunia untuk kekayaan keanekaragaman reptilia dan pada posisi ke lima untuk kekayaan keanekaraaman amfibi. Jumlah spesies kupu-kupu di Indonesia merupakan yang tertinggi di dunia, 121 spesies, 44% di antaranya *endemik* (Djalal Tanjung, 2002).

Masih banyak potensi lain yang perlu digali dan dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat. Hal itu menunjukkan bahwa Indonesia merupakan negeri dengan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Tinggal bagaimana kita mengelola dan memanfaatkan potensi tersebut. Dengan mempelajari keanekaragaman hayati, diharapkan kalian mengetahui potensi kekayaan keanekaragaman hayati, mampu memanfaatkan dengan bijak dan ikut berperan aktif dalam melestarikan keanekaragaman hayati demi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain.

A. Macam-Macam Keanekaragaman Hayati

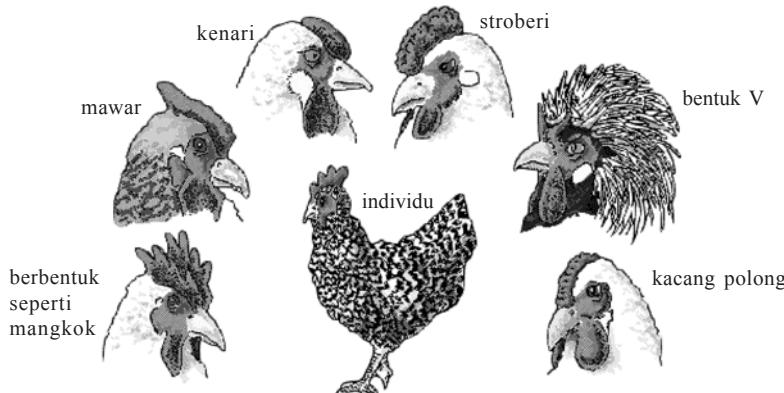
Keanekaragaman hayati mencakup tiga tingkatan, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis, dan keanekaragaman ekosistem.

1. Keanekaragaman gen

Cobalah kalian mengamati dengan saksama ciri-ciri yang terdapat pada sekumpulan ayam kampung (*Gallus gallus*). Apakah kalian dapat menemukan perbedaan ciri-cirinya?

Bagaimana dengan warna bulu, jenis kelamin, ukuran tubuh atau bentuk pial (cengger), adakah perbedaannya? Meski satu spesies ternyata ayam-ayam tersebut masih memiliki beberapa perbedaan ciri. Ada ayam berbulu hitam, putih, coklat atau kombinasinya. Demikian pula jenis kelaminnya, ada yang jantan dan ada yang betina. Ada ayam berpial bilah, berpial pea (biji) atau berpial mawar (ros).

Perbedaan ciri-ciri yang mencakup bentuk, penampilan serta sifat pada individu dalam satu spesies itulah yang dinamakan variasi. Variasi ditimbulkan oleh perbedaan struktur dan susunan gen (genotip). Sifat-sifat individu yang tampak dan dapat dikenali dari luar disebut fenotip. Individu dalam satu spesies yang menunjukkan perbedaan ciri-ciri disebut varietas. Keanekaragaman hayati mencakup keanekaragaman tingkat gen, jenis, dan ekosistem.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 6.1 Variasi bentuk pial pada ayam



Sumber: <http://image.google.com>

Perbedaan struktur gen dalam kromosom menimbulkan variasi. Variasi merupakan perbedaan bentuk, kenampakan, sifat antar individu dalam satu spesies. Contoh lain misalnya pada tanaman padi (*Oryza sativa*). Banyak variasi sifat yang kita temukan, mulai dari ukuran bulir, citarasa, ketahanan terhadap penyakit, aroma nasinya, maupun umur produktifnya. Banyak varietas padi yang dikenal dan dibudidayakan

masyarakat dengan keunggulan dan kekurangan sifat pada masing-masing varietas, seperti varietas mamberoamo, IR 36, IR 64, Cisadane, padi gogo dan lain-lain.

Adanya perbedaan ciri-ciri antarindividu dalam satu spesies menunjukkan adanya keanekaragaman gen.

Perhatikan keanekaragam warna pada bunga mawar pada Gambar 6.4. Apakah hal itu juga tergolong keanekaragaman gen?



Sumber: *Enziklopedi Encarta*

▲ Gambar 6.4 Keanekaragaman warna bunga pada mawar (*Rosa sp*)



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 6.3 Variasi sifat pada tanaman padi (*Oryza sativa*) dan pada jagung (*Zea mays*)

Tugas

1. Cobalah kalian cari beberapa contoh lain yang menunjukkan adanya keanekaragaman gen baik pada hewan maupun tumbuhan kemudian deskripsikan perbedaan ciri-cirinya. Komunikasikan deskripsi kalian kepada teman kalian.
2. Amatilah dengan saksama ciri-ciri teman di sebelahmu. Deskripsikan secara lengkap ciri-ciri mulai dari rambut (bentuk, warna, tekstur), wajah (bentuk muka, hidung, mata, ciri lain), kulit (warna, tekstur, ciri lain). Setelah itu bandingkan dengan hasil deskripsi teman sebelah kalian. Adakah perbedaannya, mengapa demikian?

2. Keanekaragaman jenis

Tentu kalian pernah melihat tanaman jagung. Bandingkanlah bentuk, penampilan, dan sifat-sifat antara tanaman jagung dan padi. Adakah perbedaan ciri-cirinya? Tentunya kalian dapat menemukan banyak perbedaan ciri antara kedua jenis tanaman tersebut. Di antaranya perbedaan ciri mengenai ukuran daun, bentuk dan ukuran batang, bentuk dan ukuran bunganya, bentuk dan ukuran biji atau buahnya dan masih banyak perbedaan lain.

Demikian pula jika kita mengamati dengan saksama perbedaan bentuk, penampilan dan sifat antara harimau dan singa, tentu dengan mudah kita dapat menemukan perbedaan antara keduanya.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 6.5 Perbedaan ciri antara harimau dan singa

Perbedaan ciri antarindividu berbeda spesies menunjukkan adanya keanekaragaman jenis. Perbedaan ciri pada individu berbeda spesies lebih mudah dikenali daripada perbedaan ciri antarindividu dalam satu spesies.

Perbedaan bentuk, penampilan, dan sifat yang terdapat pada individu-individu yang berbeda jenis menunjukkan adanya keanekaragaman jenis. Perbedaan ciri-ciri antarindividu berbeda spesies akan lebih mudah kita kenali daripada perbedaan antarindividu dalam satu spesies.

Perbedaan bentuk, penampilan, dan sifat juga dapat di temukan pada kelapa, pinang, sawit. Coba kalian cari perbedaan ciri ketiga jenis tumbuhan tersebut.

Keanekaragaman jenis juga terdapat pada mikrorganisme, seperti pada *Rhizopus sp* dan *Saccharomyces sp*. *Rhizopus sp* tubuhnya berupa benang-benang hifa tidak bersekat, multiseluler, menghasilkan zigospora sebagai spora seksual. Adapun *Saccharomyces sp* merupakan jamur tanpa hifa, uniseluler, berkembang biak dengan membentuk tunas.

3. Keanekaragaman ekosistem

Ekosistem merupakan kesatuan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Dalam ekosistem terdapat komponen biotik, yang terdiri atas benda-benda hidup dan komponen abiotik, yang terdiri atas benda-benda tak hidup. Dalam tiap ekosistem terdapat komponen abiotik dan komponen biotik yang berbeda-beda. Perbedaan komponen biotik dan komponen abiotik dalam ekosistem menyebabkan terbentuknya keanekaragaman ekosistem. Keanekaragaman ekosistem merupakan salah satu faktor terbentuknya keanekaragaman hayati.

TUGAS (Apresiasi Kekayaan Alam Indonesia)

1. Lakukan pengamatan terhadap 5 jenis tanaman berbeda spesies. Bandingkan ciri-cirinya, lalu buatlah deskripsi singkat mengenai ciri-ciri yang berbeda!
2. Lakukan pengamatan terhadap 5 jenis hewan berbeda spesies. Bandingkan ciri-cirinya, lalu buatlah deskripsi singkat mengenai ciri-ciri yang berbeda!
3. Presentasikan hasil pengamatan kalian di depan kelas.

Komponen abiotik meliputi letak menurut garis lintang dan garis bujurnya (latitude), ketinggian tempat (altitude), iklim, kelembaban, suhu, kondisi tanah dan lain sebagainya. Adapun komponen biotik meliputi organisme hidup termasuk produsen, konsumen, detritivor, maupun dekomposer.

Secara garis besar di muka bumi ini terdapat dua macam ekosistem besar, yaitu ekosistem darat (terrestrial) dan ekosistem perairan (akuatik). Ekosistem darat mencakup beberapa macam bioma, antara lain bioma gurun atau padang pasir, bioma padang rumput atau savanna, bioma hutan basah atau hutan hujan tropis, bioma hutan gugur iklim sedang, bioma taiga dan bioma tundra.

- a. Bioma gurun/padang pasir jenis tumbuhan terbatas, seperti kaktus, perdu. Didominasi oleh daratan pasir, intensitas cahaya matahari sangat tinggi, curah hujan sangat rendah, perbedaan suhu siang dan malam sangat besar. Terdapat di Afrika, Amerika Utara, Asia, Australia.
- b. Bioma padang rumput atau savanna didominasi oleh berbagai jenis rumput, beberapa jenis pohon atau perdu, curah hujan lebih tinggi. Hewan-hewan herbivora sangat melimpah, diikuti beberapa jenis karnivora. Terdapat di Australia, Asia Selatan, Amerika, dan Afrika.
- c. Bioma hutan hujan tropis didominasi oleh pohon-pohon besar, berdaun lebar dan lebat, penghasil kayu yang utama di samping beberapa jenis liana dan epifit. Curah hujan sangat tinggi dan tersebar sepanjang tahun, keanekaragaman tumbuhan sangat tinggi. Banyak hewan-hewan arboreal, vertebrata, dan invertebrata. Terdapat di Amerika Tengah, Amerika Selatan, Afrika, Asia Tenggara, dan Australia Timur.
- d. Bioma hutan gugur iklim sedang didominasi oleh pohon-pohon berdaun lebar yang menggugurkan daunnya pada musim dingin dan dapat mencapai tinggi 30-40 meter. Beriklim sedang, hujan turun pada musim panas dengan musim dingin yang ekstrim. Hewan-hewan memiliki aktifitas bermusim. Terdapat di Amerika Serikat, Eropa, Asia Timur, Amerika Timur.
- e. Bioma taiga didominasi oleh tumbuhan konifer, keanekaragaman jenis tumbuhan sangat rendah. Terdapat di Amerika Utara, Eropa, dan Asia.
- f. Bioma tundra didominasi oleh tumbuhan lumut, lumut kerak dan pohon yang kerdil. Terdapat di daerah sekitar kutub atau daerah pada ketinggian di atas 2.500 meter.

TUGAS (Menumbuhkan Daya Saing)

Bentuklah satu kelompok yang terdiri atas 3 – 5 siswa. Secara kelompok lakukan pengamatan terhadap dua ekosistem berbeda, misalnya ekosistem kolam dan ekosistem kebun. Catatlah komponen-komponen biotik dan komponen abiotik dari 2 ekosistem tersebut dalam suatu tabel yang kalian rancang sendiri. Bandingkan dan analisalah, apakah terdapat perbedaan? Apa kesimpulan kegiatan ini?

Bandingkan kesimpulan kelompok kalian dengan kelompok lain.

INFO (Kebenaran Konsep)

Ekosistem merupakan interaksi antara organisme dengan lingkungannya. Dalam ekosistem terdapat komponen biotik dan abiotik. Sekelompok ekosistem daratan pada sebuah benua yang mempunyai struktur dan fisiognomi vegetasi yang sama membentuk bioma.

Adapun, ekosistem perairan dapat dikelompokkan berdasarkan aliran airnya dan berdasarkan kadar garamnya/ (salinitas).

Menurut aliran airnya ekosistem perairan dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Ekosistem perairan mengalir (lotik)

Air secara terus-menerus begerak sesuai dengan dinamika aliran air. Distribusi nutrisi lebih merata dibandingkan dengan ekosistem perairan tidak mengalir, misalnya sungai.

2. Ekosistem perairan tidak mengalir (lentik).

Tidak ada aliran air secara dinamis, distribusi nutrisi kurang merata, misalnya danau, rawa, kolam, waduk, bendungan dan lain-lain.

Adapun, menurut salinitasnya, ekosistem perairan dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Ekosistem air tawar

Kadar garam rendah, dipengaruhi iklim dan cuaca daratan, penetrasi cahaya matahari kurang. Misalnya danau, kolam, waduk, bendungan dan lain-lain.

2. Ekosistem air laut

Kadar garam tinggi, tidak dipengaruhi iklim dan cuaca daratan, penetrasi cahaya matahari relative lebih tinggi, misalnya laut.

3. Ekosistem air tawar

Kadar garam rendah, dipengaruhi iklim dan cuaca daratan, penetrasi cahaya matahari kurang, misalnya danau, kolam, waduk, bendungan dan lain-lain.

B. Keanekaragaman Hayati Indonesia

Indonesia merupakan negara yang menyimpan kekayaan keanekaragaman hayati yang sangat besar. Tidak kurang dari 25.000 spesies tumbuhan berbunga tumbuh dengan baik di Indonesia, 3000 jenis di antaranya anggrek. Sebagai negara dengan bioma hutan hujan tropis memungkinkan tumbuh suburnya berbagai pohon penghasil kayu. Sekitar 400 jenis kayu meranti dari keluarga besar Dipterocarpaceae dengan nilai ekonomis yang tinggi terdapat di Indonesia. Hutan di Indonesia juga menyimpan tidak kurang dari 35.000 jenis lumut dan alga.

Sekitar 6.000 jenis tumbuhan dan satwa domestik asli Indonesia telah digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk makanan, obat-obatan, kosmetik dan keperluan lainnya. Dari sekitar 38.000

spesies ikan yang ada di dunia, sekitar 9.500 spesies atau 25% hidup di perairan Indonesia (Djalal Tanjung, 2002).

Manfaat keanekaragaman hayati

Tahukah kalian apakah kegunaan keanekaragaman hayati Indonesia bagi kita? Untuk menjawabnya ikutilah uraian berikut.

1. Keanekaragaman hewan

Dari potensi keanekaragaman hayati hewan dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein hewani, baik dimanfaatkan dagingnya maupun susunya. Beberapa hewan dapat dimanfaatkan tenaganya untuk membantu mengolah lahan pertanian seperti kerbau, sapi dan gajah. Di beberapa daerah di Indonesia ada yang memanfaatkan kuda dan lembu sebagai alat transportasi tradisional. Tidak sedikit hewan yang memiliki nilai ekonomis tinggi, seperti ikan arwana, ayam cemani, beberapa jenis burung berkicau yang sengaja dikembangbiakkan untuk dikomersialkan maupun sebagai hewan piaraan sekaligus untuk meningkatkan status sosial pemiliknya. Dalam bidang pertanian kehadiran serangga dan beberapa jenis burung sangat berarti sebagai polinator atau sebagai musuh alami dari hama.

2. Keanekaragaman tumbuhan

Banyak potensi dari kekayaan keanekaragaman tumbuhan di Indonesia. Sebagian besar penduduk Indonesia mengonsumsi nasi sebagai makanan pokok. Berbagai varietas padi banyak ditanam untuk kepentingan swasembada pangan tanpa meninggalkan jenis umbi-umbian, jagung, sagu maupun ketela sebagai alternatif bahan makanan pokok nonberas. Pemenuhan kebutuhan protein dan lemak nabati dapat diperoleh dari beberapa jenis kacang-kacangan dan pengembangan perkebunan kelapa sawit untuk kepentingan penyediaan bahan industri minyak goreng. Seiring dengan makin menipisnya deposit minyak bumi, sekarang mulai dirintis pengembangan tanaman jarak untuk menghasilkan bahan bakar biodiesel sebagai alternatif pengganti bensin dan solar.

Beraneka ragam tanaman buah dan sayuran merupakan sumber vitamin dan mineral yang penting bagi kesehatan. Berbagai jenis tanaman obat, terutama dari keluarga Zingiberaceae, akar, dedaunan maupun biji-bijian sudah banyak dibudidayakan untuk apotik hidup atau untuk keperluan penyediaan bahan baku industri jamu dan farmasi.

Beberapa jenis tanaman seperti jati, meranti, mahoni dan beberapa jenis lain merupakan pemasok bahan baku mebel,

INFO (Apresiasi Kekayaan Alam)

Keanekaragaman hayati Indonesia sangat melimpah, meliputi keanekaragaman tumbuhan, keanekaragaman hewan, dan keanekaragaman mikroorganisme. Keanekaragaman hayati Indonesia mengandung nilai biologi, nilai ekonomi, nilai sosial budaya, nilai mental spiritual.

bahan konstruksi rumah maupun industri berbasis kayu. Jenis-jenis pinus menghasilkan minyak terpentin atau bahan baku kertas, pohon karet, dan damar untuk disadap getahnya dan masih banyak potensi yang dapat diambil dari keanekaragaman tumbuhan untuk kesejahteraan manusia.

3. Keanekaragaman mikroorganisme

Beberapa jenis makanan dan minuman tradisional Indonesia dalam proses pembuatannya melibatkan mikroorganisme. Jamur *Saccharomyces sp* sangat diperlukan dalam fermentasi minuman beralkohol. Demikian pula jenis *Aspergillus sp* membantu proses fermentasi tape. Beberapa jenis jamur dan bakteri juga menghasilkan antibiotika. Pembuatan susu asam (yoghurt) maupun nata (sejenis jeli) untuk campuran minuman juga melibatkan bakteri.

Dalam rekayasa genetika pun keterlibatan mikroorganisme tidak dapat diabaikan. Pembuatan insulin sintetis membutuhkan bakteri sebagai plasmid. Demikian juga dalam proses degradasi sampah kehadiran mikroorganisme pengurai sangat diperlukan. Dalam bidang pertanian beberapa bakteri pengikat nitrogen sangat membantu meningkatkan kesuburan tanah. Di bidang industri logam beberapa jenis bakteri membantu proses pemurnian bijih besi. Dengan demikian mikroorganisme merupakan salah satu kekayaan sumber daya alam hayati yang vital bagi kehidupan.

Sebagian wilayah daratan Indonesia merupakan kawasan hutan, mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan hingga Papua terdapat kawasan hutan. Meski dari waktu ke waktu terjadi pencuitan kawasan hutan, tidak dapat dipungkiri bahwa hutan merupakan potensi sumber daya alam hayati yang teramat penting.

Hutan sangat penting dalam daur hidrologi, karena kemampuannya dalam menyimpan air hujan. Sebagian besar hutan di Indonesia merupakan tipe hutan hujan tropis. Dengan melimpahnya keanekaragaman hayati yang sangat tinggi menjadikan hutan sebagai sumber kekayaan plasma nutah. Dalam hutan hujan tropis keanekaragaman jenis pohon penghasil kayu sangat tinggi, di samping potensi keanekaragaman jenis-jenis anggrek, lumut maupun tumbuhan paku. Jenis-jenis mamalia besar seperti gajah, harimau, singa, orang utan, banteng, sapi hutan menjadikan hutan sebagai habitatnya. Beberapa jenis herbivora seperti rusa, kijang maupun kambing liar juga dapat dijumpai di hutan. Karena itu upaya konservasi dan pelestarian hutan menjadi hal yang mutlak dilakukan untuk menjaga kelestarian kawasan hutan.

Ada dua macam upaya pelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia, yaitu secara insitu dan eksitu. Pelestarian secara insitu adalah pelestarian sumber daya alam hayati pada habitat aslinya. Adapun pelestarian secara eksitu adalah pelestarian sumber daya alam hayati di luar habitat aslinya. Pemerintah sudah menetapkan beberapa kawasan hutan sebagai hutan lindung, taman nasional, dan suaka margasatwa. Ini merupakan upaya untuk melestarikan keanekaragaman hayati baik tumbuhan maupun hewan agar terhindar dari bahaya kepunahan. Sebagai contoh pelestarian gajah di Way Kambas Lampung dan komodo di pulau Komodo Nusa Tenggara Timur.

Kebun binatang yang ada di Indonesia memiliki koleksi satwa yang beraneka ragam. Satwa-satwa yang dijadikan koleksi sengaja dipindahkan dari habitat aslinya ke dalam lingkungan kebun binatang. Di samping bertujuan melengkapi keragaman hewan, pemindahan hewan ini juga dimaksudkan sebagai sarana rekreasi dan pembelajaran pada masyarakat dan pengembangan satwa untuk pelestarian satwa yang bersangkutan. Ini merupakan pelestarian secara eksitu. Demikian pula pembangunan kebun plasma nutfah, kebun botani, dan kebun koleksi di beberapa daerah.

Kebun plasma nutfah ditujukan untuk melestarikan jenis-jenis tumbuhan baik jenis unggul maupun yang masih liar. Pada kebun koleksi tanaman terbatas pada jenis-jenis unggul saja. Adapun kebun botani, lebih bersifat melestarikan jenis daripada plasma nutfah dalam arti yang sebenarnya.

INFO (Kebenaran Konsep)

Hutan menyimpan kekayaan keanekaragaman makhluk hidup yang sangat besar. Melestarikan hutan berarti juga melestarikan sumber plasma nutfah. Pelestarian keanekaragaman hayati dapat dilakukan secara insitu maupun eksitu.

Kegiatan

(Menimbulkan Daya Saing)

Bacalah buku-buku literatur mengenai flora dan fauna yang langka dan dilindungi. Setelah itu catat jenis-jenisnya serta habitat asli dari flora dan fauna yang bersangkutan. Susunlah dalam suatu tabel.

No.	Nama jenis flora/fauna	Habitat asli	Keterangan
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			

No.	Nama jenis flora/fauna	Habitat asli	Keterangan
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Pertanyaan

1. Bagaimana kriteria flora dan fauna yang digolongkan ke dalam flora dan fauna langka?
2. Menurut pendapatmu apa yang menyebabkan kepunahan suatu jenis hewan atau tumbuhan?
3. Upaya apa saja yang dapat kalian lakukan untuk ikut melestariakan flora dan fauna langka agar tidak punah?
4. Perlukah diberlakukan larangan perburuan satwa dan penebangan hutan secara berlebihan? Jelaskan pendapatmu!

Kegiatan

(Menumbuhkan Rasa Ingin Tahu)

Tuliskan masing-masing 10 jenis tumbuhan dan hewan kemudian deskripsikan potensi nilai biologi, nilai ekonomi, nilai budaya dari masing-masing flora atau fauna yang kalian sebutkan!

No.	Nama jenis	Nilai biologi	Nilai ekonomi	Nilai budaya
1.	Kelapa	Sumber lemak nabati, sebagai produsen	Bahan baku industri minyak, sebagai bahan bangunan	Janurnya sebagai sarana upacara adat, bahan kerajinan

No.	Nama jenis	Nilai biologi	Nilai ekonomi	Nilai budaya
2.				
3.				

Pertanyaan

- Setiap jenis flora dan fauna memiliki nilai penting bagi pelestarian sumber daya alam hayati. Apa pendapat kalian mengenai pernyataan ini?
- Jenis flora dan fauna tertentu yang dijadikan sebagai obyek kajian penelitian mengandung nilai budaya. Jelaskan pernyataan ini!
- Berilah contoh-contoh jenis flora atau fauna yang memiliki nilai ekonomi tinggi!
- Adakah dampak dari nilai ekonomi yang tinggi suatu jenis flora atau fauna terhadap kelestariannya?

Kecakapan Akademik

Jodohkan kata sebelah kiri dengan kata sebelah kanan yang memiliki keterkaitan konsep.

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. fenotipe | a. sumber kayu yang utama |
| 2. keanekaragaman gen | b. suaka margasatwa |
| 3. varietas | c. perbedaan struktur dan susunan gen |
| 4. endemik | d. mangga golek, gadung, manalagi |
| 5. hutan hujan tropis | e. ciri yang dapat dikenali dari luar |
| 6. insitu | f. pelestarian jenis organisme di luar habitat aslinya |
| | g. penyebarannya terbatas di wilayah tertentu dan menetap |
| | h. pelestarian jenis organisme pada habitat aslinya |

RANGKUMAN

Keanekaragaman hayati terbangun oleh tiga tingkatan keanekaragaman yaitu keanekaragaman gen, jenis, dan ekosistem. Keanekaragaman gen timbul karena adanya perbedaan struktur gen yang mengekspresikan sifat-sifat berbeda. Perbedaan bentuk, penampilan, dan sifat satu spesies pada individu sejenis menimbulkan variasi. Perbedaan bentuk, penampilan, dan sifat pada individu yang berbeda spesies menimbulkan keanekaragaman jenis. Keanekaragaman jenis lebih mudah kita kenali daripada keanekaragaman gen. Adanya perbedaan faktor biotik dan abiotik dalam ekosistem menimbulkan keanekaragaman ekosistem.

Ada dua ekosistem utama di bumi, yaitu ekosistem darat (terrestrial) dan ekosistem perairan (akuatik). Ekosistem

darat mencakup beberapa bioma. Menurut aliran airnya ekosistem perairan dibedakan menjadi ekosistem perairan mengalir dan ekosistem perairan tidak mengalir, sedangkan menurut salinitasnya ekosistem perairan dibedakan menjadi ekosistem air tawar, ekosistem air laut, dan ekosistem air payau.

Keanekaragaman hayati di Indonesia, baik keanekaragaman hewan, tumbuhan dan mikroorganisme memiliki arti yang besar bagi upaya peningkatan kesejahteraan manusia. Namun, perlu upaya pelestarian baik secara insitu maupun eksitu.

Pelestarian secara insitu adalah pelestarian keanekaragaman hayati pada habitat aslinya, sedangkan pelestarian secara eksitu adalah pelestarian keanekaragaman hayati di luar habitat aslinya.

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Keanekaragaman hayati terbangun oleh tiga tingkatan keanekaragaman yaitu keanekaragaman
 - a. individu, populasi, komunitas
 - b. sel, jaringan, organ
 - c. gen, jenis, ekosistem
 - d. gen, genotip, fenotip
 - e. gen, jenis, populasi
2. Bermacam-macam mangga seperti mangga madu, golek, gadung, mangga, nanas merupakan keanekaragaman tingkat
 - a. gen
 - b. jenis
 - c. populasi
 - d. ekosistem
 - e. komunitas
3. Variasi antarindividu timbul karena adanya perbedaan
 - a. kebiasaan hidup
 - b. jenis makanan
 - c. habitat antar individu
 - d. perilaku antar individu
 - e. struktur gen
4. Perbedaan bentuk, penampilan, dan sifat pada pisang ambon, pisang kepok, pisang biji, pisang raja menunjukkan adanya keanekaragaman tingkat
 - a. gen
 - b. jenis
 - c. populasi
 - d. komunitas
 - e. ekosistem

5. Lebih mudah membedakan ciri antara padi dengan jagung dari pada membedakan ciri antara padi mamberamo dengan padi cisadane karena
 - a. padi dan jagung satu familia
 - b. padi dan jagung tergolong rumput-rumputan
 - c. padi dan jagung berbeda familia
 - d. padi dan jagung berbeda species
 - e. padi dan jagung satu species
6. Mempelajari keanekaragaman hayati bermanfaat seperti tersebut di bawah ini, *kecuali*
 - a. mengenal jenis-jenis makhluk hidup
 - b. mengetahui manfaat jenis-jenis makhluk hidup
 - c. mengetahui kekerabatan antar makhluk hidup
 - d. mengenal ciri-ciri makhluk hidup
 - e. mengetahui pangsa pasar jenis-jenis makhluk hidup
7. Berikut yang merupakan flora khas Papua adalah
 - a. bunga rafflesia dan kayu ebony
 - b. matoa dan cendana
 - c. kruing dan kayu ulin
 - d. durian dan matoa
 - e. matoa dan buah merah
8. Yang membedakan ekosistem lentic dan lotik adalah
 - a. salinitasnya
 - b. aliran air
 - c. curah hujan
 - d. intensitas cahaya matahari
 - e. ketinggian tempat
9. Istilah yang menunjukkan gambaran kekayaan keanekaragaman hayati suatu wilayah adalah
 - a. bioprospeksi
 - b. biopestisida
 - c. bioteknologi
 - d. biodiversitas
 - e. biodegradasi
10. Hutan Indonesia menyimpan kekayaan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Banyak mamalia besar hidup di kawasan hutan Kalimantan. Yang tergolong fauna arboreal adalah
 - a. banteng, gajah, badak
 - b. harimau, singa, serigala
 - c. orang utan, siamang, monyet
 - d. burung, angsa, ayam
 - e. anoa, kambing hutan, rusa
11. Kebun pemeliharaan jenis-jenis flora langka dan kerabat liarnya adalah
 - a. kebun biologi
 - b. kebun plasma nutfah
 - c. kebun botani
 - d. kebun koleksi
 - e. kebun raya
12. Perhatikan ciri-ciri ekosistem berikut!
 1. salinitas rendah
 2. dipengaruhi oleh iklim dan cuaca daratan
 3. penetrasi cahaya matahari kurang
 4. mencakup wilayah yang sangat luas
 5. variasi suhu sangat tinggi
 6. salinitas tinggi

Yang *bukan* merupakan ciri ekosistem air laut adalah

 - a. 1, 2, 3
 - b. 4, 5, 6
 - c. 1, 3, 5
 - d. 2, 4, 6
 - e. 1, 4, 5
13. Daerah peralihan antara dua bioma yang berdekatan dinamakan
 - a. termoklin
 - b. termodinamika
 - c. ekoton
 - d. ekologi
 - e. biosfer

14. Berikut ini tergolong fauna langka dan dilindungi, *kecuali*
 - a. badak, banteng, kerbau
 - b. gajah, badak, cendrawasih
 - c. anoa, landak, babi
 - d. harimau, jalak bali, merpati
 - e. sapi, kerbau, banteng
15. Upaya pelestarian satwa langka di kebun binatang dan taman safari tergolong pelestarian secara
 - a. eksitu
 - b. insitu
 - c. domestikasi
 - d. pelestarian di habitat aslinya
 - e. karantina

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat!

1. Jelaskan tiga tingkat keanekaragaman hayati disertai contoh.
2. Jelaskan potensi sumber daya alam pada hutan hujan tropis.
3. Ada dua cara pelestarian keanekaragaman hayati. Sebutkan dan jelaskan.
4. Jelaskan mengapa Indonesia sebagai megabiodiversitas.
5. Apakah perilaku manusia dapat berpengaruh pada kelestarian keanekaragaman hayati? Jelaskan.

BAB 7

DUNIA TUMBUHAN



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

Tumbuhan di bumi ini sangat beragam yang tersusun dari laut sampai puncak gunung, yang melingkupi sebagian besar daratan di muka bumi ini. Tumbuhan amat penting peranannya bagi penduduk di bumi. Kemampuan fotosintesis tumbuhan memberi seluruh kekuatan bagi manusia dan hewan. Tumbuhan juga menjaga tanah dari pengikisan hutan dan membantu mendinginkan iklim tempatnya tumbuh dengan penguapan air ke udara melalui proses pernapasan.

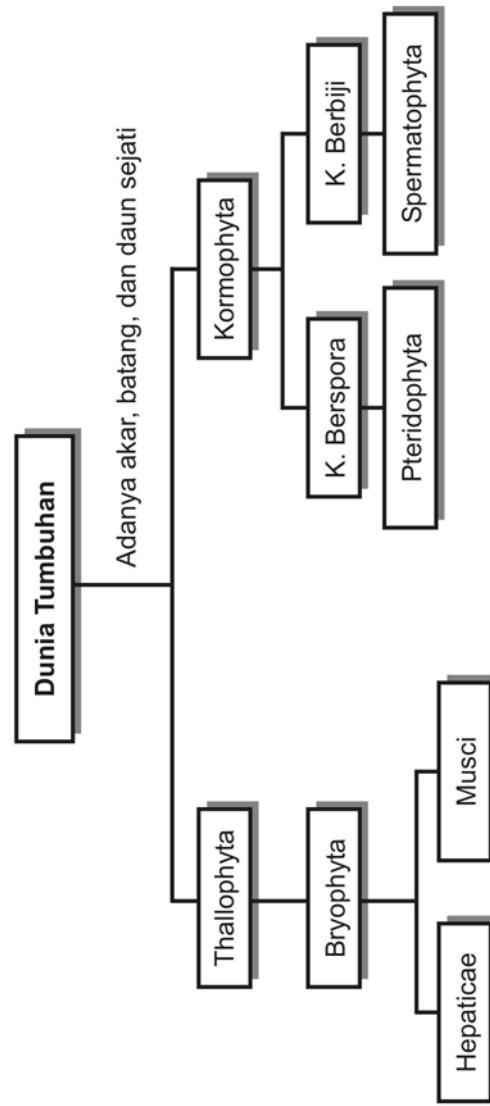
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat mendeskripsikan ciri-ciri Divisio dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kehidupan di bumi.

Kata-kata kunci

- metagenesis
- gametofit
- sporofit
- strobilus
- runjung
- monokotil
- dikotil

Peta Konsep



Tidak semua organisme mampu mensintesis bahan makanannya sendiri. Kelompok organisme heterotrof tidak memiliki kemampuan melakukan sintesis bahan makanan yang dibutuhkannya. Dengan demikian seluruh kebutuhan hidupnya bergantung pada ketersediaan zat organik dari organisme lain atau lingkungannya. Organisme dari kelompok jamur, hewan dan beberapa jenis bakteri masuk dalam kategori ini. Ketiadaan pigmen fotosintetiklah yang menyebabkan mereka menggantungkan hidupnya kepada organisme lain.

Berbeda dengan organisme heterotrof, tumbuhan memiliki kemampuan menyusun zat makanan sendiri. Dengan bantuan energi dari luar, misalnya energi cahaya matahari, tumbuhan dapat menghasilkan karbohidrat yang penting bagi penyediaan energi untuk dirinya sendiri maupun untuk organisme lain. Karena kemampuan inilah maka tumbuhan dikategorikan sebagai organisme autotrof.

Sebagian besar organisme autotrof yang ada di bumi ini termasuk kelompok tumbuhan berbiji (Gembong Tjitosoepomo, 2005). Selain itu alga, lumut, dan tumbuhan paku memiliki kemampuan yang sama dalam membuat makanan sendiri. Dalam pokok bahasan ini pembahasan tumbuhan dibatasi pada tumbuhan lumut (Briophyta), tumbuhan paku (Pteridophyta) dan tumbuhan ber biji (Spermatophyta), mengingat alga telah dibicarakan dalam pembahasan Protista mirip tumbuhan pada pokok bahasan terdahulu. Setelah mempelajari pokok bahasan ini kalian diharapkan memiliki pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang tumbuhan, mampu memanfaatkannya dengan optimal dengan tetap menjaga kelestariannya.

Semua tumbuhan memiliki kemampuan membentuk zat organik dari zat-zat anorganik melalui fotosintesis (bersifat autotrof). Tumbuhan merupakan organisme multiseluler, karena tubuh tumbuhan tersusun oleh banyak sel, baik sel yang telah mengalami diferensiasi maupun belum mengalaminya. Sel tumbuhan memiliki dinding sel yang tersusun oleh hemiselulosa sehingga bentuk sel tumbuhan relatif tetap, tidak mudah mengalami perubahan. Tergantung tingkat kemajuan yang dicapai dalam diferensiasi jaringan, ada tumbuhan yang berpembuluh (vaskuler), ada pula yang belum berpembuluh (nonvaskuler).

Cara reproduksi tumbuhan juga berbeda-beda, ada yang secara vegetatif maupun secara generatif. Dilihat dari kelengkapan organ yang dimiliki, tumbuhan ber biji (Spermatophyta) merupakan golongan tumbuhan paling tinggi tingkatannya. Pada tumbuhan ini



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 7.1 Beraneka ragam spesies tumbuhan dalam satu ekosistem.

akar, batang, dan daun telah nyata ada, serta menghasilkan biji sebagai alat perkembangbiakan. Tumbuhan dengan akar, batang dan daun sejati disebut tumbuhan berkormus (kormophyta). Atas dasar ciri-ciri itulah maka tumbuhan berbiji disebut (kormophyta berbiji). Selain spermatophyta, tumbuhan paku (Pteridophyta) juga telah menunjukkan ciri-ciri mempunyai akar, batang, dan daun sejati, terutama golongan paku pohon. Jadi, tumbuhan paku dapat dimasukkan ke dalam kelompok kormophyta. Dengan spora yang dibentuk dalam kotak spora, tumbuhan paku dijuluki sebagai kormophyta berspora.

A. Thallophyta

Kelompok tumbuhan yang belum memiliki akar, batang, dan daun yang nyata digolongkan dalam golongan Thallophyta, misalnya lumut (Bryophyta).

Tumbuhan lumut (Bryophyta) belum menampakkan ciri adanya akar sejati. Sederetan sel-sel yang menyerupai rambut, mengantikan fungsi akar yang belum dimilikinya. Inilah yang dinamakan rizoid (akar semu) yang berfungsi menyerap air dan zat hara dari tempat hidupnya. Rizoid juga berfungsi untuk menambatkan tubuh lumut pada tempat hidupnya. Batang dan daun sejati belum ditemukan pada lumut, hanya pada lumut daun telah menunjukkan kemajuan dengan adanya struktur batang serta daun sederhana, tanpa jaringan pengangkut.

Lumut menyukai tempat yang teduh dan lembab, misalnya tembok, permukaan batuan, genteng, dan kulit pohon. Di tempat yang miskin zat organik pun Lumut tetap dapat hidup di tempat yang mengandung sedikit zat organik, asalkan memiliki kelembaban yang cukup. Karena sifat toleran yang sangat tinggi tersebut, maka lumut dapat tumbuh dimana-mana. Inilah yang menjadi alasan mengapa lumut disebut tumbuhan kosmopolit.

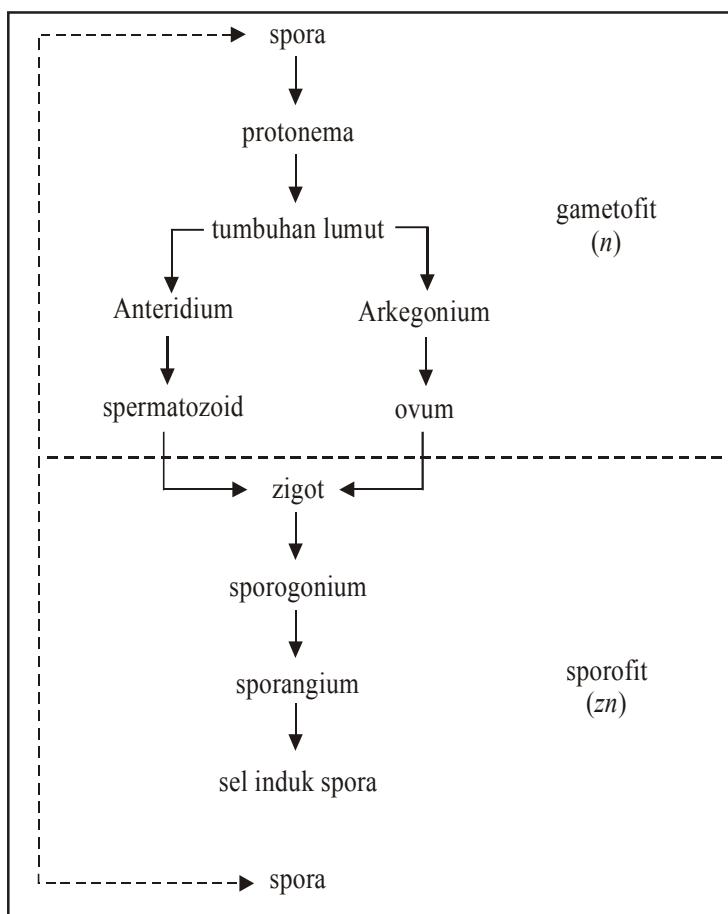
Talus berwarna hijau karena adanya klorofil menjadikan lumut mampu melakukan sintesis senyawa organik dengan bantuan sinar matahari. Jadi, lumut bersifat autotrof karena tidak bergantung pada organisme lain. Lumut menghasilkan spora sebagai alat perkembangbiakan.

Pada talus bagian atas lumut yang sudah dewasa akan terbentuk badan penghasil spora yang dinamakan sporogonium. Sporogonium merupakan perkembangan dari zigot, hasil peleburan spermatozoid yang dibentuk oleh anteridium dan ovum yang dibentuk oleh arkegonium. Spora dibentuk secara meiosis dalam kotak spora (sporogonium). Jika kotak spora telah masak, dengan

gerak higroskopik kotak spora pecah dan spora-spora terlempar keluar. Kemudian spora menyebar pada areal yang luas dengan bantuan angin. Jika spora jatuh di tempat lembab akan berkecambah menjadi protonema yang menyerupai benang dan tumbuh menjadi lumut baru. Jadi, dalam daur hidupnya lumut mengalami metagenesis atau pergantian keturunan antara generasi gametofit dan generasi sporofit.

Selain secara seksual, lumut juga berkembang biak secara aseksual, yaitu dengan membentuk tunas atau membentuk fragmen talus.

Lembaran talus merupakan gametofit karena dapat membentuk arkegonium yang menghasilkan ovum, dan membentuk anteridium yang menghasilkan spermatozoid. Adapun sporogonium yang merupakan hasil pertumbuhan dari zigot merupakan sporofit, karena dapat membentuk spora. Agar lebih mudah memahami reproduksi lumut, perhatikan diagram berikut ini!



▲ Gambar 7.2 Diagram reproduksi lumut

Sumber: Dok. Penerbit

Generasi gametofit mulai dengan spora yang dihasilkan meiosis. Spora ini haploid dan semua selnya yang dihasilkan dari sel ini juga haploid termasuk arkegonium dan anteridium (gamel). Jika dua gamet ini melebur membentuk zigot, maka mulailah generasi sporofit. Jumlah kromosom zigot adalah diploid dan semua sel yang diturunkannya melalui mitosis adalah diploid. Kemudian sel-sel tertentu mengalami meiosis yang haploid dan mulailah generasi gametofit.

Tumbuhan lumut terdiri atas dua kelas, yaitu kelas Hepaticae (lumut hati) dan kelas Musci (lumut daun). Keduanya berbeda bentuk susunan tubuh dan perkembangan gametangium (lumut hati) serta sporogoniumnya.

1. Kelas Hepaticae

Talusnya pipih dorsiventral, berwarna hijau, agak berdaging, bercabang menggarpu, bagian ventral terdapat rizoid, dan sisik-sisik ventral. Hidup di tanah lembab, bebatuan dan batang pohon. Kelas ini mencakup tiga ordo, yaitu Anthocerotales, Marchantiales dan Jungermanniales.

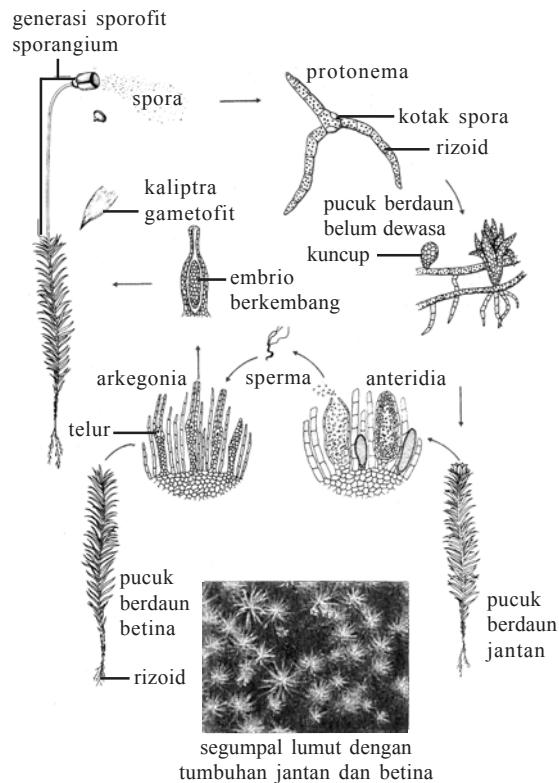
a. Ordo Anthocerotales (lumut tanduk)

Terdiri satu familia saja, yakni familia Anthocerotaceae. Gametofit memiliki talus berbentuk cakram dengan tepi bertoreh, biasanya melekat pada tanah dengan rizoid. Lumut ini memiliki talus sederhana, sel-selnya memiliki satu kloroplas seperti pada alga. Di sisi bawah talus terdapat stoma yang hampir selalu terisi lendir. Anteridium terkumpul dalam suatu lekukan di sisi atas talus, demikian pula arkegoniumnya. Sporangium tidak bertangkai, berbentuk seperti tanduk dengan panjang 10 sampai 15 cm.

Contoh spesies :

Anthoceros laevis

Anthoceros fusiformis



Sumber: *Biologi*, 1983

▲ Gambar 7.3 Daur hidup lumut

b. *Ordo Marchantiales*

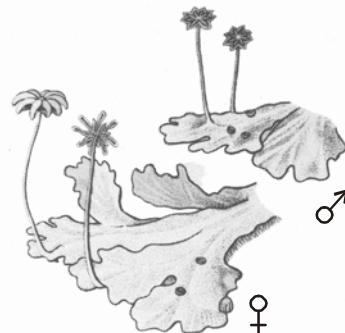
Talus berbentuk pita, berdaging, berwarna hijau, lebar sekitar 2 cm, bercabang menggarpu dengan rusuk tengah yang tidak begitu jelas. Di sisi bawah talus terdapat rizoid dan sel-sel yang menyerupai daun yang dinamakan sisik ventral. Di sisi atas talus terdapat kuncup, sebagai alat pembiak vegetatif. Gametangium didukung oleh tangkai yang tumbuh tegak, berumlah dua, jadi arkegonium dan anteridium terdapat pada talus terpisah. Tangkai pendukung arkegonium dinamakan arkegoniofor dan tangkai pendukung anteridium dinamakan anteridiofor. Arkegonium menghasilkan sel telur, sedangkan anteridium menghasilkan spermatozoid. Dengan perantara air spermatozoid membuahi ovum membentuk zigot. Jadi pembuahan lumut kebanyakan terjadi saat musim penghujan. Ordo Marchantiales terbagi menjadi 2 famili, yaitu:

- Famili : *Marchantiaceae*
Spesies : *Marchantia polymorpha*
Marchantia geminata
- Familia : *Ricciaceae*
Spesies : *Riccia fluitans*
Riccia nutans

c. *Ordo Jungermanniales*

Umumnya talusnya kecil, berbentuk pita kecil dengan percabangan menggarpu menyerupai *Marchantia*. Hidup di atas tanah, menempel (epifit) pada batang pohon atau pada daun pohon-pohon di hutan. Kebanyakan telah memiliki bagian seperti batang dengan dua baris semacam daun-daun kecil yang letaknya agak miring. Ordo Jungermanniales terbagi menjadi 2 famili, yaitu:

- Familia : *Acroynaceae*
Spesies : *Plagiochila asplenoides* spesies ini tumbuh di daerah tropis
- Famili : *Anacrogynaceae*
Spesies : *Pnellia epiphylla*
Blasic pusilla



Sumber: Biologi Umum, 1981

▲ Gambar 7.4 Lumut hati (*Marchantia* sp), gametofit jantan (a) dan gametofit betina (b) pada talus terpisah (kiri)

2. Kelas Musci (Lumut Daun)

Musci lebih maju dibandingkan Hepaticae karena telah memiliki batang dan daun sederhana, meski akarnya masih berupa rizoid. Tumbuh di atas tanah yang lembab, batu cadas, batang pohon, dan air. Alat kelamin terkumpul pada ujung batang atau pada ujung cabang. Ada yang berumah satu (monoesis), di mana arkegonium dan anteridium dihasilkan dalam satu individu, ada yang berumah dua (diesis). Talus lumut jantan biasanya berukuran kecil, setelah membentuk beberapa daun segera menghasilkan anteridium. Talus lumut betina mempunyai banyak daun dan menghasilkan arkegonium. Spora yang dihasilkan lumut jantan biasanya lebih kecil daripada spora lumut betina. Jadi, pada Musci mulai tampak gejala heterospori, seperti pada golongan tumbuhan paku tertentu. Di daerah gambut lumut dapat menutupi areal yang sangat luas. Kelas Musci meliputi 3 ordo, yaitu Andreales, Sphagnales dan Bryales.

a. Ordo Andreales

Ordo Andreales hanya terdiri satu famili, yakni familia Andreaceae, dengan satu marga Andreaea. Protonema berbentuk seperti pita bercabang-cabang. Kapsul spora mula-mula diselubungi kaliptra berbentuk seperti tutup kepala bayi. Kolumela diselubungi jaringan sporogen.

Spesies : *Andreaea petrophila*

Andreaea rupestris

b. Ordo Sphagnales

Ordo Sphagnales hanya terdiri satu famili, yakni famili Sphagnaceae dengan satu marga Sphagnum. Kebanyakan hidup di rawa-rawa membentuk rumpun atau bantalan. Lumut yang telah mati akan membentuk tanah gambut. Protonema berbentuk seperti daun kecil, tepinya bertoreh, terdiri atas selapis sel.

Spesies : *Sphagnum fimbriatum* (lumut gambut)

Sphagnum spuarrosum

Sphagnum acutifolium



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 7.5 Lumut gambut (*Sphagnum fimbriatum*)

c. Ordo Bryales

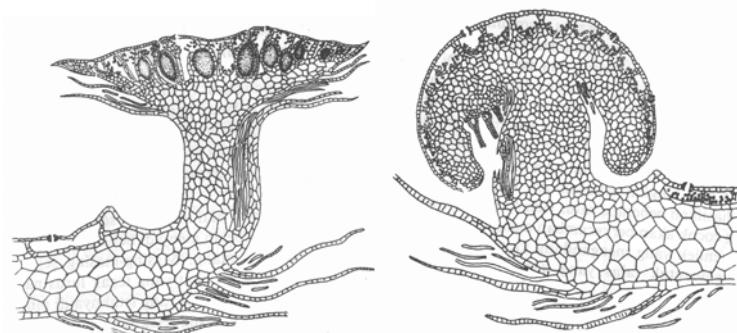
Ordo Bryales sebagian besar berupa lumut daun. Kapsul spora telah mengalami diferensiasi yang maju. Sporangium bertangkai yang dinamakan seta di mana pangkalnya tertanam dalam jaringan tumbuhan gametofitnya. Bagian atas seta dinamakan apofisis. Di dalam kapsul spora terdapat ruang-ruang spora yang dipisahkan oleh jaringan

kolumela. Bagian atas dinding kapsul spora terdapat tutup (operculum), yang tepinya terdapat lingkaran sempit disebut cincin. Sel-sel cincin ini mengandung lendir sehingga dapat mengembang dan menyebabkan terbukanya operculum. Di bawah operculum terdapat gigi-gigi peristom. Ordo Bryales meliputi beberapa famili, di antaranya famili Polytrichaceae.

Contoh spesies : *Polytrichum communae*

Pogonatum cirrhatum

Sphagnum squarrosum



Sumber: *Taksonomi Tumbuhan*, 1981

▲ Gambar 7.6 Penampang membujur arkegoniofor (kiri) dan anteridiofor (kanan) pada lumut.



Sumber: *Taksonomi Tumbuhan*, 1981

▲ Gambar 7.7 Lumut daun *Polytrichum*, *Pogonatum*, dan *Mniodendron*.

B. Kormophyta

Pada bagian awal bab ini sudah dijelaskan secara singkat mengenai kormophyta. Kormophyta dapat dibedakan menjadi tumbuhan paku dan tumbuhan berbiji. Untuk lebih jelasnya ikutilah uraian berikut.

1. Tumbuhan paku (Pteridophyta)

a. Ciri-ciri tumbuhan paku

Dibandingkan dengan lumut, tumbuhan paku menunjukkan ciri yang lebih maju. Pada tumbuhan paku telah ditemukan akar, batang, dan daun yang sebenarnya. Batang tumbuhan paku memiliki pembuluh/berkas pengangkut, ciri ini belum dijumpai pada lumut. Habitus/perawakannya sangat beranekaragam, mulai dari tumbuhan paku dengan daun-daun kecil dengan struktur yang sangat sederhana sampai tumbuhan paku dengan daun mencapai 2 meter dengan struktur yang rumit. Tumbuhan paku ada yang belum memiliki batang yang nyata (hanya berupa rizom), tapi juga ada yang memiliki batang sebenarnya (paku pohon). Daun tumbuhan paku bermacam-macam, dibedakan menurut ukuran, atau menurut fungsinya. Menurut ukurannya daun tumbuhan paku dibedakan menjadi mikrofil (daun berukuran kecil) dan makrofil (daun berukuran besar). Adapun menurut fungsinya daun tumbuhan paku dibedakan menjadi daun fertil atau sporofil (daun penghasil spora) dan daun steril atau tropofil (daun untuk fotosintesis). Daun penghasil spora biasanya juga dapat berfungsi untuk fotosintesis, daun semacam ini disebut troposporofil.

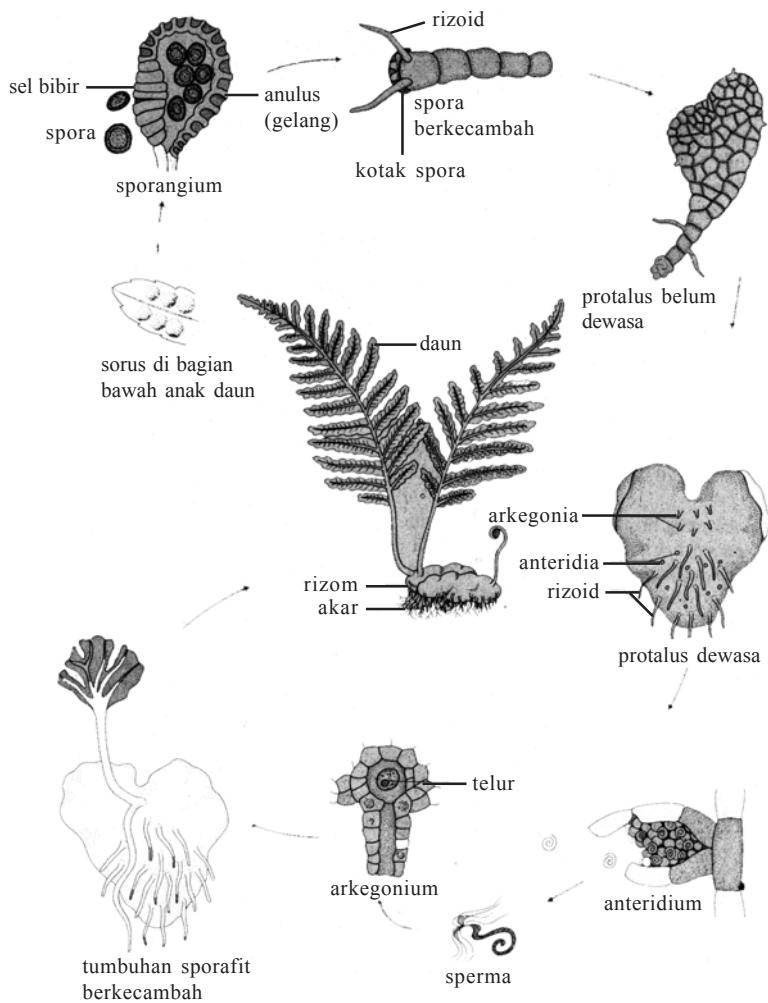
Habitat tumbuhan paku ada yang di tanah, ada yang epifit pada pohon lain dan ada yang hidup di air. Karena itu ada tiga macam tumbuhan paku, yaitu paku tanah, paku epifit, dan paku air. Umumnya tumbuhan paku menyukai tempat yang teduh dengan tingkat kelembaban udara yang tinggi.

b. Reproduksi tumbuhan paku

Seperti halnya lumut, tumbuhan paku juga mengalami pergiliran keturunan atau metagenesis. Gametofitnya dinamakan protalium yang merupakan hasil perkecambahan spora haploid. Bentuk protalium menyerupai jantung, berwarna hijau, melekat pada substrat dengan menggunakan rizoid, ukurannya hanya beberapa sentimeter saja. Protalium menghasilkan spora dengan bentuk dan ukuran yang bermacam-macam. Generasi sporofit berupa tumbuhan paku. Dalam suatu protalium akan dibentuk arkegonium (badan penghasil ovum) dan anteridium (badan penghasil spermatozoid). Ovum dan spermatozoid dengan media air akan bertemu, lalu melebur menjadi zigot. Selanjutnya zigot akan tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan paku yang merupakan sporofit. Pada daun fertil

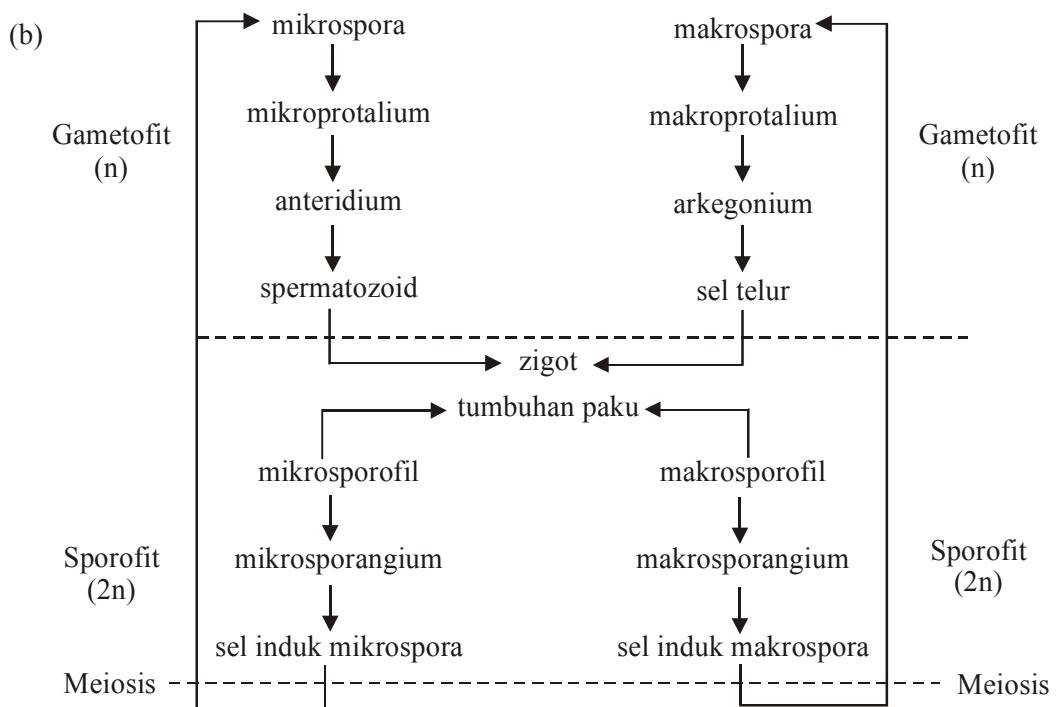
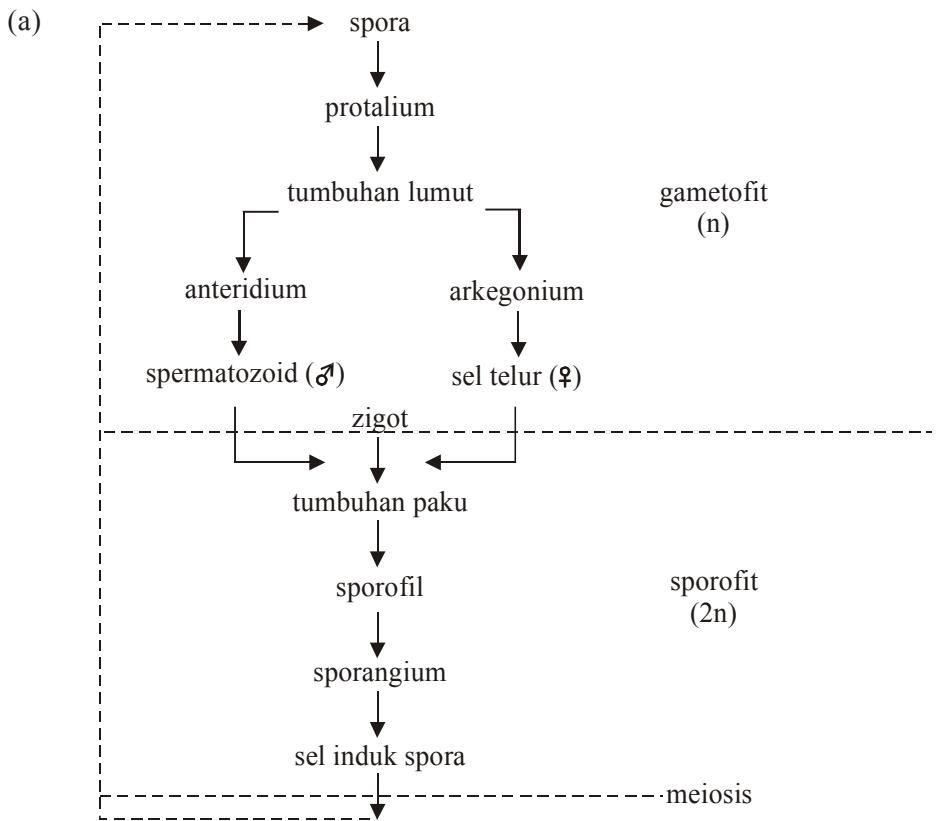
dibentuk sporangium (kotak spora), di dalamnya terdapat sel induk spora yang akan membelah secara meiosis membentuk spora haploid. Akhirnya sporangium pecah dan spora-spora keluar. Jika jatuh di tempat yang sesuai spora akan berkecambah membentuk protalium. Dengan demikian siklus hidup berulang lagi.

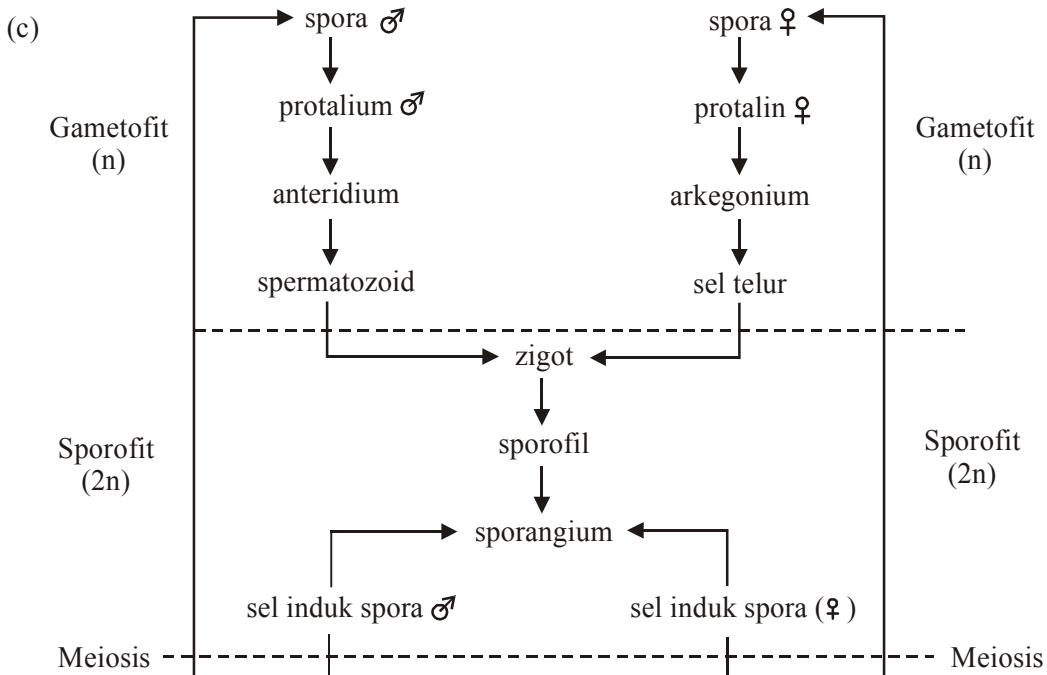
Tumbuhan paku merupakan tumbuhan kormus, batang berpembuluh, daunnya terdiri daun steril (trofofil) dan daun fertil (sporofil). Batangnya berupa rizoma atau batang berkayu (pada paku pohon). Tumbuhan paku menghasilkan spora, mengalami metagenensis, generasi sporofit berumur panjang, gametofit berupa protalium yang berukuran kecil dan berumur pendek.



Sumber: *Biologi*, 1983

▲ Gambar 7.8 Daur hidup paku-pakuan





▲ Gambar 7.9 Bagan daur hidup tumbuhan paku homospor (a) dan paku heterospor (b) dan paku peralihan (c)

Menurut spora yang dihasilkan, tumbuhan paku dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu:

1) Tumbuhan paku homospor

Tumbuhan paku yang menghasilkan spora dengan bentuk dan ukuran sama tidak dapat dibedakan jenisnya antara spora jantan atau spora betina. Contohnya *Lycopodium clavatum* (paku kawat).

2) Tumbuhan paku heterospor

Tumbuhan paku yang menghasilkan spora dengan bentuk, ukuran, dan jeninya berbeda yaitu mikrospora (spora berukuran kecil, berjenis jantan), dan makrospora (spora berukuran besar, dan berjenis betina). Contohnya *Selaginella sp* (paku rane), *Marsilea sp* (semanggi).

3) Tumbuhan paku peralihan

Tumbuhan paku yang menghasilkan spora dengan bentuk dan ukuran sama, namun terdapat spora jantan dan spora betina. Contohnya *Equisetum debile* (paku ekor kuda).

c. Klasifikasi Pteridophyta

Pteridophyta terdiri dari empat kelas, yakni kelas ***Psilotytinae***, ***Equisetinae***, ***Lycopodinae***, dan ***Filicinae***.

1) Kelas Psilotinae (paku purba)

Psilotinae mencakup tumbuhan paku yang masih primitif, bahkan sebagian besar jenisnya telah punah. Keprimitifan ciri ditunjukkan dengan adanya daun kecil-kecil (mikrofil) yang belum terdiferensiasi atau tanpa daun sama sekali yang disebut juga paku telanjang. Ada pula jenis paku yang belum memiliki akar dan belum diketahui gametofitnya. Spora yang dihasilkan jenis paku tersebut mempunyai bentuk dan ukuran yang sama (paku homospor).

Paku purba dibedakan menjadi dua ordo, yaitu Psilotales dan Psilotales.

a) Ordo Psilotales (paku telanjang)

Berupa terna, belum memiliki akar (hanya rizoid), tidak berdaun atau berdaun kecil-kecil (mikrofil), batang telah memiliki pembuluh.

Familia : Rhyniaceae

Spesies : *Rhynia major*, *Zosterophyllum australianum*

b) Ordo Psilotales

Berupa terna kecil, rendah, belum memiliki akar (hanya rizoid), bercabang menggarpu, mikrofil seperti sisik-sisik pada batang. Protalium telah ada, hanya berukuran beberapa sentimeter saja.

Familia : Psilotaceae

Spesies : *Psilotum nudum*, terdapat di Jawa.
Psilotum triquetrum, terdapat di daerah tropik.

2) Kelas Equisetinae (paku ekor kuda)

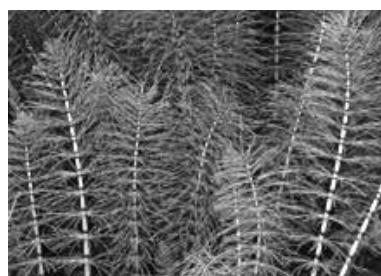
Berupa terna, menyukai tempat-tempat lembab, batang dengan percabangan berkarang dan nyata ruas-ruas batangnya. Daun kecil-kecil seperti rambut tersusun berkarang. Sporofil berbentuk seperti gada atau kerucut pada ujung batang.

Hanya terdiri atas satu ordo, yaitu ordo Equisetales.

Hidup di darat atau rawa-rawa, memiliki semacam rim-pang yang merayap dalam tanah, batang berpembuluh bertipe kolateral.

Familia : Equisetaceae

Spesies : *Equisetum debile* (paku ekor kuda), ditemukan di Indonesia.



Sumber: Encarta Encyclopedi

▲ Gambar 7.10 Paku ekor kuda

Equisetum arvense

Equisetum pretense

3) Kelas Lycopodiinae (paku kawat)

Batang bercabang, tumbuh tegak atau menjalar dengan percabangan menjulang ke atas. Berkas pengangkut masih sederhana. Daun seperti jarum, beberapa jenis telah menunjukkan diferensiasi menjadi jaringan tiang dan jaringan bunga karang. Terdiri atas 4 ordo, yakni ordo Lycopodiales, Selaginellales, Lepidodendrales, dan Isoetales.

a) Ordo Lycopodiales

Berupa terna, batang memiliki berkas pengangkut sederhana. Daun seperti jarum dianggap homolog dengan mikrofil dengan satu tulang daun tidak bercabang. Akar bercabang menggarpu, sporofil berbentuk segitiga sama sisi.

Familia: Lycopodiaceae

Spesies: *Lycopodium cernuum*, sering dipakai dalam pembuatan karangan bunga.

Lycopodium clavatum, serbuk spora sebagai pelapis pil agar tidak lengket.

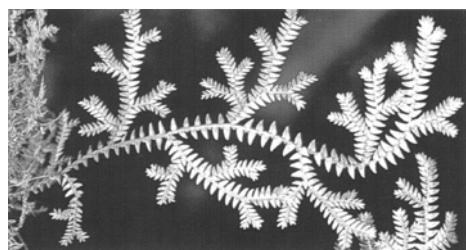
b) Ordo Selaginellales

Sebagian berbatang tegak, tapi juga ada yang batang mendatar, tidak mengalami pertumbuhan sekunder. Daun ada dua macam, mikrofil dan makrofil, belum mengalami diferensiasi membentuk jaringan pagar dan jaringan spons. Akar tumbuh dari bagian batang yang tidak berdaun. Bersifat heterospor, protalium telah mereduksi, berukuran sangat kecil.

Contoh spesies: *Selaginella wildenowii*, *Selaginella caudate*, *Selaginella Plana*.

c) Ordo Lepidodendrales

Paku yang tergolong ordo Lepidodendrales sekarang telah punah. Ordo Lepidodendrales berbentuk pohon yang mencapai tinggi sampai 30 m dengan diameter batang 2 m. Daun menyerupai jarum, mempunyai lidah-lidah. Dalam daun terdapat berkas pengangkut yang sederhana. Batang telah memperlihatkan pertumbuhan menebal sekunder dan terdapat meristem.



Sumber: Indonesian Heritage, 2002

▲ Gambar 7.11 *Selaginella* sp.

Ordo ini terdiri atas dua famili, yaitu:

Famili : *Sigillariaceae*

Spesies : *Silillaria elegans*

Gigillaria micaudi

Famili : *Lepidodendraceae*

Spesies : *Lepidodendron visculare*

Lepidodenstron aculeatum

Lepidaostrobus major

d) Ordo Isoetales

Ordo Isoetales berupa terna, sebagian hidup pada tanah, sebagian hidup tenggelam dalam air. Batang seperti umbi, jarang sekali bercabang menggarpu. Pada bagian atas batang terdapat daun-daun yang berujung lancip yang panjangnya mencapai 1 cm. Daun-daun kebanyakan sporofil dengan satu sporangium. Hanya daun yang letaknya paling dalam yang steril. Daun yang letaknya lebih dalam merupakan mikrosporofil.

Isoetales terdiri atas satu famili, yaitu:

Famili : *Isoctaceae*

Spesies : *Isoctes lacustris*

Isoctes duvieri

4) Kelas Filicinae

Kelas Filicinae merupakan kelompok tumbuhan paku dalam pengertian sehari-hari. Menyukai habitat yang teduh dan lembab (higrofit). Berdaun besar (makrofil) dan bertangkai dengan tulang-tulang daun. Daun yang masih muda menggulung pada ujungnya. Banyak ditanam sebagai tanaman hias, misalnya paku tanduk rusa (*Platycerium bifurcatum*), suplir (*Adiantum cuneatum*), atau sebagai tanaman obat, seperti *Dryopteris filixmas*.

Dilihat dari lingkungan hidupnya, tumbuhan paku dikelompokkan ke dalam tiga golongan, yakni *paku tanah*, *paku air*, dan *paku epifit*.

Kelas Filicinae meliputi tiga subkelas, yaitu Eusporangiatae, Leptosporangiatae, dan Hydropterides.

a) Subkelas Eusporangiatae

Kebanyakan berupa terna, protalium di bawah tanah tidak berwarna, atau di atas tanah berwarna hijau. Protalium selalu ditumbuhi cendawan endofitik. Sporangium berdinding tebal dan kuat dengan spora-spora yang sama besar.

Subkelas Eusporangiatae terdiri dua ordo, yaitu Ophioglossales dan Marattiales.

- Ordo Ophioglossales

Meliputi tumbuhan paku berbatang pendek dalam tanah. Daun asimilasi dan daun sporofil jelas kelihatan, berbentuk malai atau bulir keluar dari tangkai, dari pangkal, dari tengah, atau dari tepi daun steril. Sporangium sama besar (homospor), bulat, tanpa annulus, berdinding kuat. Dalam mendapatkan makanan Ophioglossales bersimbiosis dengan mikoriza. Dari familia Ophioglossaceae contohnya *Ophioglossum vulgatum*,

Botrycium lunaria, terdapat di Eropa *Ophioglossum reticulum*, terdapat di Indonesia.

- Ordo Marattiales

Tumbuhan paku kelompok ini berdaun amat besar, menyirip ganda sampai beberapa kali. Sporangium berdinding tebal, tanpa annulus, terdapat di sisi bawah daun, umumnya homospor. Sporangium berlekatan membentuk *sinangium*. Ordo ini hanya memiliki satu famili, yaitu Marattiaceae.

Contoh spesies: *Christensenia aesculifolia*, daun menjari, beranak daun 3, sinangium berbentuk cincin pada sisi bawah daun. *Marattia fraxinea*, daun dengan panjang sampai 2 meter, menyirip ganda, pada pangkal tangkai terdapat duri yang merupakan modifikasi daun penumpu. *Angiopteris evecta* (paku kedondong), paku besar, daun panjangnya mencapai 2-5 meter, menyirip ganda 2-4, anak daun menyerupai daun kedondong.

b) Subkelas Leptosporangiatae

Tumbuhan paku subkelas ini beranggotakan sekitar 90% dari total genus dalam kelas Filicinae, yang tersebar di seluruh muka bumi. Paling banyak terdapat di daerah tropis, mulai jenis paku terkecil (berukuran beberapa cm) sampai paku pohon. Yang berupa paku pohon, biasanya batang tanpa kambium, kekuatan batang berasal dari rangkaian berkas pengangkat yang tersusun konsentris. Kebanyakan berupa terna dengan rimpang tumbuh



Sumber: *Taksonomi Tumbuhan*, 1981

▲ Gambar 7.12 *Christensenia aesculifolia*

mendatar atau sedikit tegak, jarang bercabang. Daun muda selalu menggulung karena pertumbuhan sel-sel pada sisi bawah daun yang lebih cepat. Pertumbuhan apikal hampir tidak terbatas, anatomi daun telah menyerupai Spermatophyta dengan diferensiasi, adanya diferensiasi membentuk jaringan tiang dan jaringan bunga karang. Tulang daun bercabang-cabang dengan berbagai macam pola sebagai salah satu dasar klasifikasi. Kadang-kadang sebagian daun tertutup oleh semacam sisik yang dinamakan palea. Umumnya sporofil mempunyai bentuk yang sama dengan trofofil, sporangium terdapat di sisi bawah daun. Sporangium terkumpul menjadi sorus yang bentuknya bermacam-macam. Sporangium muncul dari penonjolan jaringan daun yang dinamakan plasenta atau reseptakulum. Sebelum masak, sorus tertutup oleh selaput yang dinamakan indusium. Sistem pertulangan daun, susunan sporangium, bentuk dan letak sorus, ada tidaknya indusium merupakan ciri pengenal yang penting dan dipakai sebagai dasar klasifikasi. Semua paku Leposporangiatae bersifat homospor. Protalium berukuran beberapa sentimeter saja dengan umur terbatas.

Subkelas Leptosporangiatae terdiri dari beberapa famili, di antaranya:

- Osmundaceae, contohnya yaitu *Osmunda javanica*, terdapat di Indonesia.
- Schizaeaceae, contohnya yaitu *Schizaea digitata*, *Schizaea dichotoma*, terdapat di Indonesia. Contoh lain *Lygodium circinnatum*, batang membelit, daun amat panjang, tersusun menyirip.
- Gleicheniaceae, contoh spesiesnya yaitu *Gleichenia linearis*, *Gleichenia leaevigata* (paku andam, paku resam)
- Matoniaceae, contohnya *Matonia pectinata*, tumbuh di Kalimantan.
- Hymenophyllaceae, contohnya yaitu *Hymenophyllum australe*, hidup di tanah atau epifit.
- Cyatheaceae, contohnya *Cyathea javanica*, *Alsophila glauca* (paku tiang), hidup di hutan-hutan atau di pinggir kali.

- Polypodiaceae, contoh spesies:
 - *Davallia trichomanoides*
 - *Nephrolepis exaltata*
 - *Aspidium filix-mas*, memiliki rimpang yang dapat dipakai untuk obat (*Aspidium*)
 - *Asplenium nidus* (paku sarang burung)
 - *Pteris ensiformis*, merupakan paku tanah
 - *Adiantum cuneatum* (suplir), sebagai tanaman hias
 - *Drymoglossum heterophyllum*
 - *Drymoglossum piloselloides* (paku picis), epifit pada pepohonan
 - *Playcerium bifurcatum* (paku tanduk rusa), sebagai tanaman hias
 - *Acrosticum aureum* (paku laut)

c) Subkelas Hydropterides

Subkelas ini beranggotakan tumbuhan paku yang hidup di air. Umumnya heterospor, menghasilkan makrospora dan mikrospora. Badan yang mengandung sporangium dinamakan sporokarpium. Hydropterides meliputi dua ordo, yaitu ordo Salviniaceae dan Marsileaceae.

- Ordo Salviniaceae, contoh spesies:
 - *Salvinia natans*, paku air yang mengapung, terdapat di Asia dan Eropa
 - *Azolla pinnata*, tumbuhan kecil, lunak, bercabang-cabang, terapung di air. Daun yang terapung berfungsi untuk asimilasi, di dalamnya terdapat ruangan-ruangan berisi koloni *Anabaena azollae*, sejenis alga biru yang dapat mengikat nitrogen udara.
- Suku Marsileaceae, contoh spesies:
 - *Marsilea crenata* (semanggi), hidup di air, berakar dalam tanah, batang merayap, daun bertangkai panjang dengan empat helai anak daun, dimanfaatkan sebagai sayuran.

Menurut habitatnya tumbuhan paku dikelompokkan menjadi paku tanah, paku air, dan paku pohon.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 7.13 Contoh-contoh tumbuhan paku

Kegiatan

(Merangsang Berpikir Kritis)

Perbedaan Thalophyta dan Kormophyta

Tujuan : Mengenali perbedaan antara tumbuhan thalophyta dan kormophyta.

Alat dan bahan: Lumut hati dan suplir

Cara kerja:

1. Amatilah bagian-bagian tubuh lumut hati. Buatlah catatan kecil tentang bagian-bagian tubuhnya.
2. Lakukan langkah nomor 1 untuk tumbuhan suplir.
3. Bandingkan ciri-ciri lumut dan suplir, analisalah perbedaan cirinya.
4. Tuangkan hasil kerjamu dalam sebuah laporan kegiatan yang kalian rancang sendiri.

2. Tumbuhan berbiji (Spermatophyta)

Dibandingkan dengan lumut dan tumbuhan paku, tumbuhan berbiji (Spermatophyta) merupakan tumbuhan yang paling maju. Ciri utama Spermatophyta adalah menghasilkan biji sebagai alat reproduksi generatif. Ciri inilah yang tidak ditemukan pada lumut maupun tumbuhan paku. Kelengkapan organnya sekilas Spermatophyta setingkat dengan Pteridophyta karena keduanya sudah memiliki akar, batang, daun yang sebenarnya. Spermatophyta disebut juga Anthophyta, yang artinya tumbuhan berbunga.

Dalam klasifikasi divisio Spermatophyta dikelompokkan menjadi dua subdivisio, yakni subdivisio Gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka) dan Angiospermae (tumbuhan berbiji tertutup). Keduanya berbeda dalam hal letak bakal biji terhadap megasporofil.

Pada Gymnospermae bakal biji terletak pada bagian luar megasporofil, sedangkan pada Angiospermae bakal biji berada di dalam struktur yang tertutup, di dalam daun buah yang disebut karpela.

a. *Gymnospermae*

Tumbuhan yang tergolong dalam *Gymnospermae* biasanya berupa pohon, menunjukkan adanya pertumbuhan menebal sekunder karena adanya kambium. Pada bagian xylem tidak terdapat pembuluh kayu, hanya trakeid, dan bagian floem tidak mengandung sel pengiring. Batang tumbuhan *Gymnospermae* juga tanpa floeterma, kecuali pada *Gnetum gnemon*. Bentuk daunnya juga bermacam-macam, seperti jarum dan pipih lebar. *Gymnospermae* berakar tunggang. Bunga yang sebenarnya belum ada, namun memiliki struktur penghasil sel kelamin berupa mikrosporofil dan makrosporofil yang terkumpul dalam strobilus (rungjung). Selanjutnya *Gymnospermae* dapat diklasifikasikan menjadi empat kelas seperti uraian berikut.

1) Kelas Cycadinae

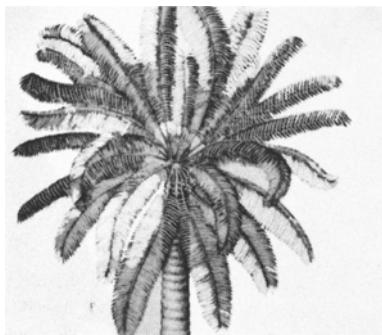
Tumbuhan dalam kelas ini bentuknya mirip pohon palem, berbatang pendek, kaku, tidak bercabang. Daun-daun tersusun dalam spiral rapat sekeliling batang, daun yang masih muda menggulung. Alat perkembangbiakan terdapat dalam runjung yang berkembang dari kuncup lateral batang. Runjung jantan biasanya lebih kurus dan panjang daripada runjung betina. Runjung jantan merupakan kumpulan dari banyak mikrosporofil, dan runjung betina merupakan kumpulan dari banyak megasporofil.

Contoh: *Cycas rumphii* (pakis haji)

Gymnospermae tidak memiliki jaringan yang menyelubungi biji yang berasal dari bakal buah.

2) Kelas Coniferinae/Coniferae

Tumbuhan yang tergolong dalam kelas ini habitusnya berupa semak, perdu, atau pohon dengan tajuk berbentuk kerucut/konus. Kebanyakan memiliki daun berbentuk jarum. Pada bagian pucuk tangkai terdapat badan penghasil sel kelamin yang dinamakan strobilus. Ada yang berumah satu (strobilus jantan dan strobilus betina dalam satu pohon), ada yang berumah dua (strobilus jantan dan strobilus betina dihasilkan oleh pohon yang berbeda). Strobilus jantan merupakan



Sumber: *Biologi Umum*, 1981

▲ Gambar 7.14 Pakis haji (*Cycas rumphii*)

kumpulan mikrosporofil penghasil mikrospora. Sedangkan strobilus betina merupakan kumpulan megasporofil penghasil megaspora.

Contoh: *Araucaria cunninghamii*, *Agathis alba* (damar), *Pinus merkusii*, *Pinus silvestris* (tusam).



Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*, 2002

▲ Gambar 7.15 Pinus loblolly (a) runjung jantan, (b) runjung betina, (c) runjung masak

▲ Gambar 7.16 Contoh tumbuhan kelas Coniferae

3) Kelas Ginkoinae

Tumbuhan dalam kelas ini berupa pohon dengan tunas yang panjang dan pendek, daun bertangkai panjang berbentuk kipas dengan tulang daun bercabang menggarpu. Ginkoinae merupakan tumbuhan meranggas yang menggugurkan daunnya pada musim gugur. Ginkoinae berumah dua, rangkaian sporofil terdapat pada tunas pendek dalam ketiak daun. Strobilus jantan terpisah-pisah dalam ketiak sisik-sisik pada tunas pendek. Contohnya: *Ginkgo biloba*, berasal dari daratan Tiongkok dan menyebar ke mananya melalui Jepang.

4) Kelas Gnetinae

Habitus berupa pohon, berkayu, dan bercabang-cabang yang tumbuh transversal. Daunnya tunggal dan letaknya berhadapan. Bunganya majemuk, berkelamin



Sumber: *Encarta Encyclopedia*
▲ Gambar 7.17 Tumbuhan *Ginkgo biloba*

tunggal, terdapat dalam ketiak daun pelindung yang besar, memiliki tenda bunga. Bunga betina memiliki bakal biji yang tegak (atrop).

Contoh: *Gnetum gnemon* (melinjo)

b. *Angiospermae*

Ciri-ciri *Angiospermae* adalah tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*) di mana bakal bijinya selalu diselubungi oleh suatu badan yang berasal dari daun-daun buah yang dinamakan bakal buah. Bakal buah bersama dengan bagian-bagian lain dari bunga akan membentuk buah dengan biji di dalamnya. Bakal buah (ovarium) terdapat di dasar putik, di dalamnya mengandung bakal biji (ovulum). Setelah serbuk sari jatuh di kepala putik, terbentuklah buluh serbuk sari. Kemudian generatif akan membuahi sel telur membentuk zigot. Akhirnya di dalam biji mengandung calon individu baru beserta endosperm yang akan melanjutkan generasi tumbuhan tetunya.

Sebagian besar tumbuhan anggota *Angiospermae* batangnya berkayu. Ada beberapa tumbuhan dalam kelompok ini berupa herba dan berbatang basah. Ada pula yang batangnya mengalami pertumbuhan sekunder karena berkambium, namun sebagian yang lain batang tidak mengalami pertumbuhan sekunder karena tidak berkambium. Ciri ruas-ruas batang dan percabangan menunjukkan adanya keragaman ciri. Daunnya pun beragam bentuk, pertulangan daun dan ciri lainnya. Keanekaragaman juga terlihat pada bunga, terutama jumlah bagian-bagian bunga, dalam hal ini kelopak, mahkota, benang sari dan putik.

Tumbuhan berbiji tertutup terdiri atas dua kelas, yaitu kelas Monocotyledonae dan Dicotyledonae. Kedua kelas tersebut memiliki perbedaan ciri yang nyata, baik ciri morfologi maupun ciri anatomi.

Kegiatan

(Menumbuhkan Semangat Kreativitas)

Tujuan : Untuk memahami perbedaan ciri antara monokotil dan dikotil

Bahan : Tanaman kelapa dan mangga di kebun

Cara kerja:

1. Cobalah kalian amati ciri-ciri yang terdapat pada tanaman kelapa (sistem perakaran, percabangan dan ruas-ruas batang, bentuk dan pertulangan daun). Cataatlah hasil pengamatan dalam tabel yang kalian rancang sendiri.

2. Lakukan langkah no. 1 untuk tanaman mangga.
3. Analisalah hasil pengamatan kalian.
4. Tariklah kesimpulan berdasar kegiatan yang kalian lakukan.

Pertanyaan:

1. Bagaimana tipe perakaran pada tanaman kelapa dan pada mangga? Samakah ciri keduanya?
2. Bagaimana keadaan percabangan dan ruas-ruas batang dari kedua tanaman tersebut? Samakah keduanya?
3. Bagaimana dengan bentuk dan pertulangan daun dari kedua tanaman tersebut? Samakah keduanya?
4. Selain ketiga ciri di atas, perbedaan apalagi yang kalian temukan antara tanaman kelapa dengan mangga?
5. Apa kesimpulan dari kegiatan yang kalian lakukan?

Setelah kalian melakukan kegiatan di atas, tentunya kalian telah memahami bahwa terdapat beberapa perbedaan ciri antara tumbuhan dikotil dan monokotil. Perbedaan itu meliputi morfologi dan ciri anatomi. Ciri morfologi perakaran, percabangan dan ruas batang, bentuk dan susunan pertulangan daun, jumlah bagian-bagian bunga (kelopak, mahkota, benangsari dan putik), ada tidaknya koleoptil dan koleoriza. Sedangkan ciri anatomi meliputi tidaknya kambium serta letak dan tipe berkas pengangkut.

Kegiatan

Berdasarkan konsep yang telah kalian pahami tentang tumbuhan kelas monokotil dan dikotil, lengkapilah tabel.

No.	Ciri pembeda	Monokotil	Dikotil
1.	Tipe perakaran		
2.	Ruas batang, percabangan batang		
3.	Pertulangan daun		
4.	Jumlah bagian-bagian bunga		
5.	Jumlah kotiledon		
6.	Letak dan tipe berkas pengangkut		
7.	Ada tidaknya kambium		

Pertanyaan:

1. Apakah semua tumbuhan monokotil tidak berkambium?
2. Apa fungsi kambium pada pertumbuhan batang?
3. Mungkinkah batang tumbuhan dikotil mengalami pertumbuhan sekunder? Mengapa demikian? Jelaskan!
4. Apakah pertumbuhan sekunder juga terjadi pada tanaman monokotil?

1) Kelas Monocotyledonae/Monokotil

Ciri utama tumbuhan monokotil adalah akar berbentuk serabut, batang beruas-ruas, tidak berkambium, pertulangan daun sejajar atau melengkung, bagian-bagian bunga berjumlah tiga atau kelipatannya, memiliki satu kotiledon/keping lembaga. Beberapa contoh famili dalam kelas monokotil adalah sebagai berikut.

- a) Liliaceae, contohnya *Lilium longiflorum* (lilia gereja), *Gloria superba* (kembang telang).
 - b) Amaryllidaceae, contohnya *Agave sisalana* (sisal), *Agave cantala* (kantala).
 - c) Poaceae, contohnya *Oryza sativa* (padi), *Zea mays* (jagung), *Andropogon sorghum* (cantel), *Panicum milliaceum* (jewawut).
 - d) Zingiberaceae, contohnya *Zingiber officinale* (jahe), *Curcuma domestica* (kunyit), *Alpinia galanga* (laos), *Kaempferia galanga* (kencur).
 - e) Musaceae, contohnya *Musa paradisiaca* (pisang), *Musa textiles* (pisang manila).
 - f) Orchidaceae, contohnya *Phalaenopsis amabilis* (anggrek bulan), *Dendrobium phalaenopsis*.
 - g) Arecaceae, contohnya *Cocos nucifera* (kelapa), *Arenga pinata* (aren), *Areca catechu* (pinang), *Elaeis guineensis* (kelapa sawit).
 - h) Araceae, contohnya *Colocasia esculenta* (talas), *Xanthosoma violaceum* (bentul), *Alocasia macrorhiza* (sente).
- 2) Kelas Dicotyledonae/Dikotil

Ciri utama tumbuhan dikotil adalah akar berbentuk tunggang, batang bercabang dan beruas-ruas, berkambium, letak berkas pengangkut teratur, tipe berkas pengangkut kolateral terbuka, pertulangan daun menyirip atau menjari, bagian-bagian bunga berjumlah 4, 5 atau



Sumber: *Indonesia Heritage*, 2002

▲ Gambar 7.18 *Phalaenopsis amabilis* (anggrek bulan)

kelipatannya, memiliki 2 keping lembaga/kotiledon. Beberapa contoh tumbuhan famili dalam kelas dikotil adalah:

- a) Euphorbiaceae, contohnya *Manihot utilissima* (singkong), *Hevea brasiliensis* (para, karet).
- b) Moraceae, contohnya *Ficus benjamina* (beringin), *Artocarpus integra* (nangka), *Artocarpus communis* (keluwih).
- c) Papilionaceae, contohnya *Vigna sinensis* (kacang panjang), *Phaseolus radiatus* (kacang hijau), *Aracchis hypogaea* (kacang tanah), *Crotalaria sp* (orok-orok).
- d) Caesalpiniaceae, contohnya *Caesalpinia pulcherrima* (kembang merak), *Tamarindus indica* (asam).
- e) Mimosaceae, contohnya *Mimosa pudica* (putri malu), *Leucaena glauca* (petai cina), *Parkia speciosa* (petai).
- f) Malvaceae, contohnya *Hibiscus tiliaceus* (waru), *Hibiscus rosasinensis* (kembang sepatu), *Gossipium sp* (kapas).
- g) Bombacaceae, contohnya *Durio zibethinus* (durian), *Cieba pentandra* (randu).
- h) Rutaceae, contohnya *Citrus nobilis* (jeruk keprok), *Citrus aurantifolia* (jeruk nipis), *Citrus maxima* (jeruk gulung).
- i) Myrtaceae, contohnya *Eugenia aromatica* (cengkeh), *Melaleuca leucadendron* (kayu putih), *Psidium guajava* (jambu biji).
- j) Verbenaceae, contohnya *Tectona grandis* (jati), *Lantana camara* (lantana).
- k) Labiate/Lamiaceae, contohnya *Coleus tuberosus* (kentang hitam).
- l) Convolvulaceae, contohnya *Ipomoea batatas* (ubi jalar), *Ipomoea reptans* (kangkung).
- m) Apocynaceae, contohnya *Plumeria acuminata* (kamboja), *Allamanda cathartica* (alamanda).
- n) Rubiaceae, contohnya *Morinda citrifolia* (mengkudu, pace), *Coffea Arabica* (kopi), *Cinchona succirubra* (kina).

Kecakapan Akademik

Pasangkan kata di sebelah kiri dengan kata di sebelah kanan yang memiliki keterkaitan konsep.

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Hepaticae | a. berakar serabut |
| 2. kosmopolit | b. perkecambahan spora lumut |
| 3. <i>Marsilea crenata</i> | c. gametofit tumbuhan paku |
| 4. <i>Oryza sativa</i> | d. obat hepatitis |
| 5. protalium | e. hasil meiosis |
| 6. gerak higroskopik | f. dimanfaatkan sebagai sayuran |
| 7. protonema | g. hasil pembuahan |
| 8. kambium | h. tersebar luas di berbagai habitat |
| 9. zigot | i. pecahnya kotak spora lumut |
| 10. spora haploid | j. gerak sperma mendekati ovum pada lumut |
| | k. pertumbuhan sekunder batang |
| | l. paku homospor |

RANGKUMAN

Tumbuhan memiliki ciri multiseluler, autotrof, memiliki dinding sel dari hemiselulosa sehingga bentuk sel relatif tetap. Dilihat dari kelengkapan organnya tumbuhan dibedakan menjadi Thallophyta/tumbuhan talus, yaitu tumbuhan yang belum memiliki akar, batang, dan daun yang sebenarnya, serta Kormophyta/tumbuhan kormus, yaitu tumbuhan yang telah memiliki akar, batang, dan daun yang sebenarnya. Kormophyta dibedakan menjadi Kormophyta berspora, misalnya tumbuhan paku/Pteridophyta dan Kormophyta berbiji. Spermatophyta/tumbuhan berbiji merupakan Kormophyta berbiji. Sedangkan Bryophyta/lumut dipandang sebagai peralihan dari Tallophyta ke Kormophyta.

Bryophyta belum memiliki akar sejati, talus pipih berwarna hijau. Adapun lumut

daun telah memiliki batang dan daun sederhana. Bryophyta terdiri dari kelas Hepaticae dan Musci. Pteridophyta telah memiliki akar, batang, dan daun yang sebenarnya, meski masih menghasilkan spora. Lumut dan tumbuhan paku mengalami pergiliran keturunan/metagenesis antara gametofit dan sporofit. Spermatophyta mencakup 2 subdivisio, Gymnospermae dan Angiospermae. Gymnospermae terdiri 4 kelas, yakni Cycadinae, Coniferae, Ginkgoinae, dan Gnetinae. Sedangkan Angiospermae terdiri 2 kelas, yakni Monocotyledonae dan Dicotyledonae. Kedua kelas ini dibedakan atas dasar tipe perakaran, percabangan dan ruas-ruas batang, ada tidaknya kambium, pertulangan daun, jumlah bagian-bagian bunga, letak dan tipe berkas pengangkut.

UMPAN BALIK

Setelah mempelajari bab ini cobalah kalian membuat rangkuman dengan gaya bahasa sendiri. Kemukakan pula bagian-bagian yang belum dapat kalian pahami.

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Tumbuhan bersifat autotrof karena

 - dapat menghasilkan spora
 - dapat menghasilkan biji
 - dapat menghasilkan makanan sendiri**
 - memiliki akar, batang, daun sejati
 - belum memiliki akar, batang, daun sejati

2. Berikut ini yang bukan merupakan ciri-ciri lumut adalah

 - memiliki rizoid
 - batangnya berpembuluh**
 - menghasilkan spora
 - mengalami metagenesis
 - habitat di tempat lembab

3. Yang merupakan ciri gametofit lumut

 - menghasilkan spora
 - bersifat parasit
 - menempel pada substrat
 - memiliki pembuluh
 - menempel pada sporofit**

4. Pada metagenesis lumut, bagian yang merupakan hasil perkembangan spora adalah

 - protonema**
 - protalium
 - tumbuhan lumut
 - sporogonium
 - arkegonium dan anteridium

5.



Perhatikan gambar lumut di samping. Dilihat dari cara hidupnya maka lumut ini bersifat

 - saprofit
 - halofit
 - parasit**
 - epifit
 - epifil

6. Berdasarkan ciri-cirinya lumut pada gambar di atas tergolong

 - hepaticae**
 - musci
 - lichen
 - lumut hati
 - lumut kerak

7. Tumbuhan paku memiliki ciri-ciri di bawah ini, *kecuali*

 - batang berpembuluh
 - sporofit berumur pendek**
 - daun dapat menghasilkan spora
 - mengalami metagenesis
 - generasi gametofit berupa protalium

8. Menurut jenis sporanya tumbuhan paku berikut yang tergolong paku heterospor adalah

 - Adiantum cuneatum*
 - Marsilea crenata***
 - Lycopodium clavatum*
 - Equisetum debile*
 - Lycopodium cernuum*

9. Ciri-ciri sporofit tumbuhan paku adalah
- mempunyai kromosom haploid
 - tidak mampu melakukan fotosintesis
 - menghasilkan spora**
 - umurnya panjang
 - bersifat mikroskopis
10. Ditemukan tumbuhan dengan ciri-ciri sebagai berikut: akar tunggang, batang bercabang, tidak berbunga sejati, berdaun sejati, menghasilkan strobilus jantan dan strobilus betina. Tumbuhan tersebut sesuai jika dikelompokkan dalam
- Monokotil
 - Dikotil
 - Angiospermae
 - Gymnospermae**
 - Pteridophyta
11. Ciri berikut yang ditemukan pada dikotil tapi tidak terdapat pada monokotil adalah
- batang berpembuluh
 - batang berkambium**
 - berakar serabut
 - pertulangan daun sejajar
 - berkas pengangkut teratur
12. Tanaman berbunga berbentuk terompet, bakal buah menumpang merupakan sebagian ciri famili
- Graminae
 - Cyperaceae
 - Papilionaceae**
 - Solanaceae
 - Euphorbiaceae
13. Banyak manfaat yang didapat dari kekayaan tumbuhan, di antaranya sebagai bahan baku jamu. Tumbuhan yang dimaksud terutama dari famili ...
- Solanaceae
 - Euphorbiaceae
 - Piperaceae
 - Malvaceae
 - Zingiberaceae**
14. Lichenes/lumut kerak merupakan bentuk kehidupan bersama antara
- alga dan jamur**
 - alga dan lumut
 - lumut dan jamur
 - lumut dan alga
 - lumut dan tumbuhan berbiji
15. Salah satu manfaat liken adalah
- tanaman hias
 - tanaman obat**
 - perindang
 - sumber bahan makanan
 - indikator polusi udara
16. Pergiliran keturunan pada lumut dikenal adanya:
- tumbuhan lumut
 - spora
 - protonema
 - sporogonium
- Urutan yang benar dalam daur hidup lumut adalah
- 1 - 2 - 3 - 4
 - 2 - 1 - 3 - 4
 - 2 - 3 - 1 - 4**
 - 2 - 3 - 4 - 1
 - 2 - 4 - 3 - 1
17. Di bawah ini adalah ciri-ciri suatu ganggang:
- tubuhnya bersel banyak
 - mempunyai pigmen fukosantin
 - umumnya berbentuk benang atau lembaran
 - hidupnya di laut
- Berdasarkan ciri-ciri di atas ganggang tersebut termasuk
- ganggang biru
 - ganggang coklat**
 - ganggang hijau
 - ganggang merah
 - ganggang keemasan

18. Pengamatan terhadap suatu tumbuhan menunjukkan ciri-ciri berakar tunggang, tidak berbunga sejati, berbiji, berdaun, batang bercabang, bakal biji terdapat pada strobilus betina dan serbuk sari dalam strobilus jantan. Maka tumbuhan itu dapat digolongkan ke dalam
- Thallophyta
 - Mycota
 - Alga
 - Gymnosperma
 - Angiospermae
19. Peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina di mana ukuran sel kelamin betina lebih besar dari sel kelamin jantan disebut
20. Salah satu contoh paku sejati yang digunakan sebagai tanaman hias adalah
- Salvinia natans*
 - Selaginella willdenowii*
 - Lycopodium cernuum*
 - Marsilea crenata*
 - Adiantum cuneatum*

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

- Jelaskan dengan skema daur hidup tumbuhan paku homospor.
- Bagaimana ciri-ciri gametofit tumbuhan paku?
- Buatlah tabel perbandingan sporofit lumut dan sporofit tumbuhan paku.
- Jelaskan peranan tumbuhan bagi manusia, baik dari aspek biologi, aspek ekonomi, maupun aspek sosial budaya.
- Hal apa sajakah yang membedakan dikotil dan monokotil? Jelaskan.

BAB 8

DUNIA HEWAN



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

Harimau tutul merupakan sisa terakhir kucing besar di Pulau Jawa. Hewan ini merupakan peninggalan prasejarah yang ditemukan di gua-gua. Mereka tersebar tetapi daya jelajahnya kurang. Hewan pemangsa ini mudah menyesuaikan diri, makanannya bermacam-macam, yaitu kelelawar, tikus, dan mamalia besar lainnya.

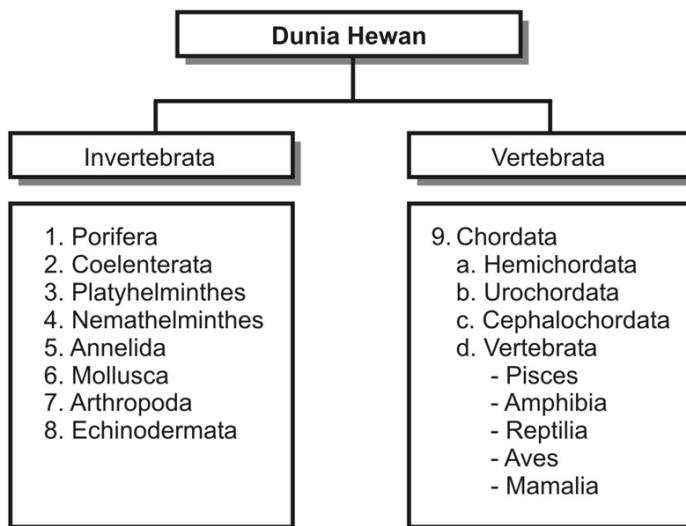
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat menjelaskan ciri-ciri filum dalam dunia hewan dan peranannya bagi kehidupan.

Kata-kata kunci

- invertebrata
- vertebrata
- chordata
- pisces
- amphibia
- reptilia
- aves
- mammalia

Peta Konsep



Dilihat dari perkembangan evolusinya Protozoa memiliki hubungan filogenetik yang erat dengan Animalia (dunia hewan). Baik Protozoa maupun Animalia inti selnya telah dibatasi membran (eukariotik). Akan tetapi, dalam perkembangan berikutnya Animalia menunjukkan ciri yang berbeda dan lebih maju daripada Protozoa, karena tubuh Animalia tersusun oleh banyak sel (multiseluler). Di samping itu, pada beberapa filum sel-sel hewan juga telah mengalami diferensiasi menuju jaringan-jaringan dengan fungsi yang khusus. Atas dasar jumlah sel penyusun tubuhnya inilah maka Protozoa dipisahkan dari Animalia dan berdiri sendiri sebagai kingdom Protista.

Ada yang membagi dunia hewan ke dalam dua golongan, yakni hewan bersel satu (monozoa), yaitu Protozoa, dan hewan bersel banyak (metazoa), meliputi hewan selain Protozoa.

Selain bersifat multiseluler dan eukariotik, semua hewan tidak memiliki kemampuan menghasilkan zat makanan sendiri. Hal ini dikarenakan hewan tidak memiliki pigmen penangkap energi cahaya matahari (klorofil), seperti yang dimiliki tumbuhan pada umumnya. Karena itu kebutuhan makanan hewan didapatkan dari lingkungannya, termasuk organisme lain. Jadi, hewan bersifat heterotrof, berbeda dari tumbuhan yang bersifat autotrof. Sel-sel hewan juga tidak diperkuat oleh struktur di luar membran sel yang tersusun oleh hemiselulosa dan selulosa, yakni dinding sel, seperti yang dijumpai pada tumbuhan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa semua hewan bersifat eukariotik, multiseluler, heterotrof, dan tidak memiliki dinding sel.

Secara garis besar, dunia hewan terdiri atas dua kelompok, yaitu Invertebrata (hewan tidak bertulang belakang) dan Vertebrata (hewan bertulang belakang).

A. Invertebrata

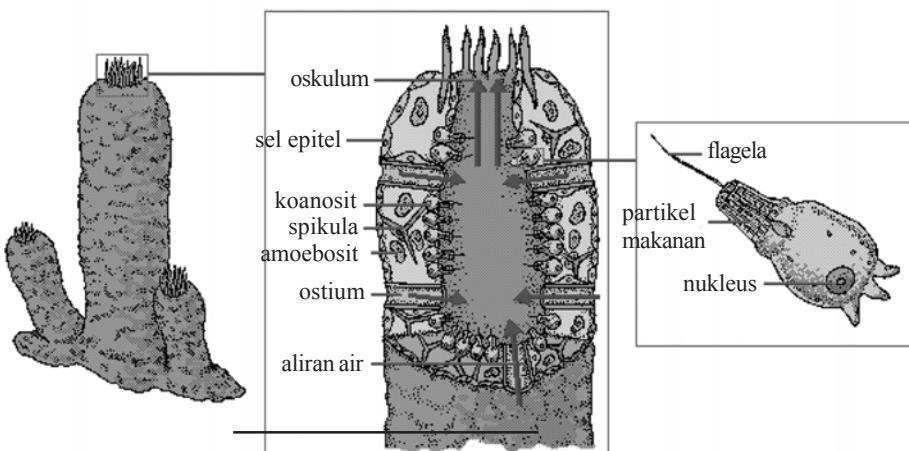
Invertebrata meliputi filum Porifera, Coelenterata, Platyhelminthes, Nemathelminthes, Annelida, Mollusca, Arthropoda dan Echinodermata.

1. Porifera

a. Ciri-ciri

Porifera merupakan metazoa, permukaan tubuhnya berpori, dan hidup dalam air, terutama di laut. Bentuk tubuh seperti vas bunga atau tabung. Dilihat dari jumlah lapisan jaringan embrionalnya Porifera tergolong diploblastik. Pada dinding tubuhnya, lapisan luar terdiri dari sel-sel epidermis atau pinakosit dan lapisan dalam (endodermis) tersusun oleh sel-sel leher atau koanosit. Di antara epidermis dan endodermis terdapat lapisan tengah semacam gelatin, yang

di dalamnya terdapat sel-sel menyerupai amoeba (amoebosit) dan bahan pembentuk rangka tubuh. Lapisan tengah ini sering disebut mesenkim. Bahan pembentuk rangka tubuh Porifera ada 2 macam, yaitu spikula dan spongin. Bahan penyusun spikula dapat berupa zat kapur, atau zat kersik/silica. Bahan penyusun spongin adalah protein. Macam pembentuk rangka tubuh merupakan salah satu dasar klasifikasi Porifera. Pori-pori yang terdapat di permukaan tubuh disebut ostium, merupakan celah tempat masuknya air yang membawa zat makanan. Pori tersebut berlanjut ke rongga tubuh yang disebut spongosol atau atrium. Bila air yang masuk ke spongosol membawa zat makanan, zat-zat ini akan dialirkan dan selanjutnya dicerna oleh sel-sel koanosit, sisanya dibuang kembali ke spongosol yang akhirnya akan dibuang ke luar tubuh melalui lubang oskulum. Perhatikan Gambar 8.1.



Sumber: Encarta Encyclopedi

▲ **Gambar 8.1** Bentuk tubuh Porifera seperti vas bunga (kiri). Penampang membujur tubuh Porifera yang memperlihatkan epidermis, endodermis dan mesenkim (tengah). Sel leher/koanosit dilengkapi flagel untuk mengalirkan air ke dalam koanosit (kanan).

b. Reproduksi Porifera

Porifera bersifat hermaprodit, koanosit menghasilkan spermatozoid dan amoebosit menghasilkan ovum. Jika spermatozoid membuahi ovum akan membentuk zigot yang dapat berkembang menjadi embrio. Embrio akan keluar dari induk melalui oskulum, kemudian melekat di suatu tempat menjadi individu baru. Reproduksi aseksual dilakukan dengan membentuk tunas eksternal atau tunas internal (*gemma*). Jika kondisi lingkungan buruk, hewan induk mati dan gemma akan bertahan serta kelak akan tumbuh menjadi individu baru.

Ostium dihubungkan ke spongosoele oleh suatu saluran. Ada tiga tipe saluran air, yaitu:

- 1) Tipe asconoid: ostium dihubungkan ke spongosoele oleh saluran lurus.
- 2) Tipe syconoid: ostium dihubungkan ke spongosoele oleh saluran yang bercabang-cabang.
- 3) Tipe leuconoid/rhagon: ostium dihubungkan oleh saluran bercabang-cabang ke suatu rongga yang tidak berhubungan langsung dengan spongosoele.

c. *Klasifikasi Porifera*

Menurut bahan penyusun spikulanya, Porifera dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu:

- 1) Calcarea, spikula tersusun dari zat kapur/kalsium, tipe saluran airnya asconoid. Contohnya *Grantia* sp, *Leucosolenia* sp.
- 2) Hexactinellida, spikula tersusun dari silikat/kersik, tipe saluran airnya sycon. Contohnya *Pheronema* sp, *Euplectella* sp, *Hyalonema* sp.
- 3) Demospongia, rangka terdiri dari spikula kersik dan/atau spongin. Tersusun dari zat kersik atau serabut songin, tipe saluran airnya sycon atau leucon. Contohnya *Euspongia* sp, *Spongilla* sp, *Euplexaura antipathies* (akar bahan).

d. *Peranan Porifera*

Secara ekonomi Porifera belum banyak diketahui manfaatnya. Sisa spons dari *Spongilla* sp, maupun *Euspongia* sp sering dimanfaatkan sebagai spons penggosok mandi, atau spons penggosok untuk membersihkan kaca.

2. Coelenterata

a. *Ciri-ciri*

Berdasarkan lapisan jaringan embrionya Coelenterata masih tergolong diploblastik. Lapisan luar tubuhnya tersusun oleh sel-sel epidermis dan lapisan dalamnya berupa gastrodermis. Lapisan dalam melapisi rongga gastrovascular. Tidak seperti Porifera, Coelenterata hanya memiliki satu lubang yang berfungsi sebagai mulut sekaligus sebagai anus. Pada lapisan epidermis terdapat sel-sel khusus yang dapat menghasilkan sengat. Sengat ini berfungsi untuk melumpuhkan mangsa atau membela diri saat menghadapi musuh. Di antara epidermis dan gastrodermis terdapat lapisan mesoglea yang kadang-kadang mengandung sel. Kebanyakan Coelenterata hidup di laut, hanya sebagian yang hidup di air tawar. Coelenterata mengalami pergantian keturunan/metagenesis antara fase polip dan medusa. Polip

INFO (Kebenaran Konsep)
Porifera bersifat diploblastik; tubuhnya berpori; habitat di air; memiliki rongga tubuh (spongosoele); dinding tubuh mengandung rangka spikula; hermaprodit.

berbentuk silindris dan pada bagian proksimal melekat di suatu tempat, bagian distal terdapat mulut yang dikelilingi tentakel. Medusa umumnya berbentuk seperti payung, sisi bawah bagian tengah terdapat mulut. Ruang digesti berupa saluran-saluran radial dengan empat cabang utama yang bermuara pada saluran sirkuler.

b. Reproduksi

Coelenterata dapat berkembang biak secara aseksual dan seksual. Reproduksi secara aseksual dilakukan dengan membentuk tunas, yang kemudian lepas dari induknya dan berkembang menjadi individu baru. Reproduksi secara seksual dilakukan dengan membentuk sperma dan ovum yang melebur menjadi zigot, lalu tumbuh menjadi individu baru. Sebagian hermaprodit (sperma dan ovum dihasilkan oleh individu yang sama), tapi juga ada yang gonochoris (sperma dihasilkan oleh individu yang terpisah dari individu penghasil ovum).

c. Klasifikasi

Coelenterata terdiri dari tiga kelas, yaitu:

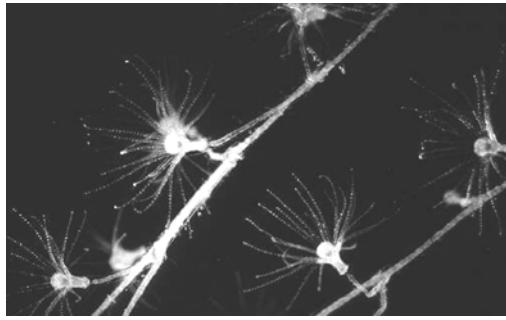
1) Hydrozoa: berupa polip, hanya sebagian kecil yang berbentuk medusa dan hidup berkoloni. Habitat Hydrozoa di air tawar, sebagian hidup di laut. Biasanya hidup menempel pada benda yang ada dalam air, misalnya tanaman air. Reproduksi aseksual Hydrozoa dengan membentuk tunas, adapun reproduksi seksual dengan membentuk sperma dan ovum. Hydrozoa kebanyakan hermaprodit, meskipun ada yang gonochoris.

Contohnya:

- a. *Hydra viridis* (Hydra hijau): hidup soliter (tidak berkoloni) di air tawar, misalnya kolam atau sungai berarus tenang.
- b. *Hydra fusca* (Hydra coklat)
- c. *Hydra attenuate* (Hydra bening)
- d. *Obelia* sp: bentuknya mirip batang bercabang, merupakan koloni polip (polip vegetatif dan polip reproduktif). Polip vegetatif mempunyai *hidroteka*, sedangkan *Obelia* sp polip reproduktif mempunyai selaput yang disebut *gonoteka*. Hidup di laut dan mengalami fase medusa. Polip reproduktif membentuk tunas medusa, kemudian tunas medusa lepas dan tumbuh menjadi medusa dewasa yang mampu membentuk sperma dan ovum. Jadi, *Obelia* mengalami metagenesis (pergantian keturunan) antara bentuk polip dan medusa.



▲ Gambar 8.2. *Hydra* sp



▲ Gambar 8.3 *Obelia* sp

Sumber: Encarta Encyclopedia

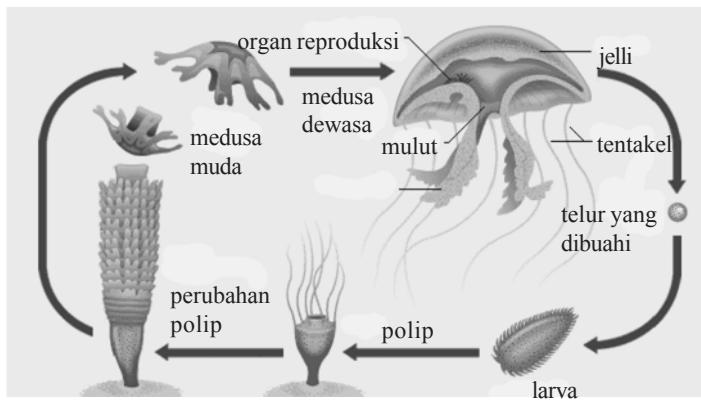
- 2) Scyphozoa: bentuk tubuh seperti mangkuk terbalik. Fase medusa Scyphozoa lebih dominan dari pada polip. Tempat hidupnya di laut, kebanyakan gonochoris. Scyphozoa mempunyai kelenjar kelamin (gonade) terdapat dalam kantung-kantung ruang gastrikum. Contohnya *Aurelia aurita* (ubur-ubur).

Dalam hidupnya *Aurelia* mengalami pergantian keturunan antara fase polip dan medusa. *Aurelia* dewasa merupakan fase medusa. *Aurelia* jantan menghasilkan sperma dan *Aurelia* betina menghasilkan ovum. Jika sperma membuahi ovum akan membentuk zigot. Selanjutnya zigot membelah berkali-kali membentuk sekumpulan sel berbentuk bola yang dinamakan blastula. Blastula akan tumbuh menjadi larva bersilia (planula). Jika larva ini menemukan tempat yang sesuai akan menetap menjadi polip. Polip tumbuh semakin besar diikuti pembentukan kuncup-kuncup baru (strobilasi). Kuncup-kuncup selanjutnya lepas satu per satu ke air menjadi efira, dan efira menjadi medusa muda. Akhirnya medusa muda akan tumbuh menjadi medusa dewasa.

- 3) Anthozoa: meliputi hewan-hewan karang dan anemon laut, berbentuk polip. Anthozoa merupakan pembentuk batu karang di laut. Hewan-hewan ini tidak bertangkai, biasanya terbungkus skeleton eksternal yang disebut karang. Batu karang tumbuh dengan baik di perairan tropik bersuhu hangat (20° C atau lebih). Anthozoa mempunyai tentakel yang terdapat di sekitar mulut, jumlahnya banyak. Mulutnya memanjang, bermuara di dalam tabung yang disebut stomodeum. Stomodeum memanjang memasuki rongga gastrovaskuler yang terbagi menjadi beberapa ruang kompartemen oleh pembatas vertikal (mesenteri).

INFO (Kebenaran Konsep)
Coelenterata bersifat diploblastik; hidup di air (tawar, laut); mengalami bentuk polip dan medusa; hermafrodit atau gonochoris.

Contoh: *Fungia* sp, *Acrophora* sp, *Stylophora* sp, *Euplexaura antipathies* (akar bahan), *Meandrina* sp.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.4 Daur hidup ubur-ubur (Aurelia)

d. Peranan Coelenterata bagi kehidupan

Pertumbuhan batu karang di pantai dapat menahan abrasi daratan oleh ombak. Selain itu batu karang merupakan tempat perkembangbiakan biota laut, bahkan pembentuk taman laut yang sangat penting bagi pengembangan objek wisata bahari. Namun jika pertumbuhannya di laut lepas dapat menyebabkan pendangkalan air laut yang mengganggu dan membahayakan pelayaran kapal. Penduduk sekitar pantai biasanya memanfaatkan karang laut sebagai cinderamata, pembuatan taman, atau mengambil batu karang sebagai bahan bangunan. Sangat yang dihasilkan oleh hewan Hydrozoa mengganggu kenyamanan dan keamanan para penyelam.

Kegiatan

(Berpikir Kritis dan Kecakapan Akademik)

Perbedaan Porifera dan Coelenterata

Bacalah dengan saksama buku sumber yang memuat uraian tentang Porifera dan Coelenterata. Kenalilah dengan baik ciri-ciri dari masing-masing filum, kemudian deskripsikan kembali ciri-ciri filum tersebut, meliputi: lapisan jaringan embrio tubuh, rongga tubuh, habitat, cara reproduksi, pembagian kelas disertai contoh masing-masing kelas, dan peranannya bagi kehidupan. Susunlah dalam bentuk tabel seperti berikut.

Ciri-ciri	Porifera	Coelenterata
lapisan jaringan embrio		
rongga tubuh		
habitat		
cara reproduksi		
kelas dan contohnya		
peranan		

Pertanyaan:

1. Ciri apa sajakah yang sama antara Porifera dan Coelenterata?
2. Perbedaan ciri apa sajakah yang terdapat pada Porifera dan Coelenterata?
3. Bagaimana cara Porifera dan Coelenterata mendapatkan makanan?
4. Bagaimana cara Porifera dan Coelenterata mencerna makanannya?
5. Apa peranan Porifera dan Coelenterata bagi kehidupan?

3. Platyhelminthes

a. *Ciri-ciri*

Platyhelminthes disebut juga cacing pipih. Tubuh pipih, simetri bilateral, terdapat bagian anterior (depan) dan posterior (belakang). Cacing pipih bersifat triploblastik, artinya memiliki tiga lapisan jaringan embrional, yakni epidermis (lapisan luar), mesodermis (lapisan tengah), dan endodermis (lapisan dalam). Hewan ini ada yang hidup bebas, ada juga yang parasit pada hewan atau manusia. Cacing pipih belum memiliki rongga tubuh yang sebenarnya (aselomata). Namun telah memiliki sistem ekskresi, saraf, dan reproduksi. Cacing yang parasit alat pencernaan kurang berkembang.

b. *Klasifikasi*

Filum Platyhelminthes terdiri dari tiga kelas, yaitu kelas Turbellaria, Trematoda, dan Cestoda.

1) Turbellaria

Turbellaria disebut juga cacing berbulu getar. Bentuk tubuh pipih, habitat di air tawar yang jernih dan tenang, bagian tepi tubuh ditutupi silia/rambut getar.

Contohnya *Dugesia* sp (*Planaria* sp).

Planaria bertubuh kecil, simetri bilateral, hidup bebas di air tawar. Permukaan tubuhnya ditutupi silia, kepala berbentuk segitiga. Di bagian kepala terdapat sepasang bintik mata/stigma, otak, dan auricula (semacam cuping telinga). Hewan ini mempunyai sistem saraf tangga tali, di mana terdapat sepasang ganglion otak dengan dua lanjutan serabut saraf memanjang ke arah posterior yang dihubungkan oleh serabut saraf melintang.



Sumber: <http://image.google.com>

▲ Gambar 8.5 Cacing Planaria

Sistem pencernaan terdiri atas mulut, faring, yang berlanjut pada usus yang bercabang-cabang yang disebut gastrovaskuler, tanpa anus. Faring menonjol di sisi ventral dan berakhir dengan lubang mulut. Sistem ekskresi terdiri dari sepasang saluran memanjang yang bermuara pada lubang/pori di permukaan tubuh yang dinamakan sel api/*flame cell*. *Planaria* (Gambar 8.5) dikenal memiliki daya regenerasi yang tinggi. Jika tubuhnya terpotong atau hilang, bagian tersebut dapat dipulihkan. Ini merupakan cara reproduksi aseksual *Planaria*. *Planaria* bersifat hermaprodit, jadi satu individu mampu menghasilkan sperma dan ovum sekaligus.

2) Trematoda

Cacing anggota kelas Trematoda semua bersifat parasit, baik pada hewan maupun pada manusia. Bentuk tubuh menyerupai daun, pipih, memiliki alat hisap bagian depan (anterior) dan alat hisap sisi perut (posterior). Saluran pencernaan tidak berkembang. Permukaan tubuh ditutupi oleh kutikula tidak bersilia.

Contoh:

a) *Fasciola hepatica* (cacing hati)

Cacing ini parasit pada hati domba (jarang pada hati sapi). Dalam daur hidupnya cacing ini menempati tubuh siput air sebagai inang perantara (*hospes intermedier*). Cacing ini bersifat hermaprodit.

Daur hidup:

Cacing dewasa bertelur dalam saluran empedu domba, kemudian telur keluar bersama feses. Jika jatuh di tempat yang sesuai telur akan menetas menjadi larva mirasidium. Selanjutnya mirasidium masuk ke tubuh siput air (*Lymnaea* sp), berubah menjadi sporokista. Secara paedo-

genesis dalam sporokista terbentuk redia. Selanjutnya redia tumbuh menjadi serkaria (larva berekor), kemudian serkaria keluar dari tubuh siput, benerang lalu menempel pada tanaman air dan berubah menjadi metaserkaria. Metaserkaria terbungkus dinding tebal membentuk kista. Jika rumput termakan ternak, kista pecah kemudian larva menuju saluran empedu (hati) menjadi cacing dewasa.

b) *Clonorchis sinensis*

Cacing ini parasit pada hati manusia. Memiliki dua inang perantara, yaitu siput dan ikan. Daur hidupnya hampir sama dengan *Fasciola hepatica*, hanya metaserkaria masuk ke tubuh ikan. Banyak menjangkiti orang yang memiliki kebiasaan makan ikan mentah, seperti di Jepang, Cina, Taiwan, dan Korea.

- c) *Schistosoma haematobium* (cacing darah), hidup dalam saluran darah dan dapat menyebabkan anemia.
- d) *Paragonimus westermani* (cacing paru-paru), parasit pada paru-paru.

3) Cestoda

Cestoda disebut juga cacing pita, karena bentuknya pipih memanjang seperti pita. Tubuh bersegmen-semen, masing-masing segmen disebut proglotid. Proglotid seolah-olah dapat dipandang sebagai individu tersendiri karena memiliki kelengkapan organ sebagaimana organisme. Oleh karena itu segmentasi pada Cestoda dinamakan segmentasi strobilasi. Di bagian anterior terdapat skoleks (kepala) yang dilengkapi dengan kait (rostelum) dan alat isap (*sucker*). Cacing ini bersifat hermaprodit.

Proglotid dewasa biasanya terdapat di bagian belakang, jauh dari kepala. Pada proglotid ini mengandung alat reproduksi yang siap berfungsi. Alat pencernaan kurang berkembang, sehingga cacing ini mengambil makanan dari inang dengan cara absorpsi melalui seluruh permukaan tubuhnya.

Contoh:

a) *Taenia saginata* (cacing pita sapi)

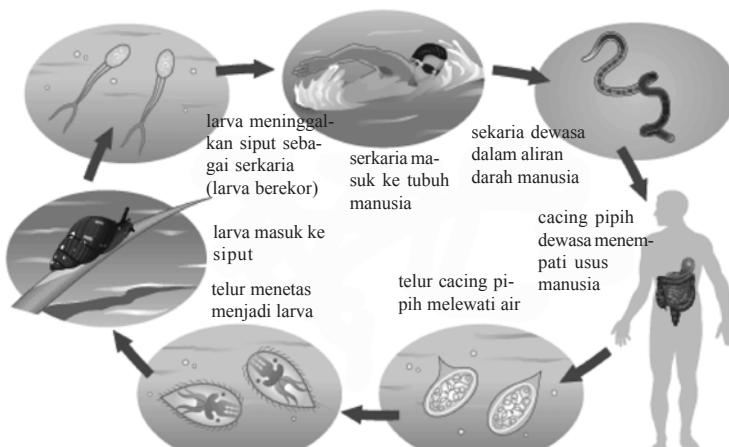
Cacing dewasa parasit pada saluran pencernaan manusia dengan inang perantara sapi. Bentuk tubuh pipih, bersegmen, panjang dapat mencapai 5 meter atau lebih. Di bagian kepala/skoleks terdapat empat buah alat isap/*sucker*, tanpa kait/

rostelum untuk menempelkan diri pada tubuh inang. Alat pencernaan tidak berkembang, sehingga cacing jenis ini mengisap makanan dari inang melalui seluruh permukaan tubuh.

Proglotid yang telah dewasa (di dalamnya mengandung embrio) melepaskan diri, dan keluar dari tubuh inang bersama feses. Bila telur yang mengandung embrio ini termakan sapi, di usus sapi telur menetas menjadi larva *heksakan* (berbentuk bulat dengan 6 kait). Setelah menembus dinding usus, larva mengikuti aliran darah menuju jaringan otot lurik. Dalam otot lurik larva berubah menjadi bentuk kiste, disebut *sistiserkus*. Jika daging sapi yang mengandung sistiserkus termakan manusia, dalam lambung sistiserkus hancur tercerna, dan larva keluar, kemudian tumbuh menjadi cacing pita dewasa dalam usus dua belas jari.

b) *Taenia solium* (cacing pita babi)

Cacing ini jika menjadi parasit pada usus halus manusia. Bentuknya hampir sama dengan *Taenia saginata*, hanya di bagian kepala terdapat kait/ rostelum, inang perantarnya babi dan berukuran sekitar 3 meter. Cacing ini lebih berbahaya daripada cacing pita sapi.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.7 Daur hidup cacing darah (*Schistosoma*)



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.6 Salah satu contoh cacing yang disebut "tapeworm", parasit pada dinding usus manusia (atas). Cacing *Schistosoma* (Trematoda), parasit pada darah, cacing jantan lebih besar, warna kebiruan dan cacing betina lebih kecil, transparan (bawah).

- c) *Diphyllobothrium latum*, parasit pada manusia, inang perantara ikan.
 - d) *Echinococcus granulosus*, parasit pada usus anjing.
- c. *Peranan Platyhelminthes*

Kebanyakan Platyhelminthes merugikan karena bersifat parasit, baik pada manusia maupun hewan ternak (domba, sapi, babi).

4. Nemathelminthes (cacing gilig)

a. Ciri-ciri

Nama lain Nemathelminthes adalah Nematoda. Cacing yang tergolong dalam filum Nemathelminthes bentuk tubuhnya gilig (bulat panjang), bilateral simetris, tidak bersegmen, triploblastik, dan memiliki rongga tubuh semu (**pseudoselomata**). Sebagian cacing gilig hidup bebas di air atau di tanah, dan sebagian parasit pada hewan atau manusia. Cacing ini berukuran kecil (mikroskopis), dan tubuh dilapisi kutikula. Saluran pencernaan sempurna, mulut di ujung anterior dilengkapi gigi pengait dan anus di ujung posterior. Cacing ini bernapas secara difusi melalui seluruh permukaan tubuh dan memiliki cairan mirip darah sebagai alat transportasi. Reproduksi cacing gilig secara seksual, ovipar, dan jenis kelamin terpisah (gonochoris). Cacing jantan berukuran lebih kecil daripada cacing betina.

b. Klasifikasi

Filum Nemathelminthes terdiri dari dua kelas, yaitu:

- 1) Aphasmidia
- 2) Phasmidia

Contoh-contoh yang telah dikenal kebanyakan berasal dari kelas Phasmidia, seperti *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale*, *Enterobius vermicularis*, *Filaria bancrofti*, *Trichinella spiralis*.

Berikut ini yang akan dibahas hanya beberapa contoh dari Nematoda.

1) *Ascaris lumbricoides*

Cacing ini parasit pada usus halus manusia. Dikenal sebagai cacing gelang atau cacing perut. Cacing betina berukuran lebih panjang daripada cacing jantan. Panjang tubuhnya dapat mencapai 25 cm, diameter tubuh sekitar 0,5 cm. Dalam sehari cacing betina mampu menghasilkan sampai 200.000 telur.

Daur hidup *Ascaris lumbricoides*:

Telur keluar bersama feses penderita → termakan oleh manusia → menetas menjadi larva dalam usus halus → larva menembus dinding usus → ikut aliran darah ke jantung → masuk ke paru-paru → trachea → tertelan lagi → lambung → di usus halus menjadi cacing dewasa.

2) *Ancylostoma duodenale*

Ancylostoma duodenale disebut juga cacing tambang, banyak ditemukan di daerah pertambangan. Panjang tubuh cacing ini sekitar 1 sampai 1,5 cm. Parasit pada usus manusia. Dengan gigi-gigi kaitnya cacing ini menambatkan diri pada dinding usus dan mengisap darah dari inangnya, oleh karena itu cacing ini dapat menyebabkan anemia. Larva cacing ini menginfeksi manusia melalui kulit telapak kaki yang tidak berasas.

Daur hidup *Ancylostoma duodenale*:

Telur keluar bersama feses penderita → di tanah menetas menjadi larva → larva menembus kulit telapak kaki (tanpa alas) → ikut aliran darah ke jantung → masuk ke paru-paru → trachea → tertelan → lambung → di usus menjadi cacing dewasa.

3) *Enterobios vermicularis*

Enterobios vermicularis disebut juga *Oxyuris vermicularis* atau cacing kremi. Parasit pada usus besar manusia. Jika akan bertelur cacing betina bermigrasi ke daerah sekitar anus sehingga menimbulkan rasa gatal. Bila tanpa sengaja kita menggaruknya, kemudian tanpa cuci tangan maka telur cacing ini dapat tertelan kembali. Cacing betina panjangnya sekitar 1 cm, sedangkan cacing jantan panjangnya sekitar 0,5 cm.

4) *Wuchereria bancrofti*

Wuchereria bancrofti disebut juga *Filaria bancrofti* (cacing filaria). Cacing ini menyebabkan penyakit kaki gajah (filariasis, elefantiasis), yang ditandai dengan pembengkakan di daerah kaki (dapat juga di organ lain, misalnya skrotum). Banyaknya populasi cacing ini dalam saluran getah bening mengakibatkan penyumbatan pada saluran kelenjar getah bening. Dengan adanya penyumbatan ini menyebabkan penumpukan cairan getah bening di suatu organ. Jika penumpukan terjadi di daerah kaki maka kaki membengkak sehingga menyerupai kaki gajah.

5) *Trichinella spiralis*

Trichinella spiralis parasit pada manusia dan hewan (tikus, anjing, babi). Infeksi karena cacing ini dinamakan trichinosis.

Nemathelminthes bersifat triploblastik pseudoselomata, tubuh gilig, tidak bersegmen. Jenis kelaminnya gonochoris. Cacing ini mempunyai sistem pencernaan sempurna. Sistem pernapasannya secara difusi melalui permukaan tubuh. Alat ekskresi berupa nefridium sistem saraf tangga tali.

c. *Peranan Nemathelminthes*

Banyak cacing Nemathelminthes yang merugikan, karena parasit pada manusia dan hewan dapat menyebabkan ascariasis, filariasis, trichinosis, dan anemia.

5. Annelida

a. *Ciri-ciri*

Cacing yang tergolong dalam Annelida tubuhnya bersegmen, triploblastik (memiliki tiga lapisan jaringan embrional, yakni ektoderm, mesoderm, dan endoderm), selomata (memiliki rongga tubuh yang sebenarnya). Habitat Annelida tersebar di darat, air tawar, maupun di laut. Sebagian hidup bebas, beberapa di antaranya ada yang hidup sebagai parasit. Sistem pencernaan, saraf, ekskresi, dan reproduksinya telah berkembang dengan baik. Sebagian cacing ini mempunyai jenis kelamin terpisah (diesis, gonochoris), dan sebagian hermaprodit. Umumnya cacing ini menghasilkan larva bersilia yang disebut *trokofor* dan memiliki cairan semacam darah yang beredar dalam sistem sirkulasi dengan sistem peredaran tertutup.

b. *Klasifikasi*

Filum Annelida terdiri dari tiga kelas, yakni Polychaeta, Oligochaeta, dan Hirudinae.

1) Polychaeta

Cacing anggota kelas ini bertubuh memanjang, agak pipih dosiventral, bersegmen, dan panjang tubuh dapat mencapai 30 cm. Hidupnya di sekitar pantai, dalam pasir atau pada lubang-lubang batuan di daerah pasang surut. Polychaeta biasanya aktif pada malam hari. Di sisi lateral segmen pada tubuh cacing ini terdapat rambut-rambut (setae) yang mengelompok membentuk parapodia (kaki rambut). Parapodia ini digunakan untuk menggali pasir atau celah-celah batuan. Sistem pencernaannya lengkap, terdiri dari mulut-esofagus-usus (ventrikulo-intestinal) dan anus. Pernapasan

cacing ini berlangsung secara difusi melalui seluruh permukaan kulit. Sistem sirkulasi terdiri atas pembuluh darah dorsal dan pembuluh darah ventral yang dihubungkan oleh kanal-kanal dalam tiap segmen. Darah Polychaeta berwarna merah, karena mengandung pigmen merah hemoglobin. Sistem ekskresinya dengan sepasang nefridium pada setiap segmen, kecuali segmen pertama dan terakhir. Sistem sarafnya tangga tali terdiri atas *ganglion serebral* atau *ganglion supraesophageal* (sebagai otak) yang terdapat di bagian dorsal kepala dan *saraf ventral*. Ganglion supraesophageal dihubungkan dengan ganglion subesophageal oleh dua *saraf sirkumesophageal*. Reproduksinya secara seksual kelaminnya jenis (gonochoris), fertilisasi pada cacing ini terjadi secara eksternal dalam air dan menghasilkan larva trofofor.

Contohnya: *Nereis* sp.

2) Olygochaeta

Cacing dalam kelas ini tubuhnya gilig, bersegmen, panjang tubuh antara 10 sampai 25 cm. Tempat Olygochaeta di darat atau di air tawar. Tiap segmen tubuhnya terdapat sedikit setae, tanpa parapodia. Mulutnya terdapat di ujung anterior, anus di ujung posterior. Saluran pencernaannya terdiri dari mulut dan esofagus, tembolok (inglувies), lambung tebal, usus halus-anus. Bagian dorsal usus halus cacing ini terdapat lipatan internal yang disebut tiflosol. Pada esofagusnya terdapat tiga pasang kelenjar berkapur. Pernapasan pada Olygochaeta secara difusi melalui permukaan tubuh yang dilapisi kutikula saat basah. Peredaran darahnya tertutup (tubuler) dengan lima pasang jantung berotot, pembuluh darah dorsal dan pembuluh darah ventral. Darah dipompa dari jantung melalui pembuluh darah dorsal ke pembuluh darah ventral, lalu ke jaringan tubuh, dan kembali lagi ke jantung. Cairan darah berwarna merah karena plasmanya mengandung pigmen hemoglobin yang larut. Sistem ekskresi terdiri atas sepasang nefridium di setiap segmen, kecuali segmen pertama dan terakhir. Sistem saraf tangga tali. Pada cacing yang telah dewasa secara seksual, pada segmen ke-32 dari anterior sebanyak enam atau tujuh segmen terdapat pembengkakan lunak yang disebut klitelum.

Contohnya: *Lumbricus terrestris* (cacing tanah), *Pheretima* sp (cacing tanah).

Cacing tanah bersifat hermaprodit, meski demikian cacing tanah tidak bisa membuat diri sendiri (*self fertilizing*). Kopulasinya berlangsung secara resiprokal, terjadi kopulasi antara dua cacing dan saling bertukar sperma, kemudian sperma ditampung dalam kantung sperma (vesicular seminalis). Setelah fertilisasi terbentuk kokon, kira-kira di daerah sekitar klitelum. Selanjutnya sperma membuat ovum membentuk zigot. Zigot-zigot yang terbentuk berkembang menjadi cacing-cacing kecil dalam kokon. Kokon biasanya diletakkan dalam tanah yang lembap agar cacing-cacing yang masih kecil tetap bisa bertahan hidup.

3) Hirudinae

Cacing anggota kelas ini biasanya hidup sebagai parasit atau bahkan predator. Tubuhnya pipih dorsentral, terdiri atas sekitar 33 segmen, mempunyai alat isap anterior dan posterior. Jenis kelamin Hirudinae adalah tidak memiliki setae dan parapodia, tetapi hermaprodit, kopulasi secara resiprok seperti pada cacing tanah. Fertilisasinya internal dan zigot berkembang dalam kokon. Mulut terdiri atas tiga buah rahang dari kitin yang tersusun dalam segitiga. Pada tubuh cacing ini menghasilkan zat anti koagulan, darah yang diisap dapat mencapai 3 kali berat tubuhnya, dan baru habis dicerna setelah 3 bulan. Saluran pencernaan terdiri dari mulut (alat isap)-lambung, usus, rektum, anus. Respirasinya secara difusi melalui seluruh permukaan tubuh. Sistem sarafnya tangga tali, ganglion ventral lebih jelas, ganglion serebral lebih kecil. Alat ekskresinya berupa nefridia, terdapat pada ruas ke-7 sampai ruas ke-23.

Contohnya: *Hirudo medicinalis* (lintah), *Haemadipsa* (pacet).

c. Peranan Annelida

Dalam bidang pertanian cacing tanah membantu degradasi sampah organik menjadi zat anorganik dan memperbaiki aerasi (pengudaraan) tanah. Dengan demikian cacing tanah dapat meningkatkan kualitas tanah pertanian. Banyak juga yang membudidayakan cacing tanah untuk bahan pembuatan konsentrat makanan ternak, khususnya ikan. Bahkan serbuk cacing tanah yang biasanya dikemas dalam kapsul diyakini sebagai obat tipes yang mujarab. Pada zaman dulu lintah dipergunakan dalam bidang kedokteran, terutama untuk menyedot darah kotor atau cairan nanah dari bagian tubuh tertentu. Di alam bebas

INFO (Kebenaran Konsep)
Annelida bersifat triploblastik selomata, tubuh bulat atau sedikit pipih, bersegmen; saluran pencernaan lengkap; sistem peredaran darah tertutup, darah mengandung hemoglobin; hermaprodit atau gonochoris; hidup bebas atau sebagai ektoparasit; alat ekskresi berupa nefridium, sistem saraf tangga tali.

lintah bersifat ektoparasit yang merugikan bagi hewan, bahkan manusia karena dapat menyebabkan kehilangan darah.

Kegiatan

(Inovatif/kreativitas dan kecakapan personal)

Pelajarilah sekali lagi daur hidup ubur-ubur (*Aurelia*). Jelaskan kembali dengan kata-katamu sendiri, disertai dengan gambar.

Pertanyaan:

1. Dalam daur hidup *Aurelia*, apa yang dimaksud fase polip? Meliputi tahap apa sajakah fase polip tersebut?
2. Apa yang dimaksud fase medusa? Meliputi tahap apa saja fase medusa *Aurelia*?
3. Fase seksual dan aseksual dalam daur hidup *Aurelia* terjadi secara bergantian. Bisakah dikatakan sebagai metagenesis? Jelaskan jawabanmu!
4. Jelaskan apa yang dimaksud skifistoma dan efira?

6. Mollusca

a. Ciri-ciri

Mollusca disebut juga binatang lunak. Hal ini karena tubuhnya lunak, tanpa rangka. Tubuh Mollusca pada dasarnya bersifat bilateral simetris, terbungkus dalam cangkang berkapur dari sekretnya sendiri. Habitat cacing ini tersebar luas mulai daratan, air tawar, sampai lautan. Tubuh diselubungi mantel, yang membatasi tubuh dengan cangkangnya. Mollusca ada yang bercangkang/bercangkok, tapi juga ada yang tidak bercangkang. Mollusca mempunyai sistem respirasi, reproduksi, ekskresi, dan digesti yang kompleks. Sistem peredaran darah terbuka, jantung terdiri dari beberapa ruangan.

b. Klasifikasi

Mollusca terdiri dari 7 kelas, yaitu Aplacophora, Monoplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda, Gastropoda, Cephalopoda dan Pelecypoda.

1) Aplacophora

Tubuh menyerupai cacing, tidak bercangkang dan hanya diselubungi mantel yang liat.

2) Monoplacophora

Binatang ini mempunyai cangkang tunggal satu sisi dan insang ganda.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.8 *Chiton* sp

3) Polyplacophora

Tubuhnya bilateral simetris, kaki terdapat di bagian ventral memanjang. Bagian dorsal tubuhnya dilindungi oleh beberapa (biasanya berjumlah 8) papan berkapur. Ruang mantel banyak mengandung insang.

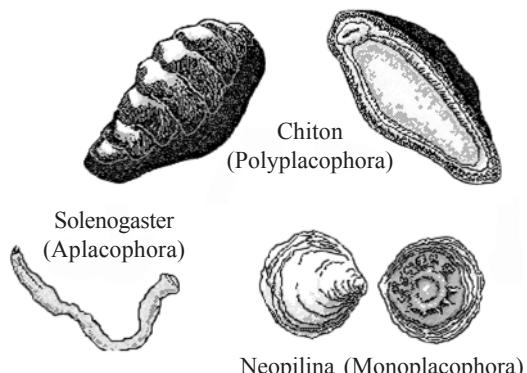
Habitat cacing ini di laut, menempel pada bebatuan dengan melingkarkan tubuhnya. Jenis kelaminnya dioesius tapi ada juga yang hermaprodit. Fertilisasi terjadi secara eksternal. Hewan betina dapat bertelur sampai 200.000 butir. Contohnya *Cryptochiton* sp (*Chiton*).

4) Scaphopoda

Mollusca anggota kelas ini memiliki cangkang berbentuk pena atau gading gajah yang panjang. Tubuhnya memanjang dorsoventral, kepala rudimenter/ menyusut, kaki lancip berguna untuk menggali lumpur. Habitat di laut sampai kedalaman 5.000 meter. Jenis kelaminnya bersifat diesis, mengalami bentuk larva trofofor. Di dekat mulut terdapat semacam tentakel untuk alat peraba yang berfungsi menangkap mikroflora dan mikrofauna (plankton). Scaphopoda bernapas menggunakan rongga mantel, dan tidak memiliki insang. Contoh: *Dentalium* sp (siput pena).

5) Gastropoda (hewan berkaki perut)

Gastropoda memiliki kaki otot yang pipih untuk merayap, kebanyakan memiliki cangkok (kecuali *Vaginula* sp). Kepala dengan tentakel berjumlah dua atau empat, pada lubang mulut terdapat gigi radula (lidah parut) untuk mengunyah makanan. Gastropoda memiliki bintik mata sebagai fotoreseptor, biasanya terdapat di ujung tentakel yang panjang, dan tentakel pendek berfungsi sebagai kemoreseptor. Gastropoda bernapas dengan insang atau paru-paru, disesuaikan dengan habitatnya. Gastropoda darat bernapas dengan paru-paru, sedangkan Gastropoda air bernapas dengan insang. Jenis kelaminnya diesis atau herma-



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

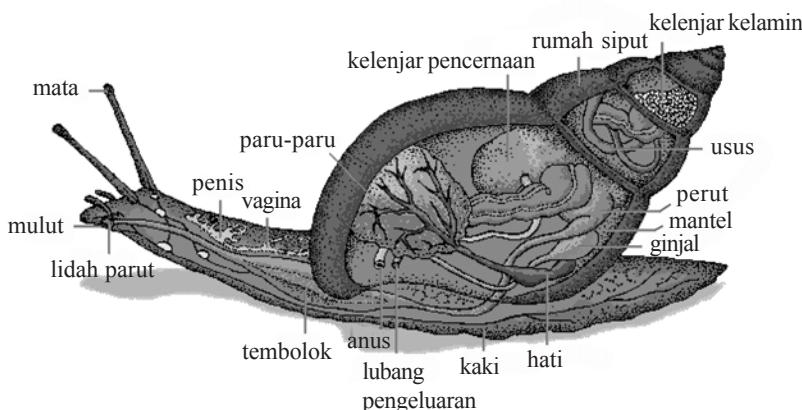
▲ Gambar 8.9 Contoh hewan kelas Aplacophora, Monoplacophora, Polyplacophora, dan Scaphopoda (siput pena).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.10 Seekor bekicot dengan empat buah tentakel, sepasang tentakel panjang sebagai fotoreseptor dan sepasang tentakel pendek sebagai kemoreseptor.

prodit, ovipar. Contohnya *Achatina fulica* (bekicot), *Lymnaea javanica* (siput air tawar), *Fissurella* sp (siput laut), *Vaginula* sp (siput telanjang).



Sumber: Encarta Encyclopedia

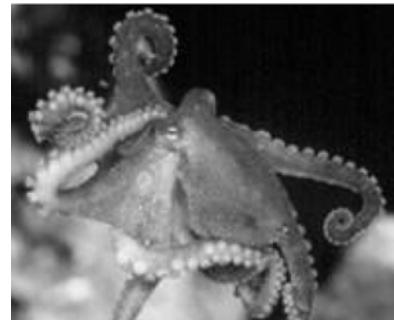
▲ Gambar 8.11 Anatomi tubuh Gastropoda, bintik mata terdapat pada ujung antena panjang. Sistem pencernaan dengan saluran pencernaan sempurna (dari mulut sampai anus) dan kelenjar pencernaan (digestive gland). Telah memiliki paru-paru (lung), ginjal (kidney), hati (heart).

6) Cephalopoda (hewan berkaki di kepala)

Kelas Cephalopoda memiliki bagian kepala yang jelas, mata besar, telah berkembang baik seperti mata pada Vertebrata. Cephalopoda memiliki tentakel di bagian kepala (berjumlah 8 atau 10 buah) untuk menangkap mangsa atau membela diri.

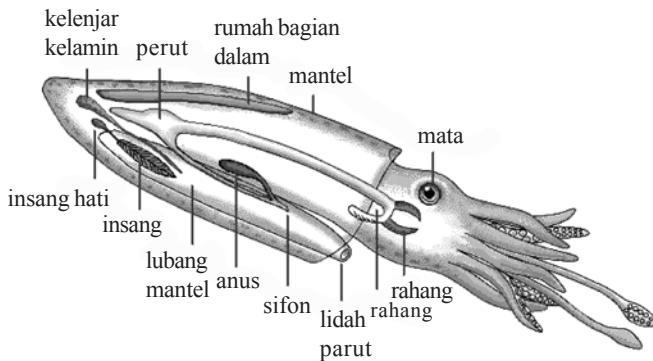
Semua hewan Cephalopoda tidak bercangkang (kecuali *Nautilus* sp), memiliki kelenjar tinta yang menghasilkan cairan tinta yang berguna untuk mengelabuhi pemangsa. Jenis kelamin terpisah (dioesis), tidak mengalami fase larva. Cephalopoda memiliki sel-sel khusus pembawa warna (kromatofora) yang dapat mengubah warna tubuh dalam waktu singkat sesuai dengan warna benda di sekitarnya.

Contohnya *Loligo* sp (cumi-cumi), *Octopus* sp (gurita), *Nautilus* sp.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.12 Morfologi gurita (*Octopus* sp), tentakelnya dilengkapi dengan semacam batil pengisap untuk mencengkeram mangsa.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.13 Anatomi tubuh cumi-cumi (*Loligo* sp.). Mata telah berkembang seperti mata Vertebrata, memiliki dua tentakel panjang dan delapan tentakel pendek dengan batil-batil pada ujungnya.

7) Pelecypoda (hewan berkaki pipih)

Hewan ini dinamakan Pelecypoda karena bentuk kakinya yang pipih atau seperti kapak. Disebut juga Bivalvia karena cangkangnya terdiri dari dua katup (valva). Ada juga yang menamakan Lamellibranchiata karena insangnya (branchia) berbentuk lembaran (lamella). Bentuk tubuhnya simetri bilateral, habitatnya di air tawar atau di laut. Pelecypoda memiliki otot penggerak cangkang yang dinamakan otot aduktor, meliputi otot aduktor anterior dan otot aduktor posterior. Otot ini berfungsi untuk membuka dan mengatupkan cangkang. Cangkangnya terdiri dari tiga lapisan, yaitu:

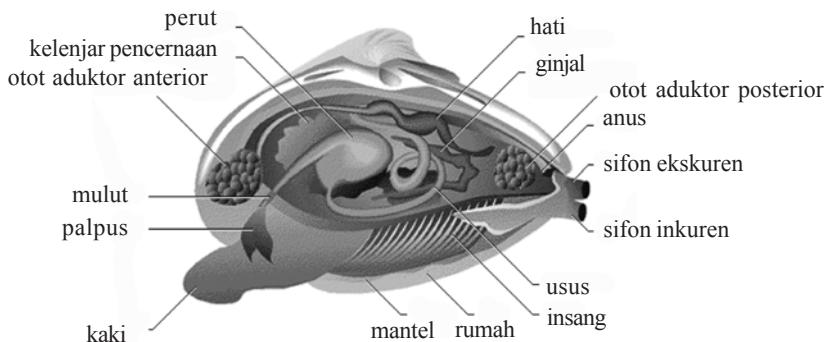
- Periostrakum: lapisan paling luar tipis, dari zat tanduk, berwarna gelap.
- Prismatik: lapisan tengah tebal, tersusun oleh kristal kalsium karbonat (CaCO_3) berbentuk prisma.
- Nakreas: lapisan dalam, penghasil mutiara. Sistem saraf Pelecypoda terdiri dari:
 - Ganglion anterior: terdapat di sebelah ventral lambung
 - Ganglion pedal: terdapat pada kaki
 - Ganglion posterior: terdapat di sebelah otot aduktor posterior.

Contohnya *Chima* sp (remis), *Pinctada margaritifera* (kerang mutiara).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.14 Cangkang Pelecypoda yang setengkup (atas). Butir mutiara yang dihasilkan oleh lapisan nakreas pada kerang mutiara (*Pinctada margaritifera*) (bawah).



Sumber: Encarta Encyclopedi

▲ Gambar 8.15 Anatomi tubuh Pelecypoda. Terdapat dua sifon sebagai saluran pernapasan, sifon inkuren (*inhalant siphon*) menyalurkan udara masuk dan sifon ekskuren (*exhalant siphon*) menyalurkan udara keluar.

c. Peranan Mollusca

Banyak hewan Mollusca yang dagingnya dapat dimakan (cumi-cumi, kerang, siput) sehingga dapat difungsikan sebagai sumber protein hewani. Kerang mutiara menghasilkan butiran mutiara yang bernilai ekonomi tinggi. Beberapa cinderamata dapat dibuat dari cangkang hewan Mollusca.

Selain menguntungkan, beberapa Mollusca seperti siput dan keong sangat merugikan petani karena sering menimbulkan kerusakan pada tanaman budidaya. Siput *Lymnaea sp* berperan sebagai inang perantara bagi cacing parasit.

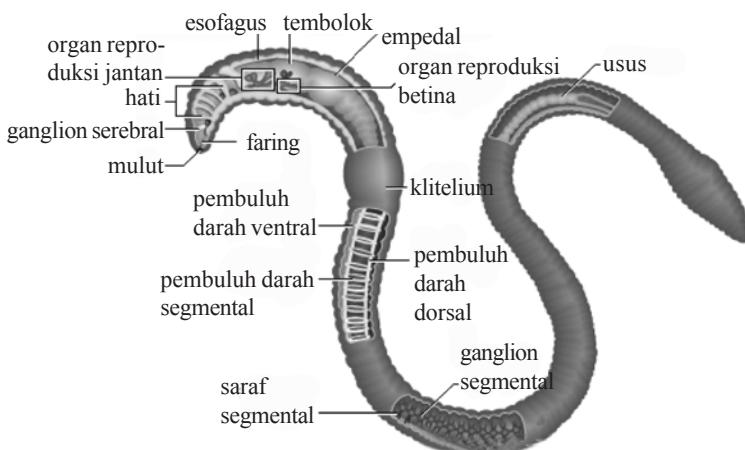
INFO (Kebenaran Konsep)
--

Mollusca bertubuh lunak, tidak bersegmen, sebagian bercangkang; alat pencernaan lengkap; peredaran darah terbuka; hermaprodit atau gonochoris; habitat di darat, air tawar, laut.

Kegiatan

(Etos kerja)

Morfologi dan anatomi cacing



Perhatikan gambar cacing tanah di muka, kemudian jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Dilihat dari lapisan jaringan embrionya, cacing tanah tergolong diploblastik atau triploblastik? Jelaskan!
2. Sebutkan organ-organ penyusun sistem pencernaan pada cacing tanah!
3. Jelaskan bagaimana kelamin cacing tanah, hermaprodit atau gonochoris?
4. Apakah pada cacing terdapat jantung dan pembuluh darah? Bagaimana sistem peredaran darah pada cacing? Jelaskan!
5. Apakah darah pada cacing mengandung hemoglobin? Jelaskan!

7. Arthropoda

a. Ciri-ciri

Arthropoda merupakan kelompok hewan yang kaki dan tubuhnya beruas-ruas. Tubuhnya terdiri dari bagian kepala, dada, dan perut. Memiliki rangka luar (eksoskeleton) dari zat kitin, yang menyebabkan tubuh Arthropoda kuat dan kaku. Habitatnya di darat, air tawar, maupun di laut. Arthropoda ada yang hidup bebas, ada pula yang parasit pada tumbuhan, hewan atau manusia. Arthropoda merupakan filum terbesar jika dilihat dari jumlah anggotanya, dominan dalam dunia hewan Avertebrata, dan sebagian besar Arthropoda adalah serangga (insekt). Alat pernapasannya bervariasi sesuai dengan habitatnya. Arthropoda darat bernapas dengan trachea atau paru-paru buku, sedangkan yang hidup di air bernapas dengan insang. Jenis kelamin terpisah (gonochoris). Beberapa jenis Arthropoda mengalami parthenogenesis. Alat ekskresinya berupa nefridium yang berpasangan, sistem saraf tangga tali.

b. Klasifikasi

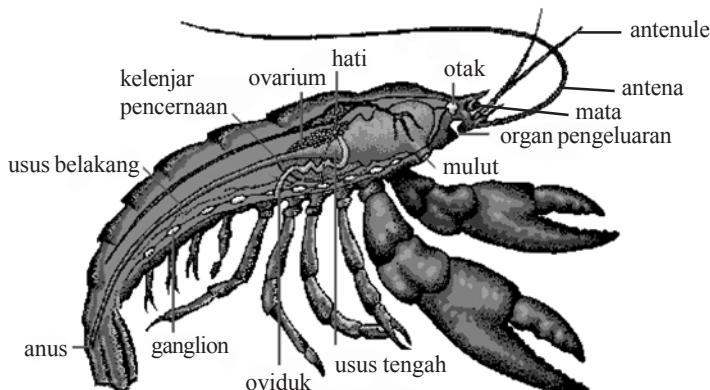
Beberapa kelas Arthropoda ditampilkan berikut ini.

1) Crustacea

Kelas ini sebagian besar anggotanya hidup di air, bernapas dengan insang. Tubuhnya terdiri dari bagian kepala-dada yang bersatu (sefalotorak) dan perut (abdomen). Crustacea eksoskeleton keras, terdiri dari zat kitin yang berlendir.

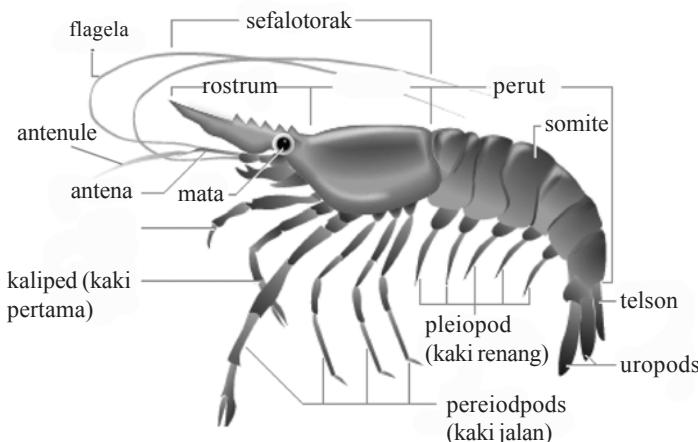
Pada bagian sefalotorak terdapat lima pasang kaki besar yang berfungsi untuk berjalan (kaki jalan) di mana sepasang kaki pertama berukuran lebih besar

disebut keliped. Adapun di bagian abdomen terdapat 5 pasang kaki berukuran kecil yang berfungsi untuk berenang (kaki renang). Bagian depan sefalotorak terdapat sepasang antena panjang dan sepasang antenule pendek. Crustacea dibedakan menjadi 2, yaitu Entomostraca (mikrocrustacea), misalnya *Daphnia* sp, *Cyclops* sp, yang merupakan komponen penting dari zooplankton, dan Malacostraca (makro-crustacea), misalnya *Pinnaeus monodon* (udang windu), *Cancer* sp (kepiting), *Panulirus* sp (lobster).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.16 Anatomi tubuh udang. Saluran pencernaan sempurna (mulut-lambung-usus-anus). Meskipun kecil, udang telah memiliki otak (brain) serta ganglion.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.17 Bagian-bagian tubuh udang. Karapaks melindungi bagian sefalotorak, di ujung abdomen terdapat telson dan uropod. Kaki jalan (periopod) berjumlah pasang berpangkal pada sefalotorak, dan kaki renang (pleiopod) berpangkal pada abdomen.

2) Myriapoda

Hewan yang tergolong kelas Myriapoda memiliki banyak segmen tubuh, dapat mencapai 100 – 200 ruas. Tubuh terdiri dari kepala yang kecil, berada pada ruas pertama, dan perut yang pada tiap ruasnya memiliki sepasang atau dua pasang kaki. Habitatnya di darat, bernapas dengan paru-paru buku. Pada bagian kepala hewan ini terdapat sepasang mandibula dan dua pasang maksila. Kelas ini terdiri dua, yaitu:

a) Chilopoda

Tubuh Chilopoda agak pipih (gepeng), tiap ruas tubuh terdapat sepasang kaki. Di bagian kepala terdapat sepasang antena panjang dan semacam cakar yang berbisa. Chilopoda merupakan hewan karnivora.

Contohnya *Scolopendra* sp (kelabang).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.18 Seekor kelabang (*Scolopendra* sp), memiliki sepasang kaki terdapat di tiap ruas tubuh (kiri). Seekor lipan/luwing (*Spirobolus* sp), memiliki dua pasang kaki pada tiap ruas tubuhnya (kanan).

b) Diplopoda

Diplopoda tubuh bulat, tiap ruas tubuh terdapat dua pasang kaki. Hewan ini menyukai tempat yang lembap. Bila menemui bahaya membela diri dengan cara menggulung tubuhnya, Diplopoda merupakan herbivora.

Contoh: *Spirobolus* sp (luwing).

3) Arachnida

Arachnida tubuh terdiri dari bagian kepala-dada yang menyatu (sefalotorak) dan perut (abdomen) yang bulat. Kepala kecil, tanpa antena, terdapat beberapa mata tunggal (oceli). Habitatnya di darat, bernapas dengan paru-paru buku. Mempunyai kaki empat pasang yang terdapat pada sefalotorak. Pada sefalotorak terdapat alat tambahan berupa sepasang *kelisera* yang beracun dan sepasang *palpus*.

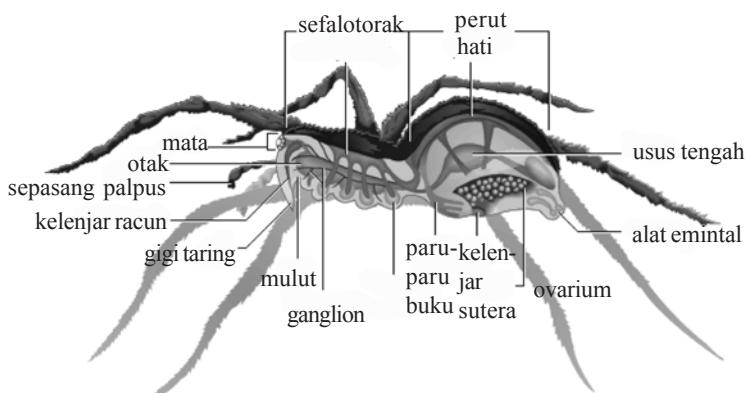
Pada ujung posterior abdomen, sebelah ventral anus terdapat sutera dan bermuara pada alat serupa pembuluh yang disebut *spinneret*. Makanannya berupa cairan tubuh hewan lain dan diisap melalui mulut dan esofagus. Jenis kelamin terpisah, fertilisasinya terjadi secara internal. Telur yang telah dibuahi diletakkan dalam kokon-kokon sutera yang dibawa ke mana-mana oleh hewan betina.

Contoh: kalajengking, laba-laba.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.19 Seekor kalajengking (*Scorpion* sp) dengan capit besar untuk memegang mangsa dan alat sengat di ujung abdomen untuk melumpuhkan mangsa (kiri). Seekor laba-laba dengan empat pasang kaki, tidak mempunyai alat penyengat tetapi dapat menangkap mangsanya dengan jaring sutera, gigitannya beracun (kanan).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.20 Anatomi tubuh laba-laba. Kelenjar sutera (*silk gland*) menghasilkan benang sutera yang dapat dianyam menjadi sarang laba-laba dengan alat pemintalnya (*spinneret*). Di dekat mulut terdapat kelenjar racun (*poison gland*) yang disengatkan pada mangsa atau lawan-lawannya.

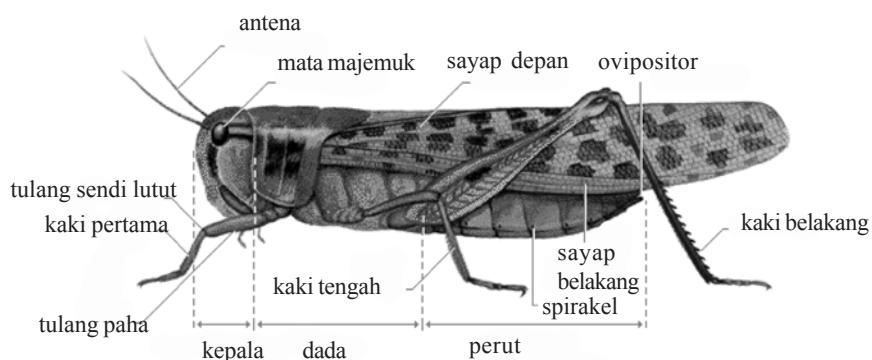
4) Insecta

Insekta merupakan kelas terbesar dalam Arthropoda, bahkan anggota insekta merupakan bagian terbesar dari filum Animalia. Lebih dari satu juta spesies Insekta hidup di bumi ini. Dari jumlah itu setengahnya

telah diuraikan secara tertulis dan diterbitkan.

a) Ciri-ciri

Tubuh insekta terdiri dari tiga bagian, yaitu kepala (caput), dada (toraks), dan perut (abdomen). Di kepala terdapat bermata tunggal (oceli), mata majemuk (faset), alat-alat mulut, mungkin juga antena. Dada terdiri dari tiga ruas, yaitu *protoraks*, *mesotorak* dan *metatoraks*. Kaki dan sayap terdapat di bagian dada. Insekta memiliki tiga pasang kaki (heksapoda), bersayap sepasang atau dua pasang, meski ada sebagian insekta yang tidak bersayap. Habitat di darat, air tawar (terutama pada stadium muda), dan beberapa jenis hidup di laut. Ukuran tubuhnya mulai dari beberapa milimeter sampai beberapa sentimeter (insekta terpanjang, *Pharmacia serratipes*, panjangnya mencapai 26 cm). Tipe mulut insekta bermacam-macam (mengisap, menusuk dan mengisap, menggigit, mengunyah). Bernapas dengan trachea yang bercabang-cabang dan terbuka pada sepasang spirakulum pada sisi-sisi tubuh. Insekta mengalami metamorfosis, baik metamorfosis sempurna maupun tidak sempurna (beberapa golongan serangga tidak mengalami metamorfosis). Mempunyai sistem saraf tangga tali. Peredaran darah terbuka, darah tidak mengandung pigmen darah (hemoglobin) sehingga hanya berfungsi mengedarkan zat makanan saja. Pengangkutan dan peredaran gas pernapasan (O_2 dan CO_2) pada insekta dilaksanakan oleh sistem trachea.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.21 Pembagian tubuh Arthropoda menjadi bagian kepala (head), dada (toraks), dan perut (abdomen).

Berdasarkan metamorfosisnya insekta dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu:

- Ametabola: serangga yang tidak mengalami metamorfosis, misalnya *Lepisma* sp (kutu buku).
- Hemimetabola: serangga yang mengalami metamorfosis tidak sempurna, misalnya capung, belalang. Telur menetas menjadi nimfa (miniatur serangga dewasa) lalu tumbuh menjadi serangga dewasa.
- Holometabola: serangga yang mengalami metamorfosis sempurna, misalnya nyamuk, lalat, kupu-kupu. Telur menetas menjadi larva, larva berkembang menjadi pupa (kepompong), akhirnya menjadi serangga dewasa.

b) Klasifikasi

Insecta terdiri dari dua subkelas, yaitu:

- Apterygota (serangga tidak bersayap)
Pembagian segmen tubuh Apterygota meliputi: kepala, dada, dan perut kurang tegas. Umumnya hewan ini tidak mengalami metamorfosis.
- Pterygota (serangga bersayap)
Pembagian segmen tubuh Pterygota meliputi: kepala, dada, dan perut sudah jelas. Mengalami metamorfosis sempurna atau tidak sempurna.

Berikut contoh beberapa ordo dalam kelas Insecta:

1) Subkelas Apterygota

a) Ordo Protura

Protura memiliki tubuh sangat kecil (panjang sekitar 1,5 mm), hidup di darat, tidak bersayap, tidak punya mata, tanpa antena, tipe mulut mengisap, kaki pendek. Hewan ini hidup di sampah yang membusuk, di bawah kulit batang membusuk.
Contoh: *Acerentulus* sp.



Sumber: Encarta Encyclopedia

b) Ordo Thysanura

Thysanura memiliki tubuh kecil (panjang sekitar 30 mm), hidup di darat, tidak bersayap, antena panjang, kaki 2-3 ruas, bagian belakang abdomen terdapat 3 alat tambahan panjang. Hewan ini merupakan pemakan selulosa pada kertas.

▲ Gambar 8.22 Kutu buku (*Lepisma* sp), mampu mencerna selulosa pada kertas.

Contoh: *Lepisma saccharina* (kutu buku).

c) Ordo Collembola

Collembola tubuh kecil (panjang 2 – 5 cm), tidak bersayap, antena sedang (terdiri empat ruas), kaki terdiri atas satu ruas. Pada bagian abdomen terdapat alat tambahan untuk meloncat (*furcula*).

Tipe mulutnya mengunyah, mata majemuk, tidak mengalami metamorfosis. Hewan ini hidup di bawah dedaunan, lumut, kulit kayu, dan batu. Contoh: *Entomobrya laguna* (ekor loncat), *Papirus fuscus* (kutu kebun).

2) Subkelas Pterygota

a. Ordo Orthoptera

Orthoptera merupakan insekta peloncat, femur kaki berukuran besar. Sayapnya dua pasang, sayap depan lurus, kaku dan menyempit, adapun sayap belakang (dalam) tipis seperti membran. Saat tidak terbang terlipat berlapis-lapis. Hewan ini memiliki mata tunggal atau majemuk, antena berukuran sedang atau panjang. Mulut hewan ini berfungsi untuk menggigit. Orthoptera mengalami metamorfosis tidak sempurna. Contoh: *Valanga nigricornis* (belalang), *Gryllus* sp (jangkrik), *Periplaneta americana* sp (kecoa).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.23 Kecoa Amerika (*Periplaneta americana*), memiliki sepasang antena panjang, tanpa sayap. *Forficula auricularia*, anggota ordo Dermaptera.

b) Ordo Dermaptera

Ukuran tubuh Dermaptera bervariasi, dari ukuran kecil sampai cukup besar. Antena cukup panjang dan ramping. Hewan ini bersayap dua pasang, sayap depan mengeras

(disebut elytra), sayap belakang seperti selaput (disebut tegmina). Saat istirahat sayap belakang tertutup oleh tegmina. Bagian belakang abdomen Dermaptera terdapat penonjolan seperti capit, terutama pada Dermaptera jantan. Tipe mulutnya mengunyah. Hewan ini mengalami metamorfosis tidak sempurna. Hidupnya bersembunyi di celah-celah bebatuan, memakan dedaunan atau insekta lain. Contoh: *Forficula auricularia*.

c) Ordo Isoptera

Isoptera memiliki tubuh lunak, bagian kepala besar dan berkitin, berukuran kecil sampai sedang. Hewan ini hidup dalam koloni besar, terdapat polimorfisme (koloni dengan beberapa bentuk dan tugas yang berbeda-beda). Rahangnya besar dan menonjol, mempunyai sayap dua pasang berukuran sama panjang. Setelah dewasa, Isopter menanggalkan sayapnya. Hewan ini mengalami metamorfosis tidak sempurna. Contoh: *Reticuli termes* (rayap kayu dan tanah), *Kolotermes* sp (rayap kayu kering), *Zootermes* sp (rayap kayu basah), *Amitermes* sp (rayap tanah kering), *Macrotermes* sp (rayap pembentuk rumah tanah/termarium).

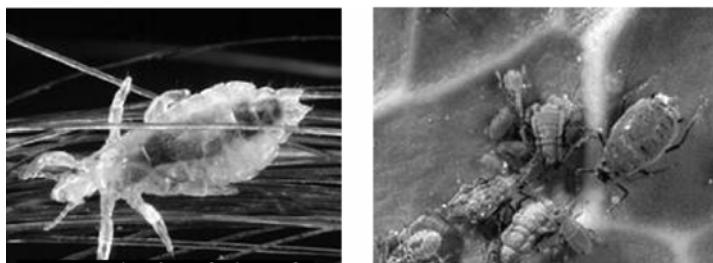
d) Ordo Anoplura

Anoplura berupa serangga kecil (sekitar 6 mm), tak ber sayap, ektoparasit pada mamalia, tubuh agak pipih. Kaki pendek, kuat, tipe mulut mengisap. Antena pendek, tak ada mata, dada bersatu, tarsi pendek (1 ruas). Anoplura metamorfosis sempurna. Contoh: *Pediculus humanus capitis* (kutu rambut kepala), *Pediculus humanus corporis* (kutu rambut badan).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.24 Koloni rayap dengan seekor ratu yang berukuran sangat besar.



Sumber: Encarta Encyclopedia

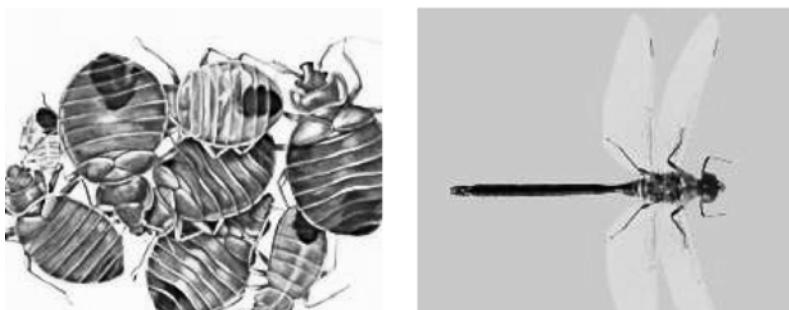
▲ Gambar 8.25 Kutu rambut (*Pediculus humanus*), merupakan ektoparasit pada mamalia, termasuk manusia (kiri). Kutu daun (*Aphis medicaginis*), mengisap cairan tumbuhan (kanan).

e) Ordo Homoptera

Homoptera serangga kecil atau sedang, sayap dua pasang, dasar sayap tidak pernah mengepas. Tipe mulut mengisap karena makanan berupa cairan tumbuhan. Homoptera mengalami metamorfosis tidak sempurna. Jika dalam keadaan terlipat panjang sayapnya melebihi tubuhnya. Contoh: *Aphis medicaginis* (kutu daun).

f) Ordo Hemiptera

Hemiptera termasuk serangga kecil sampai sedang, sayap dua pasang atau tanpa sayap. Tipe mulutnya menusuk dan mengisap, makanan berupa cairan tumbuhan atau hewan lain. Bagian depan sayapnya menebal, bagian distal tipis seperti membran. Bagian protoraks hewan ini bebas dan besar. Hemiptera mengalami metamorfosis tidak sempurna. Contoh *Nilavarpatia lugens* (wereng), *Laptocarixa acuta* (walang sangit), *Ranatra* sp (kalajengking air), *Cimex lectularius* (kutu busuk).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.26 Kutu busuk (*Cimex lectularius*), gigitannya menimbulkan rasa gatal, suka bersembunyi di sela-sela kasur atau bantal (kiri). Capung (*Aeshna* sp). Mata faset besar, tahan terbang dalam waktu lama (kanan).

g) Ordo Odonata

Odonata termasuk insekta besar, tubuh memanjang, kepala dapat digerakkan bebas. Odonata mempunyai mata faset berukuran besar, terdiri dari 30.000 omatidia. Sayapnya dua pasang, memanjang, transparan dengan *venasi* yang jelas. Ujung abdomen kecil memanjang seperti ekor, hewan ini mengalami metamorfosis tidak sempurna. Fase nimfa hidup di air, setelah dewasa dapat terbang. Contoh: *Aeshna* sp (capung).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.27 Serangga Neuroptera, *venasi* sayapnya khas seperti jala.

h) Ordo Neuroptera

Neuroptera merupakan insekta berukuran kecil sampai besar, tubuh memanjang, antena panjang. Neuroptera adalah predator yang mempunyai tipe mulut untuk mengunyah. Mata besar, abdomen sempit dan panjang. Sayap besar, dua pasang, bervenasi seperti jala. Neuroptera mengalami metamorfosis sempurna. Contoh: *Chrysopa oculata* (lalat bermata emas), *Myrmeleon frontalis* (undur-undur).

i) Ordo Lepidoptera

Tubuh Lepidoptera berukuran kecil sampai sangat besar (3 – 250 mm). Sayap dua pasang, besar, dilapisi sisik atau semacam serbuk, memiliki pola warna beraneka ragam. Antennanya panjang, terkulung rapi di bawah kepala. Lepidoptera mempunyai tipe mulut pengisap, maksila (rahang atas) bersatu membentuk proboscis untuk mengisap madu. Hewan ini mengalami metamorfosis sempurna, larva berupa ulat dengan kelenjar sutera untuk membentuk kokon. Contoh *Bombyx mori* (kupu-kupu, kokonnya menghasilkan ulat sutera), *Attacus atlas* (kupu-kupu ulat sutera), *Potoparce sexta* (kupu tomat).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.28 Kupu-kupu, pola warna bulunya sangat menarik, bulu mengandung sisik/serbuk semacam bedak.

j) Ordo Diptera

Diptera berupa insekta berukuran kecil sampai sedang dan termasuk hewan diurnal (aktif malam hari). Sayap sepasang (2 buah), transparan, berpangkal pada mesotorak. Sayap pada metatoraks mengalami modifikasi menjadi semacam pemukul/halter. Tipe mulut menusuk, mengisap, dan menjilat, berbentuk semacam proboscis. Diptera mengalami metamorfosis sempurna. Contoh *Musca domestica* (lalat rumah), *Drosophila melanogaster* (lalat buah), *Tabanus* sp (lalat kandang), *Anopheles* sp (nyamuk Malaria), *Aedes aygepti* (nyamuk demam berdarah), *Culex* sp.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.29 Nyamuk (atas) dan lalat (bawah), memiliki dua sayap merupakan ciri khas serangga bangsa Diptera.

k) Ordo Siphonoptera



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.30 Pinjal, sejenis serangga pelompot ulung, sebagai ektoparasit pada burung dan mamalia.

Siphonoptera termasuk insekta kecil, tidak bersayap, pandai melompat. Abdomennya besar, kepala dan dada kecil. Tipe mulut menusuk dan mengisap. Hewan ini bersifat ektoparasit pada burung, mammalia, reptilia. Siphonopetera mengalami metamorfosis sempurna, pupa dalam kokon. Contoh: *Pulex irritans* (pinjal manusia), *Ctenocephalus canis* (pinjal anjing), *Ctenocephalus felis* (pinjal kucing), *Xenopyllacheopsis* (pinjal tikus).

l) Ordo Coleoptera

Coleoptera berupa serangga kecil sampai besar. Tubuhnya keras. Sayap dua pasang, sa-

yap depan keras (elytra), sayap belakang tipis seperti membran. Sayap Coleoptera terlipat ke dalam saat istirahat. Coleoptera mengalami metamorfosis sempurna, larva seperti cacing. Contoh: *Necrophorus* sp (kumbang sampah), *Coccinela* sp, *Hippodamia* sp (kumbang predator hama tumbuhan), *Lytta vesicatoria* (kumbang Spanyol).

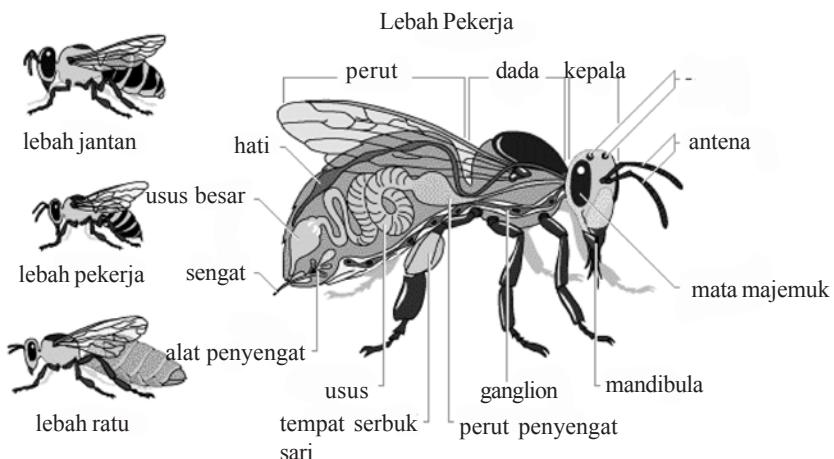


Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.31 Beraneka ragam kumbang. Sayap luar keras, sekaligus berfungsi sebagai pelindung tubuh.

m) Ordo Hymenoptera

Hymenoptera berupa serangga berukuran kecil sampai besar, hidup berkoloni meski ada yang soliter. Sayap dua pasang, seperti membran. Tipe mulutnya mengunyah dan menjilat, mata besar. Hymenoptera mengalami metamorfosis sempurna, larva dalam kokon. Contoh: *Apis indica*, *Apis mellifera* (lebah madu), *Monomorium* sp (semut hitam), *Vespa maculata* (Jawa: tawon endas).



▲ Gambar 8.32 Lebah, merupakan serangga yang hidup berkoloni (terdapat polimorfisme).

Sumber: Encarta Encyclopedia

c. *Peranan Arthropoda*

Beberapa hewan yang termasuk Arthropoda berikut ini mempunyai peranan dalam kehidupan manusia.

1) Crustacea

- Sebagai sumber protein hewani dan bernilai ekonomis tinggi
Contoh: udang, kepiting, lobster.
- Sebagai sumber makanan ikan, terutama Microcrustacea yang merupakan komponen penting pembentuk zooplankton.

2) Myriapoda

Membantu proses penguraian sampah organik, karena kemampuannya memakan partikel-partikel sampah (detritus) menjadi partikel yang lebih kecil.

Contoh: luwing/lipan.

3) Arachnida

Umumnya Arachnida merugikan, karena:

- Sebagai ektoparasit pada hewan-hewan ternak.
Contoh: caplak
- Sarangnya menyebabkan rumah menjadi kotor.
Contoh: laba-laba

4) Insekta

Insekta terdiri dari spesies yang sangat beragam. Oleh karena itu peranannya dalam kehidupan manusia juga beragam.

a) Menguntungkan

- Menghasilkan sesuatu yang berguna bagi manusia.
Contoh: lebah madu menghasilkan madu, kokon ulat sutera menghasilkan serat sutera.
- Membantu proses penyerbukan/polinasi tanaman.
Contoh: kupu-kupu, lebah.
- Sebagai musuh alami hama tanaman.
Contoh: kepik memakan kutu daun.
- Membantu proses degradasi sampah organik.
Contoh: kumbang kotoran, larvanya membantu degradasi sampah organik berupa kotoran ternak.
- Sebagai media pengobatan berbagai penyakit.
Contoh: lebah hutan (*Aphis mellifera*) dimanfaatkan sengatnya untuk terapi berbagai macam penyakit, dan telah terbukti dapat

membantu penyembuhan berbagai penyakit, salah satunya adalah teknik Aphiterapi, yaitu terapi menggunakan media lebah.

- Sumber protein hewani.

Contoh: belalang kayu ada yang memanfaatkaninya sebagai makanan.

b) Merugikan

- Sebagai vektor (agen penular) berbagai penyakit

Contoh: nyamuk *Anopheles* sp, nyamuk *Aedes aygepti*, nyamuk *Culex* sp, lalat *tsetse*, lalat tabanus, dan lalat rumah.

- Merusak tanaman budidaya

Contoh: ulat/larva Lepidoptera memakan berbagai dedaunan, kumbang kelapa memakan bagian pucuk pohon kelapa, walang sangit mengisap cairan biji padi yang masih muda.

8. Echinodermata (hewan berkulit duri)

a. Ciri-ciri

Tubuh Echinodermata radial simetris, permukaannya ditutupi oleh kulit berduri, memiliki 5 lengan tersusun *radier*. Celah mulutnya di bagian sentral. Habitat Echinodermata di laut. Sistem pencernaan lengkap berupa mulut, kerongkongan, lambung, usus, dan anus. Pergerakan dilakukan dengan bantuan kaki ambulakral. Sistem sarafnya terdiri dari cincin oral dan tali-tali saraf radier. Echinodermata tidak memiliki sistem respirasi dan ekskresi yang khusus. Jenis kelaminnya terpisah. Fertilisasi hewan ini terjadi secara eksternal di dalam air.

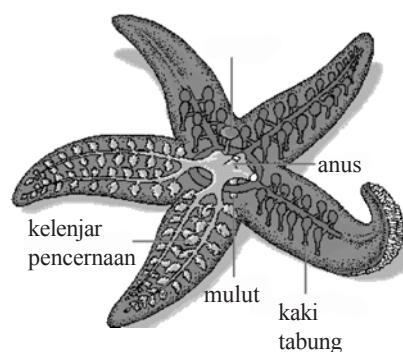
b. Klasifikasi

Echinodermata terdiri dari lima kelas, yaitu Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, dan Crinoidea.

1) Kelas Asteroidea (bintang laut)

Tubuh Asteroidea terdiri dari cakram sentral dengan lima lengan, sehingga disebut juga bintang laut. Tubuhnya dapat dibedakan sisi oral (sisi bawah) di mana terdapat mulut dan sisi aboral (sisi atas) di mana terdapat anus. Sisi aboral tertutup oleh duri-duri dan terdapat lubang *madreporit*.

Contoh: *Asterias forbesi*, *Linckia laevigata*.



Sumber: Encarta Encyclopedia
▲ Gambar 8.33 Bintang laut, sistem ambulakral dengan kaki-kaki tabungnya untuk bergerak.

2) Echinoidea (landak laut)

Echinoidea memiliki bentuk tubuh bundar, agak pipih, tanpa lengan. Duri-duri pada tubuhnya dapat digerakkan bagian pangkalnya. Di sisi oral tubuhnya terdapat tabung-tabung telapak yang berfungsi untuk bergerak. Bernapas dengan branki dermal, berjumlah lima pasang. Di sisi aboral tubuhnya terdapat lima papan kapur yang disebut *papan genital* dan satu di antaranya merupakan madreporit.

Contoh: *Diadema saxatile*, *Echinothrix* sp.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.34 Landak laut, celah anus di sisi aboral.

3) Ophiuroidea (bintang ular laut)

Ophiuroidea memiliki bentuk tubuh seperti bintang laut, namun lengannya lebih panjang dan lentur. Celah mulutnya terdapat di sisi ventral, tanpa anus. Bintang ular laut hidup di sela-sela karang, bertahan dengan membuat liang persembunyian, dan aktif pada malam hari. Papan madreporit ada di sisi bawah tubuhnya.

Contoh: *Ophiura* sp

4) Holothuroidea (mentimun laut)

Holothuroidea memiliki tubuh lunak berbentuk seperti kantung memanjang. Dalam tubuhnya terdapat papan-papan berkapur. Mulut terdapat di ujung anterior yang dikelilingi oleh tentakel bercabang-cabang, adapun anus terdapat di ujung posterior. Jenis kelamin terpisah yang jantan dan betina, namun ada yang hermafrodit. Larva mentimun laut dapat berenang bebas. Contoh *Holothuria scabra*, *Thyone byereus* (mentimun laut).

5) Crinoidea (leli laut)

Crinoidea memiliki bentuk tubuh seperti tumbuhan, hidup melekat di suatu tempat, tapi ada juga yang dapat berpindah tempat. Tubuhnya memiliki semacam akar untuk melekatkan diri pada suatu tempat yang disebut *cirri*. Crinoidea yang dapat berenang bebas tidak

memiliki *cirri*. Mulutnya terdapat di ujung tubuh, dikelilingi lengan/tentakel. Pemakan plankton yang ditangkap dengan bantuan tentakelnya. Gonade terdapat di ujung lengannya. Hewan ini mengalami fertilisasi internal di mana zigot berkembang dalam tubuh. Contoh: *Metacrinus* sp (melekat di suatu tempat), *Antedon* sp (hidup bebas).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.35 Bintang laut (kiri atas), bintang ular laut (tengah atas), mentimun laut (kiri bawah), dolar pasir/Echinoidea (tengah bawah), leli laut (kanan).

c. Peranan Echinodermata

Dalam ekosistem laut hewan-hewan Echinodermata sangat membantu dalam proses biodegradasi sampah organik. Potongan bangkai makhluk hidup dalam laut (detritus) sangat disukai mentimun laut sebagai sumber makanan. Dengan demikian Echinodermata merupakan “pasukan pembersih” di ekosistem laut.

B. Vertebrata

1. Chordata

a. Ciri-ciri

Hewan dalam filum Chordata menunjukkan ciri berbeda dari hewan Invertebrata dalam hal:

- 1) Adanya *notokorda* (korda dorsalis), yaitu sebuah tongkat gelatinosa yang dapat berubah menjadi kaku, terletak di dorsal, dan hanya ada selama beberapa stadium pertumbuhan.
- 2) Adanya tabung *korda saraf* yang terletak di dorsal dari notokorda.
- 3) Adanya celah-celah insang faringeal.

Chordata menunjukkan ciri adanya rongga tubuh (selom) yang tumbuh dengan baik, sistem organ yang

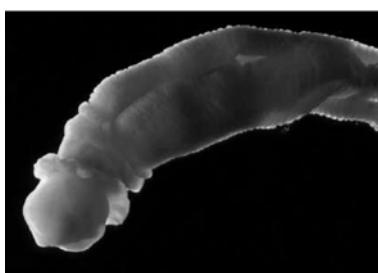
kompleks, bilateral simetris, segmentasi tubuh yang jelas, di samping ciri yang telah disebut di atas.

b. *Klasifikasi*

Filum Chordata terdiri dari empat subfilum, yaitu Hemichordata, Urochordata, Cephalochordata dan Vertebrata.

1) Hemichordata

Hewan kelompok Hemichordata bentuk tubuhnya memanjang seperti cacing, terdiri atas bagian proboscis, leher, dan badan. Notokordnya berongga, pendek, merupakan lanjutan ke depan dari saluran pencernaan dan masuk ke dalam proboscis. Hewan ini memiliki celah insang yang banyak di sisi lateral. Sistem sarafnya meliputi pokok saraf dorsal dan pokok saraf ventral. Jantung terletak di sebelah dorsal bagian anterior, dilengkapi pembuluh darah dorsal dan pembuluh darah ventral. Gonochoris dan fertilisasi terjadi secara eksternal. Hewan ini hidup di laut, membuat liang-liang di pantai atau di laut dalam. Contoh: *Dolichoglossus* sp (*Balanoglossus*, cacing laut).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.36 *Dolichoglossus* (kiri). Amphioxus, mirip ikan tapi tanpa sirip (kanan).

2) Urochordata

Urochordata disebut juga Tunicata. Tubuhnya pendek, tebal dengan selubung seperti kulit. Urochordata hidup di laut, hidup bebas atau sebagai parasit. Larva seperti berudu. Notokorda dan korda saraf hewan ini tumbuh dengan baik dalam ekornya, tapi setelah dewasa menghilang. Jenis kelamin hermaprodit dan dapat membentuk tunas. Hewan dewasa memiliki *lubang inkuren* (oral) yang membawa air ke dalam ruang faringeal, serta lubang lubang *ekskuren* (atrial) yang berhubungan dengan ruang faringeal melalui suatu celah. Air keluar melalui lubang ekskuren ini. Contoh: *Molgula* sp, *Botryllus* sp.

3) Cephalochordata

Cephalochordata memiliki tubuh kecil, pipih, memanjang, seperti ikan tapi tanpa sirip dan memiliki bentuk kepala yang jelas. Notokorda dan korda sarafnya tumbuh dengan baik dan tetap ada selama hidupnya. Cephalochordata memiliki faring dengan banyak celah-celah insang. Faring terbuka ke arah ventral. Cephalochordata tidak memiliki jantung, namun terdapat aliran darah yang mengalir ke seluruh tubuh. Jenis kelamin terpisah antara jantan dan betina dan fertilisasi terjadi secara eksternal. Contoh *Amphioxus* sp, *Branchiostoma* sp.

4) Vertebrata

Hewan Vertebrata memiliki ruas-ruas tulang belakang sebagai perkembangan dari notokorda. Habitatnya di darat, air tawar maupun di laut. Vertebrata memiliki bentuk kepala yang jelas dengan otak yang dilindungi oleh *cranium* (tulang kepala). Memiliki rahang dua pasang (kecuali Agnatha), bernapas dengan insang, paru-paru, dan kulit. Anggota geraknya berupa sirip, sayap, kaki dan tangan, namun juga ada yang tidak memiliki anggota gerak. Reproduksinya secara seksual, jenis kelamin terpisah, fertilisasi eksternal atau internal, ovipar, ovovivipar, atau vivipar. Jantung Vertebrata berkembang baik, terbagi menjadi beberapa ruangan, darahnya mengandung hemoglobin, sehingga berwarna merah. Vertebrata memiliki sepasang mata, umumnya juga memiliki sepasang telinga. Subfilum Vertebrata terdiri dari lima kelas, yaitu Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, dan Mammalia.

a) Pisces (Ikan)

Pisces merupakan hewan akuatik, bernapas dengan insang, kadang-kadang terdapat gelembung renang/gelembung udara sebagai alat bantu pernapasan. Otak terbungkus oleh kraniun (tulang kepala) berupa tulang rawan atau tulang keras. Darah Pisces mengalir dari jantung melalui insang menuju ke seluruh jaringan tubuh dan kembali lagi ke jantung. Alat geraknya berupa sirip, ginjal bertipe pronefros dan mesonefros.

Tubuh ditutupi oleh sisik-sisik yang sekaligus sebagai rangka luar tubuh (eksoskeleton). Pisces berkembang biak secara seksual, ovipar (bertelur).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.37 Ikan lamprey (*Petromyzon* sp) sedang memangsa ikan lain.

Pisces terdiri dari tiga golongan, yaitu Agnatha, Chondrichthyes, dan Osteichthyes.

– *Agnatha (Cyclostomata)*

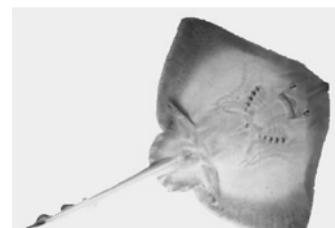
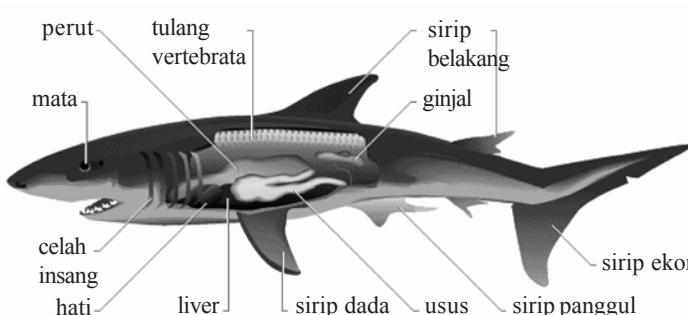
Agnatha meliputi ikan-ikan yang tidak berahang, memiliki mulut bulat, yang berada di ujung anterior. Tanpa sirip, namun beberapa jenis Agnatha memiliki sirip ekor dan sirip punggung. Notokorda tetap ada selama hidup, secara tidak sempurna dan diselubungi kartilago. Jenis kelamin terpisah, ada yang hermafrodit dan mendapatkan makanan dengan mengisap tubuh ikan lain dengan mulutnya.

Contoh: *Myxine* sp (ikan hantu, ikan hag), *Petromyzon* sp (lamprey, belut laut).

– *Chondrichthyes (ikan bertulang rawan)*

Chondrichthyes meliputi ikan yang bertulang rawan sepanjang hidupnya. Memiliki rahang, mulut di bagian ventral. Kulitnya tertutup sisik placoid (berasal dari kombinasi mesoderm dan ectoderm). Sirip dua pasang, serta sirip ekor heterocercal (tidak seimbang).

Sebagian notokordnya diganti oleh vertebrae yang lengkap. Ginjalnya bertipe mesonefros. Jenis kelamin terpisah dan fertilisasi eksternal atau internal, ovipar atau ovovivipar. Habitat Agnatha di laut, memiliki insang tanpa operculum. Contoh: *Squalus* sp (ikan hiu), *Raja* sp (ikan pari).



▲ Gambar 8.38 Ikan hiu (kiri), celah insang di sisi lateral dan ikan pari (kanan), celah insang di sisi ventral.

Sumber: Encarta Encyclopedia

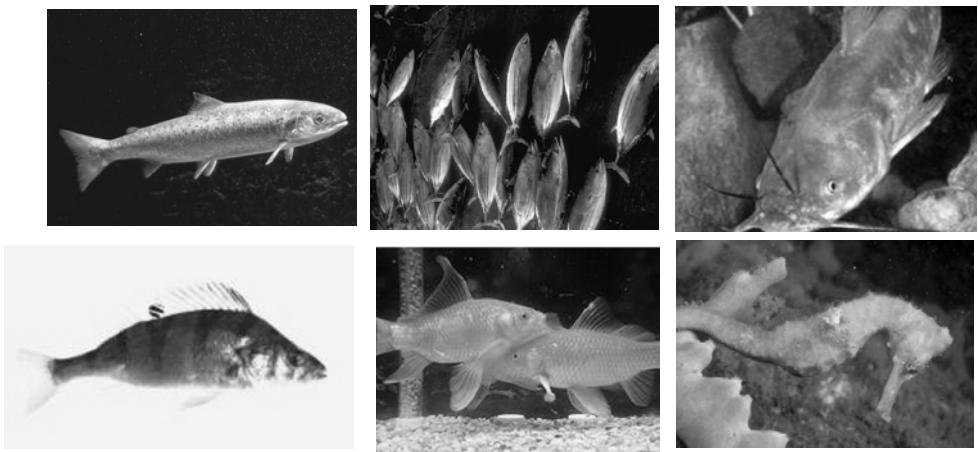
– *Osteichthyes (ikan bertulang sejati)*

Osteichthyes meliputi ikan yang bertulang keras, otak dilindungi oleh tulang rawan. Mulutnya memiliki rahang. Sisik bertipe ganoid, sikloid, atau stenoid, yang semuanya berasal

dari mesodermal. Insang dilengkapi operkulum (tutup insang). Jantung beruang dua, yaitu atrium dan ventrikel.

Notokordanya ditempati vertebrae yang menulang, memiliki gelembung renang yang berhubungan dengan faring. Tipe ginjalnya mesonepros.

Contoh: *Ameiurus melas* (ikan lele), *Anquilla* sp (belut), *Scomber scombrus* (ikan tuna), *Onchorhynchus* sp (ikan salmon), *Sardinops coerulea* (ikan sarden).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.39 Contoh-contoh ikan bertulang sejati. Ikan salmon (paling kiri atas), ikan tuna (no. 2 dari atas kiri), ikan lele (no.3 dari atas kiri), ikan bader (*Perca* sp), ikan emas (tengah bawah), *Hippocampus kuda* (kanan bawah).

b) Amphibia (Amfibi)

Amfibi dikenal sebagai hewan yang hidup di dua alam, karena kemampuannya bertahan hidup baik di darat maupun di air. Tubuh ditutupi kulit yang selalu basah dan tidak bersisik. Sebagian besar Amfibi mengalami metamorfosis, fase larva bernapas dengan insang dan hidup di air, setelah dewasa bernapas dengan paru-paru dan kulit, dan hidup di darat. Jantungnya beruang tiga, terdiri dua atrium (serambi) dan satu ventrikel (bilik). Pada Amfibi, jenis kelamin terpisah dan pembelahan bersifat ovipar (bertelur)

Ordo-ordo dalam Amfibi:

(1) Ordo Caudata (Urodela)

Caudata bentuknya seperti kadal, berekor, bernapas dengan paru-paru, sebagian ada yang bernapas dengan insang. Tubuhnya jelas terbagi

dalam bagian kepala, badan, dan ekor. Kaki-kaki sama besar. Contoh: *Megalobatrachus japonicus* (salamander raksasa).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.40 Contoh-contoh Caudata. Salamander merah (paling kiri), Amphiuma (tengah), Salamander raksasa (paling kanan).

(2) Ordo Salientia (Anura)

Anura adalah bangsa katak, tidak berekor, pandai melompat. Hewan dewasa bernapas dengan paru-paru. Kepala dan tubuh hewan ini bersatu, tanpa leher. Kaki depannya pendek, kaki belakang besar dan kuat untuk melompat. Anura memiliki selaput renang pada jari-jari kaki. Mengalami metamorfosis, fertilisasi eksernal. Contoh *Bufo terrestris* (katak bangkong), *Rana pipiens* (katak hijau).



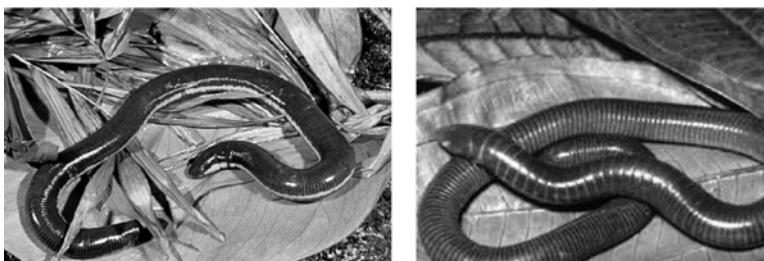
Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.41 Katak hijau (kiri atas) dan katak bangkong (kanan atas). Perhatikan perbedaan kulit katak yang licin, basah (kiri bawah) dan bangkong/Bufo berkulit kasar berbintil, kering (kanan bawah).

(3) Ordo Apoda (Gymnophiona)

Hewan semacam cacing, tanpa kaki. Kulitnya lunak dan menghasilkan cairan yang merangsang. Antara mata dan hidung pada terdapat tentakel yang dapat ditonjolkan. Hewan ini mempunyai mata tanpa kelopak dan ekornya

pendek. Hewan jantan memiliki organ kopulasi yang dapat ditonjolkan. Perkembang-biakannya secara ovipar atau ovovivipar. Hewan-hewan Anura banyak terdapat di daerah tropis. Contoh: *Ichthyosis glutinosus*.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.42 Contoh hewan Apoda dari familia Caeciliidae, sering disebut Caecilia.

c) Reptilia

Reptilia (hewan melata) berkulit kering, tertutup oleh sisik-sisik atau papan epidermal. Vertebrae berkembang baik, terbagi manjadi lima bagian, yaitu *servikal, thorakal, lumbar, sacral*, dan *ekor*. Anggota gerak jari-jarinya bercakar, mata memiliki kelenjar air mata yang menjaga agar mata tetap basah. Reptilia bernapas dengan paru-paru, di mana strukturnya lebih kompleks daripada paru-paru amfibi. Jantung beruang empat, terdiri dua atrium (serambi) dan dua ventrikel (bilik). Sekat antara kedua bilik hampir sempurna. Ginjal bertipe metanefros. Fertilisasi pada Reptilia terjadi secara internal dan pembiakan bersifat ovipar atau ovovivipar. Jika pembiakannya ovipar, telur-telurnya memiliki cangkang yang keras. Namun, apabila pembiakannya ovovivipar telurnya mengandung banyak kuning telur, dan telur berkembang dalam saluran telur hewan betina. Sebagian reptilia telah punah, misalnya *Dinosaurus* dan *Pterydactyla* (reptilia bersayap).

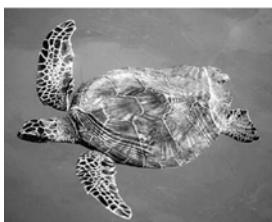
Ordo-ordo dalam Reptilia:

(1) Ordo Chelonia

Chelonia meliputi sebangsa penyu dan kurakura. Tubuhnya lebar, bagian dorsal dilindungi oleh karapaks (perisai dorsal), dan plastron (perisai ventral). Rahangnya tidak bergigi, tapi dilapisi zat tanduk. Rusuk-rusuknya bersatu dengan perisai dorsal. Habitat Chelonia di

darat, air laut, dan air tawar. Pembiakan secara Ovipar, telur diletakkan dalam lubang-lubang yang dibuat oleh hewan betina.

Contoh: *Chelonia myotis* (penyu), *Chelydra serpentina* (kura-kura air tawar).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.43 *Chelonia myotis*, sejenis penyu laut (kiri atas), *Chelydra serpentina*, kura-kura air tawar (kanan atas); *Gopherus agassizii* (kiri bawah) dan *Gopherus polyphemus* (kanan bawah), keduanya tergolong kura-kura raksasa.

(2) Ordo Squamata

Golongan reptilia bersisik, tanpa rusuk abdominal.

(a) Subordo Lacertilia

Lacertilia adalah bangsa kadal, panjang tubuhnya sekitar 30 cm, memiliki empat kaki atau tanpa kaki, kelopak mata dapat digerakkan, bentuk lidah bercabang.

Contoh: *Lacerta sp* (kadal), *Hemidactylus turcicus* (tokek), *Drao sp*, *Chameleo chameleon* (bunglon), *Varanus komodoensis* (komodo).

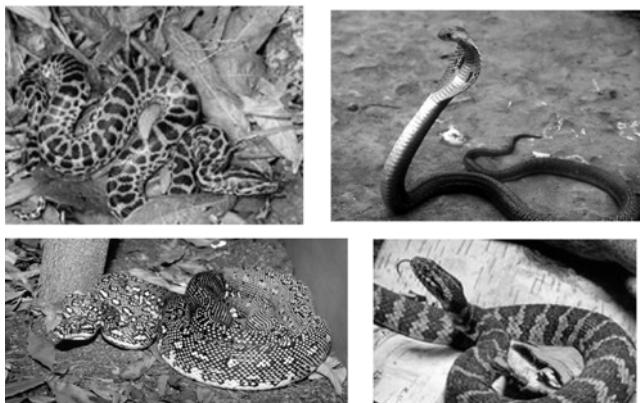


◀ Gambar 8.4 Sejenis bunglon *Chameleon sp* (kiri atas), sejenis kadal *Lacerta sp* (kanan atas), *Gecko sp* (kiri bawah) dan *Varanus komodoensis* (kanan bawah).

Sumber: *Encarta Encyclopedia*

b. *SubOrdo Ophidia/Serpentes*

Ophidia adalah bangsa ular, tubuh memanjang, tanpa kaki. Ular ber bisa memiliki sepasang taring untuk menyalurkan bisa pada tubuh mangsanya. Hewan ini tidak mempunyai kelopak mata, tapi mata dilindungi membran. Lidah panjang, sempit, bercabang. Di dalam rongga hidungnya terdapat *organ Jacobson* yang dapat terangsang secara kimia untuk membau mangsanya. Pada hewan yang jantan terdapat alat bantu kopulasi yang disebut *hemipenis* (penis palsu). Hewan-hewan Phidir menelan bulat-bulat mangsanya. Contoh *Phyton molurus*, *Phyton reticulates* (ular piton), *Natrix* sp (ular air), *Naja* sp (kobra), *Anaconda* sp.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.45 Ular Anaconda (kiri atas), ular Cobra (kanan atas), ular Piton Australia (kiri bawah), dan ular air (kanan bawah).

(3) *Ordo Crocodilia*

Ordo ini meliputi golongan buaya. Hewan ini memiliki kulit tebal, dengan rusuk-rusuk abdominal. Tubuhnya memanjang, kepala besar dan panjang dengan rahang dan gigi-gigi yang kuat. Crocodilia hidup di air tawar dan laut. Jantung dengan sekat ventrikel yang sempurna. Pembelahan secara Ovipar, telur diperam dalam daun-daun yang membusuk. Crocodilia memiliki kaki sebanyak empat buah, pendek, jari-jari berkuku.

Contoh: *Crocodylus* sp, *Alligator* sp.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.46 *Crocodylus* sp (kiri) dan *Alligator* sp (kanan).

d) Aves

Aves merupakan Vertebrata yang tubuhnya ditutupi bulu, bersayap, dan dapat terbang. Anggota gerak depan pada Aves berupa sepasang sayap, dan anggota gerak belakang berupa sepasang kaki yang berfungsi untuk berjalan, bertengger, atau berenang. Aves yang dapat berenang pada jari-jari kakinya terdapat selaput renang (selaput interdigital). Mata pada Aves berkembang baik, memiliki membran niktitan. Respirasinya menggunakan paru-paru, dibantu dengan pundi-pundi hawa (*saccus pneumaticus*). Jantungnya terdiri empat ruang, dua atrium dan dua ventrikel, dengan sekat sempurna. Suhu tubuh *homoioterm*. Saluran pencernaannya sempurna, memiliki lambung kelenjar dan lambung berotot. Ginjalnya bertipe metanefros, tanpa kandung kemih. Ovipar, fertilisasi internal. Kelas Aves terdiri dua subkelas, yaitu Archaeornithes, burung bergigi, telah punah; dan Neornithes, burung modern yang kita kenal saat ini.

Aves terdiri dari beberapa ordo, di antaranya:

(1) Ordo Struthioniformes

Contoh hewan Struthioniformes adalah *Struthio camelus* (burung unta) dan omnivora. Burung unta tergolong pemakan hewan dan tumbuhan tinggi dapat mencapai 2,5 m, merupakan pelari ulung, tidak dapat terbang.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.47 Burung unta (kiri) dan burung kasuari (kanan).

(2) Ordo Casuariiformes

Contoh Ordo Casuariiformes adalah *Dromiceius* sp (burung kasuari); tidak dapat terbang, sayap kecil, kepala dan leher tidak berbulu, tinggi mencapai 1,7 m, banyak terdapat di Australia dan Papua.

(3) Ordo Apterygiformes

Apterygiformes adalah hewan sejenis burung kiwi, paruh panjang, lubang hidung di ujung paruh, sayap mereduksi, bulu-bulunya seperti rambut. Contoh *Apteryx* sp (kiwi).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.48 Burung kiwi (kiri) dan burung albatross (kanan)

(4) Ordo Procellariiformes

Procellariiformes adalah hewan sejenis burung albatros dengan ciri-ciri: lubang hidung tubular, dalam hidung terdapat kelenjar, paruh berlapis beberapa papan, jari kaki vestigial/mereduksi, hidup di lautan. Contoh *Oceanodroma* sp (albatros kecil).

(5) Ordo Pelecaniformes

Ordo Pelecaniformes adalah hewan sejenis burung pelikan, burung ganet. Paruh besar, keempat jari dalam satu membran kulit, lubang hidung vestigial, hidup di laut tropis. Contoh: *Pelecanus occidentalis* (pelikan putih), *Morus bassana* (camar).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.49 Pelikan putih (kiri) dan burung camar (kanan)

(6) Ordo Ciconiiformes

Ordo Ciconiiformes adalah hewan sebangsa burung blekok, flamengo. Dengan ciri-ciri leher panjang, kaki panjang, hidup di sawah, berkelompok. Makanannya ikan dan hewan air lainnya. Contoh: *Cosmerodius albus* (blekok putih), *Ardea herodias* (blekok biru), *Phoenicopterus ruber* (flamengo).



(a)



(b)



(c)

Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.50 *Ardea* sp (a), *Phoenicopterus* sp (b), *Cosmerodius* sp (c). Burung berkaki panjang, habitat di sawah atau rawa-rawa.

(7) Ordo Anseriformes

Ordo Anseriformes adalah golongan angsa, bebek, entok dengan ciri-ciri paruh lebar tertutup lapisan yang banyak mengandung organ sensori. Angsa mempunyai kaki pendek, jari dengan membran kulit, ekor pendek. Hewan muda berbulu seperti kapas. Contoh: *Anas* sp (bebek liar), *Anser* sp (entok), *Cygnus* sp (angsa).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.51 *Anas* sp (kiri), *Anser* sp (tengah), *Cygnus* sp (kanan). Burung yang pandai berenang, jari-jari kaki dilengkapi selaput renang.

(8) Ordo Falconiformes

Falconiformes merupakan burung karnivor, paruh kuat sekali dengan kait di ujungnya, kaki dengan kuku-kuku tajam untuk menerkam mangsanya. Sayapnya kuat, mampu terbang dengan cepat dan melakukan manuver. Ordo Falconiformes meliputi elang, garuda, burung pemakan bangkai.

Contoh: *Cathartes aura* (kepala merah), *Gymnogyps* sp (burung kondor), *Falcon* sp (elang), *Buteo borealis* (ekor merah).



(a)



(b)



(c)



(d)

Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 8.52** Macam-macam burung elang , elang abu-abu (a), elang ekor merah (b), burung kondor (c), dan elang Amerika (d). Paruh kuat, tajam, ujungnya berkait untuk mengoyak daging.

(9) Ordo Galliformes

Ordo Galliformes meliputi burung berparuh pendek, pemakan padi-padian. Paruh pendek, kaki untuk berlari dan mengais. Contoh: *Gallus varius* (ayam hutan), *Gallus gallus* (ayam kampung), *Pavo cristatus* (merak), *Melleagris gallopavo* (kalkun).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 8.53** Ayam kampung (kiri) dan merak (kanan).

(10) Ordo Columbifomes

Ordo Columbifomes mempunyai ciri-ciri paruh pendek, ramping dengan kulit lunak (sera) pada pangkal paruhnya. Tembolok Columbifomes besar dan dapat memuntahkan isinya untuk memberi makan anaknya. Keberadaan

Columbifomes tersebar di seluruh dunia.

Contoh: *Columba livia*, *Columba fasciata* (merpati), *Zenaidura macroura* (perkutut).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.54 Merpati (kiri) dan perkutut (kanan).

(11) Ordo Psittaciiformes

Ordo Psittaciiformes mempunyai ciri-ciri paruh pendek, kuat, bagian pinggir tajam dengan kait pada ujungnya. Suaranya keras, tempat hidup di hutan, dan pemakan buah-buahan. Contoh: burung kakatua, betet, burung makao.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.55 Burung makao (kiri) dan *Agapornus* sp/ burung cinta (kanan). Warna bulunya indah dan sangat mencolok.

(12) Ordo Strigiformes

Ordo Strigiformes meliputi burung nocturnal, kepala besar, mata besar. Lubang telinganya besar, kadang-kadang mempunyai lembaran penutup. Makanannya burung kecil dan Arthropoda.

Contoh: *Tyto alba*, *Bubo* sp (burung hantu).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.56 Burung hantu, mata sangat besar, teradaptasi untuk melihat pada keadaan gelap.

e) Mamalia

Mamalia merupakan anggota Vertebrata yang tubuhnya ditutupi rambut. Mamalia betina mempunyai glandula mammae (kelenjar susu) yang berkembang. Anggota gerak pada mamalia berfungsi untuk berjalan, memegang, berenang atau terbang. Pada jari-jarinya terdapat kuku dan cakar. Gigi mamalia berkembang baik, meliputi gigi seri, taring, geraham (molar). Mamalia bernapas dengan paru-paru. Jantungnya terdiri empat ruang (dua serambi, dua bilik) dengan sekat yang sempurna. Otak berkembang sangat baik, terutama bagian cerebrum. Suhu tubuh mamalia homoio-term. Ginjalnya bertipe metanefros, memiliki dua ureter yang mengalirkan urin ke kandung kemih (vesica urinaria). Pembiakan pada mamalia terjadi secara Vivipar dan fertilisasi internal. Embrio berkembang dalam uterus (rahim), pertukaran zat metabolismik antara embrio dan induk berlangsung melalui plasenta (baik nutrisi maupun respirasi). Beberapa ordo dalam kelas mamalia:

(1) Ordo Marsupialia (mamalia berkantung)

Marsupialia betina memiliki kantung (marsupium) di bagian ventral, embrio lahir prematur dan berkembang lebih lanjut di dalam kantung. Contoh *Dendrolagus* sp (kanguru), *Phalanger* sp (kuskus), *Phascolarctus* sp (koala), *Didelphis marsupialis* (opossum).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.57 Koala (kiri), kuskus (tengah), dan kanguru (kanan). Binatang betina biasanya berkantung, untuk pemeliharaan bayi yang selalu lahir prematur.

(2) Ordo Insektivora

Insektivora adalah mamalia pemakan (terutama) serangga, cacing, tunas, dan biji-bijian. Insektivora memiliki mata tertutup, telapak kaki depan lebar dengan cakar-cakar besar. Contoh:

Scalopus sp, *Scapanus* sp, *Echinosorex albus*.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.58 *Scalopus* (kiri) dan *Echinosorex* (kanan), mamalia pemakan serangga.

(3) Ordo Dermoptera

Monyet terbang, keempat kaki dan ekornya bersama-sama membentuk parasut berbulu (patagium), makanannya daun dan buah-buahan. Contoh *Gakopithecus* sp.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

(4) Ordo Chiroptera

Mamalia terbang, sayap berupa membran interdigital pada kaki depan dan kaki belakang. Pemakan buah. Kaki belakang lebih kecil, kaki bercakar, pandai terbang, nocturnal.

▲ Gambar 8.59 Monyet terbang, memiliki pelebaran kulit yang berfungsi seperti sayap.

Contoh *Pteropus edulis* (kalong Jawa), *Myotis* sp, *Desmodus* sp (vampire), pengisap darah kuda, sapi, bahkan manusia.

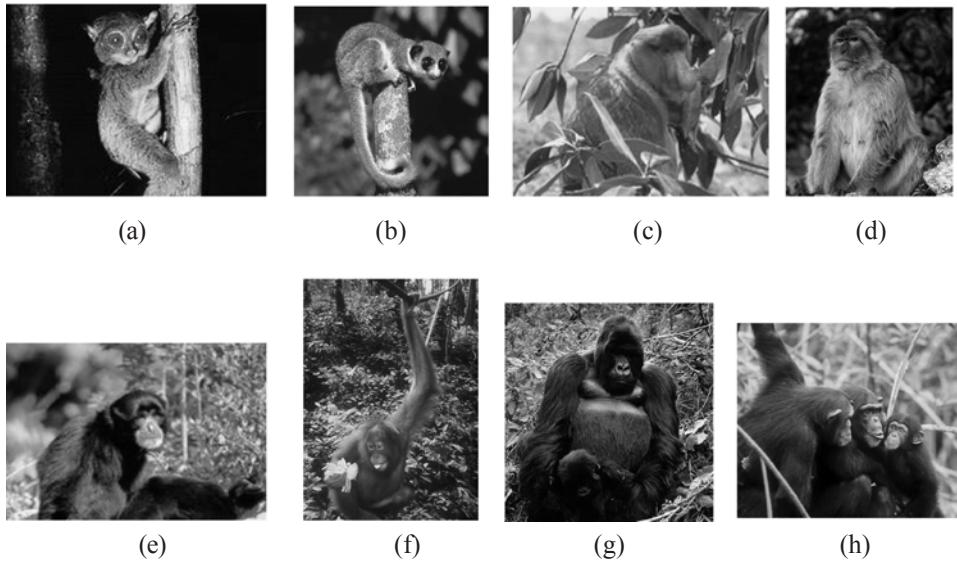


Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.60 Vampir, pengisap darah mamalia lain, dan kelelawar, suka memakan buah.

(5) Ordo Primata

Primata mencakup lemur, monyet, kera, orang utan, gorila, dan manusia. Primata termasuk pemakan tumbuhan, hewan, atau pemakan segala. Hewan ini termasuk nocturnal atau diurnal. Tangan dan kakinya besar, dengan jari untuk memanjat atau memegang.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.61 Lemur (a), Tarsius (b), Nasalis (c), Macacca (d), Siamang (e), Pongo (f), Gorilla (g), dan Simpanse (h)

(6) Ordo Rodentia

Rodentia meliputi tikus, tupai, landak, hamster. Tidak memiliki gigi taring. Rodentia hidup pada segala habitat. Contoh: *Sciurus* sp (tupai pohon), *Marmota* sp (marmut), *Rattus* sp (tikus), *Mus musculus* (mencit), *Erethizon* sp (landak).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.62 Tikus dan tupai

(7) Ordo Carnivora

Carnivora adalah mamalia pemakan daging, gigi taring berkembang baik. Jari-jarinya bercakar tajam. Contoh: *Canis lupus* (serigala), *Canis familiaris* (anjing), *Felis leo* (singa), *Felis tigris* (harimau), *Felis catus* (tikus rumah), *Zalophus* sp (singa laut), *Eumetopias jubata* (anjing laut).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.63 Harimau, kucing, anjing, merupakan hewan pemakan daging.

(8) Ordo Laghomorpha

Laghomorpha adalah hewan pemakan tumbuhan meliputi kelinci atau trewelu. Contoh: *Oryctolagus cuniculus* (kelinci).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.64 Kelinci

(9) Ordo Cetacea

Cetacea meliputi ikan paus dan lumba-lumba. Contoh *Dolphinus delphis* (dolphin laut), *Phalenoptera musculus* (paus biru).



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 8.65 Ikan dolpin dan paus

(10) Ordo Proboscidea

Proboscidea meliputi semua jenis gajah. Contoh: *Elephas maximus* (gajah di India dan Indonesia), *Loxodonta africana* (gajah Afrika).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.66 Gajah Asia (kiri) dan gajah Afrika (kanan).

(11) Ordo Perissodactyla

Perissodactyla meliputi kuda, zebra, tapir, keledai, badak. Jari kakinya berjumlah ganjil. Contoh: *Equus caballus* (kuda), *Equus asinus* (keledai), *Tapirus indicus* (tapir).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.67 Kuda (kiri atas), keledai (kanan atas), zebra (kiri bawah), tapir (kanan bawah)

(12) Ordo Artiodactyla

Artiodactyla meliputi babi, sapi, kerbau, unta, menjangan, antelope (kijang bertanduk tanpa ranting). Jari kaki hewan itu berjumlah genap. Contoh: *Antilocarpa* sp (antelope), *Camelus* sp (unta), *Cervus* sp (kijang), *Aries* sp (kambing), *Bos sondaicus* (banteng), *Bos indicus* (sapi putih), *Giraffa* sp (jerapah).



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 8.68 Sapi (kiri), antelope (tengah) dan jerapah (kanan).

Kecakapan Akademik

Pasangkan kata di sebelah kiri dengan kata di sebelah kanan yang memiliki keterkaitan konsep.

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. diploblastik | a. menghasilkan ovum |
| 2. koanosit | b. mengalami metagenesis |
| 3. <i>Hydra</i> | c. cacing tanah |
| 4. <i>Aurelia</i> | d. memiliki dua lapisan jaringan embrional |
| 5. <i>Platyhelminthes</i> | e. anemon laut |
| 6. Annelida | f. dapat membentuk tunas |
| 7. metamorfosis | g. membantu penyerbukan |
| 8. amoebosit | h. untuk mencerna makanan |
| 9. pollinator | i. cacing pita, Planaria |
| 10. <i>Nemathelminthes</i> | j. perkembangan dari telur sampai dewasa |
| | k. <i>Ascaris, Ankylostoma</i> |
| | l. kalajengking |
| | m. memiliki tiga lapisan jaringan embrional |

RANGKUMAN

Animalia memiliki ciri-ciri multiseluler, heterotrof, eukariotik, dan tidak memiliki dinding sel. Animalia dikelompokkan dalam dua golongan besar, yaitu Invertebrata yang meliputi Porifera, Coelenterata, Platyhelminthes, Nemathelminthes, Annelida, Mollusca, Arthropoda dan Echinodermata; dan Vertebrata meliputi satu filum yaitu Chordata. Pembagian hewan ke dalam filum-filum tersebut berdasarkan jumlah lapisan jaringan embrionalnya, rongga tubuh (selom), habitat, anggota gerak (sirip, sayap, kaki dan tangan), kelengkapan organ (pencernaan, respirasi, ekskresi, reproduksi, saraf), ada tidaknya ruas tulang belakang.

Perbedaan pokok antara Invertebrata dan Vertebrata terletak pada ada tidaknya ruas-ruas tulang belakang. Invertebrata

tidak memiliki ruas-ruas tulang belakang, sedangkan Vertebrata memiliki ruas-ruas tulang belakang. Porifera permukaan tubuhnya berpori, diploblastik, memiliki rongga tubuh yang dinamakan spongosoel, habitat di air. Coelenterata bersifat diploblastik, habitat di air tawar atau di laut, memiliki rongga gastrovaskuler. Helminthes (cacing) mencakup cacing pipih (Platyhelminthes), tubuhnya tidak berongga (aselomata), Nemathelminthes; tubuh memiliki rongga tubuh semu (pseudoselomata), dan Annelida; tubuhnya memiliki rongga tubuh yang sebenarnya (euselomata). Mollusca merupakan hewan bertubuh lunak, ada yang bercangkang dari zat kapur, tapi juga ada yang tidak bercangkang. Arthropoda memiliki ciri khas kaki dan tubuh bersejmen (beruas-ruas). Echi-

nodermata permukaan tubuhnya tertutup oleh kulit duri (echinus). Chordata merupakan filum tertinggi dari kingdom Animalia, telah memiliki notokorda yang berkembang menjadi ruas-ruas tulang belakang (vertebrae). Filum Chordata terdiri dari empat

sub-filum, yaitu Hemichordata, Urochordata, Cephalochordata dan Vertebrata. Subfilum Vertebrata terdiri lima kelas, yaitu Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves dan Mammalia.

UMPAN BALIK

Setelah mempelajari bab ini, cobalah kalian membuat rangkuman sendiri. Identifikasi pula bagian yang belum kalian pahami dan diskusikan dengan teman atau guru kalian.

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Dilihat dari jumlah lapisan jaringan embrionya Porifera memiliki kesamaan dengan
 - a. Coelenterata
 - b. Annelida
 - c. Mollusca
 - d. Arthropoda
 - e. Platyhelminthes
2. Urutan jalannya air pada Porifera adalah
 - a. ostium-oskulum-spongocoel
 - b. oskulum-ostium-spongocoel
 - c. ostium-spongocoel-oskulum
 - d. spongocoel-ostium-oskulum
 - e. oskulum-spongocoel-ostium
3. Spikula tersusun oleh zat kapur, tipe saluran airnya ascon, merupakan ciri Porifera kelas
 - a. Demospongia
 - b. Calcarea
 - c. Hexactinellida
 - d. Anthozoa
 - e. Scyphozoa
4. Yang membentuk ovum dan spermatozoid pada Porifera adalah
 - a. porosit dan amoebosit
 - b. amoebosit dan coanosit
 - c. koanosit dan amoebosit
 - d. koanosit dan porosit
 - e. koanosit dan spikula
5. Lapisan di antara epidermis dan endodermis pada Porifera mengandung
 - a. pori dan spikula
 - b. pori dan koanosit
 - c. spikula dan pinakosit
 - d. pinakosit dan koanosit
 - e. koanosit dan amoebosit
6. Pada Coelenterata proses pencernaan dilaksanakan secara
 - a. intraseluler dengan gastrodermis
 - b. intraseluler dengan koanosit
 - c. intraseluler dengan amoebosit
 - d. ekstraseluler dengan gastrodermis
 - e. ekstraseluler dengan koanosit

7. Reproduksi aseksual Hydra dengan cara
- pembentukan tunas
 - pembentukan spora
 - pembelahan biner
 - pembentukan efira
 - pembentukan larva bersilia
8. Kuncup yang lepas ke air akan tumbuh menjadi medusa dewasa, pada ubur-ubur dinamakan
- planula
 - skifistoma
 - efira
 - mirasidium
 - sel leher
9. Pernyataan berikut yang merupakan manfaat dari hewan Coelenterata bagi manusia adalah
- sumber protein hewani
 - membantu penguraian sampah organik
 - membantu polinasi
 - musuh alami hama tanaman
 - melindungi pantai dari abrasi
10. Semua anggota filum ini bersifat parasit, triploblastik, rongga tubuh semu, tubuh bulat panjang, tidak bersegmen. Filum yang dimaksud adalah
- Platyhelminthes
 - Nemathelminthes
 - Annelida
 - Mollusca
 - Echinodermata
11. Daging babi dapat menularkan cacing pita, kemungkinan karena daging babi mengandung
- telur cacing pita
 - cacing pita dewasa
 - stobilus
 - sistisercus
 - scolex
12. Alat ekskresi pada cacing pita berupa
- metaneros
 - pronefos
 - neridium
 - sel api
 - ginjal
13. Perhatikan fase daur hidup trematoda berikut.
- | | |
|---------------|------------------|
| 1. telur | 5. serkaria |
| 2. mirasidium | 6. metaserkaria |
| 3. sporokis | 7. cacing dewasa |
| 4. redia | |
- Urutan yang benar adalah
- 1-2-3-4-5-7-6
 - 1-2-3-5-4-7-6
 - 1-2-3-4-5-6-7
 - 1-3-2-4-5-6-7
 - 1-4-2-3-5-6-7
14. Penyatuan beberapa ruas tubuh cacing tanah yang berfungsi sebagai alat bantu kopulasi disebut
- setae
 - nefridia
 - mirasidium
 - klitelum
 - kokon
15. Alat ekskresi cacing tanah berupa
- kulit
 - hati
 - ginjal
 - nefridium
 - paru-paru
16. Tubuh bersegmen, terdiri dari cephalothoraks dan abdomen, bagian cephalothoraks dilindungi karapak, memiliki kaki jalan dan kaki renang. Ciri-ciri tersebut dimiliki Arthropoda kelas
- Insecta
 - Arachnida
 - Myriapoda
 - Crustacea
 - Gastropoda
17. Nyamuk dan lalat merupakan contoh insekta dari ordo
- Diptera
 - Lepidoptera
 - Coleoptera
 - Odonata
 - Protura

18. Yang tergolong insekta kelompok hemimetabola adalah
- kupu-kupu
 - nyamuk
 - acerentulu
 - kumbang
 - belalang**
19. Serangga yang sering dimanfaatkan sebagai objek penelitian genetika karena memiliki struktur kromosom yang sederhana adalah
20. Yang membedakan Insekta dari Arthropoda lain adalah
- alat penapasannya
 - habitatnya
 - cara reproduksinya**
 - Jumlah kakinya
 - Jumlah sayapnya

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

- Jelaskan perbedaan antara diploblastik dan triploblastik!
- Apa fungsi amoebosit dan koanosit pada Porifera?
- Coelenterata memiliki rongga gastrovascular. Jelaskan fungsinya!
- Jelaskan daur hidup dari *Aurelia aurita*!
- Cacing pita merugikan manusia baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Jelaskan!
- Annelida dan Nemathelminthes memiliki persamaan dan perbedaan. Jelaskan!
- Apakah semua serangga mengalami metamorfosis? Jelaskan!
- Buatlah tabel perbandingan antarkelas dalam Arthropoda menyangkut ciri ruas tubuhnya, habitat, alat pernapasan, alat ekskresi, dan jumlah kaki!
- Jelaskan untung ruginya insekta bagi manusia!
- Tidak semua cacing merugikan. Berilah beberapa contoh keuntungan dari cacing bagi manusia!

BAB 9

EKOSISTEM



Dalam suatu ekosistem, energi ditangkap dan disimpan oleh tumbuhan. Sebagian energi itu berpindah kepada hewan pemakan tumbuhan tersebut. Pada suatu saat, hewan pemakan tumbuhan itu dimangsa oleh hewan lain. Gambar di samping menunjukkan seekor singa sedang memangsa zebra. Pada setiap tingkatan pemakan atau pemangsa, sebagian energi disimpan menjadi bagian-bagian tumbuhan atau daging hewan.

Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

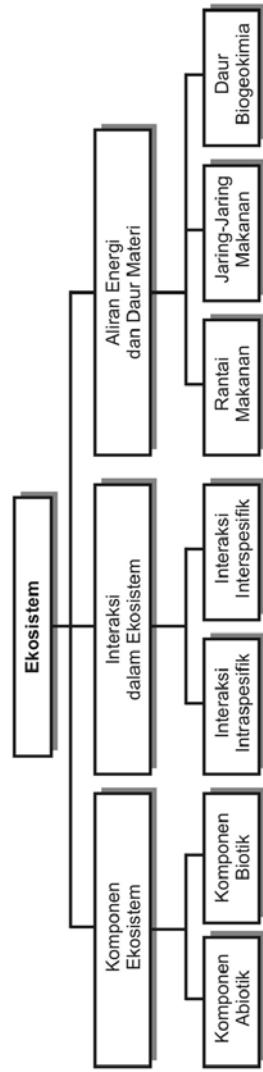
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat mendeskripsikan peran komponen ekosistem dalam aliran energi;
- dapat mendeskripsikan daur biogeokimia;
- dapat mendeskripsikan pemanfaatan komponen ekosistem.

Kata-kata kunci

- komponen biotik
- komponen abiotik
- interaksi
- homeostatis
- rantai makanan
- jaring-jaring makanan
- daur biogeokimia

Peta Konsep



Makhluk hidup merupakan bagian dari lingkungan tempat hidupnya. Selain makhluk hidup, dalam suatu lingkungan terdapat komponen tak hidup yang dinamakan komponen *abiotik*. Komponen ekosistem yang terdiri benda-benda hidup atau makhluk hidup disebut komponen *biotik*. Komponen biotik dalam ekosistem memiliki peranan/profesi yang berbeda-beda. Peranan/profesi suatu organisme dalam ekosistem disebut *viche* atau *relung*. Antara makhluk hidup dengan lingkungan biotik dan abiotiknya terjadi hubungan timbal balik atau interaksi. Interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan biotik dan abiotiknya inilah yang dinamakan *ekosistem*. Cabang biologi yang mempelajari interaksi antara organisme dengan lingkungan biotik dan abiotiknya disebut *ekologi*.

Keseimbangan dan kelestarian ekosistem sangat diperlukan oleh semua makhluk hidup, termasuk manusia. Dengan ekosistem yang seimbang proses-proses kehidupan secara alamiah akan terjaga kelangsungannya. Karena itu manusia sangat berkepentingan untuk menjaga kelestarian dan keseimbangan ekosistem demi menjaga kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Peran serta secara aktif seluruh warga negara sangat diperlukan untuk mewujudkan lingkungan yang lestari dan seimbang.

A. Komponen Ekosistem

Secara garis besar komponen ekosistem terdiri atas komponen abiotik dan komponen biotik.

1. Komponen abiotik

Komponen abiotik merupakan komponen ekosistem yang bersifat tak hidup. Komponen ini meliputi hal-hal berikut.

a. Tanah

Tanah merupakan habitat sebagian besar makhluk hidup. Tumbuhan membutuhkan tanah sebagai sumber unsur hara maupun air. Akar tumbuhan masuk ke dalam tanah untuk mendapatkan air dari tanah serta mineral yang diperlukan untuk tumbuh dan berkembang. Demikian pula hewan-hewan yang menggunakan tanah sebagai tempat hidupnya serta melakukan segala aktivitasnya. Beberapa serangga dan cacing meletakkan telurnya dalam tanah untuk melanjutkan kerurunannya. Setelah menetas lalu menjadi larva, kemudian tumbuh dan berkembang menjadi dewasa.

b. Air

Tidak akan ada kehidupan tanpa air. Semua makhluk hidup membutuhkan air untuk keperluan hidupnya. Hewan dan manusia membutuhkan air untuk minum. Dalam tubuh

hewan dan manusia air berfungsi sebagai pelarut makanan, menjaga tekanan osmotik sel, sebagai sarana transportasi zat (air merupakan bagian terbesar plasma darah). Bagi tumbuhan, air merupakan komponen penting dalam fotosintesis, sarana transportasi zat, membantu proses pertumbuhan sel-sel, serta menjaga tekanan osmotik sel. Bahkan mikroorganisme seperti bakteri serta jamur mempersyaratkan kondisi yang lembap agar dapat hidup dengan baik. Dalam ekosistem air mengalami daur ulang yang disebut *daur hidrologi*.

c. *Udara*

Atmosfer bumi kita merupakan campuran berbagai macam gas serta partikel-partikel debu. Sekitar 78% gas di atmosfer berupa gas nitrogen, 21% gas oksigen, 1% gas argon, serta sekitar 0,035% terdiri gas CO₂, sisanya berupa uap air. Semua makhluk hidup membutuhkan gas oksigen untuk bernapas serta membebaskan CO₂ ke udara.

Di samping membebaskan CO₂ saat bernapas, tumbuhan juga menyerap CO₂ dari udara untuk fotosintesis. Kegiatan manusia yang dapat meningkatkan kadar CO₂ di udara dapat menurunkan kualitas udara bagi kehidupan.

d. *Suhu*

Setiap makhluk hidup membutuhkan suhu tertentu yang sesuai untuk melakukan aktivitas hidupnya dengan optimum. Suhu tertentu yang sesuai untuk melakukan aktivitas hidup dengan optimum tersebut dinamakan *suhu optimum*. Tumbuhan dapat melakukan fotosintesis dengan hasil optimum pada suhu yang tidak terlalu panas, tetapi juga tidak terlalu dingin (antara 26° – 30° C) meskipun di luar kisaran suhu tersebut fotosintesis tetap dapat dilakukan, namun hasilnya kurang optimum.

Jamur memerlukan suhu yang relatif hangat agar dapat hidup dan berkembang dengan baik. Sebaliknya bakteri akan mati jika suhu terlalu tinggi (tapi tidak berlaku untuk bakteri termo), dan dapat melakukan metabolisme pada suhu yang terlalu rendah. Suhu tertinggi di mana makhluk hidup tetap dapat melakukan aktivitas hidup meski kurang optimal dinamakan *suhu maksimum*, dan suhu terendah di mana makhluk hidup tetap dapat melakukan aktivitas hidup meski kurang optimal disebut *suhu minimum*.

e. *Sinar*

Sinar matahari mengandung energi kehidupan yang sangat tinggi. Tumbuhan hijau mampu mengubah zat anorganik menjadi zat organik jika ada bantuan energi sinar

matahari. Energi kimia yang tersimpan dalam senyawa organik hasil fotosintesis tumbuhan hijau sangat diperlukan sebagai energi kehidupan bagi makhluk hidup lain. Dengan energi sinar matahari manusia mampu membangun pembangkit listrik untuk pemenuhan kebutuhan energi.

f. *Kelembapan*

Kelembaban udara menyatakan persentase jumlah uap air di udara. Uap air tersebut berasal dari penguapan air laut, sungai, danau, waduk dan sumber lain, maupun dari pelepasan uap air dari tubuh makhluk hidup. Makin tinggi kadar uap air di udara makin tinggi tingkat kelembaban udaranya. Udara yang lembap sangat membantu pertumbuhan jamur dan bakteri. Bahkan udara yang kelembabannya tinggi sangat berpeluang mendatangkan hujan, yang berarti mengembalikan air kembali lagi ke asalnya. Lumut dan tumbuhan paku juga menyukai udara yang lembap bagi kehidupannya.

g. *Altitude dan latitude*

Ketinggian tempat dari permukaan laut (altitude) dan perbedaan letak karena perbedaan jarak dari garis lintang (latitude) sangat memengaruhi sebaran/distribusi makhluk hidup baik tumbuhan, hewan, maupun mikroorganisme. Seekor beruang kutub tidak akan ditemukan di daerah tropis, atau sebaliknya pohon kelapa tidak mungkin tumbuh di daerah kutub. Perbedaan faktor fisik yang sangat tajam antara daerah kutub dan daerah tropis menyebabkan perbedaan sebaran tumbuhan. Spesies tumbuhan dan hewan pada dua daerah yang secara fisik berbeda akan berbeda pula.

2. Komponen biotik

Komponen ekosistem yang bersifat hidup dinamakan komponen biotik. Komponen biotik ekosistem menurut fungsinya dibedakan menjadi berikut ini.

a. *Produsen*

Semua organisme yang memiliki kemampuan melakukan sintesis senyawa organik dari zat-zat anorganik disebut produsen. Organisme berklorofil, seperti tumbuhan hijau, merupakan komponen pokok dalam ekosistem. Tumbuhan hijau mampu melakukan fotosintesis, menghasilkan zat organik berupa glukosa yang tersimpan dalam buah, biji, atau umbi dalam bentuk zat tepung/amilum. Kemampuan menghasilkan senyawa organik ini akan meningkat jika tumbuhan hijau mendapatkan air, CO_2 , dan cahaya matahari dalam jumlah yang melimpah. Senyawa organik hasil



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ Gambar 9.1 Lumut kerak

sintesis oleh produsen ini akan dimanfaatkan oleh organisme lain untuk memenuhi kebutuhan energi hidupnya. Semua alga, lumut, tumbuhan paku, tumbuhan berbiji dan beberapa jenis bakteri tergolong sebagai produsen.

b. Konsumen

Organisme yang mendapatkan makanan dari organisme lain dinamakan konsumen. Organisme kelompok ini tidak memiliki kemampuan melakukan sintesis senyawa organik secara mandiri, karenanya kebutuhan makanannya murni bergantung pada organisme lain.

Jika organisme tersebut mendapatkan zat organik langsung dari produsen, disebut *herbivora* atau konsumen primer. Jika organisme tersebut mendapatkan zat organik dari herbivora, maka disebut *karnivora* atau konsumen sekunder. Hewan karnivora dapat memangsa karnivora lain. Organisme yang mendapatkan zat organik baik dari produsen maupun dari konsumen disebut *omnivora* atau pemakan segala. Omnivora mendapatkan energi dari produsen, herbivora, maupun dari karnivora.

c. Detritivor

Sisa-sisa organisme maupun bangkai organisme yang telah hancur/lapuk dinamakan *detritus*. Detritus merupakan sumber energi bagi *detritivor*. Jadi, detritivor merupakan organisme pemakan detritus. Luwing, cacing tanah, rayap dan teripang merupakan detritivor. Organisme ini sangat membantu dalam penghancuran secara mekanik sampah organik sebelum mengalami proses penguraian secara kimia. Dengan demikian detritivor juga memiliki peranan yang tidak kalah penting dalam proses daur ulang sampah organik, di samping organisme pengurai.

d. Dekomposer

Setelah dihancurkan oleh detritivor, selanjutnya sampah organik akan diuraikan secara kimia menjadi zat-zat anorganik oleh organisme pengurai atau *decomposer*. Hasil dekomposisi (proses penguraian) sampah organik dikembalikan ke tanah sebagai mineral-mineral tanah. Pada akhirnya mineral-mineral tanah ini akan diserap kembali oleh akar tumbuhan untuk dipakai dalam proses pertumbuhan, termasuk sintesis senyawa organik lagi. Bakteri dan jamur merupakan organisme pengurai, yang sangat berjasa dalam proses daur ulang sampah organik.

Ekosistem merupakan interaksi antara organisme dengan lingkungan biotik maupun abiotiknya. Komponen abiotik merupakan komponen ekosistem yang terdiri dari benda-benda

tak hidup. Komponen biotik ekosistem terdiri dari benda-benda hidup.

Organisme dalam ekosistem dapat dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan cara mendapatkan makanan, yaitu berikut ini.

1. Organisme *autotrof*, merupakan organisme yang mampu mensintesis zat makanannya sendiri. Organisme autotrof dibedakan menjadi berikut ini.
 - a. Fotoautotrof; jika dalam mensintesis makanannya memerlukan bantuan energi cahaya. Contohnya semua tumbuhan hijau, bakteri hijau, bakteri ungu. Tumbuhan hijau memiliki pigmen berwarna hijau yaitu klorofil. Bakteri hijau memiliki pigmen yang menyerupai klorofil yaitu bakterioklorofil. Bakteri ungu memiliki pigmen berwarna ungu yang disebut bakteriopurpurin.
 - b. Kemoautotrof; jika dalam mensintesis makanannya memanfaatkan energi hasil reaksi kimia. Contohnya bakteri pereduksi sulfur (bakteri belerang), bakteri besi, bakteri *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrobacter*.
2. Organisme *heterotrof*, merupakan organisme yang tidak mampu menghasilkan zat makanan sendiri, hidupnya bergantung pada organisme lain. Contohnya hewan, manusia, dan bakteri (di luar bakteri kemoautotrof).

Satuan organisasi kehidupan dalam ekosistem terdiri dari beberapa tingkatan, yaitu berikut ini.

1. Individu merupakan organisme tunggal, misalnya seekor ayam, sebatang pohon mangga.
2. Populasi; merupakan sekumpulan organisme sejenis (satu spesies) yang mendiami habitat tertentu pada waktu tertentu. Misalnya populasi padi di sawah merupakan sekumpulan tanaman padi (tidak termasuk tanaman lain) di sawah; populasi kambing di padang rumput merupakan sekumpulan kambing (tidak termasuk domba, atau kerbau, atau kuda) di padang rumput.
3. Komunitas merupakan kumpulan dari beberapa populasi yang menempati suatu habitat tertentu. Misalnya komunitas sawah, terdiri dari populasi padi, populasi eceng gondok, populasi belalang, populasi wereng, yang hidup di suatu sawah.
4. Ekosistem merupakan interaksi antara komunitas dengan lingkungan biotik dan abiotiknya.



Sumber: Indonesian Heritage, 2002

▲ Gambar 9.2 Sekumpulan kelelawar di sebuah goa

5. Bioma merupakan sekelompok ekosistem daratan pada sebuah benua yang mempunyai struktur dan ketampakan/fisiognomi vegetasi yang sama.
6. Biosfer merupakan kesatuan dari berbagai ekosistem, yang ada di muka bumi ini.

Dalam ekosistem terjadi interaksi baik antara komponen abiotik dengan komponen biotik, interaksi antara sesama komponen biotik, atau interaksi antara sesama komponen abiotik.

1. Interaksi antarkomponen abiotik

Komponen abiotik dapat memengaruhi komponen abiotik lain secara timbal balik. Sebagai contoh jika intensitas cahaya matahari yang mengenai suatu perairan meningkat mengakibatkan laju penguapan meningkat. Dari peristiwa tersebut terbentuklah awan yang apabila dalam jumlah banyak dapat menghalangi sinar matahari ke bumi, sehingga intensitas cahaya matahari ke bumi berkurang, di samping juga dapat menyebabkan hujan yang airnya kembali lagi ke perairan.

2. Interaksi antara komponen abiotik dengan biotik

Komponen abiotik dapat memengaruhi komponen biotik dalam ekosistem, demikian pula sebaliknya. Sebagai contoh setiap tumbuhan mengambil air dari lingkungannya (dari dalam tanah), tapi tumbuhan juga membebaskan air ke lingkungan (ke udara) dalam bentuk uap air. Bersama uap air dari sumber yang lain, akan terbentuk awan dan turun sebagai hujan. Akhirnya air meresap ke dalam tanah (kembali lagi ke tanah). Di samping itu tumbuhan juga mengambil zat hara dari tanah, namun juga mengembalikannya lagi dalam bentuk ranting, dedaunan, dan sisa tumbuhan yang telah lapuk dan mengalami penguraian.

3. Interaksi antara komponen biotik dengan komponen biotik

Komponen biotik secara timbal balik dapat memengaruhi komponen biotik lainnya. Sebagai contoh dalam peristiwa simbiosis, masing-masing simbion memengaruhi satu sama lain. Seekor lebah menghisap madu dari sekuntum bunga, lebah mendapatkan makanan (berupa madu) dari bunga, namun lebah juga menjadi perantara penyerbukan bunga tersebut. Jadi, antarkomponen dalam ekosistem terjadi hubungan timbal balik.

Interaksi antarkomponen biotik dalam ekosistem dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu berikut ini.

1. Interaksi *intraspesifik*, yaitu interaksi antarindividu dalam satu spesies

Sebagai contoh misalnya dalam koloni lebah madu (*Aphis sp*) atau pada koloni rayap (*Termit*). Pada masing-masing koloni terdapat pembagian kerja yang sangat rapi antara ratu, prajurit, maupun pekerja. Interaksi pada koloni rayap dan lebah ini lebih bersifat saling membantu dan menguntungkan. Coba bandingkan dengan interaksi antara seekor ayam jantan dengan ayam jantan lain. Apakah juga saling menguntungkan? Contoh kedua ini cenderung pada interaksi persaingan (kompetisi), terutama dalam memperebutkan pasangan.

2. Interaksi *interspesifik*, yaitu interaksi antarindividu yang berbeda spesies
 - a. Predasi: merupakan interaksi antara organisme pemangsa (predator) dengan mangsanya (prey). Contohnya interaksi antara seekor harimau (predator) dengan seekor kijang (prey), interaksi antara kucing dengan tikus.
 - b. Kompetisi: merupakan interaksi antara dua individu (dapat berbeda atau dalam satu spesies) berupa persaingan. Interaksi ini dapat terjadi karena terdapat kepentingan yang sama antarindividu yang bersaing (kompetitor). Misalnya persaingan mendapatkan makanan, persaingan mendapatkan daerah/wilayah kekuasaan (dominasi), berebut wilayah mencari makan (*feeding ground*), berebut tempat tinggal (sarang), berebut pasangan.
 - c. Simbiosis: kehidupan bersama antara dua makhluk hidup atau lebih berbeda spesies dalam hubungan yang erat.
 - Simbiosis mutualisme: hubungan simbiotik yang menguntungkan kedua belah pihak. Contohnya: simbiosis antara bakteri *Rhizobium* dengan akar tanaman Leguminosae. Bakteri membantu menambat (fiksasi) nitrogen dari udara untuk kepentingan tumbuhan, tapi bakteri juga memperoleh senyawa organik sebagai sumber makanan dari tanaman Leguminosae.
 - Simbiosis komensalisme: hubungan simbiotik yang menguntungkan salah satu pihak, tapi pihak lain tidak dirugikan. Contohnya ikan hiu dengan ikan remora.
 - Simbiosis parasitisme: hubungan simbiotik yang menguntungkan satu pihak dan merugikan pihak lain. Contohnya benalu dengan pohon inang, cacing pita dengan inangnya, cacing hati dengan inangnya.



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ Gambar 9.3 Simbiosis antara pohon paku dengan inangnya

- d. Netral: kehidupan bersama antara populasi dua spesies atau lebih dalam satu daerah dan masing-masing populasi tersebut tidak saling meng-ganggu. Contoh: seekor cacing dengan belalang di sawah.

Jika antarkomponen dalam ekosistem terjadi hubungan yang dinamis, perubahan dalam batas-batas tertentu tidak akan menimbulkan gangguan dalam ekosistem tersebut. Ini berarti ekosistem tersebut telah mencapai keseimbangan yang mantap, dengan kata lain telah mencapai kondisi *homeostatis*. Ekosistem dalam keadaan homeostatis penting untuk dipertahankan, agar keseimbangan ekosistem selalu terjaga dari generasi ke generasi. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh manusia jangan sampai menggoyahkan keadaan homeostatis tersebut. Namun, sayang dalam kenyataannya harapan seperti ini sangat sulit terwujud. Manusia cenderung ingin menguasai dan melakukan manipulasi pada ekosistem atau lingkungan untuk tujuan-tujuan tertentu yang tidak selaras dengan konsep keseimbangan ekosistem. Demi tujuan sesaat manusia rela mengorbankan kepentingan jangka panjang yang jauh lebih penting, dengan melakukan kegiatan-kegiatan yang mengakibatkan kemunduran ekosistem.

Dewasa ini pembabatan hutan secara liar (*illegal logging*) sangat marak. Kerusakan hutan yang terjadi sudah berada pada taraf yang sangat mengkhawatirkan. Sebagian besar hutan di kawasan Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi sampai Papua tak ada yang luput dari aktivitas *illegal logging*. Upaya-upaya yang dilakukan oleh berbagai pihak, baik pemerintah maupun swasta seolah sia-sia. Upaya hukum pun, seolah tidak membuat jera para pelakunya. Tidak dapat dipungkiri bahwa ekonomi menjadi salah satu faktor pendorong para pelaku *illegal logging*, namun sebenarnya alasan ini tidak berlaku bagi para pemodal (cukong) di balik maraknya praktik *illegal logging*.

Dampak yang timbulkan *illegal logging* pun tidaklah kecil. Kerusakan ekosistem hutan sedemikian parah, satwa yang biasa hidup di hutan menjadi terusik sehingga merusak wilayah pemukiman dan daerah pertanian warga, belum lagi ancaman punahnya beberapa satwa langka dan dilindungi. Penebangan hutan juga menimbulkan bahaya banjir dan tanah longsor yang sewaktu-waktu dapat terjadi. Mengingat berbagai kerugian yang mungkin terjadi, adalah sangat penting untuk segera menghentikan penebangan hutan secara liar, penegakan hukum yang tidak pandang bulu bagi para pelakunya, serta upaya pemulihan hutan yang terprogram dan terencana.

B. Aliran Energi dan Daur Materi

Energi matahari merupakan sumber energi yang penting di alam, di samping sumber energi lain. Melalui serangkaian organisme energi matahari akan berpindah dan berubah dari satu bentuk energi ke bentuk lain. Energi mengalami aliran dari bagian satu ke bagian lain, tanpa mengalami pengurangan. Tidak ada energi yang hilang (musnah) dalam aliran energi.

Banyaknya energi matahari yang ditangkap oleh produsen berbeda-beda jumlahnya, dipengaruhi oleh ketinggian dari permukaan laut (dpl) dan penutupan oleh tumbuhan suatu wilayah. Hanya sebagian kecil energi matahari yang mampu diserap oleh klorofil dan digunakan oleh sintesis senyawa organik. Energi ini kemudian disimpan dalam bentuk energi kimia. Kecepatan menyimpan energi kimia oleh produsen disebut *produksi primer kotor* (PPK). Sekitar 20% dari PPK digunakan oleh tumbuhan (produsen) untuk kegiatan respirasi dan fotorespirasi. Sisanya disimpan oleh produsen sebagai *produksi primer bersih* (PPB). Energi dalam produsen, kira-kira sebesar 10%, akan berpindah ke konsumen primer (herbivora) melalui peristiwa konsumsi (memakan). Oleh konsumen primer energi tersebut digunakan untuk respirasi yang menghasilkan energi, selanjutnya energi yang dihasilkan dipakai untuk pertumbuhan, reproduksi, mengganti sel-sel yang rusak. Melalui rantai makanan energi akan berpindah ke karnivora I, lalu berpindah ke karnivora II.

Produktivitas yang menghasilkan energi yang tersimpan dalam tubuh konsumen disebut *produktivitas sekunder*. Adapun produktivitas yang menghasilkan energi yang tersimpan dalam tubuh produsen disebut *produktivitas primer*. Energi yang terkandung dalam tubuh produsen maupun konsumen akan dimanfaatkan oleh detritivor dan dekomposer jika organisme produsen dan konsumen mati. Demikian pula energi dalam zat buangan sisa pencernaan (egesta), dan zat buangan sisa metabolisme tubuh (ekskreta). Melalui proses dekomposisi (penguraian) senyawa organik dari bangkai, egesta dan ekskreta akan diuraikan menjadi zat-zat anorganik yang akhirnya kembali ke alam. Jadi, energi mengalami perpindahan dari sumbernya ke komponen-komponen biotik ekosistem (produsen, konsumen, detritivor, dekomposer), tapi tidak kembali lagi ke sumbernya (matahari). Inilah yang dinamakan *aliran energi* (*energy flow*), bukan siklus energi.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 9.4 Matahari adalah sumber energi di bumi

C. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan

1. Rantai makanan

Perpindahan materi dan energi dalam ekosistem berlangsung melalui serangkaian organisme. Organisme konsumen, baik herbivora, karnivora, maupun omnivora, serta detritivor dan dekomposer berperan penting dalam proses tersebut. Demikian pula produsen sebagai pihak yang menyediakan energi kimia bagi konsumen. Proses perpindahan materi dan energi melalui serangkaian organisme dalam peristiwa makan dan dimakan dengan urutan tertentu yang berlangsung satu arah dinamakan *rantai makanan*. Tiap-tiap kedudukan dalam rantai makanan disebut *tingkat trofi*. Dalam rantai makanan tingkat trofi pertama tidak selalu ditempati oleh produsen. Oleh karena itu ada beberapa macam rantai makanan ditinjau dari komponen yang menduduki tingkat trofi pertamanya, yaitu sebagai berikut.

a. Rantai makanan perumput

Jika kedudukan tingkat trofi pertamanya ditempati produsen.

Contohnya: padi → tikus → ular → elang

Pada contoh tersebut tingkat trofi pertamanya padi (**produsen**), tingkat trofi kedua tikus (konsumen pertama), tingkat trofi ketiga ular (konsumen kedua), dan tingkat trofi keempat ditempati oleh elang (konsumen ketiga).

b. Rantai makanan detritus

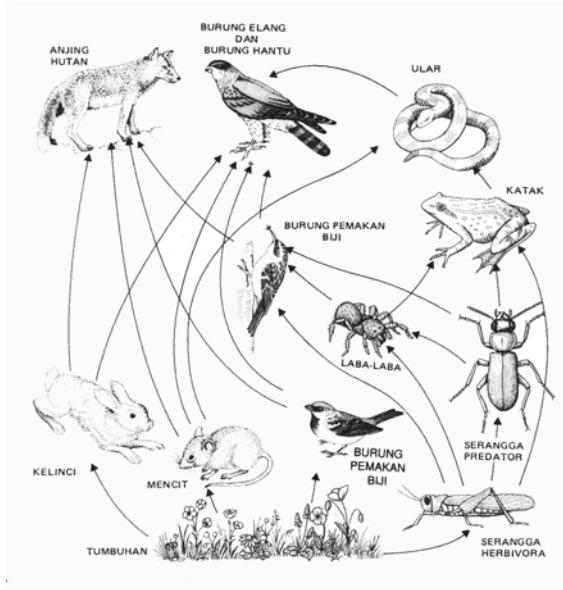
Jika kedudukan tingkat trofi pertamanya ditempati oleh detritus.

Contoh: kayu lapuk → rayap → ayam → elang

Pada contoh rantai makanan di atas tingkat trofi pertamanya ditempati oleh kayu lapuk (detritus), tingkat trofi keduanya rayap (detritivor), tingkat trofi ketiga ditempati ayam (konsumen kedua), dan tingkat trofi keempat ditempati oleh elang (konsumen ketiga).

2. Jaring-jaring makanan

Dalam ekosistem tiap trofi dapat dimakan atau memakan lebih dari satu organisme pada tingkat trofi yang lain. Dari hal tersebut dimungkinkan terjadi proses makan dan dimakan dengan rangkaian yang kompleks. Bila beberapa rantai makanan saling berhubungan terbentuk jalinan yang kompleks akan membentuk *jaring-jaring makanan* (perhatikan Gambar 9.5). Jadi, jaring-jaring makanan merupakan kumpulan dari beberapa rantai makanan yang saling berhubungan.



◀ Gambar 9.5 Contoh jaring-jaring makanan

Sumber: *Biologi*, 1983

D. Daur Biogeokimia

Di alam ini banyak terdapat unsur-unsur kimia, baik yang terdapat dalam tubuh organisme, di air, dalam tanah maupun di batuan serta mineral. Unsur-unsur tersebut terikat dalam bentuk senyawa kimia, baik senyawa organik maupun senyawa anorganik. Melalui serangkaian organisme dan lingkungan fisik, unsur-unsur tersebut mengalami daur/siklus. Daur yang melibatkan unsur-unsur senyawa kimia dan mengalami perpindahan melalui serangkaian organisme inilah yang disebut *daur biogeokimia*.

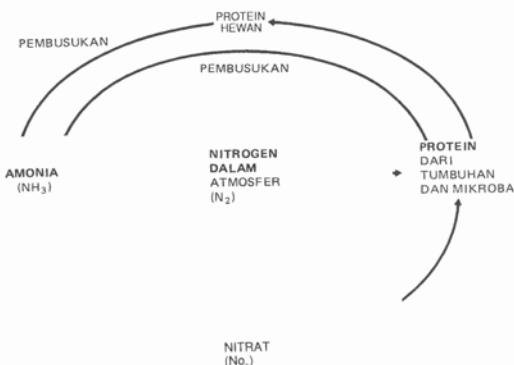
Dalam bagian ini akan dibahas mengenai beberapa daur.

1. Daur nitrogen (N)

Nitrogen merupakan bagian terbesar penyusun gas dalam atmosfer bumi (sekitar 78%). Nitrogen di udara bebas tidak banyak bermanfaat bagi organisme. Oleh karena itu nitrogen bebas tersebut perlu difiksasi (ditambat) agar lebih dirasakan manfaatnya. Proses fiksasi nitrogen dari udara dapat berlangsung oleh kegiatan fiksasi industri (misalnya industri pupuk nitrogen), fiksasi oleh mikroorganisme baik secara simbiotik maupun nonsimbiotik (bakteri, alga biru), maupun fiksasi oleh peristiwa alam seperti kilat atau petir yang menyebabkan terbentuknya senyawa nitrat. Selanjutnya nitrat diserap oleh akar tumbuhan untuk digunakan dalam sintesis asam amino, komponen pembentuk protein. Protein tumbuhan dikonsumsi oleh hewan dan manusia, dan dikeluarkan lagi melalui feses, urin, ekskret bernitrogen lain.

Bersama dengan hewan dan tumbuhan mati, zat buangan bernitrogen tersebut akan mengalami pembusukan dan penguraian oleh bakteri dan fungi membentuk senyawa amoniak dan ammonium. Oleh bakteri *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* amoniak dan ammonium diubah menjadi nitrit. Proses perubahannya dinamakan *nitritasi*. Oleh bakteri *Nitrobacter* nitrit diubah menjadi nitrat, proses perubahannya dinamakan *nitratasasi*. Gabungan dari nitritasi dan nitratasasi dinamakan *nitrifikasi*. Senyawa nitrat tersebut akhirnya diserap kembali oleh akar tumbuhan.

Ada jenis bakteri yang mampu mengubah nitrat dalam tanah menjadi nitrogen bebas, yaitu bakteri *Thiobacillus denitrificans* dan *Pseudomonas denitrificans* (keduanya disebut bakteri denitrifikasi). Proses perubahan nitrat dalam tanah menjadi nitrogen di udara bebas dinamakan *denitrifikasi*. Perubahan ini tentu sangat merugikan bagi kesuburan tanah.



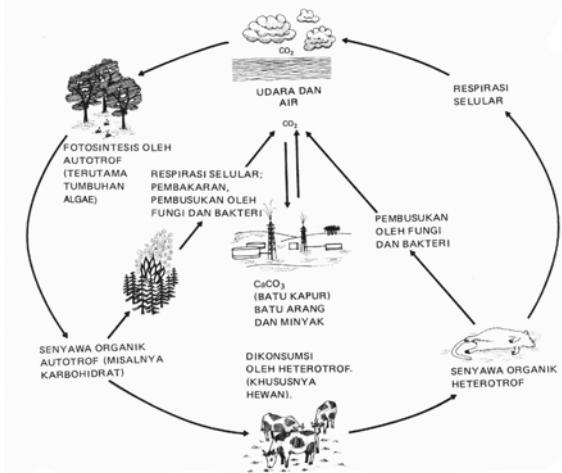
Sumber: *Biologi*, 1983

▲ Gambar 9.6 Daur nitrogen

2. Daur Karbon (C)

Gas karbon dioksida (CO₂) hanya terdapat sekitar 0,035% di atmosfer bumi. Kadar tersebut akan mengalami peningkatan sejalan dengan pembebasan gas CO₂ baik oleh kegiatan manusia maupun oleh peristiwa alam. Gas tersebut berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi), pembakaran atau kebakaran hutan, aktivitas gunung api. Organisme produsen memanfaatkan CO₂ udara untuk melakukan sintesis senyawa organik, baik melalui fotosintesis maupun kemosintesis. Senyawa organik hasil fotosintesis dimanfaatkan oleh organisme heterotrof (hewan, manusia) sebagai sumber energi. Melalui respirasi senyawa organik tersebut dibakar (dioksidasi), CO₂ hasil pembakaran

dibebaskan lagi ke udara. Selain sebagai sumber energi, senyawa organik tersebut sebagian disimpan dalam tubuh organisme. Jika organisme mati, senyawa karbon akan diuraikan dan diendapkan menjadi batuan karbonat dan kapur. Jika tersimpan dalam perut bumi dalam jangka waktu yang sangat lama, senyawa karbon sisa organisme mati dapat menghasilkan bahan bakar fosil (minyak bumi). Akhirnya oleh kegiatan manusia bahan bakar fosil tersebut kembali membebaskan CO_2 ke udara.

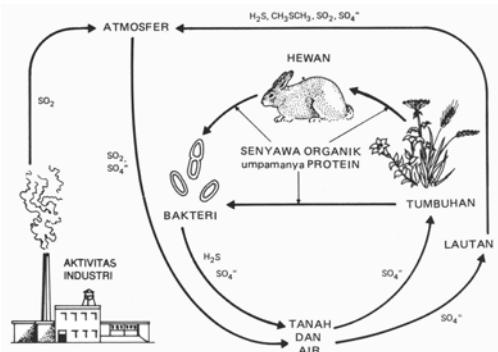


Sumber: *Biologi*, 1983

▲ Gambar 9.7 Daur karbon

3. Daur Fosfor (P)

Fosfor merupakan unsur penting pembentuk asam nukleat, protein, Adenosin Tri Pospat (ATP), dan senyawa organik lain. Fosfor (P) tidak pernah ditemukan dalam bentuk gas, tapi dalam bentuk *fosfor dalam tanah, fosfor dalam air tawar dan laut*. Oleh organisme produsen, fosfor diserap dan dimanfaatkan untuk sintesis senyawa organik (protein, asam nukleat, ATP). Senyawa organik yang mengandung fosfor ini akhirnya berpindah ke konsumen. Protein dalam tubuh organisme digunakan untuk metabolisme dan membangun bagian-bagian tubuh. Jika organismenya mati, senyawa organik yang mengandung fosfor mengalami perombakan oleh pengurai, akhirnya fosfor kembali lagi ke tanah, air tawar dan laut. Fosfor dalam tanah terbawa oleh air, diendapkan di danau atau lautan membentuk *batuan yang mengandung fosfor*. Batuan fosfor tererosi menghasilkan tanah, akhirnya fosfor kembali ke tanah.

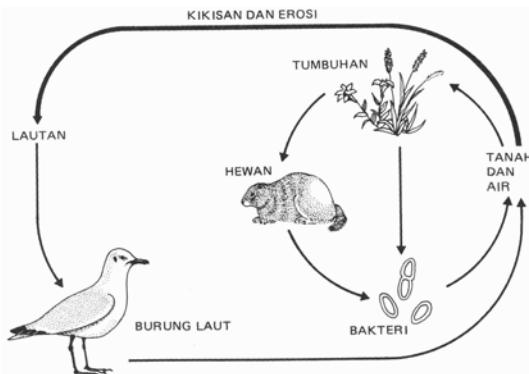


Sumber: *Biologi*, 1983

▲ Gambar 9.8 Daur fosfor

4. Daur Sulfur (S)

Sulfur banyak terdapat di kerak bumi. Sulfur dapat diserap oleh tumbuhan dalam bentuk *sulfat*. Sulfur diperlukan dalam sintesis senyawa protein. Sulfat dalam tanah diserap oleh tumbuhan, selanjutnya digunakan untuk sintesis protein. Melalui rantai makanan sulfur berpindah ke konsumen. Jika organisme mati, senyawa sulfur dalam organisme akan terurai secara *aerob* membentuk *sulfat* kembali, dan bila penguraian berlangsung secara *anaerob* menghasilkan *gas sulfur* dan *sulfida*. Gas sulfur dan sulfida juga berasal dari hasil reduksi senyawa sulfat secara anaerob oleh bakteri pereduksi sulfur. Oleh bakteri sulfur, gas sulfur dan sulfida di udara dioksidasi menghasilkan *sulfur*, selanjutnya sulfur dioksidasi lagi membentuk *sulfat* dalam tanah.



Sumber: *Biologi*, 1983

▲ Gambar 9.9 Daur sulfur

5. Daur air

Air merupakan kebutuhan vital bagi semua makhluk hidup. Tak ada makhluk hidup yang mampu bertahan hidup tanpa adanya air. Air terdapat secara melimpah di laut, tetapi ketersediaannya relatif terbatas di daratan. Bagi tumbuhan,

air merupakan salah satu faktor penting untuk fotosintesis, perkecambahan dan pertumbuhan, serta sarana transportasi zat. Bagi hewan dan manusia, air merupakan faktor penting dalam melaksanakan transportasi zat.

Daur air disebut juga *daur hidrologi*. Secara garis besar daur hidrologi dibedakan menjadi tiga macam, yaitu *daur hidrologi pendek*, *daur hidrologi sedang*, dan *daur hidrologi panjang*.

a. *Daur hidrologi pendek*

Air laut menguap, uap air naik ke udara lalu bersatu menjadi awan. Pada ketinggian tertentu awan mengalami kondensasi dan presipitasi menjadi titik-titik air, kemudian turun sebagai hujan. Pada daur hidrologi pendek ini terbentuknya awan dan hujan terjadi di atas laut, jadi hujan tidak mencapai daratan.

b. *Daur hidrologi sedang*

Air laut menguap, uap air naik ke udara dan terbawa angin sampai di atas daratan membentuk awan. Pada ketinggian tertentu awan mengalami kondensasi dan presipitasi membentuk titik-titik air, lalu turun sebagai hujan di daratan. Sebagian air meresap ke dalam tanah, sebagian lain kembali ke laut melalui sungai.

c. *Daur hidrologi panjang*

Uap air yang berasal dari penguapan air laut, kolam, danau, sungai maupun hasil transpirasi tumbuhan naik ke udara, lalu bersatu menjadi awan. Awan terbawa oleh angin ke arah daratan dan pada jarak tertentu terhalang oleh pegunungan. Akhirnya awan mengalami kondensasi dan presipitasi menjadi titik-titik air dan turun sebagai hujan di atas pegunungan. Air hujan meresap ke tanah di pegunungan, lalu diserap oleh tumbuhan di pegunungan, sebagian muncul sebagai mata air. Melalui sungai air mengalir kembali lagi ke laut.

Komponen-komponen ekosistem memiliki manfaat yang sangat besar bagi manusia dan makhluk hidup lain, di antaranya sebagai berikut.

1. Sebagai sumber bahan makanan bagi makhluk hidup lain. Misalnya produsen menyediakan bahan makanan bagi konsumen primer (herbivora), konsumen primer menyediakan makanan bagi konsumen sekunder (karnivora), dan seterusnya.
2. Berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem yang dinamis. Contohnya keberadaan harimau (karnivora) di suatu padang rumput untuk mencegah terjadinya ledakan

populasi herbivora di wilayah tersebut, agar ketersediaan rumput selalu terjaga. Kehadiran predator dan parasitoid ikut mengontrol populasi hama agar tidak menimbulkan kerugian yang lebih besar.

3. Menjamin tetap berlangsungnya daur ulang sampah organik di ekosistem. Contohnya jamur dan bakteri pengurai berperan menguraikan sampah organik menjadi zat-zat anorganik yang sangat diperlukan bagi kehidupan tumbuhan dan sekaligus dapat mengatasi masalah sampah organik.
4. Sebagai sumber senyawa anorganik yang sangat diperlukan bagi kehidupan. Contohnya tanah merupakan sumber air dan unsur hara penting bagi kehidupan tumbuhan dan makhluk hidup yang lain. Udara merupakan sumber CO_2 untuk fotosintesis tumbuhan, juga sebagai sumber O_2 bagi semua makhluk hidup.
5. Membantu mengatasi permasalahan polusi. Misalnya tumbuhan menyerap CO_2 udara untuk fotosintesis, menyediakan O_2 bagi organisme lain.

Demikianlah beberapa peranan komponen ekosistem bagi kehidupan. Masih banyak manfaat lain yang belum tergali dan termanfaatkan dengan baik dan optimal. Ini merupakan tantangan bagi kita semua untuk lebih nmengoptimalkan peran dan manfaat komponen ekosistem bagi kehidupan, disertai upaya pelestarian dan menjaga kesinambungannya agar memberi manfaat dalam jangka pendek, menengah, maupun jangka panjang.

Kegiatan

(Kecakapan Sosial dan Akademik)

Tujuan: Mengetahui peranan komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem.

Secara kelompok lakukan pengamatan pada ekosistem di lingkungan sekolah kalian. Inventariskanlah komponen abiotik dan biotiknya. Catatlah dalam tabel yang kalian rancang sendiri. Setelah itu buatlah analisis singkat mengenai peranan masing-masing komponen di ekosistem sekolah yang telah kalian tuliskan. Lakukan presentasi di hadapan teman-temanmu.

Pertanyaan:

1. Sebutkan komponen biotik dan abiotik yang telah kamu data, lalu kelompokkan komponen biotik berdasarkan peranannya!
2. Apakah ada hubungan antara komponen satu dengan komponen yang lain? Jelaskan!

3. Apa yang terjadi jika komponen produsen dihilangkan dari ekosistem?
4. Apa yang terjadi jika komponen dekomposer dihilangkan dari ekosistem?
5. Usaha apa saja yang dapat kamu lakukan agar keseimbangan ekosistem di sekolah tetap terjaga?

Kegiatan

(Kecakapan Personal dan Etos Kerja)

Tujuan: Memahami konsep rantai makanan dan jaring-jaring makanan

Langkah kerja:

1. Lakukan pengamatan pada:
 - a. Ekosistem sawah
 - b. Ekosistem kebun
 - c. Ekosistem kolam
2. Tuliskan minimal tiga rantai makanan yang mungkin terjadi pada masing-masing ekosistem.
3. Buatlah jaring-jaring makanan berdasarkan rantai makanan yang telah disusun pada masing-masing ekosistem.
4. Buatlah kesimpulan yang menyatakan hubungan antara rantai makanan dengan jaring-jaring makanan.

Pertanyaan:

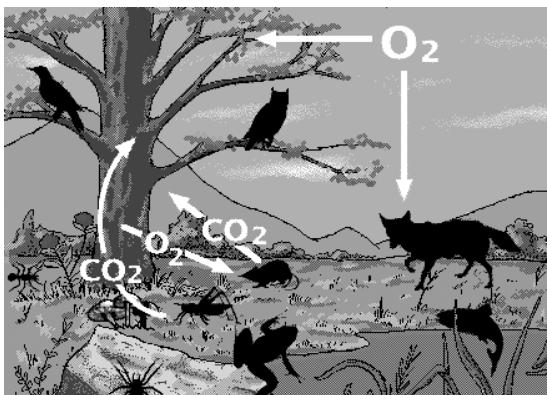
1. Samakah komponen produsen dan konsumen dalam ketiga ekosistem tersebut?
2. Apa yang menyebabkan terjadinya peristiwa makan dan dimakan dalam ekosistem?
3. Apakah antara rantai makanan satu dengan yang lain dalam satu ekosistem terdapat komponen yang sama?
4. Bisakah dibuat garis penghubung antara rantai makanan satu dengan yang lain dalam satu ekosistem?
5. Apa kesimpulanmu tentang hubungan rantai makanan dengan jaring-jaring makanan?

Kegiatan

(Kritis dan Inovasi)

Tujuan: Memahami daur karbon dan oksigen .

Perhatikan gambar yang menunjukkan daur C dan O di bawah ini, amatiilah dengan saksama kemudian ceritakan dengan bahasamu sendiri secara tertulis.



Pertanyaan:

1. Organisme apakah yang mampu memanfaatkan CO₂ udara secara langsung?
2. Untuk proses apakah CO₂ bagi produsen?
3. Selain mengambil CO₂, gas apakah yang dibebaskan produsen ke udara?
4. Untuk apakah gas oksigen bagi organisme?
5. Dapatkah pengambilan CO₂ dan pelepasan CO₂ ke udara berlangsung seimbang? Jelaskan!

Kecakapan Akademik

Pasangkan kata di sebelah kiri dengan kata di sebelah kanan yang memiliki kaitan konsep yang erat.

- | | |
|-------------------|--|
| 1. abiotik | a. hubungan antara ular dengan tikus |
| 2. dekomposer | b. hubungan antara anggrek dengan pohon lain |
| 3. ekosistem | c. rayap, cacing tanah |
| 4. rantai makanan | d. perubahan nitrit menjadi nitrat |
| 5. komensalisme | e. perubahan amoniak menjadi nitrit |
| 6. detritivor | f. menambah nitrat dalam tanah |
| 7. nitritasi | g. menguraikan nitrat dalam tanah |

- | | |
|---|--|
| 8. nitrifikasi
9. bakteri nitratasi
10. predasi | h. bakteri dan jamur
i. <i>Nitrosomonas</i>
j. komponen tak hidup
k. <i>Nitrobacter</i>
l. proses makan dan dimakan dengan arah tertentu
m. interaksi antara organisme dengan lingkungannya |
|---|--|

RANGKUMAN

Ekosistem merupakan interaksi antara organisme dengan lingkungan biotik maupun abiotiknya. Dalam ekosistem terdapat komponen *abiotik* (seperti tanah, air, udara, cahaya, kelembapan, suhu, altitude dan latitude) serta komponen *biotik*. Komponen tersebut dapat dikelompokkan menurut peranannya dalam ekosistem menjadi *produsen*, *konsumen*, *detritivor* dan *decomposer*. Dalam ekosistem terjadi perpindahan materi dan energi, baik melalui rantai makanan maupun jaring-jaring makanan.

Rantai makanan dibedakan menjadi rantai makanan perumput dan rantai makanan detritus. Antarsesama komponen terjadi interaksi intraspesifik maupun interaksi interspesifik, seperti predasi, kompetisi, simbiosis, maupun netral. Daur biogeokimia memiliki peranan penting dalam menjaga ketersediaan suatu unsur atau senyawa kimia dalam ekosistem. Daur biogeokimia meliputi daur nitrogen (N), fosfor (P), karbon (C) dan oksigen (O), belerang (S) dan daur air (H_2O). Tiap komponen dalam ekosistem memiliki peranan yang khas dan terkait satu sama lain.

UMPAN BALIK

Setelah mempelajari bab ini coba cari bagian yang menurut kalian paling sulit dipahami. Carilah referensi lain yang berkaitan dengan bagian tersebut dan rangkumlah.

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Dalam suatu ekosistem terdapat komponen-komponen berikut.
- bakteri
 - tanaman kacang
 - cahaya
 - detritus
 - nitrogen
 - air
 - CO_2
 - rayap

Berikut yang tergolong komponen biotik adalah

- 1, 3, 5, 7
- 2, 4, 6, 8
- 1, 2, 3, 4
- 1, 2, 4, 8**
- 1, 2, 8

2. Berdasarkan data komponen pada nomor 1, untuk melangsungkan fotosintesis diperlukan komponen nomor
- 1, 2, 3, 4
 - 2, 3, 5, 6
 - 5, 6, 7, 8
 - 1, 3, 5, 7
 - 2, 4, 6, 8
3. Organisme yang dikategorikan sebagai produsen adalah yang memiliki kemampuan
- mengubah senyawa organik menjadi zat-zat anorganik
 - mengubah zat-zat anorganik menjadi senyawa organik**
 - mengoksidasi senyawa organik menghasilkan energi
 - mengubah energi kimia menjadi energi cahaya
 - mengubah energi kimia menjadi energi kinetik
4. Dekomposer memiliki kedudukan dan peranan yang strategis dalam ekosistem karena

- mampu menyediakan senyawa organik bagi organisme lain
- sebagai komponen abiotik dalam ekosistem
- mendegradasi senyawa organik menjadi zat-zat anorganik**
- dapat mengubah energi cahaya menjadi energi kimia
- sebagai habitat bagi organisme lain

5. Perpindahan materi dan energi melalui serangkaian organisme dalam peristiwa makan dan dimakan membentuk garis lurus membentuk
- piramida ekologi
 - rantai makanan**
 - jaring-jaring makanan
 - daur biogeokimia
 - arus energi
6. Berikut yang membedakan rantai makanan perumput dan rantai makanan detritus adalah
- jumlah organisme penyusun rantai makanan tersebut
 - arah aliran energinya
 - jumlah tingkat trofi pada rantai makanan tersebut
 - komponen yang menduduki tingkat trofi terakhir
 - komponen yang menduduki tingkat trofi pertama**
7. Peristiwa yang menunjukkan hubungan antara komponen abiotik dengan komponen biotik dalam ekosistem adalah
- cahaya matahari memengaruhi suhu udara
 - jumlah uap air memengaruhi kelembapan udara
 - perbedaan suhu udara memengaruhi laju pelapukan batuan
 - bakteri nitrogen membantu pertumbuhan tanaman kacang tanah
 - air memengaruhi kecepatan pertumbuhan tanaman**

8. Berikut yang tergolong interaksi intra-spesifik dari contoh berikut adalah interaksi antara
- bunga dengan kumbang
 - padi dengan gulma**
 - rayap dengan semut
 - lebah pekerja dengan ratunya
 - hiu dengan remora
9. Interaksi kompetisi terjadi karena alasan berikut, *kecuali*
- berebut habitat
 - berebut pasangan
 - berebut teritorial
 - berebut makanan
 - berebut musuh**
10. Hutan memiliki peranan penting dalam daur hidrologi, karena hutan
- dapat menyimpan cadangan keanekaragaman tumbuhan
 - merupakan daerah resapan air hujan**
 - merupakan komponen penyedia bahan kayu
 - banyak mata air
 - dapat mencegah bahaya erosi
11. Dalam daur nitrogen perubahan nitrit menjadi nitrat memerlukan bantuan bakteri
- Nitrosomona*
 - Nitrosococcus***
 - Nitrobacter*
 - Rhizobium*
 - Clostridium*
12. Alasan yang mendasari denitrifikasi merugikan adalah karena
- menambah nitrat dalam tanah
 - menurunkan nitrat dalam tanah**
 - mengubah nitrit menjadi nitrat
 - mengubah amoniak menjadi nitrit
 - mengubah nitrogen bebas menjadi amoniak
13. Unsur fosfor (P) bagi makhluk hidup memiliki peran penting sebagai
- komponen karbohidrat
 - komponen lemak
 - komponen protein**
 - komponen vitamin
 - sumber energi utama
14. Kegiatan berikut dapat meningkatkan jumlah CO_2 di udara, *kecuali*
- pembakaran sampah
 - industrialisasi
 - kebakaran hutan
 - fototsintesis tumbuhan hijau**
 - respirasi tumbuhan hijau
15. Detritivor dan dekomposer memiliki peranan penting dalam degradasi sampah. Berikut yang tergolong detritivor dan dekomposer adalah
- rayap dan jamur
 - jamur dan bakteri
 - rayap dan cacing**
 - bakteri dan cumi-cumi
 - padi dan wereng
16. Beberapa ekosistem yang ada di muka bumi membentuk
- bioma**
 - populasi
 - biosfer
 - habitat
 - komunitas
17. Pada ekosistem air zooplankton merupakan
- produsen
 - konsumen tingkat II**
 - konsumen tingkat I
 - konsumen tingkat III
 - pengurai
18. Pada ekosistem laut daerah komponen biotik tingkat produsennya paling banyak adalah
- abisal
 - batial
 - fotik**
 - afotik
 - termoklin

19. Organisme yang dapat berfungsi sebagai produsen dalam suatu ekosistem air tawar adalah
- larva crustacea
 - alga biru**
 - bakteri
 - zooplankton
 - cacing
20. Kelompok jagung yang tumbuh dalam sebidang tanah berdasarkan konsep ekologi merupakan
- spesies
 - komunitas
 - populasi**
 - ekosistem
 - individu

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

- Jelaskan pembagian organisme dalam ekosistem berdasarkan nisianya.
- Jelaskan dengan disertai contoh perbedaan antara interaksi intraspesifik dan interaksi interspesifik.
- Apakah komponen biotik dapat memengaruhi komponen abiotik? Jelaskan dengan disertai contoh.
- Mengapa dapat terjadi interaksi kompetisi?
- Apa yang dimaksud daur biogeokimia? Jelaskan.

BAB 10

PENCEMARAN LINGKUNGAN



Sumber: <http://image.google.com>

Kemajuan teknologi industri mendorong orang untuk mencari segala hal yang dapat mempermudah hidupnya. Eksplorasi gas alam yang dilakukan PT Lapindo Brantas pada awalnya juga untuk hal tersebut. Tuhan memberi peringatan bahwa alam tidak boleh dibuat semena-mena. Akhirnya, yang terjadi adalah bencana alam lumpur panas dan perusakan lingkungan. Lahan yang ditunjukkan gambar di samping dahulunya adalah lahan pertanian. Namun, saat ini kesuburan lahan itu sudah hilang.

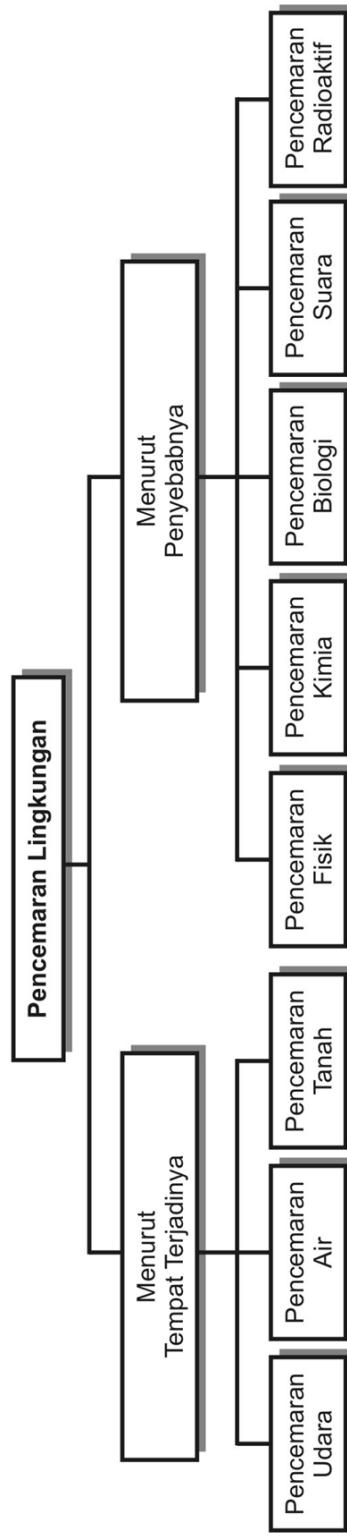
Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah perusakan/pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan;
- dapat menganalisis jenis-jenis limbah;
- dapat membuat produk daur ulang.

Kata-kata kunci

- pencemaran
- Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL)
- kontrol biologi
- limbah organik
- limbah anorganik
- daur ulang

Peta Konsep



Lingkungan merupakan segala sesuatu yang ada di sekitar makhluk hidup. Lingkungan makhluk hidup dapat berupa lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik. Antara makhluk hidup dengan lingkungannya terjadi interaksi. Lingkungan dapat mengalami perubahan, baik karena kegiatan manusia atau peristiwa alam. Perubahan lingkungan berpengaruh pada makhluk hidup yang ada dalam lingkungan tersebut. Peristiwa masuknya atau dimasukkannya zat atau bahan ke lingkungan oleh karena kegiatan manusia atau peristiwa alam yang mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan, sehingga lingkungan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya disebut *pencemaran* atau *polusi*. Zat atau bahan yang menyebabkan polusi disebut *polutan*. Suatu zat atau bahan dikategorikan sebagai polutan jika kadarnya melebihi normal, berada pada tempat yang tidak semestinya, berada pada waktu yang tidak tepat, dan bersifat toksik/racun.

Polusi dapat menurunkan kualitas atau mutu lingkungan. *Mutu lingkungan* adalah derajat pemenuhan kebutuhan dasar manusia pada kondisi lingkungan tertentu. Jika kualitas lingkungan menurun akan berdampak pada penurunan daya dukung lingkungan. *Daya dukung lingkungan* adalah kemampuan lingkungan untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu untuk menjaga mutu lingkungan dan daya dukung lingkungan dapat dilakukan dengan mencegah dan menanggulangi terjadinya pencemaran atau polusi. Peran serta seluruh komponen masyarakat sangat diharapkan agar pelestarian lingkungan dapat diwujudkan.

A. Macam-Macam Pencemaran

Pencemaran dapat dikelompokkan menurut tempat terjadinya pencemaran dan menurut penyebab pencemaran. Menurut tempat terjadinya pencemaran dikelompokkan menjadi pencemaran udara, pencemaran air dan pencemaran tanah. Sedangkan menurut penyebabnya pencemaran dibedakan menjadi pencemaran fisik, pencemaran kimia, pencemaran biologi, pencemaran suara, dan pencemaran radioaktif.

Menurut tempat terjadinya, pencemaran dibedakan menjadi berikut.

1. Pencemaran udara

Udara di atmosfer bumi kita merupakan campuran dari gas nitrogen (78%), oksigen (21%), gas argon (sekitar 1 %), CO₂ (0,0035 %) dan sejumlah kecil uap air (sekitar 0,01 %). Komposisi gas di atmosfer dapat mengalami perubahan karena polusi udara. Pelepasan CO₂ ke udara oleh berbagai aktivitas manusia dapat meningkatkan kadar CO₂ di udara.

a. Penyebab

Beberapa kegiatan yang dapat menimbulkan polusi udara di antaranya berikut ini.

- 1) Asap dari cerobong pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran atau kebakaran hutan, asap rokok, yang membebaskan CO dan CO₂ ke udara.
- 2) Asap vulkanik dari aktivitas gunung berapi dan asap letusan gunung berapi yang menebarluhkan partikel-partikel debu ke udara.
- 3) Bahan dan partikel-partikel radioaktif dari bom atom atau percobaan nuklir yang membebaskan partikel-partikel debu radioaktif ke udara.
- 4) Asap dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik atau pabrik yang membebaskan partikel, nitrogen oksida, dan oksida sulfur.
- 5) *Chloro Fluoro Carbon* (CFC) yang berasal dari kebocoran mesin pendingin ruangan, kulkas, AC mobil.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 10.1 Polusi udara yang disebabkan oleh asap dari pabrik.

b. Dampak

Polusi udara (perhatikan Gambar 10.1) menimbulkan berbagai dampak yang merugikan. Kenaikan kadar CO₂ yang melebihi ambang toleransi yang ditetapkan (sekitar 0,0035%) menimbulkan berbagai akibat. Penurunan kualitas udara untuk respirasi semua organisme (terutama manusia) akan menurunkan tingkat kesehatan masyarakat. Asap dari kebakaran hutan dapat menyebabkan gangguan iritasi saluran pernapasan, bahkan terjadinya infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Setiap terjadi kebakaran hutan selalu diikuti peningkatan kasus penyakit infeksi saluran pernapasan. Asap kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar minyak bumi seperti bensin, menimbulkan polusi gas CO (karbon monoksida). Gas ini sangat reaktif terhadap hemoglobin darah, afinitas hemoglobin (Hb) terhadap CO lebih tinggi dibandingkan afinitas Hb terhadap

O_2 . Akibatnya jika gas CO terhirup melalui saluran pernapasan dan berdifusi ke dalam darah, maka CO akan terikat oleh Hb dan terbawa ke jaringan. Penumpukan CO dalam jaringan dapat menimbulkan keracunan.

Penggunaan mesin pendingin ruangan (AC), kulkas maupun lemari es juga berdampak pada polusi udara. Akibat terjadinya kerusakan atau kebocoran alat-alat tersebut menyebabkan terbebasnya CFC ke udara. Di bawah pengaruh radiasi sinar ultraviolet berenergi tinggi CFC dapat terurai dan membebaskan atom klor (Cl). Setiap atom Klor mampu mempercepat pemecahan 100.000 molekul ozon (O_3) menjadi O_2 . Hal ini tentunya dapat mengakibatkan penipisan lapisan ozon.

Secara alamiah ozon berfungsi untuk menyaring 99% radiasi sinar ultraviolet. Penipisan lapisan ozon berakibat pada peningkatan radiasi sinar ultraviolet ke bumi. Jika hal ini terjadi maka potensi timbulnya penyakit kanker kulit, kanker mata, dan katarak akan meningkat. Partikel-partikel radioaktif di udara yang berasal dari ledakan bom nuklir atau percobaan nuklir sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Selain bersifat karsinogen (menyebabkan kanker), zat-zat radioaktif yang masuk dan mencemari tubuh manusia juga dapat menimbulkan kerusakan organ-organ visceral manusia seperti ginjal dan hati.

Oksida belerang (SO_2 , SO_3) dan oksida nitrogen (NO_2 , NO_3) dari hasil pembakaran batu bara yang dibebaskan ke udara dapat bereaksi dengan uap air membentuk senyawa asam (asam sulfat, asam nitrat). Jika senyawa asam bersatu dengan uap air akan membentuk awan, lalu mengalami kondensasi dan presipitasi di udara dan akan turun sebagai *hujan asam*. Senyawa asam dalam air hujan menyebabkan kerusakan bangunan, korosi logam, memudarkan warna cat, menurunkan derajat keasaman tanah, bahkan menyebabkan kematian miroorganisme tanah.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 10.2 Dampak hujan asam menyebabkan kematian tumbuhan (kiri) dan korosi batuan (kanan).

c. Pencegahan dan penanggulangan

Penghijauan dan reboisasi dapat menurunkan polusi udara oleh CO₂. Demikian juga pembuatan jalur hijau di kota-kota besar menjadi hal yang sangat berarti. Secara alamiah tumbuhan menyerap CO₂ untuk fotosintesis, dengan penghijauan berarti akan meningkatkan pengambilan CO₂ udara oleh tumbuhan. Hal lain yang tidak kalah penting adalah memasang penyaring udara pada cerobong asap pabrik untuk menyaring partikel-partikel yang bercampur asap agar tidak terbebas ke udara. Menetapkan kawasan industri yang jauh dari kawasan pemukiman warga, mengurangi pemakaian minyak bumi dan batu bara pada industri dan pembangkit listrik. Memanfaatkan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan, seperti energi biogas, energi surya dan energi panas bumi untuk menggantikan energi minyak bumi dan batu bara.

Pengawasan yang ketat di wilayah hutan yang rawan terbakar dan melarang warga membakar semak belukar di sekitar hutan dalam membuka lahan pertanian. Di samping itu perlu diberikan sanksi yang tegas pada pihak-pihak yang secara sengaja melakukan pembakaran lahan atau hutan. Memakai masker pada saat udara tercemar oleh asap menjadi penting untuk dilakukan, paling tidak dapat mengurangi dampak yang lebih buruk.

Perlunya ketentuan hukum internasional yang mengikat bagi semua negara yang melakukan percobaan nuklir di kawasan terbuka. Pemberian sanksi yang tegas bagi negara yang melakukan pelanggaran diharapkan dapat mengurangi polusi radioaktif. Demikian juga pengawasan yang ketat pada reaktor nuklir dari bahaya radiasi dan kebocoran.

2. Pencemaran air

Air merupakan kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Untuk dapat dikonsumsi air harus memenuhi syarat fisik, kimia maupun biologis. Secara fisik air layak dikonsumsi jika tidak berbau, berasa, maupun tidak berwarna. Di samping itu air tidak boleh mengandung racun maupun zat-zat kimia berbahaya (syarat kimia), dan tidak mengandung bakteri, protozoa ataupun kuman-kuman penyakit. Oleh karena itu kebersihan dan terbebasnya air dari polutan menjadi hal yang sangat penting.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 10.3 Upaya pembersihan pantai dari tumpahan minyak lepas pantai

a. Penyebab

- Pencemaran air dapat disebabkan oleh hal-hal berikut.
1. Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, laut).
 2. Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) ke sungai, seperti air cucian, air kamar mandi.
 3. Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan.
 4. Terjadinya erosi yang membawa partikel-partikel tanah ke perairan.
 5. Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan.
 6. Pembuangan limbah rumah sakit, limbah peternakan ke sungai.
 7. Tumpahan minyak karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 10.4 Polusi air yang disebabkan oleh erosi tanah dan sampah (kiri). Limbah cair yang beracun merupakan sumber polusi air yang dapat membunuh kehidupan dalam air (kanan)

b. Dampak

Perkembangan sektor industri yang ditandai dengan tumbuh pesatnya jumlah pabrik di samping berdampak pada peningkatan pertumbuhan ekonomi, ternyata juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Limbah cair pabrik dengan kandungan zat beracun serta logam-logam berat seperti timbal (Pb), air raksa (Hg), cadmium (Cd) dan seng (Zn), menyebabkan air tidak baik dikonsumsi, kematian ikan dan biota air lainnya, bahkan penurunan produksi pertanian. Limbah dari sisa detergen dan pestisida (misalnya DDT) dapat merangsang pertumbuhan kanker (bersifat karsinogen), menyebabkan gangguan ginjal, dan gangguan kelahiran. DDT (Dikloro Difenil Trikloretana) bersifat nonbiodegradabel (tidak dapat terurai secara alamiah), karena itu jika dipergunakan dalam pemberantasan hama DDT akan mengalami perpindahan melalui rantai makanan, akhirnya tertimbun dalam tubuh

konsumen terakhir. Makin tinggi tingkat trofi makin pekat kadar zat pencemarnya. Hal ini disebut biomagnification (pemekatan hayati).

Senyawa nitrat dan pospat yang terkandung dalam pupuk apabila terbawa air dan terkumpul di suatu perairan (misalnya danau, waduk) dapat menimbulkan eutrofikasi, yaitu terkonsentrasi mineral di suatu perairan. Hal ini akan merangsang pertumbuhan dengan cepat alga dan tumbuhan air seperti enceng gondok dan sejenisnya sehingga menimbulkan *blooming*. Jika permukaan air tertutup oleh tumbuhan air, maka difusi oksigen dan penetrasi cahaya matahari ke dalam air menjadi terhalang. Sementara tumbuhan air terus-menerus mengambil air dan menguapkannya ke udara, sehingga mempercepat habisnya cadangan air di tempat tersebut. Alga menjadi kekurangan cahaya, sehingga laju fotosintesis terganggu. Makin sedikit kadar oksigen terlarut menyebabkan kematian organisme air. Pembusukan oleh organisme pengurai juga makin menipiskan kadar oksigen terlarut. Pengaruh negatif dari eutrofikasi adalah terjadinya perubahan keseimbangan kehidupan antara tanaman air dengan hewan air, sehingga beberapa spesies ikan mati. Menurut laporan hasil penelitian, kandungan nitrat yang tinggi dalam air minum dapat menyebabkan gangguan sistem peredaran darah pada bayi berumur di bawah 3 bulan. Penyakit ini disebut *blue baby syndrome* (gejala bayi biru), ditandai dengan warna kebiruan pada daerah sekitar bibir dan pada beberapa bagian tubuh.

Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan menimbulkan kerusakan ekosistem air. Bahan peledak dapat menghancurkan terumbu karang. Di samping merusak ekosistem terumbu karang, penggunaan bahan peledak juga merusak habitat dan tempat perlindungan ikan. Racun tidak hanya membunuh hewan sasaran yaitu ikan yang berukuran besar, tapi juga memutuskan daur hidup dan regenerasi ikan tersebut. Limbah rumah sakit dan limbah peternakan sangat berbahaya jika langsung dibuang ke sungai. Kandungan organisme seperti bakteri, protozoa pathogen dapat menjadi sumber penularan penyakit.

Tumpahan minyak di laut karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai mengakibatkan kematian kerang, ikan, dan larva ikan di laut. Hal ini karena aromatik hidrokarbon seperti benzene dan toluene bersifat toksik. Sebagian minyak dapat membentuk lapisan

mengambang dan lengket yang menyebabkan burung-burung laut tidak dapat terbang karena lengketnya sayap. Lapisan minyak di permukaan air dapat menghalangi difusi oksigen ke air laut, sehingga berakibat terjadinya penurunan kadar oksigen terlarut. Hal ini akan membahayakan kehidupan di laut.

c. *Pencegahan dan penanggulangan*

Penggunaan pupuk organik dan kompos sebagai pengganti pupuk buatan pabrik merupakan alternatif tepat untuk mengurangi pencemaran air oleh nitrat dan pospat. Kompos dan pupuk organik di samping dapat memulihkan kandungan mineral dalam tanah juga dapat memperbaiki struktur dan aerasi tanah serta mencegah eutrofikasi. Demikian juga pemanfaatan musuh alami dan parasitoid dalam pemberantasan hama lebih aman bagi lingkungan. Hama pengganggu populasinya berkurang, tetapi tidak menimbulkan residu pestisida dalam tanah dan dalam tubuh tanaman. Pertanian organik sudah dikembangkan di negara-negara maju. Di samping menghasilkan produk yang aman bagi lingkungan dan kesehatan, produk pertanian organik memiliki nilai jual yang lebih tinggi.

Dalam menangkap ikan dihindari penggunaan racun dan bahan peledak. Penggunaan jala dan pancing di samping lebih *higienis* juga tidak menimbulkan kerusakan lingkungan, kelangsungan regenerasi ikan juga dapat berlangsung baik. Mengupayakan pencegahan kebocoran instalasi pengeboran minyak lepas pantai, kebocoran tanker minyak yang dapat menimbulkan tumpahan minyak di laut. Jika terjadi tumpahan minyak di pantai harus segera dibersihkan sebelum menimbulkan dampak lebih luas.

Pembangunan kawasan industri sebaiknya disertai dengan perencanaan AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan). Selain hal tersebut kawasan industri harus memenuhi syarat telah memiliki instalasi pengolahan limbah, jauh dari pemukiman warga, serta seminimal mungkin menghasilkan limbah. Limbah cair dari pabrik sebaiknya disaring, diencerkan, diendapkan dan dinetralkan dulu sebelum dibuang ke sungai. Demikian pula rumah sakit dan peternakan sebaiknya memiliki bak penampungan limbah (septic tank) untuk menampung limbah yang dihasilkan.

Untuk mencegah terjadinya banjir dan erosi lapisan tanah diupayakan dengan gerakan penghijauan, reboisasi, pembuatan jalur hijau, mempertahankan areal resapan air pada kawasan-kawasan penyangga. Pembuatan

sengkedan dan terasering pada lahan miring juga dapat memperkecil laju erosi, yang akhirnya dapat mengurangi tingkat pencemaran karena erosi lapisan tanah.

3. Pencemaran tanah

a. Penyebab

Pencemaran tanah dapat disebabkan oleh beberapa sebab, di antaranya sebagai berikut.

1. Sampah plastik, pecahan kaca, logam maupun karet yang ditimbun dalam tanah.
2. Sisa pestisida dari kegiatan pertanian yang meresap ke tanah.
3. Limbah deterjen yang dibuang ke tanah.
4. Pengikisan lapisan humus (topsoil) oleh air.
5. Deposit senyawa asam dari peristiwa hujan asam.

b. Dampak

Sampah plastik, pecahan kaca, logam dan karet yang ditimbun dalam tanah sulit diuraikan pengurai dalam tanah. Keberadaannya dalam tanah dapat menurunkan kesuburan tanah.

Pembuangan limbah deterjen dan kandungan pestisida dalam tanah dapat membunuh organisme pengurai dalam tanah sehingga mengganggu proses penguraian senyawa organik.

Terkikisnya lapisan humus dari permukaan tanah dapat menurunkan produktivitas tanah, tanah menjadi kurang subur. Deposit senyawa asam dari hujan asam dapat menyebabkan perubahan derajat keasaman (pH) tanah, hal ini berdampak pada aktivitas organisme pengurai dalam tanah. Perubahan keasaman tanah ini juga berpengaruh tidak baik terhadap penyerapan zat hara dari tanah oleh tumbuhan.

c. Pencegahan dan penanggulangan

Pencegahan pencemaran tanah bisa diupayakan dengan melakukan daur ulang sampah plastik, logam, kaca, karet. Limbah deterjen sebaiknya jangan dibuang ke tanah, tetapi ditampung ke dalam bak penampungan untuk selanjutnya dilakukan pengendapan, penyaringan, dan penjernihan. Untuk menghindari pengikisan lapisan humus oleh air hujan dapat dilakukan dengan menjaga kelestarian tanaman, karena tanaman dapat menyerap air, seresah dedaunan yang dihasilkan dapat menyerap dan menahan air, serta perakarannya dapat menahan dan mengikat tanah agar tidak mudah tererosi.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 10.5 Penggunaan pestisida dalam bidang pertanian dapat mencemari tanah.

Menurut bahan pencemarnya, pencemaran dibedakan menjadi berikut ini.

1. Pencemaran fisik, disebabkan oleh benda-benda yang secara fisik menyebabkan pencemaran, seperti kaca, logam, kaleng-kaleng bekas, plastik.
2. Pencemaran kimia, disebabkan oleh pestisida, pupuk, logam-logam berat (Pb, Hg, Cd, Zn).
3. Pencemaran biologi, disebabkan oleh bakteri (terutama bakteri pathogen), virus, protozoa, maupun jamur.
4. Pencemaran suara, disebabkan oleh suara kendaraan bermotor, mobil, kereta api, pesawat yang tinggal landas, *tape recorder* yang volumenya terlalu keras.
5. Pencemaran radioaktif, disebabkan oleh unsur-unsur radioaktif alam, limbah nuklir, kebocoran reaktor nuklir, ledakan bom atom, percobaan senjata nuklir.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 10.6** Korban radiasi bom atom yang mengalami cacat tubuh (kiri). Ledakan bom atom yang menimbulkan polusi radioaktif (kanan).

B. Perubahan Lingkungan

Lingkungan dapat mengalami perubahan baik karena kegiatan manusia atau peristiwa alam. Perubahan lingkungan dapat menurunkan mutu lingkungan, yang pada akhirnya dapat menurunkan daya dukung lingkungan. Beberapa tindakan manusia yang dapat menyebabkan perubahan lingkungan di antaranya berikut ini.

1. Penebangan hutan

Secara alamiah hutan memiliki fungsi yang penting bagi kehidupan. Di samping sebagai sumber plasma nutrisional karena menyimpan keanekaragaman hayati yang sangat besar. Hutan juga berfungsi sebagai sumber perekonomian yang penting bagi negara. Dari hasil hutan negara mendapatkan penghasilan yang cukup besar. Hutan menghasilkan kayu untuk bahan baku

industri maupun sebagai komoditas ekspor. Beberapa jenis anggrek langka yang bernilai ekonomi dan ekologi sangat tinggi terdapat di hutan Kalimantan dan Papua. Hutan memiliki peran penting dalam daur hidrologi karena kemampuannya menyerap dan menyimpan air hujan, sehingga mengurangi tingkat erosi tanah dan bahaya banjir.

Tindakan yang kurang bijaksana seperti penebangan hutan secara liar dan tanpa disertai upaya-upaya pelestariannya sangat menurunkan fungsi hutan. Kegiatan perambahan hutan oleh warga sekitar hutan makin memperparah kerusakan ekosistem hutan. Hampir setiap musim kemarau tiba selalu terjadi kebakaran hutan akibat dari pembukaan lahan pertanian dan perkebunan dengan cara membakar semak belukar. Di samping mengganggu keseimbangan ekosistem hutan, pembakaran atau kebakaran hutan menimbulkan dampak terjadinya polusi udara. Kabut asap yang terjadi setiap tahun menimbulkan kerugian secara ekonomi, seperti tertundanya jadwal penerbangan pesawat, terganggunya aktivitas warga untuk bekerja, bahkan timbul berbagai penyakit yang berkaitan dengan infeksi saluran pernapasan yang memerlukan biaya untuk pengobatan dan penyembuhannya.

Kerusakan hutan juga berdampak pada terganggunya daur hidrologi, penebangan hutan akan menghilangkan kemampuan hutan menyerap dan menyimpan air hujan. Sabuk hutan tidak dapat menahan derasnya air hujan, akar tumbuhan tidak dapat menahan tanah dan menyimpan air hujan. Akibatnya air hujan mengikis permukaan lapisan tanah di dasar hutan. Di samping bahaya kekeringan pada musim kemarau, sebagai dampak kerusakan hutan banjir dan tanah longsor selalu mengancam pada saat musim hujan.

Oleh karena itu pemberian sanksi yang tegas bagi pengusaha pemegang Hak Pengusahaan Hutan (HPH) yang melakukan perusakan ekosistem hutan sangat perlu ditegakkan. Masyarakat perlu diberi penyuluhan dan penyadaran arti pentingnya hutan bagi kehidupan, pemanfaatan hutan secara bijaksana dan berkelanjutan, serta upaya pelestariannya. Melakukan pengawasan lingkungan hutan diperlukan untuk mencegah dan mengatasi kebakaran hutan sedini mungkin. Pemerintah secara khusus telah menugaskan polisi hutan dan *manggala agni* untuk melaksanakan upaya pelestarian hutan dan mencegah bahaya kebakaran hutan. Hal yang tidak kalah pentingnya adalah upaya memberdayakan dan memperbaiki tingkat perekonomian warga sekitar hutan, dengan demikian kegiatan perambahan hutan diharapkan makin berkurang.



Sumber: Encarta Encyclopedia

▲ Gambar 10.7 Dampak penebangan hutan secara liar (*illegal logging*) menimbulkan kerusakan ekosistem hutan yang sangat parah (kiri, tengah). Pembakaran semak untuk membuka lahan pertanian dapat menyebabkan kebakaran hutan (kanan).

2. Penggunaan pestisida dan sistem pertanian monokultur

Untuk mengimbangi peningkatan populasi penduduk yang sangat pesat, diperlukan upaya peningkatan produksi pertanian. Usaha yang dapat ditempuh di antaranya dengan intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian. Penggunaan pestisida dalam pemberantasan hama pertanian, di samping mampu meningkatkan produksi pertanian namun juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Selain membunuh hama pestisida dapat menyebabkan kematian hewan lain yang bukan sasaran, seperti *parasitoid* yang merupakan musuh alami dari hama tersebut. Pestisida juga dapat menyebabkan kematian organisme pengurai dan bakteri dalam tanah. Penyemprotan pestisida dalam dosis yang kurang tepat bahkan dapat meningkatkan *resistensi* hama terhadap jenis pestisida tersebut. Oleh karena itu penggunaan pestisida sebaiknya dibatasi atau dihentikan. Pemberantasan dan pengendalian populasi hama dapat dilakukan dengan *kontrol biologi*, yaitu memanfaatkan musuh alami hama dan parasitoid yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan pupuk anorganik dalam pertanian juga menimbulkan dampak negatif berupa perubahan struktur fisik dan sifat tanah. Oleh karena itu sebaiknya digunakan pupuk organik, seperti kompos dan pupuk hijau.

Pertanian sistem monokultur yaitu cara bercocok tanam dengan cara menanami lahan pertanian dengan satu jenis tanaman saja. Secara ekologis pertanian monokultur akan meningkatkan kompetisi antartanaman dalam memenuhi kebutuhan zat hara. Setiap jenis tanaman memerlukan macam zat hara yang relatif sama. Jika pertanian monokultur dilakukan terus-menerus akan terjadi pengurasan zat hara tertentu sehingga tanah menjadi miskin zat hara. Sistem monokultur juga menyebabkan lemahnya ekosistem. Hama dan penyakit

tanaman lebih mudah berkembang. Sistem monokultur juga mengurangi diversitas tanaman, yang mengarah pada terjadinya penyederhanaan ekosistem.

C. Pelestarian Lingkungan

Lingkungan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan. Setiap makhluk hidup membutuhkan lingkungan dalam kehidupannya. Dalam memenuhi kebutuhan hidupnya makhluk hidup memanfaatkan lingkungan sebagai sumber untuk memperoleh kebutuhan hidupnya. Agar lingkungan tetap memiliki kemampuan dalam mendukung manusia dan makhluk hidup lainnya maka pelestarian lingkungan sangat diperlukan.

Pelestarian lingkungan bukanlah masalah nasional, tetapi sudah merupakan isu global. Berbagai pihak baik pemerintah maupun swasta sangat berkepentingan dalam mengupayakan pelestarian lingkungan. Bagi pemerintah pelestarian lingkungan memiliki arti strategis berkaitan dengan program pembangunan nasional yang berkelanjutan (*Sustainable Development*) dan pembangunan berwawasan lingkungan (*Ecodevelopment*). Dalam UUD 1945 Pasal 33 telah diamanatkan bahwa “Bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat”. Oleh karena itu pemerintah berusaha mengimplementasikan amanat tersebut dalam program-program pembangunan yang terencana dan berkelanjutan. Pemerintah telah membuat undang-undang untuk mendukung pelaksanaan UUD 1945.

Berkaitan dengan hal tersebut pemerintah telah mengesahkan Undang-Undang Lingkungan Hidup, yaitu berikut ini.

1. Undang-Undang Nomor 4 tahun 1982 tentang Ketentuan Pokok Lingkungan Hidup, diperbaiki dengan Undang-Undang Nomor 23 tahun 1987 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
2. Undang-Undang Nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya.

Pengelolaan lingkungan hidup merupakan upaya terpadu dalam penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup. Pengelolaan lingkungan hidup memiliki azas tanggung jawab, azas berkelanjutan, azas manfaat yang bertujuan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan dalam rangka pembangunan manusia Indonesia seutuhnya. Sasaran pengelolaan lingkungan hidup adalah:

1. tercapainya keselarasan, keserasian, dan keseimbangan antara manusia dengan lingkungan,

2. terwujudnya manusia Indonesia sebagai insan pelindung dan pembina lingkungan,
3. terjaganya kepentingan dari generasi ke generasi,
4. tercapainya keselarasan fungsi lingkungan hidup,
5. terkendalinya pemanfaatan sumber daya secara bijaksana,
6. terlindunginya negara dari dampak usaha/kegiatan yang menyebabkan pencemaran dan perusakan lingkungan.

Peran serta masyarakat dalam pelestarian lingkungan dapat diwujudkan dengan melakukan pengelolaan sampah rumah tangga. Pengelolaan sampah rumah tangga dapat dilakukan dengan memisahkan sampah yang dapat didaur ulang dengan sampah yang tidak dapat didaur ulang, melakukan daur ulang sampah organik dengan pengomposan sampah, serta membuang sampah pada tempatnya. Upaya lain dapat dilakukan dengan menggalakkan gerakan penghijauan di lingkungan sekitar tempat tinggal masing-masing. Hendaknya masyarakat lebih memilih menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan, seperti bahan-bahan yang mudah didaur ulang dan tidak mencemari lingkungan.

D. Etika Lingkungan

Etika lingkungan adalah sikap dan tingkah laku manusia yang objektif terhadap kelestarian lingkungan sehingga dihasilkan manusia yang sadar lingkungan. Sebagai bagian dari lingkungan manusia hendaknya memiliki sikap dan kebijaksanaan moral dalam pergaulannya dengan lingkungan. Beberapa prinsip yang sejalan dengan etika lingkungan di antaranya berikut ini.

1. Manusia bukan sumber dari semua nilai, manusia bagian dari lingkungan.
2. Manusia harus menjadi pengelola sumber daya yang bijaksana dari generasi ke generasi.
3. Sumber daya digunakan seoptimal mungkin untuk kesejahteraan manusia.
4. Perbaikan lingkungan harus disesuaikan dengan produksi benda dan materi.
5. Hubungan manusia dengan alam harus saling menguntungkan berdasarkan pengertian ekologi.
6. Lingkungan diciptakan tidak hanya untuk manusia tetapi juga untuk makhluk hidup lainnya.
7. Sumber daya alam bersifat tidak tak terbatas, karena itu pemanfaatannya harus seefisien mungkin dan menghindarkan sikap boros.

Diharapkan setiap manusia mampu menyelaraskan pola pikir, sikap, dan tindakannya sesuai dengan prinsip-prinsip etika lingkungan. Upaya ini dapat dimulai dari diri sendiri, keluarga, masyarakat dan akhirnya oleh seluruh warga negara. Dengan demikian setiap warga negara diharapkan memiliki peran dan partisipasi masing-masing dalam pelestarian lingkungan.

E. Limbah dan Daur Ulang Limbah

Limbah dapat diartikan zat atau bahan dari sisa produksi atau kegiatan. Umumnya limbah berasal dari kegiatan manusia, baik berasal dari kegiatan rumah tangga (limbah domestik) maupun dari sisa kegiatan produksi pada industri (limbah pabrik). Limbah domestik biasanya berskala kecil, kurang atau tidak mengandung racun, dan tidak mengalami proses pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Adapun limbah pabrik biasanya dalam skala besar, lebih bersifat toksik, dan biasanya telah mengalami proses pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan.

Menurut jenisnya limbah dikelompokkan menjadi *limbah organik* dan *limbah anorganik*.

Menurut bentuk fisiknya limbah dikelompokkan menjadi *limbah padat*, *limbah cair*, dan *limbah gas*. Limbah organik secara alami dapat diuraikan di alam (bersifat biodegradable), seperti kotoran ternak, daun, kertas, bangkai, sisa-sisa tanaman. Adapun limbah anorganik secara alami tidak dapat diuraikan (bersifat nonbiodegradable), seperti logam, kaca, plastik, karet.

Di negara-negara maju biasanya sarana pengolahan limbah dilengkapi dengan pemurnian air limbah melalui beberapa tingkat, sedangkan limbah yang dihasilkan tidak berbahaya bagi lingkungan. Adapun di negara berkembang seperti Indonesia, hal ini belum sepenuhnya dilaksanakan. Bahkan di daerah pemukiman penduduk yang padat dan bantaran sungai masih banyak warga masyarakat yang tidak memiliki bak penampungan limbah (septic tank). Limbah langsung dibuang ke selokan atau sungai sehingga mencemari lingkungan.

Untuk memperkecil dampak pencemaran oleh pembuangan limbah ke lingkungan dapat dilakukan dengan melakukan daur ulang (*recycle*), menggunakan kembali (*reuse*), perawatan (*repair*), dan penghematan (*reduce*). Tidak semua limbah dapat didaur ulang, oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan limbah menurut jenisnya sebelum dilakukan daur ulang. Misalnya limbah dipisahkan menjadi limbah logam, limbah kaca, limbah plastik, limbah kertas. Setelah pemisahan selesai baru dilakukan daur ulang.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 10.8 Daur ulang limbah dapat mengatasi masalah pencemaran.

Di masyarakat kita banyak yang memelihara ternak sebagai upaya untuk menambah penghasilan. Ada yang dimanfaatkan dagingnya, susunya, maupun tenaganya. Selama ini kotoran ternak belum dimanfaatkan secara optimal, bahkan hanya sebagai limbah. Selain dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, kotoran ternak dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari limbah kotoran ternak atau sampah organik lainnya oleh aktivitas bakteri. Kandungan gas utama dalam biogas adalah gas metana (CH_4). Gas ini tidak berbau, tidak berwarna dan sangat mudah terbakar. Kotoran dari sisa organisme, seperti kotoran sapi, kotoran kerbau, bahkan sampah dedaunan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas. Dalam kotoran-kotoran tersebut masih terdapat kandungan energi yang belum dimanfaatkan. Oleh aktivitas bakteri *Methanobacterium*, senyawa organik dalam kotoran tersebut difermentasi menghasilkan gas metana. Gas ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk keperluan rumah tangga (menyalakan kompor gas), penerangan, atau kepentingan lain.

Tugas

(Daya Saing Kewirausahaan, Sosial, dan Vokasional)

Bentuklah kelasmu menjadi beberapa kelompok kerja. Lakukan kegiatan pembuatan biogas dengan memerhatikan keterangan berikut.

Untuk pembuatan biogas diperlukan alat dan bahan sebagai berikut.

-) **Alat :**
 1. Tabung digester
 2. Termometer
 3. Selang
 4. Sumbat karet berlubang

- 5. Penjepit
 - 6. Vaselin
 - 7. Statif
 - 8. Korek api
-) **Bahan :** 1. Kotoran sapi, kotoran kerbau yang masih baru
2. Sampah dedaunan yang masih segar
-) **Urutan kerja:**
1. Masukkan kotoran ke dalam tabung digester (satu jenis kotoran atau campuran), volume kotoran kira-kira setengah volume digester.
 2. Tambahkan air hingga kotoran terendam dalam air, lalu aduk sampai merata.
 3. Tutup digester dengan penutup (jangan sampai bocor), lalu pasang thermometer dengan sumbat karet pada salah satu lubang dalam penutup.
 4. Pasang selang pada lubang lain, dan ujung selang lain ditutup rapat (dengan kran penutup). Usahakan ujung thermometer dan ujung selang jangan menyentuh permukaan bubur kotoran (slurry).
 5. Oleskan vaselin di setiap sambungan untuk mencegah kebocoran.
 6. Biarkan selama sekitar 4 minggu.
 7. Amati dan catat perubahan suhu rata-rata setiap minggunya.
 8. Setelah 4 minggu, bukalah dengan pelan-pelan kran penutup dan dengan segera dekatkan nyala api atau bara pada ujung selang.
 9. Amati dan catat apa yang terjadi.
-) **Pertanyaan**
1. Mengapa rangkaian percobaan tersebut harus selalu dalam keadaan rapat (tidak boleh ada kebocoran)?
 2. Apa yang terjadi jika terjadi kebocoran digester? Jelaskan!
 3. Adakah perbedaan suhu dalam digester dari minggu ke minggu? Bagaimana perubahannya?
 4. Apa yang terjadi setelah kran dibuka dan didekatkan nyala api atau bara? Jelaskan mengapa demikian?
 5. Dari hasil percobaan ini jelaskan manfaat biogas dalam kehidupan!

Kegiatan

(Kecakapan Personal dan Vokasional)

Tujuan : Untuk mengetahui pengaruh pencemaran air terhadap pertumbuhan tanaman

Alat dan bahan:

Alat : – Pot atau polibag (5 buah)
– Penggaris

Bahan : – Bibit tanaman kacang panjang berumur 1 minggu (5 buah)
– Media tanam (tanah)
– Air sumur, air deterjen, air selokan, air sungai tercemar, air limbah cucian beras

Cara kerja:

1. Sediakan lima buah bibit tanaman kacang panjang berumur satu minggu, pilihlah yang tingginya sama.
2. Isilah pot/polibag dengan tanah/media yang diambil dari lokasi yang sama.
3. Tanamlah bibit tanaman pada masing-masing pot/polibag.
4. Lakukan penyiraman sehari sekali menggunakan air sumur (pot 1), air deterjen (pot 2), air selokan (pot 3), air sungai tercemar (pot 4), dan air cucian beras (pot 5).
5. Amati perubahan tanaman serta ukurlah tinggi tanaman setiap hari, hasilnya dicatat dalam tabel yang kalian rancang sendiri?
6. Lakukan pengamatan dan pengukuran selama dua minggu.

Pertanyaan:

1. Tentukan variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol dalam percobaan ini!
2. Adakah perbedaan tinggi tanaman setelah beberapa hari percobaan?
3. Adakah perbedaan keadaan daunnya (warna, ukuran)?
4. Tanaman dalam pot manakah yang mengalami pertumbuhan paling cepat dan paling lambat?
5. Tuliskan kesimpulan kalian dari percobaan ini!

Presentasikan hasil kerjamu di depan kelas.

Kegiatan

(Menumbuhkan Rasa Ingin Tahu)

Kandungan oksigen terlarut dalam air sebagai salah satu indikator kualitas air.

Tujuan : Mengetahui kualitas air berdasarkan kandungan oksigen terlarutnya

Alat dan bahan:

Alat : – tabung reaksi 5 buah

- kertas label
- plastik, karet
- pipet

Bahan : – Air sumur, air deterjen, air selokan, air sungai tercemar, air cucian beras
– metilen biru

Cara kerja:

1. Siapkan lima tabung reaksi, masing-masing diberi label A, B, C, D, E.
2. Teteskan ke dalam tabung reaksi masing-masing dua tetes metilen biru.
3. Tambahkan air ke dalam tabung reaksi sampai penuh dengan air sumur (tabung A), air deterjen (tabung B), air selokan (tabung C), air sungai tercemar (tabung D), dan dengan air cucian beras (tabung E).
4. Tutup rapat dengan plastik, ikat dengan karet.
5. Letakkan pada rak dan lakukan pengamatan setiap hari selama lima hari mengenai perubahan warna yang terjadi.
6. Catatlah hasil pengamatan dalam tabel.

Tabung	Macam air	Perubahan warna hari ke					Keterangan
		1	2	3	4	5	
A							
B							
C							
D							
E							

Pertanyaan:

1. Apakah semua air dalam tabung mengalami perubahan warna?
2. Perubahan warna apakah yang terjadi?
3. Tabung manakah yang airnya paling cepat mengalami perubahan warna?
4. Urutkan kecepatan perubahan warna air dari yang tercepat sampai yang terlambat!
5. Buatlah kesimpulan mengenai kandungan oksigen dalam kelima sampel air tersebut!
6. Sampaikan kesimpulan kepada guru untuk mendapat tanggapan!

Catatan:

Air yang sehat untuk dikonsumsi adalah air yang memenuhi:
1)syarat fisik tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna ; 2)Syarat kimia tidak mengandung racun atau logam-logam berbahaya, kandungan oksigen terlarutnya tinggi; 3)Syarat biologis tidak mengandung bakteri (khususnya *Eschericia coli*), virus atau kuman penyakit lain. Kandungan oksigen terlarut dalam air dapat diketahui dengan indikator metilen biru. Jika oksigen terlarut dalam air tinggi, maka setelah air ditetes metilen biru air akan bereaksi dengan metilen biru yang menyebabkan warna air tetap biru. Tetapi jika kandungan oksigen terlarutnya rendah, setelah beberapa hari air akan berubah warna dari biru menjadi jernih.

Kecakapan Personal

Pasangkan kata-kata sebelah kiri dengan kata-kata sebelah kanan yang memiliki keterkaitan konsep.

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1. detritivor | a. metana |
| 2. hujan asam | b. menghasilkan mineral |
| 3. biogas | c. limbah cair pabrik |
| 4. pupuk organik | d. polusi CO ₂ udara |
| 5. biodegradasi | e. uap air, asap |
| 6. limbah domestik | f. air cucian, air dari kamar mandi |
| 7. efek rumah kaca | g. cacing tanah, rayap |
| 8. lubang ozon | h. kompos |
| 9. reboisasi | i. urea, TSP |

10. tumpangsari
- j. korosi logam
 - k. kebocoran AC, kulkas
 - l. menurunkan kompetisi antar jenis tanaman
 - m. menghutankan kembali lahan gundul

RANGKUMAN

Pencemaran atau polusi adalah peristiwa masuknya atau dimasukkannya zat atau bahan ke lingkungan yang menyebabkan penurunan kualitas lingkungan sehingga lingkungan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Zat atau bahan penyebab polusi disebut polutan. Polusi dapat terjadi karena kegiatan manusia atau peristiwa alam. Menurut tempat terjadinya polusi dibedakan menjadi polusi udara, polusi air dan polusi tanah. Menurut jenis polutannya polusi dibedakan menjadi polusi fisik, polusi kimia, polusi biologi, polusi suara dan polusi radioaktif. Polusi dapat

menurunkan mutu lingkungan, penurunan mutu lingkungan akan menurunkan daya dukung lingkungan. Selain karena kegiatan manusia perubahan lingkungan dapat terjadi karena peristiwa alam. Untuk mengurangi pencemaran terhadap lingkungan dapat dilakukan dengan daur ulang (recycle), digunakan kembali (reuse), perawatan (repair) dan penghematan (reduce). Perubahan lingkungan dapat terjadi karena penebangan hutan secara liar, pertanian sistem monokultur dan pemakaian pestisida dalam pertanian.

UMPAN BALIK

Dewasa ini Indonesia mendapat sorotan dunia karena menjadi pengekspor asap ke Singapura dan Malaysia. Setelah mempelajari bab ini, apa saran kalian untuk menghilangkan julukan pengekspor asap tersebut?

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Polusi merupakan peristiwa masuknya zat atau bahan ke lingkungan yang dapat menurunkan mutu lingkungan dan daya dukung lingkungan. Zat atau bahan yang yang menurunkan mutu lingkungan dan daya dukung lingkungan tersebut dinamakan
 - a. toksik
 - b. pencemaran
 - c. polusi
 - d. polutan
 - e. degradasi
2. Derajat pemenuhan kebutuhan dasar makhluk hidup pada kondisi lingkungan tertentu dinamakan
 - a. polusi
 - b. polutan
 - c. mutu lingkungan
 - d. daya dukung lingkungan
 - e. degradasi
3. Plastik, pecahan kaca, logam adalah bahan-bahan yang secara alami tidak dapat diuraikan karena bersifat
 - a. toksik
 - b. biodegradable
 - c. nonbiodegradabel
 - d. korosif
 - e. renewable
4. Suatu bahan dikatakan sebagai polutan jika memenuhi syarat berikut, *kecuali*
 - a. kadarnya melebihi batas
 - b. berada pada waktu yang tidak tepat
 - c. berada di tempat yang tidak semestinya
 - d. bersifat toksik
 - e. tidak mendatangkan manfaat
5. Polutan yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam adalah
 - a. CO_2
 - b. H_2O
 - c. O_2
 - d. SO_3
 - e. NH_3
6. Pemakaian bahan bakar minyak hakikatnya dapat menurunkan mutu lingkungan karena
 - a. minyak makin langka
 - b. minyak bersifat terbarukan
 - c. menghasilkan emisi gas ke udara
 - d. harganya makin mahal
 - e. depositnya di perut bumi makin menipis
7. Istilah yang tepat untuk menggambarkan terjadinya kenaikan suhu secara global di muka bumi adalah
 - a. eutrofikasi
 - b. presipitasi
 - c. kondensasi
 - d. efek rumah kaca
 - e. *blooming*
8. Pemakaian pestisida pada dosis yang kurang tepat menimbulkan kerugian karena
 - a. harganya mahal
 - b. menimbulkan kekebalan hama
 - c. parasitoid ikut mati
 - d. musuh alami hama ikut mati
 - e. pemborosan
9. Pemakaian CFC pada mesin pendingin ruangan, AC, kulkas sebaiknya dipertimbangkan lagi untuk dicariakan alternatif pengganti yang lebih ramah lingkungan. Efek penggunaan CFC terhadap lingkungan adalah
 - a. terjadi hujan asam
 - b. efek rumah kaca
 - c. pemanasan global
 - d. eutrofikasi
 - e. penipisan lapisan ozon
10. Penanganan limbah dari kertas, sampah dedaunan, kotoran ternak yang paling tepat adalah
 - a. *reuse*
 - b. *repair*
 - c. *recycle*
 - d. *reduce*
 - e. *recovery*

11. Kualitas air di antaranya ditentukan oleh keberadaan organisme seperti bakteri *Eschericia coli* dalam air. Jika ditemukan bakteri tersebut dalam air menunjukkan bahwa
 - a. limbah industri
 - b. limbah nuklir
 - c. limbah pupuk
 - d. limbah radioaktif
 - e. limbah feses
12. Jika air ditetesi dengan metilen biru lalu ditutup rapat dan didiamkan beberapa hari warnanya tetap biru berarti
 - a. kandungan oksigennya rendah
 - b. kandungan oksigennya tinggi
 - c. kandungan CO₂ rendah
 - d. kandungan CO₂ tinggi
 - e. kandungan CO₂ tinggi, kandungan O₂ rendah
13. Dilihat dari konsep ekologi sistem pertanian tumpangsari
 - a. baik karena mengurangi kompetisi antar tanaman
 - b. baik karena menghemat tenaga
14. Syarat air secara kimia agar layak konsumsi adalah
 - a. tidak berbau
 - b. tidak mengandung bakteri
 - c. tidak berwarna
 - d. tidak mengandung logam berat
 - e. tidak mengandung oksigen
15. Pemakain DDT pada pertanian dilarang karena DDT bersifat stabil dan dapat terakumulasi pada jaringan konsumen puncak melalui rantai makanan. Akumulasi DDT tertinggi pada konsumen puncak ini dinamakan
 - a. *biological control*
 - b. *biodegradasi*
 - c. *biomagnification*
 - d. *biopestisida*
 - e. *eutrofikasi*

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Jelaskan apa yang dimaksud polusi dan polutan.
2. Apakah syarat-syarat suatu bahan digolongkan sebagai polutan?
3. Jelaskan yang dimaksud efek rumah kaca, penyebab, dan dampaknya.
4. Bagaimana proses terbentuknya hujan asam?
5. Jelaskan dampak polusi terhadap daya dukung lingkungan.

ULANGAN AKHIR

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Perbedaan susunan gen dalam kromosom dapat menyebabkan
 - a. mutasi
 - b. adaptasi
 - c. variasi
 - d. varietas
 - e. migrasi
2. Dua organisme dikatakan sejenis bila
 - a. berasal dari nenek moyang yang sama
 - b. dapat disilangkan sesamanya
 - c. memiliki persamaan ciri
 - d. jumlah kromosomnya sama
 - e. jika dikawinkan menghasilkan keturunan yang fertile
3. Variasi dapat dijumpai pada dua individu
 - a. padi dengan jagung
 - b. padi dengan rumput
 - c. mangga manalagi dengan mangga madu
 - d. kelapa hijau dengan kelapa sawit
 - e. aren dengan pinang
4. Keanekaragaman jenis tumbuhan tertinggi ditemukan pada bioma
 - a. padang pasir
 - b. taiga
 - c. tundra
 - d. hutan hujan tropis
 - e. hutangugur
5. Yang merupakan fauna khas Sulawesi adalah
 - a. banteng
 - b. gajah
 - c. burung unta
 - d. anoa
 - e. orang utan
6. Istilah yang menunjukkan gambaran kekayaan keanekaragaman hayati suatu wilayah adalah
 - a. bioprospeksi
 - b. biopestisida
 - c. bioteknologi
 - d. biodiversitas
 - e. biodegradasi
7. Hutan Indonesia menyimpan kekayaan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Banyak mamalia besar hidup di kawasan hutan Kalimantan. Yang tergolong fauna arboreal adalah
 - a. banteng, gajah, badak
 - b. harimau, singa, serigala
 - c. orang utan, siamang, monyet
 - d. burung, angsa, ayam
 - e. anoa, kambing hutan, rusa
8. Daerah peralihan antara dua bioma yang berdekatan dinamakan
 - a. termoklin
 - b. termodinamika
 - c. ekoton
 - d. ekologi
 - e. biosfer
9. Berikut yang tergolong fauna langka dan dilindungi, *kecuali*
 - a. badak, banteng, kerbau
 - b. gajah, badak, cendrawasih
 - c. anoa, landak, babi
 - d. harimau, jalak bali, merpati
 - e. sapi, kerbau, banteng
10. Yang merupakan ciri gametofit lumut
 - a. menghasilkan spora
 - b. bersifat parasit
 - c. menempel pada substrat
 - d. memiliki pembuluh
 - e. menempel pada sporofit
11. Menurut jenis sporanya tumbuhan paku berikut yang tergolong paku heterospor adalah
 - a. Adiantum cuneatum
 - b. Marsilea crenata
 - c. Lycopodium clavatum
 - d. Equisetum debile
 - e. Lycopodium cernuum

12. Tumbuhan paku memiliki fase gametofit dengan ciri-ciri
- kromosomnya haploid
 - berupa protonema
 - berumur panjang
 - menghasilkan spora
 - bentuknya seperti benang bercabang
13. Tumbuhan bersifat autotrof karena
- dapat menghasilkan spora
 - dapat menghasilkan biji
 - dapat menghasilkan makanan sendiri
 - memiliki akar, batang, daun sejati
 - belum memiliki akar, batang, daun sejati
14. Tipe berkas pengangkut pada tumbuhan dikotil umumnya
- kolateral terbuka
 - kolateral tertutup
 - bikolateral
 - radial
 - amfifasal
15. Lumut kerak atau liken secara ekologis bermanfaat sebagai
- bahan obat
 - indikator polusi
 - pengikat nitrogen
 - sumber makanan pokok
 - bahan campuran cat
16. Yang membentuk ovum dan spermatozoid pada Porifera adalah
- porosity dan amoebosit
 - amoebosit dan coanosit
 - koanosit dan amoebosit
 - koanosit dan porosit
 - koanosi tdan spikula
17. Lapisan di antara epidermis dan endodermis pada Porifera mengandung
- pori dan spikula
 - pori dan koanosit
 - spikula dan pinakosit
 - pinakosit dan koanosit
 - koanosit dan amoebosit
18. Pada Coelenterata proses pencernaan dilaksanakan secara
- intraseluler dengan gastrodermis
 - intraseluler dengan koanosit
 - intraseluler dengan amoebosit
 - ekstraseluler dengan gastrodermis
 - ekstraseluler dengan koanosit
19. Semua anggota filum ini bersifat parasit, triploblastik, rongga tubuh semu, tubuh bulat panjang, tidak bersegmen. Filum yang dimaksud adalah
- Platyhelminthes
 - Nematelminthes
 - Annelida
 - Mollusca
 - Echinodermata
20. Daging babi dapat menularkan cacing pita kemungkinan karena
- daging babi mengandung telur cacing pita
 - daging babi mengandung cacing pita dewasa
 - daging babi mengandung strobilus
 - daging babi mengandung sistisercus
 - daging babi mengandung scolex
21. Penyatuan beberapa ruas tubuh cacing tanah yang berfungsi sebagai alat bantu kopulasi adalah
- setae
 - nefridia
 - mirasidium
 - klitelum
 - kokon
22. Alat eksresi cacing tanah berupa
- kulit
 - hati
 - ginjal
 - nefridium
 - paru-paru
23. Cacing parasit yang mampu menghasilkan zat antikoagulan dan sering menyebabkan penyakit anemia adalah
- Taenia solium*
 - Fasciola hepatica*
 - Ancylostoma duodenale*
 - Oxyuris vermicularis*
 - Hirudomedicinalis*

24. Hewan yang tergolong dalam Gastropoda memiliki ciri
- tubuh lunak, berkaki di kepala
 - radial simetris, bercangkang
 - kelamin terpisah
 - ovovipar
 - insang berbentuk lembaran
25. Dilihat dari ciri morfologi yang berparuh menunjukkan bahwa Platypus tergolong kelas
- Pisces
 - Amphibi
 - Reptilia
 - Aves
 - Mamalia
26. Yang membedakan rantai makanan perumput dan rantai makanan detritus adalah
- jumlah organisme penyusun rantai makanan tersebut
 - arah aliran energinya
 - jumlah tingkat trofi pada rantai makanan tersebut
 - komponen yang menduduki tingkat trofi terakhir
 - komponen yang menduduki tingkat trofi pertama
27. Interaksi kompetisi terjadi karena alasan berikut, *kecuali*
- a. berebut habitat
- b. berebut pasangan
- c. berebut teritorial
- d. berebut makanan
- e. berebut musuh
28. Dalam daur nitrogen perubahan nitrit menjadi nitrat memerlukan bantuan bakteri
- Nitrosomona*
 - Nitrosococcus*
 - Nitrobacter*
 - Rhizobium*
 - Clostridium*
29. Kegiatan berikut dapat meningkatkan jumlah CO_2 di udara, *kecuali*
- pembakaran sampah
 - industrialisasi
 - kebakaran hutan
 - foto-sintesis tumbuhan hijau
 - respirasi tumbuhan hijau
30. Penanganan limbah dari kertas, sampah dedaunan, kotoran ternak yang paling tepat adalah....
- reuse
 - repair
 - recycle
 - reduce
 - recovery

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

- Jelaskan bahaya yang mungkin timbul akibat penebangan hutan secara liar!
- Jelaskan apa yang dimaksud efek rumah kaca?
- Apa perbedaan talofita dan kormofita?
- Jelaskan perbedaan antara diploblastik dan triploblastik!
- Jelaskan ciri-ciri polutan!

DAFTAR PUSTAKA

- Brotowidjoyo, Mukayat Djarubito. 1990. *Zoologi Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Burnie, David. 2001. *Jendela Iptek: Kehidupan*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Cholloner, Jack. 2001. *Jendela Iptek: Energi*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI Press.
- Dwidjoseputro D. 1998. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Gramedia.
- Fox, James. J. Alih Bahasa oleh Kasono H. Saputra. 2002. *Indonesian Heritage*. Jakarta: Buku Antar Bangsa
- Kimball, Jhon W. 1983. *Biologi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Kimball, Jhon W. 1983. *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Kimball, Jhon W. 1983. *Biologi Jilid 3*. Jakarta: Erlangga.
- Loveless A.R. 1998. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropis*. Jakarta: PT Gramedia.
- Pallock, Steve. 2001. *Jendela Iptek; Ekologi*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Parker, Steve. 2001. *Jendela Iptek: Ilmu Kedokteran*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Suryono, Hastyo Tyas. 1997. *Miniatur Gas Bio*. Jakarta: Depdikbud.
- Tanjung, Djalal. 2002. *Lokakarya Nasional Biodiversitas 2002 Jurusan Biologi*. Surakarta: FMIPA UNS.
- Tim Perkamusan Ilmiah. 2005. *Kamus Pintar Biologi*. Citra Wacana
- Tjitrosoepomo, Gembong. 1981. *Taksonomi Tumbuhan (Taksonomi Khusus)*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2004. *Taksonomi Tumbuhan (Spematophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2005. *Taksonomi Tumbuhan Scizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Winatasasmita, Djambur, Sukarno. 1993. *Biologi I*. Jakarta: Depdikbud.
- Yayasan Studi Kurikulum Biologi. 1981. *Biologi Umum 3*. Jakarta: PT Gramedia.
- . 2002. *Ilmu Pengetahuan Populer*. Jakarta: PT Widyaadara.

GLOSARIUM

<i>abiotik</i>	: benda mati (bukan benda hidup)
<i>arboreal</i>	: binatang yang hidup di pohon
<i>autotrof</i>	: hidup sendiri, tidak tergantung pada makhluk lain
<i>biodegradasi</i>	: proses penguraian senyawa organik menjadi zat-zat anorganik
<i>biopestisida</i>	: pestisida yang mampu dihasilkan oleh organisme hidup itu sendiri
<i>biotik</i>	: ada hubungannya dengan makhluk hidup/komunitas organisme dari daerah tertentu
<i>dekomposer</i>	: makhluk yang bertugas sebagai pengurai bahan organik menjadi bahan anorganik di alam
<i>detritivor</i>	: organisme pemakan detritus
<i>diesis</i>	: tumbuhan berumah dua, tumbuhan yang hanya memiliki bunga jantan dan bunga betina saja, alat kelamin jantan dan betina yang terpisah pada individu lain
<i>diloblastik</i>	: memiliki dua lapisan jaringan embrional (ektoderm dan endoderm)
<i>efek rumah kaca</i>	: pemanasan global yang disebabkan oleh pantulan panas dari bumi tertahan oleh lapisan CO ₂ dan partikel lain di atmosfer
<i>efira</i>	: buku-buku <i>strobila</i> yang terlepas dan akhirnya tumbuh menjadi ubur-ubur baru
<i>ekologi</i>	: bagian dari ilmu hayat yang mempelajari interaksi antara organisme dengan lingkungannya
<i>ekosistem</i>	: kesatuan dari satu komunitas dengan lingkungan abiotiknya
<i>erosi</i>	: pengikisan lapisan permukaan tanah oleh air, topan, atau penyebab lain
<i>eukariotik</i>	: salah satu takson di dalam klasifikasi yang beranggotakan organisme yang inti selnya diselubungi oleh selaput; kelompok organisme yang inti selnya sudah memiliki membran
<i>eutrofikasi</i>	: melimpahnya mineral pada suatu perairan yang berakibat pertumbuhan organisme secara cepat dan perairan menjadi kekurangan oksigen

<i>gametofit</i>	: individu yang mengandung gamet pada tumbuh-tumbuhan yang mempunyai giliran keturunan
<i>gastrodermis</i>	: lapisan yang terdiri atas sel-sel yang menyelubungi rongga tubuh <i>Coelenterata</i>
<i>generatif</i>	: proses pengembangbiakan yang dilakukan dengan melakukan perkawinan; tahap pertumbuhan yang ditandai dengan proses perkawinan secara seksual
<i>gonochoris</i>	: sifat pada binatang yang memiliki perbedaan kelamin jantan dan betina yang jelas
<i>hermafrodit</i>	: makhluk yang memiliki kelamin ganda; suatu tumbuhan yang memiliki satu rumah di mana bunganya memiliki dua alat kelamin jantan dan betina
<i>heterospora</i>	: pembentukan lebih dari satu spora pada satu jenis
<i>heterotrof</i>	: organisme yang hanya mampu menggunakan materi organik makhluk hidup lain sebagai bahan baku makanannya
<i>homospora</i>	: tumbuhan yang hanya memproduksi satu spora
<i>homostatis</i>	: keseimbangan pada suasana kimia fisiologik tubuh yang dapat menyebabkan kelancaran aktivitas tubuh
<i>hujan asam</i>	: hujan yang airnya mengandung senyawa asam
<i>indusium</i>	: bagian epidermis tumbuhan yang tumbuh membesar dan berfungsi melindungi sorus
<i>interaksi interspesifik</i>	: interaksi antarorganisme yang berbeda spesies
<i>interaksi intraspesifik</i>	: interaksi antarindividu dalam satu spesies
<i>klitelum</i>	: bagian tubuh beberapa <i>Annelida</i> yang berbentuk seperti pelana yang berfungsi sebagai tempat terjadinya fertilisasi
<i>koanosit</i>	: sel-sel leher pada lapisan endodermis pada dinding <i>porifera</i> yang berfungsi untuk mencerna makanan.
<i>konsumen</i>	: makhluk yang memakan bahan makanan
<i>kormofita</i>	: tumbuhan yang telah memiliki akar, batang, dan daun sebenarnya
<i>cosmopolitan</i>	: memiliki persebaran yang luas dan pengaruh di seluruh dunia

<i>limbah</i>	: zat atau bahan sisa suatu kegiatan atau proses
<i>medusa</i>	: bentuk kehidupan yang dapat berenang bebas dalam air
<i>mesoglea</i>	: lapisan pembatas antara lapisan dalam dan luar pada dinding porifera; lapisan tipis berisi cairan yang terletak antara lapisan epidermis dan <i>gastrodermis coelentera</i>
<i>metagenesis</i>	: pergiliran keturunan antara generasi seksual dan aseksual; perkembangbiakan seksual yang kemudian diikuti dengan perkembangbiakan aseksual dalam suatu generasi.
<i>metamorfosis</i>	: perubahan bentuk/susunan, perubahan yang tambah secara nyata dalam perkembangan makhluk; proses perubahan bentuk dari telur menjadi individu dewasa
<i>metozoa</i>	: hewan bersel banyak
<i>mirasidium</i>	: tahap larva pada cacing hati yang memiliki silia (rambut getar)
<i>monoesis</i>	: tumbuhan berumah satu; tumbuhan yang memiliki bunga jantan dan bunga betina sekaligus
<i>multiseluler</i>	: terdiri dari banyak sel
<i>nisia</i>	: peranan atau profesi organisme dalam lingkungannya
<i>nitratasi</i>	: proses perubahan dari nitrit menjadi nitrat
<i>nitrifikasi</i>	: proses perubahan amoniak dan ammonium menjadi nitrat
<i>nitritasi</i>	: proses perubahan senyawa nitrit menjadi nitrat
<i>nonbiodegradabel</i>	: secara alami tidak dapat terurai oleh organisme pengurai
<i>operkulum</i>	: organ penutup celah insang pada ikan; organ penutup kapsul spora pada lumut dan akan membuka jika spora di dalam kapsul telah masak
<i>oskulum</i>	: lubang besar pada ujung atas <i>spongosoel</i> pada <i>Porifera</i> tempat air keluar dari dalam tubuh
<i>ostium</i>	: lubang tempat air masuk ke dalam saluran radial pada bunga karang
<i>ozon</i>	: lapisan di atmosfer bumi yang berfungsi menyaring radiasi sinar ultraviolet

<i>pemekatan hayati</i>	: peningkatan kadar zat pencemar pada konsumen tingkat akhir melalui urutan dalam rantai makanan
<i>planula</i>	: stadium larva pada <i>Scyphozoa</i> yang memiliki rambut getar yang berfungsi untuk dasar laut
<i>plasma nutfah</i>	: keanekaragaman gen yang meliputi individu liar dan bibit unggul
<i>polimorfisme</i>	: terdapatnya beberapa bentuk yang berbeda dalam suatu populasi yang dikendalikan secara genetik dan tidak berkesinambungan
<i>polip</i>	: bentuk kehidupan <i>Coelenterata</i> yang melekat pada habitatnya
<i>polusi</i>	: peristiwa masuk atau dimasukkannya zat atau bahan ke lingkungan oleh kegiatan manusia atau peristiwa alam yang mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan sehingga lingkungan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya
<i>polutan</i>	: zat atau bahan penyebab polusi
<i>proglotid</i>	: salah satu dari serangkaian tubuh cacing pita yang ketika dewasa memiliki alat perkembangbiakan sendiri
<i>produsen</i>	: organisme yang mampu mensintesis senyawa organik dari zat-zat anorganik
<i>protонема</i>	: bentuk kecambah pada lumut yang berbentuk seperti benang bercabang yang berasal dari perkecambahan spora hasil perkembangbiakan secara kawin
<i>protalium</i>	: tingkat <i>gametofit</i> pada tumbuhan paku yang bentuknya mirip daun dan berakar pada tanah
<i>pseudoselomata</i>	: hewan yang memiliki rongga tubuh semu
<i>reboisasi</i>	: penanaman kembali hutan yang telah ditebangi pohnnya
<i>selomata</i>	: hewan yang memiliki rongga tubuh penuh berisi cairan, dan dilengkapi dengan batas yang merupakan <i>derivat</i> jaringan mesoderm
<i>sorus</i>	: sekelompok <i>sporangium</i> pada tumbuhan paku
<i>spikula</i>	: dinding yang berfungsi sebagai penguat pada dinding tubuh <i>Porifera</i>

<i>spongosoel</i>	: rongga pada bagian tengah tubuh <i>Porifera</i>
<i>sporofil</i>	: daun pada tumbuhan paku yang berfungsi menghasilkan spora maupun untuk fotosintesis
<i>sporofit</i>	: generasi tumbuhan yang dapat menghasilkan spora
<i>strobilasi</i>	: perbanyak dengan cara pembagian tubuh atau pembentukan kuncup
<i>strobilus</i>	: alat kelamin jantan dan betina yang terdapat pada tumbuhan berbiji terbuka
<i>talofita</i>	: tumbuhan yang belum memiliki akar, batang, daun sejati
<i>tropofil</i>	: daun steril; daun tumbuhan paku yang hanya berfungsi untuk fotosintesis
<i>triploblastik</i>	: memiliki tiga lapisan jaringan embrional, yaitu ektoderm, mesoderm, dan endoderm
<i>vegetatif</i>	: proses perkembangbiakan secara tidak kawin

Indeks Istilah

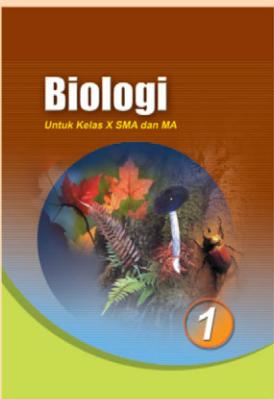
- AIDS, 15, 29, 30
Akuatik, 7
Altitude, 191
Ametabola, 154
Amoebosit, 130, 183, 184
Anteridium, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 124
Apofisis, 104
Arkegoniofor, 103
Arkeonium, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 124
Aselomata, 135
Aseptat, 71
Askospora, 73
Aukspora, 56
Autotrof, 59, 99, 100, 123, 124, 129, 193
Biodegradabel, 226
Biodiesel, 89
Biodiversitas, 81, 83
Biogeokimia, 107, 199
Bioma, 87, 194
Bioprospeksi, 81, 83
Blastula, 7
Blooming, 218
Daur hidrologi, 190
Decomposer, 192, 198
Dermamikosis, 69
Detritus, 164, 192, 198
Detrivor, 192, 197, 198
Diesis, 104, 141
Diploblastik, 129, 131, 183, 186
Dipteru, 37
Diversitas, 224
Dorsentral, 102, 141, 145
Ecodevelopment, 224
Eksitu, 91
Ekskresi, 5, 27
Eksoeritositer, 63
Ektoamoeba, 59
Embrional, 129, 135
Endodermis, 129, 130, 135
Endoplasma, 53
Endoplasmik retikulum, 51
Endosperm, 119
Entamoeba, 59
Epidermis, 7, 129, 131, 135
Eukariotik, 51, 129, 183
Eutrofikasi, 218, 219
Fenotip, 84
Flagella, 53, 54, 57
Floem, 117
Floeterma, 117
Fologenetik, 129
Fotoautotrof, 193
Gametangium, 102, 103
Gametofit, 101, 106, 107, 123, 124
Ganochoris, 132, 133, 139, 141, 142, 149
Gemmula, 130
Gonoteka, 132
Habitus, 106
Haploid, 102, 106, 107, 123, 125
Hemimetabola, 154
Hemiselulosa, 99, 123, 129
Hereditas, 6, 7
Hermaprodit, 130, 132, 133, 136, 143, 145, 163, 165, 167
Heterotrof, 72, 129, 183, 193
Hidroteka, 132
Hifa, 69, 71, 73, 74
Hipotesis, 13, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24
HIV, 29
Holometabola, 154
Homeostatis, 187, 196
Hujan asam, 215
Imperfek, 72
Imperfekti, 75
Insitu, 91
Intraspesifik, 194, 195
Intrumen, 17, 22
Kapsid, 28
Kariotik, 37
Kasmopolit, 100, 123
Kemoautotrof, 38, 193
Kingdom, 49
Kloroplas, 102
Koanosit, 129, 130, 183, 184, 186
Kolateral, 121
Koleoptil, 120
Kolumela, 69, 104, 105
Komidiofor, 69, 73, 74
Konjugasi, 49, 55
Kontrol biologi, 213, 223
Kotiledon, 120, 121, 122
Kromosom, 6
Latitude, 191
Leucon, 131
Lisogenik, 33
Makrofil, 106, 110, 112
Makroprotalium, 108
Makrosporangium, 108
Makrosporofil, 108, 117
Manggala agni, 222
Mangrove, 8
Megasporofil, 116, 117, 118
Meiosis, 51, 100, 102, 107, 108, 109, 123
Meristem, 111
Mesenkim, 130
Mesenteri, 133
Mesoglea, 131
Mesonefrios, 166, 167
Metabolisme, 5
Metagenesis, 101, 106, 107, 123, 124, 132
Metazoa, 129
Metionik, 37
Mikoriza, 13
Mikrofil, 106, 110, 111
Mikronukleus, 62
Mikroportalium, 108
Mikroskopis, 37
Mikrospora, 108, 115, 118
Mikrosporangium, 108
Miselium, 69
Monozoa, 129
Neptidoglikan, 37
Neurominidase, 32
Nisia, 189
Nonbiodegradabel, 217, 226
Nukleus, 6, 52
Nutrisi, 5
Oogami, 53
Ookista, 63
Oospora, 53
Operculum, 105
Oskulum, 130
Osmoregulasi, 53
Osmosis, 53

- Ostium, 130, 131, 184
Ovum, 100, 101, 103, 106, 123, 130
Palsmodium, 51
Parasitoid, 223
Parthenogenesis, 149
Peristom, 105
Pinakosit, 129, 184
Polinator, 89
Polutan, 213, 216
Polymerase, 37
Prokariotik, 37, 53
Pronefros, 166
Protalium, 107, 108, 109, 110, 113, 124
Protista, 49, 52, 52, 58
Protonema, 101, 123, 124, 126
Protoplasma, 6
Protozoa, 49
Regulasi, 27
Relung, 189
Replikasi, 29
Reproduksi, 27
Reproduksi, 5
Respirasi, 5
Resptalkel, 57
Rizoid, 100, 102, 103, 104, 106, 110, 124
Sefalotorak, 150, 151
Selulosa, 129, 154
Sorus, 14
Spermatozoid, 100, 101, 103, 106, 108, 109, 130
Spikula, 130, 132, 183, 184
Spirakel, 71
Spongium, 130, 131
Spongosoel, 130, 131, 184
Sporagonium, 100, 101, 102, 124, 126
Sporakerpium, 115
Sporakista, 136, 137
Sporangium, 102, 104, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 115
Sporofil, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 118
Sporofit, 101, 106, 107, 108, 109, 123, 124, 125
Sporogem, 104
Stolon, 69
Stoma, 102
Strobilus, 117, 118, 125
Strobolasi, 133, 137
Sykon, 131
Terestrial, 87
Tripanosomiasis, 61
Triploblastik, 135, 139, 141, 186
Trokofor, 141, 142
Tropofil, 106, 107, 114
Uniseluler, 37
Vaksin, 31, 32
Variabel, 15, 16, 17
Vektor, 29
Virulen, 31
Xylem, 117
Zigospora, 54, 53, 55, 72, 86
Zooapora, 52, 53, 54, 57

Indeks Pengarang

- Darmono, 191, 198, 199, 215, 219, 221
Djalal Tanjung, 83, 85, 90
Gembong Tjitrosoepomo, 72, 73, 74, 101, 103, 107
Hastyo Tyas Suryono, 202, 204
James Fox, 99, 106, 113, 123, 129
Jhon W. Kimball, 58, 59, 60, 61, 62, 102, 103, 107
Mukayat Djarubito Brotowidjoyo, 131, 132, 134, 140, 143
R. Lovelessa, 118, 119, 121, 123, 193
Steve Pallock, 191, 194
Steve Parker, 1
Sukarno Djambur Wiranatasasmita, 27, 28, 37, 38

Biologi 1



ISBN 978-979-068-831-5 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-835-3

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 Tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran Yang Memenuhi Syarat Kelayakan Untuk Digunakan Dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp12.976,-