

Biologi

1

untuk Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah
Kelas X

Ari Sulistyorini



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Biologi 1

untuk Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah
Kelas X

Penulis
Ari Sulistyorini

Editor
Hadiat



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi oleh Undang-Undang

Biologi 1

untuk Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah
Kelas X

Penulis
Ari Sulistyorini

Editing : **Hadiat**
Desain Isi : **Siska Wahyuni**
Desain Sampul : **Adjie S. dan Ismail P.**
Ilustrasi Isi : **Sugeng Supriyadi**

Ukuran Buku : 21 x 29,6

574.07	
ARI	ARI Sulistyorini
b	Biologi 1 : Untuk Sekolah menengah Atas/Madrasah Aliyah Kelas X / Penulis Ari Sulistyorini ; editor, Hadiat ; Ilustrasi, Sugeng Supriyadi vii, 274 hlm. : ilus. : 29 cm.
	Bibliografi : :hlm. 265 Indeks : hlm. 271-272 ISBN 978-979-068-129-3 (nomor jilid lengkap) ISBN 978-979-068-132-3
	1. Biologi-Studi dan Pengajaran I. Judul II. Hadiat III. Sugeng Supriyadi

Hak Cipta Buku ini Dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit PT. Balai Pustaka

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 2008, 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 27 Tahun 2007.

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 ucapkan 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, Februari 2009
Kepala Pusat Perbukuan

Prakata

Pembelajaran biologi menggarisbawahi adanya kegiatan pengamatan, pengalaman, dan pemahaman secara langsung sehingga siswa harus diberi motivasi dan rangsangan untuk mengembangkan berbagai keterampilan proses yang mampu membawanya ke arah upaya eksplorasi dan pemahaman terhadap kehidupan alam sekitar. Keterampilan proses ini meliputi keterampilan mengamati, mengajukan hipotesis, menggunakan alat dan bahan secara baik dan benar dengan selalu mempertimbangkan keamanan dan keselamatan kerja, mengajukan pertanyaan, menggolongkan dan menafsirkan data, serta mengomunikasikan hasil temuan secara lisan atau tertulis, menggali dan memilah informasi faktual yang relevan untuk menguji gagasan-gagasan atau memecahkan masalah sehari-hari.

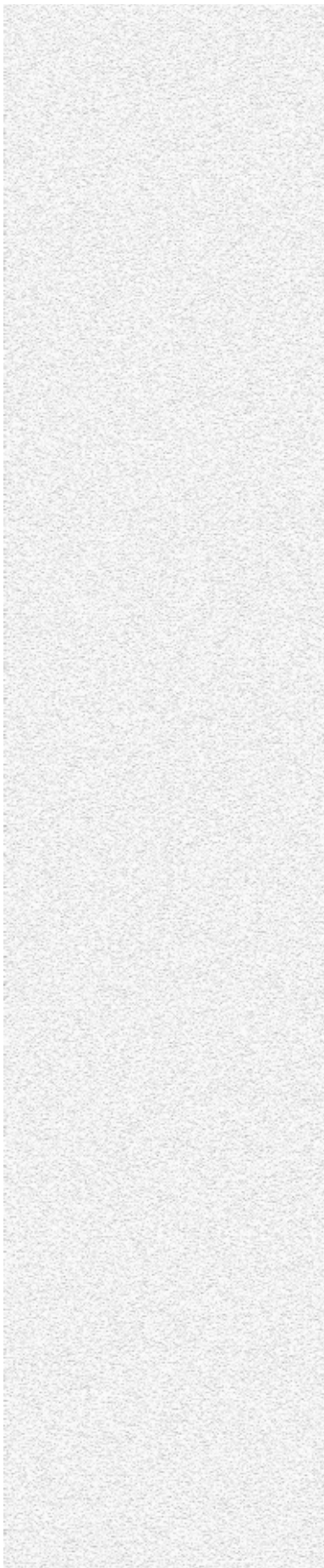
Mata pelajaran biologi dikembangkan melalui kemampuan berpikir analitis, induktif, dan deduktif untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peristiwa alam sekitar.

Secara umum mata pelajaran Biologi bertujuan agar peserta didik memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. bersikap positif terhadap biologi dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa,
2. memupuk sikap ilmiah, yaitu jujur, objektif, terbuka, ulet, kritis, dan dapat bekerja sama dengan orang lain,
3. mengembangkan pengalaman untuk dapat mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, serta mengomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tulisan,
4. mengembangkan kemampuan berpikir analitis, induktif, dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip biologi,
5. mengembangkan penguasaan konsep dan prinsip biologi dan saling keterkaitan dengan IPA lainnya serta mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap percaya diri,
6. menerapkan konsep dan prinsip biologi untuk menghasilkan karya teknologi sederhana yang berkaitan dengan kebutuhan manusia, dan
7. meningkatkan kesadaran dan berperan serta dalam menjaga kelestarian lingkungan.

Pembelajaran Biologi di SMA/MA merupakan kelanjutan IPA di SMP/MTs. yang memberikan penekanan pada fenomena alam dan penerapannya yang meliputi aspek-aspek sebagai berikut.

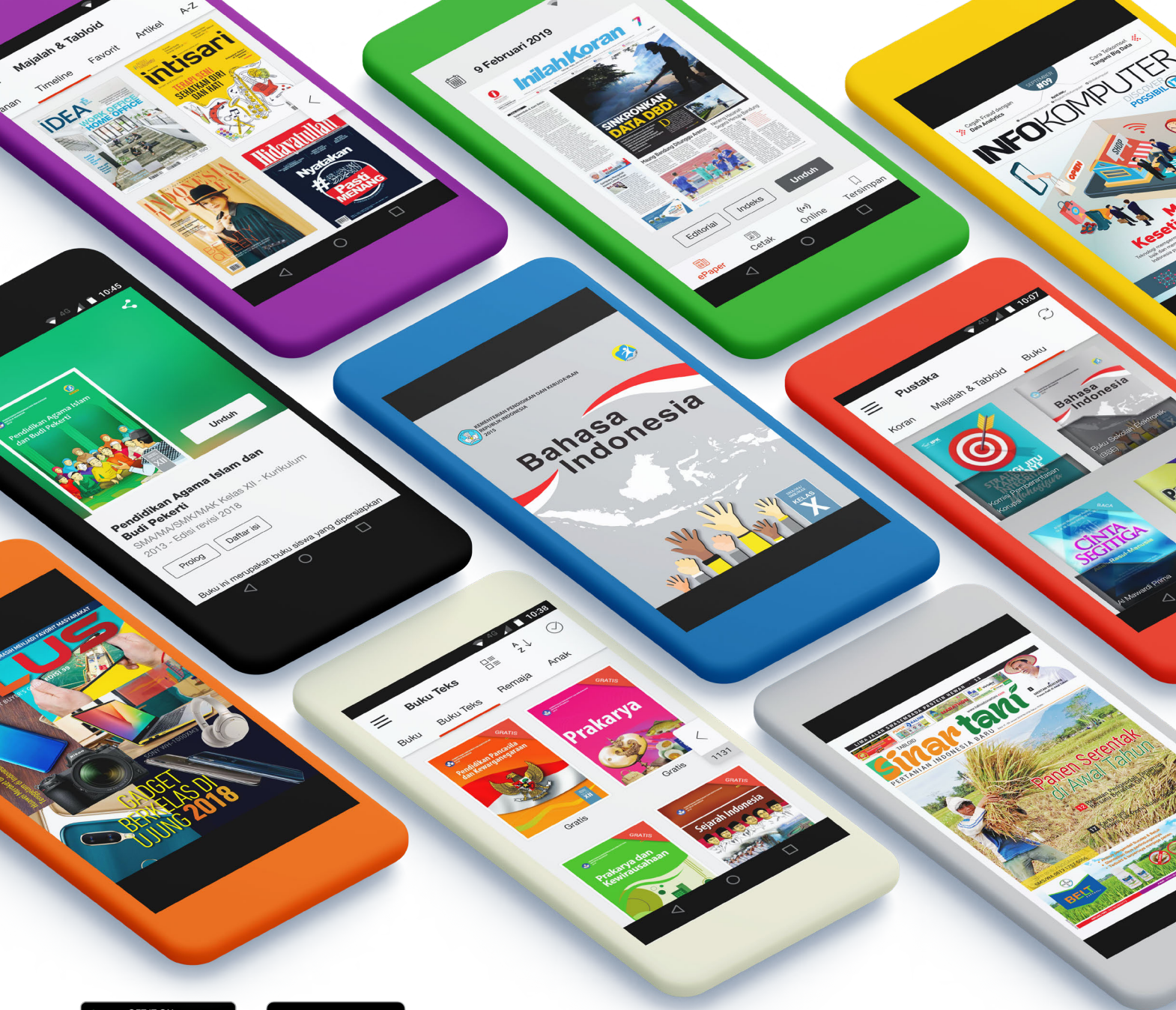
1. hakikat biologi, keanekaragaman hayati dan pengelompokan makhluk hidup, hubungan antarkomponen ekosistem, perubahan materi dan energi, serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem;

- 
2. organisasi seluler, struktur jaringan, struktur dan fungsi organ tumbuhan, hewan, dan manusia serta penerapannya dalam konteks sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat;
 3. proses yang terjadi pada tumbuhan, proses metabolisme, hereditas, evolusi, bioteknologi dan implikasinya pada sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat.

Buku ini disusun dengan menitikberatkan pemahaman-pemahaman dasar yang diikuti oleh berbagai panduan kegiatan agar siswa termotivasi untuk melakukan eksplorasi yang berangkat dari rasa keingintahuan terhadap "misteri" kehidupan di alam sekitar yang selanjutnya berujung pada kemampuan untuk mengatasi berbagai persoalan dalam kehidupannya.

Kami berharap buku ini dapat mencapai sasarnya dalam membantu pengembangan sikap dan pemahaman siswa.

Penulis



iOS segera hadir

Unduh buku lainnya melalui aplikasi. Gratis.

Buku BSE dilengkapi dengan daftar isi untuk memudahkan navigasi. Tersedia juga majalah, tabloid, buku dan koran yang lebih hemat hingga 80% dibanding edisi cetak.

Unduh aplikasi myedisi reader gratis
myedisi.com/reader

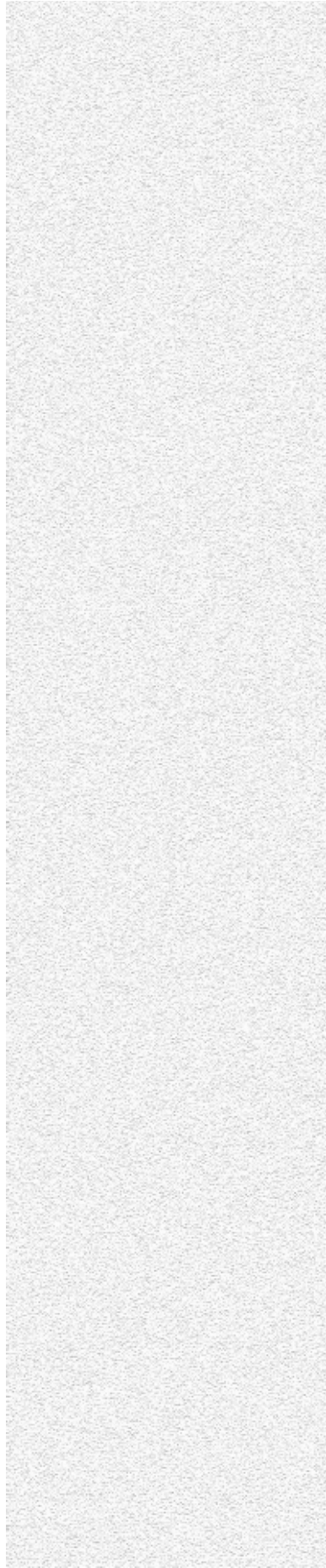
myedisi

Buku BSE terbaru belum tersedia di myedisi? Sampaikan melalui email bse@myedisi.com

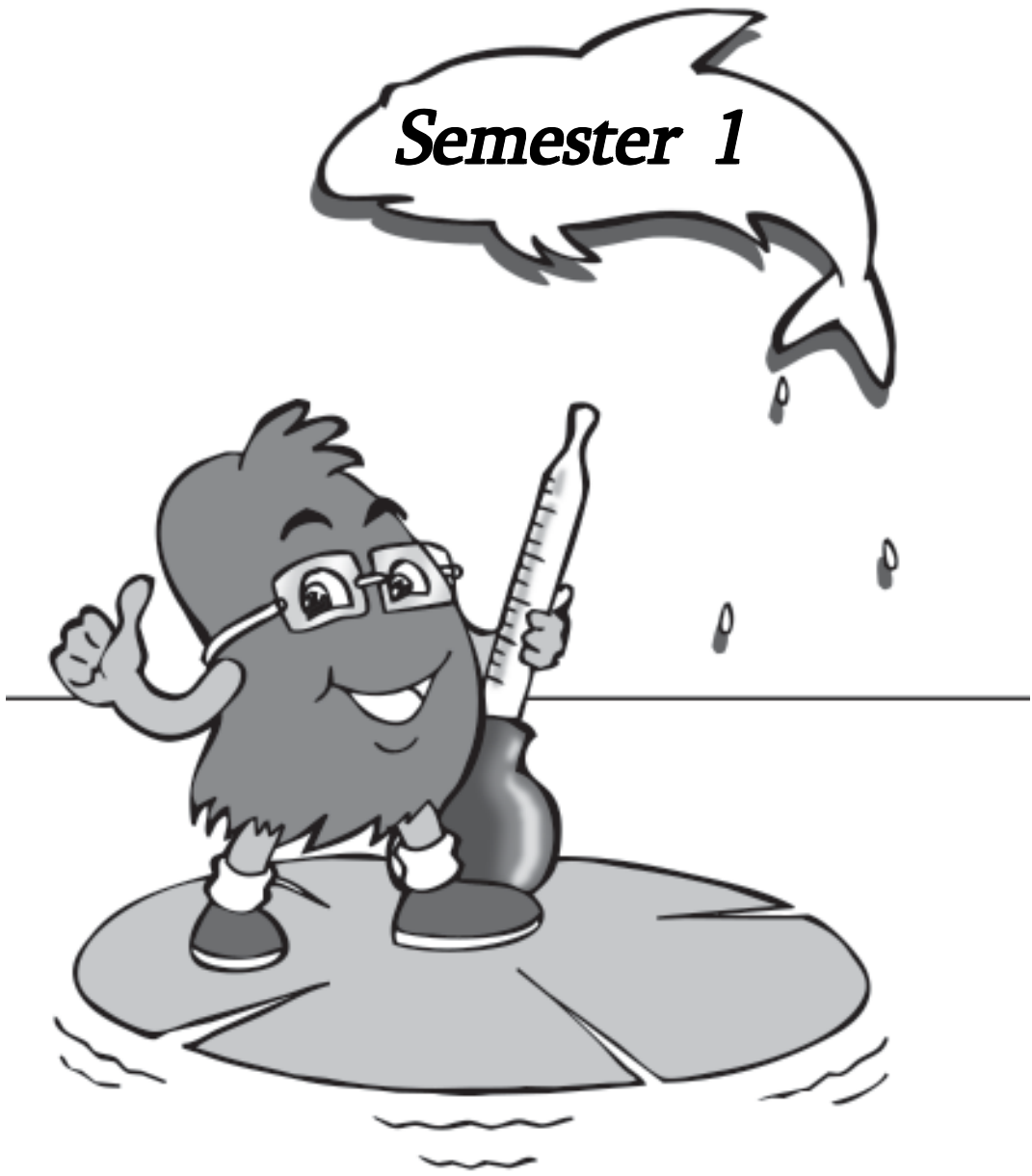
Daftar Isi

Kata Sambutan	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	vi
Semester 1	1
Bab 1 Kerja Ilmiah	3
A. Merencanakan Penelitian Ilmiah	4
B. Melaksanakan Penelitian	8
C. Mengomunikasikan Hasil Penelitian	9
D. Bersikap Ilmiah	12
E. Ruang Lingkup Biologi	13
F. Mikroskop, Bagian-Bagian Mikroskop, dan Cara Menggunakan Mikroskop	21
Rangkuman	24
Uji Kompetensi	25
Bab 2 Klasifikasi Makhluk Hidup	29
A. Tujuan dan Manfaat Klasifikasi	30
B. Proses Klasifikasi Makhluk Hidup	31
C. Tata Nama Binomial	35
D. Macam-Macam Sistem Klasifikasi	37
E. Mengidentifikasi Tumbuhan dan Hewan dengan Kunci Determinasi Sederhana	39
Rangkuman	43
Uji Kompetensi	44
Bab 3 Virus	49
A. Ciri-Ciri Virus	51
B. Struktur Virus	51
C. Cara Hidup Virus	52
D. Perkembangbiakan Virus (Replikasi Virus)	53
E. Peran Virus dalam Kehidupan	56
Rangkuman	62
Uji Kompetensi	63
Bab 4 Monera	67
A. <i>Archaeobacteria</i> dan <i>Eubacteria</i>	68
B. Bakteri	71
C. Ganggang Biru (<i>Cyanobacteria</i>)	79
Rangkuman	81
Uji Kompetensi	83
Bab 5 Protista	87
A. Protista Menyerupai Tumbuhan (Ganggang atau <i>Algae</i>)	89
B. Protista Menyerupai Hewan (<i>Protozoa</i>)	95
C. Protista Menyerupai Jamur	98
Rangkuman	100
Uji Kompetensi	102

Bab 6 Fungi (Jamur)	105
A. Ciri-Ciri Jamur	106
B. Reproduksi Jamur	106
C. Klasifikasi Jamur	107
D. Peranan Jamur bagi Kehidupan Manusia	112
E. Simbiosis Jamur	114
Rangkuman	116
Uji Kompetensi	118
Soal-Soal Ulangan Semester 1	122
Semester 2	127
Bab 7 Keanekaragaman Hayati	129
A. Konsep Keanekaragaman dan Keseragaman	130
B. Tingkat Keanekaragaman Hayati	131
C. Keanekaragaman Hayati di Indonesia	133
D. Kegiatan Manusia yang Memengaruhi Biodiversitas	139
E. Upaya-Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati di Indonesia	143
Rangkuman	148
Uji Kompetensi	149
Bab 8 Dunia Tumbuhan	153
A. Tumbuhan Tidak Berpembuluh	154
B. Tumbuhan Berpembuluh	158
Rangkuman	169
Uji Kompetensi	171
Bab 9 Dunia Hewan	175
A. Hewan Invertebrata	176
B. Hewan Vertebrata	197
Rangkuman	203
Uji Kompetensi	204
Bab 10 Ekosistem	207
A. Satuan-Satuan dalam Ekosistem	208
B. Komponen Penyusun Ekosistem	211
C. Keseimbangan Ekosistem	214
D. Saling Ketergantungan (Interdependensi)	215
Rangkuman	226
Uji Kompetensi	227
Bab 11 Pengaruh Aktivitas Manusia terhadap Perubahan dan Pencemaran Lingkungan	231
A. Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Keseimbangan Lingkungan	232
B. Perubahan Lingkungan dan Faktor-Faktor Penyebabnya	235
C. Pencemaran Lingkungan	236
Rangkuman	255
Uji Kompetensi	256
Soal-Soal Ulangan Semester 2	260
Daftar Pustaka	265
Glosarium	266
Indeks	271



Semester 1



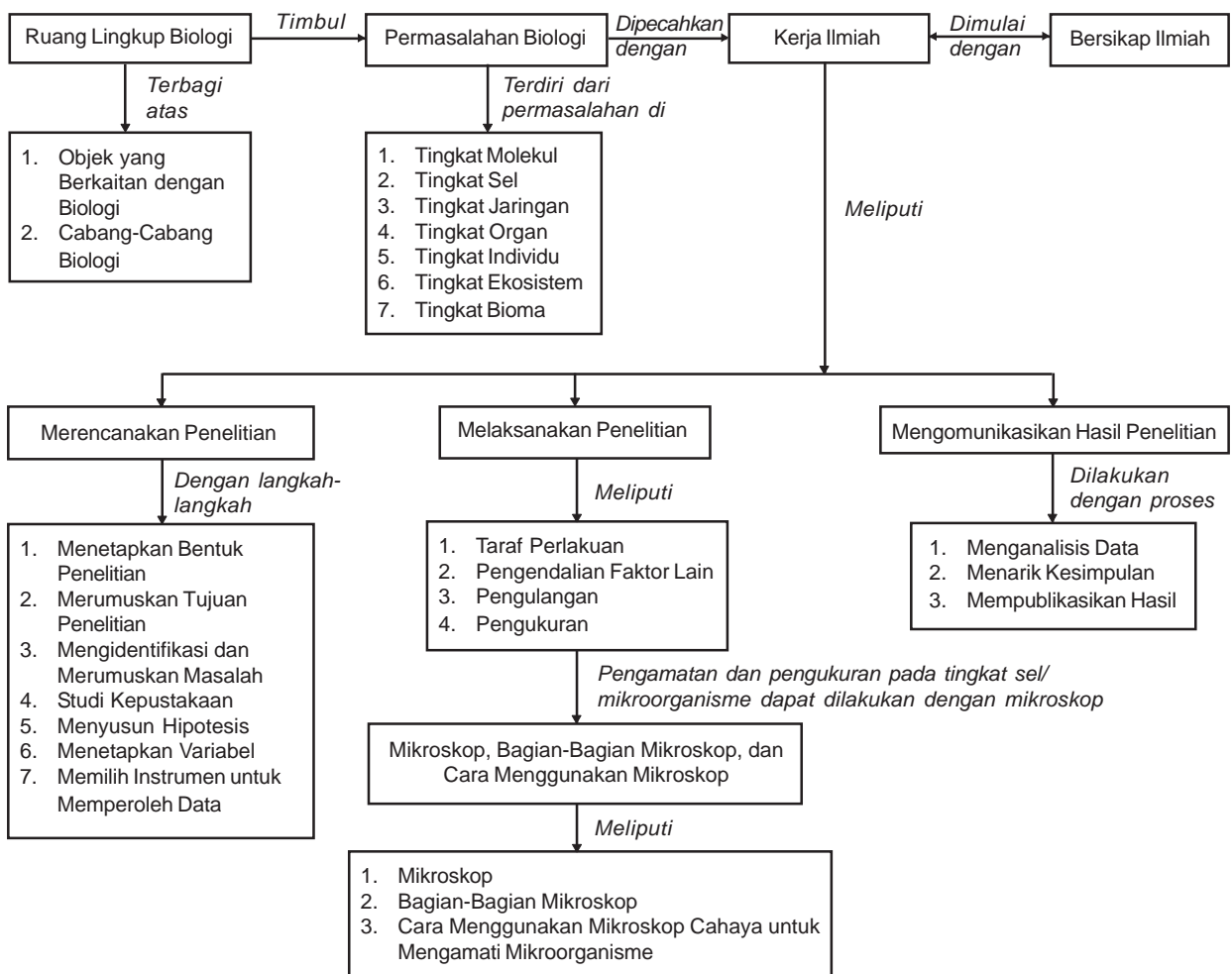
Bab 1

Kerja Ilmiah

Tujuan

- ❶ Mengidentifikasi ruang lingkup biologi
- ❷ Mendeskripsikan objek dan permasalahan biologi pada berbagai tingkat organisasi kehidupan (molekul, sel, jaringan, organ, populasi, ekosistem, dan bioma)

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang kerja ilmiah.





Gambar 1.1 Seorang peneliti sedang bekerja di laboratorium (Sumber: Encarta Encyclopedia, 2005)

Coba kalian perhatikan Gambar 1.1. Seorang peneliti sedang melakukan penelitian di sebuah laboratorium untuk menemukan obat bagi penderita kanker. Untuk menguji penemuannya, peneliti itu menggunakan tikus sebagai objek penelitiannya. Tahukah kalian, mengapa manusia melakukan penelitian? Manusia merupakan makhluk yang istimewa karena manusia dibekali oleh Tuhan sifat ingin tahu. Keingintahuan manusia terhadap permasalahan di sekelilingnya dapat menjurus kepada keingintahuan ilmiah. Misalnya, dari pertanyaan, "Apakah bulan mengelilingi bumi?" atau "Mengapa ayam bertelur?", timbul keinginan untuk mengadakan pengamatan secara sistematis yang akhirnya melahirkan kesimpulan bahwa bulan mengelilingi matahari dan ayam tergolong binatang ovipar.

Pada hakikatnya, dengan keingintahuan ilmiah yang didukung oleh cara berpikir ilmiah serta ditunjang oleh metode yang tepat, akan mampu menghasilkan sebuah kerja ilmiah sehingga akan didapatkan jawaban serta kesimpulan dari keingintahuan tersebut. Metode ini sering disebut dengan *metode ilmiah*.

Kerja ilmiah atau disebut juga penelitian yang menggunakan metode ilmiah berarti pula penyelidikan yang hati-hati dan kritis dalam mencari fakta dan prinsip-prinsip; suatu penyelidikan yang amat cerdas untuk menetapkan sesuatu dan memperoleh kebenaran. Dalam sebuah kerja ilmiah atau penelitian ilmiah, terdapat unsur-unsur penting yang harus dilakukan oleh seorang peneliti, antara lain, merencanakan penelitian, melaksanakan penelitian, mengomunikasikan hasil penelitian, dan mampu bersikap ilmiah.

A. Merencanakan Penelitian Ilmiah

Penelitian merupakan salah satu tahap metode ilmiah yang menggunakan langkah-langkah yang sistematis dan teratur serta berpikir logis. Setiap orang yang melakukan penelitian hendaknya didasarkan pada langkah-langkah yang sistematis. Langkah-langkah sistematis itu standar dan baku. Tahap pertama penelitian biasanya diawali dengan merencanakan penelitian yang terdiri dari pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut.

1. Menetapkan Bentuk Penelitian

Secara garis besar, penelitian dapat dibedakan dari beberapa aspek bagaimana suatu bentuk penelitian dilihat dan dibedakan. Beberapa aspek tinjauan tersebut, antara lain, aspek tujuan dan aspek metode.

a. Aspek Tujuan

Jika mengarah pada perluasan ilmu, disebut penelitian dasar. Jika mengarah pada pemecahan masalah dan untuk mendapatkan manfaat bagi masyarakat, disebut penelitian terapan.

b. Aspek Metode

Berdasarkan aspek metode, bentuk penelitian dibedakan menjadi sebagai berikut.

1) Penelitian Deskriptif (Penelitian Praeksperimen)

Dalam penelitian ini, dilakukan eksplorasi untuk menggambarkan suatu objek tertentu secara jelas dan sistematis yang bertujuan untuk memprediksi gejala yang berlaku atas dasar data yang diperoleh di lapangan.

2) Penelitian Sejarah

Penelitian sejarah hampir mirip dengan penelitian deskriptif. Hal yang membedakan adalah penelitian sejarah memfokuskan pencarian data dengan metode wawancara pada pelaku sejarah, misalnya, para pemimpin yang terlibat dan tokoh-tokoh masyarakat yang berhubungan dengan suatu peninggalan sejarah.

3) Penelitian Survei atau Penelitian Normatif atau Penelitian Status

Dalam penelitian survei, para peneliti menggunakan variabel dan populasi yang luas dengan tujuan sebagai bentuk awal penelitian, mengembangkan eksplorasi objek, dan melakukan klasifikasi terhadap masalah yang akan dipecahkan.

4) Penelitian Eksperimen

Penelitian ini merupakan metode inti dari model penelitian yang ada. Para peneliti eksperimen melakukan tiga persyaratan penelitian, yaitu mengontrol, memanipulasi, dan observasi. Dalam penelitian ini, peneliti juga harus membagi objek yang diteliti menjadi dua grup, yaitu grup perlakuan atau yang memperoleh perlakuan dan grup kontrol yang tidak memperoleh perlakuan. Penelitian ini sering digunakan di bidang IPA, termasuk biologi.

2. Merumuskan Tujuan Penelitian

Setiap melakukan penelitian pasti ada tujuan yang hendak dicapai. Beberapa tujuan penelitian, antara lain, sebagai berikut.

a. *Memperoleh Informasi Baru*

Jika fakta atau teori tersebut baru diungkap dan disusun secara sistematis oleh seorang peneliti, dapat dikatakan bahwa data tersebut baru, contohnya, teori relativitas Einstein, teori geosentris, dan teori-teori yang ditemukan peneliti untuk pertama kalinya.

b. *Mengembangkan dan Menjelaskan Teori yang Sudah Ada*

Ketika para peneliti berusaha memecahkan masalah, perlu dipertimbangkan agar tidak terjadi pengulangan kerja atau penggunaan tenaga yang sia-sia. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mencari fakta-fakta penunjang yang dapat digali dari sumber-sumber hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu, dihubungkan dengan kegiatan penelitian saat ini, kemudian dilakukan pendalaman terhadap permasalahan yang hendak dipecahkan sehingga akan diperoleh perkembangan wawasan pengetahuan. Perhatikan bagan berikut ini!



3. Mengidentifikasi dan Merumuskan Masalah

Pertimbangan untuk memilih atau menentukan apakah suatu masalah layak dan sesuai untuk diteliti pada dasarnya dilakukan dari dua arah.

a. *Pertimbangan dari Arah Masalahnya*

Dalam hal ini, pertimbangan dibuat atas dasar sejauh mana penelitian mengenai masalah tersebut akan memberi sumbangan kepada dua hal berikut ini:

- 1) pengembangan teori dalam bidang yang berhubungan dengan dasar teoritis penelitian;
- 2) pemecahan masalah praktis. Ini berarti bahwa kelayakan suatu masalah untuk diteliti sifatnya relatif, tidak ada kriteria, dan keputusan tergantung kepada ketajaman calon peneliti untuk melakukan evaluasi secara kritis, menyeluruh, dan menjangkau ke depan.

b. Pertimbangan dari Arah Calon Peneliti

Pertimbangan kelayakan sebuah masalah dalam penelitian yang didasarkan pada arah calon peneliti dibuat atas dasar empat hal, yaitu sebagai berikut.

- 1) Biaya yang cukup untuk melakukan penelitian.
- 2) Waktu yang dapat digunakan. Seorang siswa yang waktunya terbatas sebaiknya tidak melakukan penelitian yang memerlukan waktu bertahun-tahun.
- 3) Bekal kemampuan teoritis. Mampukah peneliti melakukan penelitian tersebut? Misalnya, penelitian tentang makhluk hidup yang diberi perlakuan radioaktif. Jika peneliti belum pernah belajar radioaktif, tentu akan sulit mengerjakan penelitian tersebut.
- 4) Alat-alat dan perlengkapan yang tersedia. Seorang siswa yang tidak memiliki peralatan laboratorium yang memadai sebaiknya tidak melakukan penelitian yang memerlukan alat dan perlengkapan yang rumit dan tidak terjangkau.

Jadi, setiap calon peneliti perlu menanyakan kepada diri sendiri, "Apakah masalah yang hendak diteliti sesuai baginya?" Jika tidak, sebaiknya dipilih masalah lain atau masalah itu dimodifikasi sehingga menjadi sesuai baginya.

4. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan dapat berbentuk kajian teoritis yang pembahasannya difokuskan pada informasi sekitar permasalahan penelitian yang hendak dipecahkan. Ada beberapa macam sumber informasi yang dapat digunakan peneliti sebagai bahan studi kepustakaan, di antaranya, sebagai berikut.

a. Jurnal Penelitian

Dalam jurnal ini, beberapa hasil penelitian terpilih diterbitkan sehingga dapat digunakan sebagai acuan bagi perkembangan ilmu pengetahuan yang baru.

b. Buku

Buku merupakan sumber informasi yang sangat penting karena sebagian bidang ilmu yang erat kaitannya dengan penelitian diwujudkan dalam bentuk buku yang ditulis oleh seorang penulis yang berkompeten di bidang ilmunya.

c. Surat Kabar dan Majalah

Media cetak ini merupakan sumber pustaka yang cukup baik dan mudah diperoleh di mana-mana.

d. Internet

Kemajuan teknologi membawa dampak yang sangat signifikan di bidang informasi. Para peneliti dapat langsung mengakses internet dan mendapatkan informasi yang diinginkan dari berbagai negara dengan sangat cepat.

5. Menyusun Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara yang masih bersifat teoritis dan masih perlu diuji kebenarannya secara empiris melalui data yang diperoleh di lapangan. Hipotesis merupakan rangkuman dari kesimpulan-kesimpulan teoritis yang diperoleh dari penelaahan kepustakaan dan dianggap sebagai jawaban yang paling mungkin dan paling tinggi kebenarannya. Ada dua macam hipotesis, yaitu sebagai berikut.

- a. Hipotesis alternatif, yaitu dugaan yang menyatakan ada pengaruh, ada hubungan, atau ada perbedaan antara variabel yang diteliti.
- b. Hipotesis nol, yaitu dugaan yang menyatakan tidak ada pengaruh, tidak ada hubungan, atau tidak ada perbedaan antara variabel yang diteliti.

Sering kali timbul pertanyaan, "Manakah di antara kedua hipotesis itu yang harus dirumuskan sebagai hipotesis penelitian?" Jawabannya tergantung pada landasan teoritis yang digunakan dalam studi kepustakaan. Jika landasan teori mengarahkan penyimpulan ke tidak ada pengaruh atau tidak ada hubungan atau tidak ada perbedaan, hipotesis penelitian yang dirumuskan adalah hipotesis nol. Sebaliknya, jika tinjauan teoritis mengarahkan penyimpulan ke ada pengaruh, ada hubungan, atau ada perbedaan, hipotesis penelitian yang dirumuskan adalah hipotesis alternatif.

6. Menetapkan Variabel

Dalam persiapan metodologis untuk menguji hipotesis penelitian, seorang peneliti harus mengidentifikasi variabel-variabel apa saja yang akan dilibatkan dalam penelitiannya. Semakin sederhana suatu rancangan penelitian, semakin sedikit variabel-variabel yang terlibat di dalamnya, begitu juga sebaliknya. Secara garis besar, variabel terbagi menjadi variabel bebas dan variabel terikat.

Variabel bebas ialah variabel yang memengaruhi variabel yang lain, sedangkan variabel terikat ialah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas.

Tabel 1.1 Hubungan antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat

Pertanyaan	Variabel Bebas	Kata Penghubung	Variabel Terikat	Objek
Adakah pengaruh	Sinar ultraviolet	terhadap	Morfologi tanaman	Kacang polong

7. Pemilihan Instrumen (Alat) untuk Memperoleh Data

Keputusan mengenai alat pengambil data yang akan digunakan terutama ditentukan oleh variabel yang akan diamati atau diambil datanya. Dengan kata lain, alat yang digunakan harus disesuaikan dengan variabelnya. Pertimbangan selanjutnya adalah pertimbangan dari segi kualitas alat, yaitu taraf reliabilitas dan validitas. Pertimbangan lainnya dilihat dari sudut praktis, misalnya, besar kecilnya biaya dan mudah sukarnya mengoperasikan alat tersebut.

Latihan

1. Jika terdapat suatu judul penelitian "Dampak Kenaikan Harga Pupuk Urea terhadap Produksi Padi", dapatkah kalian menentukan variabel terikatnya dan variabel bebasnya? Jelaskan!

2. Mengapa untuk memilih atau menentukan suatu masalah layak atau dan sesuai untuk diteliti harus dilihat dari dua arah?
3. Jelaskan maksud dari tabel di bawah ini!



Tugas

Buatlah suatu perencanaan penelitian untuk memecahkan suatu permasalahan. Permasalahan atau bahan penelitian dapat kalian ambil dari kejadian-kejadian di lingkungan tempat tinggal kalian. Diskusikan dengan kelompok kalian!

B. Melaksanakan Penelitian

Setelah dugaan sementara dirumuskan dan semua tahap perencanaan sudah dilakukan, tahap berikutnya adalah membuktikan hipotesis yang dirumuskan itu benar atau tidak. Pelaksanaan penelitian berfungsi untuk menguji hipotesis yang diajukan dengan didukung oleh bukti empiris yang cukup dari hasil percobaan. Contoh hipotesis ialah adanya pengaruh pemberian pupuk urea terhadap morfologi tanaman kacang tanah. Penelitian yang dilakukan adalah memberikan pupuk urea terhadap tanaman kacang tanah. Akibat yang muncul dari pemberian pupuk urea tersebut dapat diamati. Dalam melakukan penelitian ini, seorang peneliti dihadapkan pada pertanyaan sebagai berikut.

- a. Berapa jumlah pupuk urea yang diberikan pada setiap tanaman?
- b. Berapa umur tanaman yang dijadikan objek penelitian?
- c. Jenis kacang tanah apa yang digunakan dalam penelitian?

1. Taraf Perlakuan

Pertanyaan tentang "Berapa jumlah pupuk urea yang diberikan pada setiap tanaman?" merupakan pertanyaan tentang dosis suatu perlakuan. Variabel bebas merupakan variabel yang dapat "dientangkan" dari suatu dosis ke dosis yang lain. Biasanya, rentangan itu dimulai dari konsentrasi nol ke dosis yang semakin lama semakin meningkat.

Konsentrasi nol (tanpa pemberian pupuk urea) dalam penelitian ini dikenal sebagai kelompok kontrol, sedangkan objek yang diberi perlakuan dikenal sebagai kelompok perlakuan. Banyaknya perlakuan ada 3, 5, atau 10 tingkatan. Perhatikan Tabel 1.2.

Antara dosis pertama dengan dosis berikutnya hendaknya meningkat secara tetap dan sebaiknya dilakukan uji coba terlebih dahulu atau membaca petunjuk pada label jika variabel bebasnya berupa kemasan yang mengandung petunjuk pemakaian.

Tabel 1.2 Jumlah dan Tingkatan Perlakuan

Nama Kelompok	Besar Dosis
Kontrol	P0: tidak diberi pupuk urea
Perlakuan 1	P1: diberi pupuk urea 5 gram
Perlakuan 2	P2: diberi pupuk urea 10 gram
Perlakuan 3	P3: diberi pupuk urea 15 gram

2. Pengendalian Faktor Lain

Jika di dalam suatu penelitian akan dibuktikan pengaruh pemberian pupuk urea, pengaruh faktor lain harus dikendalikan. Caranya adalah dengan memberikan faktor tersebut kepada semua kelompok perlakuan secara sama. Karena sama, pengaruhnya terhadap semua kelompok juga sama, misalnya, pemberian air, banyaknya tanah, besarnya pot, jenis kacang tanah, dan berapa kali harus dipupuk. Semuanya harus sama untuk setiap perlakuan. Dengan kata lain, semua faktor harus diperlakukan sama, kecuali variabel bebas.

3. Pengulangan

Mengurangi kesalahan perlakuan yang sama harus diulang pada individu atau kelompok yang lain. Jumlah individu atau kelompok yang diberi perlakuan yang sama tersebut dinamakan sampel.

Dalam penelitian, sampel akan dianggap cukup jika setiap perlakuan dikenakan terhadap minimal 5 individu. Ini berarti, setiap perlakuan diulang lima kali dalam penelitian tersebut. Perhatikan Tabel 1.3.

Di dalam sebuah penelitian, semakin banyak ulangan (berarti semakin besar jumlah sampel), semakin akurat hasilnya.

Tabel 1.3 Besarnya Ulangan dan Sampel

Ulangan ke-	P0	P1	P2	P3
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
Jumlah Individu	5	5	5	5

Jumlah Sampel: 20

4. Pengukuran

Penelitian memerlukan pengamatan dan pengukuran agar diperoleh data kuantitatif yang akurat. Alat ukur yang digunakan harus standar dan sesuai. Misalnya, untuk mengukur tinggi tanaman dapat digunakan meteran, tetapi untuk mengamati klorofil daun, digunakan mikroskop.

Hasil pengamatan dan pengukuran dinamakan data. Untuk selanjutnya, data tersebut dicatat secara runtut dan terperinci, kemudian dilanjutkan dengan analisis data.

C. Mengomunikasikan Hasil Penelitian

Termasuk di dalam pekerjaan pengomunikasian hasil penelitian adalah pengolahan data melalui suatu proses analisis data, kemudian melakukan pembahasan dari hasil analisis yang diperoleh dan menyajikannya dalam bentuk diagram, grafik, atau tabel agar mudah dipahami oleh pembaca dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan. Setelah itu, tahap berikutnya adalah mempublikasikan hasil penelitian tersebut dalam bentuk jurnal, buku, majalah, atau seminar.

1. Menganalisis Data

Analisis data merupakan pekerjaan yang rumit. Jika dianalisis secara tuntas dan menyeluruh, diperlukan alat analisis yang berupa statistik. Untuk siswa SMA yang baru berlatih penelitian, tidak perlu melakukan

uji statistik. Data yang diperoleh dianalisis secara sederhana dengan cara dicatat, kemudian dicari rata-ratanya tiap perlakuan, selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik. Hasil rata-rata tersebut dijadikan pedoman untuk menarik kesimpulan.

2. Menarik Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan atas dasar pembahasan yang menyeluruh terhadap hasil penelitian. Dalam pembahasan, hasil penelitian dibandingkan dengan landasan teori yang telah disusun melalui studi kepustakaan. Ada dua kemungkinan kesimpulan. Pertama, hipotesis diterima yang berarti hasil penelitian sesuai dengan dugaan sementara. Kemungkinan kedua, hipotesis ditolak yang berarti hasil penelitian tidak sesuai dengan dugaan sementara.

Penelitian yang baik tidak ditentukan oleh diterima atau tidaknya hipotesis. Semua hasil penelitian baik dan layak dipublikasikan jika dilakukan sesuai dengan prosedur ilmiah.

3. Mempublikasikan Hasil

Biasanya, setelah melakukan penelitian, para peneliti membuat laporan, kemudian laporan tersebut diterbitkan dalam bentuk jurnal ilmiah yang dipublikasikan, ditulis dalam bentuk buku, atau diseminarkan di depan media dan publik.

Untuk siswa SMA, laporan dapat dipublikasikan melalui majalah siswa yang terbit di sekolah, ditempelkan di majalah dinding, atau diseminarkan dengan mengundang siswa dari sekolah lain, bahkan dapat juga dikirimkan untuk lomba Penelitian Ilmiah Tingkat SMA.

Contoh Laporan Penelitian

Judul:

Pengaruh pemberian pupuk urea terhadap morfologi tanaman kacang tanah

Permasalahan:

Adakah pengaruh pemberian pupuk urea terhadap morfologi tanaman kacang tanah?

Kerangka Berpikir:

Pupuk urea sangat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman karena mengandung unsur-unsur penting yang dibutuhkan oleh tanaman. Jika tanaman diberi pupuk urea yang sesuai dengan kebutuhannya, tanaman kacang tanah dapat tumbuh dengan subur. Hal ini dapat diamati pada morfologi tanaman seperti tinggi tanaman \times jumlah daun.

Variabel:

Variabel bebas : jumlah pupuk urea yang diberikan pada tanaman kacang tanah.

Variabel terikat : morfologi tanaman kacang tanah seperti tinggi.

Variabel kontrol: tanah, air, dan suhu.

Alat dan Bahan:

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. pot, | 6. biji kacang tanah, |
| 2. <i>polybag</i> kecil, | 7. air, |
| 3. cetok, | 8. pupuk organik (kompos), |
| 4. pupuk urea, | 9. pasir, dan |
| 5. sendok, | 10. tanah. |

Langkah-Langkah Penelitian:

1. Menyiapkan *polybag* kecil untuk 3 perlakuan dan 1 kontrol. Masing-masing 5 kali pengulangan. Jadi, jumlahnya 20 *polybag*.
2. Tiap-tiap *polybag* diisi dengan kerikil di bagian bawah, ditambah campuran pupuk organik dan pasir dengan perbandingan 1 : 1.
3. Menyiapkan biji kacang tanah.
4. Memasukkan satu biji kacang tanah ke dalam tiap-tiap *polybag*.
5. Setelah tanaman berumur 1 minggu, berilah pupuk urea ke dalam *polybag* dengan jumlah yang berbeda untuk setiap perbedaannya. Perlakuan 1 : 5 gram urea dengan 5 kali pengulangan. Perlakuan 2 : 10 gram urea dengan 5 kali pengulangan. Perlakuan 3 : 15 gram urea dengan 5 kali pengulangan.
6. Ukurlah tinggi tanaman pada tiap-tiap perlakuan.
7. Letakkan *polybag* yang berisi kacang tanah tersebut di tempat yang mendapatkan sinar matahari.
8. Siramlah setiap hari, pagi dan sore, dan hindarkan dari gangguan penyakit.
9. Apakah ada perbedaan tinggi tanaman antara perlakuan 1 sampai perlakuan 3?
10. Bagaimana jika tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol? Apakah ada perbedaan?
11. Buatlah grafik perbandingan?
12. Tariklah suatu kesimpulan!

Perhatikan dan isilah tabel pengamatan hasil pengukuran tinggi tanaman kacang tanah seperti di bawah ini, lalu buatlah simpulannya! Kerjakan di buku tugasmu!

Jumlah Pupuk Urea (Gram)	Tinggi Tanaman			Rata-rata
	1	2	3	
0
5
10
15

Latihan

1. Apakah yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian?
2. Mengapa perlu dilakukan pengulangan dalam suatu penelitian?
3. Sebutkan tujuan dari pengukuran variabel!
4. Apa sajakah yang termasuk dalam pekerjaan mengomunikasikan hasil penelitian?
5. Alat atau sarana apa yang dapat digunakan untuk publikasi hasil penelitian?

Tugas

1. Buatlah satu proposal yang di dalamnya mengandung judul, permasalahan, identifikasi variabel, hipotesis, dan pelaksanaan penelitian. Diskusikan dengan kelompok kalian!
2. Carilah salah satu hasil penelitian yang dipublikasikan dari jurnal penelitian yang ada di perpustakaan sekolah. Diskusikan dengan teman kalian, bagaimanakah dampak atau hasil penelitian itu terhadap kesejahteraan rakyat!

D. Bersikap Ilmiah

Sikap ilmiah yang dimaksud adalah sikap yang seharusnya dimiliki oleh seorang peneliti. Untuk dapat melalui proses penelitian yang baik dan hasil yang baik pula, peneliti harus memiliki sifat-sifat berikut ini.

1. *Mampu Membedakan Fakta dan Opini*

Fakta adalah suatu kenyataan yang disertai bukti-bukti ilmiah dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya, sedangkan opini adalah pendapat pribadi dari seseorang yang tidak dapat dibuktikan kebenarannya sehingga di dalam melakukan studi kepustakaan, seorang peneliti hendaknya mampu membedakan antara fakta dan opini agar hasil penelitiannya tepat dan akurat serta dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.

2. *Berani dan Santun dalam Mengajukan Pertanyaan dan Argumentasi*

Peneliti yang baik selalu mengedepankan sifat rendah hati ketika berada dalam satu ruang dengan orang lain. Begitu juga pada saat bertanya, berargumentasi, atau mempertahankan hasil penelitiannya akan senantiasa menjunjung tinggi sopan santun dan menghindari perdebatan secara emosi. Kepala tetap dingin, tetapi tetap berani mempertahankan kebenaran yang diyakininya karena yakin bahwa pendapatnya sudah dilengkapi dengan fakta yang jelas sumbernya.

3. *Mengembangkan Keingintahuan*

Peneliti yang baik senantiasa haus menuntut ilmu, ia selalu berusaha memperluas pengetahuan dan wawasannya, tidak ingin ketinggalan informasi di segala bidang, dan selalu berusaha mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan yang semakin hari semakin canggih dan modern.

4. *Kepedulian terhadap Lingkungan*

Dalam melakukan penelitian, peneliti yang baik senantiasa peduli terhadap lingkungannya dan selalu berusaha agar penelitian yang dilakukannya membawa dampak yang positif bagi lingkungan dan bukan sebaliknya, yaitu justru merusak lingkungan. Semua usaha dilakukan untuk melestarikan lingkungan agar bermanfaat bagi generasi selanjutnya.

5. *Berpendapat secara Ilmiah dan Kritis*

Pendapat seorang peneliti yang baik selalu bersifat ilmiah dan tidak mengada-ada tanpa bukti yang dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya. Di samping itu, peneliti juga harus kritis terhadap permasalahan yang terjadi dan berkembang di sekitarnya.

6. *Berani Mengusulkan Perbaikan atas Suatu Kondisi dan Bertanggung Jawab terhadap Usulannya*

Peneliti yang baik senantiasa berani dan bertanggung jawab terhadap konsekuensi yang harus dihadapinya jika sudah mengusulkan sesuatu. Usulan tersebut selalu diembannya dengan baik dan dilaksanakan semaksimal mungkin, kemudian diwujudkan dalam bentuk nyata sehingga hasilnya dapat dinikmati oleh orang lain.

7. *Bekerja Sama*

Dalam kehidupan sehari-hari, peneliti yang baik mampu bekerja sama dengan orang lain dan tidak individualis atau mementingkan diri sendiri. Ia meyakini bahwa dirinya tidak dapat hidup tanpa bantuan orang lain sehingga keberadaannya senantiasa diharapkan oleh orang lain.

8. *Jujur terhadap Fakta*

Peneliti yang baik harus jujur terhadap fakta dan tidak boleh memanipulasi fakta demi kepentingan penelitiannya karena penelitian yang baik harus berlandaskan pada studi kepustakaan yang benar agar kelak jika orang lain melakukan penelitian yang sama, didapatkan hasil yang sama pula. Apa pun fakta yang diperolehnya, ia harus yakin bahwa itulah yang sebenarnya.

9. *Tekun*

Sebuah penelitian kadang kala memerlukan waktu yang pendek untuk menghasilkan sebuah teori, tetapi kadang kala memerlukan waktu yang sangat lama, bahkan bertahun-tahun. Seorang peneliti yang baik harus tekun dalam penelitian yang dilakukannya, tidak boleh malas, mudah jenuh, dan ceroboh, juga harus rajin, bersemangat, serta tidak mudah putus asa. Dengan demikian, ia akan mendapatkan hasil yang memuaskan.

Latihan

1. Mengapa seorang peneliti harus bersikap ilmiah?
2. Sebutkan beberapa sikap ilmiah yang harus dimiliki oleh seorang peneliti! Mengapa seorang peneliti harus memiliki sikap ilmiah?
3. Jelaskan perbedaan fakta dan opini!
4. Mengapa seorang peneliti harus dapat membedakan antara fakta dan opini?
5. Apakah kemampuan bekerja sama juga harus dimiliki oleh seorang peneliti?

Tugas

Temukan suatu masalah di sekitar tempat tinggal kalian, kemudian atasilah masalah tersebut dengan sikap ilmiah! Diskusikan dengan teman kalian. Tempelkan hasilnya pada papan pengumuman sekolah!

Contoh masalah:

1. Mengapa tanaman cabai tiba-tiba layu?
2. Mengapa badan Budi panas?
3. Mengapa air sungai berwarna kehitaman?
4. Mengapa tanaman eceng gondok di perairan dekat sawah populasinya semakin meningkat?

Dapatkan kalian mencari dan menemukan masalah lain?

E. Ruang Lingkup Biologi



Gambar 1.2 Pemandangan yang indah dan sejuk di daerah pegunungan
(Sumber: Koleksi pribadi)

Coba kalian perhatikan Gambar 1.2. Apa yang dapat kalian simpulkan setelah melihat gambar tersebut? Alam yang indah dengan seluruh komponen pendukungnya. Semua terlihat hidup dan membuat manusia tertarik untuk mengetahui lebih jauh mengenai alam dan kehidupan yang ada di dalamnya.

Sejak dilahirkan di muka bumi ini, manusia bersentuhan dengan alam. Persentuhan dengan alam menimbulkan pengalaman. Alam memberikan rangsangan kepada manusia melalui pancaindra. Pancaindra merupakan alat komunikasi antara alam dengan manusia yang membuahkan pengalaman. Pengalaman tersebut sedikit demi sedikit bertambah karena

1. Objek Biologi

manusia ingin mendapatkan jawaban atas pertanyaan yang hakiki, yaitu apa, bagaimana, dan mengapa, baik atas kehadirannya di dunia ini maupun atas segala benda yang ada di sekitarnya. Manusia secara sadar atau tidak akan mengadakan reaksi terhadap rangsangan alam. Pengalaman dan keingintahuan mengenai dirinya sendiri dan kehidupan yang ada di sekelilingnya itulah yang memungkinkan lahirnya sebuah ilmu yang berkaitan dengan hal tersebut, yaitu ilmu pengetahuan alam.

Alam sebagai objek penyelidikan mempunyai aspek yang sangat luas, misalnya, fisik, biologis, psikologis, dan ekonomis.

Biologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *bio* yang berarti hidup dan *logos* yang berarti ilmu pengetahuan. Dengan demikian, biologi diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang hidup dan kehidupan. Objek dari biologi adalah semua makhluk hidup, mulai dari tingkat atom, molekul, sel, jaringan, organ, individu, populasi, ekosistem, sampai bioma.

Pada tingkat molekul, biologi mempelajari berbagai macam struktur dan ciri molekul yang berperan dalam reaksi penyusunan dan pembongkaran. Molekul-molekul tersebut saling berhubungan dalam membentuk sel. Sel bergabung menyusun jaringan dan beberapa jaringan menyusun organ. Sistem organ bergabung menyusun tubuh makhluk hidup (individu).

Setiap individu saling berhubungan membentuk sekumpulan individu sejenis yang disebut *populasi*. Sekumpulan populasi yang saling berhubungan satu dengan yang lain akan membentuk *komunitas*. Komunitas dengan lingkungan abiotik menyusun *ekosistem*. Gabungan berbagai ekosistem akan membentuk *bioma*. Hubungan antarbioma di permukaan bumi akan membentuk *biosfer*.

Menurut *Biological Science Curriculum Study* (BSCS), biologi memiliki objek berupa kingdom (kerajaan), yaitu *Animalia* (hewan), *Plantae* (tumbuhan), dan *Protista* (makhluk hidup mirip hewan atau mirip tumbuhan). Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi, objek biologi yang semula hanya dibagi menjadi 3 kingdom berkembang menjadi 5 kingdom, yaitu *Animalia*, *Plantae*, *Fungi*, *Protista*, dan *Monera*. Bahkan saat ini, makhluk hidup dikelompokkan menjadi 6 kingdom, yaitu *Animalia*, *Plantae*, *Fungi*, *Protista*, *Archaeobacteria*, dan *Eubacteria*.

Untuk lebih mengenal karakteristik dari tiap-tiap kingdom tersebut, lakukan Kegiatan 1.1 dan 1.2!

Kegiatan 1.1



Pengamatan Kingdom *Animalia*, *Plantae*, dan Jamur (*Fungi*)

Tujuan:

Mengamati berbagai makhluk hidup makroskopis yang tergolong dalam kingdom *Animalia*, *Plantae*, dan *Fungi*.

Alat dan Bahan:

Buku catatan

Cara Kerja:

1. Lakukan pengamatan di halaman sekolah kalian. Identifikasikan berbagai jenis makhluk hidup yang ada!
2. Dari berbagai macam makhluk hidup yang ada, lakukan klasifikasi berdasar ciri-ciri umumnya ke dalam tingkat kingdom!
3. Catat dalam tabel pengamatan seperti di bawah ini!

No.	Ciri-Ciri atau Karakteristik	Kingdom
1.
2.
3.

4. Dapatkah kalian menyebutkan perbedaan ciri-ciri antara hewan, tumbuhan, dan jamur?

Kegiatan 1.2**Pengamatan Kingdom *Monera* dan *Protista*****Tujuan:**

Mengamati makhluk hidup mikroskopis yang tergolong dalam *Protista* dan *Monera*.

Alat dan Bahan:

1. mikroskop dan perlengkapannya,
2. pipet tetes,
3. air kolam atau air selokan,
4. kentang busuk,
5. tusuk gigi, dan
6. botol.

Cara Kerja 1:

1. Siapkan mikroskop dan perlengkapannya!
2. Ambillah air kolam atau selokan, lalu masukkan ke dalam botol, kemudian bawa ke laboratorium sekolah kalian!
3. Dengan menggunakan pipet, ambillah satu tetes air kolam atau selokan, kemudian amati di bawah mikroskop. Jangan lupa untuk mengatur perbesaran agar kalian dapat melihat sesuatu dengan jelas!

Pengamatan:

1. Dapatkah kalian menyebutkan karakteristik makhluk hidup yang kalian amati?
2. Termasuk dalam kingdom apakah makhluk hidup tersebut?

Cara Kerja 2:

1. Usaplah bagian yang berlendir dari kentang busuk, usapkan di atas kaca benda!
2. Amati di bawah mikroskop! Atur perbesaran sehingga kalian dapat melihat sesuatu dengan jelas!

Pengamatan:

1. Bagaimana karakteristik makhluk hidup yang kalian amati?
2. Tergolong dalam kingdom apa?

Setelah melakukan kegiatan tersebut, apakah kalian dapat mendeskripsikan karakteristik tiap-tiap kingdom yang ada? Mari kita deskripsikan bersama karakteristik dari tiap-tiap kingdom yang ada. Untuk lebih mudah mempelajarinya, perhatikan Tabel 1.1!

Tabel 1.1 Perbedaan Karakteristik Berbagai Kingdom

No.	Kingdom	Karakteristik	Contoh Makhluk Hidup
1.	<i>Animalia</i>	Multiseluler, eukariotik, bersifat heterotrof, dan bergerak bebas.	Lebah, cacing, laba-laba, burung, dan orang utan.
2.	<i>Plantae</i>	Multiseluler, eukariotik, bersifat autotrof, dan tidak dapat bergerak bebas.	Bunga sepatu, melati, melinjo, padi, pisang, dan mangga.
3.	<i>Fungi</i>	Uniseluler atau multiseluler, eukariotik, mencari makan dengan menyerap (absorpsi), dan parasit atau saprofit	Jamur merang, jamur kuping, jamur tempe, dan ragi tapai.
4.	<i>Protista</i>	Uniseluler, eukariotik, dan bersifat autotrof atau heterotrof	<i>Amoeba</i> , <i>Paramecium</i> , dan <i>Euglena</i> .
5.	<i>Monera</i>	Uniseluler, prokariotik, dan bersifat autotrof atau heterotrof	Bakteri dan ganggang biru.

Keterangan:

- a. Uniseluler ialah makhluk hidup bersel satu dan tidak dapat dilihat secara langsung. Kita dapat melihatnya dengan mikroskop. Fungsi kehidupan dilakukan oleh bagian-bagian penyusun sel itu sendiri.
- b. Multiseluler ialah makhluk hidup bersel banyak, dapat dilihat secara langsung tanpa bantuan mikroskop, dan tubuhnya sudah mengalami pembagian tugas yang baik.
- c. Eukariotik ialah makhluk hidup yang memiliki membran inti sel sehingga inti sel tidak bercampur dengan sitoplasma (cairan sel).
- d. Prokariotik ialah makhluk hidup yang belum memiliki membran inti sel sehingga bahan-bahan inti sel bercampur dengan sitoplasma.
- e. Heterotrof ialah makhluk hidup yang mengambil bahan organik dari makhluk hidup lain dan tidak dapat membentuk bahan organik sendiri.
- f. Autotrof ialah makhluk hidup yang dapat menyediakan bahan organik sendiri melalui proses fotosintesis. Makhluk hidup ini dicirikan dengan adanya klorofil atau kemampuan menguraikan bahan-bahan kimia sebagai energi dalam pembentukan bahan organik.

Mulanya, biologi masih terbatas pada pengamatan dan pencatatan terhadap gejala-gejala alam. Selanjutnya, kegiatan tersebut bertambah dengan cara memberikan dan menjelaskan berlangsungnya gejala-gejala alam tersebut yang bersifat kualitatif. Dapat dikatakan, biologi masih bersifat kualitatif. Misalnya, pengamatan yang dilakukan Aristoteles mengenai alam semesta. Aristoteles mencatat bahwa tiap-tiap benda langit memiliki garis edar sendiri. Namun, Aristoteles belum dapat menjawab pertanyaan, "Mengapa benda-benda langit, termasuk bumi, tidak jatuh?"

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, biologi berkembang menjadi simulatif dan kuantitatif, ibarat pohon yang rindang, maka ranting dan cabangnya juga semakin banyak. Kini biologi memiliki cabang-cabang ilmu yang semakin spesifik dengan objek kajian yang semakin khusus. Dari ilmu mengenai tumbuhan, muncul cabang ilmu fisiologi tumbuhan, morfologi tumbuhan, anatomi tumbuhan, dan sebagainya.

2. Permasalahan Biologi

Perhatikan kembali Gambar 1.2! Gambar 1.2 menunjukkan ruang lingkup biologi, objek-objek biologi yang saling berhubungan mulai dari tingkatan molekuler, sel, jaringan, organ, individu, populasi, komunitas, ekosistem, hingga tingkatan bioma.

Marilah kita pelajari permasalahan yang ada dalam setiap tingkatan pada ruang lingkup biologi.

a. Tingkat Molekul

Di tingkat molekuler, dipelajari struktur subselular (organel). Molekul dapat dibedakan menjadi makromolekul yang lebih sederhana hingga atom-atom (proton, neutron, dan elektron) yang membangunnya. Dalam setiap tubuh makhluk hidup, selalu mengandung atom karbon (C = carbon), hidrogen (H), dan oksigen (O) dalam tubuhnya. Sekumpulan atom-atom akan membentuk molekul-molekul yang disebut molekul organik. Ada empat golongan molekul organik, yaitu molekul lipid, protein, karbohidrat, dan asam nukleat. Interaksi antarmolekul-molekul tersebut akan membentuk organel yang memiliki fungsi tertentu. Selanjutnya, interaksi tersebut membentuk organisasi tingkat sel.

Contoh permasalahan biologi yang dapat muncul di tingkat molekuler adalah virus. Meskipun virus hanya tersusun dari protein dan molekul asam nukleat, virus dapat berkembang biak dan menyebabkan penyakit. Selanjutnya, virus dimasukkan dalam kelompok tersendiri. Masalah virus akan dibahas dalam kajian tersendiri di Bab 3.

b. Tingkat Sel

Sel adalah tingkat organisasi di atas molekuler. Semua makhluk hidup tersusun oleh sel, ada yang bersel satu atau bersel banyak. Sel sebagai unit fungsional dan struktural terkecil bagi makhluk hidup bersel banyak selalu memperlihatkan ciri-ciri hidup, di antaranya, sebagai berikut:

1. dapat berkembang biak atau menghasilkan keturunan;
2. dapat menghasilkan energi melalui serangkaian proses respirasi sel dalam mitokondria;
3. memberikan respons atau tanggapan terhadap rangsang;
4. melakukan pencernaan intraseluler (*digestive*) dan pengeluaran (ekskresi);
5. tumbuh dan berkembang. Sel-sel anak hasil pembelahan sel (mitosis) akan tumbuh hingga mencapai ukuran tertentu, kemudian mulai berkembang dan berdiferensiasi atau berspesialisasi (berubah bentuk menurut fungsi-fungsi tertentu).

Permasalahan biologi dapat muncul pada tingkat sel, antara lain, adanya perbedaan struktur sel hewan dan struktur sel tumbuhan. Pada kenyataannya, terdapat perbedaan antara sel hewan dan sel tumbuhan. Perhatikan gambar sel hewan dan sel tumbuhan di samping! Dapatkah kalian menemukan perbedaannya? Struktur sel hewan dan sel tumbuhan selengkapnya akan kita bahas di kelas XI pada Program Studi Ilmu Alam.

c. Tingkat Jaringan

Tingkat organisasi setelah sel adalah jaringan. *Jaringan* adalah kumpulan sel-sel yang bentuknya sama untuk melaksanakan suatu fungsi tertentu. Beberapa jaringan dasar penyusun tubuh hewan, antara lain, jaringan, seperti *epitelium*, *otot*, *ikat*, *tulang*, dan *saraf*. Sementara itu,

jaringan pada tumbuhan, antara lain, *epidermis*, *parenkima*, *kolenkima*, *sklerenkima*, *endodermis*, *xilem*, dan *floem*. Jaringan epidermis tersusun atas sel-sel pipih dan susunannya rapat sehingga jaringan epidermis memiliki fungsi sebagai pelindung. Bagaimana dengan jaringan parenkim? Kalian tidak perlu mencari jawabannya karena selengkapnya akan dibahas di kelas XI.

Contoh permasalahan biologi yang muncul pada tingkat jaringan adalah cara jaringan otot dapat berkontraksi sehingga menggerakkan tulang. Untuk lebih memahami tentang jaringan, lakukan Kegiatan 1.3!

Kegiatan 1.3



Jaringan Epidermis Daun

Tujuan:

Mengamati struktur anatomi jaringan epidermis daun.

Alat dan Bahan:

1. *aquades*,
2. silet,
3. kaca benda dan penutupnya, dan
4. mikroskop dan daun *Rhoeo discolor*.

Cara Kerja:

1. Siapkan daun *Rhoeo discolor*. Buatlah sayatan tipis pada lapisan bawah daunnya atau kelupaslah secara perlahan-lahan.
2. Letakkan hasil sayatan tersebut pada kaca benda, tetesi dengan setetes *aquades*, lalu tutup dengan kaca penutup. Usahakan jangan sampai ada gelembung udara yang masih terperangkap.
3. Letakkan preparat tersebut di meja mikroskop cahaya. Amati mulai dari perbesaran lemah sampai kuat. Amati jaringan epidermis daun dan sel-sel stomatanya.
4. Gambarlah hasil pengamatan kalian pada buku kerja dan beri keterangan gambarnya!
5. Buatlah laporan hasil kerja ilmiah!

d. Tingkat Organ

Sekumpulan jaringan bekerja sama dalam membentuk *organ*. Coba kalian sebutkan, organ apa saja yang kalian miliki? Manakah yang termasuk ke dalam organ luar dan manakah yang termasuk organ dalam? Organ dalam, misalnya, usus halus. Usus halus tersusun oleh beberapa macam jaringan yang masing-masing membentuk fungsi tertentu, yaitu jaringan, seperti epitelium, ikat, otot polos, dan saraf. Struktur kompleks usus halus ini mempunyai satu fungsi, yakni untuk mencerna dan menyerap sari-sari makanan.

Contoh permasalahan biologi di tingkat organ adalah infeksi usus halus. Bagaimana akibat yang ditimbulkan dari infeksi di usus halus?

Sekumpulan organ yang bekerja sama akan membentuk suatu sistem untuk menjalankan fungsi tertentu yang disebut dengan *sistem organ*. Manusia dan hewan memiliki berbagai sistem organ, tetapi tumbuhan tidak memiliki sistem organ.

Contoh sistem organ adalah sistem pencernaan yang tersusun dari organ mulut, esofagus, lambung, usus halus, usus besar, rektum, dan anus. Fungsi sistem pencernaan adalah mencerna makanan secara mekanik dan secara kimiawi sehingga bahan makanan yang kita makan

menjadi sari-sari makanan, diserap usus, dan diedarkan ke seluruh tubuh sebagai bahan pembentuk energi untuk aktivitas. Pernahkah kalian merasa lapar? Setelah makan, apa yang kalian rasakan? Tubuh menjadi lebih segar dan berenergi kembali. Berbagai sistem organ bersatu hingga membentuk suatu makhluk hidup yang hidup.

Contoh permasalahan biologi di tingkat sistem organ adalah kasus pemisahan bayi kembar siam dengan pemisahan organ perut yang salah satu bayinya tidak memiliki salah satu bagian dalam sistem pencernaan. Bagaimana pemecahannya? Carilah jawabannya melalui berita-berita di koran, majalah, atau internet mengenai kasus kembar siam!

e. Tingkat Individu atau Makhluk Hidup

Satu-satuan makhluk hidup disebut *individu*. Individu adalah satuan makhluk hidup tunggal. Dapatkah kalian hitung, ada berapa individu dalam kelasmu? Jika jumlah siswanya ada 30 orang, ditambah dengan satu orang guru, ada berapa jumlah individu tersebut? Setiap individu tidak dapat hidup sendiri. Mereka hidup bersama-sama dengan individu lain yang sejenis atau tidak sejenis.

f. Tingkat Populasi

Tingkat selanjutnya adalah populasi. Masih ingatkah kalian apa arti populasi? *Populasi* artinya kumpulan dari individu sejenis yang secara bersama menempati suatu habitat. Bagaimana kalian dapat mengetahui bahwa individu-individu itu sejenis? Sejenis atau spesiesnya sama ditandai dengan adanya kemampuan untuk mengadakan perkawinan dan menghasilkan keturunan yang fertil (subur). Dengan demikian, dalam kelas kalian yang berisi 31 individu, terdapat berapa populasikah? Jawabnya, ada satu populasi, yaitu populasi manusia.

Contoh permasalahan biologi yang dapat muncul di tingkat populasi adalah budi daya ikan mas. Untuk budi daya ikan mas, kita memerlukan individu-individu sejenis yang memiliki sifat unggul sehingga hasil perkawinan di antara ikan mas adalah keturunan yang fertil.

g. Tingkat Ekosistem

Satu tingkat di atas populasi adalah komunitas. *Komunitas* adalah kumpulan beberapa populasi yang tinggal bersama pada suatu wilayah tertentu. Dapatkah kalian menemukan komunitas di sekolahmu? Mari kita lakukan Kegiatan 1.4!

Kegiatan 1.4



Menghitung Jumlah Individu, Populasi, dan Menentukan Jenis Ekosistem

Tujuan:

Menghitung jumlah individu dalam satu populasi, jumlah populasi dari komunitasnya, dan dapat menentukan jenis ekosistem.

Alat dan Bahan:

1. tumbuhan-tumbuhan di kebun sekolah,
2. halaman sekolah,
4. alat tulis, dan
5. kolam sekolah.

Cara Kerja:

1. Buatlah kelompok-kelompok kecil yang terdiri dari 4–5 orang siswa.
2. Pergilah ke kebun, halaman, atau kolam di sekolahmu!
3. Amatilah berbagai makhluk hidup yang hidup di dalamnya! Catat dan hitung jumlah individu tiap-tiap jenis yang ada!
4. Ada berapa macam populasi yang terbentuk? Ada berapa individu pada tiap-tiap populasi? Apakah kalian menemukan komunitas?
5. Catat pula faktor abiotik yang dominan, tentukan macam ekosistem yang terbentuk!
6. Buatlah laporan secara kelompok! Lalu presentasikan hasil laporanmu di depan teman-teman sekelasmu secara bergantian!

Dari kegiatan yang kalian lakukan, tentukanlah jenis ekosistemnya. Tahukah kalian apakah ekosistem itu? *Ekosistem* merupakan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Kita mengenal beberapa macam ekosistem, misalnya, ekosistem dataran rendah, ekosistem pegunungan, ekosistem perairan tawar, dan ekosistem laut.

Permasalahan yang muncul di tingkat ekosistem, antara lain, tanah longsor, tercemarnya air sungai, dan penebangan liar di hutan. Keadaan ini dapat mengakibatkan matinya tumbuhan dan hewan-hewan yang hidup di dalamnya. Selain itu, juga dapat merusak habitat dan struktur tanah serta perubahan suhu yang disebabkan berkurangnya tumbuhan hijau.

h. Tingkat Bioma

Ekosistem-ekosistem tersebut akan membentuk *bioma*. Menurut garis lintang, kita mengenal 6 macam bioma, mulai dari khatulistiwa sampai kutub, yaitu bioma gurun, padang rumput, hutan gugur, hutan hujan tropis, taiga, dan bioma tundra. Pemberian nama bioma didasarkan pada jenis tumbuhan yang dominan. Misalnya bioma padang rumput didominasi oleh tumbuhan rumput dan hewan mamalia besar, seperti herbivor dan karnivor. Bagaimana ciri khas bioma gurun?

3. Manfaat Biologi bagi Kehidupan Manusia

Telah disebutkan di awal bab ini bahwa kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi telah menghasilkan berbagai macam manfaat bagi kehidupan manusia. Sebagai manusia ciptaan Tuhan, kita harus menyadari bahwa kita harus menggunakan ilmu secara benar untuk kebaikan semua makhluk yang ada dan untuk kelestarian bumi. Demikian pula halnya dengan mempelajari biologi yang sangat bermanfaat bagi hidup dan kehidupan.

Hasil kemajuan dari bidang biologi sering disebut dengan bioteknologi. Bioteknologi di bidang ilmu kedokteran, misalnya, ditemukannya berbagai penyakit dan cara menyembuhkannya. Manfaat biologi di bidang kesehatan, misalnya, untuk mengatasi permasalahan suami istri yang tidak mendapatkan keturunan dikarenakan gangguan saat *fertilisasi internal*. Solusinya adalah dengan bayi tabung. Bayi tabung merupakan hasil *bioteknologi*, yaitu mempertemukan sperma dan ovum secara *invitro* (dalam tabung), kemudian ditanam dalam rahim. Biologi selalu bekerja sama dengan ilmu-ilmu lain untuk mengatasi segala permasalahan manusia.

Dengan kemajuan bioteknologi di bidang pertanian, permasalahan yang sering muncul seperti gagal panen, akan berkurang. Kegagalan

panen sering kali disebabkan oleh bibit yang tidak baik sehingga mudah diserang penyakit atau ketergantungan terhadap air sangat tinggi. Dengan penerapan ilmu cabang biologi yang mempelajari tentang pewarisan sifat (genetika), diupayakan dengan penyilangan (bastar), diharapkan keturunan yang dihasilkan benar-benar unggul. Selain itu, dengan prinsip-prinsip *fisiologi* tumbuhan, petani banyak mengetahui jenis pupuk yang baik pada berbagai jenis tanaman. Saat ini budi daya tanaman dapat mengembangkan teknik menyambung pada beberapa tanaman bunga untuk mendapatkan jenis baru. Pengetahuan biologi menyadarkan kita tentang adanya berbagai makhluk ciptahan Tuhan Yang Maha Esa yang tak ternilai harganya. Hal ini dapat membuat kita sadar akan kelestarian lingkungan dan diharapkan kita selalu dapat hidup berdampingan secara damai dengan alam.

Namun, dengan pengetahuan biologi, sifat manusia yang serakah dapat mengganggu kelestarian alam, misalnya, penebangan liar, penggunaan pestisida yang berlebihan, dan penggunaan senjata biologi yang menyebabkan manusia terkena penyakit yang mematikan. Semuanya itu termasuk bahaya mempelajari biologi. Oleh karena itu, dalam mempelajari sesuatu, termasuk biologi, mesti selalu dilandasi dengan iman dan takwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.

Latihan

1. Apakah yang disebut dengan ruang lingkup biologi?
2. Sebutkan hal-hal yang termasuk dalam ruang lingkup biologi!
3. Sebutkan beberapa ilmu yang merupakan cabang biologi!
4. Bandingkan antara zoologi dan botani!
5. Apakah yang disebut dengan ilmu mikologi?

Tugas

1. Untuk lebih mengenal tentang manfaat biologi di bidang industri, pergilah ke toko atau pasar. Identifikasilah produk-produk yang dijual yang merupakan hasil kerja mikroorganisme! Carilah informasi tentang proses pembuatannya!
2. Buatlah suatu kesimpulan yang menyebutkan manfaat biologi bagi manusia!

F. Mikroskop, Bagian-Bagian Mikroskop, dan Cara Menggunakan Mikroskop

1. Mikroskop

Dalam mempelajari biologi, mikroskop menjadi alat yang sangat dibutuhkan, terutama untuk pengamatan dan penelitian. Marilah kita pelajari dengan saksama penjelasan tentang mikroskop berikut ini.

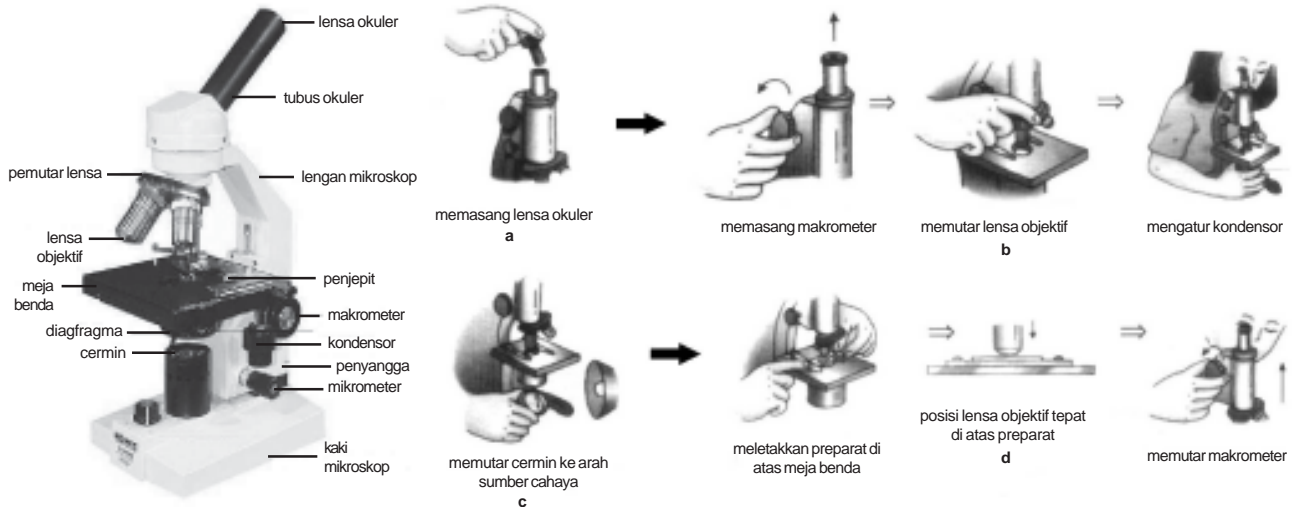
Apakah yang kalian ketahui tentang mikroskop? Pernahkah kalian mengamati jasad renik atau mikroorganisme dengan menggunakan mikroskop? Pernahkah kalian mengamati jaringan akar atau jaringan tumbuhan dengan menggunakan mikroskop?

Mikroskop adalah alat optik yang terdiri dari susunan beberapa lensa pembesar yang digunakan untuk melihat benda, jasad renik, mikroorganisme, atau bagian tubuh makhluk hidup yang berukuran

sangat kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Jadi, jika kalian ingin mengamati tumbuhan atau hewan bersel satu (bakteri atau virus), kalian dapat mengamatinya dengan mikroskop.

Mikroskop terdiri dari bagian-bagian yang masing-masing mempunyai fungsi sendiri-sendiri. Untuk lebih jelasnya, marilah kita pelajari lebih jauh tentang bagian-bagian mikroskop dan cara menggunakannya.

2. Bagian-Bagian Mikroskop



Gambar 1.3 Bagian-bagian mikroskop dan cara menggunakannya (Sumber: Koleksi pribadi)

- 1) *Lensa objektif* adalah lensa yang menghadap ke arah preparat yang berfungsi memperbesar bayangan preparat. Perbesaran yang tersedia adalah 10 kali, 40 kali, dan 60 kali.
- 2) *Revolver* atau *pemutar lensa* adalah alat yang digunakan untuk memasang lensa objektif. Alat ini dapat diputar-putar agar lensa objektif berada pada kedudukan yang sesuai.
- 3) *Lensa okuler* adalah lensa yang menghadap ke arah mata kita yang berfungsi untuk memperbesar bayangan dari lensa objektif. Perbesaran yang tersedia adalah 5 kali, 10 kali, dan 12,5 kali.
- 4) *Tubus okuler* adalah bagian yang menghubungkan lensa okuler, revolver, dan lensa objektif.
- 5) *Kaca* atau *cermin* merupakan bagian alat penerang yang berfungsi untuk menangkap cahaya, kemudian memantulkannya ke arah kondensor.
- 6) *Diafragma* merupakan bagian yang dapat mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk. Bagian ini dapat menutup dan membuka.
- 7) *Kondensor* merupakan bagian yang berfungsi memusatkan cahaya pada preparat yang kita amati.
- 8) *Dasar* atau *kaki* yang bentuknya menyerupai tapal kuda.
- 9) *Tiang* atau *penyangga* yang menghubungkan dasar dan pegangan mikroskop.
- 10) *Lengan mikroskop* yang merupakan tempat memegang mikroskop.
- 11) *Meja benda* yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan preparat yang akan diamati dengan mikroskop. Bagian tengah meja ini berlubang sebagai lubang untuk masuknya cahaya dari kondensor.
- 12) *Penjepit* berfungsi sebagai penjepit kaca yang berisi preparat agar tidak bergeser-geser.

- 13) *Makrometer* atau tombol pengatur kasar berfungsi menggerakkan lensa naik-turun dengan cepat.
- 14) *Mikrometer* atau tombol pengatur halus berfungsi menggerakkan lensa naik-turun secara perlahan-lahan.

Latihan

1. Benda-benda apa sajakah yang dapat diamati dengan mikroskop?
2. Bedakan antara diafragma dan kondensor!
3. Sebutkan bagian-bagian mikroskop yang bersifat statip!
4. Bandingkan fungsi lensa okuler dan lensa objektif!

Tugas

Gambarlah bagian-bagian mikroskop dan sebutkan fungsinya!

3. Cara Menggunakan Mikroskop Cahaya untuk Mengamati Mikroorganisme

1. Peganglah lengan mikroskop dengan salah satu tangan dan tangan lain menyangga kaki mikroskop. Letakkan mikroskop di atas meja pengamatan dengan bagian lengan tepat berada di hadapanmu. Lalu, bersihkan lensa dan cermin dengan menggunakan kertas tisu. Setelah dibersihkan, pasang lensa okuler dengan perbesaran lemah.
2. Agar didapat medan penglihatan yang baik, putarlah revolver sehingga diperoleh perbesaran terkecil pada lensa objektif yang searah dengan lensa okuler dan tubus okuler.
3. Putarlah cermin mikroskop ke arah sumber cahaya sambil melihat melalui lensa okuler sehingga diperoleh medan yang terang tanpa bayangan benda lain.
4. Letakkan preparat yang akan kalian amati di atas meja benda, lalu jepitlah dengan penjepitnya sehingga cahaya yang terkumpul dalam kondensor menembus kaca benda.
5. Untuk mencari fokus, lakukanlah dengan dua cara berikut ini.
 - a. *Perbesaran lemah*. Lensa okuler dengan perbesaran 5 kali dan lensa objektif dengan perbesaran 10 kali dapat diartikan bahwa preparat diamati dengan perbesaran 50 kali. Dengan cara menurunkan lensa okuler serendah mungkin, lensa objektif juga diturunkan sampai berjarak kira-kira 8 mm dari kaca preparat. Setelah itu, arahkan salah satu mata kalian ke lubang lensa okuler sambil memutar-mutar makrometer sampai diperoleh gambaran preparat yang jelas.
 - b. *Perbesaran kuat*. Lensa okuler dengan perbesaran 12,5 dan lensa objektif dengan perbesaran 60 kali sehingga preparat dapat diamati dengan perbesaran 750 kali. Mulailah dengan menutup preparat dengan kaca penutup, lalu naikan kondensor sampai mau menyentuh kaca preparat (objek), kemudian bukalah diafragma selebar-lebarnya dan turunkan lensa objektif sampai hampir menyentuh kaca penutup preparat. Setelah itu, dengan makrometer, naikan lensa objektif sampai diperoleh gambaran preparat yang jelas.
6. Setelah mikroskop selesai digunakan, bersihkanlah lensa objektif dengan menggunakan *xylol*.

Latihan

1. Bagaimanakah cara mengukur perbesaran dalam menggunakan mikroskop?
2. Apa yang disebut dengan perbesaran lemah?
3. Bagaimanakah cara membuat perbesaran kuat?
4. Bagaimanakah urutan cara menggunakan mikroskop cahaya?
5. Bagaimanakah cara menggunakan perbesaran lemah?

Tugas

1. Siapkan suatu preparat, lalu carilah fokus benda, misalnya nyamuk, yang akan kalian amati di bawah mikroskop, dimulai dengan perbesaran lemah ke perbesaran kuat!
2. Buatlah kelompok kecil yang terdiri dari 3–4 orang, lalu cobalah kalian lakukan suatu eksperimen tentang suatu permasalahan yang ada di sekitar tempat tinggalmu, baik itu tentang suatu wabah penyakit, serangan hama, maupun masalah kekeringan. Buatlah perencanaan penelitian, perumusan tujuan penelitian, identifikasi masalah dan perumusan masalah, penyusunan hipotesis, penetapan variabel, serta pemilihan instrumen untuk memperoleh data. Lakukan penelitian tentang masalah tersebut. Setelah itu, buatlah laporan, kemudian hasilnya kalian presentasikan dan diskusikan dengan teman-teman dari kelompok lain di kelasmu!

Rangkuman

1. Kerja ilmiah atau disebut juga penelitian yang menggunakan metode ilmiah berarti pula penyelidikan yang hati-hati dan kritis dalam mencari fakta dan prinsip-prinsip; suatu penyelidikan yang amat cerdas untuk menetapkan sesuatu dan memperoleh kebenaran.
2. Dalam kerja ilmiah atau penelitian ilmiah terdapat unsur-unsur penting yang harus dilakukan oleh seorang peneliti, antara lain, merencanakan penelitian, melaksanakan penelitian, mengomunikasikan hasil penelitian, dan mampu bersikap ilmiah.
3. Merencanakan penelitian terdiri atas pekerjaan menetapkan bentuk penyelidikan, merumuskan tujuan, mengidentifikasi dan merumuskan masalah, studi kepustakaan, menyusun hipotesis, menetapkan variabel, dan pemilihan instrumen (alat) untuk memperoleh data.
4. Dalam melaksanakan penelitian, harus diperhatikan beberapa faktor, yaitu taraf perlakuan, pengendalian faktor lain, pengulangan, dan pengukuran.
5. Hasil penelitian dapat dikomunikasikan dalam bentuk jurnal, buku, majalah, atau seminar.
6. Setiap peneliti harus bersikap ilmiah, yaitu mampu membedakan fakta dan opini, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan mengajukan argumentasi, mengembangkan keingintahuan; kepedulian terhadap lingkungan, berpendapat secara ilmiah dan kritis; berani mengusulkan perbaikan atas suatu kondisi dan bertanggung jawab terhadap usulannya, bekerja sama, serta jujur terhadap fakta dan tekun.

7. Mikroskop adalah alat optik yang terdiri dari susunan beberapa lensa pembesar yang digunakan untuk melihat benda, jasad renik, atau mikroorganisme atau bagian tubuh makhluk hidup yang berukuran sangat kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang.

Istilah Penting

Bioma	Ekosistem
Eksperimen	Gen
Hipotesis	Objektif
Ruang lingkup Biologi	Sampel
Spesies	Ulangan
Variabel	

Refleksi Diri

1. Setelah mempelajari materi kerja ilmiah, apakah kalian tidak *menguasai, sedikit menguasai, menguasai, atau sangat menguasai* tentang:
 - a. deskripsi objek-objek dan persoalan biologi pada tingkat molekul, sel, jaringan, organ, individu, populasi, ekosistem, dan bioma;
 - b. identifikasi cabang-cabang biologi menurut objeknya, fenomena dan persoalan yang dikaji;
 - c. analisis manfaat biologi bagi manusia dan lingkungannya?
2. Dari materi kerja ilmiah, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

*penelitian ilmiah
hipotesis
objek biologi*

*ruang lingkup biologi
organisasi kehidupan*



Uji Kompetensi

I. Pilih salah satu jawaban yang benar!

1. Penemuan tentang spesies baru di dalam ilmu kedokteran termasuk dalam
 - a. penelitian dasar
 - b. penelitian terapan
 - c. penelitian deskriptif
 - d. penelitian sejarah
2. Penelitian pencemaran merkuri di Teluk Bayat termasuk dalam
 - a. penelitian dasar
 - b. penelitian terapan
 - c. penelitian deskriptif
 - d. penelitian sejarah
3. Seorang anak bercerita tentang adanya hantu pocong di dekat jembatan yang rusak. Cerita anak itu tidak termasuk cerita sains karena pengalaman tersebut bukan merupakan pengalaman
 - a. empiris
 - b. psikologis
 - c. objektif
 - d. supranatural

4. Tidak semua orang mendeskripsikan suatu objek dengan cara yang sama, misalnya, seorang anak berkata bahwa buah durian itu besar, sedangkan ibunya berpendapat bahwa buah durian itu kecil. Dalam ilmu biologi, untuk mendeskripsikan benda, tidak dengan jalan seperti itu. Biologi akan mendeskripsikan buah durian tadi dengan ukuran berat, misalnya 1 kg. Hal ini merupakan fakta biologi. Berarti fakta dapat didefinisikan sebagai
 - a. informasi yang diperoleh dari pendidikan
 - b. informasi yang diperoleh dari standar baku internasional
 - c. merupakan sesuatu yang tidak dapat berubah
 - d. merupakan sesuatu yang terlihat nyata
5. Bagian dari mikroskop yang dapat membuka dan menutup yang berfungsi mengatur banyaknya cahaya ke mikroskop adalah
 - a. diafragma
 - b. kondensor
 - c. cermin
 - d. revolver
6. Untuk memusatkan sinar yang menerangi preparat merupakan fungsi dari
 - a. diafragma
 - b. kondensor
 - c. cermin
 - d. revolver
7. Jika lensa okuler menggunakan perbesaran $10\times$ dan perbesaran lensa objektif $40\times$, benda diamati dengan perbesaran
 - a. $10\times$
 - b. $40\times$
 - c. $400\times$
 - d. $200\times$
8. Pengomunikasian hasil penelitian tidak dapat dilakukan melalui
 - a. jurnal
 - b. seminar
 - c. buku
 - d. pertunjukan
9. Penelitian yang biasa digunakan dalam bidang IPA adalah penelitian
 - a. eksperimen
 - b. survei
 - c. *ex-postfakto*
 - d. semi-eksperimen
10. Pada usia 4 hari, berat buah semangka adalah 5 kg. Pada usia 10 hari, beratnya 15 kg. Penafsiran dari perkembangan data tersebut adalah
 - a. pada usia 15 hari tercapai berat tertinggi
 - b. setelah usia 5 hari, berat buah terus bertambah dengan rata-rata penambahan 2 kg/hari
 - c. semakin bertambah usia, berat buah semakin bertambah pula
 - d. energi dapat tertimbun dalam bentuk jaringan tubuh
11. Variabel yang memengaruhi variabel yang lain disebut dengan variabel
 - a. terikat
 - b. setengah terikat
 - c. bebas
 - d. setengah bebas
12. Dugaan yang menyatakan ada pengaruh, ada hubungan, atau ada perbedaan antara variabel yang diteliti disebut
 - a. hipotesis nol
 - b. hipotesis salah
 - c. hipotesis benar
 - d. hipotesis alternatif
13. Dugaan yang menyatakan tidak ada pengaruh, tidak ada hubungan, atau tidak ada perbedaan antara variabel yang diteliti disebut
 - a. hipotesis nol
 - b. hipotesis salah
 - c. hipotesis benar
 - d. hipotesis alternatif
14. Studi kepustakaan yang dapat digunakan oleh penelitian adalah
 - a. jurnal penelitian
 - b. jiplakan buku lain
 - c. internet
 - d. majalah

15. Suatu kenyataan yang disertai bukti-bukti ilmiah dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya disebut
 - a. eksperimen
 - b. uji coba
 - c. fakta
 - d. opini
16. Setelah tanaman diberi tambahan pupuk urea, rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman menjadi 1 cm per hari. Dari kegiatan ini, yang termasuk variabel terikat adalah
 - a. variasi dosis urea
 - b. penyuluh
 - c. induk tanaman
 - d. rata-rata pertambahan tinggi tanaman
17. Alat untuk meneteskan air pada preparat disebut
 - a. pipet
 - b. sedotan
 - c. pinset
 - d. sendok
18. Setelah dipakai, lensa objektif dibersihkan dengan
 - a. alkohol
 - b. *xylol*
 - c. *aquades*
 - d. kapas
19. Di bawah ini yang *bukan* merupakan sikap ilmiah yang harus dimiliki oleh seorang peneliti adalah
 - a. berdasar fakta
 - b. jujur
 - c. mempertahankan opini
 - d. bertanggung jawab pada usulannya
20. Seorang siswa akan meneliti pengaruh sinar matahari terhadap pertumbuhan anak ayam. Dari kegiatan ini, yang tergolong variabel bebas adalah
 - a. intensitas sinar matahari
 - b. pertumbuhan anak ayam
 - c. anak ayam
 - d. pengaruh

II. **Pilihlah!**

- A. Jika (1), (2), dan (3) yang benar
- B. Jika (1) dan (3) yang benar
- C. Jika (2) dan (4) yang benar
- D. Jika (4) saja yang benar
- E. Jika semuanya salah

1. Di bawah ini yang merupakan cabang ilmu biologi adalah
 - (1) sitologi
 - (2) genetika
 - (3) zoologi
 - (4) geokimia
2. Ruang lingkup biologi terdiri dari beberapa hal, yaitu
 - (1) molekul
 - (2) zat
 - (3) biosfer
 - (4) udara
3. Komunitas terjadi di antara
 - (1) organ
 - (2) ekosistem
 - (3) makhluk hidup
 - (4) populasi
4. Cabang geografi yang mempelajari jaringan hewan adalah
 - (1) genetika
 - (2) zoologi
 - (3) botani
 - (4) histologi
5. Alam sebagai objek biologi mempunyai aspek yang sangat luas. Yang tidak termasuk dalam aspek tersebut adalah
 - (1) aspek fisik
 - (2) aspek biologis
 - (3) aspek ekonomi
 - (4) aspek sosiologi

6. Cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang hewan dan burung adalah
 - (1) zoologi
 - (2) histologi
 - (3) ornitologi
 - (4) morfologi
7. Aspek tinjauan terdiri dari
 - (1) aspek ekonomi
 - (2) aspek tujuan
 - (3) aspek penelitian
 - (4) aspek metode
8. Di bawah ini yang *bukan* merupakan cara untuk mengomunikasikan hasil penelitian adalah
 - (1) jurnal penelitian
 - (2) majalah
 - (3) seminar
 - (4) pertunjukan
9. Seseorang ingin melakukan penelitian tentang pengaruh pupuk urea terhadap morfologi tanaman kacang tanah. Yang merupakan variabel bebasnya adalah
 - (1) pengaruhnya
 - (2) morfologi tanaman
 - (3) kacang tanah
 - (4) pupuk urea
10. Berapa umur tanaman? Berapa hari sinar ultraviolet diberikan? Kedua pertanyaan di atas terjadi pada tahap
 - (1) pengendalian faktor lain
 - (2) pengukuran
 - (3) pengulangan
 - (4) perlakuan

III. Jawablah dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan bagian-bagian mikroskop!
2. Sebutkan tahap-tahap dalam perencanaan penelitian ilmiah!
3. Bagaimanakah cara mengidentifikasi dan merumuskan suatu masalah?
4. Jika terdapat sebuah judul penelitian "Pengaruh Cahaya Matahari terhadap Perkecambahan Biji Tanaman Kacang Tanah", manakah yang disebut variabel terikat, variabel bebas, dan objek dari penelitian tersebut!
5. Apa sajakah yang merupakan tujuan dari penelitian!

IV. Jawablah pernyataan di bawah ini dengan jawaban setuju (S) dan tidak setuju (TS) dan berikan alasan singkatmu!

No.	Pernyataan	Pernyataan		Alasan
		S	TS	
1.	Bersikap ilmiah hanyalah dimiliki oleh seorang peneliti.			
2.	Opini harus selalu dipertahankan oleh seorang peneliti .			
3.	Selain berpikir ilmiah kita juga harus mempertimbangkan nilai-nilai kemanusiaan.			
4.	Kerja sama dan saling membantu dalam satu kelompok penelitian dapat membantu keberhasilan penelitian.			
5.	Hasi-hasil penelitian merupakan aset negara yang dapat digunakan untuk mendukung kemajuan suatu negara.			

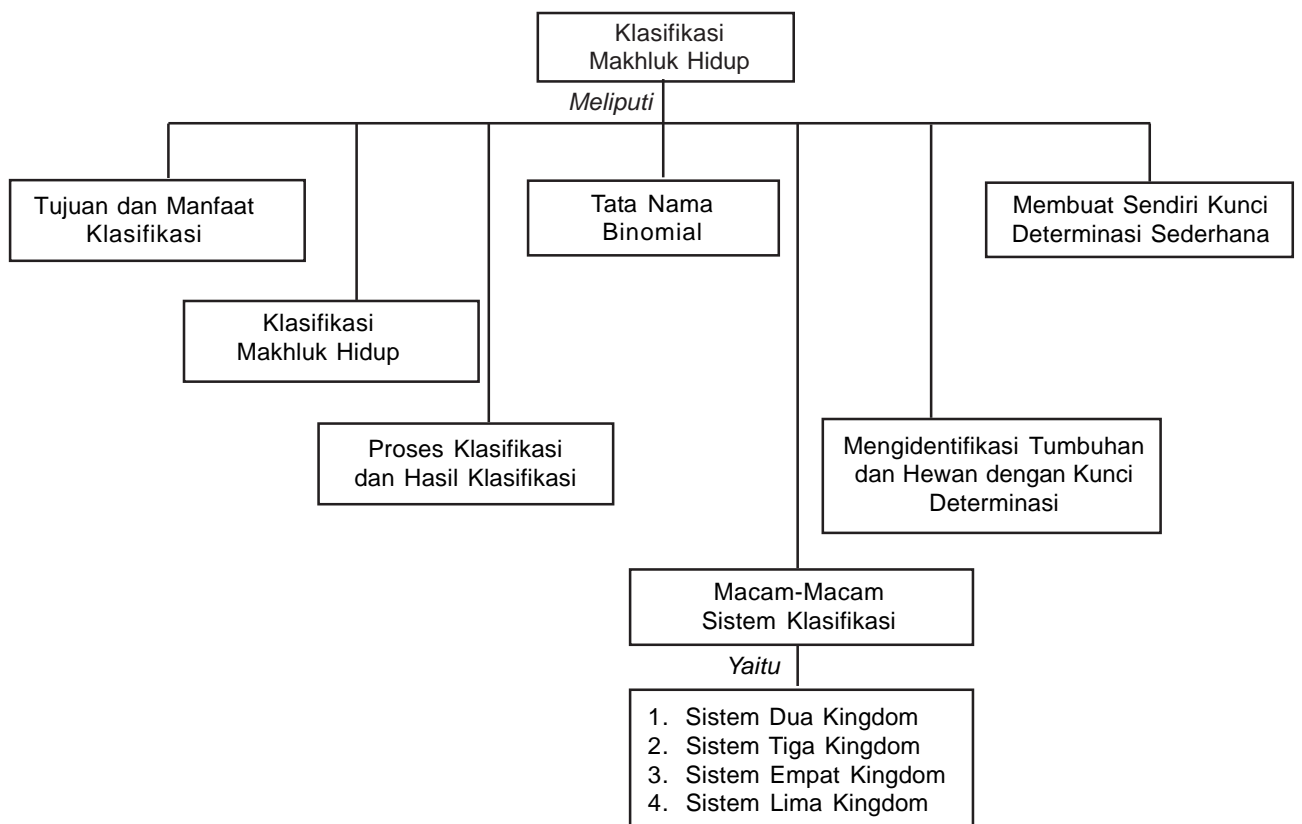
Bab 2

Klasifikasi Makhluk Hidup

Tujuan

Memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang klasifikasi makhluk hidup.





Gambar 2.1 Berbagai jenis makhluk hidup (Sumber: Majalah *Trubus*, Januari – Agustus 1997, Maret – Mei 2006, *Agrobisnis*, April – Mei)

Perhatikan Gambar 2.1. Gambar tersebut menunjukkan berbagai kelompok makhluk hidup mulai dari makhluk hidup bersel satu seperti bakteri sampai pada makhluk hidup tingkat tinggi. Tuhan menciptakan makhluk hidup di muka bumi ini dalam bentuk yang beraneka ragam. Masing-masing mempunyai ciri tersendiri yang membedakannya antara satu dengan yang lain. Coba kalian perhatikan, adakah makhluk ciptaan Tuhan yang sama persis tanpa adanya sedikit pun perbedaan antara yang satu dengan yang lainnya?

Begitu beragamnya makhluk hidup ciptaan Tuhan tersebut sehingga perlu adanya suatu sistem untuk mengenal dan mempelajarinya. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, para ahli biologi kemudian menemukan suatu cara untuk mengelompokkan makhluk hidup tersebut berdasarkan ciri-ciri tertentu yang dimilikinya yang kemudian dikenal dengan *klasifikasi*.

Klasifikasi adalah pengelompokan makhluk hidup dalam takson melalui pencarian keseragaman atau persamaan dalam keanekaragaman. Makhluk hidup yang diklasifikasikan dalam satu kelompok atau takson tertentu memiliki persamaan-persamaan sifat dan/atau ciri-ciri. Demikian pula sebaliknya, makhluk hidup dalam kelompok atau takson yang berbeda akan memiliki perbedaan-perbedaan sifat dan/atau ciri-ciri.

Coba kalian bayangkan jika makhluk hidup di alam ini tidak diklasifikasikan. Apakah kalian dapat membedakan kelompok hewan dan tumbuhan dengan mudah?

Bagaimana caranya jika kalian ingin mengelompokkan hewan dan tumbuhan yang ada di sekitar kalian? Dari mana memulainya? Semua akan kita pelajari dalam bab ini.

A. Tujuan dan Manfaat Klasifikasi



Gambar 2.2 Perpustakaan sekolah (Sumber: Koleksi pribadi)

Perhatikan Gambar 2.2! Gambar tersebut menunjukkan suasana di dalam perpustakaan dengan buku-buku yang tertata rapi sesuai dengan nomor dan kelompok bidangnya.

Pernahkah kalian berkunjung ke perpustakaan? Bagaimana cara kalian mencari buku yang kalian butuhkan? Apakah buku-buku tersebut telah bernomor dan dikelompok-kelompokkan sesuai dengan isi bukunya? Sulitkah kalian menemukan buku yang kalian cari? Mengapa buku-buku tersebut diberi nomor dan disusun sesuai dengan kelompoknya?

Pemberian nomor dan pengelompokan buku-buku sesuai dengan bidangnya tersebut bertujuan untuk memudahkan pengunjung dalam mencari buku yang dibutuhkan. Misalnya, kalian ingin mencari buku biologi maka kalian dapat menemukannya di rak bagian "IPA". Bagaimana jika buku-buku tersebut tidak diberi nomor dan belum dikelompok-kelompokkan sesuai dengan bidangnya? Kalian pasti kesulitan untuk menemukan buku yang kalian butuhkan tersebut.

Seperti halnya buku di dalam perpustakaan tadi. Perbedaan dan persamaan ciri-ciri makhluk hidup menimbulkan adanya keanekaragaman makhluk hidup. Tiap-tiap makhluk hidup mempunyai keanekaragaman bentuk, ukuran, warna, kebiasaan hidup, tempat hidup, dan tingkah laku yang berbeda-beda. Dengan adanya begitu banyak keanekaragaman makhluk hidup, perlu dicari cara yang tepat untuk mempelajarinya. Caranya adalah dengan pengelompokan makhluk hidup atau *klasifikasi makhluk hidup*.

Dapat dikatakan bahwa klasifikasi makhluk hidup bertujuan untuk menyederhanakan objek studi. Penyederhanaan objek studi sangat membantu dalam mengenali atau mempelajari makhluk hidup yang begitu banyak dan beraneka ragam sifat serta ciri-cirinya.

Manfaat klasifikasi adalah untuk mengetahui jenis-jenis makhluk hidup dan hubungan antarmakhluk hidup sehingga menjadi lebih mudah diketahui kekerabatan antarmakhluk hidup yang beraneka ragam.

Setelah kalian mengetahui tujuan dan manfaat klasifikasi, kalian pasti akan bertanya bagaimana proses pengklasifikasiannya? Apa pula yang menjadi dasar klasifikasinya?

Latihan

1. Apa yang dimaksud dengan klasifikasi makhluk hidup?
2. Mengapa perlu dilakukan klasifikasi makhluk hidup?
3. Apa yang menjadi dasar klasifikasi makhluk hidup?
4. Sebutkan tujuan klasifikasi makhluk hidup!
5. Sebutkan manfaat klasifikasi makhluk hidup!

Tugas

Datalah semua benda yang ada di sekitar tempat tinggalmu, lalu kelompokkan atas benda hidup dan benda tak hidup! Serahkan hasil kerja kalian kepada guru untuk didiskusikan di kelas!

B. Proses Klasifikasi Makhluk Hidup

Klasifikasi adalah pengelompokan aneka jenis hewan atau tumbuhan ke dalam golongan-golongan tertentu. Golongan-golongan ini disusun secara runtut sesuai dengan tingkatannya (hierarkinya), yaitu mulai dari yang lebih kecil tingkatannya hingga ke tingkatan yang lebih besar. Ilmu yang mempelajari prinsip dan cara mengelompokkan makhluk hidup ke dalam golongannya disebut *taksonomi* atau *sistematik*.

Prinsip dan cara mengelompokkan makhluk hidup menurut ilmu taksonomi adalah dengan membentuk *takson*. Takson dibentuk dengan jalan mencandra objek atau makhluk hidup yang diteliti dengan mencari persamaan ciri maupun perbedaan yang dapat diamati. Mencandra berarti mengidentifikasi, membuat deskripsi, dan memberi nama.

Selanjutnya, makhluk hidup yang memiliki persamaan ciri dikelompokkan ke dalam satu kelompok yang disebut takson. Dengan cara demikian dapat dibentuk banyak takson. *Takson* adalah kelompok makhluk hidup yang anggotanya memiliki banyak persamaan ciri. Kemudian, tiap-tiap takson tersebut ditempatkan pada tempatnya (posisinya) sesuai dengan tingkatannya.

Langkah-langkah pembentukan takson mengikuti sistem tertentu. Itulah sebabnya taksonomi disebut pula sistematik.

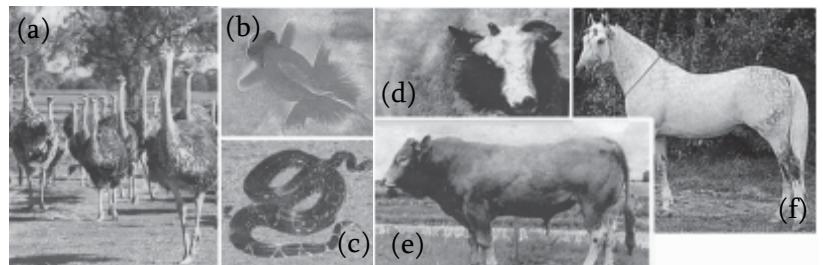
Apakah yang menjadi dasar dalam klasifikasi makhluk hidup? Makhluk hidup dikelompokkan ke dalam suatu sistem klasifikasi berdasarkan kriteria-kriteria tertentu. Ada dua metode klasifikasi makhluk hidup. Tiap-tiap metode mempunyai dasar yang jelas. Metode yang pertama adalah *metode empiris*. Pada metode ini, makhluk hidup dikelompokkan berdasarkan persamaan alfabet, tanpa melihat sifat atau ciri yang dimilikinya serta tanpa melihat hubungan satu dengan lainnya.



Gambar 2.3 Beberapa tumbuhan memiliki persamaan ciri, yaitu dapat dimakan. Pada sistem praktis, persamaan ini dapat digunakan sebagai salah satu dasar klasifikasi. (Sumber: Majalah *Trubus*, Maret – Mei 2006)

Metode yang kedua adalah *metode rasional*. Menurut metode rasional, makhluk hidup dikelompokkan atas dasar hubungan yang jelas dari sifat atau ciri yang ada. Metode ini dibedakan menjadi tiga sistem sebagai berikut.

1. *Sistem praktis*, yaitu makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri yang berguna. Misalnya, persamaan ciri dapat dimakan atau tidak, dapat digunakan untuk obat atau tidak, menghasilkan buah atau tidak, serta menghasilkan serat atau tidak. Penganut sistem ini antara lain **St. Augustine** (abad ke-4 SM).
2. *Sistem artifisial*, yaitu sistem yang mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri yang ditetapkan oleh peneliti sendiri, misalnya, ukuran, bentuk, dan habitat makhluk hidup. Penganut sistem ini, di antaranya, **Aristoteles** dan **Theophratus** (370 SM). Aristoteles membagi makhluk hidup menjadi dua golongan, yaitu hewan dan tumbuhan. Selanjutnya, hewan dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan persamaan ciri habitat, misalnya, habitat air, darat, dan udara. Berdasarkan ciri ukuran tubuhnya, tumbuhan dikelompokkan menjadi tumbuhan pohon, perdu, dan tumbuhan semak. Aristoteles juga mengelompokkan hewan atas dasar warna darahnya, yaitu hewan yang berdarah merah dan hewan yang tidak berdarah. Dengan demikian, ia telah mengenal kurang lebih 1.000 jenis makhluk hidup dan struktur dalamnya.
3. *Sistem natural*, yaitu sistem yang mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri struktur tubuh eksternal (morfologi) dan struktur tubuh internal (anatomi). Penganut sistem ini, di antaranya, **Carolus Linnaeus** (abad ke-18). Linnaeus berpendapat bahwa setiap tipe makhluk hidup mempunyai bentuk spesies yang berbeda. Oleh karena itu, jika sejumlah makhluk hidup memiliki sejumlah ciri yang sama, berarti makhluk hidup tersebut sama spesiesnya. Dengan cara ini, Linnaeus dapat mengenal 10.000 jenis tanaman dan 4.000 jenis hewan.



Gambar 2.4 Berbagai hewan bertulang belakang, seperti (a) burung unta, (b) ikan, (c) ular, (d) kambing, (e) sapi, dan (f) kuda mempunyai kesamaan ciri morfologi. Pada sistem natural, persamaan ciri morfologi dapat dijadikan dasar klasifikasi. (Sumber: Majalah *Trubus*, Maret – Mei 2006)

4. *Sistem modern*, yaitu sistem mengklasifikasikan makhluk hidup pada taksonomi modern berdasarkan pendapat **Linnaeus**, tetapi lebih dikembangkan sehingga mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:
 - a. persamaan struktur tubuh dapat diketahui secara eksternal dan internal;
 - b. menggunakan biokimia perbandingan. Misalnya, hewan *Limulus polyphemus*, dahulu dimasukkan ke dalam golongan rajungan (*Crab*) karena bentuknya seperti rajungan, tetapi



setelah dianalisis darahnya secara biokimia, terbukti bahwa hewan ini lebih dekat dengan laba-laba (*Spider*). Berdasarkan bukti ini, *Limulus* dimasukkan ke dalam golongan laba-laba;

c. berdasarkan genetika modern. Gen dipergunakan juga untuk melakukan klasifikasi makhluk hidup. Adanya persamaan gen menunjukkan adanya kekerabatan.

Setelah mengetahui berbagai macam metode dan dasar dari klasifikasi makhluk hidup, agar lebih jelas, akan kita ulang sedikit tentang langkah-langkah klasifikasi. Langkah-langkah klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. mengidentifikasi objek berdasar ciri-ciri struktur tubuh makhluk hidup, misalnya, hewan atau tumbuhan yang sama jenis atau spesiesnya;
2. setelah kelompok spesies terbentuk, dapat dibentuk kelompok-kelompok lain dari urutan tingkatan klasifikasi sebagai berikut.
 - a. Dua atau lebih spesies dengan ciri-ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson genus. Genus memiliki kesamaan ciri, yaitu pada struktur alat reproduksinya yang sama.
 - b. Beberapa genus yang memiliki ciri-ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson famili.
 - c. Beberapa famili dengan ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson ordo.
 - d. Beberapa ordo dengan ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson kelas.
 - e. Beberapa kelas dengan ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson filum (untuk hewan) atau divisio (untuk tumbuhan).

Dengan cara tersebut terbentuk urutan hierarki atau tingkatan klasifikasi makhluk hidup. Urutan klasifikasi dari tingkatan yang terbesar hingga terkecil adalah sebagai berikut:

1. kingdom (kerajaan);
2. divisio atau filum;
3. kelas;
4. ordo (bangsa);
5. famili (suku);
6. genus (marga);
7. spesies (jenis).

Mengingat keperluannya, kadang-kadang di antara dua tingkatan terdapat *sub-sub*, seperti subkingdom, subfilum, subordo, dan subspecies. Demikian pula di bawah kelompok spesies masih ditempatkan kelompok *varietas* dan di bawah varietas terdapat *strain*.

Semakin ke atas urutan tingkatan klasifikasi, hubungan kekerabatan makhluk hidup semakin kurang jelas, sedangkan semakin ke bawah hubungan kekerabatannya semakin dekat.

Tabel 2.1 Klasifikasi Beberapa Makhluk Hidup

Tingkatan	Anjing	Belalang	Manusia	Pisang
Kingdom	Hewan	Hewan	Hewan	Tumbuhan
Divisio atau filum	<i>Chordata</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Chordata</i>	<i>Spermatophyta</i>
Subfilum	<i>Vertebrata</i>	<i>Invertebrata</i>	<i>Vertebrata</i>	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Mamalia</i>	<i>Insecta</i>	<i>Mamalia</i>	<i>Dicotyledonae</i>
Ordo	<i>Carnivora</i>	<i>Orthoptera</i>	<i>Primata</i>	<i>Malvales</i>
Famili	<i>Canidae</i>	<i>Locustidae</i>	<i>Hominidae</i>	<i>Malvaceae</i>
Genus	<i>Canis</i>	<i>Schistocerca</i>	<i>Homo</i>	<i>Musa</i>
Spesies	<i>Canis familiaris</i>	<i>Schistocerca americana</i>	<i>Homo sapiens</i>	<i>Musa paradisiaca</i>

Latihan

1. Bandingkan klasifikasi anjing dan manusia! Apa yang dapat kamu temukan? Beri alasan atas jawabanmu!
2. Bandingkan klasifikasi anjing dan manusia dengan belalang! Apa yang dapat kamu temukan? Mengapa belalang diletakkan dalam film yang berbeda? Beri alasan atas jawabanmu!
3. Bandingkanlah klasifikasi anjing, manusia, belalang, dan pisang! Mengapa pisang diletakkan pada kingdom tumbuhan? Beri alasan atas jawabanmu!
4. Bandingkan urutan tata nama hewan dan tumbuhan dalam suatu tabel perbandingan! Apakah ada perbedaan?
5. Mengapa urutan tata nama tidak boleh dibolak-balik?

Kegiatan 2.1



Klasifikasi Makhluk Hidup

Tujuan:

Mengetahui klasifikasi makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan yang dimiliki oleh makhluk hidup.

Alat dan Bahan:

1. tanaman cabai,
2. tanaman jagung,
3. tanaman terung,
4. tanaman kacang kedelai,
5. tanaman paku ekor kuda,
6. lumut kerak,
7. lumut hati,
8. tanaman kacang tanah,
9. tanaman padi, dan
10. kaca pembesar.

Cara Kerja:

1. Lakukan pengamatan pada tiap-tiap tanaman!
2. Catat hasil pengamatan dalam bentuk tabel seperti di bawah ini!
3. Diskusikan dan buatlah kesimpulannya!

No.	Ciri-ciri Tumbuhan	Cabai	Jagung	Terung	Kedelai	Paku Ekor Kuda	Kacang Tanah	Padi	Lumut Hati	Lumut Kerak
1.	Perakaran									
2.	Bentuk daun Susunan daun									
3.	Berbatang Tak berbatang									
4.	Berbunga Tak berbunga									
5.	Berbiji Tak berbiji									
6.	Monokotil Dikotil									

C. Tata Nama Binomial

Nama yang diberikan kepada kelompok individu hewan atau tumbuhan sering berbeda meskipun individu yang dimaksud sama. Setiap daerah memberi nama yang berlainan, misalnya, nama Latin tanaman terung adalah *Solanum acubatissimum*. Nama yang diberikan penduduk bermacam-macam. Ada yang menyebutnya terung perat, terung kapal, terung piat (semang), dan terung tenang. Mungkin di negara lain terung tersebut mempunyai nama lain lagi. Begitu pula buah mangga. Ada yang menyebutnya buah *pelem* dan ada yang menyebutnya buah *pauh*. Nama yang bermacam-macam untuk kelompok individu yang sama tersebut jelas membingungkan.

Untuk mengatasi pemberian nama yang bermacam-macam, **Carolus Linnaeus**, seorang ahli biologi berkebangsaan Swedia, dalam bukunya *Species Plantarum* (1753) dan *Systema Nature* (1758), mengemukakan aturan atau pedoman penamaan bagi kelompok individu. Carolus Linnaeus yang memiliki nama asli Carl von Linne dikenal sebagai Bapak Taksonomi Modern.

Sistem pemberian nama makhluk hidup yang digunakan Linnaeus disebut **Sistem Binomial Nomenklatur** dan bahasa yang digunakan adalah bahasa Latin. Dengan demikian, untuk suatu macam makhluk hidup hanya digunakan satu nama bagi seluruh dunia ilmu pengetahuan. Dengan adanya kesatuan nama ini, orang tidak akan keliru dengan makhluk hidup yang dimaksud meskipun di tiap negara atau daerah memiliki nama sendiri.

Sistem *binomial nomenklatur* ini merupakan sistem pemberian nama hewan atau tumbuhan secara sah dan benar berdasar kode internasional. Pemberian nama ini diatur dengan Kode Internasional Tata Nama Hewan dan Tumbuhan dengan menggunakan sistem tata nama dua kata (binomial nomenklatur) dengan aturan-aturan sebagai berikut.

Nama terdiri dari dua kata, kata pertama menunjukkan tingkatan marga (genus) yang diawali dengan huruf besar dan kata kedua menunjukkan tingkatan jenis (spesies) yang diawali dengan huruf kecil.

Contohnya: *Gnetum gnemon*

Jika ditulis dengan huruf tegak, dua kata tersebut harus digarisbawahi, tetapi jika tidak digarisbawahi, dua kata tersebut harus dicetak miring. Contohnya, Gnetum gnemon atau *Gnetum gnemon*.

Beberapa contoh penulisan nama ilmiah tumbuhan dan hewan dapat kalian lihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Contoh Nama Ilmiah Tumbuhan dan Hewan

No.	Nama Indonesia	Nama Ilmiah
1.	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>
2.	Kelapa sawit	<i>Elaeis guineensis</i>
3.	Padi	<i>Oryza sativa</i>
4.	Jagung	<i>Zea mays</i>
5.	Ketela pohon	<i>Manihot utilissima</i>
6.	Cacing tanah	<i>Lumbricus terrestris</i>
7.	Penyu	<i>Chelonia mydas</i>
8.	Komodo	<i>Varanus komodoensis</i>

Jika memiliki subspecies, nama tersebut ditambahkan pada kata ketiga. Jadi, pada subspecies terdiri atas tiga kata. Sistem penamaan yang terdiri atas tiga suku kata disebut *Trinomial*, contohnya, *Passer*



Gambar 2.6 Carolus Linnaeus (Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2005)

domesticus domesticus (burung gereja) dan *Felis maniculata domesticus* (kucing jinak).

Untuk kelompok yang tingkatan klasifikasinya lebih tinggi lagi, aturan penamaannya adalah sebagai berikut.

- a. Pada hewan
 - Nama famili berasal dari nama genus ditambah *idae*.
 - Contoh: *Ranidae* berasal dari *Rana* (katak).
 - Nama subfamili berasal dari nama genus, ditambah *inae*.
 - Contoh: *Fasciolinae* berasal dari *Fasciola* (cacing pita).
- b. Pada tumbuhan
 - Nama famili diberi akhiran *aceae* atau *ae*.
 - Contoh: *Ranunculaceae* berasal dari *Ranunculus*.
 - Leguminoceae* berasal dari *Leguminose*.
 - Nama ordo diberi akhiran *ales*.
 - Contoh: *Filiales* (paku-pakuan).
 - Nama divisio diberi akhiran *phyta*.
 - Contoh: *Spermatophyta*.

Tabel 2.2 Klasifikasi Beberapa Tumbuhan

Tingkatan	Kacang Hijau	Kacang Buncis	Putri Malu
Kingdom	<i>Plantae</i> (tumbuhan)	<i>Plantae</i> (tumbuhan)	<i>Plantae</i> (tumbuhan)
Divisio	<i>Spermatophyta</i>	<i>Spermatophyta</i>	<i>Spermatophyta</i>
Kelas	<i>Angiospermae</i>	<i>Angiospermae</i>	<i>Angiospermae</i>
Ordo	<i>Leguminoceae</i>	<i>Leguminoceae</i>	<i>Leguminoceae</i>
Famili	<i>Papilionaceae</i>	<i>Papilionaceae</i>	<i>Mimosaceae</i>
Genus	<i>Phaseolus</i>	<i>Phaseolus</i>	<i>Mimosa</i>
Spesies	<i>Radiatus</i> (<i>Phaseolus radiatus</i>)	<i>Vulgaris</i> (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	<i>Pudica L.</i> (<i>Mimosa pudica L.</i>)

Latihan

1. Siapa yang mendapat julukan "Bapak Taksonomi"? Bagaimana sistem tata nama yang ditemukan oleh beliau?
2. Apa yang dimaksud dengan "nama spesifik"?
3. Bagaimanakah penulisan nama ilmiah jika terdapat tambahan subspecies?
4. Mengapa penulisan nama ilmiah tidak boleh terbalik?
5. Berdasarkan apakah tata cara pemberian nama makhluk hidup?
6. Sebutkan aturan dalam tata cara pemberian nama makhluk hidup!
7. Nama ilmiah padi adalah *Oryza sativa*. Dari nama ilmiah tersebut, manakah yang menunjukkan genus dan manakah yang menunjukkan spesies?
8. Sebutkan lima contoh nama ilmiah hewan dan tumbuhan!

Kegiatan 2.2



Pengelompokan Makhluk Hidup

Tujuan:

Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan sifat atau kedekatan hubungan kekerabatannya.

Alat dan Bahan:

1. lumut,
2. suplir,
3. paku ekor kuda,
4. padi,
5. jagung,
11. kacang tanah,
12. cabai,
13. melinjo,
14. terung,
15. tomat,
16. mangga,
6. buncis,
7. rumput teki,
8. salak,
9. avokado,
10. jamur,
17. lumut kerak,
18. pakis haji,
19. rambutan,
20. jambu biji,
21. pinus, dan
22. ketela pohon.

Diskusikan dengan teman kelompok!

1. Dari kegiatan di atas, manakah yang merupakan tumbuhan berpembuluh dan manakah yang tidak berpembuluh?
2. Tumbuhan mana sajakah yang dapat membuat makanan sendiri?
3. Tumbuhan apa saja yang termasuk tumbuhan monokotil?
4. Tumbuhan apa saja yang termasuk tumbuhan dikotil?

D. Macam-Macam Sistem Klasifikasi

Klasifikasi berdasarkan keturunan dan hubungan kekerabatan (filogenik) dapat mengalami beberapa perkembangan. Klasifikasi ini digunakan dan diakui secara internasional. Dalam sejarah telah dilakukan beberapa kali perubahan sistem klasifikasi yang oleh ahli taksonomi disesuaikan dengan penemuan-penemuan baru sebagai berikut.

1. Sistem Dua Kingdom



Gambar 2.7 Kingdom tumbuhan
(Sumber: Majalah *Trubus*, Juli 1993)

Sistem dua kingdom ini dinyatakan oleh seorang ahli dari Yunani yang bernama **Aristoteles**. Dua kingdom yang dimaksud oleh Aristoteles adalah sebagai berikut.

a. Kingdom Plantae (Tumbuhan)

Kingdom tumbuhan terdiri atas berbagai macam tumbuhan, bakteri, ganggang, jamur, tumbuhan lumut, tumbuhan paku, dan tumbuhan biji. Kingdom tumbuhan ini memiliki dinding sel, klorofil, serta mampu melakukan fotosintesis, kecuali bakteri dan jamur.

b. Kingdom Animalia (Hewan)

Kingdom hewan terdiri atas *Protozoa*, *Porifera*, *Coelenterata*, *Mollusca*, *Arthropoda*, *Echinodermata*, dan *Chordata*. Kingdom hewan ini berciri tidak berdinding sel, tidak berklorofil, dan dapat bergerak bebas.

2. Sistem Tiga Kingdom



Gambar 2.8

Anabaena sp. merupakan salah satu bagian dari kingdom monera. (Sumber: <http://www.iloveblue.com>)

Pada tahun 1866 seorang ahli dari Jerman bernama **Ernst Haeckel** mengklasifikasikan makhluk hidup menjadi tiga kingdom.

a. Kingdom Monera

Kingdom *Monera* terdiri atas bakteri dan ganggang biru. Kingdom monera ini berciri inti sel tidak berselubung (prokariot) dan tubuh bersifat uniseluler atau multiseluler.

b. Kingdom Plantae (Tumbuhan)

Kingdom tumbuhan terdiri atas bakteri, ganggang, jamur, tumbuhan lumut, tumbuhan paku, dan tumbuhan biji.

c. Kingdom Animalia (Hewan)

Kingdom hewan terdiri atas *Protozoa*, *Porifera*, *Coelenterata*, *Mollusca*, *Arthropoda*, *Echinodermata*, dan *Chordata*.

3. Sistem Empat Kingdom

Sistem empat kingdom dicetuskan oleh **Robert Whittaker** pada tahun 1959. Klasifikasi ini didasarkan pada penemuan inti sel. Dia melihat ada makhluk hidup yang inti selnya tidak memiliki membran (prokariotik), misalnya, bakteri dan ganggang hijau biru. Ada makhluk hidup yang inti selnya diselubungi membran (eukariotik), misalnya, jamur, ganggang (selain ganggang biru), tumbuhan, dan hewan. Empat kingdom tersebut adalah sebagai berikut.

a. Kingdom Monera

Kingdom *Monera* terdiri atas semua makhluk hidup yang tidak memiliki membran inti (prokariotik), misalnya, bakteri dan ganggang biru.

b. Kingdom Fungi

Kingdom *Fungi* terdiri atas semua jamur (fungi).

c. Kingdom Plantae

Kingdom *Plantae* terdiri atas semua ganggang, kecuali ganggang biru, tumbuhan lumut, tumbuhan paku, dan tumbuhan biji.

d. Kingdom Animalia

Kingdom *Animalia* terdiri atas semua hewan, yaitu *Protozoa*, *Porifera*, *Coelenterata*, *Mollusca*, *Arthropoda*, *Echinodermata*, dan *Chordata*.

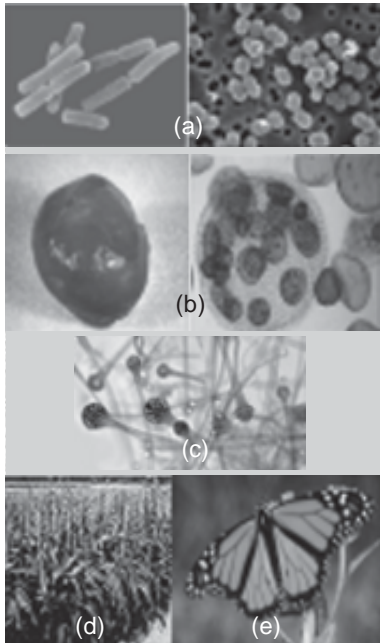
4. Sistem Lima Kingdom

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong **R.H. Whittaker** (1969) menyusun klasifikasi berdasarkan tingkatan makhluk hidup, susunan sel, dan cara memperoleh nutrisi. Klasifikasi ini disebut juga klasifikasi lima kingdom. Pada klasifikasi lima kingdom terjadi perubahan-perubahan yang besar dalam penataan filum. Hal ini disebabkan adanya tambahan satu kingdom, yaitu *Protista*. Secara lengkap klasifikasi lima kingdom adalah sebagai berikut.

a. Kingdom Monera

Kingdom ini terdiri atas semua makhluk hidup yang tidak memiliki membran inti (prokariotik), tidak memiliki mitokondria, lisosom, badan golgi, dan retikulum endoplasma. Makhluk hidup dalam kingdom ini berkembang biak dengan pembelahan langsung (amitosis). Makhluk hidup yang termasuk dalam kingdom monera adalah *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*.

Archaeobacteria merupakan bakteri yang hidup di tempat seperti sumber air panas, berkadar garam tinggi, dan panas atau asam. Sementara itu, *Eubacteria* lebih umum karena banyak terdapat di alam. *Eubacteria* terbagi atas enam filum, yaitu bakteri ungu, bakteri hijau, bakteri garam positif, *Spirochetes*, *Prochlorophyta*, dan *Cyanobacteria*.



Gambar 2.9 (a) *Monera*, (b) *Protista*, (c) Jamur, (d) *Plantae*, (e) *Animalia* (Sumber: <http://www.iloveblue.com>)

b. *Kingdom Protista*

Semua makhluk dengan membran inti dan organel bermembran, uniseluler atau multiseluler, tetapi susunan selnya sederhana dan tidak membentuk suatu jaringan. Filum atau divisio yang masuk dalam kingdom *Protista* adalah *Euglena*, *Rhizopoda*, *Flagelata*, *Ciliata*, *Sporozoa*, *Cryzophyta*, *Chlorophyta*, *Phaeophyta*, *Rhodophyta*, *Pyrrophyta*, *Myxomycota*, dan *Oomycota*.

c. *Kingdom Fungi*

Kingdom *Fungi* terdiri atas semua jamur, kecuali *Myxomycota* dan *Oomycota*. Makhluk hidup dalam kingdom ini tidak berklorofil, eukariotik, heterotrof, dinding sel terbentuk dari zat kitin, dan umumnya bersifat saprofit dan parasit. Divisio yang termasuk dalam kingdom *Fungi* adalah *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiumycota*, dan *Deuteromycota*.

d. *Kingdom Plantae*

Kingdom *Plantae* terdiri atas semua tumbuhan yang berciri eukariotik, bersel satu, bersel banyak, tetapi tidak terdeferensiasi (ganggang cokelat dan merah), bersel banyak dan terdeferensiasi membentuk jaringan (tumbuhan lumut, paku, dan tumbuhan biji), dinding sel tersusun dari selulosa, mengandung klorofil, bersifat autotrof, dan mengalami pergiliran keturunan. Kingdom *Plantae* terdiri atas beberapa divisio, yaitu *Bryophyta* (tumbuhan lumut), *Pteridophyta* (tumbuhan paku), dan *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji).

e. *Kingdom Animalia*

Kingdom *Animalia* terdiri atas semua hewan yang mempunyai sel eukariotik, bersel banyak, dan terdeferensiasi membentuk suatu jaringan tertentu, bersifat heterotrof, dan dapat bergerak bebas. Kingdom *Animalia* terdiri atas beberapa filum, yaitu *Porifera*, *Coelenterata*, *Platyhelminthes*, *Nemathelminthes*, *Rotifera*, *Bryozoa*, *Mollusca*, *Annelida*, *Anthropoda*, *Echinodermata*, dan *Chordata*.

Dalam pembahasan selanjutnya, akan diuraikan lebih lanjut tentang lima kingdom dalam klasifikasi makhluk hidup.

5. Sistem Enam Kingdom

Sistem enam kingdom, yaitu *Virus*, *Monera*, *Protista*, *Fungi*, *Plantae*, dan *Animalia*. Dasar klasifikasi adalah virus belum merupakan sel karena tubuhnya tersusun dari asam nukleat yang diselubungi oleh protein.

Sistem klasifikasi yang digunakan sekarang ini adalah sistem klasifikasi lima kingdom. Lebih jauh tentang lima kingdom ini akan kita bahas lebih jauh dalam bab-bab selanjutnya dalam buku ini.

E. Mengidentifikasi Tumbuhan dan Hewan dengan Kunci Determinasi Sederhana

Identifikasi merupakan kegiatan dasar dalam taksonomi. Identifikasi mencakup dua kegiatan, yaitu klasifikasi dan tata nama. Jadi, identifikasi adalah menentukan persamaan dan perbedaan antara dua makhluk hidup, kemudian menentukan apakah keduanya sama atau tidak, baru kemudian memberi nama.

Identifikasi terhadap makhluk hidup yang sudah dikenal pada umumnya dapat dilakukan langsung oleh otak kita. Misalnya, jika kalian melihat seekor harimau, kalian akan menyebut bahwa itu adalah harimau meskipun pada saat itu kalian tidak mengidentifikasi ciri-ciri harimau

karena kalian menyebut nama harimau tentu kalian melakukan proses identifikasi di dalam otak kalian. Identifikasi yang kalian lakukan adalah membandingkan ciri-ciri pada hewan yang kalian temukan (yaitu harimau) dengan ciri-ciri harimau yang telah ada di pikiran kalian. Jika ciri-ciri hewan yang dilihat tersebut sama dengan ciri-ciri harimau yang ada di otak kalian, baru kalian memberi nama untuk hewan yang baru saja kalian lihat tersebut harimau.

Untuk mengidentifikasi makhluk hidup yang baru saja dikenal, kita memerlukan alat pembanding berupa gambar, realia atau spesimen (awetan hewan dan tumbuhan), hewan atau tumbuhan yang sudah diketahui namanya, atau kunci identifikasi. Kunci identifikasi disebut juga kunci determinasi.

Penggunaan kunci determinasi pertama kali diperkenalkan oleh **Carolus Linnaeus**. Namun, sebenarnya **Lamarck** (1778) juga pernah menggunakan kunci modern untuk identifikasi.

Salah satu kunci identifikasi ada yang disusun dengan menggunakan ciri-ciri taksonomi yang saling berlawanan. Tiap langkah dalam kunci tersebut terdiri atas dua alternatif (dua ciri yang saling berlawanan) sehingga disebut *kunci dikotomis*. Cara menggunakan kunci determinasi antara lain sebagai berikut.

1. Bacalah dengan teliti kunci determinasi mulai dari permulaan, yaitu nomor 1a.
2. Cocokkan ciri-ciri tersebut pada kunci determinasi dengan ciri yang terdapat pada makhluk hidup yang diamati.
3. Jika ciri-ciri pada kunci tidak sesuai dengan ciri makhluk hidup yang diamati, harus beralih pada pernyataan yang ada di bawahnya dengan nomor yang sesuai. Misalnya, pernyataan 1a tidak sesuai, beralihlah ke pernyataan 1b.
4. Jika ciri-ciri yang terdapat pada kunci determinasi sesuai dengan ciri yang dimiliki organisme yang diamati, catatlah nomornya. Lanjutkan pembacaan kunci pada nomor yang sesuai dengan nomor yang tertulis di belakang setiap pernyataan pada kunci.
5. Jika salah satu pernyataan ada yang cocok atau sesuai dengan makhluk hidup yang diamati, alternatif lainnya akan gugur. Sebagai contoh, kunci determinasi memuat pilihan:
 - a. tumbuhan berupa herba, atau
 - b. tumbuhan berkayu.Jika yang dipilih adalah 1a (tumbuhan berupa herba), pilihan 1b gugur.
6. Begitu seterusnya hingga diperoleh nama famili, ordo, kelas, dan divisio atau filum dari makhluk hidup yang diamati.

Pada umumnya, buku penuntun identifikasi makhluk hidup dilengkapi dengan kunci determinasi dan hanya berlaku setempat (lokal).

Latihan

1. Apa yang dimaksud dengan "kunci determinasi"?
2. Jelaskan cara menggunakan kunci determinasi itu!
3. Jelaskan perbedaan kunci determinasi dan kunci dikotomi!
4. Bagaimana cara mengidentifikasi makhluk hidup yang baru dikenal? Jelaskan!
5. Berilah contoh kunci determinasi sederhana!

Tugas

Buatlah kunci determinasi pada hewan di sekitar tempat tinggal kalian, kemudian diskusikanlah hasilnya dengan teman-teman sekelasmu!

Untuk melatih kalian dalam melakukan identifikasi tumbuhan dan hewan, lakukanlah kegiatan berikut ini!

Kegiatan 2.3



Penggunaan Kunci Determinasi

Tujuan:

Mengidentifikasi tumbuhan menggunakan kunci determinasi sampai tingkat famili.

Alat dan Bahan:

1. tumbuhan bunga sepatu,
2. bunga canna,
3. kunyit, dan
4. *bougenvile*.

Langkah:

Carilah familinya dengan menggunakan kunci determinasi yang tersedia!

Kunci Determinasi

1a	Tanaman bergetah ...	ke nomor 27
1b	Tanaman tidak bergetah ...	ke nomor 2
2a	Daun berbentuk ginjal atau jantung, bertulang daun menjari. Tepi daun beringgit atau berlekuk merayap, rumput-rumputan yang mudah berakar ...	<i>Umbeliferae</i>
2b	Daun tidak berbentuk ginjal atau jantung ...	ke nomor 3
3a	Mempunyai seludang daun yang memeluk batang, kadang-kadang mempunyai selaput bumbung yang memeluk batang ...	ke nomor 4
3b	Tidak ada seludang daun yang jelas ...	ke nomor 8
4a	Tulang lateral banyak sekali, lurus dan sejajar, dan tegak lurus atau bersudut besar dengan ibu tulang daun ...	ke nomor 30
4b	Tulang lateral tidak demikian ...	ke nomor 5
5a	Batang yang berdaun tegak, berputar serupa tangan ...	<i>Zingiberaceae</i>
5b	Batang tidak demikian ...	ke nomor 6
6a	Batang dengan banyak buku yang berselaput bumbung pipih di dalam ketiak daun ...	<i>Polygonaceae</i>
6b	Tidak ada selaput bumbung di ketiak daun, seludang terbentuk sendiri oleh tangkai daun ...	ke nomor 7
7a	Bakal buah menumpang (di atas). Bunga sedikit atau banyak tersendiri di dalam daun pelindung yang terlipat ...	<i>Commelinaceae</i>
7b	Bakal buah tidak terlindung di antara pelindung ...	<i>Cannaceae</i>
8a	Daun berbentuk kupu-kupu membelah dua ...	<i>Caesalpinaceae</i>
8b	Daun tidak berbentuk kupu-kupu ...	ke nomor 9
9a	Daun memanjang dengan tulang daun sejajar ...	ke nomor 10
9b	Susunan tulang daun menjari atau menyirip ...	ke nomor 11
10a	Tepi daun berduri tempel ...	ke nomor 31
10b	Tanaman yang tidak berduri, tidak berduri tempel ...	<i>Liliaceae</i>
	dan seterusnya.	

Jika tumbuhan yang kalian temukan ada yang belum dapat dicari familinya, kalian dapat meminta bantuan guru untuk mendapatkan kunci determinasi yang dipakai para ahli biologi.

Kegiatan 2.4



Mengidentifikasi Hewan

Tujuan:

Mengidentifikasi hewan menggunakan kunci determinasi sampai tingkat filum.

Alat dan Bahan:

1. berbagai hewan yang dikumpulkan dari lingkungan sekitar, misalnya, serangga, ikan, cacing, cecak, dan bekicot;
2. botol yang tidak terpakai;
3. alkohol 70%.

Langkah Kerja:

1. Masukkan hewan-hewan yang telah kalian peroleh ke dalam botol dan awetkan dengan alkohol 70%.
2. Keluarkan hewan-hewan tersebut dari dalam botol dan letakkan di atas meja, kemudian identifikasi dengan kunci determinasi sampai tahap filum.

Kunci Determinasi

1a	Memiliki tulang belakang ...	ke nomor 2
1b	Tidak memiliki tulang belakang ...	ke nomor 5
2a	Memiliki kelenjar susu ...	Kelas <i>Mamalia</i>
2b	Tidak memiliki kelenjar susu ...	ke nomor 3
3a	Bergerak dengan menggunakan sirip dan bernapas dengan insang ...	Kelas <i>Pisces</i>
3b	Bergerak tidak menggunakan sirip dan bernapas tidak menggunakan insang ...	ke nomor 4
4a	Tubuh ditutupi oleh sisik yang keras ...	Kelas <i>Reptilia</i>
4b	Tubuh ditutupi oleh bulu ...	Kelas <i>Aves</i>
5a	Memiliki cangkang dan berjalan menggunakan perut ...	Filum <i>Gastropoda</i>
5b	Tidak memiliki cangkang ...	ke nomor 6
6a	Kakinya beruas-ruas ...	ke nomor 7
6b	Tidak berkaki dan badannya beruas-ruas ...	Filum <i>Annelida</i>
7a	Kaki berjumlah 6 pasang ...	Kelas <i>Insecta</i>
7b	Kaki berjumlah kurang dari 6 pasang ...	ke nomor 8
	dan seterusnya.	

Jika hewan yang kalian temukan ada yang belum dapat dicari kedudukan taksonominya, kalian dapat meminta bantuan guru untuk mendapatkan kunci determinasi yang dipakai oleh para ahli biologi.

Kegiatan 2.5



Membuat Sendiri Kunci Determinasi Sederhana

Tujuan:

Membuat kunci determinasi untuk identifikasi serangga.

Alat dan Bahan:

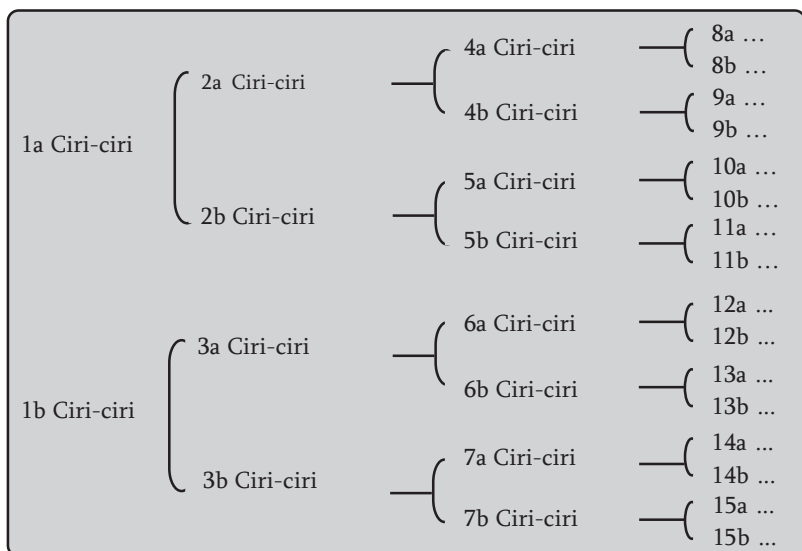
1. Kumpulkan berbagai macam serangga yang ada di sekitar kalian.
2. Bagilah serangga-serangga tersebut ke dalam dua kelompok berdasarkan ciri-ciri tertentu yang telah kamu pilih.

3. Setiap kelompok dibagi lagi menjadi dua subkelompok berdasarkan ciri-ciri tertentu. Ciri-ciri ini harus berbeda dengan ciri yang digunakan dalam klasifikasi sebelumnya.
4. Demikian seterusnya, setiap subkelompok dibagi lagi menjadi dua sub-subkelompok, sampai pada akhirnya tinggal satu serangga dalam setiap sub-subkelompok. Berilah nama pada setiap serangga tersebut.
5. Susunlah dalam diagram dikotomis pada lembaran berikut.
6. Susunlah diagram di atas menjadi kunci determinasi sebagai berikut:

1a ciri-ciri ...	ke nomor 2	3a ciri-ciri ...	ke nomor 6
1b ciri-ciri ...	ke nomor 3	3b ciri-ciri ...	ke nomor 7
2a ciri-ciri ...	ke nomor 4	4a ciri-ciri ...	ke nomor 8
2b ciri-ciri ...	ke nomor 5	4b ciri-ciri ...	ke nomor 9

 ... dan seterusnya.
7. Tukarkan kunci dikotomis hasil pekerjaanmu dengan pekerjaan teman sebangkumu.
 - a. Apakah kunci dikotomis yang kalian buat sama dengan kunci yang dibuat teman sebangkumu? Jelaskan jawabanmu!
 - b. Karakteristik apa yang paling penting dalam mengklasifikasi serangga? Karakteristik apa yang kurang penting?

Diagram Dikotomis



Rangkuman

1.
 - a. Klasifikasi makhluk hidup adalah pengelompokan makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki oleh tiap-tiap makhluk hidup.
 - b. Tujuan klasifikasi makhluk hidup adalah untuk memudahkan dalam mempelajari makhluk hidup yang sangat beragam dan sangat banyak jumlahnya. Caranya adalah dengan penyederhanaan objek studi sehingga lebih mudah dalam mengetahui hubungan kekerabatan di antara makhluk hidup di dunia ini.
2. Carolus Linnaeus mengelompokkan makhluk hidup menjadi dua kingdom, yaitu kingdom tumbuhan dan kingdom hewan. Tingkatan klasifikasi dari kelompok besar sampai kelompok kecil adalah kingdom atau dunia, filum atau divisio, kelas, ordo, suku, marga, dan spesies.
3. Semakin banyak perbedaan ciri makhluk hidup, semakin jauh hubungan kekerabatannya dan semakin banyak persamaan ciri makhluk hidup, semakin dekat hubungan kekerabatannya.

4. a. Kunci determinasi adalah daftar yang memuat sejumlah keterangan dari suatu makhluk hidup yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan kelompok makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya.
- b. Kunci dikotomi merupakan kunci determinasi sederhana yang sering digunakan dalam klasifikasi makhluk hidup. Dalam kunci dikotomi tersebut terdapat daftar yang tersusun secara berpasangan yang menunjukkan ciri yang berlawanan.
5. Pemberian nama makhluk hidup diatur dengan tata aturan tertentu yang berlaku secara internasional. Pemberian nama ini diatur dengan Kode Internasional Tata Nama Hewan dan Tumbuhan dengan menggunakan sistem tata nama dua kata (binomial nomenklatur).

Istilah Penting

<i>Animalia</i>	Klasifikasi
Binomial nomenklatur	Kelas
Familia	Filum
<i>Fungi</i>	Genus
Kingdom	Kunci determinasi
Kunci dikotomis	<i>Monera</i>
Ordo	<i>Plantae</i>
<i>Protista</i>	

Refleksi Diri

1. Setelah mempelajari materi klasifikasi makhluk hidup, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai, atau sangat menguasai* tentang:
 - a. klasifikasi makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya;
 - b. pentingnya klasifikasi makhluk hidup;
 - c. kunci determinasi sederhana;
 - d. manfaat dan tujuan klasifikasi makhluk hidup bagi manusia.
2. Dari materi klasifikasi makhluk hidup, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

kunci determinasi
proses klasifikasi

sistem klasifikasi



Uji Kompetensi

- I. **Pilihlah salah satu jawaban yang kamu anggap benar!**
 1. Makhluk hidup dibagi menjadi dua kingdom. Pernyataan ini dikemukakan oleh

a. Carolus Linnaeus	d. Lamark
b. Darwin	e. Aristoteles
c. Einstein	

2. Pemberian tata nama ganda diatur dalam Kode Internasional yang disebut dengan
 - a. binomial nomenklatur
 - b. kunci determinasi
 - c. klasifikasi
 - d. pengelompokan
 - e. identifikasi
3. Tingkatan terendah dari klasifikasi tumbuhan dan hewan adalah
 - a. kingdom
 - b. spesies
 - c. filum
 - d. kelas
 - e. divisi
4. Urutan takson tumbuhan dari kelompok terbesar ke kelompok terkecil adalah
 - a. kingdom-filum-bangsa-kelas-suku-marga-jenis
 - b. kingdom-filum-kelas-bangsa-suku-marga-jenis
 - c. kingdom-divisio-kelas-bangsa-suku-marga-jenis
 - d. kingdom-divisio-bangsa-kelas-suku-marga-jenis
 - e. kingdom-kelas-divisio-bangsa-suku-marga-jenis
5. Suku kata pertama pada tata cara pemberian nama ganda menunjukkan
 - a. kelas
 - b. ordo
 - c. genus
 - d. spesies
 - e. bangsa
6. Pisang, mangga, kelengkeng, dan durian dikelompokkan dalam tumbuhan buah-buahan. Pengklasifikasian ini tergolong dalam klasifikasi sistem
 - a. natural
 - b. artifisial
 - c. praktis
 - d. manfaat
 - e. buatan
7. Penulisan nama Latin padi yang benar adalah
 - a. *Oryza sativa*
 - b. *oryza sativa*
 - c. *Oriza Sativa*
 - d. *Oryza sativa*
 - e. *Oriza sativa*
8. Pada taksonomi dari kingdom ke spesies, kondisi jumlah makhluk hidup yang berbeda dalam setiap takson akan
 - a. semakin sedikit
 - b. berubah-ubah
 - c. konstan
 - d. semakin banyak
 - e. mengikuti posisi taksonnya
9. *Euglena* kurang cocok jika hanya dimasukkan dalam animalia, karena *Euglena* juga memiliki ciri yang dimiliki oleh *Plantae*, yaitu
 - a. cara makannya autotrof
 - b. selalu bergerak
 - c. cara makannya heterotrof
 - d. bersifat tidak bergerak
 - e. cara hidup berkoloni
10. Filum dalam klasifikasi hewan yang disebut juga
 - a. divisio
 - b. genus
 - c. marga
 - d. ordo
 - e. spesies
11. Semakin dekat hubungan kekerabatan makhluk hidup, semakin banyak
 - a. perbedaan sifat
 - b. persamaan sifat
 - c. keunikannya
 - d. keragamannya
 - e. perbedaan dan persamaannya

12. Daftar yang memuat sejumlah keterangan suatu makhluk hidup yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan kelompok makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya disebut
 - a. kunci dikotomi
 - b. kunci determinasi
 - c. klasifikasi
 - d. pengelompokan
 - e. animalia
13. *Spirogyra sp.* mampu melakukan fotosintesis, tetapi dalam sistem klasifikasi kingdom bukan termasuk ke dalam *Plantae*, melainkan *Protista*. Alasannya adalah
 - a. memiliki flagelata
 - b. tidak memiliki dinding sel
 - b. belum memiliki akar, batang, dan daun sejati
 - d. belum memiliki membran inti
 - c. hidup secara anaerobik
14. Jenis makhluk hidup yang menyerupai tumbuhan dan hewan, tetapi bukan tumbuhan dan bukan hewan disebut
 - a. *Monera*
 - b. *Fungi*
 - c. *Protista*
 - d. *Plantae*
 - e. *Animalia*
15. Pasangan yang memiliki kekerabatan paling dekat adalah
 - a. rubah dan serigala
 - b. rubah dan berang-berang
 - c. rubah dan anjing
 - d. serigala dan anjing
 - e. serigala dan beruang
16. Dalam klasifikasi makhluk hidup sering digunakan kunci determinasi sederhana yang disebut
 - a. kunci klasifikasi
 - b. kunci determinasi
 - c. klasifikasi
 - d. kunci dikotomi
 - e. identifikasi
17. Difa adalah seorang ahli ekologi. Manfaat taksonomi bagi Difa adalah
 - a. menemukan adanya spesies baru
 - b. menemukan adanya senyawa antibodi berciri khusus pada suatu makhluk hidup
 - c. dapat memperkirakan tentang nenek moyang makhluk hidup tertentu
 - d. mempelajari deversitas makhluk hidup yang ada
 - e. mencocokkan pasangan hibrid agar dapat disilangkan dengan makhluk hidup lain
18. Berikut ini yang *bukan* termasuk variasi dalam spesies adalah
 - a. cara reproduksi
 - b. jenis makanan
 - c. bentuk tubuh
 - d. ukuran tubuh
 - e. warna tubuh
19. Spesies adalah unit dasar dari klasifikasi biologi. Alasan dua individu yang berbeda dikelompokkan dalam satu spesies yang sama adalah
 - a. mempunyai kesamaan nenek moyang
 - b. mempunyai banyak persamaan
 - c. mempunyai banyak perbedaan
 - d. dapat saling kawin dan menghasilkan keturunan fertil
 - e. dapat saling kawin dan menghasilkan keturunan steril
20. Kata *maniculata* dari nama Latin *Felis maniculata domesticus* menunjukkan
 - a. kelas
 - b. spesies
 - c. genus
 - d. marga
 - e. kingdom

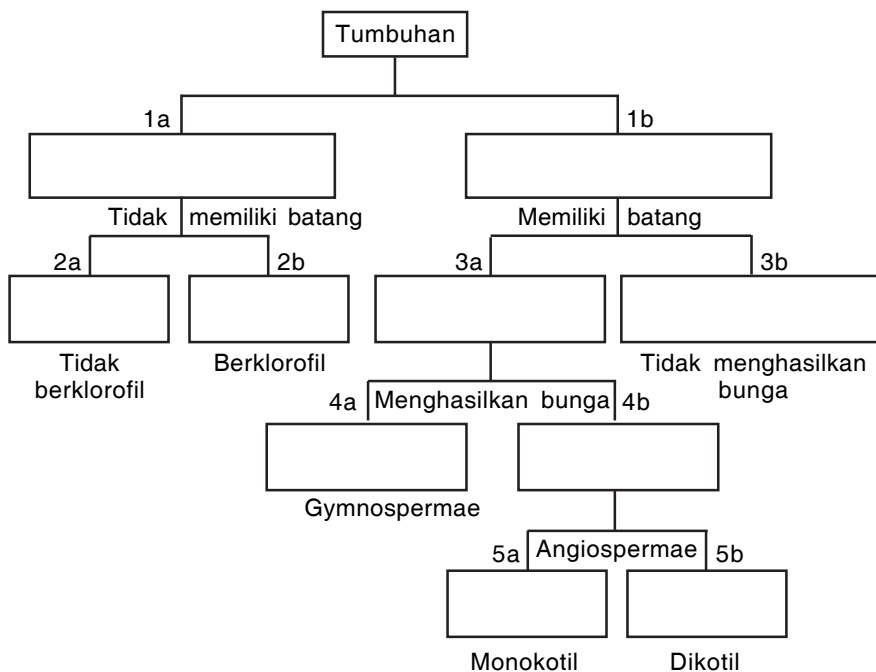
II. Pilihlah!

- A. Jika (1), (2), dan (3) benar
B. Jika (1) dan (3) benar
C. Jika (2) dan (4) benar
D. Jika (4) saja benar
E. Jika semuanya salah
- Klasifikasi makhluk hidup dapat didasarkan pada
(1) warna kulit (3) ukuran tubuh
(2) bentuk tubuh (4) cacat tubuh
 - Ilmu yang mempelajari prinsip dan pengelompokan makhluk hidup disebut
(1) sistematik (3) taksonomi
(2) takson (4) botani
 - Mencandra suatu masalah berarti melakukan langkah-langkah mengidentifikasi dan
(1) merumuskan (3) menyimpulkan
(2) membuat diskripsi (4) memberi nama
 - Metode yang merupakan dasar dari klasifikasi adalah
(1) survei (3) deskriptif
(2) kualitatif (4) empiris
 - Di bawah ini yang *tidak* termasuk sistem dalam metode rasional adalah
(1) sistem praktis (3) sistem natural
(2) sistem artifisial (4) sistem modern
 - Berikut ini yang merupakan pernyataan yang salah adalah
(1) Dua atau lebih spesies dengan ciri-ciri tertentu dikelompokkan membentuk takson genus
(2) Beberapa famili dengan ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson ordo
(3) Beberapa genus yang memiliki ciri-ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson famili
(4) Beberapa kelas yang memiliki ciri-ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk kingdom
 - Kedua takson ini mempunyai tingkatan yang sama antara tumbuhan dan hewan
(1) filum (3) divisio
(2) kelas (4) suku
 - Di bawah ini yang merupakan nama Latin hewan adalah
(1) *Musa paradisiaca* (3) *Phaseolus vulgaris*
(2) *Schistocerca americana* (4) *Canis familiaris*
 - Hewan dikelompokkan menjadi hewan yang berdarah merah dan hewan yang tidak berdarah. Pengelompokan ini berdasarkan sistem
(1) natural (3) modern
(2) praktis (4) artifisial
 - Persamaan struktur tubuh eksternal dan internal merupakan pengelompokan makhluk hidup dengan sistem
(1) praktis (3) empiris
(2) artifisial (4) natural

III. Identifikasikan tumbuhan dengan kunci dikotomi dan masukkan nama-nama tumbuhan tersebut dalam kotak-kotak di bawah ini! Kerjakan di buku tugasmu!

a. Masukkan kelompok tumbuhan di bawah ini ke dalam kunci determinasi di atas!

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1. kacang hijau | 5. paku sarang burung |
| 2. tebu | 6. melinjo |
| 3. padi | 7. jamur tempe |
| 4. lumut hati | 8. kacang panjang |



b. Berdasarkan kunci dikotomi di atas, tuliskan urutan kunci dikotomi tersebut pada tabel di bawah ini!

No.	Nama Tumbuhan	Urutan Nomor Kunci Dikotomi
1.	Kacang hijau	
2.	Tebu	
3.	Padi	
4.	Lumut hati	
5.	Paku sarang burung	
6.	Melinjo	
7.	Jamur tapai	
8.	Kacang panjang	

V. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

- Sebutkan urutan tingkatan klasifikasi makhluk hidup menurut Carolus Linnaeus dari tingkatan paling besar ke tingkatan paling kecil!
- Apakah kunci determinasi itu?
- Bagaimanakah sistem pemberian nama pada makhluk hidup?
- Apakah yang dimaksud dengan klasifikasi makhluk hidup?
- Apa tujuan dari klasifikasi makhluk hidup?

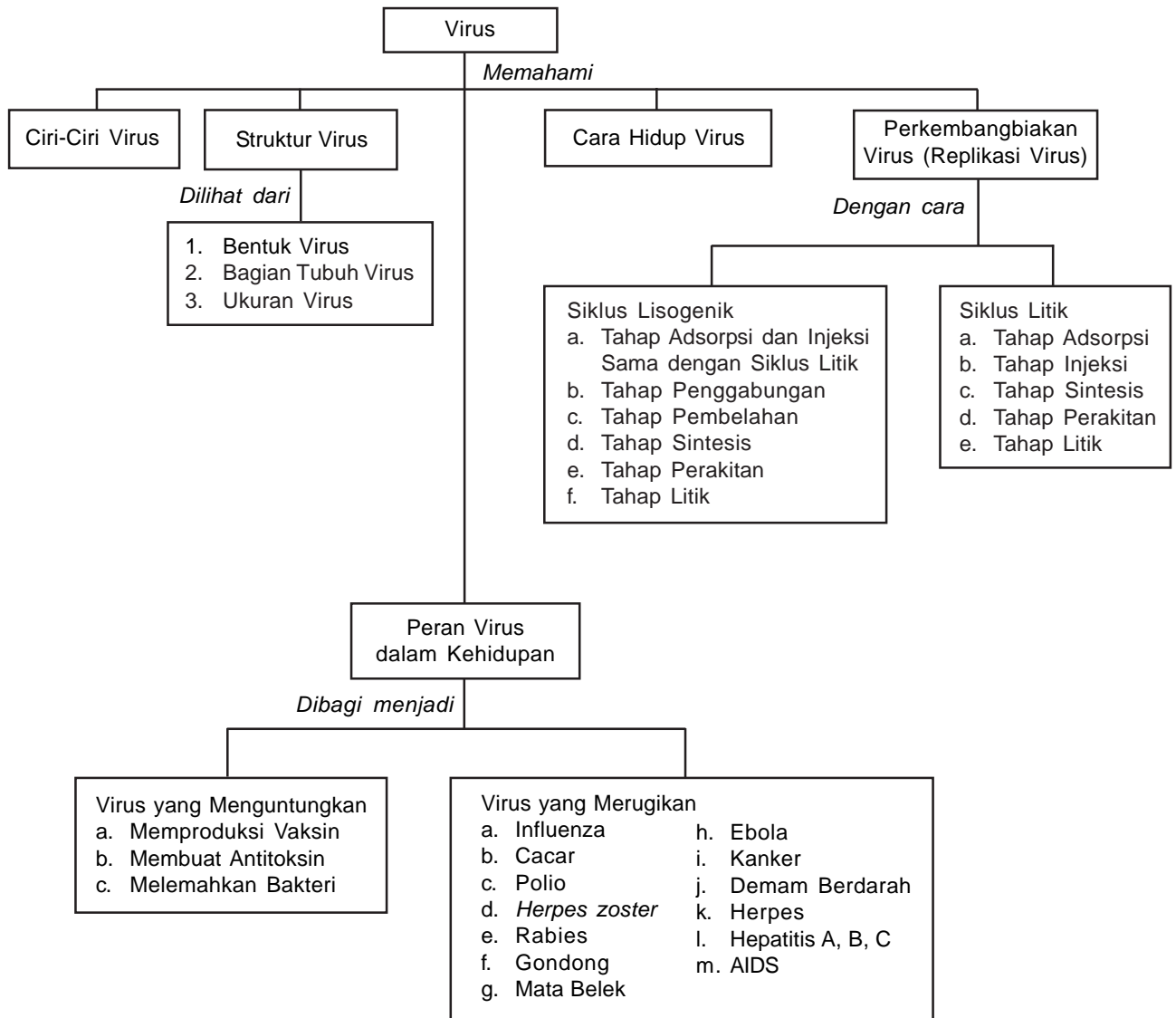
Bab 3

Virus

Tujuan

Mendeskripsikan ciri-ciri, replikasi, dan peran virus dalam kehidupan sehari-hari

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang virus.





Gambar 3.1 Seorang anak yang terkena cacar air (Sumber: www.mydaktarin)



Gambar 3.2 Daun tembakau yang terserang virus mosaik tembakau. Pada permukaan daunnya terdapat bintik-bintik hitam.

Perhatikan Gambar 3.1! Gambar tersebut menggambarkan seorang anak yang terserang penyakit cacar air. Apa yang menjadi penyebabnya? Apakah penyakit ini dapat menular? Adakah obat untuk menyembuhkannya? Upaya apa yang dapat kita lakukan agar terhindar dari penyakit ini? Untuk mendapatkan jawaban dari pertanyaan tersebut, marilah kita bahas tentang *virus*. Cabang biologi yang mempelajari tentang virus adalah *virologi*. Virus berasal dari bahasa Latin yang berarti 'racun'. Hampir semua "virus" menimbulkan penyakit pada makhluk hidup lain. Virus digolongkan ke dalam kingdom tersendiri karena sifatnya. Virus hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron. Setiap orang, baik anak-anak maupun orang dewasa, dapat terserang virus. Beberapa penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi virus adalah influenza, batuk, pilek, tifus, gondong, cacar air, herpes, AIDS, dan hepatitis.

Kapan virus ditemukan? Pada awalnya, sekitar tahun 1892, virus digunakan untuk agen penyebab penyakit oleh *Von Iwanovski* (Rusia). Dia menemukan penyebab penyakit pada daun tembakau (mosaik tembakau) yang mampu menembus saringan bakteri. Jika daun sakit disentuh pada daun sehat, daun sehat akan tertular penyakit ini. Akan tetapi, jika ekstrak daun sakit dipanaskan hingga mendidih terlebih dahulu dan setelah dingin dioleskan pada daun sehat, daun sehat tidak terserang penyakit ini. Dari eksperimennya itu, Iwanovski menarik kesimpulan sementara bahwa penyakit mosaik tembakau disebabkan oleh bakteri patogen.

Pada tahun 1893 ada penelitian baru yang mematahkan kesimpulan Iwanovski karena hasil ekstrak daun tembakau yang terserang penyakit mosaik tembakau yang telah disaring dengan saringan keramik yang tidak tertembus oleh bakteri dioleskan pada daun sehat maka daun sehat tetap tertular penyakit mosaik. Dengan demikian, dia menduga bahwa penyebab penyakit mosaik daun ini adalah bakteri yang sangat kecil. Eksperimen *M. Beijerinck* dari Belanda mendukung teori Iwanovski. Eksperimen yang dilakukan adalah eksperimen berjenjang terhadap penyakit mosaik tembakau. Dia juga berkesimpulan bahwa penyebab penyakit mosaik daun adalah bakteri patogen yang berukuran sangat kecil dan mampu berkembang biak.

Pada tahun 1935 kesimpulan Iwanovski dan *M. Beijerinck* digugurkan oleh *Wendell M. Stanley*, ilmuwan Amerika Serikat. Dia berpendapat bahwa penyakit mosaik tembakau disebabkan oleh virus. *Wendell* mengisolasi dan mengkristalkan virus. Dia berpendapat bahwa virus bukan sel karena dapat dikristalkan. Virus merupakan peralihan antara benda hidup dan tak hidup. Virus tidak sama dengan bakteri karena jika kristal virus ini disuntikkan ke dalam tanaman tembakau yang sehat, virus akan aktif kembali dan melakukan penggandaan sehingga menyebabkan penyakit.

Mulai saat itu, orang menjadi tahu bahwa penyebab penyakit yang menyerang tembakau bukanlah bakteri patogen, tetapi virus yang sering disebut dengan virus mosaik tembakau (*Tobacco Mosaic Virus* atau TMV).

Setelah kalian mengetahui keganasan virus, sekarang pasti kalian juga bertanya, "Ciri-ciri apa yang dimiliki virus? Bagaimana cara hidupnya? Bagaimana reproduksinya? Apakah virus hanya dapat merugikan manusia?" Nah, sekarang marilah kita pelajari secara bertahap.

A. Ciri-Ciri Virus

Virus mempunyai sifat-sifat yang membedakannya dari mikro-organisme yang lain, yaitu:

1. dalam tubuh virus terkandung salah satu asam nukleat, DNA atau RNA saja;
2. dalam proses reproduksinya, hanya diperlukan asam nukleat;
3. berukuran sangat kecil sekitar 20 – 300 milimikron;
4. virus tidak memiliki kemampuan untuk memperbanyak diri di luar sel-sel hidup, dapat dikatakan virus bukanlah makhluk hidup yang mandiri, melainkan makhluk hidup yang memanfaatkan sel-sel hidup untuk memperbanyak diri;
5. multiplikasi terjadi pada sel-sel hospes;
6. dapat dikristalkan (sebagai benda tak hidup) dan dapat dicairkan kembali.

Latihan

1. Jelaskan penelitian yang dilakukan oleh para peneliti tentang virus!
2. Sebutkan ciri-ciri virus!
3. Bandingkan ukuran tubuh virus dan bakteri!
4. Bagaimana hasil eksperimen dari Wendell M. Stanly? Jelaskan!
5. Apakah virus dapat hidup di alam bebas? Jelaskan!

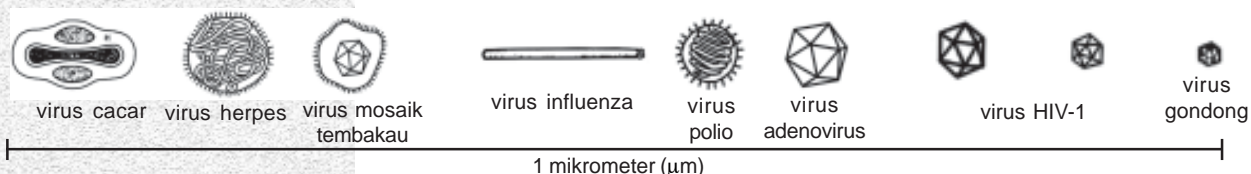
B. Struktur Virus

1. Bentuk Virus

Virus dapat berbentuk oval, batang (memanjang), huruf T, dan dapat juga berbentuk bulat.

Virus memiliki struktur yang sangat sederhana. Virus hanya terdiri dari materi genetik berupa DNA atau RNA yang dikelilingi oleh suatu *protein pelindung* yang disebut *kapsid*. Kapsid dibangun oleh subunit-subunit yang identik satu sama lain yang disebut *kapsomer*. Bentuk kapsomer-kapsomer ini sangat simetris dan suatu saat dapat mengkristal. Pada beberapa virus, seperti virus herpes dan virus influenza, dapat pula dilengkapi oleh sampul atau *envelope* dari lipoprotein (lipid dan protein). Pembungkus ini merupakan membran plasma yang berasal dari sel inang virus. Suatu virus dengan materi genetik yang terbungkus oleh pembungkus protein disebut **partikel virus** atau **virion**.

Virus bukan sel atau makhluk hidup karena tidak memiliki sitoplasma dan organel sel tidak melakukan metabolisme serta berukuran sangat kecil sehingga tidak mungkin memiliki struktur sel.



Gambar 3.3 Berbagai macam bentuk virus
(Sumber: *Mikrobiologi Umum*, 1994)

2. Bagian Tubuh Virus

Bentuk virus (bakteriofag) terdiri dari kepala, selubung, dan ekor. Kepala berbentuk heksagonal, terdiri dari kapsomer yang mengelilingi DNA-nya. Satu unit protein yang menyusun kapsid disebut kapsomer.

3. Ukuran Virus

Selubung ekor berfungsi sebagai penginfeksi. Serabut-serabut ekor terdapat di dasar selubung ekor, berfungsi sebagai penerima rangsang.

Selain virus influenza, inti virus hanya terdiri dari satu rangkaian asam nukleat. Satu rangkaian asam nukleat mengandung 3.500 sampai 600.000 nukleotida. *Deoxyribonucleid Acid* (DNA) dan *Ribonucleid Acid* (RNA) adalah substansi genetik yang membawa kode pewarisan sifat virus. Berdasarkan penyusun intinya, virus dibedakan menjadi virus DNA dan virus RNA. Contoh virus DNA adalah virus cacar. Contoh virus RNA adalah virus influenza dan HIV.

Virus berukuran sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron. Ukuran virus sekitar 20 – 300 milimikron, jauh lebih kecil dari ukuran bakteri, yaitu 10 mikron.

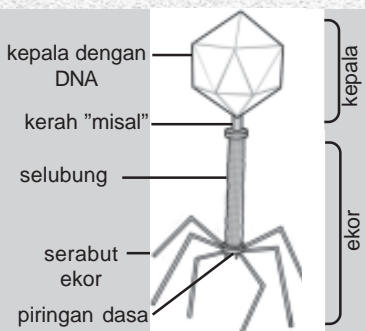
Untuk membuktikan bahwa ukuran virus sangat kecil, *Iwanovski* dan *M. Beijerinck* melakukan eksperimen dengan penyaringan. Ternyata virus tetap lolos dari saringan keramik, serangkaian bakteri tersaring karena ukurannya lebih besar daripada virus.

Latihan

1. Apa perbedaan antara virus dan sel?
2. Berdasarkan inti virusnya, virus dibedakan menjadi berapa macam? Sebutkan!
3. Apakah yang disebut dengan *kaspid* dan *kapsomer*? Apa perbedaan keduanya?
4. Sebutkan bentuk-bentuk virus dan berilah contohnya!
5. Apa yang dimaksud dengan *virion*? Jelaskan!

Tugas

Buatlah kelompok, masing-masing tiga orang anggota. Desainlah sebuah virus T yang dibuat dari baut, mur, dan kawat. Bagian kepala buatlah dari karet penghapus. Setelah terbentuk, diskusikan dengan anggota kelompokmu tentang bagian-bagian penyusun tubuh virus T!



Gambar 3.4 Struktur virus bakterifag T2 (Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

C. Cara Hidup Virus

Virus tidak dapat berdiri sendiri atau hidup bebas di alam ini. Virus hidup secara parasit pada bakteri, tumbuhan, hewan, dan manusia.

1. Virus Bakteri

Tidak ada satu bakteri pun yang tidak mengandung virus. Virus yang menginfeksi bakteri adalah bakteriofag. Bakteriofag dapat berkembang cepat sehingga dalam waktu yang singkat dapat menghancurkan sejumlah bakteri. Bakteriofag memiliki inti asam nukleat berbentuk DNA ganda berpilin atau tunggal berpilin atau RNA rantai tunggal. Contoh bakteriofag adalah *E. coli*.

2. Virus Tumbuh-tumbuhan

Sebagian besar penyakit pada tumbuh-tumbuhan disebabkan oleh virus. Serangan virus ini dapat mengakibatkan kerugian secara ekonomi yang sangat besar, misalnya, virus yang menyerang tanaman kentang dan tembakau.

Bahan genetik dari virus tumbuh-tumbuhan adalah RNA. Virus ini dapat memasuki bagian dalam sel secara aktif atau dapat melalui cedera, misalnya, cedera akibat gosokan pada daun. Di alam virus ditularkan secara kontak langsung atau melalui vektor. Sejumlah besar virus dapat juga ditularkan melalui serangga. Virus sering memperbanyak diri di dalam saluran pencernaan serangga (virus persisten). Virus dapat menginfeksi tumbuhan lain setelah terjadi masa inkubasi di dalam serangga. Sementara itu, virus yang tidak persisten dapat ditularkan melalui gigitan serangga secara langsung.

3. *Virus Patogen pada Hewan*

Bahan genetik virus hewan adalah DNA ganda berpilin atau RNA polinukleotida tunggal. Virus dapat menimbulkan penyakit rabies (anjing gila), sampar pada ayam, ebola pada kera, dan penyakit kuku pada ternak. Virus ini dapat ditularkan secara kontak langsung atau melalui perantara serangga. Untuk penelitiannya, diperlukan hewan percobaan atau telur ayam yang sudah dierami. Selain itu, virus juga dapat diperbanyak dengan kultur jaringan. Perbanyakannya ini dapat dilakukan di laboratorium.

4. *Virus yang Menyerang Manusia*

Virus yang menyerang manusia, antara lain, virus cacar air, cacar, campak, influenza, polio, mata belek, hepatitis, demam berdarah, diare, HIV AIDS, dan virus AI. Virus pada manusia dapat ditularkan secara kontak langsung maupun tidak langsung. Mata belek, influenza, dan cacar dapat ditularkan secara kontak langsung atau lewat udara. Hepatitis dan polio dapat ditularkan melalui air sumur yang tercemar dan sendok atau piring bekas penderita ataupun keringat penderita. Demam berdarah dapat ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Sementara itu, virus HIV AIDS dapat ditularkan melalui jarum suntik, air ludah, transfusi darah, air susu, plasenta ibu hamil pada janinnya, hubungan kelamin, serta cairan vagina dan sperma.

Latihan

1. Apakah virus dapat hidup tanpa bantuan sel inang? Jelaskan!
2. Apakah yang dimaksud dengan virus bakteri?
3. Apa pula yang dimaksud dengan virus tumbuhan, virus patogen untuk hewan, dan virus yang menginfeksi manusia?
4. Apakah virus termasuk benda hidup atau benda mati? Jelaskan!
5. Apakah kamu atau anggota keluargamu pernah tertular virus? Virus apakah itu? Apa penyebabnya? Jelaskan!

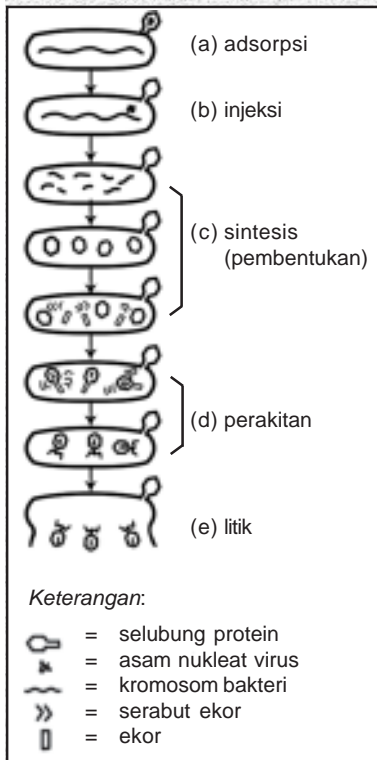
D. Perkembangbiakan Virus (Replikasi Virus)

Virus bukanlah sel yang dapat berkembang biak sendiri. Cara berkembang biak virus berbeda dengan makhluk hidup lain. Virus tidak mampu memperbanyak diri di luar sel-sel hidup sehingga dikatakan bahwa virus bukanlah makhluk hidup yang dapat hidup mandiri. Virus selalu memanfaatkan sel-sel hidup sebagai inang untuk memperbanyak dirinya. Replikasi terjadi di dalam sel inang. Untuk dapat mereplikasi asam nukleat dan mensintesis protein selubungnya, virus bergantung pada sel-sel inang. Replikasi ini menyebabkan rusaknya sel inang. Setelah itu, virus akan keluar dari sel inang. Di luar sel inang, virus disebut sebagai partikel virus yang disebut *virion*.

Ada beberapa tahapan dalam replikasi virus, yaitu tahap adsorpsi (penempelan) virus pada inang, tahap injeksi (masuknya) asam inti ke dalam sel inang, tahap sintesis (pembentukan), tahap perakitan, dan tahap litik (pemecahan sel inang).

Berdasarkan tahapan tersebut, siklus hidup virus dapat dibedakan lagi menjadi *siklus litik* dan *siklus lisogenik*.

1. Siklus Litik



Gambar 3.5 Replikasi virus secara litik
(Sumber: Pelczar, M.J., dan Chan., 1986)

Replikasi virus dalam sel inang merupakan peristiwa yang sangat kompleks, tahap demi tahap dari proses sintesis, mulai dari terinfeksi sel inang sampai pembebasan partikel-partikel virus.

Seperti virus lain, bakteriofag tidak dapat bergerak. Jika suspensi bakteriofag bebas bercampur dengan suspensi bakteri, akan terjadi persinggungan kebetulan yang menyebabkan bakteriofag teradsorpsi pada permukaan bakteri. Selanjutnya, DNA bakteriofag terinjeksi ke dalam bakteri. Setelah beberapa waktu, terjadilah lisis sel-sel inang yang ditandai dengan pembebasan bakteriofag bentukan, kemudian baru ke dalam medium suspensi.

a. Tahap Adsorpsi

Pada tahap ini, ekor virus mulai menempel di dinding sel bakteri. Virus hanya menempel pada dinding sel yang mengandung protein khusus yang dapat ditempel protein virus. Menempelnya virus pada dinding sel disebabkan oleh adanya reseptor pada ujung serabut ekor. Setelah menempel, virus akan mengeluarkan enzim lisozim yang dapat menghancurkan atau membuat lubang pada sel inang.

b. Tahap Injeksi

Proses injeksi DNA ke dalam sel inang ini terdiri atas penambatan lempeng ujung, kontraksi sarung, dan penusukan pasak berongga ke dalam sel bakteri. Pada peristiwa ini, asam nukleat masuk ke dalam sel, sedangkan selubung proteinnnya tetap berada di luar sel bakteri. Jika sudah kosong, selubung protein ini akan terlepas dan tidak berguna lagi.

c. Tahap Sintesis (Pembentukan)

Virus tidak dapat melakukan sintesis sendiri, tetapi virus akan melakukan sintesis dengan menggunakan sel inangnya. Setelah asam nukleat disuntikan ke dalam sel inang, segera menimbulkan perubahan-perubahan besar pada metabolisme sel yang terinfeksi (sel inang atau bakteri). Enzim penghancur yang dihasilkan oleh virus akan menghancurkan DNA bakteri yang menyebabkan sintesis DNA bakteri terhenti. Posisi ini digantikan oleh DNA virus yang kemudian mengendalikan kehidupannya. Dengan fasilitas dari DNA bakteri yang sudah tidak berdaya, DNA virus akan mereplikasi diri berulang kali dengan jalan mengopi diri dalam jumlah yang sangat banyak. Sintesis DNA virus dan protein terbentuk atas kerugian sintesis bakteri yang telah rusak. DNA virus ini kemudian akan mengendalikan sintesis DNA dan protein yang akan dijadikan kapsid virus.

d. Tahap Perakitan

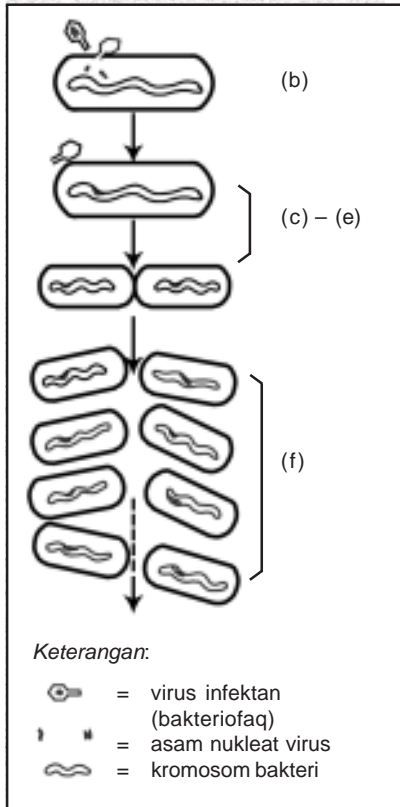
Pada tahap ini, kapsid virus yang masih terpisah-pisah antara kepala, ekor, dan serabut ekor akan mengalami proses perakitan menjadi kapsid yang utuh. Kemudian, kepala yang sudah selesai

terbentuk diisi dengan DNA virus. Proses ini dapat menghasilkan virus sejumlah 100 – 200 buah.

e. Tahap Litik

Dinding sel bakteri yang sudah dilunakkan oleh enzim lisozim akan pecah dan diikuti oleh pembebasan virus-virus baru yang siap untuk mencari sel-sel inang yang baru. Pemecahan sel-sel bakteri secara eksplosif dapat diamati dengan mikroskop lapangan gelap. Jangka waktu yang dilewati lima tahap ini dan jumlah virus yang dibebaskan sangat bervariasi, tergantung dari jenis virus, bakteri, dan kondisi lingkungan.

2. Siklus Lisogenik



Gambar 3.6 Replikasi virus secara lisogenik (Sumber: Pelczar, M.J. dan Chan, 1986)

Virus lambda dapat melakukan siklus litik, tetapi kadang-kadang juga melakukan siklus lisogenik. Pada siklus lisogenik, tahap yang dilalui lebih banyak daripada siklus litik. Tahap adsorpsi dan tahap injeksi sama dengan siklus litik. Akan tetapi, sebelum tahap sistesis, terlebih dahulu virus melewati tahap penggabungan dan tahap pembelahan. Kemudian, dilanjutkan dengan tahap perakitan dan tahap litik.

a. Tahap Adsorpsi dan Tahap Injeksi

Tahap adsorpsi dan tahap injeksi pada siklus lisogenik sama seperti tahap adsorpsi dan tahap injeksi siklus litik.

b. Tahap Penggabungan

Tahap ini adalah tahap ketika DNA virus masuk ke dalam tubuh bakteri dan terjadinya penggabungan antara DNA bakteri dan DNA virus. Proses ini terjadi ketika DNA yang berbentuk kalung tak berujung pangkal terputus dan DNA virus menyisip di antara DNA bakteri yang terputus tadi. Kemudian, terbentuklah rangkaian DNA yang utuh yang telah terinfeksi atau tersisipi DNA virus.

c. Tahap Pembelahan

DNA virus telah tersambung dengan DNA bakteri. DNA virus tidak dapat bergerak atau disebut sebagai profag. Karena bergabung dengan DNA bakteri, ketika DNA bakteri melakukan replikasi selnya secara langsung, profag juga melakukan replikasi. Demikian juga ketika sel bakteri mengalami pembelahan, secara langsung dua anak sel bakteri yang mengandung profag tersebut juga ikut mengalami pembelahan. Dengan kata lain, jumlah profag sama dengan jumlah sel bakteri inangnya.

d. Tahap Sintesis

Pada kondisi lingkungan tertentu, profag menjadi aktif. Profag dapat saja memisahkan diri dengan DNA bakteri dan merusak DNA bakteri. Kemudian menggantikan peran DNA bakteri dengan DNA virus untuk sistesis protein yang berfungsi sebagai kapsid bagi virus-virus baru dan replikasi DNA.

e. Tahap Perakitan

Pada tahap ini, terjadi perakitan kapsid-kapsid virus yang utuh sebagai selubung virus. Setelah kapsid virus utuh, diisi dengan DNA hasil replikasi, terjadilah virus-virus baru.

f. Tahap Litik

Tahap ini sama dengan tahap litik pada siklus litik saat dinding bakteri akan pecah dan virus baru berhamburan keluar. Virus baru ini

selanjutnya akan menyerang bakteri yang lain. Begitu seterusnya, virus akan mengalami siklus litik atau lisogenik.

Berdasarkan asam intinya, replikasi virus dapat dibedakan menjadi virus yang berasam inti DNA dan virus yang berasam inti RNA.

1) Virus dengan Asam Inti DNA

Virus ini menginfeksi sel inang dan memperbanyak diri menjadi beberapa DNA. Beberapa DNA virus mengalami transkripsi menjadi mRNA penghasil selubung protein virus. mRNA menghasilkan enzim yang dapat menghancurkan dinding sel inang. Hancurnya sel inang menjadikan virus-virus baru berhamburan keluar dan virus-virus baru ini siap menginfeksi sel-sel inang lain. Contoh virus berasam inti DNA adalah virus cacar, virus herpes, dan bakteriofag.

2) Virus dengan Asam Inti RNA

Contohnya adalah virus AIDS. RNA virus AIDS menginfeksi sel inang, lalu melakukan penerjemahan balik membentuk RNA-DNA baru dan membentuk DNA virus. Selanjutnya, DNA virus masuk ke dalam inti sel inang yang menyebabkan DNA inang mengandung DNA virus. DNA virus membentuk mRNA dari inti. RNA virus membentuk protein virus di dalam sitoplasma sel inang. RNA virus dan protein virus akhirnya bergabung membentuk HIV.

Latihan

1. Sebutkan tahap-tahap apa sajakah yang dilewati pada siklus litik!
2. Sebutkan tahap-tahap yang dilewati pada siklus lisogenik!
3. Berdasarkan jenis asam nukleatnya, replikasi virus dapat dibedakan menjadi dua. Sebutkan!

Tugas

Untuk lebih memahami perbedaan kedua siklus di atas, isilah tabel perbedaan di bawah ini!

Tabel 3.1 Perbedaan Fase Litik dan Fase Lisogenik

No.	Faktor Pembeda	Siklus Litik	Siklus Lisogenik
1.	Urutan tahapnya		
2.	Keadaan akhir bakteri		
3.	Jumlah virus baru		
4.	Hubungan DNA virus dan DNA bakteri. DNA virus mengambil alih fungsi DNA bakteri		
5.	Contoh virus: virus <i>lambda</i>		

E. Peran Virus dalam Kehidupan

1. Virus yang Menguntungkan

DNA sebagai pembawa materi genetik dapat mengubah sifat makhluk hidup. Dalam siklus lisogenik, penggabungan DNA bakteri dan DNA virus menjadikan DNA bakteri mengandung DNA virus.

Pada saat DNA virus aktif dan DNA bakteri hancur, sebagian DNA bakteri tidak hancur sehingga sebagian DNA virus tetap membawa gen bakteri. Jika di dalam DNA virus terkandung DNA bakteri



Gambar 3.7 Seorang anak sedang diimunisasi
(Sumber: www.bbc.co.uk)

A dan DNA virus tersebut menginfeksi bakteri B, di dalam bakteri B mengandung DNA virus dan DNA bakteri A. Dengan demikian, sebagian sifat bakteri A dapat dimiliki oleh bakteri B. Berdasarkan teori di atas, virus dapat berperan dalam berbagai hal.

a. Memproduksi Vaksin

Vaksin merupakan patogen yang telah dilemahkan sehingga tidak berbahaya jika menyerang manusia. Ada beberapa virus yang dimanfaatkan untuk memproduksi vaksin. Jika telah diberi vaksin, tubuh manusia akan dapat memproduksi antibodi sehingga jika sewaktu-waktu terserang patogen yang sebenarnya, tubuh manusia tersebut telah kebal karena di dalam tubuhnya telah diproduksi antibodi patogen tersebut.

b. Membuat Antitoksin

Antitoksin dapat dibuat dengan menggabungkan DNA virus dan gen yang mempunyai sifat menguntungkan sehingga jika virus menginfeksi bakteri, di dalam sel bakteri tersebut terkandung gen yang menguntungkan. Gen manusia adalah gen yang menguntungkan yang dapat mengendalikan produksi antitoksin. Jika oleh DNA virus, DNA manusia disambungkan dengan DNA bakteri, sel bakteri tersebut akan mengandung gen manusia penghasil antitoksin. Jadi, yang mulanya gen bakteri tidak mengandung antitoksin manusia, sekarang mampu memproduksi antitoksin manusia.

Pembelahan akan terus-menerus dilakukan oleh bakteri. Setiap bakteri baru dipastikan mengandung antitoksin yang dihasilkan oleh DNA manusia. Antitoksin dapat dipisahkan dan dimanfaatkan untuk melawan penyakit pada manusia. Dengan rekayasa genetik, dapat dikatakan bahwa virus dapat dimanfaatkan sebagai perantara gen manusia atau gen makhluk hidup lainnya untuk masuk ke dalam sel bakteri agar sel bakteri tersebut membawa sifat gen manusia atau gen makhluk hidup lain.

c. Melemahkan Bakteri

Virus yang menyerang bakteri patogen merupakan virus yang menguntungkan. Jika DNA virus lisogenik menginfeksi DNA bakteri patogen, bakteri tersebut menjadi melemah atau tidak berbahaya.

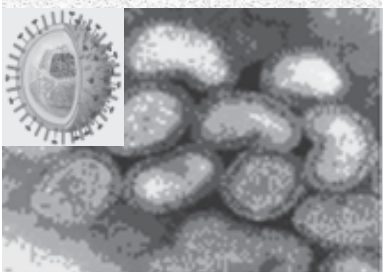
2. Virus yang Merugikan

Virus dapat menyebabkan beberapa penyakit pada tubuh manusia. Serangan virus ini dapat merugikan manusia. Beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus adalah influenza, pilek, cacar, polio, herpes, rabies, gondong, mata belek, ebola, kanker, cacar air, hepatitis, dan demam berdarah.

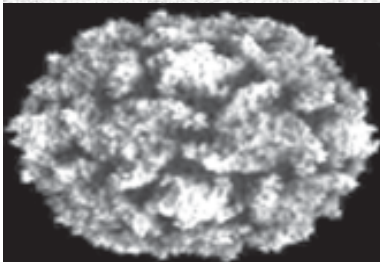
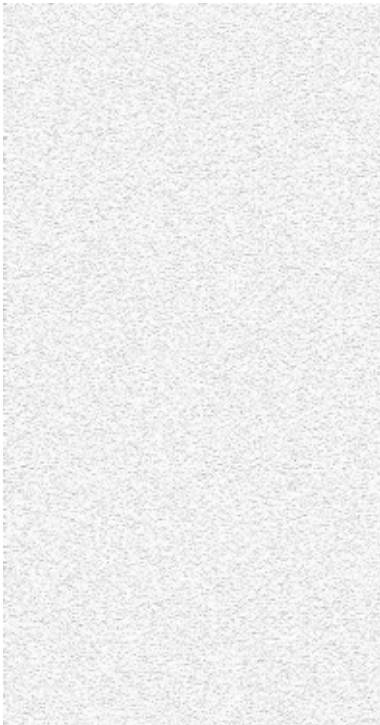
a. Influenza

Virus influenza berbentuk bulat. Pernahkah kalian terserang virus influenza? Tanda-tanda orang yang terkena virus influenza adalah timbulnya ingus, suhu badan meningkat, demam, nyeri otot, dan nafsu makan menurun. Virus ini menyerang bagian atas saluran pernapasan. Ada sekitar 190 macam virus penyebab influenza. Karena macamnya yang banyak, jika seseorang telah sembuh dari serangan virus influenza, ada kemungkinan terserang lagi oleh virus influenza yang berbeda.

Virus ini dapat dicegah dengan meningkatkan daya tahan tubuh, mengusahakan tubuh tetap sehat, olahraga yang cukup, dan banyak mengonsumsi buah dan sayur yang mengandung vitamin C.



Gambar 3.8 Virus Influenza
(Sumber: www.coloradoallergy.com dan www.voqelgrippe.bbraun.de)



Gambar 3.9 Virus polio
(Sumber: www.npspindia.com)

b. Cacar

Virus cacar berbentuk seperti bata yang berlapis dua membran. Virus cacar terdiri atas inti yang berisi DNA pita rangkap yang mengandung protein. Virus cacar tahan terhadap kekeringan sehingga mempunyai daya tular yang tinggi.

Cacar dapat menyerang tubuh manusia. Virus cacar menginfeksi manusia melalui saluran pernapasan bagian atas dan menyebar melalui darah. Akhirnya, virus diam di dalam kulit dan menimbulkan gelembung-gelembung kecil dan datar. Setelah pecah, akan menimbulkan bopeng pada tubuh dan wajah. Masa inkubasi virus ini adalah 12 – 16 hari.

Gejala yang ditimbulkan oleh virus ini adalah suhu badan terasa panas dingin, demam, lesu, menggigil, sakit kepala, dan sakit punggung. Penularan penyakit cacar dapat melalui kontak langsung dengan sumber infeksi, sekresi hidung, mulut, dan benda yang telah terkontaminasi oleh virus, seperti handuk, *washlap*, selimut, baju, dan seprai.

Untuk mencegah terjalur atau terjangkit penyakit cacar, dapat dilakukan dengan pemberian vaksin cacar. Vaksinasi aktif ini dapat menginduksi antibodi dalam serum dan memberi imunitas terhadap penyakit cacar yang sebenarnya.

c. Polio

Virus polio sering menyerang anak-anak. Gejala yang ditimbulkan adalah demam tinggi, mengantuk, tenggorokan sakit, mual, muntah, sakit kepala, serta tulang belakang dan tulang leher terasa kaku.

Jika virus ini menyerang selaput otak dan merusak sel saraf otak depan, akan menyebabkan kelumpuhan. Sumber virus berada dalam saluran usus penderita polio. Virus dapat ditularkan melalui feses orang yang telah terserang polio. Jika makanan yang telah terkontaminasi kita makan, kita akan tertular. Selain itu, dapat juga ditularkan melalui infeksi saluran pernapasan. Masa inkubasinya antara 3 – 35 hari atau 7 – 14 hari.

Polio dapat dicegah dengan pemberian vaksin polio. Vaksin polio ini terdiri atas vaksin salk dan sabin. Vaksin salk bertugas mengaktifkan produksi antibodi dalam serum, sedangkan vaksin sabin mengandung virus polio yang sudah dilemahkan.

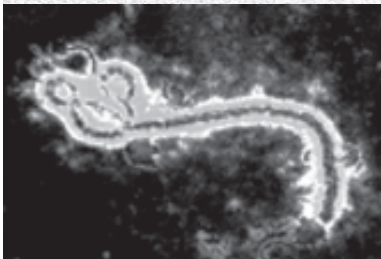
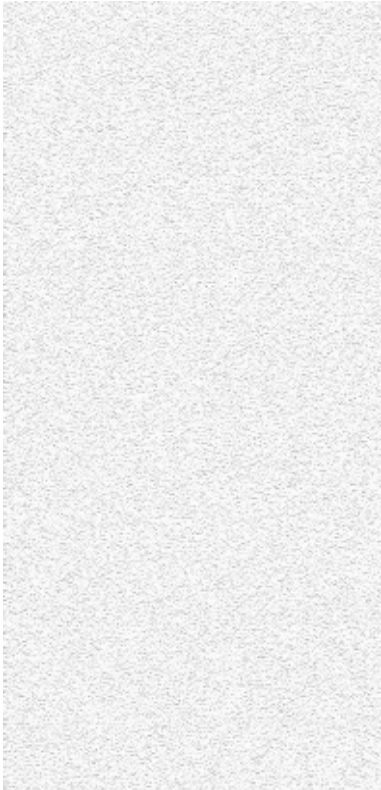
d. Herpes Zoster

Herpes zoster disebabkan oleh serangan virus *Varisela* yang menyerang saraf sensoris. Herpes ini biasa disebut dengan cacar air. Pada anak-anak, cacar air merupakan penyakit yang ringan, tetapi pada orang dewasa, serangan virus ini dapat mengakibatkan kematian. Gejala yang ditimbulkan oleh serangan virus ini adalah demam dan timbul gelembung kulit yang datar.

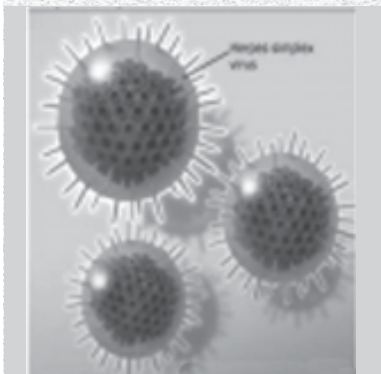
Varisela menginfeksi saluran pernapasan bagian atas, kemudian menyebar melalui darah dan berhenti di dalam kulit. Masa inkubasinya adalah 14 – 16 hari.

Infeksi oleh virus ini hanya terjadi di sepanjang saraf sensoris yang terinfeksi. Jika virus ini menginfeksi sumsum tulang belakang, akan menyebabkan kelumpuhan, tetapi dalam 2 – 4 minggu dapat disembuhkan.

Agar tidak terinfeksi virus ini lagi, kita harus menjaga tubuh agar tetap fit. Virus ini akan aktif kembali jika daya tahan tubuh kita menurun.



Gambar 3.10 Virus *Ebola*
(Sumber:
www.scottcamazine.com)



Gambar 3.11 Virus *Herpes*
(Sumber: www.hipusa.com)

e. Rabies

Rabies atau penyakit anjing gila disebabkan oleh virus rabies yang menyerang sistem saraf pusat penderita.

Virus rabies dapat menginfeksi semua hewan berdarah panas, seperti anjing, serigala, dan kucing. Penularannya dapat melalui gigitan dari hewan yang telah terinfeksi. Masa inkubasinya adalah 10 – 14 hari. Virus rabies juga dapat menginfeksi manusia. Gejala yang ditimbulkan adalah hirdopobia (takut air), sakit kepala, tertawa tanpa sebab, lesu, demam, gugup, dan lumpuh. Pengobatan penyakit rabies dapat dilakukan dengan pemberian vaksin rabies.

f. Gondong

Penyebab gondong adalah serangan virus RNA yang menginfeksi otak, kelenjar parotid, pankreas, dan jantung.

Biasanya, infeksi pada kelenjar parotid menyebabkan bengkak di belakang telinga. Orang yang pernah terserang virus ini akan memiliki kekebalan terhadap gondong.

g. Mata Belek

Virus belek menyerang mata. Virus belek mengakibatkan rasa sakit, mata merah, bengkak, mengeluarkan air mata, dan mengeluarkan kotoran mata yang banyak.

h. Ebola

Virus ebola hanya menyerang manusia dan kera. Awalnya virus ebola menyerang sel darah putih makrofag dan fibroblas. Setelah itu, virus menyebar ke seluruh jaringan tubuh dan jaringan ikat di bawahnya. Setelah 7 hari, penderita akan mengalami pendarahan di dalam tubuh dan menderita kerusakan ginjal dan hati. Keadaan ini menimbulkan demam, sakit kepala, dan lelah sekali. Selanjutnya, penderita ebola akan mengalami penggumpalan darah dan pendarahan, baik di dalam maupun di luar tubuh. Jika sudah terjadi demikian, kemungkinan hidup tidak ada lagi.

i. Kanker

Kanker juga dapat disebabkan oleh virus. Virus yang menginfeksi akan mengalami pembelahan sel yang tidak ada hentinya sehingga dapat memicu timbulnya kanker.

j. Demam Berdarah (DB)

Penyebab penyakit demam berdarah adalah infeksi virus *Dengue*. Virus ini ditularkan oleh gigitan nyamuk *Aedes aegypti*.

Infeksi virus *Dengue* menyebabkan turunnya jumlah trombosit (pembeku darah) dalam tubuh penderita. Penderita yang telah parah akan mengalami pendarahan pada organ-organ tubuh yang berakibat pada kematian.

Gejala awal yang sering timbul dari penderita DB adalah demam tinggi, timbul bercak merah, terutama pada lekukan tubuh, mimisan, dan sakit kepala, kadang-kadang disertai mual dan muntah.

k. Herpes Genitalis

Berbeda dengan dua penyakit kelamin yang disebabkan oleh bakteri. *Herpes genitalis* disebabkan oleh virus *Herpes simplex*. Rasa gatal dan sakit di daerah kelamin menyebabkan penderita menggaruk bagian yang terasa gatal tersebut. Bekas garukan berupa lepuhan-lepuhan

kecil berair dan jika digaruk lagi, akan menimbulkan luka terbuka atau infeksi.

1. **Hepatitis A, B, dan C**

Hepatitis disebabkan oleh serangan virus yang menginfeksi hati. Biasanya, penyakit yang disebabkan oleh virus dapat ditularkan melalui udara, jarum suntik, makanan dan minuman, serta transfusi darah. Pencegahan penyakit ini dapat dilakukan dengan menjaga kesehatan dan kebersihan makanan di lingkungan hidup kita.

Hepatitis A. Penularannya melalui mulut, makanan, dan minuman. Hepatitis A merupakan infeksi kronis yang dapat disembuhkan dengan pemberian antibodi dan vaksin.

Hepatitis B. Penularannya melalui cairan tubuh, transfusi darah, dan bawaan lahir yang diturunkan oleh ibunya. Penyakit ini ada yang dapat disembuhkan dengan pemberian antibodi dan vaksin, tetapi ada juga yang berkembang menjadi sirosis dan kanker hati.

Hepatitis C. Tidak terdapat gejala pada penyakit ini, tetapi setelah beberapa puluh tahun, baru terdeteksi sehingga biasanya kondisi penderita sudah parah. Belum ada vaksin yang dapat menyembuhkannya. Pemberian interferon hanya dapat menghambat perkembangbiakan virus.

m. **AIDS**

Penyakit *Acquired Immune Deficiency Syndrome* (AIDS) disebabkan oleh adanya infeksi virus *Human Immunodeficiency Virus* (HIV). Virus HIV dapat merusak sistem kekebalan tubuh.

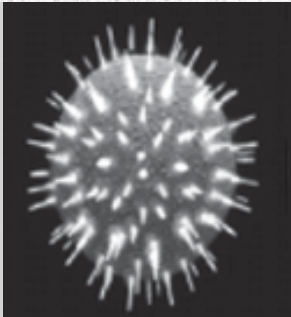
Kerusakan sistem jaringan tubuh ini bersifat permanen sehingga tidak dapat melindungi tubuh dari infeksi atau jenis kanker tertentu lainnya. Serangan virus HIV dapat menimbulkan kematian. Sampai sekarang penyakit ini belum ada obatnya.

Penyakit AIDS tidak ditularkan melalui kontak biasa. Penyakit AIDS ditularkan melalui hubungan seksual, kontak dengan darah yang tercemar HIV (transfusi darah), dan melalui jarum suntik atau alat kedokteran lainnya yang tercemar HIV.

Seseorang yang dalam tubuhnya terdapat virus AIDS akan terlihat sehat atau merasa sehat, tetapi sebenarnya keadaan ini sangat menular dan berbahaya bagi orang lain. Seorang perempuan yang terinfeksi HIV dapat menularkannya kepada janin yang dikandungnya. Gejala-gejala orang yang terinfeksi HIV AIDS adalah:

- 1) mengeluarkan banyak keringat pada malam hari;
- 2) terus-menerus merasa lelah tanpa sebab yang jelas;
- 3) sakit kepala berkepanjangan;
- 4) batuk kering;
- 5) sering merasa sulit bernapas;
- 6) diare kronis;
- 7) selama beberapa minggu suhu badan di atas 38 °C;
- 8) pembengkakan kelenjar limfe dalam tiga bulan atau lebih.

Sampai saat ini, belum ada obat untuk menyembuhkan penyakit AIDS. Satu-satunya harapan untuk mengontrol AIDS hanyalah melalui pendidikan dan mengubah perilaku manusia. Untuk mencegah meluasnya HIV AIDS, penyuluhan-penyuluhan tentang bahaya HIV AIDS terhadap masyarakat terutama para remaja dan penyaringan atau survei terhadap kelompok risiko tinggi perlu dilakukan berdasarkan ketentuan yang normal. Selain itu, karena HIV AIDS merupakan penyakit kelamin yang



Gambar 3.12 Virus AIDS
(Sumber:
www.armageddononline.org)

lazimnya ditularkan melalui hubungan seksual. Cara untuk mencegah tertularnya penyakit ini adalah tidak melakukan hubungan seksual secara bebas atau berganti-ganti pasangan seks di luar nikah.

Latihan

1. Apakah penyebab penyakit AIDS? Bagaimana pencegahannya?
2. Apakah penyakit hepatitis dapat disembuhkan? Bagaimana cara pencegahannya? Jelaskan!
3. Bagaimana virus dapat melemahkan bakteri? Jelaskan!
4. Apa manfaat yang dapat diambil oleh manusia dari virus? Jelaskan!
5. Bagaimana cara mencegah penyakit yang disebabkan oleh virus? Jelaskan!

Tugas

1. Buatlah poster tentang bahaya, penularan, dan pencegahan flu burung atau AIDS. Tempelkan poster itu pada papan pengumuman sekolah. Mintalah guru biologi kalian untuk menilai poster yang kalian buat!
2. Untuk menambah wawasan kalian, cari informasi mengenai macam-macam vaksin yang telah ditemukan! Kemudian, lengkapi tabel di bawah ini! Kerjakan di buku tugas kalian!

Tabel 3.2 Beberapa Penyakit Manusia karena Virus

Nama Penyakit	Virus Penyebab
Pilek	Influenza
Hepatitis	
Campak	
Campak jerman (<i>Rubella</i>)	
<i>Pneumonia atypical</i>	
Demam Ebola	
Penyakit gondong	
<i>Smallpox</i>	
Rabies	
Demam berdarah	
Demam kuning	
<i>Acquired Immunodeficiency Syndrom</i>	
<i>Herpes</i>	
<i>Poliomelitis Encephalis</i>	



Info Kesehatan Virus AI (Avian Influenza) Dibawa Unggas Liar

Isu flu burung dan ditemukannya virus *Avian Influenza* (AI) di sebagian wilayah Semarang membuat dokter hewan senior, drh. Dwi Yanni L., memberi penjelasan tentang flu burung. Menurutnya, AI merupakan jenis virus yang tidak menimbulkan sakit pada unggas liar dan unggas air.

Secara alamiah, unggas liar dan unggas air membawa virus ini. Menurutnya, virus ini diketahui efeknya setelah menular pada unggas yang mengalami domestifikasi (dipelihara).

Penularan dapat melalui bersin atau kotoran yang mencemari alat, daun, buah, atau apa pun yang sempat bersentuhan dengannya. Unggas domestik tidak biasa bersinggungan dengan virus AI sehingga unggas ini langsung menunjukkan gejala sakit ketika terserang virus ini.

Virus H5N1 merupakan virus yang memiliki komposisi protein H (*Heneoglutinin*) dan memiliki 16 tipe serta N (*Neuraminidate*) dengan 9 tipe yang biasa menyerang, seperti flu biasa.

Flu yang sering menyerang manusia jenis virusnya adalah H1, H2, atau H3. Virus H5, H7, dan H9 biasanya menyerang unggas air, sedangkan virus H lainnya biasanya menyerang hewan lain, seperti babi dan kuda.

Penyerangan virus H5 pada tubuh manusia mengakibatkan mereka tidak tahan dan mengalami gejala sakit yang serius, seperti panas tinggi, tenggorokan sakit, kejang, dan sesak napas. Inilah yang menyebabkan penderita mengalami kematian.

Langkah yang diambil dengan pengandangan unggas harus disertai dengan langkah vaksinasi. Dengan pemberian vaksin, unggas yang memang terinfeksi dibiarkan mati dan yang tidak terinfeksi menjadi lebih kuat atau kebal.

(Sumber: Koran Sore *Wawasan*,
Kamis Pon, 2 Maret 2006)

Rangkuman

1. Ciri-ciri yang dimiliki virus:
 - a. dalam tubuh virus terkandung salah satu asam nukleat, DNA atau RNA saja;
 - b. hanya diperlukan asam nukleat dalam proses reproduksinya;
 - c. virus tidak memiliki kemampuan untuk memperbanyak diri di luar sel-sel hidup sehingga dikatakan bahwa virus bukanlah makhluk hidup yang mandiri, melainkan makhluk hidup yang memanfaatkan sel-sel hidup untuk memperbanyak diri;
 - d. multiplikasi terjadi pada sel-sel hospes;
 - e. dapat dikristalkan (sebagai benda tak hidup) dan dapat dicairkan kembali.
2.
 - a. Virus dapat berbentuk seperti batang, oval, bulat, dan huruf T.
 - b. Ukuran virus sangat kecil sekitar 20 – 300 milimikron.
 - c. Virus berbeda dengan sel karena tidak memiliki membran sel, sitoplasma, organel sel, dan sistem metabolisme tubuh.
3.
 - a. Cara hidup virus adalah sebagai parasit di dalam sel inang dengan cara menginfeksi sel tumbuhan, hewan, manusia, dan bakteri.
 - b. Virus tumbuh-tumbuhan, antara lain, virus kentang dan virus mosaik tembakau.
 - c. Virus bakteri, antara lain, bakteriofag.
 - d. Virus patogen untuk hewan, antara lain, virus rabies, virus sampar ayam, dan virus penyakit kuku ternak.
 - e. Virus yang menyerang manusia, antara lain, virus cacar air, influenza, mata belek, ebola, polio, hepatitis, demam berdarah, flu burung, HIV AIDS, dan kanker.
4.
 - a. Replikasi virus terjadi di dalam sel inang, dapat melalui siklus litik atau siklus lisogenik.

- b. Siklus litik melalui lima tahapan, yaitu tahap adsorpsi, injeksi, sistesis, perakitan, dan litik.
 - c. Siklus lisogenik melalui tujuh tahapan, yaitu tahap adsorpsi, injeksi, penggabungan, pembelahan, sistesis, perakitan, dan litik.
- 5.
- a. Peran virus bagi manusia ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan.
 - b. Virus yang menguntungkan dapat dimanfaatkan untuk membuat antibodi, melemahkan bakteri, dan memproduksi vaksin.
 - c. Virus yang merugikan dapat menyebabkan manusia, hewan, dan tumbuhan terserang penyakit.
 - d. Belum ditemukan obat untuk penyakit yang disebabkan oleh virus. Pencegahan dapat dilakukan dengan cara tidak berinteraksi langsung dengan penderita dan pemberian vaksin dan imunisasi untuk memperoleh kekebalan.

Istilah Penting

Adsorpsi	Antitoksin
Bakteriofag	Injeksi
Kapsid	Litik
Lisogenik	Patogen
Replikasi	Vaksin
Virion	

Refleksi Diri

- Setelah mempelajari materi tentang virus, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai, atau sangat menguasai tentang*:
 - deskripsi ciri-ciri, struktur, dan replikasi virus;
 - manfaat dan bahaya virus;
 - penularan dan pencegahan beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus?
- Dari materi tentang virus, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

virus
ciri-ciri virus
struktur virus

cara hidup virus
replikasi hidup virus



Uji Kompetensi

I. Pilih salah satu jawaban yang benar!

- Virus tidak dapat masuk dalam kelompok makhluk hidup karena
 - virus dapat dikristalkan
 - virus dapat melakukan pembuahan
 - virus dapat menularkan penyakit
 - virus dapat bergerak
 - virus dapat berkembang biak

2. Ukuran virus sangat kecil, yaitu
 - a. 10 milimikron
 - b. 20 – 300 milimikron
 - c. 1 – 3 milimikron
 - d. 200 – 3000 milimikron
 - e. <10 milimikron
3. Virus tersusun atas selubung protein yang disebut
 - a. virion
 - b. vaksin
 - c. kapsid
 - d. partikel virus
 - e. hospes
4. Virus mengambil alih fungsi DNA bakteri. Tujuan tindakan virus ini adalah
 - a. melipatgandakan bakteri
 - b. mensintesis protein dan membuat struktur tubuh virus yang baru
 - c. agar DNA bakteri melakukan replikasi sebagai persiapan pembelahan sel
 - d. untuk membuat bakteri hancur
 - e. untuk mengaktifkan inti sel bakteri hingga dapat memproduksi enzim baru
5. Bagian yang tidak dimiliki oleh virus adalah
 - a. selubung protein
 - b. membran sel
 - c. sitoplasma
 - d. organel sel
 - e. inti sel
6. Virus yang menginfeksi bakteri disebut
 - a. mikrobakteri
 - b. bakteriofag
 - c. profag
 - d. makrobakteri
 - e. mikroprofag
7. Virus hanya dapat hidup secara parasit sehingga untuk memelihara virus harus digunakan medium berupa
 - a. air kelapa
 - b. agar
 - c. agar campur kentang
 - d. daging dan kaldu
 - e. embrio ayam
8. Ekor virus menempel pada dinding bakteri terjadi pada tahap
 - a. sintesis
 - b. injeksi
 - c. perakitan
 - d. adsorpsi
 - e. melebur
9. Tahap pembentukan disebut juga sebagai tahap
 - a. sintesis
 - b. injeksi
 - c. perakitan
 - d. adsorpsi
 - e. melebur
10. Saat DNA virus masuk ke dalam sel bakteri adalah pada tahap
 - a. sintesis
 - b. injeksi
 - c. perakitan
 - d. adsorpsi
 - e. melebur
11. Tahap saat kapsid yang terpisah-pisah antara kepala, ekor, dan serabut ekor menjadi rangkaian kapsid yang utuh adalah tahap
 - a. sintesis
 - b. injeksi
 - c. perakitan
 - d. adsorpsi
 - e. melebur
12. Enzim yang dihasilkan oleh virus yang dapat memecahkan dinding sel bakteri disebut ...
 - a. *Neuraminidase*
 - b. litik
 - c. lisogenik
 - d. lisozim
 - e. lismin

13. Ilmuwan yang pertama kali mengadakan eksperimen tentang virus adalah
 - a. Iwanovski
 - b. M. Beijerinck
 - c. Wendell
 - d. Louis P.
 - e. Einstein
14. Virus tidak dianggap sebagai sel karena
 - a. virus tidak dapat melakukan pembelahan
 - b. virus dapat melakukan proliferasi
 - c. virus tidak bermembran inti
 - d. virus tidak memiliki sitoplasma dan membran sel, berukuran sangat kecil, serta dapat dikristalkan
 - e. virus hanya dapat hidup sebagai parasit (parasit sejati)
15. Ilmuwan yang mengemukakan bahwa virus tembakau dapat dikristalkan adalah
 - a. Iwanovski
 - b. M. Beijerinck
 - c. Wendell
 - d. Louis P.
 - e. Robert Hook
16. Pada saat virus berada dalam tahap lisogenik, mengapa tubuh tidak merasa sakit? Hal ini disebabkan virus
 - a. merusak sistem imun
 - b. belum cukup matang
 - c. dapat masuk ke fase litik
 - d. masih berada dalam sel sehingga sistem imun tidak dapat mendeteksi benda asing
 - e. tidak bersifat parasit
16. Dalam suatu larutan terdapat virus dan bakteri. Cara memisahkan bakteri dan virus tersebut adalah
 - a. memasukkan antibiotik ke dalam larutan agar bakteri mati
 - b. menyaring larutan menggunakan saringan biasa agar virus dapat lolos
 - c. menyaring larutan menggunakan saringan keramik
 - d. meminimalkan nutrisi dalam larutan agar bakteri mati
 - e. memasukkan sel hidup untuk inang virus
18. Virus yang hanya menyerang kera dan manusia dengan gejala pendarahan di dalam dan di luar tubuh disebut dengan virus
 - a. demam berdarah
 - b. ebola
 - c. hepatitis
 - d. kanker
 - e. herpes
19. Penyakit cacar air disebabkan oleh virus
 - a. *E. coli*
 - b. *Herpes zoster*
 - c. *Varisela*
 - d. *Variola*
 - e. *Mata belek*
20. Sintesis DNA virus terjadi di dalam
 - a. tubuh virus
 - b. tubuh virus dan inang
 - c. di alam bebas
 - d. tubuh inang
 - e. ekor virus

II. Pilihlah!

- A. Jika (1), (2), dan (3) benar
- B. Jika (1) dan (3) benar
- C. Jika (2) dan (4) benar
- D. Jika (4) saja benar
- E. Jika semuanya salah.

1. Berikut ini yang *bukan* merupakan tahapan siklus lisogenik adalah
 - (1) absorpsi
 - (2) injeksi
 - (3) sintesis
 - (4) pembelahan
2. Tahapan yang *tidak* terjadi pada siklus litik adalah
 - (1) sintesis
 - (2) penggabungan
 - (3) perakitan
 - (4) pembelahan
3. Virus dapat mempunyai asam nukleat berupa
 - (1) NRA
 - (2) DNA
 - (3) NDA
 - (4) RNA
4. Berikut ini merupakan penyakit yang disebabkan oleh serangan virus dengan asam nukleat RNA adalah
 - (1) penyakit mosaik tembakau
 - (2) influenza
 - (3) hepatitis
 - (4) AIDS
5. Pernyataan yang *tidak* benar mengenai virus adalah
 - (1) virus dapat berbentuk seperti huruf T, batang, bulat, dan oval
 - (2) virus berukuran lebih kecil daripada bakteri
 - (3) virus tidak dapat hidup mandiri
 - (4) replikasi virus terjadi di dalam tubuh virus
6. Virus yang menginfeksi bakteri mempunyai asam nukleat yang sama dengan virus penyebab penyakit adalah
 - (1) cacar air
 - (2) *Influenza*
 - (3) herpes
 - (4) rabies
7. AIDS dapat menular melalui
 - (1) jarum suntik
 - (2) bersentuhan
 - (3) hubungan seks
 - (4) air liur
8. Untuk pencegahan terhadap serangan virus, dapat dilakukan
 - (1) suntikan
 - (2) meminum obat penangkal
 - (3) berhubungan dengan penderita
 - (4) melakukan vaksinasi
9. Berikut ini hanya terjadi pada siklus lisogenik adalah
 - (1) absorpsi
 - (2) injeksi
 - (3) sintesis
 - (4) litik
10. Ciri-ciri yang dapat membedakan virus dengan sel adalah
 - (1) virus memiliki membran inti
 - (2) virus berukuran kecil, yaitu 10 mikron
 - (3) virus memiliki sitoplasma
 - (4) virus dapat mereplikasi dirinya dalam tubuhnya sendiri

III. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan sifat-sifat yang dimiliki virus!
2. Sebutkan tahap-tahap siklus litik!
3. Bagaimana cara virus menyerang bakteri?
4. Apa saja kerugian yang ditimbulkan oleh virus?
5. Mengapa virus dapat memberi keuntungan bagi manusia?

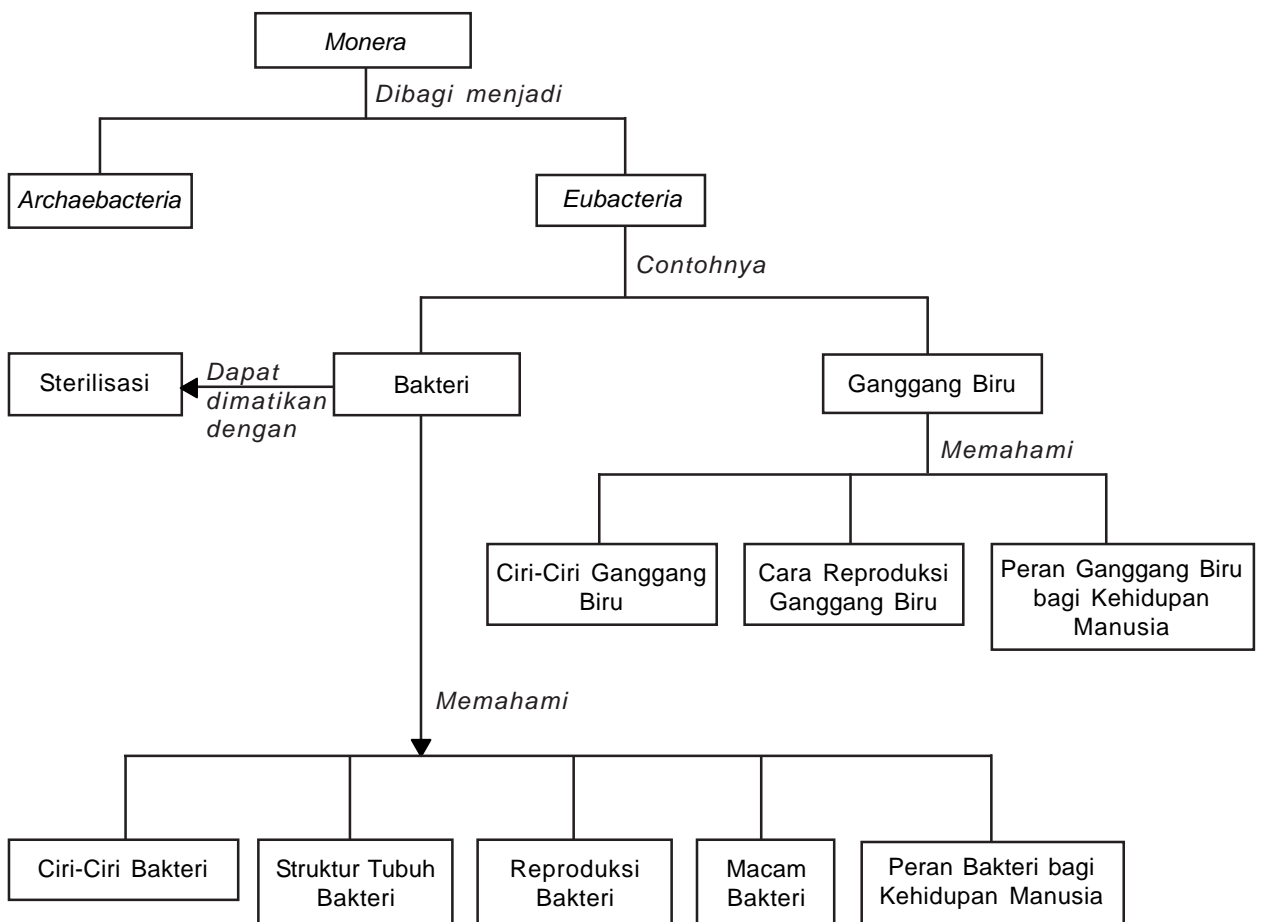
Bab 4

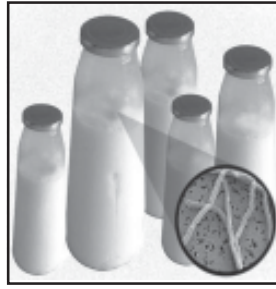
Monera

Tujuan

Mendeskripsikan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* dan peran bagi kehidupan manusia

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang *Monera*.





Gambar 4.1 Yogurt atau susu fermentasi
(Sumber: [http:// www.e-dukasi.net](http://www.e-dukasi.net))

Perhatikan Gambar 4.1. Pernahkah kalian minum Yakult? Bagaimana rasanya? Gambar di atas adalah susu hasil fermentasi yang sering disebut dengan *yogurt*. Bakteri *Lactobacillus* dapat dimanfaatkan untuk membuat yogurt. Sebagian bakteri adalah bakteri patogen. Kendati reputasinya buruk, kebanyakan bakteri menguntungkan dan dapat dimanfaatkan, misalnya berperan dalam pembuatan susu dan yogurt. Pernahkan kalian merasakan yogurt?

Monera adalah makhluk hidup dengan sel prokariotik tunggal, yaitu suatu sel yang tidak mengandung nukleus atau organel yang terikat membran. Bakteri dan *Cyanobacteria* (ganggang biru) adalah Monera. Monera adalah bentuk kehidupan paling sederhana yang paling ada. Umumnya, mereka berkembang biak dengan pembelahan biner. Selama lebih dari 2 juta tahun, mereka adalah satu-satunya bentuk kehidupan di bumi. Sekarang jumlahnya masih sangat banyak. Monera memegang peranan penting dalam mendaur ulang zat makanan mineral. Kelompok ini berjumlah lebih dari 4.000 spesies.

Sebagian besar bakteri mempunyai ukuran dan bentuk yang sama. Akan tetapi, dari biologi molekuler ditemukan adanya perbedaan pada RNA ribosom. Perbedaan itu dijadikan dasar pembagian *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*. Bakteri dan *Cyanobacteria* adalah sebagian contoh dari *Eubacteria*. Pembagian ini dilakukan dengan metode *sequencing gen* yang dilakukan oleh *Woese* dan kawan-kawan.

Sekarang marilah kita pelajari lebih jauh tentang *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* pada bahasan berikut ini.

A. *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*

Jika kita amati dengan mikroskop, kebanyakan bakteri mempunyai ukuran dan bentuk yang sama. Akan tetapi, bukti biologi molekuler menunjukkan adanya perbedaan pada RNA ribosom. Pada ahli mikrobiologi membagi bakteri menjadi dua, yaitu *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*. Dengan metode *sequencing gen*, **Woese** dan kawan-kawan membagi kelompok bakteri menjadi *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*.

1. *Archaeobacteria*

Archaeobacteria merupakan kelompok bakteri yang menghasilkan gas metan dari sumber karbon yang sederhana, uniseluler, mikroskopik, dinding sel bukan peptidoglikon, dan secara biokimia berbeda dengan *Eubacteria*. Selain itu, sifat *Archaeobacteria* yang lain adalah bersifat anaerob, dapat hidup di sampah, tempat-tempat kotor, saluran pencernaan manusia atau hewan, halofil ekstrem, lingkungan bergaram, serta termoplastik pada suhu panas dan lingkungan asam. *Archaeobacteria* dianggap sebagai nenek moyang dari bakteri yang ada sekarang ini.

Archaeobacteria mencakup makhluk hidup autotrof dan heterotrof. *Archaeobacteria* terbagi menjadi tiga kelompok sebagai berikut.

- a. Bakteri metanogen.
- b. *Halobakterium*. Genus *Halobacterium* dan *Halococcus* mencakup bakteri yang halofil ekstrem, bersifat aerob, dan heterotrof. Bakteri genus ini banyak ditemukan di tambak garam laut. Pada saat terjadi penggandaan sel dari halobakterium yang mengandung karotenoid, air akan berwarna merah intensif. Selain itu, *Halobakterium* dan *Halococcus* dapat tumbuh optimum pada larutan NaCl, 3,5 sampai 5 molar, serta mampu memanfaatkan energi cahaya untuk metabolisme tubuhnya.
- c. Bakteri *thermo-asidofil*. Dalam kelompok ini, terhimpun *Archaeobacteria* yang bersifat nonmetanogen yang berbeda-beda. Di dalamnya juga terdapat wakil autotrof dan heterotrof, asidofil ekstrem, neurofil, serta aerob dan anaerob.

2. *Eubacteria*

Eubacteria adalah bakteri yang bersifat prokariot. Inti dan organelnya tidak memiliki membran, bersifat uniseluler, bersifat mikroskopik, serta mempunyai dinding sel yang tersusun dari *peptidoglikon*.

Selnya dapat berbentuk bulat atau batang yang lurus, terpisah-pisah atau membentuk koloni berupa rantai, serta bertindak sebagai dekomposer pengurai. Bakteri ini hidup secara parasit dan patogenik. Akan tetapi, ada pula yang bersifat fotosintetik dan kemoautotrof. *Eubacteria* menjadi unsur yang sangat penting dalam proses daur ulang nitrogen dan elemen lain. Selain itu, beberapa *Eubacteria* dapat dimanfaatkan dalam proses industri. *Eubacteria* terbagi menjadi enam filum, yaitu bakteri ungu, bakteri hijau, bakteri gram positif, *Spirochaeta*, *Prochlorophyta*, dan *Cyanobacteria*.

Beberapa *Eubacteria* bergerak secara *peritrik* atau tidak bergerak. Beberapa kelas dalam *Eubacteria* adalah sebagai berikut.

a. **Kelas *Azotobacteraceae***

Ciri-ciri yang dimiliki oleh bakteri kelas *Azotobacteraceae* adalah sel berbentuk batang, hidup bebas di dalam tanah, mirip sel khamir, dan pada kondisi aerob dapat menambat N_2 . Misalnya, *Azotobacter Chlorococcum*, *Azotobacter indicus*, dan *Azotobacter agilis*.

b. **Kelas *Rhizobiaceae***

Ciri-ciri bakteri kelas *Rhizobiaceae* adalah sel berbentuk batang atau bercabang, bersimbiosis dengan *leguminosae*, membentuk bintil akar, dan mengonversi nitrogen udara yang dapat bermanfaat bagi tumbuhan *leguminosae*. Misalnya, *Rhizobium leguminosarum* membentuk bintil akar pada akar *Lathyrus*, *Pisum*, *Vicia*; *Rhizobium japonicum* pada kedelai; *Agrobacterium tumefaciens* menimbulkan pembengkakan pada akar pohon.

c. **Kelas *Micrococcaceae***

Ciri-ciri bakteri kelas *Micrococcaceae* adalah sel berbentuk peluru, berbentuk koloni tetrad, serta kubus dan massa tidak beraturan. Contohnya, *Sarcia* dan *Staphylococcus aureus* yang bersifat patogen serta dapat menimbulkan berbagai penyakit.

d. Kelas *Enterobacteriaceae*

Eubacteria yang terdapat dalam kelas *Enterobacteriaceae* dapat menimbulkan fermentasi anaerobik pada glukosa atau laktosa, hidup sebagai dekomposer pada serasah atau patogen pada manusia, juga pada saluran pernapasan dan saluran kencing Vertebrata. Contohnya, *E. coli* yang terdapat di usus besar manusia dan Vertebrata; *Salmonella typhosa*, yaitu patogen penyebab penyakit tifus; serta *Shigella dysenteriae* penyebab disentri.

e. Kelas *Lactobacillaceae*

Sel *Lactobacillaceae* berbentuk peluru dan dapat menimbulkan fermentasi asam laktat. Contohnya, *Lactobacillus caucasicus* yang membantu pembuatan yogurt; *Streptococcus pyogenes* yang dapat menimbulkan nanah atau keracunan darah pada manusia; serta *Diplococcus pneumoniae* sebagai penyebab pneumonia.

f. Kelas *Bacillaceae*

Sel *Bacillaceae* berbentuk batang dan berfungsi sebagai pembentuk endospora. Misalnya, *Bacillus antraks* penyebab penyakit antraks dan *Clostridium pasteurianum*, yaitu bakteri anaerob penambat N_2 .

g. Kelas *Neisseriaceae*

Sel *Neisseriaceae* berbentuk peluru dan umumnya berpasangan. Misalnya, *Neisseria meningitidis*, yaitu bakteri penyebab meningitis; *Neisseria gonorrhoeae* penyebab penyakit kencing nanah; serta *Veillonella parvula* berada di mulut dan saluran pencernaan manusia dan hewan.

Eubacteria dapat dibedakan menurut jenis dan sifatnya. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jenis *Eubacteria* dan Sifatnya

No.	Jenis	Karakter
1.	<i>Eubacteria</i> Positif <i>Actinomycetes</i> Bakteri asam laktat <i>Clostridia</i> <i>Mycobacteri</i> <i>Staphylococci</i> <i>Streptococci</i>	Sel memanjang mirip hifa, memiliki <i>peptidoglikon</i> , inti tidak berselaput, merupakan dekomposer pada bahan organik tanah, sebagian merupakan penghasil antibiotika, dan penyebab penyakit paru-paru pada manusia dan hewan Penghasil asam laktat dan membantu fermentasi Bersifat anaerob dan merupakan penyebab penyakit tetanus Mengandung substansi <i>wax</i> pada dinding sel dan penyebab TBC (<i>Mycobacterium tuberculosis</i>) dan kusta (<i>Mycobacterium leprae</i>) Dapat hidup di mulut atau alat pencernaan manusia dan beberapa hewan, penyebab karies gigi, demam, dan rematik Dapat hidup di sekitar mulut dan alat pencernaan manusia dan hewan, penyebab demam, karies gigi, dan rematik
2.	<i>Eubacteria</i> Negatif <i>Azotobacteria</i> <i>Cyanobacteria</i> <i>Enterobactin</i> <i>Myxobacteria</i> <i>Rhizobium</i> <i>Rickettsia</i>	Sel berbentuk bulat, batang atau koloni; hidup di tanah; pada keadaan aerob dapat menambat N_2 <i>Blue algae</i> , fotosintetik, pada koloni tanah becek, dan beberapa jenis dapat menambat nitrogen Dekomposer dan patogen pada manusia, misalnya, <i>E. coli</i> Mengeluarkan lendir Hidup bersimbiosis dengan leguminosae dan dapat menambat N_2 di udara Berbentuk batang yang sangat kecil, bersifat patogen bagi manusia dan hewan Inang perantaranya adalah <i>Arthropoda</i>

<i>Peudomonas</i>	Bersifat heterotrof, penghasil pigmen nonfotosintesis, penyebab penyakit pada tumbuhan, hewan, dan manusia
<i>Vibrio</i>	Hidup di air laut dan penyebab penyakit kolera

Latihan

1. Sebutkan perbedaan antara *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*!
2. Berikan contoh tiap-tiap prokariot tersebut!
3. Sebutkan tiga kelompok bakteri yang termasuk dalam *Archaeobacteria*!
4. Sebutkan bakteri yang termasuk dalam *Eubacteria* positif dan *Eubacteria* negatif!
5. Sebutkan peranan bakteri bagi kehidupan manusia!

Tugas

Buatlah tabel yang dapat membedakan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*! Diskusikan dengan teman kalian. Tuliskan hasilnya di dalam buku kerja biologi kalian!

B. Bakteri

Pernahkah kalian berpikir bahwa di dalam tubuh kita ini terdapat berjuta-juta bakteri yang bersimbiosis mutualisme, parasitisme, ataupun saprofit dengan tubuh kita? Bakteri dapat kita jumpai di berbagai tempat. Di tubuh kita misalnya, bakteri terdapat di permukaan kulit, dalam sistem pencernaan, dalam kotoran gigi yang membusuk, ataupun di kulit kepala kita.

Tubuh bakteri yang sangat kecil dan cara hidup yang beraneka ragam memungkinkan bakteri untuk hidup di mana saja sehingga bakteri dapat ditemukan di mana-mana, misalnya, di dalam tanah, dalam air, dalam sisa-sisa makhluk hidup, dalam tubuh manusia, bahkan dalam sebutir debu. Luasnya distribusi bakteri ini menyebabkan bakteri sering disebut juga dengan *kosmopolit*.

Pada umumnya, bakteri bersifat heterotrof dan dapat hidup sebagai saprofit atau parasit. Ada juga bakteri yang dapat membuat makanan sendiri yang disebut bakteri autotrof. Untuk lebih jelasnya, marilah kita perdalam dengan kajian di bawah ini.

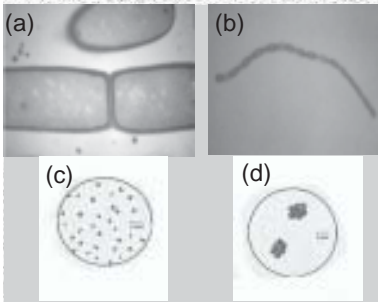
1. Ciri-Ciri Bakteri

Bakteri merupakan makhluk hidup bersel satu yang berukuran sangat kecil dan mempunyai bentuk yang beraneka ragam. Bakteri dapat berbentuk batang, spiral, atau bola. Bentuk tubuh ini dapat dijadikan dasar klasifikasi bakteri.

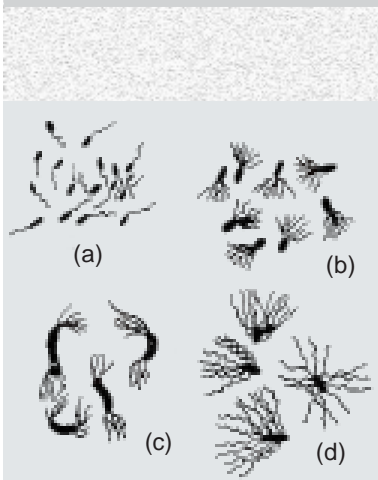
Ukuran bakteri yang paling besar kira-kira 100 μ m. Ada pula yang kurang dari 1 μ m dan yang terkecil kira-kira berukuran 0,1 μ m (1 mikron = 0,001 mm). Bakteri hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop. Ukuran bakteri yang lebih kecil dari 0,1 μ m hanya dapat diamati dengan mikroskop elektron. Sekumpulan bakteri dapat membentuk koloni. Contohnya, pada makanan yang telah busuk, koloni bakteri dapat terlihat dalam bentuk cairan kental, lengket seperti lendir yang berwarna putih kekuningan.

Bakteri tidak mengandung klorofil sehingga tidak dapat membuat makanan sendiri. Berdasarkan sumber zat makanannya, bakteri dibagi menjadi bakteri *autotrof* dan *heterotrof*. Bakteri heterotrof terbagi menjadi bakteri *saprotrof* dan *parasit*. Berdasarkan kebutuhan oksigennya, bakteri dapat dibedakan menjadi bakteri *aerob* dan *anaerob*.

2. Struktur Tubuh Bakteri



Gambar 4.2 Bentuk-bentuk bakteri: (a) *Diplococcus bacillus*; (b) *Spirillum*; (c) *Stephylococcus*; (d) *Sarcina ventriculi*.
(Sumber: Pelczar, M.J., dan Chan, 1986 dan [Http://www.monera.org](http://www.monera.org))



Gambar 4.3 Jenis-jenis bakteri berdasarkan jumlah flagel: (a) monorik; (b) lofotrik; (c) subpolar; (d) peritrik.
(Sumber: Pelczar, M.J. dan Chan, 1986 dan [Http://www.monera.org](http://www.monera.org))

Bakteri berukuran sangat kecil sehingga struktur tubuhnya sulit untuk diamati. Tubuh bakteri berupa sel tunggal, dinding selnya tersusun dari hemiselulosa dan senyawa semacam pektin yang lebih mendekati pada sel hewan. Dinding sel dilapisi selaput mirip gelatin yang menyebabkan dinding sel berlendir. Isi sel berupa protoplas dengan membran plasma dan sitoplasma. Di dalam sitoplasma tersebar butiran-butiran nukleotida yang mengandung DNA, belum terdapat inti dengan membran inti seperti pada sel umumnya. Belum terdapat plastida dan zat warna. Sebagian bakteri ada yang mempunyai *karotenoida*.

Jika dilihat dari struktur luarnya, bentuk bakteri akan beraneka ragam, yaitu berbentuk batang, spiral, dan bola. Bentuk tubuh ini dapat dijadikan dasar klasifikasi bakteri. Jika bakteri *coccus* membelah diri pada satu bidang dan tetap saling melekat berpasangan dua dua, disebut *diplococcus*, contohnya, *Diplococcus bacillus*. Jika selnya membelah diri pada satu bidang dan tetap melekat berbaris seperti rantai, disebut *streptococcus*, misalnya, *Spirillum*. Jika selnya membelah diri pada dua bidang dan secara khas membentuk kelompok terdiri dari empat sel, disebut *tetracoccus* (*Pediococcus cerevisiae*). Jika selnya membelah diri pada tiga bidang dalam suatu pola tak teratur seperti anggur, disebut *stafilococcus*, misalnya, *Staphylococcus aureus*. Jika selnya membelah diri pada tiga bidang dalam suatu pola teratur membentuk penataan seperti kubus, disebut *sarcina*, misalnya, *Sarcina ventriculi*.

Bakteri yang berbentuk spiral biasanya tidak berkelompok. *Spirillum* dibedakan menjadi (1) bentuk spiral (berupa lengkung lebih dari setengah lingkaran), misalnya, *Spirillum minor*, (2) koma (berupa lengkung kurang dari setengah lingkaran, pendek, dan tidak lengkap), misalnya, *Vibrio comma*, dan (3) spiroseta (berupa spiral yang halus dan lentur), misalnya, *Treponema pallidum*.

Plasma bakteri banyak mengandung vakuola-kecil yang berisi cadangan makanan, seperti *glikogen*, *amilosa*, *lemak*, *zat putih telur*, dan *vulotin*.

Umumnya, bakteri bergerak pasif, tetapi ada juga yang dapat bergerak aktif dalam medium cair. Pada fase tertentu, bakteri tersebut dapat membentuk rambut-rambut plasma yang dapat menembus dinding plasma. Rambut plasma ini disebut *bulu cambuk* atau *flagel*. Jumlah flagel dapat berbeda-beda, misalnya, *monorik* (satu flagel pada salah satu kutubnya), *subpolar* (dua flagel masing-masing di bawah kutubnya), *lofotrik* (ada seberkas flagel pada salah satu kutubnya), dan *peritrik* (flagel menyebar di seluruh permukaan sel).

Dengan mikroskop, terlihat *tiga struktur utama di luar dinding sel* walaupun tidak semua bakteri memiliki ketiga struktur tersebut. Ketiga struktur tersebut adalah *flagel*, *pili*, dan *kapsul*.

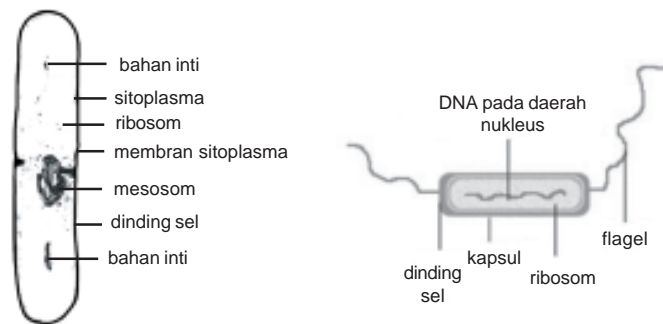
Mengenai flagel, telah dijelaskan di atas. Sekarang kalian juga perlu mengetahui tentang pili dan kapsul.

Pili (fimbriae), berupa filamen atau benang, lebih kecil, lebih banyak, dan lebih pendek daripada flagel. Pili hanya dapat dilihat dengan

mikroskop elektron dan tidak berhubungan dengan pergerakan. Fungsi pili adalah sebagai pintu gerbang bagi masuknya materi genetik selama perkawinan dan berfungsi membantu untuk melekatkan diri pada jaringan hewan atau tumbuhan yang merupakan sumber nutriennya.

Kapsul atau lapisan lendir merupakan bahan kental yang mengelilingi dinding sel bakteri. Kapsul penting bagi bakteri karena merupakan pelindung dan sebagai penyimpan cadangan makanan. Pada bakteri penyebab penyakit, kapsul dapat berfungsi meningkatkan kemampuan bakteri dalam menginfeksi inangnya atau dengan kata lain meningkatkan daya virulensi.

Selain tiga struktur utama di luar tubuh bakteri, terdapat struktur dalam tubuh bakteri. Setelah kapsul ditemukan tubuh bakteri yang batas terluarnya adalah dinding sel, kemudian di bawahnya terdapat membran sel. Membran sel pada bagian tertentu membentuk mesosom, lalu bagian dalam tubuh terdapat sitoplasma dan struktur-struktur di dalam sitoplasma. Perhatikanlah struktur tubuh bakteri di bawah ini. Dapatkah kalian menyebutkan bagian-bagiannya?



Gambar 4.4 Struktur utama yang terdapat di dalam dinding sel bakteri (*kiri*) serta struktur umum bakteri (*kanan*). Tidak semua bakteri memiliki struktur selengkap di atas.

(Sumber: Pelczar, M.J. dan Chan, 1986 (*kiri*) dan www.e-ukasi.net (*kanan*))

Jika kalian mendapatkan kesulitan dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan, silakan kalian membaca kembali materi pelajaran di atas atau mencari sumber bacaan lainnya untuk mencocokkan jawaban kalian. Selanjutnya, kita akan ikuti materi pelajaran berikutnya, yaitu tentang reproduksi bakteri setelah Kegiatan 4.1!

Kegiatan 4.1



Bentuk Koloni Bakteri

Tujuan:

Mengamati bentuk koloni bakteri.

Alat dan Bahan:

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. cawan petri, | 5. kentang 1 biji, |
| 2. panci, | 6. agar-agar putih, dan |
| 3. kompor, | 7. air. |
| 4. daging sapi atau ayam, | |

Cara Kerja:

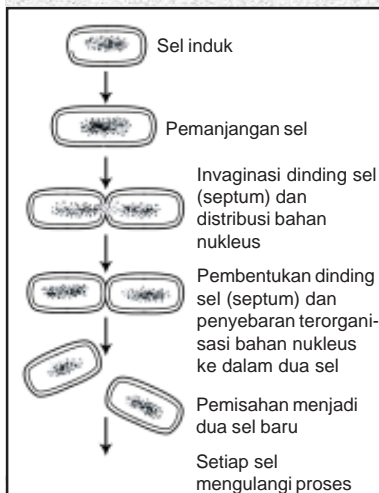
1. Sterilkan cawan petri sebelum dan sesudah dilakukan eksperimen.
2. Bersihkan panci, lalu cacahlah daging ayam atau sapi, kupas kentang

- dan potong kecil-kecil. Kemudian, masukkan potongan kentang dan cacahan daging ke dalam panci yang telah diisi 2,5 gelas air.
3. Rebus daging dan kentang tadi selama 15 menit, lalu saring, buang ampasnya, dan sisihkan airnya.
 4. Aduk $\frac{1}{4}$ bungkus agar-agar dengan sedikit air dingin, lalu campurkan dengan saringan air kentang dan daging tadi. Panaskan lagi hingga mendidih.
 5. Dalam keadaan panas, tuangkan dalam cawan petri atau plastik, dan biarkan sampai dingin. Setelah dingin, media agar-agar kentang ini dapat digunakan untuk menangkap bakteri.
 6. Ambil salah satu cawan berisi kentang dan agar, lalu tangkap bakteri di udara halaman sekolah, di pasar, jalan raya, atau di ruang kelas. Setelah itu, tandailah dan simpan di ruang laboratorium yang gelap. Jagalah dari gangguan hewan serangga atau semut.
 7. Amati setiap hari.

Pertanyaan:

1. Pada hari ke berapakah timbul lendir seperti percikan mentega atau susu? Jangan keliru dengan jamur (seperti serabut kapas).
2. Dalam satu cawan, ada berapa koloni?
3. Cawan manakah yang mempunyai koloni paling banyak?
4. Buatlah laporan singkat tentang eksperimen ini!
5. Buatlah laporan tentang eksperimen ini !
6. Presentasikan hasil pengamatan kalian di depan kelompok yang lain!

3. Reproduksi Bakteri



Gambar 4.5 Bagan ilustrasi perkembangbiakan bakteri dengan pembelahan biner melintang, dihasilkan dua sel anak yang identik. (Sumber: Pelczar, M.J., dan Chan, 1986)

Bakteri dapat berkembang biak secara aseksual dengan membelah diri pada lingkungan yang tepat atau sesuai. Proses pembelahan diri pada bakteri terjadi secara biner melintang. Pembelahan biner melintang adalah pembelahan yang diawali dengan terbentuknya dinding melintang yang memisahkan satu sel bakteri menjadi dua sel anak. Dua sel bakteri ini mempunyai bentuk dan ukuran sama (identik). Sel anakan hasil pembelahan ini akan membentuk suatu koloni yang dapat dijadikan satu tanda pengenal untuk jenis bakteri. Misalnya, bakteri yang terdiri dari sepasang sel (*diplococcus*), delapan sel membentuk kubus (*sarcina*), dan berbentuk rantai (*streptococcus*).

Reproduksi bakteri dapat berlangsung dengan sangat cepat. Pada keadaan optimal, beberapa jenis bakteri dapat membelah setiap 20 menit. Dalam satu jam bakteri dapat berkembang biak menjadi berjuta-juta sel. Coba kamu hitung kalau setiap 20 menit bakteri dapat membelah, berapa jumlah bakteri yang dihasilkan dari 1 bakteri dalam waktu 24 jam. Diskusikan dengan guru dan teman-temanmu, apa yang akan terjadi kalau perkembangbiakan bakteri ini terus-menerus berlangsung tanpa ada faktor yang membatasinya?

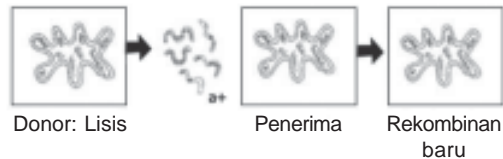
Pada kondisi yang kurang menguntungkan, sel-sel bakteri dapat mempertahankan diri dengan pembentukan spora. Akan tetapi, ada pula jenis bakteri yang akan mati karena perubahan faktor lingkungan. Faktor lingkungan ini adalah cahaya matahari yang terus-menerus, kenaikan suhu, kekeringan, dan adanya zat-zat penghambat dan pembunuh bakteri, seperti antibiotika dan desinfektan.

Keadaan tersebut juga menunjukkan bahwa meskipun populasi bakteri sangat besar, tetap saja dapat dikendalikan oleh faktor-faktor penghambat sehingga peranan bakteri di alam sebagai salah satu pengurai dapat seimbang dengan makhluk hidup produsen dan konsumen.

Dalam keadaan normal, spora akan tumbuh kembali menjadi satu sel bakteri.

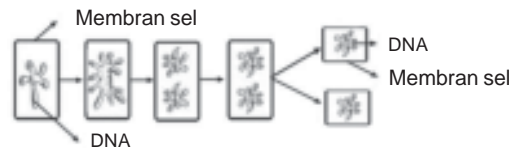
Bakteri tidak melakukan pembiakan seksual yang sebenarnya, seperti yang terjadi pada makhluk hidup eukariot, karena bakteri tidak mengalami penyatuan sel kelamin. Meskipun demikian, pada bakteri terjadi *pertukaran materi genetik* dengan sel pasangannya. Oleh karena itu, perkembangbiakan bakteri yang terjadi dengan cara ini disebut perkembangbiakan *paraseksual*. Perkembangbiakan paraseksual bakteri dapat terjadi dengan tiga cara, yaitu *transformasi*, *konjugasi*, dan *transduksi*.

- a. *Transformasi* adalah pemindahan potongan materi genetik atau DNA dari luar ke sel bakteri penerima. Dalam proses ini, tidak terjadi kontak langsung antara bakteri pemberi DNA dan penerima.



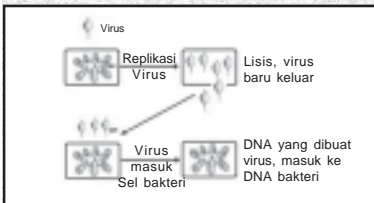
Gambar 4.6 Transformasi
(Sumber: www.e-dukasi.net)

- b. *Konjugasi* adalah penggabungan antara DNA pemberi dan DNA penerima melalui kontak langsung. Jadi, untuk memasukkan DNA dari sel pemberi ke sel penerima, harus terjadi hubungan langsung.



Gambar 4.7 Konjugasi
(Sumber: www.e-dukasi.net)

- c. *Transduksi* adalah pemindahan DNA dari sel pemberi ke sel penerima dengan perantaraan virus. Dalam hal ini, protein virus yang berfungsi sebagai cangkang digunakan untuk pembungkus dan membawa DNA bakteri pemberi menuju sel penerima.



Gambar 4.8 Transduksi
(Sumber: www.e-dukasi.net)

4. Macam-Macam Bakteri

Dalam subbab ini akan dibahas tentang bakteri berdasarkan cara memperoleh makanannya dan kebutuhan oksigennya.

a. Berdasarkan Cara Memperoleh Makanannya

1) Bakteri Heterotrof

Bakteri heterotrof adalah bakteri yang hidup dan memperoleh makanan dari lingkungannya karena tidak dapat membuat makanan sendiri. Bakteri ini dapat hidup secara saprofit dan parasit.

Bakteri saprofit adalah bakteri yang hidup pada jasad yang sudah mati, misalnya, sampah, bangkai, atau kotoran. Bakteri ini sering disebut sebagai bakteri pembersih karena dapat menguraikan sampah-sampah organik sehingga menguntungkan bagi manusia, contohnya, bakteri *Eschericia coli* yang berperan sebagai pembusuk sisa makanan dalam usus besar dan bakteri *Lactobacillus garicus* yang berperan dalam pembuatan yogurt.

Bakteri parasit adalah bakteri yang hidup menumpang pada makhluk hidup lain. Bakteri ini biasanya bersifat merugikan makhluk

hidup yang ditumpangnya karena dapat menimbulkan penyakit. Contoh penyakit yang disebabkan oleh bakteri ini, antara lain, kolera disebabkan oleh bakteri *Vibrio cholerae*, TBC disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, disentri disebabkan oleh bakteri *Shigella dysenteriae*, sifilis disebabkan oleh bakteri *Treponema pallidum*, dan radang paru-paru (*pneumoniae*) disebabkan oleh bakteri *Diplococcus pneumoniae*. Penularan penyakit yang disebabkan oleh bakteri dapat melalui makanan, minuman, pernapasan, ataupun kontak langsung dengan penderita, baik secara langsung maupun tidak langsung.

2) **Bakteri Autotrof**

Bakteri autotrof adalah bakteri yang dapat membuat makanannya sendiri. Berdasarkan asal energi yang digunakan, bakteri autotrof dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bakteri yang bersifat *kemoautotrof* dan bakteri yang bersifat *fotoautotrof*.

Bakteri *kemoautotrof* adalah bakteri yang membuat makanannya dengan bantuan energi yang berasal dari reaksi-reaksi kimia, misalnya, proses oksidasi senyawa tertentu. Contohnya, bakteri nitrit dengan mengoksidkan NH_3 , bakteri nitrat dengan mengoksidkan HNO_2 , bakteri belerang dengan mengoksidkan senyawa belerang, *Nitrosococcus*, dan *Nitrobacter*.

Bakteri *fotoautotrof* adalah bakteri yang membuat makanannya dengan bantuan energi yang berasal dari cahaya matahari. Bakteri ini adalah bakteri yang mengandung zat warna hijau sehingga dapat melakukan fotosintesis, seperti tumbuhan hijau. Contohnya bakteri-bakteri yang mempunyai zat warna, antara lain, dari golongan *Thiorhodaceae* (bakteri belerang berzat warna).

b. Berdasarkan Kebutuhan Oksigennya

Berdasarkan kebutuhan oksigennya, bakteri dapat dibedakan menjadi bakteri *aerob* dan bakteri *anaerob*.

1) **Bakteri Aerob**

Bakteri aerob adalah bakteri yang hidupnya memerlukan oksigen bebas. Bakteri yang hidup secara aerob dapat memecah gula menjadi air, CO_2 , dan energi. Bakteri aerob secara *obligat* adalah bakteri yang mutlak memerlukan oksigen bebas dalam hidupnya, misalnya, bakteri *Nitrosomonas*.

2) **Bakteri Anaerob**

Bakteri anaerob adalah bakteri yang dapat hidup tanpa oksigen bebas, misalnya, bakteri asam susu, bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Clostridium tetani*. Akan tetapi, jika bakteri tersebut dapat hidup tanpa kebutuhan oksigen secara mutlak atau dapat hidup tanpa adanya oksigen, bakteri itu disebut bakteri anaerob *fakultatif*.

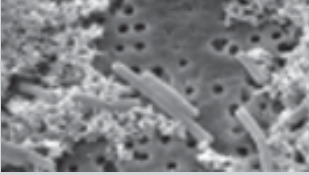
Tugas

1. Carilah informasi dari media lain (internet, majalah, atau koran) tentang bakteri saprofit dan bakteri parasit. Catat contoh-contoh bakterinya! Apakah di antara contoh itu dapat menimbulkan penyakit? Hasilnya diskusikan dengan teman dan gurumu!
2. Mengapa penderita tetanus lukanya tidak boleh ditutup? Hubungkan dengan cara hidup bakteri dalam memperoleh energi.

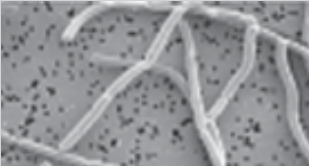
5. Peran Bakteri bagi Kehidupan Manusia

Telah dijelaskan di atas bahwa bakteri dapat hidup di berbagai tempat sehingga keberadaan bakteri tersebut dapat menimbulkan efek yang besar bagi kehidupan manusia. Bagi kehidupan manusia, bakteri ada yang menguntungkan dan ada pula yang merugikan.

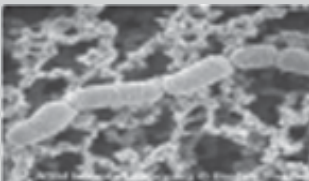
a. Bakteri yang Menguntungkan



Lactobacillus casei



Lactobacillus bulgaricus



Lactobacillus sake

Gambar 4.9 Bakteri yang menguntungkan
(Sumber: www.asm.org)

Bakteri yang menguntungkan bagi kehidupan manusia, antara lain, sebagai berikut.

- 1) *Rhizobium* bersimbiosis pada akar *leguminosarum* untuk mengikat nitrogen.
- 2) *Azotobacter* hidup di dalam tanah dan dapat mengikat nitrogen sehingga dapat menyuburkan tanah.
- 3) *E. coli* membantu pembusukan makanan di dalam usus besar dan penghasil vitamin K yang membantu pembekuan darah.
- 4) *Lactobacillus sp.* dimanfaatkan untuk proses pembuatan susu yogurt dan susu keju.
- 5) *Acetobacter xylium* dimanfaatkan untuk pembuatan *nata de coco*.
- 6) *Acetobacter* dimanfaatkan untuk mengubah air cuka menjadi alkohol dan alkohol menjadi asam cuka.
- 7) Bakteri saprofit anaerob dimanfaatkan untuk pembuatan gas bio atau biogas.
- 9) *Streptococcus griceus* dimanfaatkan untuk penghasil antibiotik streptomisin sehingga banyak dimanfaatkan dalam industri obat-obatan.

Tugas

Pernahkah kalian makan *nata de coco*? Bagaimana cara membuatnya? Coba kalian mencari informasi tentang proses pembuatan *nata de coco*! Dapatkah kalian menjelaskan di depan teman-teman sekelas kalian?

b. Bakteri yang Merugikan

Bakteri yang merugikan bagi kehidupan manusia, antara lain, sebagai berikut:

- 1) *Salmonella typhosa* penyebab penyakit tifus,
- 2) *Shigella dysenteriae* penyebab penyakit disentri,
- 3) *Neisseria meningitidis* penyebab penyakit meningitis,
- 4) *Neisseria gonorrhoeae* penyebab penyakit kencing nanah,
- 5) *Mycobacterium tuberculosis* penyebab penyakit tuberkulosis, dan
- 6) *Mycobacterium leprae* penyebab penyakit lepra.

6. Sterilisasi

Sterilisasi adalah pembebasan alat dan bahan makanan dari bakteri dan mikroorganisme atau pencucian alat dan bahan makanan dari hama. Semua alat dan bahan yang telah disterilkan harus dimasukkan ke dalam suatu tempat yang tertutup rapat dan tidak terhubung dengan udara luar. Jika tidak tertutup, alat dan bahan tersebut akan terkontaminasi oleh bakteri. Hal ini juga harus dilakukan pada ruang operasi agar pasien operasi tidak terinfeksi bakteri.

Sterilisasi dapat dilakukan pada alat dan bahan makanan. Sterilisasi alat dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain, dengan pemanasan dan penguapan. Pemanasan dapat dilakukan dengan memasukkan alat yang telah dibersihkan ke dalam oven dengan suhu 180°C selama 2 jam. Keadaan ini dapat mematikan mikroorganisme dan spora. Selain itu, pemanasan juga dapat dilakukan dengan menggunakan alat pensteril yang disebut *autoklaf*. Alat dimasukkan pada autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 15 atm/cm² selama 15 menit. Sementara itu, penguapan dilakukan dengan memasukkan alat yang akan disterilkan dan telah dibungkus rapat ke dalam dandang selama 1 jam dengan suhu 100°C. Untuk dapat mematikan spora bakteri, pemanasan harus dilakukan sebanyak 3 kali dengan selang waktu kurang dari 24 jam.

Sterilisasi bahan makanan dapat dilakukan dengan penguapan dalam uap air selama 1 jam pada suhu 100°C dan diulang sebanyak 3 kali. Sterilisasi juga dapat dilakukan dengan menggunakan autoklaf.

Kegiatan 4.2



Mengetahui Pertumbuhan Bakteri

Tujuan:

Menghambat pertumbuhan bakteri.

Alat dan Bahan:

1. tepung kanji, gula, dan garam,
2. tiga buah botol berleher lebar,
3. sendok, dan
4. air bersih,

Cara Kerja:

1. Campurkan dua sendok tepung kanji dengan sedikit air, lalu aduk hingga merata. Kemudian, tuangkan 1 liter air mendidih ke dalam larutan tepung kanji tersebut.
2. Tuangkan larutan tepung kanji tersebut ke dalam botol hingga masing-masing berisi 2/3-nya. Lalu berilah label I, II, dan III.
3. Dalam keadaan yang masih panas, tambahkan tiga hingga empat sendok gula pasir ke dalam botol I.
4. Dalam keadaan masih panas, masukkan 3 – 4 sendok garam dapur ke dalam botol II.
5. Larutan dalam botol III biarkan tanpa ada tambahan bahan.
6. Dalam keadaan terbuka, diamkan botol 3 – 4 jam. Setelah itu, tutup yang rapat dan simpan di tempat yang gelap.
7. Amatilah apa yang terjadi pada larutan dalam botol I, II, dan III setelah tiga hari.

Pertanyaan:

1. Pada botol manakah terjadi perubahan warna larutan?
2. Apakah ada gelembung udara yang terlihat di dalam botol tersebut? Botol yang mana?
3. Apakah ada lendir dalam larutan tersebut? Botol yang mana?
4. Menurut pendapatmu, manakah di antara larutan dalam ketiga botol tersebut yang banyak mengandung bakteri? Mengapa demikian?
5. Dapatkah kalian membuktikannya?
6. Tariklah suatu kesimpulan dan diskusikan hasilmu dengan teman-teman sekelasmu!

C. Ganggang Biru (*Cyanobacteria*)

1. Ciri-Ciri Ganggang Biru

Seperti halnya bakteri, ganggang biru juga merupakan organisme yang belum bermembran dan belum memiliki beberapa macam organel (mitokondria dan plastida) seperti yang telah dimiliki sel eukariotik. Ganggang biru merupakan salah satu contoh *Eubacteria* negatif, ada yang bersel satu dan ada yang berkoloni bersel banyak membentuk untaian beberapa sel dengan struktur tubuh yang masih sederhana, berwarna biru kehijauan, serta mengandung klorofil a (autotrof) dan pigmen biru (fikosianin). Klorofil terdapat pada membran tilakoid, bukan pada kloroplas. Dengan adanya klorofil ini, ganggang biru dapat melakukan fotosintesis dan dapat membedakannya dengan bakteri. Umumnya, ganggang ini dapat mengikat nitrogen di udara. Pengikatan ini dilakukan oleh sel *heterosista* yang berbentuk benang, tetapi bisa juga bersifat racun karena mengeluarkan toksin yang dapat mematikan makhluk hidup lain di sekitarnya.

Dalam tubuh ganggang biru, tidak ditemukan inti dan kromotofora. Dinding selnya mengandung pektin, hemiselulosa, dan selulosa yang kadang-kadang berlendir. Dinding lendir ini berlekatan dengan plasma. Di tengah sel terdapat bagian yang tidak berwarna yang mengandung asam *dioksi-ribonukleat* dan *ribonukleat*. Kedua asam nukleat ini terkumpul di tengah sitoplasma seperti inti dalam tumbuhan tinggi. Kromosom belum tampak dan belum bermembran plasma.

Ganggang biru dapat hidup di atas tanah lembap, batu-batuan, kulit kayu, air tawar, air laut, dan dapat menempel pada tumbuhan atau hewan.

2. Cara Reproduksi Ganggang Biru

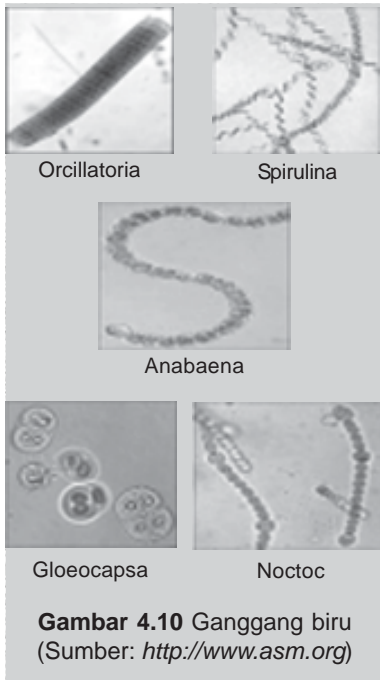
Seperti halnya bakteri, ganggang biru juga berkembang biak dengan pembelahan sel. Selain dengan pembelahan sel, ganggang biru juga dapat berkembang biak dengan cara fragmentasi dan pembentukan spora khusus yang disebut *akinet*. *Fragmentasi* merupakan cara berkembang biak dengan jalan memutuskan salah satu bagian tubuh ganggang dan membentuk fragmen-fragmen. Fragmen tersebut kemudian akan berkembang menjadi individu baru.

Pembelahan sel terjadi pada ganggang biru bersel tunggal, sedangkan fragmentasi terjadi pada ganggang biru yang berbentuk filamen.

Beberapa ganggang biru dapat membentuk akinet yang berdinding tebal sehingga dalam kondisi yang kurang menguntungkan (kondisi gelap, kekeringan, sangat dingin) spora akinet dapat bertahan hidup jika kondisi lingkungan telah membaik, dinding spora tersebut akan pecah dan isinya akan berkecambah membentuk individu baru.

3. Peranan Ganggang Biru bagi Manusia

Ganggang biru ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan bagi kehidupan manusia. Beberapa contoh ganggang biru yang menguntungkan, antara lain, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, dan *Anabaena* yang dapat menangkap nitrogen di udara. Misalnya, *Anabaena azollae* dapat bersimbiosis dengan *Azola pinnata* sehingga *Azola pinnata* banyak mengandung amonia yang dapat menyuburkan tanah dan menguntungkan petani karena dapat dijadikan pupuk hijau atau nitrogen. Selain itu, ada



Oscillatoria

Spirulina

Anabaena

Gloeocapsa

Noctoc

Gambar 4.10 Ganggang biru
(Sumber: <http://www.asm.org>)

juga ganggang biru yang merupakan sumber protein yang bergizi tinggi, yaitu *Spirulina*.

Beberapa contoh ganggang biru yang merugikan adalah *Anabaena flosaquae* dan *Microcystis* yang menyebabkan kematian makhluk hidup dalam air. Ganggang biru yang menempel pada tembok atau batu dapat menyebabkan pelapukan.

Kegiatan 4.3



Jenis Ganggang Biru

Tujuan:

Mengetahui berbagai jenis ganggang biru.

Alat dan Bahan:

1. gelas plastik,
2. mikroskop,
3. pipet,
4. air,
5. kertas isap, dan
6. ganggang hijau biru.

Cara Kerja:

1. Ambillah tanah yang berwarna hijau yang licin di sekitar got, sawah, atau tanah lembap dengan menggunakan sendok atau cetok. Masukkan ke dalam gelas plastik bekas minuman dan berilah air yang mengandung ganggang tadi. Biarkan gelas terbuka.
2. Setelah beberapa saat, ambillah beberapa tetes airnya dengan menggunakan pipet. Teteskan di atas kaca benda, kemudian tutuplah dengan kaca penutup. Bersihkan pinggirnya dengan kertas isap.
3. Amatilah di bawah mikroskop.

Pertanyaan:

1. Bentuk ganggang apakah yang kalian lihat?
2. Gambarlah ganggang tersebut, temukan namanya dengan mencocokkan dengan apa yang ada di buku!
3. Ganggang manakah yang bergerak dan manakah yang tidak bergerak?
4. Kumpulkan laporan pada guru biologi kalian!

Latihan

1. Sebutkan ciri-ciri ganggang biru!
2. Sebutkan struktur tubuh ganggang biru!
3. Bagaimanakah cara ganggang biru berkembang biak?
4. Bandingkan ciri-ciri yang dimiliki oleh bakteri dan ganggang biru!
5. Mengapa ganggang biru termasuk dalam *Eubacteria*? Jelaskan!

Tugas

Buatlah tulisan tentang Eubacteria dan diskusikan dengan teman-teman sekelasmu!



Info Biologi

Bakteri Pembuat Biogas

Tahukah kalian bahwa bakteri dapat dimanfaatkan untuk pembuatan gas bio atau sering disebut dengan biogas? Bakteri ada yang hidup secara saprofit dan bernapas secara anaerob. Bakteri inilah yang sering dimanfaatkan untuk pembuatan biogas.

Bagaimana cara membuatnya? Biogas yang dibuat dari kotoran hewan, antara lain, sapi, kerbau, atau kambing dimasukkan ke dalam sebuah tangki yang tertutup rapat. Bagaimana dapat timbul gas? Gas ini adalah gas metana yang dihasilkan oleh kerja bakteri. Di dalam tangki tertutup, bakteri saprofit dalam kotoran hewan akan terus berkembang biak dan bekerja memecah senyawa organik dan menghasilkan gas metana. Gas ini tidak menimbulkan bau. Gas inilah yang dinamakan biogas. Gas hasil kerja bakteri ini dapat ditampung dan disalurkan ke rumah-rumah untuk dimanfaatkan dalam proses pembakaran, misalnya untuk memasak. Biogas dapat menimbulkan nyala api, seperti nyala api gas elpiji. Biogas ini nantinya diharapkan dapat menggantikan elpiji. Selain dapat menghemat, penggunaan biogas secara ekologis juga sangat bermanfaat.

Meskipun murah dan mudah pembuatannya, sampai saat ini belum banyak masyarakat yang menggunakan biogas ini. Mereka masih beranggapan bahwa biogas dapat menimbulkan bau karena berbahan dasar kotoran hewan. Akan tetapi, di beberapa daerah seperti daerah Batu, Malang, saat ini sudah mulai mencoba menggunakan biogas. Mereka memanfaatkan kotoran sapi perah yang biasanya terbuang percuma. Bagaimana dengan kalian? Apakah juga ingin mencobanya?

(Sumber: *Kesehatan Lingkungan*, Ricki M. Mulia, 2005)

Rangkuman

- Kingdom *Monera* terdiri atas mikroorganisme prokariotik, yaitu *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*.
 - Archaeobacteria* merupakan kelompok bakteri yang menghasilkan gas metan dari sumber karbon yang sederhana. Bakteri ini bersifat uniseluler, mikroskopik, dinding sel bukan peptidoglikon, dan secara biokimia berbeda dengan *Eubacteria*.
 - Archaeobacteria* bersifat anaerob dapat hidup di sampah, tempat-tempat kotor, saluran pencernaan manusia atau hewan, halofil ekstrem, menempati lingkungan bergaram, serta termoplastik pada suhu panas dan lingkungan asam.
 - Archaeobacteria* dianggap sebagai nenek moyang dari bakteri yang ada sekarang ini.
 - Archaeobacteria* mencakup makhluk hidup litototrof dan heterotrof.
 - Archaeobacteria* terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu bakteri metanogen, halobakteri, dan bakteri termo-asidofil.
 - Eubacteria* adalah bakteri yang bersifat prokariot, tidak mempunyai inti dan organel yang bermembran, bersifat uniseluler, bersifat mikroskopik, dan dinding sel tersusun dari peptidoglikon.

- h. Sel *Eubacteria* dapat berbentuk bulat atau batang yang lurus, terpisah-pisah atau membentuk.
 - i. Bakteri *Eubacteria* dapat bertindak sebagai dekomposer (pengurai), hidup sebagai parasit dan patogenik. *Eubacteria* ada yang bersifat fotosintetik dan ada yang bersifat kemoautotrof. Selain menjadi unsur yang sangat penting dalam proses daur ulang, beberapa *Eubacteria* dapat dimanfaatkan dalam proses industri.
 - j. *Eubacteria* terbagi menjadi enam filum, yaitu bakteri ungu, bakteri hijau, bakteri gram positif, *Spirochetes*, *Prochlorophyta*, dan *Cyanobacteria*.
2. a. Bakteri dapat berbentuk seperti batang, bola, spiral, atau benang; dapat hidup di berbagai tempat, baik udara, tanah, air, maupun makhluk hidup lainnya; koloni bakteri dapat berupa percikan mentega, susu, atau lendir; ukuran bakteri berkisar antara 0,1 – 100 μ .
 - b. Bakteri bersel satu, dinding sel terbuat dari hemiselulosa, dan pektin. Dinding sel diselubungi lapisan gelatin sehingga dalam air akan terlihat berlendir.
 - c. Isi sel protoplas mempunyai membran plasma dan sitoplasma yang mengandung butir-butir nukleotida penyusun DNA, belum mempunyai inti dengan membran inti, serta belum mempunyai plastida.
 - d. Bakteri dapat berkembang biak secara aseksual dengan membelah diri dan secara seksual dengan konjugasi.
 - e. Bakteri ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan bagi kehidupan manusia.
 - f. Untuk membebaskan alat dan bahan makanan dari mikroorganisme, dapat dilakukan sterilisasi.
 3. a. Ganggang biru termasuk salah satu *Eubacteria*, dapat hidup di tempat lembap, di atas tanah, tembok, sawah, parit, atau laut. Selain itu, ganggang ini juga mempunyai klorofil a untuk fotosintesis dan fikosianin.
 - b. Ganggang biru dapat menangkap nitrogen udara sehingga dapat menyuburkan tanah, tetapi ada juga yang mengeluarkan racun yang dapat mematikan makhluk hidup di sekitarnya.
 - c. Tubuh ganggang biru dilindungi oleh lendir, dinding sel, tilakoid, sitoplasma, dan asam nukleat (asam inti).
 - d. Ganggang biru dapat berkembang biak dengan pembelahan sel, fragmentasi, dan pembentukan spora.

Istilah Penting

Archaeobacteria

Cyanobacteria

Eubacteria

Eukariot

Konjugasi

Peptidoglikon

Prokariot

Refleksi Diri

1. Setelah mempelajari materi Monera, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai*, atau *sangat menguasai* tentang:
 - a. ciri-ciri *Achaebacteria* dan *Eubacteria*;
 - b. peranan *Achaebacteria* dan *Eubacteria* bagi kehidupan?
2. Dari materi *Monera*, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Monera
Archaeobacteria
Eubacteria

bakteri
Cyanobacteria



Uji Kompetensi

I. Pilih salah satu jawaban yang benar!

- Kelompok bakteri yang mendapat julukan "nenek moyang bakteri" adalah
 - Archaeobacteria*
 - Eubacteria*
 - Cyanobacteria*
 - bakteri ungu
 - bakteri biru
- Golongan bakteri yang umum ditemukan di alam adalah
 - Archaeobacteria*
 - Eubacteria*
 - Cyanobacteria*
 - bakteri ungu
 - bakteri biru
- Bakteri dapat melakukan reproduksi secara seksual dengan cara
 - membentuk spora
 - konjugasi
 - pembelahan biner
 - fragmentasi
 - proliferasi
- Di bawah ini yang *bukan* merupakan ciri dari kingdom *Monera* adalah
 - selnya prokariot
 - tidak memiliki organel sel
 - tidak memiliki membran inti
 - berkembang biak secara mitosis
 - selnya eukariot
- Ani mengamati ganggang biru. Dari pengamatannya, dia menemukan tanda-tanda ganggang biru sebagai berikut: dapat bergerak, berbentuk benang, dan mempunyai sel yang pipih. Dengan demikian, dia berkesimpulan bahwa ganggang biru ini adalah
 - Ochromonas*
 - Nostoc*
 - Oscillatoria*
 - Anabaena*
 - Chroococcus*
- Bakteri yang dapat menambat nitrogen di udara adalah
 - Oscillatoria sp.*
 - Nostoc linckii*
 - Rivularia sp.*
 - Stigonema sp.*
 - Eleocapsa*
- Persenyawaan antara polisakarida dan protein yang merupakan penyusun dinding sel bakteri disebut
 - mikrobakteri
 - bakteriofag
 - peptidoglikon
 - makrobakteri
 - makrobakteriofag

8. Proses menempelnya dua sel untuk memindahkan materi genetik antara kedua sel itu disebut
 - a. fertilisasi
 - b. injeksi
 - c. perakitan
 - d. konjugasi
 - e. adsorpsi
9. Bakteri yang mampu mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik yang diperlukan oleh tubuh disebut bakteri
 - a. bakteri autotrof
 - b. bakteri heterotrof
 - c. bakteri aerob
 - d. bakteri anaerob
 - e. bakteri gram negatif
10. Makhluk hidup yang tidak dapat membuat makanan sendiri sehingga bahan makanan diperoleh dari makhluk hidup lain atau lingkungannya adalah
 - a. autotrof
 - b. heterotrof
 - c. aerob
 - d. anaerob
 - e. bakteri
11. Proses pernapasan bakteri yang menggunakan oksigen bebas atau udara untuk pernapasannya dilakukan oleh
 - a. autotrof
 - b. heterotrof
 - c. aerob
 - d. anaerob
 - e. bakteri gram negatif
12. Proses pernapasan bakteri yang tidak memerlukan oksigen bebas atau udara untuk pernapasannya dilakukan oleh
 - a. bakteri autotrof
 - b. bakteri heterotrof
 - c. bakteri aerob
 - d. bakteri anaerob
 - e. bakteri gram negatif
13. Bakteri gram positif termasuk dalam kelompok
 - a. *Eubacteria*
 - b. *Archaeobacteria*
 - c. *Protista*
 - d. *Fungi*
 - e. *Monera*
14. Ganggang biru berkembang biak dengan fragmentasi dan pembentukan spora yang dilakukan dengan cara
 - a. pembelahan sel
 - b. konjugasi
 - c. fragmentasi
 - d. pembentukan spora
 - e. pendinginan
15. Membebaskan alat dan bahan makanan dari mikroorganisme dapat dilakukan
 - a. perebusan
 - b. pencucian
 - c. sterilisasi
 - d. pemanasan
 - e. pendinginan
16. Berikut ini yang *tidak* termasuk kelompok *Achaebacteria* adalah
 - a. bakteri metanogen
 - b. halobakteri
 - c. bakteri termo-asidofil
 - d. bakteriofag
 - e. halobakteriofag
17. Cara reproduksi yang tidak dilakukan oleh ganggang biru adalah
 - a. fragmentasi
 - b. membentuk spora
 - c. pembentukan kuncup
 - d. pembelahan
 - e. perkawinan

18. Salah satu *Eubacteria* yang dapat hidup di tempat lembap, di atas tanah, tembok, sawah, parit, atau laut, serta mempunyai klorofil a untuk fotosintesis dan fikosianin adalah
- ganggang merah
 - ganggang biru
 - ganggang hijau
 - ganggang pirang
 - ganggang cokelat
19. Ciri yang paling membedakan antara bakteri dan ganggang biru adalah ...
- bakteri dapat melakukan pembelahan sel, ganggang biru tidak
 - bakteri tidak memiliki membran inti, ganggang biru memiliki membran inti
 - bakteri umumnya bersifat heterotrof, ganggang biru bersifat autotrof
 - bakteri hidup bersimbiosis, ganggang biru tidak
 - bakteri tidak bergerak, ganggang biru bergerak
20. Bakteri dengan flagel menyebar di seluruh permukaan sel disebut ...
- subpolar*
 - lofotrik*
 - monotrik*
 - peritrik*
 - lisotrik*

II. Pilihlah!

- Jika (1), (2), dan (3) yang benar
 - Jika (1) dan (3) yang benar
 - Jika (2) dan (4) yang benar
 - Jika (4) saja yang benar
 - Jika semuanya salah
1. Berikut ini yang *tidak* termasuk filum *Eubacteria* adalah
- Cyanobacteria*
 - Spirochetes*
 - bakteri gram positif
 - bakteri merah
2. Tahapan yang *tidak* terjadi pada siklus litik adalah
- kelas *Rhizobiaceae*
 - kelas *Zotobacteraceae*
 - kelas *Micrococcaceae*
 - kelas *Enterobacteriaceae*
3. Berikut ini yang *bukan* merupakan bentuk bakteri adalah
- bersel banyak
 - bersel satu
 - berbentuk benang serabut
 - berukuran sangat kecil kira-kira 0,1 m – 100 m
4. Sel yang mampu berfotosintesis untuk memperoleh makanannya dengan bantuan cahaya matahari disebut sel
- autotrof
 - heterotrof
 - kemoautotrof
 - fotoautotrof
5. Pernyataan tentang bakteri yang benar adalah
- berplastida
 - inti bermembran inti
 - sitoplasma mengandung RNA
 - protoplas tidak bermembran
6. Berikut ini yang *bukan* merupakan bentuk bakteri adalah
- batang
 - bola
 - spiral
 - kotak

7. Ganggang biru yang merugikan adalah
(1) *Anabaena flosaquae* (3) *Microcystis*
(2) *Gloeocapsa* (4) *Nostoc*
8. Ganggang biru yang menguntungkan adalah
(1) *Anabaena flosaquae* (3) *Microcystis*
(2) *Gloeocapsa* (4) *Nostoc*
9. Bakteri penyebab penyakit sifilis adalah
(1) *Mycrobacterium* (3) *Shigella*
(2) *Diploccocus* (4) *Treponema pallidum*
10. Bakteri yang hidup di usus besar manusia adalah
(1) *Mycrobacterium* (3) *Shigella*
(2) *Diploccocus* (4) *Treponema pallidum*

III. Jawablah dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan perbedaan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*!
2. Sebutkan ciri-ciri *Cyanobacteria*!
3. Sebutkan beberapa filum yang termasuk dalam *Eubacteria*!
4. Jelaskan cara bakteri berkembang biak!
5. Jelaskan hal-hal yang berhubungan dengan makhluk hidup prokariot!

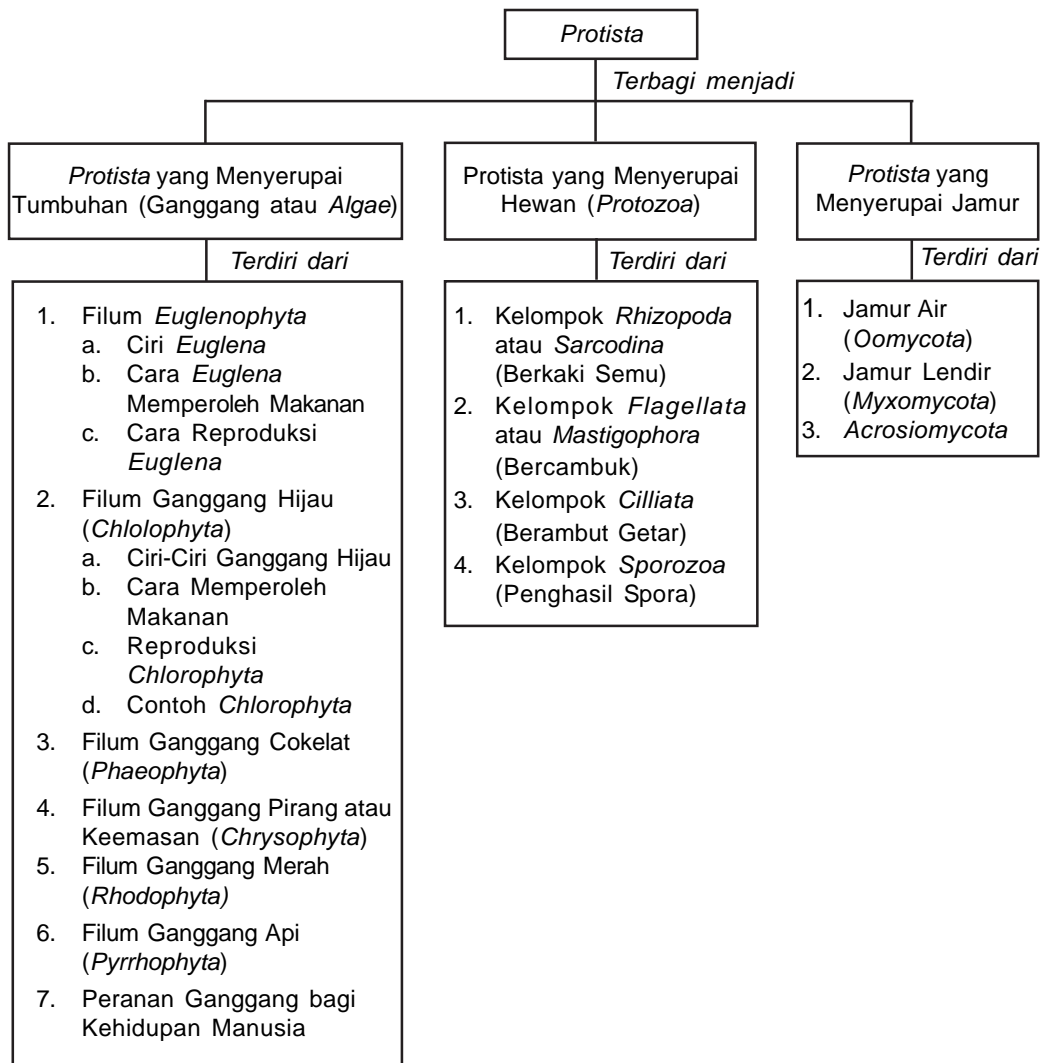
Bab 5

Protista

Tujuan

Menyajikan ciri-ciri umum filum dalam kingdom Protista dan peranannya bagi kehidupan manusia

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang *Protista*.





Gambar 5.1 Air danau yang hijau (Sumber: www.drustvo.ekosistem.si)

Perhatikan Gambar 5.1. Air danau tersebut terlihat hijau. Apakah kalian tahu mengapa air danau itu tampak hijau? Coba cari dan mendekatlah ke pinggir kolam. Lihatlah apakah ada sesuatu yang berwarna hijau kecil yang melayang-layang di dalam air atau melekat di dasar kolam? Coba kalian ambil satu tetes, dan lihatlah dengan mikroskop! Apa yang terlihat? Terlihat sesuatu berwarna hijau, ada yang diam, atau bergerak sangat cepat. Makhluh apakah yang kita lihat di bawah miroskop tersebut? Untuk mengetahuinya, mari kita bahas tentang makhluk hidup yang mirip tumbuhan dan mirip hewan.

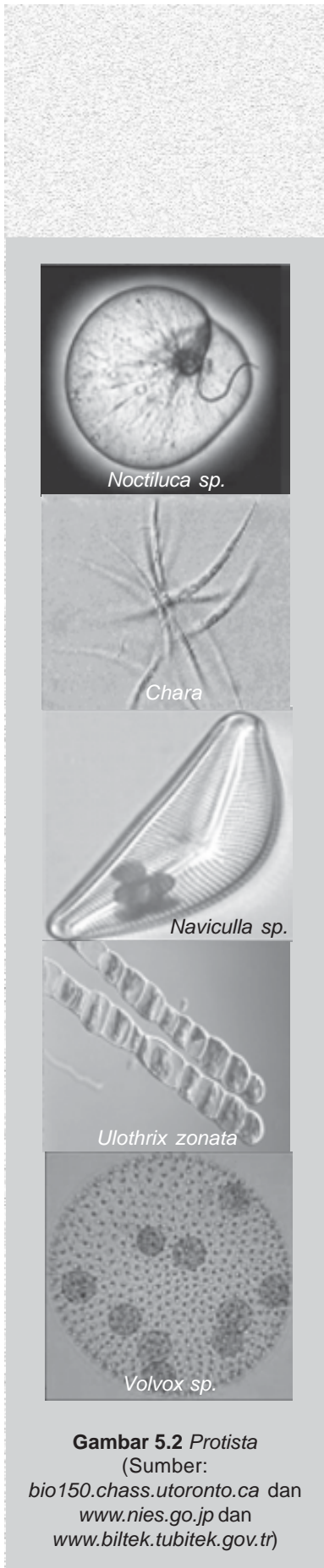
Para ahli tumbuhan memasukkan makhluk hidup tersebut ke dalam dunia tumbuhan karena berklorofil, sedangkan para ahli hewan memasukkannya ke dunia hewan karena bergerak aktif dan memiliki bintik mata. Sebagai jalan tengah, dimunculkan kingdom *Protista*. Jadi, semua anggota kingdom *Protista* adalah makhluk hidup yang "bukan hewan dan bukan pula tumbuhan".

Protista merupakan makhluk hidup bersel satu atau bersel banyak dan telah memiliki membran inti (selnya bersifat eukariot). *Protista* bukan merupakan hewan ataupun tumbuhan, tetapi hanya mempunyai sifat yang menyerupai hewan, menyerupai tumbuhan, ataupun menyerupai jamur. Semua makhluk hidup eukariotik yang bukan merupakan hewan dan tumbuhan masuk dalam kelompok *Protista*. Kelompok makhluk hidup *Protista* yang menyerupai tumbuhan adalah ganggang (*Algae*), kelompok *Protista* yang menyerupai hewan adalah *Protozoa*, sedangkan kelompok *Protista* yang menyerupai jamur adalah jamur lendir dan jamur air.

Protista biasanya ditemukan di dalam air, dapat berupa plankton yang melayang-layang di dalam air atau melekat di dasar sungai, laut, atau danau. *Protista* dapat pula hidup di dalam tanah dan di tempat-tempat yang lembap, baik sebagai parasit maupun sebagai saprofit, serta dapat pula hidup bersimbiosis dengan organisme lainnya.

Umumnya, *Protista* bersifat aerobik dan menggunakan mitokondria untuk respirasi. Pada kenyataannya, ada *Protista* yang dapat berlaku sebagai produsen. *Protista* tersebut dapat melakukan fotosintesis (dapat membuat makanan sendiri). Nutrisi yang diperoleh dari fotosintesis *Protista* tersebut dapat bersifat fototropik, heterotropik, atau keduanya.

Protista memiliki flagela atau cilia dalam hidupnya dan dapat berkembang secara aseksual atau seksual. Pada kondisi yang kurang menguntungkan, *Protista* dapat membentuk *kistae*. Secara taksonomis, *Protista* dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu sebagai berikut.

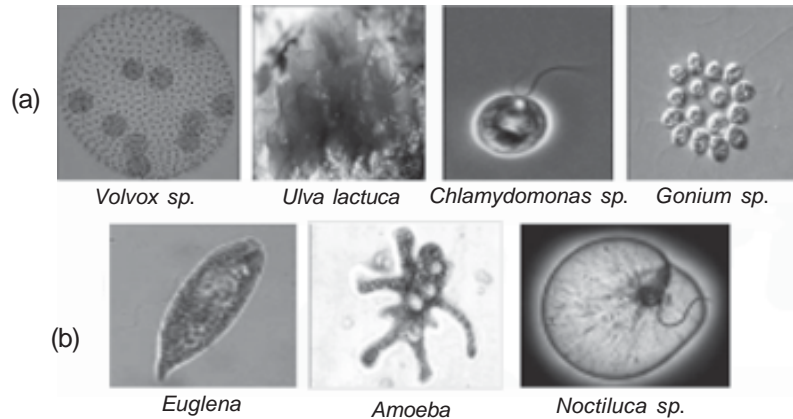


Gambar 5.2 *Protista*
(Sumber:

bio150.chass.utoronto.ca dan
www.nies.go.jp dan
www.biltek.tubitak.gov.tr)

1. Protista yang Menyerupai Tumbuhan

Protista dikatakan menyerupai tumbuhan karena ia bersifat autotrof, memiliki klorofil, dan dengan bantuan cahaya matahari mampu melakukan fotosintesis. Contoh *Protista* yang menyerupai tumbuhan adalah ganggang yang terdiri atas filum *Euglenophyta*, ganggang hijau (*Chlorophyta*), ganggang cokelat (*Phaeophyta*), ganggang pirang (*Chrysophyta*), ganggang merah (*Rhodophyta*), dan ganggang api (*Pyrrhophyta*).



Gambar 5.3 (a) *Protista* mirip tumbuhan dan (b) *Protista* mirip hewan
(Sumber: www.biltek.tubitak.gov.tr)

2. Protista yang Menyerupai Hewan

Dikatakan menyerupai hewan karena *Protista* ini bersifat heterotrof. *Protista* ini dapat memasukkan makanan dengan cara menelan melalui mulut pada membran selnya. *Protista* ini tidak dapat membuat makanan sendiri karena tidak mengandung klorofil. Contoh *Protista* yang menyerupai hewan adalah *Protozoa*, terdiri atas filum *Rhizopoda* (berkaki semu), *Flagellata* (berbulu cambuk), *Ciliata* (berambut getar), dan *Sporozoa* (penghasil spora)

3. Protista yang Menyerupai Jamur

Protista ini melakukan pencernaan makanan di luar sel, kemudian terjadi penyerapan sari-sari makanan hasil pencernaan makanan oleh tubuh. Contoh *Protista* yang menyerupai jamur ini adalah jamur air dan jamur lendir.

A. Protista Menyerupai Tumbuhan (Ganggang atau Algae)

Ganggang adalah *Protista* yang menyerupai tumbuhan, berwarna hijau, dan berbentuk seperti benang-benang halus. Mengapa dikatakan menyerupai tumbuhan? Karena ganggang merupakan *Protista* yang mengandung klorofil dan dapat berfotosintesis untuk memenuhi kebutuhan makanannya sendiri. Mengapa ganggang hanya dikatakan menyerupai tumbuhan? Bukankah ganggang dapat membuat makanan sendiri? Ganggang memang bukan merupakan tumbuhan karena ganggang tidak mempunyai akar, batang, dan daun sejati seperti yang dimiliki oleh tumbuhan.

Coba kalian perhatikan dasar kolam pada musim kemarau! Benarkah dasar kolam tersebut berwarna hijau? Mengapa air kolam berwarna hijau? Apakah warna hijau di dasar air kolam tersebut disebabkan adanya ganggang hijau yang tumbuh di dalamnya?

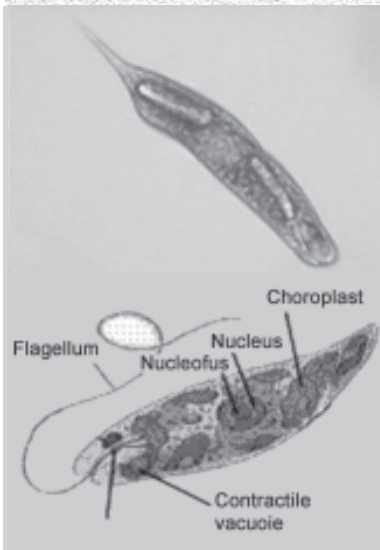
Ganggang dapat hidup di air tawar dan di air laut, tetapi ada pula yang hidup di tempat-tempat yang lembap, seperti dinding tembok kamar mandi, batu-batuan, atap rumah, atau kulit-kulit pohon.

Ganggang juga memiliki ciri lain yang sama dengan *Protista*, yaitu memiliki membran inti, ada yang bersifat uniseluler dan ada yang multi-seluler. Ganggang dapat berbentuk benang, lembaran, atau koloni sel.

Reproduksi ganggang dapat dilakukan secara seksual dan aseksual. Secara seksual dilakukan dengan cara *isogami* dan *oogami*. Isogami terjadi jika antara sel betina dan sel kelamin jantan mempunyai ukuran yang sama dan sulit dibedakan. Oogami terjadi jika antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda dan mudah dibedakan. Dari peleburan dua sel kelamin tersebut, akan terjadi pembuahan yang menghasilkan zigot. Zigot akan terus berkembang menjadi individu baru.

Ganggang dapat dikelompokkan menurut pigmen yang dimilikinya menjadi beberapa golongan, yaitu ganggang cokelat (*Phaeophyta*), ganggang pirang (*Chrysophyta*), ganggang merah (*Rhodophyta*), ganggang hijau (*Chlorophyta*), dan ganggang *Euglenophyta*.

1. *Filum Euglenophyta*



Gambar 5.4 *Euglena*
(Sumber: <http://alpha.fmarion.edu> dan <http://www.biologycorner.com>)

Euglenophyta merupakan ganggang bersel satu. *Euglena* biasa hidup di air tawar, misalnya, air kolam, sawah, sungai, atau parit. Makhluk hidup ini berwarna hijau, berklorofil, dan berfotosintesis sehingga dimasukkan ke dalam dalam kelompok makhluk hidup yang menyerupai tumbuhan. Makhluk hidup ini juga mempunyai ciri-ciri yang menyerupai hewan karena dapat bergerak aktif, cara memasukkan makanan melalui mulut sel, tidak ber dinding sel, dan mempunyai bintik mata sehingga *Euglena* ini merupakan makhluk hidup yang menyerupai hewan dan sekaligus juga merupakan makhluk hidup yang menyerupai tumbuhan, contohnya, *Euglena viridis*.

a. *Ciri-Ciri Euglena*

Euglena mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) berwarna hijau karena mengandung klorofil,
- 2) sel berbentuk oval memanjang,
- 3) di salah satu ujungnya terdapat mulut sel,
- 4) dari mulutnya muncul satu flagela (cambuk) yang berfungsi sebagai alat gerak, dan
- 5) mempunyai bintik mata yang terletak di dekat mulut sel yang berfungsi untuk membedakan antara gelap dan terang.

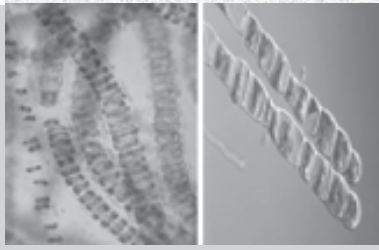
b. *Cara Euglena Memperoleh Makanan*

Sebagai organisme yang menyerupai tumbuhan, *Euglena* dapat membuat makanan sendiri dengan melakukan fotosintesis. Dengan bantuan cahaya matahari, makhluk hidup ini dapat mengubah klorofil menjadi energi. Selain berfotosintesis, makhluk hidup ini dapat pula memasukkan bahan makanan melalui mulut sel yang dimilikinya sehingga *Euglena* dapat disebut sebagai organisme fotoautotrof dan organisme heterotrof.

c. *Cara Euglena Bereproduksi*

Reproduksi *Euglena* dilakukan dengan membelah diri. Dari pembelahan ini akan dihasilkan dua sel anak. Setiap sel anak mempunyai inti sel, membran sel, dan sitoplasma.

2. Filum Ganggang Hijau (*Chlorophyta*)



Gambar 5.5 *Ulothrix zonata* merupakan salah satu kelompok *Ulothrix sp.* (Sumber: www.dipbot.unict.it dan www.nies.go.jp)

Chlorophyta adalah ganggang yang mengandung klorofil dan karotin berwarna kuning sehingga warnanya menjadi hijau kekuningan. Biasanya, ganggang ini hidup di air tawar, seperti air kolam, air danau, ataupun air sungai. Air kolam, sungai, atau danau akan berwarna hijau karena adanya jenis ganggang hijau di dalamnya.

Chlorophyta (ganggang hijau) merupakan plankton yang hidup melayang-layang di air tawar atau laut. Ganggang hijau dapat berbentuk benang, filamen, ataupun berkoloni. Contoh ganggang hijau, antara lain, *Volvox sp.*, *Spirogyra sp.*, dan *Ulothrix sp.*

Dengan bantuan cahaya matahari, *Chlorophyta* dapat melakukan fotosintesis. Plankton ini merupakan sumber makanan utama bagi hewan-hewan yang hidup di dalamnya. Plankton disebut sebagai produsen. Bagaimana kalian tahu jika *Chlorophyta* sedang melakukan fotosintesis? Amati dan perhatikan kolam ikan air tawar pada siang hari. Jika kalian perhatikan dengan baik, ganggang yang terkena cahaya matahari akan mengeluarkan gas berupa gelembung-gelembung kecil yang menempel pada pinggir-pinggir kolam, gas itu adalah oksigen. Oksigen adalah gas yang dihasilkan dalam proses fotosintesis.

a. Ciri-ciri *Chlorophyta*

Ganggang hijau (*Chlorophyta*) mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) tubuhnya mengandung klorofil dan berwarna hijau. Sel mengandung kloroplas yang berisi klorofil a.b. karoten dan xantofil,
- 2) hidup melayang-layang di air tawar atau air laut,
- 3) merupakan makhluk hidup bersel satu yang berbentuk benang, lembaran, dan berkoloni,
- 4) telah memiliki dinding sel, dan
- 5) cadangan makanan disimpan di suatu rongga yang berbentuk bulat. Rongga ini terletak di dekat kloroplas yang disebut pirenoid.

b. Cara Mendapatkan Makanan

Ganggang hijau mengandung klorofil dan dapat melakukan fotosintesis untuk mendapatkan makanannya. Ganggang hijau berperan sebagai pemasok bahan makanan utama bagi hewan-hewan yang ada di perairan tersebut. Di perairan tersebut, ganggang hijau disebut sebagai produsen.

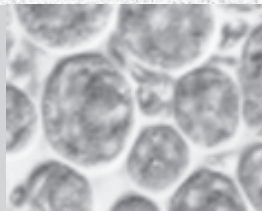
c. Cara *Chlorophyta* Bereproduksi

Reproduksi *Chlorophyta* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara seksual dan secara aseksual. Reproduksi seksual dilakukan dengan cara peleburan sel kelamin jantan dan betina serta ada juga yang secara konjugasi. Reproduksi secara aseksual dilakukan tanpa adanya peleburan sel jantan dan betina, tetapi dilakukan dengan pembelahan biner (ganggang bersel satu), fragmentasi (ganggang berbentuk benang dan berkoloni), serta pembentukan zoospora (spora kembara).

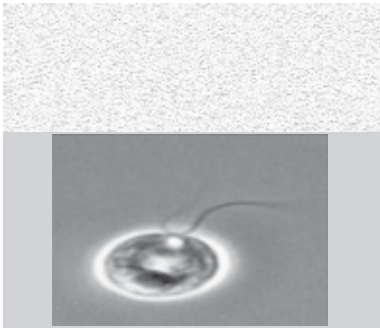
d. Contoh-Contoh *Chlorophyta*

Beberapa contoh ganggang hijau yang sering dijumpai adalah sebagai berikut.

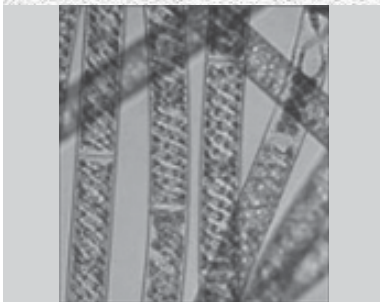
- 1) *Chlorococcum* dan *Chlorella* merupakan *Chlorophyta* bersel satu yang tidak dapat bergerak dan bersifat mikroskopis. Kloroplasnya berbentuk mangkuk, berukuran mikroskopis, dan hidup sebagai



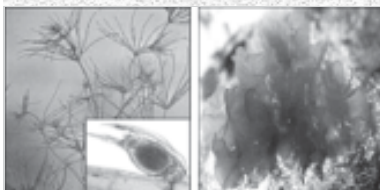
Gambar 5.6 Pembentukan zoospora pada *Chlorococcum* hingga terbentuk satu sel dewasa. (Sumber: *Taksonomi Tumbuhan*, 2005)



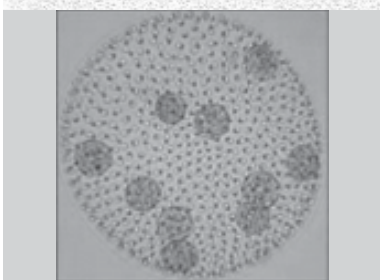
Gambar 5.7 *Chlamydomonas* merupakan *Chlorophyta* bersel satu yang dapat bergerak.
(Sumber: www.biltek.tubitak.gov.tr)



Gambar 5.8 *Spirogyra*
(Sumber: www.biltek.tubitak.gov.tr)



Gambar 5.9
Chara dan *Ulva* yang merupakan *Chlorophyta* berbentuk lembaran.
(Sumber: www.biltek.tubitak.gov.tr)



Gambar 5.10 *Volvox*
(Sumber: *Taksonomi tumbuhan*, 2005)

3. Filum Ganggang Cokelat (*Phaeophyta*)

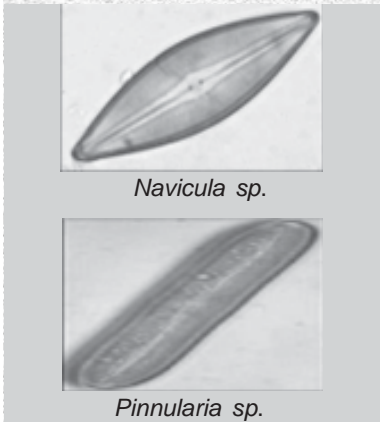
- plankton air tawar. *Chlorococcum* dan *Chlorella* dapat berkembang biak secara aseksual dengan membentuk zoospora yang bergerak dengan dua flagella. *Chlorella* dapat berkembang biak dengan pembelahan sel. *Chlorella* dapat dimanfaatkan sebagai obat, bahkan sekarang sedang dikembangkan untuk obat yang dikemas dalam bentuk kapsul.
- 2) *Chlamydomonas* merupakan *Chlorophyta* bersel satu yang dapat bergerak dan bersifat mikroskopis. Selnya berbentuk bulat telur. Sel *Chlamydomonas* mengandung satu inti, satu vakuola, dan kloroplas. Alat gerak berupa dua flagel. Kloroplas berbentuk mangkuk. Bintik mata dan pirenoid terletak di dalam mangkuk yang berfungsi sebagai tempat pembentukan zat tepung. *Chlamydomonas* dapat berkembang biak dengan dua cara, yaitu dengan pembentukan zoospora dan konjugasi.
 - 3) *Spirogyra* dan *Oedogonium* adalah sel yang membentuk benang atau untaian memanjang seperti benang dan bersifat mikroskopis. *Spirogyra* dan *Oedogonium* banyak hidup di air tawar. *Spirogyra* mempunyai sel yang mengandung kloroplas berbentuk pita spiral dan dalam satu sel mengandung satu inti, dapat berkembang biak secara fragmentasi dan konjugasi. *Oedogonium* mempunyai kloroplas berbentuk jala dan dalam satu sel mengandung satu inti serta dapat berkembang biak dengan zoospora dan peleburan spermatozoid (anteridium) dengan ovum (oogonium) yang dihasilkan oleh benang yang berbeda. Hasil peleburan tersebut adalah zigot yang dapat tumbuh menjadi individu baru.
 - 4) *Chara* dan *Ulva* merupakan *Chlorophyta* yang berbentuk lembaran. *Chara* merupakan ganggang yang hidup di air tawar, mempunyai ruas-ruas yang mengandung nukula dan globula. Nukula mengandung arkegonium penghasil ovum. Globula mengandung anteridium penghasil spermatozoid. Pembuahan ovum oleh spermatozoid akan menghasilkan zigospora yang selanjutnya akan berkembang menjadi individu baru. Reproduksi secara aseksual dilakukan dengan fragmentasi. *Ulva* adalah ganggang yang hidup di air laut, memiliki kromosom diploid (2n), berkembang biak secara aseksual dengan spora yang menghasilkan *Ulva* haploid (n). *Ulva* haploid (n) akan berkembang biak secara seksual menghasilkan *Ulva* diploid (2n).
 - 5) *Hydrodictyon* merupakan *Chlorophyta* yang berbentuk koloni tak bergerak. Banyak terdapat di air tawar dan bentuk koloninya seperti jala. Berkembang biak secara aseksual dengan spora dan fragmentasi, sedangkan secara seksual dengan konjugasi.
 - 6) *Volvox* merupakan *Chlorophyta* yang berbentuk koloni dan bergerak. *Volvox* hidup di air tawar dan tiap sel mempunyai dua flagel dan stigma, bentuk koloni seperti bola dengan jumlah sel 500 – 50.000 buah. Reproduksi secara aseksual dilakukan dengan cara fragmentasi, sedangkan secara seksual dengan konjugasi.

Ganggang cokelat berwarna cokelat karena selain mengandung klorofil juga memiliki zat warna cokelat (*fukosantin*). Ganggang ini hidup di air laut, mempunyai tubuh yang multiseluler, berbentuk seperti lembaran atau tumbuhan tinggi (memiliki alat, seperti akar, batang, dan daun), serta sering digunakan sebagai bahan pakan ternak, obat-obatan,



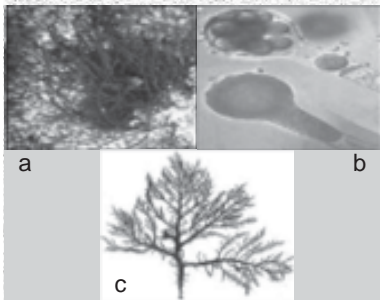
Gambar 5.11 *Phaeophyta*
(Sumber: www.biltek.tubitek.gov.tr)

4. *Filum Ganggang Pirang atau Keemasan (Chrysophyta)*



Gambar 5.12 *Chrysophyta*
(Sumber: www.biltek.tubitek.gov.tr)

5. *Filum Ganggang Merah (Rhodophyta)*



Gambar 5.13 Beberapa contoh ganggang merah. a. *Gracilaria sp.*; b. *Gelidium sp.*; c. *Saprolegnia sp.*
(Sumber: www.biltek.tubitek.gov.tr)

6. *Filum Ganggang Api (Pyrrhophyta)*



Gambar 5.14 *Peridinium sp.*
(Sumber: www.biltek.tubitek.gov.tr)

dan bahan cat. Contoh ganggang cokelat adalah *Fucus*, *Tubilaria*, *Laminaria*, dan *Sargasum*.

Ganggang cokelat berkembang biak secara aseksual dengan fragmentasi, sedangkan secara seksual dilakukan dengan cara pembentukan konseptakel jantan yang mengandung anteridium penghasil spermatozoid dan konseptakel betina yang mengandung oogonium penghasil ovum. Pembuahan sperma dan ovum menghasilkan zigot. Selanjutnya, zigot akan tumbuh menjadi individu baru.

Chrysophyta ada yang berwarna kuning kecokelatan, hijau kekuningan, dan kuning keemasan (diatom). *Chrysophyta* ada yang bersel satu, bersel banyak, dan bersifat mikroskopis. *Chrysophyta* merupakan penyusun plankton yang terbesar.

Chrysophyta hijau kekuningan (*Xanthophyceae*) mengandung klorofil dan pigmen kuning (*xentofil*). Contohnya, *Vaucheria* yang mempunyai ciri berbentuk seperti benang, bercabang tidak bersekat, bersel banyak, dan benang berinti banyak (senosit). Reproduksi aseksual dilakukan dengan membentuk zoospora, secara seksual dengan peleburan sperma dan ovum yang menghasilkan zigot.

Chrysophyta kuning kecokelatan (*Chrysophyceae*) mengandung klorofil dan karoten (pigmen keemasan), bersel satu (*Ochromonas*), dan berkoloni (*Synura*). *Chrysophyta* yang disebut diatom (*Bacillariophyceae*) berbentuk seperti kotak yang saling menutupi dan dapat hidup di tempat yang basah, baik air tawar, air payau, maupun air laut. Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara membelah diri. Contoh ganggang ini adalah *Diatom*, *Navicula*, *Cyclotella*, dan *Pinnularia*. Dinding sel *Diatom* mengandung zat kersik sehingga ganggang pirang sering disebut juga ganggang kersik. Zat kersik ini sangat berguna bagi industri, misalnya, sebagai bahan penggosok dan bahan isolasi.

Ganggang merah merupakan makhluk hidup bersel banyak. Berwarna merah tua karena selain mengandung klorofil, juga mengandung zat warna merah (*fikoeritrin*). Ganggang ini hidup di laut, memiliki bentuk seperti rumput maka sering disebut rumput laut (*sea weed*) dan bersel banyak (berbentuk seperti lembaran). Berkembang biak secara seksual dengan peleburan sperma dan ovum yang menghasilkan zigot.

Ganggang merah dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai bahan makanan dan kosmetika. Contoh ganggang merah yang digunakan sebagai bahan makanan, antara lain, *Euchema spinosum* dan *Gellidium* yang digunakan manusia untuk bahan agar-agar. Selain untuk bahan makanan, agar-agar juga dimanfaatkan sebagai medium kultur mikroorganisme, kosmetik, obat, pelapis daging kaleng, penguat es krim, serta pengemulsi lemak dan cokelat batangan.

Ganggang api sering disebut dengan *Dinoflagelata*. Sebagian besar hidup di laut dan ada juga yang hidup di air tawar. Ganggang ini mempunyai ciri tubuhnya bersel satu, dinding sel berupa lempengan selulosa yang rapat, dapat bergerak aktif, di luar sel terdapat celah dan alur yang masing-masing dilengkapi dengan satu flagel, berklorofil, mengandung pigmen kuning kecokelatan, dan berkembang biak dengan cara membelah diri. Contohnya adalah *Peridinium*.

Peranan Ganggang (Algae) bagi Kehidupan Manusia

Ganggang dapat memberikan berbagai manfaat bagi kehidupan manusia. Manfaat ganggang bagi kehidupan manusia adalah sebagai berikut.

- Ganggang hijau merupakan sumber fitoplanton yang digunakan sebagai pakan ikan dan hewan air lainnya. Dapat dikatakan bahwa pada ekosistem perairan, ganggang hijau adalah yang merupakan produsen bagi hewan-hewan air lainnya.
- Ganggang cokelat (*Macrocystis pyrifera*) mengandung yodium yang mengandung Na, P, N, dan Ca yang dapat dimanfaatkan sebagai suplemen untuk hewan ternak. Selain itu, ganggang cokelat yang mengandung asam alginat dapat dimanfaatkan sebagai pengental produk makanan, industri, dan alat-alat kecantikan (*Laminaria*, *Macrocystis*, *Ascophyllum*, dan *Fucus*).
- Ganggang merah dapat dimanfaatkan untuk makanan suplemen kesehatan (*Porphyra*), sumber makanan (*Rhodymenia palmata*), pembuatan agar (*Gellidium*), dan penghasil karagenan (pengental es krim).
- Dinding sel diatom mengandung zat kersik sehingga ganggang keemasan sering disebut juga ganggang kersik. Zat kersik ini sangat berguna bagi industri, seperti bahan penggosok, penyaring, industri kaca, dan bahan isolasi.

Latihan

- Apakah yang membedakan *Protista* dengan *Monera*?
- Sebutkan makhluk hidup yang termasuk dalam *Protista*?
- Mengapa ganggang hijau dikatakan sebagai produsen?
- Bagaimana peran ganggang bagi kehidupan manusia!
- Sebutkan perbedaan dan persamaan antara *Xanthophyceae* dan *Chrysophyceae*!

Tugas

Buatlah dalam bentuk tabel persamaan dan perbedaan yang mendasar antara ganggang cokelat, hijau, pirang, dan merah. Persamaan dan perbedaan ganggang-ganggang tersebut ditinjau dari tubuh, warna, tempat hidup, dan manfaatnya.

Kegiatan 5.1



Mengetahui Jenis-jenis Ganggang Hijau

Tujuan:

Mengetahui berbagai jenis ganggang hijau yang hidup di air tawar.

Alat dan bahan:

- mikroskop,
- stoples atau botol bekas (bekas air mineral),
- pipet,
- kaca penutup,

5. kaca benda, dan
6. air kolam, air sawah, atau air danau yang berwarna hijau.

Cara kerja:

1. Mula-mula ambillah air kolam, air parit, atau air sawah, lalu masukkan ke dalam stoples atau botol bekas.
2. Ambillah air tersebut dengan menggunakan pipet, kemudian teteskan di atas kaca benda. Tutuplah tetesan air tersebut dengan menggunakan kaca penutup. Usahakan tidak ada gelembung udara di dalamnya.
3. Lakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop.
4. Catat dan gambarlah hasilnya, kemudian cocokkan dengan gambar yang ada di buku!

Pertanyaan:

1. Jenis ganggang apa sajakah yang kalian temukan?
2. Jenis ganggang manakah yang banyak kalian temukan?
3. Apakah semua ganggang bergerak?
4. Sebutkan jenis ganggang yang dapat bergerak aktif!

B. Protista yang Menyerupai Hewan (*Protozoa*)

Protozoa merupakan makhluk hidup yang menyerupai hewan. *Protozoa* hidup di air tawar (selokan, parit, sungai, dan waduk), air laut, permukaan tanah yang lembap, rendaman jerami, dan di dalam tubuh makhluk hidup lain atau di dalam jasad yang mati. *Protozoa* merupakan makhluk hidup bersel satu yang bersifat mikroskopis. Segala aktivitas hidup terjadi di dalam sel itu sendiri. Pada keadaan tertentu, *Protozoa* dapat membentuk dirinya menjadi *kista*. *Protozoa* dapat berkembang biak dengan cara aseksual dan seksual, secara aseksual dilakukan dengan membelah diri dan secara seksual dengan konjugasi.

Protozoa dibagi menjadi enam filum, yaitu *Rhizopoda* atau *Sarcodina* (berkaki semu), *Actinopoda*, *Foraminifera*, *Flagellata* atau *Mastigophora* (bercambuk), *Ciliata* (berambut getar), dan *Sporozoa* (penghasil spora). Akan tetapi, yang dibahas dalam bab ini hanya empat filum, yaitu sebagai berikut.

1. *Rhizopoda* atau *Sarcodina* (Berkaki Semu)

Rhizopoda adalah *Protozoa* yang mempunyai alat gerak berupa kaki semu (*pseudopodia*). Salah satu contoh *Rhizopoda* adalah *Amoeba sp.*

Selain *Amoeba*, ada beberapa *Protozoa* yang termasuk dalam *Rhizopoda*, yaitu *Foraminifera* dan *Arcella*. Keduanya merupakan *Rhizopoda* yang diselimuti oleh cangkang.

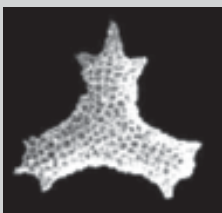
Amoeba

Bentuk tubuh *Amoeba* dapat berubah-ubah. Ia bersel satu dan hidup bebas di tempat-tempat yang becek, berair, dan mengandung makanan. Isi sel telah dilindungi oleh membran sel dan membran plasma yang sekaligus berfungsi sebagai pengatur pertukaran zat, pengeluaran, pertukaran gas, alat gerak, dan penangkap rangsang yang berasal dari luar tubuhnya. Sel berisi sitoplasma yang terdiri dari sitoplasma bagian luar yang kental (ektoplasma), sitoplasma bagian dalam yang encer (endoplasma), dan sebuah inti sel.

Dengan kaki semunya, *Amoeba* dapat menangkap dan mengambil makanan. Mula-mula kaki semu (*pseudopoda*) dijulurkan ke arah

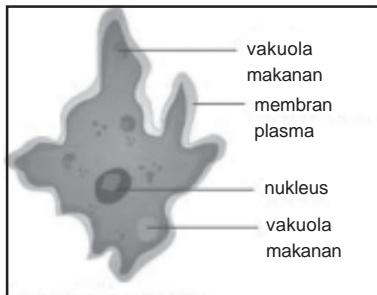


Amoeba

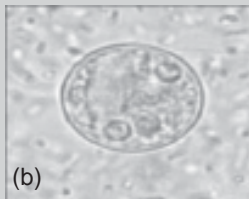
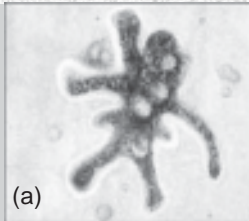


Foraminifera

Gambar 5.15 *Rhizopoda*
(Sumber: www1.accsnet.ne.jp
dan www.kaneforam.com)



Gambar 5.16 Struktur tubuh *Amoeba*
(Sumber: www.e-dukasi.net)



Gambar 5.17 (a) *Amoeba* dan
(b) *Entamoeba*
(Sumber: www.e-dukasi.net)

makanan lalu mengelilingi makanan tersebut. Kemudian, membran plasma bergerak mendekati dan mengikuti kaki semu mengelilingi makanan. Bersatunya kedua ujung membran plasma membentuk vakuola. Makanan dicerna di dalam vakuola makanan. Dari sini, sari makanan diedarkan ke seluruh tubuh. Sisa makanan yang berupa cairan dikeluarkan melalui vakuola berdenyut.

Amoeba dapat berkembang biak dengan pembelahan biner tanpa melalui tahap-tahap mitosis. Pembelahan dimulai dari membelahnya inti sel menjadi dua, lalu diikuti oleh pembelahan sitoplasma. Pembelahan inti tersebut menimbulkan lekukan yang sangat dalam yang lama-lama akan putus sehingga terjadilah dua sel anak *Amoeba*. Kedua sel anak ini akan mengalami pembelahan biner sehingga menjadi empat sel, delapan sel, enam belas sel, dan seterusnya. Pada keadaan yang tidak menguntungkan, *Amoeba* dapat membentuk dirinya menjadi *kista*. Jika keadaan luar telah membaik, *kista Amoeba* akan pecah dan *Amoeba* akan keluar untuk memulai kembali hidupnya.

Ada *Amoeba* yang dapat hidup bebas dan ada pula yang hidup sebagai parasit pada hewan atau manusia. *Amoeba* yang hidup sebagai parasit ini biasa disebut dengan *Entamoeba*. Misalnya, *Entamoeba* yang menyebabkan penyakit, seperti *Entamoeba histolytica*, berparasit dalam usus manusia. *Entamoeba histolytica* masuk ke dalam usus melalui makanan yang tidak higienis, mungkin tidak ditutup, terkena debu, atau dihinggapi lalat. Penyakit yang disebabkan oleh *Entamoeba histolytica* adalah diare.

Untuk mencegah diare, hindarilah memakan makanan yang tidak bersih dan tidak ditutup. Kita harus berhati-hati terhadap penyakit ini karena meskipun sudah sembuh, *kista Amoeba* mungkin saja tertinggal di dalam tubuh, bahkan dapat mencapai hati. Selain *Entamoeba histolytica*, ada *Entamoeba ginggivalis* yang hidup sebagai parasit di dalam rongga mulut yang dapat menyebabkan penyakit radang dan gusi berdarah. *Entamoeba ginggivalis* ini dapat hidup di sela-sela gigi yang kotor. Agar tidak sampai terserang, gosoklah gigi setelah selesai makan dan sebelum tidur.

2. Kelompok Flagellata atau Mastigophora (Bercambuk)



Gambar 5.18 Flagellata: a. *Trypanosoma*; b. *Trichomonas*
(Sumber: www.biltek.tubitek.gov.tr)

Flagellata adalah *Protozoa* yang mempunyai alat gerak berupa bulu cambuk (flagela). *Flagellata* merupakan nenek moyang dari hewan dan tumbuhan. *Flagellata* dapat hidup bebas di dalam air atau sebagai parasit pada makhluk hidup lain, seperti *Trypanosoma* dan *Trichomonas*. *Trypanosoma gambiense* dan *Trypanosoma rhodiense* menyebabkan penyakit tidur yang disebarkan oleh gigitan lalat *Tse-tse*.

Ketika lalat menggigit, lalat juga mengeluarkan air liur yang mengandung *Trypanosoma* untuk mencegah pembekuan darah. *T. evansi* merupakan penyebab penyakit sura pada hewan. *T. cruzi* merupakan penyebab penyakit nagana pada sapi dan kerbau. Pada *Trichomonas* terdapat tiga flagel atau lebih. *Trichomonas vaginalis* yang menyerang vagina dapat menyebabkan keputihan.

3. Kelompok Ciliata (Berambut Getar)

Ciliata adalah *Protozoa* yang mempunyai alat gerak berupa rambut getar (cilia). Rambut getar ini adalah bulu-bulu halus yang melekat pada membran sel. Dengan menggunakan rambut getar, makhluk hidup dapat bergerak bebas ke segala arah di dalam air.

Bentuk tubuh *Ciliata* adalah oval, tidak berubah-ubah. Mereka biasa hidup di rawa, sawah, dan tempat-tempat berair yang banyak mengandung bahan organik.

Contoh *Ciliata* yang hidup bebas adalah *Paramecium sp.*, sedangkan yang hidup berparasit adalah *Nyctoterus ovalis*, hidupnya menumpang di usus kecoa. Ada juga *Ciliata* yang hidup di air tawar, yaitu *Stylonichia* (hidup di perairan yang banyak mengandung sampah organik), *Didinium* (hidup di perairan yang mengandung *Protozoa*), *Stentor* (hidup di perairan sawah yang mengandung bahan organik), dan *Vorticella*.

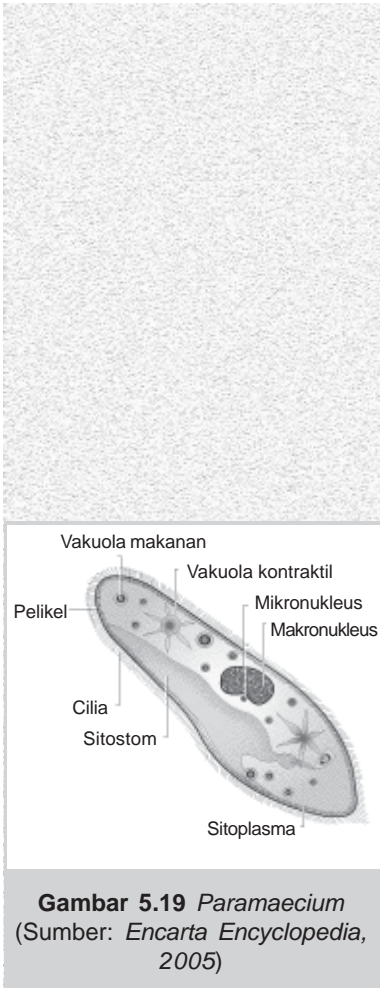
Paramecium caudatum

Paramecium caudatum adalah *Ciliata* yang hidup bebas. Bentuk selnya seperti sandal, ukuran kira-kira 250 mikron, mempunyai sitostom (celah mulut) pada membran plasma, dan selnya diselubungi oleh pelikel. Sel berisi dua inti sel yang terdiri atas inti kecil (mikronukleus) dan inti besar (makronukleus), sitoplasma, vakuola makanan (pencerna makanan), serta vakuola kontraktil (pengeluaran zat sisa).

Gerakan *Paramecium caudatum* dilakukan dengan menggetarkan cilianya. Gerakan cilia sulit diamati oleh mikroskop karena gerakannya sangat cepat.

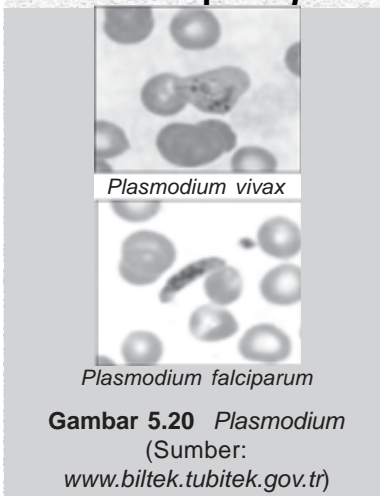
Paramecium caudatum dapat berkembang biak secara aseksual dengan membelah diri menjadi dua anak sel (pembelahan biner) dan secara seksual dengan konjugasi. Konjugasi didahului dengan pertukaran inti antara dua individu lalu berpisah dan masing-masing membelah menjadi dua individu.

Bagaimana cara *Ciliata* mendapatkan makanan? *Ciliata* mempunyai mulut sel. Pada saat bergetar, rambut di sekitar mulut sel akan bergetar pula. Pada saat ini, terjadilah aliran keluar masuk air pada mulut sel. Air yang masuk dan keluar mulut sel banyak mengandung bakteri atau bahan organik atau bahan makanan lainnya yang tertambat atau terkumpul di dalam mulut sel. Makanan yang terkumpul akan masuk dalam sitofaring (kerongkongan sel) lalu masuk ke dalam vakuola makanan untuk dicerna dan diedarkan ke seluruh tubuhnya. Penyerapan sari makanan terjadi di dalam sitoplasma. Sisa makanan padat dikeluarkan melalui membran plasma, sedangkan sisa makanan berupa cairan dikeluarkan melalui vakuola berdenyut yang terletak di kedua ujungnya.



Gambar 5.19 *Paramecium*
(Sumber: *Encarta Encyclopedia*,
2005)

4. Kelompok Sporozoa (Penghasil Spora)



Gambar 5.20 *Plasmodium*
(Sumber:
www.biltek.tubitek.gov.tr)

Tidak seperti *Rhizopoda*, *Ciliata*, dan *Flagellata* yang telah mempunyai alat gerak, *Sporozoa* tidak memiliki alat gerak. *Sporozoa* hidup sebagai parasit pada makhluk hidup lain. Contoh makhluk hidup yang termasuk dalam *Sporozoa* adalah *Plasmodium malariae* dan *Plasmodium vivax*. *Plasmodium* hidup sebagai parasit pada tubuh manusia yang menyebabkan penyakit malaria. Makanannya adalah sel darah merah. Penularan malaria terjadi melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina.

Plasmodium berkembang biak secara aseksual dengan pembentukan spora terjadi di dalam tubuh manusia dan berkembang biak secara seksual dengan pembentukan gamet. Peleburan gamet jantan dan gamet betina terjadi di dalam tubuh nyamuk *Anopheles*.

Contoh lainnya adalah *Babesia* dan *Theileria*. *Babesia bigemina* menyebabkan penyakit demam Texas dan *Theileria parva* menyebabkan penyakit demam Pantai Timur (Afrika).

Latihan

1. Mengapa *Protozoa* disebut makhluk hidup yang mirip hewan?
2. Apakah perbedaan antara ciliata dan flagelata?
3. Bagaimana cara *Amoeba* berkembang biak?
4. Sebutkan ciri-ciri *Rhizopoda*!
5. Apakah yang membedakan kelompok *Sporozoa*, *Rhizopoda*, *Flagellata*, dan *Ciliata*?

Tugas

Buatlah tabel perbedaan antara *Protozoa*, *Rhizopoda*, *Flagellata*, *Ciliata*, dan *Sporozoa*! Berikan sebuah contoh dari masing-masing kelompok *Protozoa* tersebut, lalu gambarlah! Diskusikan dengan kelompokmu!

C. Protista Menyerupai Jamur

Protista yang menyerupai jamur ini mempunyai struktur tubuh dan cara reproduksi yang tidak sama dengan kelompok *Fungi*. Cara reproduksi jamur lendir hampir sama dengan *Fungi*, tetapi tidak dapat dikelompokkan dalam kingdom *Fungi* karena gerakan pada fase aseksualnya lebih mirip dengan *Amoeba*. Semetara itu, jamur air lebih menyerupai ganggang pada struktur molekulnya, hanya saja tidak mengandung klorofil.

1. Filum Jamur Air (*Oomycota*)

Oomycota dapat hidup di air atau tempat-tempat lembap dan mempunyai oospora sebagai penghasil spora. Spora yang dihasilkan oleh zigot berdinding tebal yang berfungsi sebagai pelindung. Pada kondisi tertentu, spora akan tumbuh menjadi hifa baru. Jamur ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. dinding sel berupa selulosa,
- b. mempunyai banyak inti yang terdapat dalam benang-benang hifa yang tidak bersekat, dan
- c. berkembang biak secara aseksual dengan pembentukan zoospora. Zoospora ini dilengkapi dengan alat berenang berupa dua buah flagel.

Contoh *Oomycota* adalah *Phytophthora*, *Saphrolegnia*, dan *Pythium*. *Phytophthora* adalah jamur karat putih yang dapat hidup secara saprofit atau parasit. Jamur yang hidup secara parasit, misalnya, *P. nicotin* (tembakau), *P. palmifera* (kelapa), dan *P. infestans* (kentang).

Saphrolegnia mempunyai miselium dan hifa sebagai alat reproduksi. Jamur ini merupakan saprofit pada hewan air yang telah mati. Jamur ini dikatakan mempunyai spora kembara *dimorf*.

2. Filum Jamur Lendir (*Mycomycota*)

Ciri-ciri jamur lendir adalah sebagai berikut:

- a. bentuk tubuh seperti lendir (plasmodium) yang merupakan massa protoplasma tidak berdinding;
- b. berinti banyak, bersel satu atau bersel banyak;
- c. struktur tubuh vegetatif menyerupai *Amoeba*, berbentuk seperti lendir (plasmodium), tetapi cara berkembang biaknya menyerupai *Fungi*;

- d. berkembang biak secara aseksual dan seksual. Pencernaan makanan yang dilakukan pada fase vegetatif (aseksual) dilakukan menyerupai *Amoeba*. Pada tingkat dewasa, *Plasmodium* akan membentuk kotak spora seperti pada *Fungi*. Setelah matang, kotak spora ini akan pecah dan mengeluarkan spora. Spora yang berkecambah akan membentuk sel gamet yang menyerupai *Amoeba*. Sel-sel gamet ini bersifat haploid dan akan melakukan singami atau peleburan dua gamet dengan ukuran yang sama dan tidak dapat dibedakan antara sel jantan dan betina yang akan menghasilkan zigot;
- e. biasa hidup di hutan-hutan basah, tanah lembap, batang kayu yang membusuk, kayu lapuk, atau sampah basah.

Jamur lendir (*Mycomycota*) dibedakan menjadi dua tipe, yaitu Acrasiomycota dan Myxomycota.

a. Acrasiomycota (Jamur Lendir Bersekat)

Acrasiomycota dinamakan juga jamur lendir bersekat. Pada saat *Plasmodium* membesar dan inti sel membelah sel individu tetap terpisah saat bergabung membentuk *pseudoplasmodium*. Saat makanan berkurang zat kimia yang dikeluarkan oleh *Amoeba* akan bergabung membentuk *Plasmodium*. *Plasmodium* akan bergerak ke arah cahaya. Pada saat ada makanan, *Plasmodium* akan berhenti bergerak dan membentuk tubuhnya yang mengandung spora reproduksi. Pada saat kondisi menguntungkan, spora yang tertinggal akan membentuk *Amoeba* baru dan siklus akan berulang.

b. Myxomycota (Jamur Lendir Tidak Bersekat)

Myxomycota merupakan jamur lendir yang tidak bersekat. Jamur ini berinti banyak, setiap intinya tidak dipisahkan oleh adanya sekat, bersifat uniseluler ataupun multiseluler, dan dapat bergerak bebas. Jamur lendir hidup di batang kayu yang membusuk, tanah lembap, sampah basah, kayu lapuk, dan di hutan basah.

Jamur lendir dapat berkembang biak dengan cara vegetatif dan generatif. Fase vegetatif *Plasmodium* bergerak amoeboid mengelilingi dan menelan makanan berupa bahan organik. Makanan dicerna dalam vakuola makanan. Sisa yang tidak dicerna ditinggal sewaktu plasmodium bergerak. Jika telah dewasa, *Plasmodium* membentuk sporangium (kotak spora). Sporangium yang masak akan pecah dan spora tersebar dengan bantuan angin. Spora yang berkecambah akan membentuk sel gamet yang bersifat haploid, kemudian sel gamet ini melakukan singami. Singami adalah peleburan dua gamet yang bentuk dan ukurannya sama (yang tidak dapat dibedakan jantan dan betinanya). Hasil peleburan berupa zigot dan zigot tumbuh dewasa.

Pada *Myxomycota*, massa berinti banyak yang disebut *Plasmodium* (jangan dikacaukan dengan plasmodium penyebab malaria), bergerak berpindah tempat di tanah atau sepanjang dasar hutan, di daun, kayu busuk untuk memakan bakteri. Plasmodium mempunyai banyak inti, tetapi tidak dapat dibagi menjadi beberapa sel-sel terpisah. *Myxomycota* yang sedang bergerak dapat seukuran buah anggur. Saat *Plasmodium* membesar, intinya membelah. Sebaliknya, pada *Acrasiomycota*, sel-sel individu tetap terpisah saat mereka bergabung membentuk pseudoplasmodium atau massa multiseluler.

Latihan

1. Mengapa jamur lendir dan jamur air tidak termasuk dalam kingdom *Fungi*?
2. Sebutkan ciri-ciri jamur lendir!
3. Bagaimana jamur air berkembang biak?
4. Di manakah tempat hidup yang sesuai untuk jamur lendir?
5. Sebutkan perbedaan antara *Myxomycota* dan *Acrasiomycota*?

Kegiatan 5.2



Pengamatan Jamur Lendir dan Jamur Air

Tujuan:

Mengetahui struktur jamur lendir dan jamur air

Alat dan Bahan:

1. kertas isap atau tisu,
2. sendok,
3. nasi,
4. air sungai,
5. botol bermulut lebar,
6. mikroskop dan perlengkapannya,
7. bangkai lalat atau bangkai ikan,

Cara Kerja:

1. Pengamatan struktur jamur lendir.
 - a. Letakkan potongan kertas isap atau tisu di dasar botol.
 - b. Masukkan 100 ml air sungai ke dalam botol.
 - c. Masukkan satu sendok nasi, biarkan selama tiga hari.
 - d. Amati, apakah terdapat banyak lendir?
 - e. Jika ada, ambil dan amati di bawah mikroskop!
2. Pengamatan struktur jamur air.
 - a. Masukkan air sungai ke dalam botol.
 - b. Masukkan bangkai lalat atau bangkai ikan, biarkan selama tiga hari.
 - c. Amati bangkai lalat atau bangkai ikan! Apakah terlihat bentukan seperti kapas?
 - d. Ambil bentukan seperti kapas tersebut, amati di bawah mikroskop!

Pertanyaan:

1. Mengapa menggunakan nasi?
2. Bagaimana karakteristik jamur lendir?
3. Bagaimana karakteristik jamur air?
4. Diskusikan hasil penelitianmu dengan teman sekelas dan guru!

Rangkuman

1. a. *Protista* adalah makhluk hidup yang bersel satu atau bersel banyak dan telah memiliki membran inti (selnya bersifat eukariot).
b. *Protista* bukan merupakan hewan ataupun tumbuhan, melainkan hanya mempunyai sifat yang menyerupai hewan, tumbuhan, atau jamur.
c. *Protista* dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu *Protista* yang menyerupai tumbuhan (ganggang atau *Algae*), *Protista* yang menyerupai hewan (*Protozoa*), dan *Protista* yang menyerupai jamur.

2. a. *Protista* yang menyerupai ganggang (*Algae*) memiliki klorofil sehingga mampu berfotosintesis, tetapi tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati. Itulah sebabnya *Protista* ini dikatakan menyerupai tumbuhan.
 - b. Berdasarkan pigmennya dapat dibagi menjadi filum *Euglenophyta*, *Chlorophyta*, *Chrysophyta*, *Phaeophyta*, *Pyrrophyta*, dan *Rhodophyta*.
3. a. *Protista* yang menyerupai hewan biasa disebut *Protozoa*.
 - b. *Protozoa* merupakan *Protista* bersel satu, berukuran mikroskopis, mempunyai alat gerak berupa kaki semu, rambut getar atau flagela, bernapas, menangkap makanan, berkembang biak di dalam sel, hidup bebas di tempat-tempat yang berair, seperti parit, sawah, sungai, waduk, air laut, dan berparasit pada tubuh hewan atau manusia.
 - c. Berdasarkan alat geraknya *Protozoa* dapat dibedakan menjadi empat, yaitu *Rhizopoda* (kaki semu), *Flagellata* (berbulu cambuk), *Ciliata* (berambut getar), dan *Sporozoa* (pembentuk spora).
4. a. *Protista* yang menyerupai jamur terdiri atas jamur air dan jamur lendir.
 - b. Ciri-ciri jamur air (*Oomycota*) adalah dinding sel yang terdiri atas selulosa, hifanya bersekat, dan berkembang biak secara aseksual dengan membentuk zoospora dan secara seksual dengan membentuk oospora, contohnya, *Physarium*, *Arcyria*, dan *Saprolegnia*.
 - c. Ciri-ciri jamur lendir (*Mycomycota*) adalah tubuh berlendir, berinti banyak, tanpa dinding sel, dan berkembang biak secara aseksual dengan pembentukan spora dan secara seksual dengan singami. Contohnya, *Phytophthora* dan *Saprolegnia*.

Istilah Penting

Diatom	Ganggang
Globula	Nukula
Plasmodium	<i>Protozoa</i>
Singami	Talus
Vakuola berdenyut (kontraktil)	Vakuola makanan
Zoospora	

Refleksi diri

Setelah mempelajari materi tentang *Protista*, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai*, atau *sangat menguasai* untuk:

1. mendeskripsikan ciri-ciri umum filum dalam kingdom *Protista*;
2. mendeskripsikan peranan *Protista* bagi kehidupan;
3. menyusun karya ilmiah tentang *Protista* yang menguntungkan dan yang merugikan;
4. dari materi dan beberapa kegiatan tentang *Protista*, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

cara hidup Protista
ciri-ciri Protista
struktur Protista
replikasi Protista



Uji Kompetensi

I. Pilih salah satu jawaban yang benar!

1. *Protista* mempunyai sel yang bersifat
 - a. eukariotik
 - b. prokariotik
 - c. tunggal
 - d. ganda
 - e. tidak bermembran
2. Zat warna coklat pada ganggang disebut
 - a. plastida
 - b. fukosatin
 - c. fikoeritrin
 - d. kitin
 - e. klorofil
3. Rongga untuk mengeluarkan sisa makanan cair yang dilakukan dengan berdenyut pada *Paramecium* disebut
 - a. vakuola
 - b. vakuola makanan
 - c. vakuola berdenyut
 - d. nukula
 - e. nukleus
4. Vakuola berdenyut atau vakuola kontraktil berfungsi untuk
 - a. bernapas
 - b. peredaran darah
 - c. mengeluarkan sisa makanan cair
 - d. berkembang biak
 - e. mengeluarkan sisa makanan padat
5. Tubuh yang *tidak* memiliki akar, batang, dan daun sejati disebut
 - a. talus
 - b. kormus
 - c. lumut
 - d. *Algae*
 - e. tumbuhan hijau
6. Budi dan kawan-kawannya mengamati sesuatu makhluk kecil yang bergerak-gerak, dengan ciri-ciri gerakan sangat cepat, mempunyai bulu cambuk, dan hanya terdiri dari satu sel sehingga Budi dan kawan-kawan berkesimpulan bahwa makhluk hidup kecil ini adalah
 - a. *Ciliata*
 - b. *Sporozoa*
 - c. *Foraminifera*
 - d. *Rhizopoda*
 - e. *Flagellata*
7. Pembelahan inti yang membentuk massa berinti banyak disebut ...
 - a. oogami
 - b. isogami
 - c. sinoit
 - d. singami
 - e. anisogami
8. Kaki semu merupakan alat gerak pada
 - a. *Flagellata*
 - b. *Ciliata*
 - c. *Sporozoa*
 - d. *Rhizopoda*
 - e. bulu getar
9. Pada siang hari, di dalam kolam air tawar yang juga ditumbuhi ganggang terdapat gelembung-gelembung yang menempel di dinding kolam. Gelembung udara ini berisi gas
 - a. nitrogen
 - b. oksigen
 - c. karbon dioksida
 - d. karbon monoksida
 - e. amonia

10. Protozoa yang beralat gerak berupa rambut getar adalah kelompok
- Flagellata*
 - Ciliata*
 - Sporozoa*
 - Rhizopoda*
 - vakuola
11. Contoh makhluk hidup yang termasuk dalam sporozoa adalah
- Trypanosoma*
 - Euglena*
 - Plasmodium*
 - Paramecium*
 - Focus*
12. *Protozoa* dibedakan berdasarkan ada tidaknya
- cara hidup
 - makanan
 - bentuk tubuh
 - alat gerak
 - habitat
13. *Navicula* termasuk dalam ganggang
- Chrysophyta*
 - Chlorophyta*
 - Phaeophyta*
 - Cyanophyta*
 - Rhodopyta*
14. Dasar klasifikasi ganggang adalah
- hasil fotosintesis dalam sel
 - bentuk selnya
 - cara berkembang biaknya
 - kandungan pigmen selnya
 - bentuk inti selnya
15. *Protozoa* yang tidak mempunyai alat gerak adalah
- Rhizopoda*
 - Flagellata*
 - Sporozoa*
 - Ciliata*
 - Sacropoda*
16. Kingdom *Protista* yang begitu beragam, mempunyai sedikit persamaan antaranggotanya yaitu
- berdinding sel, eukariot
 - mendapatkan makanan secara heterotrof, eukariot
 - mendapatkan makanan secara heterotrof, prokariot
 - pengambilan makanan secara autotrof, eukariot
 - melakukan respirasi aerobik seluler dalam mitokondria
17. *Protozoa* memakan bakteri dengan cara ... sehingga *Protozoa* disebut sebagai predator bakteri.
- fagositosis
 - pencernaan intraseluler
 - penggunaan enzim pencernaan
 - pencernaan ekstraseluler
 - adsorbpsi
18. Contoh jamur lendir adalah
- Physarium*
 - Saprolegnia*
 - Bakteriofag*
 - Arcyria*
 - Laminaria*
19. *Spirogyra* dan *Ulothrix* termasuk dalam
- Chlorophyta*
 - Chrysophyta*
 - Phaeophyta*
 - Cyanophyta*
 - Rhodopyta*
20. Ganggang merah yang digunakan untuk membuat makanan adalah
- E. coli*
 - Herpes zoster*
 - Varicella*
 - Euchema gracilis*
 - Toxoplasma*

II. Pilihlah!

- A. Jika (1), (2), dan (3) yang benar
B. Jika (1) dan (3) yang benar
C. Jika (2) dan (4) yang benar
D. Jika (4) saja yang benar
E. Jika semuanya salah
- Berikut ini yang *tidak* termasuk dalam *Protista* yang menyerupai hewan adalah
(1) *Flagellata* (3) *Ciliata*
(2) *Rhizopoda* (4) *Sporozoa*
 - Protista* yang menyerupai adalah jamur adalah
(1) *Mixomycota* (3) *Oomycota*
(2) *Phycomycota* (4) *Eumycota*
 - Yang *tidak* termasuk ciri-ciri *Oomycota* adalah
(1) dinding sel terdiri dari selulosa
(2) hifanya tidak bersekat
(3) berkembang biak secara aseksual dengan membentuk zoospora
(4) secara seksual dengan membentuk spora
 - Yang *tidak* termasuk ciri-ciri *Mycomycota* adalah
(1) tubuh berlendir dan berinti banyak
(2) tidak berdinding sel
(3) berkembang biak secara aseksual dengan pembentukan spora
(4) berkembang biak secara seksual dengan konjugasi
 - Di bawah ini yang *bukan* ganggang merah adalah
(1) *Chlorococcum* (3) *Chlamydomonas*
(2) *Chlorella* (4) *Spirogyra* dan *Oedogonium*
 - Di bawah ini *bukan* merupakan ciri-ciri *Amoeba* adalah
(1) dapat menyebabkan penyakit
(2) dapat hidup mandiri dan ada juga yang parasit
(3) berukuran 200 – 300 mikron
(4) bentuk tubuh tetap
 - Protozoa* yang bergerak dengan bulu cambuk adalah
(1) *Volvox* (3) *Tripanosoma*
(2) *Paramecium* (4) *Balantidium*
 - Protozoa* yang bergerak dengan rambut getar adalah
(1) *Volvox* (3) *Tripanosoma*
(2) *Paramecium* (4) *Balantidium*
 - Kelas *Rhizopoda* di bawah ini menutupi 35% dari dasar laut adalah
(1) *Amoeba* (3) *Suctoria*
(2) *Podophyra* (4) *Foraminifera*
 - Di bawah ini yang merupakan *Protista* yang menguntungkan adalah
(1) *Psalliota campestris* (3) *Volvariella volvacea*
(2) *Cantharellus cibarius* (4) *Oudemansiella canarii*

III. Jawablah dengan singkat dan jelas!

- Sebutkan sifat-sifat yang dimiliki *Protozoa*!
- Mengapa ganggang tidak termasuk dalam kingdom *Plantae*?
- Bagaimanakah cara berkembang biak jamur lendir?
- Berdasarkan alat geraknya, *Protozoa* dibagi menjadi berapa kelas? Sebutkan!
- Apakah keuntungan *Protista* bagi manusia?

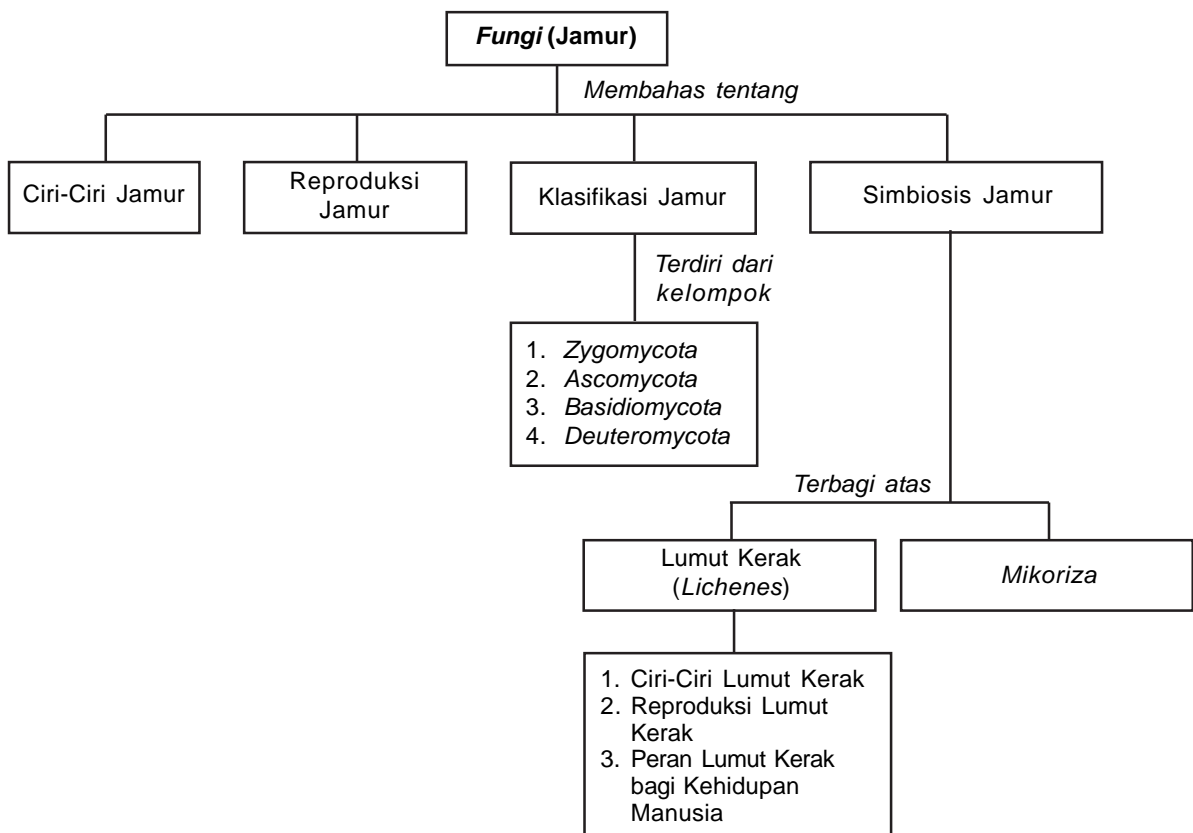
Bab 6

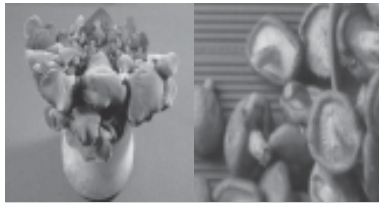
Fungi (Jamur)

Tujuan

- 1 Mendeskripsikan ciri-ciri dan jenis jamur berdasarkan hasil pengamatan, percobaan, dan kajian literatur
- 2 Menjelaskan peranan jamur bagi kehidupan manusia

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang *Fungi* (jamur).





Jamur kuping

Jamur merang

Gambar 6.1 Aneka jenis jamur
(Sumber: www.sidoarjo.go.id dan
www.trknatur.com)

A. Ciri-Ciri Jamur

Di sekitar tempat tinggal kalian, hidup berbagai jenis jamur. Bahkan, tanpa kalian sadari, mungkin ada jamur yang tumbuh di tubuh kalian.

Beraneka jenis jamur pun dapat dikonsumsi, contohnya, jamur kuping dan jamur merang. Jamur-jamur tersebut dapat dijadikan sop jamur atau beraneka masakan yang lezat. Selain itu, jamur juga banyak dimanfaatkan untuk bahan membuat obat.

Selain dapat dimakan, ada juga jamur yang tidak dapat dimakan, bahkan beracun. Dari contoh di atas, dapat dikatakan bahwa ada jamur yang menguntungkan dan ada pula yang merugikan. Jamur yang merugikan ini terutama adalah jamur-jamur yang dapat menyerang manusia dan tanaman pertanian. Pernahkah kalian melihat orang yang terkena panu atau kadas?

Untuk lebih jelasnya, marilah kita pelajari tentang jamur, perkembangbiakannya, dan peran jamur dalam kehidupan manusia.

Jamur merupakan makhluk hidup yang sudah mempunyai membran inti (eukariot), tetapi tidak dapat membuat makanan sendiri karena tidak mengandung klorofil. Jamur memperoleh makanan dari lingkungan di sekitarnya.

Jamur ada yang bersel satu, tetapi umumnya bersel banyak. Struktur tubuh jamur bersel banyak terdiri atas miselium dan spora. Jamur bersel banyak (multiseluler) terdiri atas benang-benang halus yang disebut *hifa*. Pada jamur tempe dan jamur oncom, hifa-hifa ini terlihat seperti kapas. Miselium merupakan kumpulan beberapa filamen (hifa).

Hifa jamur ada yang bersekat dan tiap sekat mengandung satu sel, tetapi ada juga yang tidak bersekat dengan banyak inti sel.

Berdasarkan cara memperoleh makanannya, jamur dibedakan menjadi jamur *saprofit* dan jamur *parasit*. Jamur saprofit banyak ditemukan di atas tanah, kayu lapuk, dan bangkai hewan, misalnya, jamur kuping, jamur merang, dan jamur kayu.

Sementara itu, jamur parasit dapat ditemukan menempel pada kulit manusia, misalnya, jamur panu.

Contoh jamur bersel satu adalah jamur ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) dan jamur bersel banyak adalah jamur penisilin (*Penicillium notatum*), jamur tempe (*Rhizopus oryzae*), dan jamur merang (*Volvariella volvacea*).

Bentuk dan ukuran jamur sangat bervariasi, ada yang berbentuk seperti lembaran, misalnya jamur kuping, dan ada yang berbentuk seperti payung, misalnya jamur merang.

B. Reproduksi Jamur

Jamur dapat berkembang biak dengan cara aseksual dan seksual. Perkembangan secara aseksual dilakukan dengan pembelahan sel (fragmentasi) dan pembentukan spora. Pembentukan spora berfungsi untuk menyebarkan spesies dalam jumlah besar.

Spora jamur dibedakan menjadi dua, yaitu spora aseksual dan spora seksual. Spora aseksual membelah secara mitosis dan spora seksual membelah secara meiosis. Contoh spora aseksual adalah zoospora, endospora, dan konidia.

Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan peleburan dua sel inti yaitu melalui kontak gametangium dan konjugasi. Kontak gametangium menyebabkan terjadinya *Singami*, yaitu penyatuan sel dari dua individu.

Singami terjadi dalam tiga tahap, yaitu *plasmogami*, *kariogami*, dan *meiosis*. Pada tahap plasmogami, terjadi penyatuan dua protoplas membentuk sel yang mengandung dua inti yang tidak menyatukan diri selama pembelahan sel (stadium dikariot). Pada saat bersamaan, terjadi pula pembelahan inti bersama. Setelah pembentukan benda buah, terjadilah peleburan sel haploid (*kariogami*) inti zigot yang diploid. Setelah ini, baru terjadi meiosis, yaitu pembelahan sel dan pengurangan jumlah kromosom menjadi haploid kembali.

Beberapa tipe spora seksual adalah askospora, basidiospora, zigospora, dan oospora.

Perkawinan jamur *Ascomycota* menghasilkan askospora. Basidiospora adalah spora yang dihasilkan oleh jamur *Basidiomycota*. Askospora terdapat di dalam askus dan berjumlah 8 spora, sedangkan basidiospora terdapat di dalam basidium dan berjumlah 4 spora.

Latihan

1. Bandingkan cara reproduksi antara jamur bersel tunggal dan jamur bersel banyak! Sebutkan perbedaan yang kamu temukan!
2. Apakah yang dimaksud dengan askospora?
3. Apakah yang membedakan jamur dan *Protista*?
4. Sebutkan ciri-ciri jamur!
5. Di manakah jamur dapat tumbuh?

Tugas

Buatlah bagan tentang cara perkembangbiakan jamur. Jika mungkin, lengkapilah dengan gambar!

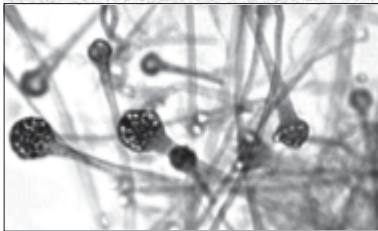
C. Klasifikasi Jamur

Dalam klasifikasi lima kingdom, jamur dapat dibedakan menjadi divisi *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*, dan *Deuteromycota*. *Myxomycota* dan *Oomycota* termasuk dalam kingdom *Protista*.

1. *Zygomycota*

Nama *Zygomycota* berasal dari jenis perbanyak diri seksual, terutama pada pembentukan zigospora. Zigospora terjadi karena peleburan dua gametangium yang menghubungkan kedua hifa induk seperti jembatan penghubung. Ciri-ciri jamur yang termasuk dalam divisi *Zygomycota* adalah:

- a. biasa hidup sebagai saprofit;
- b. miselium bercabang banyak dan hifa tidak bersekat sehingga terlihat seperti pipa atau buluh;
- c. dinding sel terdiri atas kitin, tidak memiliki zoospora sehingga sporanya merupakan sel-sel yang ber dinding. Spora inilah yang tersebar ke mana-mana;
- d. perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan spora yang berasal dari sporangium yang telah pecah. Beberapa hifa akan tumbuh dan ujungnya membentuk *sporangium*. Sporangium berisi spora. Spora yang terhambur inilah yang akan tumbuh menjadi miselium baru;
- e. perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan peleburan dua hifa, yaitu hifa betina dan hifa jantan. Hifa jantan adalah hifa yang



Gambar 6.2 *Rhizopus sp.*
(Sumber: <http://darwin.borach.cuni.edu>)

memberikan isi selnya. Hifa betina adalah hifa yang menerima isi selnya. Perkembangbiakan ini dilakukan dengan gametangium yang sama bentuknya (hifa jantan dan hifa betina) yang mengandung banyak inti. Selanjutnya, gametangium mengadakan kopulasi.

Beberapa contoh jamur yang termasuk dalam divisi *Zygomycota* adalah sebagai berikut.

- Murcor mucedo*, hidup sebagai saprofit pada sisa tumbuhan dan hewan, misalnya, kotoran hewan dan roti busuk. Dari miselium pada substratnya muncul benang-benang tegak dengan sporangium pada ujungnya. Sporangium ini berisi spora. Jika sporangium sudah matang, akan pecah sehingga spora akan tersebar keluar. Spora akan tumbuh menjadi miselium baru. Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan gametangium.
- Murcor javanicus*, berperan dalam pembuatan tapai karena jamur ini terdapat dalam ragi tapai. Jamur ini termasuk makhluk hidup yang mempunyai daya untuk mengubah tepung menjadi gula.
- Rhizopus sp.*, yang terdapat pada ragi tempe ini mempunyai daya untuk memecah putih telur dan lemak. Oleh karena itu, ia berperan dalam pembuatan tempe dan oncom putih. Jamur tempe mempunyai hifa yang berguna untuk menyerap makanan dari kacang kedelai. Dalam waktu dua sampai tiga hari, kumpulan hifa tersebut akan membungkus kedelai yang kemudian disebut tempe. Selain pada tempe, jamur ini juga dapat tumbuh di tempat-tempat yang lembap.

Kegiatan 6.1



Mengamati Bagian-Bagian Jamur *Zygomycota*

Tujuan:

Mengamati bagian-bagian struktur jamur *Zygomycota* yang dapat dilakukan dengan mengambil jamur *Rhizopus* pada tempe.

Alat dan Bahan:

1. tempe,
2. mikroskop,
3. kaca benda,
4. tusuk gigi, dan
5. kaca penutup.

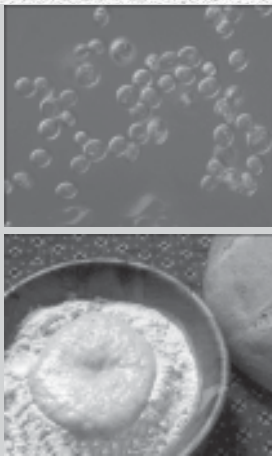
Cara Kerja:

1. Ambillah tempe yang baru jadi dan tempe yang lebih dari jadi (berwarna kehitaman). Lalu ambillah serabut miselium atau hifa yang menutupi tempe (berwarna putih) dengan menggunakan tusuk gigi.
2. Letakkan hifa yang telah diambil di atas kaca benda, lalu tetesi dengan satu atau dua tetes air. Tutuplah dengan kaca penutup. Usahakan tidak ada gelembung yang tersisa.
3. Amatilah di bawah mikroskop.
4. Untuk lebih jelasnya, lakukan pengamatan dengan perbesaran 400×!

Pertanyaan:

1. Sebutkan bagian-bagian dari jamur *Rhizopus*, seperti rizoid, hifa, sporangium, miselium, spora, dan stolon!
2. Dapatkah kalian sebutkan, apakah warna spora jamur *Rhizopus*?
3. Bagaimana dengan keberadaan sekat?
4. Tariklah suatu kesimpulan dan buatlah laporanmu lengkap dengan gambar-gambarnya!

2. Ascomycota



Gambar 6.3 *Saccharomyces*
(Sumber: *Encarta Encyclopedia*,
2006)

a. *Saccharomycota*

Jika jamur *Zygomycota* memiliki hifa yang tidak bersekat seperti pipa, jamur sejati (*Eumycota* yang terdiri dari *Ascomycota*, *Basidiomycota*, dan *Deuteromycota*) mempunyai hifa yang bersekat-sekat. Dinding sel terdiri atas kitin dan dapat hidup sebagai saprofit, parasit, atau bersimbiosis.

Ascomycota adalah kelompok jamur yang berkembang biak dengan membentuk spora di dalam selnya (kantong kecil) yang disebut *askus*. Pembentukan askus inilah yang menjadi ciri *Ascomycota*. Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan pembentukan askospora melalui beberapa tahap, yaitu:

- perkawinan (kopulasi) antara gametangium jantan dan gametangium betina,
- bersatunya plasma kedua gametangium yang disebut dengan plasmolisis,
- bersatunya inti yang berasal dari gametangium yang disebut dengan kariogami, dan
- kariogami yang menyebabkan terjadinya pembelahan reduksi, dilanjutkan dengan pembentukan askospora secara endogen menurut pembentukan sel bebas.

Perkembangbiakan secara aseksual dapat dilakukan dengan pembentukan konidium, fragmentasi, dan pertunasan.

Kelompok jamur ini dapat ditemui di permukaan roti, nasi, dan makanan yang sudah basi. Warnanya merah, cokelat, atau hijau.

Contoh jamur *Ascomycota* yang hidup sebagai saprofit, antara lain, *Saccharomyces cerevisiae* (khamir bir, roti, dan alkohol), *Saccharomyces tuac* (khamir tuak), *Saccharomyces ellipsoideus* (khamir anggur), *Penicillium sp.* (makanan dan roti busuk), dan *Neurospora crassa* (pembuatan oncom). Contoh jamur yang tumbuh sebagai parasit adalah jamur *Saccharomycosis* yang menyerang pada epitel mulut anak-anak. Jamur dapat bersimbiosis dengan ganggang hijau membentuk *Lichenes* (lumut kerak).

Saccharomycota dianggap sebagai penjelmaan dari *Endomycota*. Jamur ini hidup sebagai saprofit dan sering dimanfaatkan untuk pembuatan kue, tapai, alkohol, roti, atau bit, bersifat uniseluler, sel berbentuk bulat, tidak berhifa, dan berkembang biak dengan pertunasan. Sebagian ada yang tumbuh di makanan tertentu yang mempunyai hifa, tetapi tidak tetap dan terputus-putus menjadi sel yang terpisah-pisah. Dinding selnya mengandung fosfor glikoprotein.

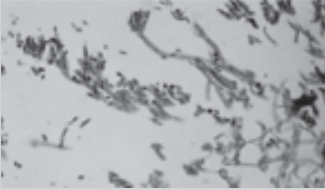
Ragi atau *Sacharomyces cereviceae* dimanfaatkan untuk mengembangkan adonan roti dan pembuatan alkohol. Ragi dikelompokkan ke dalam *Ascomycota* karena pembiakan seksualnya dilakukan dengan membentuk askospora. Jika keadaan lingkungan memungkinkan untuk tumbuh, ragi berkembang biak secara aseksual dengan membentuk tunas, kemudian tunas ini memisahkan diri. Sering kali tunas tersebut tetap melekat pada induk dan bertunas lagi sehingga membentuk koloni.

Pada perkembangbiakan seksual, dinding sel ragi berfungsi sebagai askus. Inti selnya yang diploid ($2n$) membelah secara meiosis menghasilkan 4 sel haploid yang akan berkembang menjadi askospora.

Setelah askospora keluar dari askus, masing-masing akan bertunas dan membentuk askospora baru. Selanjutnya, terjadi peleburan antara dua askospora baru membentuk sel ragi yang diploid ($2n$).

Saccharomyces yang dimasukkan ke dalam cairan yang mengandung gula dapat menyebabkan pengkhamiran, yaitu perubahan gula menjadi alkohol. Sel-sel khamir yang mengendap pada pembuatan bir disebut *faex medicinalis* dan berguna dalam pembuatan vitamin B-kompleks. *Saccharomyces cerevisiae* (khamir roti) dan alkohol (khamir bir) berguna untuk pembuatan roti atau alkohol. *Saccharomyces tuac* dapat mengubah nira menjadi tuak. *Saccharomyces ellipsoideus* adalah khamir yang dapat mengubah cairan buah anggur menjadi minuman anggur.

b. *Penicillium sp.*



Gambar 6.4 *Penicillium* (Sumber: Mikrobiologi Umum, 1994)

Penicillium sp. merupakan jamur yang berkembang biak secara aseksual dengan membentuk konidium yang berada di ujung hifa. Setiap konidium akan tumbuh menjadi jamur baru. Konidium berwarna kehijauan dan dapat hidup di makanan, roti, buah-buahan busuk, kain, atau kulit.

Penicillium caseicolum dapat memberi citarasa yang khas untuk keju *rokefort* dan *kamembert*, sedangkan *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum* adalah pembuat penisilin karena bersifat racun yang dapat menghasilkan zat mematikan, yaitu *antibiotika*. Sekarang ini antibiotika banyak dimanfaatkan untuk mengobati berbagai penyakit yang disebabkan oleh infeksi mikroba pada manusia. Pemakaian penisilin harus sesuai dengan anjuran dokter. Jika tidak (berlebihan), pasien akan mengalami kekebalan.

c. *Neurospora crassa*

Neurospora crassa merupakan jamur yang dimanfaatkan untuk pembuatan oncom. Jamur ini berwarna oranye dan sering tumbuh di kayu yang telah terbakar.

Latihan

1. Apakah yang membedakan jamur *Ascomycota* dengan jamur *Zygomycota*?
2. Jelaskan proses pembentukan askospora!
3. Sebutkan contoh jamur *Ascomycota*!
4. Bagaimana cara perkembangbiakan aseksual pada *Ascomycota*? Jelaskan!

Kegiatan 6.2



Fermentasi

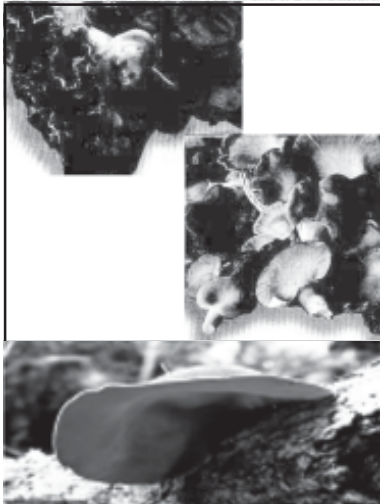
Tujuan:

Mengetahui proses fermentasi bahan makanan yang dapat menghasilkan gas CO_2 .

Alat dan Bahan:

1. gelas atau tabung reaksi,
2. larutan gula,
3. air kapur jernih, dan
4. ragi roti atau fermifan.

3. Basidiomycota



Gambar 6.5 Jenis-jenis jamur dalam kelas *Basidiomycota* (Sumber: www.geocities.com, www.scmsfungi.org, dan <http://www.hiddenforest.co.nz>)

Cara Kerja:

1. Larutkan dua sendok gula pasir ke dalam air kira-kira 2/3 bagian gelas.
2. Masukkan satu sendok fermipan ke dalam larutan gula tersebut. Diamkan beberapa saat (30 – 45 menit).
3. Lakukan pengamatan.

Pertanyaan:

1. Bagaimanakah hasil pengamatanmu? Apakah kalian temukan gelembung-gelembung yang banyak menempel di pinggiran gelas?
2. Mungkinkah gelembung tersebut adalah CO₂?
3. Coba kalian buktikan dengan menggunakan air kapur sirih!
4. Buat laporan yang dapat menyimpulkan permasalahan tersebut!

Ciri jamur *Basidiomycota* adalah memiliki basidium. Kelompok jamur ini dikenal karena tubuh buahnya tampak jelas di permukaan tanah atau substrat lainnya. Tubuh buah bentuknya bermacam-macam, ada yang seperti payung, bola atau papan. Misalnya, jamur merang (*Volvariella volvacea*) dengan tubuh buah berbentuk payung. Secara umum, tubuh buah mempunyai 4 bagian, yaitu tangkai tubuh buah (*stipe*), tudung (*pileus*), *volva*, dan bilah (*lamella*). Stipe merupakan suatu massa miselium yang tumbuh tegak. Pileus merupakan bagian yang ditopang oleh *stipe*. Sewaktu muda, pileus dibungkus oleh selaput yang disebut *velum universale* yang akan pecah menjelang dewasa. *Volva* adalah sisa pembungkus yang terdapat di dasar tangkai. *Lamella* merupakan bagian bawah dari tudung, berbentuk helaian, dan tersusun atas lembaran.

Tubuh buahnya disebut *basidiokarp*, terdiri atas jalinan hifa bersekat dan dikariotik (setiap sel intinya berpasangan). Pada saat pembentukan basidiospora, ujung-ujung hifa menggembung membentuk basidium yang di dalamnya terjadi peleburan dua inti haploid menjadi satu inti diploid, disusul dengan pembelahan meiosis yang menghasilkan 4 inti haploid. Selanjutnya, basidium membentuk empat tonjolan (*sterigmata*) yang berisi protoplasma dan keempat inti haploid tadi masing-masing akan mengisi tiap tonjolan dan terbentuk empat buah basidiospora haploid. Agar lebih jelas, pelajari gambar pembentukan basidiospora berikut ini!

Perkembangbiakan aseksual *Basidiomycotina* dilakukan dengan pembentukan konidia dan secara seksual dengan konjugasi. Pertemuan dua hifa berbeda, hifa (+) dan hifa (-), terjadi di dalam tanah, menghasilkan hifa dikariotik yang dengan cepat tumbuh menjadi tubuh buah (*basidiokarp*). Perkembangan basidiokarp terjadi di atas permukaan tanah sampai dengan dihasilkannya basidiospora. Pembentukan basidiospora terjadi di dalam basidium yang terletak di permukaan bawah tudung basidiokarp. Jika kita bandingkan daur hidup *Ascomycotina* dengan daur hidup *Basidiomycotina*, manakah yang masa dikariotiknya lebih panjang?

Basidiomycota merupakan kelompok jamur yang pembentukan sporanya terjadi di atas sel yang disebut dengan *basidium*. Bentuk jamurnya ada yang seperti payung dan seperti kuping. Contoh jamur yang termasuk dalam *Basidiomycota* adalah jamur merang (*Volvariella volvacea*) yang dapat dimakan dan dikembangkan; jamur kuping (*Auricularia polytricha*) yang hidup di kayu lapuk, dapat dimakan dan

dikembangkan; jamur tiram (*Pleurotes*) dapat dimakan; jamur api yang dapat merusak tanaman tebu; jamur beracun (*Amanita phalloides*) berwarna putih dan merah, hidup di tanah; serta jamur upas (*Corticium salmonella*) yang hidup parasit di batang pohon karet atau buah.

Latihan

1. Apakah perbedaan antara *Ascomycota* dan *Basidiomycota*?
2. Berilah contoh jamur yang termasuk dalam *Basidiomycota* yang dapat dimakan!
3. Sebutkan pula jamur yang bersifat parasit!
4. Jelaskan cara perkembangbiakan jamur *Basidiomycota*!

Tugas

Basidiomycota merupakan jamur yang mudah dikenali. Jamur ini memiliki tubuh buah seperti payung. Sebagai bahan percobaan, carilah beberapa jamur yang kalian temui di sekitar lingkunganmu. Bawalah ke laboratorium sekolahmu, lalu lakukan beberapa hal seperti di bawah ini.

1. Amati struktur hifanya!
2. Amati spora yang dihasilkan dan di mana letaknya!
3. Diskusikan dengan temanmu, tergolong jamur apakah itu!
4. Bagaimana reproduksi aseksual dan reproduksi seksualnya?
5. Apakah jamur yang kalian temukan bermanfaat?

4. *Deuteromycota* (Jamur Imperfeksi)

Jamur *Deuteromycetes* adalah jamur yang berkembang biak dengan konidia dan belum diketahui tahap seksualnya. Tidak ditemukan askus maupun basidium sehingga tidak termasuk dalam kelas jamur *Ascomycota* atau *Basidiomycota*. Oleh karena itu, jamur ini merupakan jamur yang tidak sempurna (jamur imperfeksi).

Jamur yang tergolong pada jamur *imperfeksi* banyak yang menimbulkan penyakit, misalnya, jamur *Helminthosporium oryzae*, dapat merusak kecambah, terutama menyerang buah dan menimbulkan nodanoda hitam pada daun inang; *Sclerotium rolfsii* merupakan penyakit busuk pada berbagai tanaman. Jenis jamur dalam kelompok ini yang menguntungkan adalah jamur oncom (*Monilia sitophila* atau sekarang bernama *Neurospora sitophila*).

D. Peranan Jamur bagi Kehidupan Manusia

Peranan jamur dalam kehidupan manusia sangat banyak, ada yang merugikan dan ada yang menguntungkan. Jamur yang menguntungkan antara lain, sebagai berikut.

- a. Khamir *Saccharomyces* berguna sebagai fermentor dalam industri keju, roti, dan bir.
- b. *Penicillium notatum* berguna sebagai penghasil antibiotik.
- c. *Higroporus* dan *Lycoperdon perlatum* berguna sebagai dekomposer.
- d. *Volvariella volvacea* (jamur merang) berguna sebagai bahan pangan berprotein tinggi.
- e. *Rhizopus* dan *Mucor* berguna dalam industri bahan makanan, yaitu dalam pembuatan tempe dan oncom.

- Sementara itu, jamur yang merugikan, antara lain, sebagai berikut.
- Pneumonia carinii* menyebabkan penyakit pneumonia pada paru-paru manusia.
 - Albugo* merupakan parasit pada tanaman pertanian.
 - Candida sp.* penyebab keputihan dan sariawan pada manusia.
- Supaya kalian dapat memperoleh gambaran keempat divisi jamur dan dapat membedakannya, isilah tabel perbedaan di bawah ini! Kerjakan di buku tugasmu!

Tabel 6.1 Perbedaan Ciri-Ciri Divisio pada Jamur

Faktor Pembeda	Ascomycotina	Basidiomycotina	Zygomycotina	Deuteromycotina
Keadaan hifa Spora aseksual Spora seksual Habitat Contoh dan peranan				

Latihan

- Bandungkan antara jamur *Ascomycota*, *Basidiomycota*, dan *Deuteromycota*! Sebutkan perbedaan ketiga jamur tersebut!
- Di manakah letak perbedaannya?
- Apakah semua jamur *Deuteromycota* merugikan?
- Mengapa *Deuteromycota* disebut dengan jamur yang tidak sempurna?
- Bagaimanakah cara perkembangan jamur *Deuteromycota*?

Kegiatan 6.4



Pembuatan Tapai

Tujuan:

Mengetahui pemanfaatan jamur di bidang industri makanan.

Alat dan Bahan:

- pisau,
- kompas,
- daun pembungkus,
- wadah plastik atau bakul,
- umbi kayu dan ketan putih, serta
- ragi tapai.

Cara Kerja:

- Jika kalian menggunakan ubi kayu, terlebih dahulu kupas ubi kayu, kemudian potong menjadi beberapa bagian yang lebih kecil.
- Cuci hingga bersih. Masukkan ke dalam dandang, kemudian masaklah di atas api hingga matang.
- Dinginkan, lalu masukkan pada suatu wadah.
- Taburi dengan ragi tapai, lalu tutup dengan rapat.
- Diamkan selama 2 hari.
- Periksa keadaan ubi kayu? Apakah sudah menjadi lunak atau menjadi tapai? Mengapa demikian?
- Rasakan! Bagaimana?
- Buatlah laporan kegiatan!
- Lakukan percobaan kedua dengan bahan baku ketan putih!

Pertanyaan:

1. Mengapa dalam pembuatan tapai, wadah yang digunakan untuk fermentasi harus tertutup rapat?
2. Bagaimana kalau wadah dalam pembuatan tapai terdapat celah atau bahkan terbuka?
3. Mengapa air yang terbentuk rasanya sangat khas?
4. Apakah proses ini sama dengan pembuatan roti? Jika tidak, jelaskan!
5. Jelaskan mengenai peristiwa fermentasi!
Apakah kalian tertarik untuk mencobanya?

E. Simbiosis Jamur

Jamur dapat bersimbiosis dengan makhluk hidup lain, seperti ganggang hijau. Simbiosis ini biasa disebut dengan lumut kerak. Selain lumut kerak, simbiosis jamur pun dapat menghasilkan *Mikoriza*.

1. Lumut Kerak (*Lichenes*)

Lumut kerak merupakan simbiosis antara jamur dan ganggang. Lumut kerak hidup sebagai epifit pada pepohonan. Lumut ini juga tumbuh di atas tanah, terutama daerah tundra di sekitar Kutub Utara. Selain itu, lumut kerak dapat hidup di segala ketinggian di atas batu cadas, di tepi pantai, sampai di gunung-gunung yang tinggi.

Lumut kerak dapat berperan dalam pembentukan tanah dan menghancurkan batu-batuan yang cadas sehingga lumut jenis ini disebut juga sebagai *tumbuhan perintis*.

a. Ciri-Ciri Lumut Kerak



Gambar 6.6 Lumut kerak
(Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2007)

Lumut kerak adalah makhluk hidup yang tahan terhadap kekeringan dalam waktu yang lama. Pada saat kekeringan dan tersengat matahari secara terus-menerus, lumut ini akan kering, tetapi tidak mati. Pada saat turun hujan, lumut kerak tumbuh kembali. Ciri lain lumut ini adalah pertumbuhan talusnya yang lambat. Dalam satu tahun, pertumbuhan talusnya kurang dari 1 cm.

Lumut kerak tersusun atas lumut dan ganggang. Ganggang yang bersimbiosis mutualisme dengan lumut disebut dengan *gonidium*. Ada yang bersel satu dan ada yang berkoloni. Umumnya, gonidium ini adalah ganggang biru (*Cyanophyta*), seperti *Chroococcus* dan *Nostoc*, tetapi ada juga yang bersimbiosis dengan ganggang hijau (*Chlorophyta*), seperti *Cystococcus* dan *Trentepohlia*.

Dari simbiosis ini, jamur memperoleh makanan hasil fotosintesis ganggang karena ganggang bersifat autotrof. Sementara itu, jamur yang heterotrof dapat menyediakan air, mineral, dan melakukan pertukaran gas serta melindungi ganggang. Selain itu, lumut kerak ini juga dapat mengikat nitrogen udara.

b. Reproduksi Lumut Kerak

Reproduksi lumut kerak secara aseksual dilakukan dengan fragmentasi. Pelepasan potongan lumut kerak di tempat yang sesuai dapat tumbuh menjadi tumbuhan lumut kerak baru. Selain itu, reproduksi aseksual dapat dilakukan dengan jatuhnya *soredia* (sel ganggang yang terbungkus hifa dan berwarna putih) di tempat yang sesuai maka sel tersebut akan tumbuh menjadi lumut kerak baru.

Reproduksi seksual lumut kerak dilakukan oleh tiap-tiap makhluk hidup. Jamur dan ganggang melakukan reproduksi seksual sendiri-sendiri. Jika spora jamur jatuh di atas ganggang, kemungkinan akan terjadi simbiosis lagi dan akan tumbuh lumut kerak baru.

c. Peran Lumut Kerak bagi Kehidupan Manusia

Lumut kerak dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai bahan pembuat obat, penambah rasa dan aroma, indikator pencemaran udara, pigmennya dapat digunakan sebagai bahan kertas lakmus celup atau indikator pH, dan di daerah batu-batuan lumut kerak dapat melapukkan batuan sebagai awal pembentukan tanah.

2. Mikoriza

Mikoriza adalah suatu istilah yang digunakan untuk menyebut jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Beberapa anggota jamur *Zygomycota*, *Ascomycota*, dan *Basidiomycota* ada yang menjadi anggota *Mikoriza*. Simbiosis antara jamur dan akar tanaman ini merupakan simbiosis mutualisme. Jamur diuntungkan karena mendapat zat organik, sedangkan tanaman mendapatkan air dan unsur hara. Keduanya saling bergantung. Jika salah satu mati, yang lain tidak dapat hidup.

Mikoriza terbagi menjadi dua golongan, yaitu endomikoriza dan ektomikoriza. Endomikoriza adalah *Mikoriza* yang hifa jamurnya menembus akar hingga masuk jaringan kortek, misalnya, jamur yang hidup pada akar sayuran. Ektomikoriza adalah *Mikoriza* yang hifanya hanya hidup di daerah permukaan akar, yaitu pada jaringan epidermis, misalnya, pada kulit akar pinus.

Latihan

1. Sebutkan ciri-ciri lumut kerak!
2. Makhluk hidup apakah yang menyusun lumut kerak?
3. Apakah lumut kerak dapat memberi manfaat bagi kehidupan manusia? Dapatkah kalian sebutkan manfaatnya?
4. Di daerah manakah lumut kerak dapat hidup?
5. Mengapa lumut kerak dikatakan sebagai tumbuhan perintis?



Info Kesehatan

Jamur Dewa

(*Agaricus blazei murril*
atau *Himematsutake*)

Jamur dewa adalah satu dari berbagai macam jamur yang dapat dimanfaatkan sebagai obat diabetes militus karena di dalam jamur dewa tersebut terkandung senyawa aktif, yaitu *Beta 1.3 D glucan*, *polysaccharides*, dan serat.

Seperti diketahui bahwa diabetes militus adalah penyakit yang sangat mahal dan kompleks bagi kehidupan manusia. Penyakit ini dapat menurunkan kualitas hidup manusia dan berakibat fatal

dalam jangka panjang karena kerusakan pankreas sehingga tidak dapat menghasilkan insulin. Hal ini berakibat pada kenaikan gula darah. Jika tidak terkontrol, akan menyebabkan komplikasi pada ginjal, jantung, mata, kulit, kaki, sistem saraf, dan impotensi.

Jamur dewa dengan kandungan senyawa seperti di atas jika dikombinasikan dengan sambiloto (*Andrographis folium*) yang mengandung flavonoid dan laktosa) dan teh hijau (*Theae folium*) yang mengandung polifenol, flavonoid, dan catechins, akan bermanfaat untuk mencegah dan menstabilkan kadar gula dalam darah dan memperbaiki sel beta pankreas sehingga dapat mengaktifkan kinerja pankreas untuk menghasilkan insulin serta meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit.

(Sumber: *Tabloid Agrobis*, edisi Mei 2006)

Rangkuman

1. Ciri-ciri jamur adalah sebagai berikut.
 - a. Jamur sudah mempunyai membran inti (eukariot), tetapi tidak dapat membuat makanan sendiri karena tidak mengandung klorofil. Jamur memperoleh makanan dari lingkungan di sekitarnya.
 - b. Jamur bersel banyak (multiseluler) terdiri atas benang-benang halus yang disebut *hifa*. Cabang dari hifa disebut dengan miselium yang berfungsi menyerap makanan dari substratnya. Hifa jamur ada yang bersekat dan tiap sekat mengandung satu sel, tetapi ada juga yang tidak bersekat dengan banyak inti sel.
 - c. Jamur ada yang bersifat *saprofit* dan ada yang bersifat *parasit*.
 - d. Jamur dapat berkembang secara aseksual dan seksual. Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan oleh jamur yang bersel tunggal (uniseluler), yaitu dengan pertunasan dan pemutusan hifa (fragmentasi). Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan membentuk askus spora.
 - e. Dalam klasifikasi lima kingdom, jamur dapat dibedakan menjadi divisi *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*, dan *Deuteromycota*, sedangkan divisi *Myxomycota* dan *Oomycota* termasuk dalam kingdom *Protista*.
2.
 - a. *Zygomycota* adalah jamur pembentuk zigospora.
 - b. Biasanya hidup sebagai saprofit.
 - c. Miselium bercabang banyak dan hifa tidak bersekat sehingga terlihat seperti pipa atau buluh.
 - d. Dinding sel *Zygomycota* terdiri atas kitin. Tidak memiliki zoospora sehingga sporanya merupakan sel-sel yang berdinding. Spora inilah yang tersebar ke mana-mana.
 - e. Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan spora yang berasal dari sporangium yang telah pecah, sedangkan perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan peleburan dua hifa, yaitu hifa betina dan hifa jantan.
 - f. Contoh *Zygomycota* adalah *Rhizopus sp.*, *Murcor javanicus*, dan *Murcor mucedo*.

3.
 - a. Jamur sejati (*Eumycota*) terdiri atas *Ascomycota*, *Basidiomycota*, dan *Deuteromycota* yang mempunyai hifa yang bersekat-sekat, dinding sel terdiri atas kitin, dapat hidup sebagai saprofit, parasit, atau bersimbiosis.
 - b. *Ascomycota* adalah kelompok jamur yang berkembang biak dengan membentuk spora di dalam selnya yang disebut askus. Pembentukan askus inilah yang menjadi ciri *Ascomycota*.
 - c. Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan pembentukan askospora ini melalui beberapa tahap, yaitu kopulasi, plasmolisis, dan kariogami.
 - d. Contoh *Ascomycota* adalah *Saccharomyces cerevisiae* (khamir bir, roti, dan alkohol), *Saccharomyces tuac* (khamir tuak), *Saccharomyces ellipsoideus* (khamir anggur), *Penicillium sp.* (makanan dan roti busuk), dan *Neurospora crassa* (pembuatan oncom).
4.
 - a. *Basidiomycota* merupakan kelompok jamur yang pembentukan sporanya terjadi di atas sel yang disebut *basidium*.
 - b. Basidium terdiri dari beberapa sel yang masing-masing membentuk satu basidiospora.
 - c. Jamur kelompok ini dapat berkembang biak secara aseksual dengan membentuk konidium dan berkembang biak secara seksual dengan membentuk spora basidium.
 - d. Contoh jamur yang termasuk dalam *Basidiomycota* adalah jamur merang (*Volvariella volvacea*) yang dapat dimakan dan dikembangkan; jamur kuping (*Auricularia polytricha*) yang hidup dikayu lapuk, dapat dimakan dan dikembangkan; jamur tiram (*Pleurotes*) dapat dimakan; jamur api yang dapat merusak tanaman tebu; jamur beracun (*Amanita phalloides*) berwarna putih dan merah, hidup di tanah; jamur upas (*Corticium salmonella*).
5.
 - a. Jamur *Deuteromycota* adalah jamur yang berkembang biak dengan konidia dan belum diketahui tahap seksualnya.
 - b. Tidak termasuk dalam kelas jamur *Ascomycota* dan *Basidiomycota*. Oleh karena itu, jamur ini merupakan jamur yang tidak sempurna (jamur *imperfecti*).
 - c. Jamur-jamur yang tergolong pada jamur *imperfeksi* ini banyak yang menimbulkan penyakit, seperti jamur *Helminthosporium oryzae*, *Sclerotium rolfsii*, dan *Monilia sitophila* atau sekarang bernama *Neurospora sitophila*.
6.
 - a. Lumut kerak tersusun atas simbiosis lumut dan ganggang.
 - b. Ganggang yang bersimbiosis mutualisme dengan lumut disebut gonidium.
 - c. Ada yang bersel satu dan ada yang berkoloni.
 - d. Umumnya gonidium ini adalah ganggang biru (*Cyanophyta*), misalnya, *Chroococcus* dan *Nostoc*, tetapi ada juga yang bersimbiosis dengan ganggang hijau (*Chlorophyta*), misalnya, *Cystococcus* dan *Trentepohlia*.
 - e. Jamur memperoleh makanan fotosintesis ganggang hijau (autotrof), sedangkan jamur yang heterotrof dapat menyediakan air, mineral, melakukan pertukaran gas, dan melindungi ganggang. Selain itu, lumut kerak juga dapat mengikat nitrogen udara.

- f. Reproduksi aseksual lumut kerak dilakukan dengan fragmentasi, sedangkan reproduksi seksual dilakukan oleh tiap-tiap makhluk hidup tersebut. Jamur ataupun ganggang melakukan reproduksi seksual sendiri-sendiri. Jika spora jamur jatuh di atas ganggang, kemungkinan akan terjadi lagi simbiosis dan akan tumbuh lumut kerak baru.
- g. Lumut kerak dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai bahan pembuat obat, penambah rasa dan aroma, serta indikator pencemaran udara. Pigmentnya dapat digunakan sebagai bahan kertas lakmus celup atau indikator pH. Di daerah batu-batuan, lumut kerak dapat melapukkan batuan sebagai awal pembentukan tanah.

Istilah Penting

Antheridium	Archegonium
Askus	basidium
Hifa	Konidia
Misellium	Sporangium

Refleksi Diri

1. Setelah mempelajari materi tentang *Fungi*, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai, atau sangat menguasai* dalam:
 - a. mendeskripsikan ciri-ciri dari tiap-tiap jenis jamur, berdasarkan pengamatan;
 - b. mengklasifikasi jamur atas dasar tertentu;
 - c. mendeskripsikan peranan jamur bagi kehidupan?
2. Dari materi dan beberapa kegiatan tentang *Fungi*, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

jamur
 ciri-ciri jamur
 struktur tubuh jamur

klasifikasi jamur
 reproduksi jamur



Uji Kompetensi

I. Pilih salah satu jawaban yang benar!

1. Jamur tidak memiliki kormus, tetapi hanya memiliki
 - a. talus
 - b. daun
 - c. akar
 - d. batang
 - e. cabang
2. Di bawah ini yang merupakan pernyataan yang benar adalah
 - a. anteridium mengandung dua inti
 - b. askogonium mengandung dua inti
 - c. inti askogonium berpindah tempat ke anteridium
 - d. askus dapat terbentuk dari hifa haploid
 - e. anteridium mengandung inti yang haploid

3. Kumpulan benang-benang halus pada jamur disebut
 - a. sporangium
 - b. askospora
 - c. miselium
 - d. basidiospora
 - e. spora
4. Jamur yang ada di darat dapat menghasilkan spora yang terbentuk dari sel-sel khusus yang disebut
 - a. sorus
 - b. hifa
 - c. miselium
 - d. askus
 - e. basidium
5. Jamur dapat berkembang biak secara aseksual dengan membentuk
 - a. konidium
 - b. sporangium
 - c. gemma
 - d. sorus
 - e. hifa
6. Dengan adanya *Mikoriza* pada akar, tumbuhan pinus akan mendapatkan
 - a. karbon dioksida
 - b. bahan-bahan organik
 - c. enzim pencernaan makanan
 - d. air dan bahan organik
 - e. toksin untuk mengusir hama
7. Sekat yang menonjol dalam sporangium pada *Mucor mucedo* disebut
 - a. konidium
 - b. sporangium
 - c. kulomela
 - d. sorus
 - e. basidium
8. Spora yang dapat bergerak di dalam air dengan menggunakan flagel disebut
 - a. oospora
 - b. sporangium
 - c. gemma
 - d. zoospora
 - e. sporofit
9. Salah satu contoh jamur *Zygomycota* adalah
 - a. jamur tempe
 - b. jamur ragi
 - c. jamur merang
 - d. jamur kuping
 - e. jamur tapai
10. Dinding sel pada jamur *Zygomycota* mengandung zat
 - a. sitokitin
 - b. kitin
 - c. selulosa
 - d. tanduk
 - e. fiositin
11. Meskipun tidak sedang bersimbiosis dengan lumut, ganggang tetap dapat hidup mandiri. Hal ini terjadi karena ganggang mampu
 - a. berfotosintesis
 - b. hidup secara saprofit
 - c. hidup secara fotoautotrof
 - d. berkembang biak dengan membelah diri
 - e. hidup secara heterotrof
12. Di bawah ini yang *bukan* merupakan perkembangbiakan jamur secara aseksual adalah
 - a. fragmentasi
 - b. pembentukan konidia
 - c. pertunasan
 - d. pembentukan spora
 - e. peleburan sel

13. Perbedaan yang paling menonjol antara *Zygomycota* dan *Oomycota* adalah
 - a. pencernaan makanannya
 - b. reproduksi aseksualnya
 - c. reproduksi seksualnya
 - d. struktur hifanya
 - e. jawaban c dan d benar
14. Jamur yang bersifat makroskopik biasanya termasuk dalam divisi jamur
 - a. *Ascomycota*
 - b. *Basidiomycota*
 - c. *Deuteromycota*
 - d. *Zygomycota*
 - e. *Myxomicota*
15. Di bawah ini yang *bukan* merupakan jamur dari divisi *Basidiomycota* adalah
 - a. jamur beracun
 - b. jamur tiram
 - c. jamur tempe
 - d. jamur kuping
 - e. jamur pinisilin
16. Berikut ini yang *bukan* merupakan ciri-ciri jamur *Basidiomycota* adalah
 - a. hifa bersekat melintang
 - b. reproduksi seksual menghasilkan basidium
 - c. reproduksi aseksual dengan konidia
 - d. merupakan jamur makroskopik
 - e. jamur ganoderma
17. Penyakit kaki atlet disebabkan oleh jamur dari divisi
 - a. *Deuteromycota*
 - b. *Basidiomycota*
 - c. *Ascomycota*
 - d. *Zygomycota*
 - e. *Phicomycota*
18. *Aspergillus* dapat hidup secara
 - a. bebas atau mandiri
 - b. saprofit
 - c. bersimbiosis
 - d. parasit
 - e. autotrof
19. Talus yang berbentuk seperti kerak adalah ciri lumut kerak yang bertipe
 - a. foliosa
 - b. fruktikosa
 - c. krustosa
 - d. variola
 - e. fruktosa
20. Di bawah ini yang *bukan* merupakan manfaat lumut kerak bagi manusia adalah
 - a. dibuat obat
 - b. dibuat kertas lakmus
 - c. penambah rasa atau aroma
 - d. indikator pencemaran air
 - e. tumbuhan yevinfis

II. Pilihlah!

- (A) Jika (1), (2), dan (3) yang benar
- (B) Jika (1) dan (3) yang benar
- (C) Jika (2) dan (4) yang benar
- (D) Jika (4) saja yang benar
- (E) Jika semuanya salah

1. Berikut ini yang termasuk dalam kelas *Basidiomycetes* adalah
 - (1) jamur kuping
 - (2) jamur merang
 - (3) jamur api
 - (4) jamur upas
2. Di bawah ini adalah ciri-ciri *Fungi*, yaitu
 - (1) bersel satu atau bersel banyak
 - (2) belum mempunyai membran inti
 - (3) terdiri dari benang-benang hifa
 - (4) mengandung klorofil
3. Di bawah ini yang *bukan* merupakan ciri jamur adalah
 - (1) bersel satu atau bersel banyak
 - (2) belum mempunyai membran inti
 - (3) terdiri dari benang-benang hifa
 - (4) mengandung klorofil
4. Di bawah ini yang merupakan jamur bersel tunggal adalah
 - (1) jamur tempe
 - (2) jamur merang
 - (3) jamur penisilin
 - (4) jamur ragi
5. Pernyataan di bawah ini adalah pernyataan yang salah mengenai jamur, yaitu
 - (1) belum bermembran inti
 - (2) prokariot
 - (3) hidup bebas dan tidak menumpang pada makhluk hidup lain
 - (4) tidak melakukan reproduksi aseksual
6. Contoh jamur multiseluler adalah
 - (1) jamur tempe
 - (2) jamur merang
 - (3) jamur penisilin
 - (4) jamur ragi
7. Yang termasuk jamur kelas *Ascomycota* adalah
 - (1) *Neurospora crassa*
 - (2) *Volvariella volvacea*
 - (3) *Saccharomyces cerevisiae*
 - (4) *Auricularia polytricha*
8. Ciri-ciri *Basidiomycota* adalah
 - (1) terdiri dari 8 kotak spora
 - (2) terdiri dari 4 kotak spora
 - (3) tidak memiliki badan buah
 - (4) pada musim hujan membentuk badan buah yang besar
9. Jamur oncom merupakan contoh jamur kelas
 - (1) *Ascomycota*
 - (2) *Basidiomycota*
 - (3) *Pycomycota*
 - (4) *Deuteromycota*
10. Di bawah ini yang *bukan* merupakan jamur yang dapat dimakan adalah
 - (1) *Psalliota campestris*
 - (2) *Cantharellus cibarius*
 - (3) *Volvariella volvacea*
 - (4) *Oudemansiella canarii*

III. Jawablah dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan sifat-sifat yang dimiliki jamur!
2. Sebutkan perbedaaan jamur *Basidiomycota* dan *Lichenes*!
3. Bagaimana cara reproduksi jamur secara aseksual?
4. Apa saja kerugian yang ditimbulkan oleh jamur?
5. Mengapa lumut dikatakan kerak dapat memberi keuntungan bagi manusia?



Soal-Soal Ulangan Semester 1

I. **Pilihlah salah satu jawaban yang benar!**

1. Penelitian yang biasa digunakan dalam bidang IPA adalah penelitian
 - a. eksperimen
 - b. survei
 - c. *ex-postfakto*
 - d. semieksperimen
 - e. penelitian dasar
2. Pemecahan masalah praktis termasuk dalam pertimbangan dari arah
 - a. calon peneliti
 - b. masalah yang diteliti
 - c. teori
 - d. sampel
 - e. variabel
3. Variabel yang memengaruhi variabel yang lain disebut dengan variabel
 - a. terikat
 - b. setengah terikat
 - c. bebas
 - d. setengah bebas
 - e. berpengaruh
4. Dugaan yang menyatakan ada pengaruh, ada hubungan, atau ada perbedaan antara variabel yang diteliti disebut
 - a. hipotesis nol
 - b. hipotesis salah
 - c. hipotesis benar
 - d. hipotesis alternatif
 - e. hipotesis sementara
5. Daftar yang memuat sejumlah keterangan dari suatu makhluk hidup yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan kelompok makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya disebut
 - a. kunci dikotomi
 - b. kunci determinasi
 - c. klasifikasi
 - d. pengelompokan
 - e. identifikasi
6. Golongan makhluk hidup bersel satu adalah
 - a. *Protista*
 - b. jamur
 - c. *Monera*
 - d. *Plantae*
 - e. *Animalia*
7. Jenis makhluk hidup yang menyerupai tumbuhan dan hewan, tetapi bukan tumbuhan dan bukan hewan disebut
 - a. *Monera*
 - b. jamur
 - c. *Protista*
 - d. *Plantae*
 - e. *Animalia*
8. Berbagai jenis jamur masuk dalam kelompok yang disebut
 - a. *Monera*
 - b. *Animalia*
 - c. *Protista*
 - d. *Fungi*
 - e. *Plantae*
9. Tahap pembentukan disebut juga sebagai tahap
 - a. sintesis
 - b. injeksi
 - c. perakitan
 - d. adsorpsi
 - e. litik

10. Saat DNA virus masuk ke dalam sel bakteri merupakan tahap
 - a. sintesis
 - b. injeksi
 - c. perakitan
 - d. adsorpsi
 - e. penempelan
11. Saat kapsid yang terpisah-pisah antara kepala, ekor, dan serabut ekor menjadi rangkaian kapsid yang utuh merupakan tahap
 - a. sintesis
 - b. injeksi
 - c. perakitan
 - d. adsorpsi
 - e. pemisahan
12. Enzim yang dihasilkan oleh virus yang dapat memecahkan dinding sel bakteri disebut
 - a. *Neuraminidase*
 - b. litik
 - c. lisogenik
 - d. lisozim
 - e. lisosom
13. Tubuh yang tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati disebut
 - a. talus
 - b. kormus
 - c. lumut
 - d. *Algae*
 - e. tumbuhan sejati
14. Tubuh yang memiliki akar, batang, dan daun sejati disebut
 - a. talus
 - b. kormus
 - c. lumut
 - d. *Algae*
 - e. paku
15. Pembelahan inti yang membentuk massa berinti banyak disebut
 - a. oogami
 - b. isogami
 - c. sinoit
 - d. singami
 - e. anisogami
16. Kaki semu merupakan alat gerak pada
 - a. *Flagellata*
 - b. *Ciliata*
 - c. *Sporozoa*
 - d. *Rhizopoda*
 - e. bulu cambuk
17. Salah satu contoh *Zygomycota* adalah
 - a. jamur tempe
 - b. jamur ragi
 - c. jamur merang
 - d. jamur kuping
 - e. jamur dewa
18. Dinding sel pada *Zygomycota* mengandung zat
 - a. sitokitin
 - b. kitin
 - c. selulosa
 - d. tanduk
 - e. fitokitin
19. Cara berkembang biak makhluk hidup dari kingdom *Monera* adalah dengan
 - a. mitosis
 - b. meiosis
 - c. amitosis
 - d. spora
 - e. metagenesis

20. Berikut ini yang *bukan* merupakan perkembangbiakan jamur secara aseksual adalah
- fragmentasi
 - pembentukan konidia
 - pertunasan
 - pembentukan spora
 - pelepasan sebagai tubuh
21. Jamur tidak memiliki kormus, tetapi hanya memiliki
- talus
 - daun
 - akar
 - batang
 - buah
22. Benang-benang halus pada daun disebut
- sorus
 - hifa
 - spora
 - rizoid
 - miselium
23. Alat yang dapat diputar yang dipakai untuk memasang lensa objektif disebut
- okuler
 - tubus
 - revolver
 - objektif
 - kondenson
24. Lensa yang dekat dengan preparat disebut dengan
- okuler
 - tubus
 - revolver
 - objektif
 - lensa kasar
25. Suku kata pertama pada tata cara pemberian nama ganda menunjukkan
- kelas
 - ordo
 - genus
 - spesies
 - divisi
26. Suku kata kedua pada tata cara pemberian nama ganda menunjukkan
- kelas
 - genus
 - spesies
 - marga
 - kingdom
27. Peneliti virus dengan eksperimen berjenjang adalah
- Iwanovski
 - M. Beijerinck
 - Wendell
 - Louis P.
 - Robert Hook
28. Golongan bakteri yang umum ditemukan di alam adalah
- Archaeobacteria*
 - Eubacteria*
 - Cyanobacteria*
 - bakteri ungu
 - bakteri biru
29. Protozoa yang tidak mempunyai alat gerak adalah
- Rhizpoda*
 - Flagellata*
 - Sporozoa*
 - Cilliata*
 - Amoeba*
30. Contoh *Cilliata* adalah ...
- Trypanosoma*
 - Euglena*
 - Paramecium*
 - Plasmodium*
 - Amoeba*

II. Pilihlah!

- (A) Jika (1), (2), dan (3) yang benar
- (B) Jika (1) dan (3) yang benar
- (C) Jika (2) dan (4) yang benar
- (D) Jika (4) saja yang benar
- (E) Jika semuanya salah

1. Jamur yang termasuk dalam kelas *Basidiomycetes* adalah
(1) jamur kuping (3) jamur api
(2) jamur merang (4) jamur upas
2. Di bawah ini yang merupakan ciri-ciri *Fungi* adalah
(1) bersel satu atau bersel banyak
(2) belum mempunyai membran inti
(3) terdiri dari benang-benang hifa
(4) mengandung klorofil
3. Di bawah ini yang *bukan* merupakan cara untuk mengomunikasikan hasil penelitian adalah
(1) jurnal penelitian (3) seminar
(2) majalah (4) pertunjukan
4. Seseorang ingin melakukan penelitian tentang pengaruh sinar ultraviolet terhadap morfologi tanaman kacang polong. Variabel bebas yang dapat digunakan adalah
(1) pengaruhnya (3) kacang polong
(2) morfologi tanaman (4) sinar ultraviolet
5. Di bawah ini *tidak* yang termasuk sistem dalam metode rasional
(1) sistem praktis (3) sistem natural
(2) sistem artifisial (4) sistem modern
6. Berikut ini yang merupakan pernyataan yang salah adalah
(1) dua atau lebih spesies dengan ciri-ciri tertentu dikelompokkan membentuk takson genus
(2) beberapa famili dengan ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson ordo
(3) beberapa genus yang memiliki ciri-ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson famili
(4) beberapa kelas yang memiliki ciri-ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk kingdom
7. Protozoa yang bergerak dengan bulu cambuk adalah
(1) *Volvox* (3) *Tripanosoma*
(2) *Paramecium* (4) *Balantidium*
8. Protozoa yang bergerak dengan rambut getar adalah
(1) *Volvox* (3) *Tripanosoma*
(2) *Paramecium* (4) *Balantidium*
9. Di bawah ini yang merupakan penyakit yang disebabkan oleh serangan virus dengan asam nukleat RNA adalah
(1) mosaik tembakau (3) hepatitis
(2) influenza (4) AIDS
10. Di bawah ini yang *bukan* merupakan pernyataan yang benar mengenai virus adalah
(1) virus dapat berbentuk seperti huruf T, batang, bulat, dan oval
(2) virus berukuran lebih kecil daripada bakteri
(3) virus tidak dapat hidup mandiri
(4) replikasi virus terjadi di dalam tubuh virus

III. Jawablah dengan singkat dan jelas!

1. Mengapa seorang peneliti harus bersikap ilmiah?
2. Apakah metode ilmiah itu?
3. Apakah dasar klasifikasi makhluk hidup?
4. Mengapa perlu dilakukan klasifikasi makhluk hidup?
5. Sebutkan perbedaan yang jelas antara kingdom *Monera* dan *Protista*!
6. Bagaimana cara mencegah serangan virus?
7. Buatlah skema pergiliran keturunan yang dilakukan oleh tumbuhan lumut!
8. Sebutkan perbedaan yang jelas antara tumbuhan berpembuluh dan tumbuhan tidak berpembuluh!
9. Sebutkan manfaat lumut kerak bagi manusia!
10. Apakah fungsi anteridium, arkegonium, dan rizoid?

Semester 2



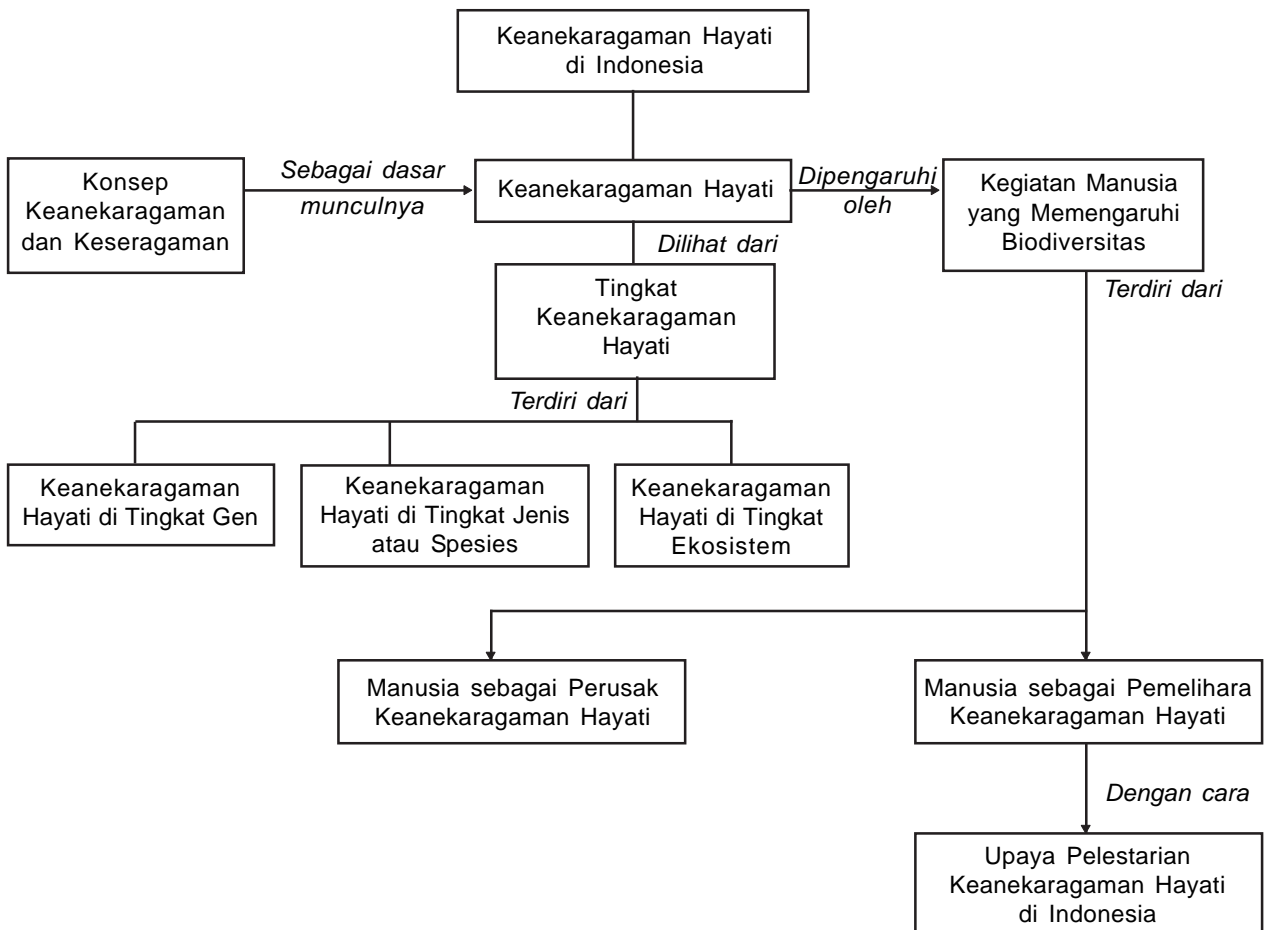
Bab 7

Keanekaragaman Hayati

Tujuan

- ❶ Mendeskripsikan konsep keanekaragaman gen, jenis, dan ekosistem melalui kegiatan pengamatan
- ❷ Mengomunikasikan keanekaragaman hayati Indonesia dan usaha pelestarian serta pemanfaatan sumber daya alam

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang keanekaragaman hayati.





Gambar 7.1 Berbagai jenis buah-buahan
(Sumber: Majalah *Trubus*, Januari – Agustus 1997)

Coba kalian perhatikan Gambar 7.1. Pada gambar tersebut ditampilkan berbagai macam jenis buah-buahan yang mungkin sudah pernah kalian rasakan kesegarannya. Ada belimbing, jeruk, pisang, apel, mangga, duku, melon, semangka, rambutan, dan sebagainya. Buah-buahan merupakan salah satu bagian kecil dari keanekaragaman flora atau tumbuhan yang ada di dunia ini. Di luar itu, masih banyak lagi keanekaragaman yang lebih luas dan lebih beraneka ragam.

Ragam makhluk hidup yang ada di bumi ini bermacam-macam. Setiap jenis makhluk hidup mempunyai ciri-ciri tersendiri sehingga terbentuklah keanekaragaman makhluk hidup. Keanekaragaman makhluk hidup disebut sebagai *keanekaragaman hayati* atau *biodiversitas*.

Mengapa terjadi keanekaragaman hayati? Ada dua faktor penyebab terjadinya keanekaragaman, yaitu faktor keturunan atau faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor keturunan disebabkan oleh adanya gen yang akan memberikan sifat dasar atau sifat bawaan. Sifat bawaan ini diwariskan secara turun-temurun dari induk kepada keturunannya. Namun, sifat bawaan terkadang tidak muncul (tidak tampak) karena faktor lingkungan. Faktor bawaan sama, tetapi lingkungannya berbeda, akan mengakibatkan sifat yang tampak menjadi berbeda. Jadi, terdapat interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan. Karena adanya kedua faktor tersebut, muncullah keanekaragaman hayati.

Sebagai contoh, kita tanam bunga *bougenvill* secara setek ke dalam dua pot yang diberi media tanam berbeda. Karena dari tanaman setek, secara genetik tanaman tersebut sama, dalam arti gen yang dikandung di dalamnya sama. Tanaman yang diberi media tanam humus (bersifat asam) akan menghasilkan bunga berwarna oranye, sedangkan yang ditanam di pot yang diberi media tanam kapur (bersifat basa) akan menghasilkan bunga berwarna ungu. Jadi, perbedaan keasaman tanah dapat mengakibatkan keanekaragaman bunga *bougenvill*.

A. Konsep Keanekaragaman dan Keseragaman

Makhluk hidup yang sejenis (dalam spesies yang sama) memiliki ciri yang sama. Coba kalian amati sapi yang hidup di Pulau Jawa dengan sapi yang hidup di Pulau Sumatra! Pasti mereka memiliki ciri yang sama karena mereka satu spesies. Jadi, di dalam spesies yang sama terdapat keseragaman ciri makhluk hidup, sedangkan antarspesies yang berbeda terdapat keanekaragaman.

Keanekaragaman hayati yang ada di dunia ini meliputi berbagai variasi bentuk, ukuran, jumlah (frekuensi), warna, dan sifat-sifat lain dari makhluk hidup. Jadi, setiap sistem lingkungan mempunyai keanekaragaman masing-masing. Keanekaragaman tersebut berlangsung mulai dari tingkatan gen, jenis, sampai ekosistem.

Setiap sistem lingkungan memiliki keanekaragaman yang berbeda. *Keanekaragaman* hayati ditunjukkan, antara lain, oleh variasi bentuk, ukuran, jumlah (frekuensi), warna, dan sifat-sifat lain makhluk hidup, sedangkan *keseragaman* adalah ciri yang sama yang terdapat dalam satu spesies.

Untuk memudahkan pemahaman kalian mengenai konsep keanekaragaman dan keseragaman hayati, jawablah soal latihan dan lakukanlah tugas berikut ini!

Latihan

1. Apakah setiap jenis makhluk hidup mempunyai ciri yang sama?
2. Apakah yang dimaksud dengan keanekaragaman hayati?
3. Apakah yang dimaksud dengan keseragaman?
4. Pada tingkat apa sajakah keanekaragaman itu dapat terjadi?
5. Mengapa terjadi keanekaragaman hayati?

Tugas

Amatilah lingkungan sekitar kalian. Cari dua spesies hewan atau tumbuhan yang berbeda. Sebutkan ciri keseragaman dari tiap-tiap spesies, kemudian sebutkan pula ciri keanekaragaman dari kedua spesies yang berbeda tersebut!

B. Tingkat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati dapat dibedakan menjadi tiga tingkat, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis, dan keanekaragaman ekosistem.

1. Keanekaragaman Hayati pada Tingkat Gen

Keanekaragaman pada tingkatan gen merupakan keanekaragaman yang paling rendah. *Gen* adalah faktor pembawa sifat yang terdapat di dalam kromosom. Kromosom terdapat di dalam inti sel. Keanekaragaman gen ditunjukkan, antara lain, oleh variasi bentuk dan fungsi gen. Misalnya, pada manusia, ada gen yang mengontrol bentuk wajah, warna rambut, jenis kelamin, warna kulit, dan golongan darah. Hal ini memungkinkan adanya variasi manusia yang ada di dunia ini. Coba kalian amati wajah teman-teman kalian satu kelas, apakah ada yang memiliki wajah sama? Pasti terdapat perbedaan di antara mereka walaupun ada yang kembar.

Perhatikan Gambar 7.2. Meskipun masih dalam satu spesies, penampakan buah jeruk berbeda satu dengan lainnya. Jadi, di dunia tidak ada satu jenis makhluk hidup yang sama persis bentuk dan ukuran maupun warnanya. Perbedaan ini disebabkan adanya keanekaragaman gen.



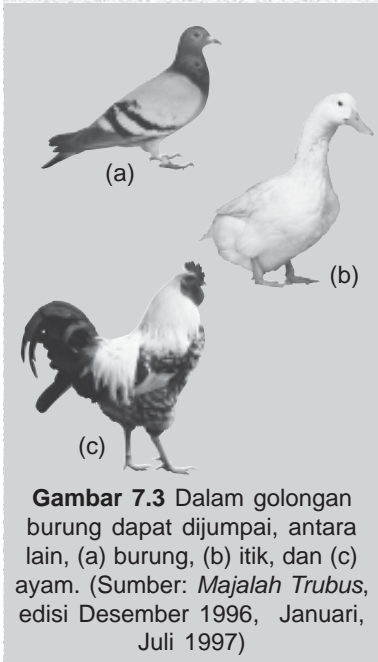
Gambar 7.2 Varietas jeruk dengan penampakan yang berbeda
(Sumber: www.google.com, 22 Juni 2007)

Gen adalah materi yang mengendalikan sifat atau karakter. Jika gen berubah, sifat-sifat pun akan berubah. Sifat-sifat yang ditentukan oleh gen disebut *genotipe*. Ini dikenal sebagai *pembawaan*.

Perbedaan gen tidak hanya terjadi antarjenis. Di dalam satu jenis (spesies) pun terjadi keanekaragaman gen. Dengan adanya keanekaragaman gen, sifat-sifat di dalam satu spesies bervariasi yang dikenal

dengan istilah *varietas*. Misalnya, ada varietas padi PB, rojo lele, dan varietas padi tahan wereng (coba sebutkan yang lain). Demikian juga dengan adanya berbagai varietas bunga, mangga, jeruk, anjing, dan burung. Sekilas penampakan antarvarietas itu sama karena masih tergolong spesies yang sama. Akan tetapi, setiap varietas memiliki gen yang berbeda sehingga memunculkan sifat-sifat khas yang dimiliki oleh tiap-tiap varietas itu.

2. Keanekaragaman Hayati pada Tingkat Spesies atau Jenis



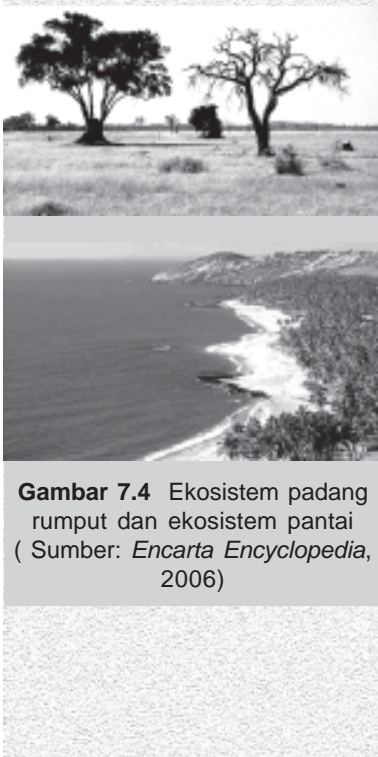
Gambar 7.3 Dalam golongan burung dapat dijumpai, antara lain, (a) burung, (b) itik, dan (c) ayam. (Sumber: *Majalah Trubus*, edisi Desember 1996, Januari, Juli 1997)

Keanekaragaman pada tingkat jenis terjadi karena adanya variasi dari spesies tersebut. Dalam urutan taksonomi, variasi terletak satu tingkat di bawah spesies.

Di atas dijelaskan bahwa terdapat keseragaman dalam tingkatan spesies, tetapi di dalam keseragaman ini terdapat keanekaragaman pula. Keanekaragaman ini tidak lain disebabkan oleh keanekaragaman gen yang mengontrol spesies. Misalnya, spesies *Homo Sapiens* dan manusia mempunyai keseragaman ciri, yaitu bipedal (berjalan dengan dua kaki), mempunyai volume otak di atas 1.100 cc, dan memiliki wajah proporsional dengan dua mata menghadap depan. Akan tetapi, manusia di dunia ini juga memiliki keanekaragaman. Misalnya, manusia Indonesia memiliki warna kulit sawo matang, rambut hitam, dan postur tubuh tidak terlalu tinggi, sedangkan manusia Amerika memiliki warna kulit putih, rambut pirang, dan postur tubuh tinggi.

Pada tingkat taksonomi yang lebih tinggi, keanekaragaman jenis dapat diamati dengan mudah. Di lingkungan sekitar dapat dijumpai berbagai jenis hewan dan tumbuhan. Di dalam satu famili rumput (*Gramineae*) dapat dijumpai, di antaranya, rumput teki, padi, dan jagung. Di dalam golongan burung dapat dijumpai, antara lain, angsa, ayam, merpati, kalkun, dan burung unta.

3. Keanekaragaman Hayati pada Tingkat Ekosistem



Gambar 7.4 Ekosistem padang rumput dan ekosistem pantai (Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

Keanekaragaman pada tingkat ekosistem terjadi akibat interaksi yang kompleks antara komponen biotik dengan abiotik.

Interaksi biotik terjadi antara makhluk hidup yang satu dengan yang lain (baik di dalam jenis maupun antarjenis) yang membentuk suatu komunitas, sedangkan interaksi biotik-abiotik terjadi antara makhluk hidup dengan lingkungan fisik, yaitu suhu, cahaya, dan lingkungan kimiawi, antara lain, air, mineral, dan keasaman.

Dengan beraneka ragamnya kondisi lingkungan dan keanekaragaman hayati, terbentuklah keanekaragaman ekosistem. Tiap-tiap ekosistem memiliki keanekaragaman makhluk hidup tertentu pula. Misalnya, ekosistem padang rumput, ekosistem pantai, ekosistem hutan hujan tropik, dan ekosistem air laut. Tiap-tiap ekosistem memiliki ciri fisik, kimiawi, dan biologis tersendiri. Flora dan fauna yang terdapat di dalam ekosistem tertentu berbeda dengan flora dan fauna yang terdapat di dalam ekosistem yang lain.

Latihan

1. Sebutkan jenis-jenis keanekaragaman hayati!
2. Jelaskan perbedaan keanekaragaman di tingkat gen dan keanekaragaman di tingkat jenis!

3. Apakah yang dimaksud dengan keanekaragaman di tingkat ekosistem?
4. Mengapa pada tingkat taksonomi yang lebih tinggi keanekaragaman jenis dapat diamati dengan mudah?
5. Mengapa dapat terjadi keanekaragaman ekosistem?

Tugas

1. Kumpulkanlah artikel-artikel yang menunjukkan adanya keanekaragaman genetik dan bermanfaat sebagai sumber daya alam yang perlu dilestarikan!
2. Carilah informasi mengenai peranan dan manfaat tumbuhan dan hewan yang dahulu merupakan spesies-spesies liar, tetapi sekarang dibudidayakan!
3. Kumpulkanlah gambar-gambar bioma yang menyusun biosfer, kemudian analisislah komponen biotik dan abiotik yang terdapat di dalamnya!

C. Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Keanekaragaman hayati di Indonesia termasuk dalam golongan tertinggi di dunia, jauh lebih tinggi daripada di Amerika dan di Afrika yang sama-sama beriklim tropis, apalagi jika dibandingkan dengan negara yang beriklim sedang dan dingin. Sebagai bangsa Indonesia, kita harus bangga dengan kekayaan atau keanekaragaman hayati kita karena banyak hewan dan tumbuhan yang ada di negara kita, tetapi tidak ada di negara-negara lain.

Di Indonesia dikenal ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem dapat didefinisikan sebagai suatu sistem hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya. Sebagai benda nyata, ekosistem dapat diterapkan pada berbagai derajat organisasi makhluk dan lingkungan mulai dari jamur, kolam kecil, padang rumput, hutan, sampai planet bumi secara keseluruhan. Demikian pula iklim regional yang berhubungan timbal balik dengan substrat dan biota regional membentuk unit-unit komunitas yang luas dan mudah dikenal yang disebut *bioma*. Bioma dapat diartikan sebagai sebuah ekosistem yang merupakan unit komunitas terbesar yang mudah dikenal dan terdiri dari vegetasi dan hewan.

Di Indonesia dapat dikenal beberapa bioma, yaitu (a) hutan hujan, (b) hutan musim, (c) savana, dan (d) padang rumput. (Lihat Tabel 7.1)

1. Keanekaragaman Tumbuhan di Indonesia

Jenis tumbuh-tumbuhan di Indonesia diperkirakan berjumlah sebanyak 25.000 jenis atau lebih dari 10% dari flora dunia. Lumut dan ganggang diperkirakan jumlahnya 35.000 jenis. Tidak kurang dari 40% dari jenis-jenis ini merupakan jenis yang endemik atau jenis yang hanya terdapat di Indonesia dan tidak terdapat di tempat lain di dunia. Kekayaan hayati ini harus kita jaga dan kita pelihara dengan baik.

Dari semua suku tumbuhan yang ada, suku anggrek (*Orchidaceae*) adalah suku yang terbesar dan ditaksir terdapat sekitar 3.000 jenis. Banyak di antara jenis-jenis tumbuhan tersebut mempunyai nilai ekonomi tinggi, antara lain, meranti-merantian (*Dipterocarpaceae*), kacang-kacangan (*Leguminosae*), dan jambu-jambuan (*Myrtaceae*).



Gambar 7.5 Suku anggrek (*Orchidaceae*)
(Sumber: *Majalah Trubus*, edisi Januari 1997)

Tabel 7.1 Satuan-Satuan Bioma di Indonesia

Bioma		Tipe Ekosistem				Subbioma		Tipe Ekosistem	
Nama	Iklim	Nama	Nama	Ketinggian d.p.l (m)	Suhu Rata-rata (°C)	Tanah	Takson Khas/Umum/Dominan		
1 Hutan Hujan	2 Selalu basah sampai kering tengah tahun, curah hujan per tahun 1.300-7.100 mm	3 1. Hutan Hujan Tanah Kering	4 Hutan non- <i>Dipterocarpaceae</i>	5 < 1000	6 26 – 21	7 Podsolik merah, kuning, dan latosol	8 <i>Anacardiaceae, Anonaceae, Burseraceae, Euphorbiaceae, Guttiferae, Lauraceae, Legu-minosae, Mofaeceae (ficus), Muristicaceae, Palmae, Sapindaceae, Sterculiaceae, dsb.</i>		
			Hutan <i>Dipterocarpaceae</i> Campuran	< 1000	26 – 21	Podsolik merah, kuning, dan latosol	<i>Dipterocarpaceae (Dipterocarpus, Drybalanops, Hopea, Shorea, dan Vatica)</i>		
			Hutan <i>Agathis</i> Campuran	< 2500	26 – 13	Podsolik merah, kuning, latosol, podsol	<i>Agathis spp.</i>		
			Hutan <i>Pantai</i>	< 5	± 26	Regosol	<i>Barringtonia asiatica, Calophyllum inophyllum, Casuarina equisetifolia, Hernandia peltata, Terminalia catappa, Guettarda speciosa, Pandanus tectorius, dsb.</i>		
			Hutan <i>Casuarina</i>	1000 – 2000	21 – 11	Andosol, regosol, dan litosol	<i>Casuarina funghiana</i>		
			Hutan Pinus	700 – 1000	23 – 18	Andosol dan regosol, litosol	<i>Pinus, Merkusil</i>		
			Hutan <i>Nothofagus</i>	1000 – 3000	21 – 11	Regosol dan litosol	<i>Nothofagus spp.</i>		
			Hutan <i>Ericaceae</i>	1200 – 2400	18 – 23	Andosol dan regosol	<i>Rhododendron, Vaccinium, Leptospermum, Myrsine, dsb.</i>		
			Hutan <i>Araucaria</i>	1500 – 3000	18 – 11	Regosol dan litosol	<i>Araucama cunninghamii</i>		

1	2	3	4	5	6	7	8
			Hutan Komifer	2400 – 4000	13 – 6	Litosol, regosol	<i>Podocarpus papuanus</i> , <i>Libocedrus</i> , <i>Dacrydium</i> , <i>Phullo-cladus</i> , dsb.
			Semak <i>Ericaceae</i>	4000 – 4500	< 6	Litosol	<i>Rhododendron</i> , <i>Vaccinium</i> , <i>Styphelia</i> , <i>Coprosma</i> , <i>Ana-phalis</i> , dsb.
		2. Hutan Hujan Tanah Rawa	Hutan Rawa Air Tawar	< 100	± 26	Organosol, alluvial	<i>Barringtonia spicata</i> , <i>Camptosperma</i> , <i>Coccoreas</i> , <i>Alstonia</i> , <i>Glutarenghas</i> , <i>Lophopetalum</i> , <i>Mangifera</i> <i>gedebe</i> , <i>Pentaspadon</i> <i>metleui</i> , <i>Metroxylon</i> , <i>Pandanus</i> .
			Hutan Berangas	< 1000	26 – 23	Podsol	<i>Dactylocladus</i> , <i>Iristania</i> <i>obovata</i> , <i>Shorea balangeran</i> , <i>Dacruidium clatum</i> , <i>Cratoxylum glucum</i> , <i>Combretocarpus rotundatus</i> <i>Calophyllum</i> , dsb.
			Hutan Memlaleuca (sekunder)	< 1000	± 26	Organosol, alluvial	<i>Melaleuca leucadendra</i>
			Hutan Payau (Mangrove)	< 5	± 26	Alluvial	<i>Rhizophora</i> , <i>Bruguiera</i> , <i>Avicennia</i> , <i>Sonneratia</i> , dsb.
Hutan Musim	Sangat kering tengah tahun, curah hujan per tahun 700-2900 mm	3. Hutan Musim	Hutan Musim Gugur Daun	< 800	> 22	Mediteran merah kuning, rensina, regosol, litosol	<i>Protium javanicum</i> , <i>Tectona grandis</i> , <i>Salmalia malabarica</i> , <i>Pterocarpus</i> , <i>garuga</i> <i>floribunda</i> , <i>Eucalyptus</i> , <i>Acacialcucophioca</i> , dsb.
			Hutan Musim Selalu Hijau	< 1200	> 20	Mediteran merah kuning, rensina, regosol, litosol	<i>Schleicera oleosa</i> , <i>Schoutenia ovata</i> , <i>Tamarindus indica</i> , <i>Albizia chinensis</i> , dsb.

1	2	3	4	5	6	7	8
Savana	Selalu basah sampai kering tengah tahun, curah hujan per tahun 700–7100 mm	Savana	Savana	< 900	> 22	Mediteran merah kuning, Rensina, regosol, dan litosol	<i>Borassus, Corypha, Acacia, Eucalyptus, Casuarina, Themeda, Heteropogon,</i> dsb.
Padang Rumput	Selalu basah sampai sangat kering tengah tahun, curah hujan pertengahan tahun 700–7.100 mm V	Padang rumput iklim basah	Savana Casuarina Padang rumput dan tanah rendah	1500 – 2400 < 1000	18 – 13 26 – 21	Andosol, Regosol, Litosol Podsolik merah kuning, latosol, dan litosol	<i>Casuarina/Themeda, Pennistum,</i> dsb <i>Imperate, cyndrica, saccharum, spontaneum, themeda, vilosa,</i> dsb.
			Rawa rumput dan tanah rendah	< 100	± 26	Organosol Aluvial	<i>Panicum stagineum, Phragmites karka, Scirpus, Cyperus, Cladium, Fimbristylis, Rhynchospora, Limnorcharis, Equisetum, Monochoria, Ichaemum, Eichhornia crassipes,</i> dsb.
			Padang rumput pegunungan	1500 – 2400	18 – 23	Andosol, regosol, dan litosol	<i>Festuca, Agrostis, Themeda, Cymbopogon, Ischemum, Imperata cylindrical,</i> dsb.
			Padang rumput berawa gunung	1500 – 2400	18 – 23	Regosol dan litosol	<i>Phragmites, Karka, Panicum, Machaerina, Scirpus, Carex,</i> dsb.
			Padang rumput alpin salju	4000 – 4500 (batas)	< 6	Litosol	<i>Deschampsia, Festuca, Monostachya, Aulacolepis, Danthonia, Oreobolus, Scirpus, Potentilla, Ranynetus, Scirpus, Potentilla, Ranynetus, Epilobium, Sphagnum,</i> dsb.
			Komunitas rumput dan lumut kerak	> 4500	> 6	Litosol	Lumut-lumut kerak, agrastis, dsb.
		Padang rumput iklim kering	Padang rumput iklim kering	< 900	> 22	Mediteran merah kuning, regosol, litosol, dan rensina	<i>Themedia, Heteropogon,</i> dsb.

Dari sekian banyak jenis tumbuhan tersebut, sebagian besar terdapat di kawasan hutan tropika basah, terutama hutan primer, yang menutup sebagian besar daratan (63%) bumi Indonesia. Hutan ini merupakan struktur yang kompleks yang menciptakan lingkungan yang sedemikian rupa sehingga memungkinkan keanekaragaman tumbuhan yang tinggi dalam hutan tropika basah.

Penyebaran geografi tumbuhan di Kepulauan Indonesia secara keseluruhan ditentukan oleh faktor geologi, yaitu adanya Paparan Sunda di bagian barat dan Paparan Sahul di bagian timur yang berbeda sehingga dapat ditarik garis pemisah di antaranya. Dalam tiap-tiap paparan, keadaan flora mempunyai banyak persamaan, misalnya, persamaan flora antara Kalimantan dan Sumatra dapat mencapai 90%. Selanjutnya, variasi flora dalam tiap-tiap paparan ditentukan oleh faktor lingkungan setempat dalam hal ini tercerminkan oleh berbagai tipe vegetasi yang terdapat di paparan tersebut.

Selain berbagai macam jenis tumbuhan, Indonesia juga kaya dengan hasil hutan, terutama kayu. Diperkirakan terdapat 4.000 jenis dan 267 jenis di antaranya merupakan kayu niaga yang tergolong dalam 120 macam nama perdagangan. Beberapa di antaranya dapat tumbuh di hutan primer, seperti *Pterocymcium spp*, *Dyera spp*, *Alstonia spp*, *Shorea leptosula*, *S leptoclados*, *S stenoptera*, *S parvifolia*, *Duabanga moluccana*, *Tetrameles nudiflora*, *Octometes sumatrana*, *Agathis spp*, dan *Araucaria spp*.

Hutan primer merupakan gudang terbesar sumber hayati yang dapat dimanfaatkan, selain hasil kayu, seperti buah-buahan (*Garcinia*, *Baccaurea*, *Eugenia*, *Durio*, *Lansium*, dan *Nephelium*), karbohidrat (*Dioscorea*, *Colocasia*, *Alocasia*, *Arenga*, *Mypa*, *Metroxylon*, dan *Palmae*), zat pewarna, minyak atsiri, pestisida (*Podocarpus*, *Perris*, *Milletia*, dan *Tephrosia*), dan obat-obatan (obat tekanan darah tinggi, seperti *Rauvolfia*, *Alstonia*, dan *Apocynaceae*), baik secara langsung maupun dimanfaatkan sebagai sumber bahan genetika untuk pemuliaan jenis atau famili yang telah dibudidayakan.

Perlu kalian ketahui bahwa pemanfaatan hasil hutan Indonesia telah meningkatkan pendapatan negara dan kesejahteraan rakyat. Akan tetapi, penebangan kayu telah menimbulkan berbagai kerusakan terhadap lingkungan, bahkan telah mengakibatkan bencana alam di berbagai daerah di Indonesia. Pengurusan jenis-jenis tertentu, seperti penebangan kayu ulin, agathis, ramin, dan jelutung tanpa memerhatikan kelestarian jenis secara berlebihan karena permintaan konsumen yang tinggi, akan mengurangi secara drastis populasi jenis dan bahkan dapat mengakibatkan kepunahan jenis tersebut sehingga mengurangi biodiversitas kayu di Indonesia.

2. Keanekaragaman Hewan di Indonesia

Jenis-jenis hewan yang ada di Indonesia diperkirakan berjumlah sekitar 220.000 jenis yang terdiri atas lebih kurang 200.000 serangga ($\pm 17\%$ fauna serangga di dunia), 4.000 jenis ikan, 2.000 jenis burung, serta 1.000 jenis reptilia dan amphibia.

Pembagian fauna menjadi dua kelompok didasarkan pada adanya Paparan Sunda dan Paparan Sahul menjadi lebih jelas lagi daripada pembagian flora. Di sini dapat ditarik garis pemisah yang lebih jelas yang disebut garis Wallace (ditemukan oleh Alfred Russel Wallace). Beberapa jenis hewan, seperti ikan tawar dari kelompok timur dan barat penyebarannya tidak pernah bertemu. Akan tetapi, ada pula hewan-

hewan, seperti burung, amphibia, dan reptilia yang sering kali antara penyebaran kelompok timur dan barat saling tumpang-tindih. Paparan sunda sangat kaya akan berbagai jenis mamalia dan burung; diperkirakan di kawasan ini terdapat ratusan jenis burung dan 70% di antaranya merupakan penghuni hutan primer darat; keanekaragaman ini jauh lebih tinggi daripada di Afrika.

Indonesia terbagi menjadi dua zoogeografi yang dibatasi oleh garis Wallace. Garis Wallace membelah Selat Makassar menuju ke selatan hingga ke Selat Lombok. Jadi, garis Wallace memisahkan wilayah Oriental (termasuk Sumatra, Jawa, Bali, dan Kalimantan) dengan wilayah Australia (Sulawesi, Irian, Maluku, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur).

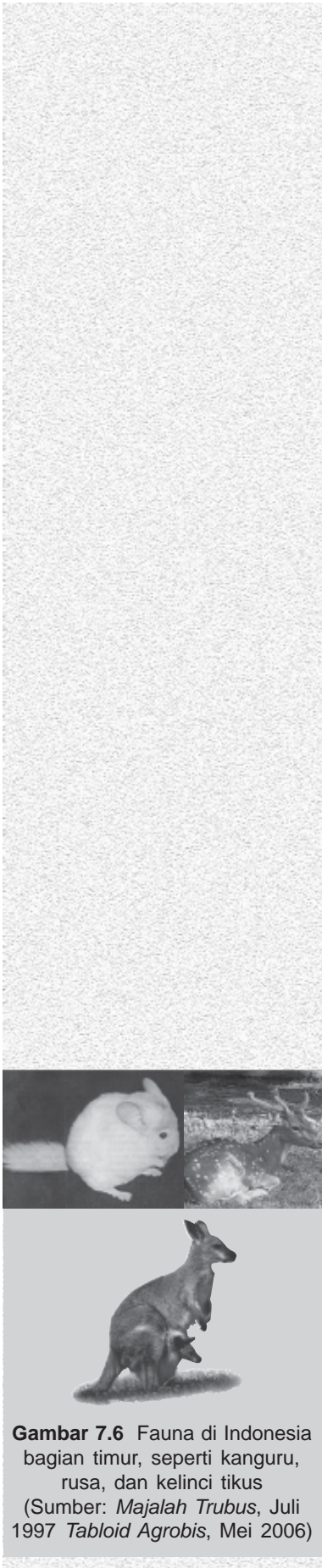
Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Weber, seorang ahli zoologi dari Jerman. Menurut Weber, hewan-hewan yang ada di Sulawesi tidak semuanya tergolong kelompok hewan Australia karena ada juga yang memiliki sifat-sifat Oriental sehingga Weber berkesimpulan bahwa hewan-hewan Sulawesi merupakan hewan peralihan. Weber kemudian membuat garis pembatas yang berada di sebelah timur Sulawesi memanjang ke utara menuju Kepulauan Aru yang kemudian dikenal dengan nama garis Weber. Sebagai bukti, Sulawesi merupakan wilayah peralihan, contohnya, di Sulawesi terdapat Oposum dari Australia dan kera *Macaca* dari Oriental.

Fauna daerah Oriental yang meliputi Sumatra, Jawa, dan Kalimantan serta pulau-pulau di sekitarnya memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. *Banyak spesies mamalia berukuran besar*, seperti badak, gajah, banteng, dan harimau. Terdapat pula mamalia berkantung, tetapi jumlahnya sedikit, bahkan hampir tidak ada.
- b. *Terdapat berbagai macam kera*, terutama di Kalimantan yang paling banyak memiliki primata, misalnya, orang utan, kukang, dan bekantan.
- c. *Burung-burung yang dapat berkicau*, tetapi warnanya tidak seindah burung Australia, misalnya, jalak bali (*Leucopsar rothschildi*), murai (*Myophonus melunus*), ayam hutan berdada merah (*Arborphila hyperithra*), dan ayam pegar (*Lophura bulweri*).

Fauna daerah Indonesia bagian timur, yaitu Irian, Maluku, dan Nusa Tenggara relatif sama dengan Australia. Ciri-ciri yang dimilikinya adalah sebagai berikut.

- a. *Mamalia berukuran kecil*. Di Irian dan Papua terdapat kurang lebih 110 spesies mamalia, misalnya, kuskus (*Spilocus maculates*) dan Oposum. Di Irian juga terdapat 27 hewan pengerat (rodensial), dan 17 di antaranya merupakan spesies endemik.
- b. *Banyak hewan berkantung*. Di Irian dan Papua banyak ditemukan hewan berkantung, seperti kanguru (*Dendrolagus ursinus*).
- c. *Tidak terdapat spesies kera*. Spesies kera tidak ditemukan di daerah Australia, tetapi di Sulawesi ditemukan banyak hewan endemik, misalnya, primata primitif *Tarsius spectrum*, musang (*Macrogalida musschenbroeckii*), babirusa, anoa, maleo, dan beberapa jenis kupu-kupu.
- d. *Jenis burung berwarna indah dan beragam*. Papua memiliki koleksi burung terbanyak dibandingkan pulau-pulau lain di Indonesia, kira-kira 320 jenis, dan setengah di antaranya merupakan spesies endemik, misalnya, burung cenderawasih.



Gambar 7.6 Fauna di Indonesia bagian timur, seperti kanguru, rusa, dan kelinci tikus (Sumber: *Majalah Trubus*, Juli 1997 *Tabloid Agrobis*, Mei 2006)

Setelah membaca uraian tentang keanekaragaman hayati, apa yang harus kita lakukan untuk menjaga dan melestarikan ciptaan Tuhan tersebut? *Pertama*, kita harus bersyukur kepada Tuhan karena beragamnya kekayaan hayati yang ada di Indonesia. *Kedua*, kita harus bangga hidup di negara yang memiliki kekayaan hayati. *Ketiga*, kita harus menjaga dan memelihara keasliannya. Akan tetapi, tidak dapat dipungkiri bahwa manusia memiliki sifat yang dapat memengaruhi keanekaragaman hayati. Pengaruh itu dapat merusak atau memelihara. Apa saja kegiatan yang dapat memengaruhi keanekaragaman hayati? Marilah kita lihat pada uraian setelah latihan dan tugas berikut ini.

Latihan

1. Mengapa Indonesia mempunyai keanekaragaman hayati yang termasuk dalam golongan tertinggi di dunia?
2. Apakah yang dimaksud dengan ekosistem? Sebutkan ekosistem yang ada di Indonesia!
3. Ada berapa macam bioma yang dikenal di Indonesia? Sebutkan dan berikan contohnya!
4. Berdasarkan apakah pembagian flora dan fauna di Indonesia!
5. Bandingkan ciri-ciri fauna yang terdapat di daerah Oriental dan daerah Indonesia bagian timur!

Tugas

Buatlah kliping yang berisi artikel dan gambar tentang flora dan fauna yang ada di daerah Oriental dan daerah-daerah Indonesia bagian timur. Pisahkan flora dan fauna yang termasuk di antara dua daerah tersebut. Kemudian, berilah pembahasan pada tiap-tiap artikel. Kerjakan secara berkelompok. Kumpulkan kliping dan hasil pembahasan kalian!

D. Kegiatan Manusia yang Memengaruhi Biodiversitas

Manusia adalah makhluk hidup, sama dengan makhluk hidup yang lain. Oleh karena itu, manusia juga berinteraksi dengan alam sekitarnya. Manusia mempunyai kemampuan untuk memengaruhi alam sekitarnya karena manusia merupakan makhluk yang memiliki kelebihan akal dibandingkan dengan makhluk lainnya.

Di dalam ekosistem, manusia merupakan bagian yang paling dominan karena dapat berbuat apa saja terhadap ekosistem. Akan tetapi, perlu diingat bahwa kelangsungan hidup manusia juga bergantung dari kelestarian ekosistem tempat manusia hidup. Untuk menjaga terjaminnya kelestarian ekosistem, manusia harus dapat menjaga keserasian hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungannya sehingga keseimbangan ekosistem dapat terjaga. Kelestarian berarti juga terjaganya keanekaragaman hayati (biodiversitas). Pemanfaatan sumber daya alam secara berlebihan dapat mengakibatkan berkurangnya keanekaragaman hayati atau bahkan terjadi kepunahan jenis tersebut. Pengaruh manusia terhadap lingkungan dapat mengakibatkan dua kemungkinan, yaitu alam menjadi rusak (deteriorasi) atau sebaliknya, yaitu alam tetap lestari.

1. Manusia sebagai Perusak Keanekaragaman Hayati

Lingkungan akan rusak jika manusia mengusahakan sumber hayati hanya didasarkan pada prinsip jangka pendek, yaitu untuk menghasilkan produk sebanyak mungkin dalam waktu sesingkat mungkin dan modal sesedikit mungkin. Usaha semacam itu memang mendatangkan kemakmuran kepada manusia. Akan tetapi, pengaruhnya terhadap alam dapat menimbulkan dampak berupa berkurangnya atau punahnya keanekaragaman hayati dan merosotnya kualitas lingkungan sehingga pada akhirnya lingkungan tidak mampu lagi memberi kehidupan yang layak kepada manusia. Bahkan, mungkin terjadi bencana alam yang mengancam kelangsungan hidup manusia.

Coba kalian amati, banyak kondisi lingkungan hidup yang telah rusak di Indonesia. Dalam arti, banyak lingkungan hidup yang sudah tidak seimbang keadaannya karena berkurangnya keanekaragaman hayati atau kepunahan jenis-jenis tertentu. Hal itu merupakan petunjuk bahwa sikap dan perilaku manusia Indonesia terhadap alam sekitarnya masih sebagai pemanfaat atau pengusaha untuk dirinya sendiri tanpa memerhatikan kelestarian biodiversitas. Mereka memandang alam sebagai objek yang terpisah dari dirinya yang dapat dipengaruhi sekehendaknya. Mereka tidak menyadari bahwa perubahan pola lingkungan akan memengaruhi pola kehidupannya.

Hingga saat ini, Indonesia telah kehilangan beberapa satwa penting akibat kepunahan, misalnya, harimau bali. Saat ini hewan tersebut tidak pernah ditemukan lagi keberadaannya. Hewan-hewan seperti badak bercula satu, jalak bali, dan trenggiling juga terancam punah. Belum lagi beberapa jenis serangga, hewan melata, ikan, dan hewan air yang sudah tidak ditemukan lagi di lingkungan kita.

Faktor-faktor apakah yang menyebabkan kepunahan keanekaragaman hayati? Banyak, di antaranya, sebagai berikut.

a. Perusakan Habitat

Habitat didefinisikan sebagai daerah tempat tinggal makhluk hidup. Kerusakan habitat merupakan penyebab utama kepunahan makhluk hidup. Jika habitat rusak, makhluk hidup tidak memiliki tempat untuk hidup. Kerusakan habitat dapat diakibatkan terjadi karena ulah manusia yang telah mengubah fungsi ekosistem, misalnya hutan ditebang, dijadikan lahan pertanian, permukiman, dan akhirnya berkembang menjadi perkotaan. Kegiatan manusia tersebut mengakibatkan menurunnya keanekaragaman ekosistem, jenis, dan gen.

Perusakan terumbu karang di laut juga dapat menurunkan keanekaragaman hayati laut. Ikan-ikan serta biota laut yang hidup dan bersembunyi di terumbu karang tidak dapat hidup tenang, beberapa di antaranya tidak dapat menetas karena terumbu karang yang rusak. Menurunnya populasi ikan akan merugikan nelayan dan mengakibatkan harga ikan meningkat.

Selain akibat aktivitas manusia, kerusakan habitat diakibatkan juga oleh bencana alam, misalnya, gunung meletus, kebakaran, dan banjir.

b. Penggunaan Pestisida

Pestisida berfungsi untuk membasmi makhluk hidup pengganggu (hama) pada tanaman. Akan tetapi, jika digunakan secara berlebihan, akan menyebar ke lingkungan sekitarnya dan meracuni makhluk hidup yang lain, termasuk mikroba, jamur, hewan, dan tumbuhan lainnya. Contoh pestisida adalah herbisida, fungisida, dan insektisida.



Gambar 7.7

Pengalihan lahan pertanian menjadi permukiman
(Sumber: *Majalah Trubus*, edisi Juli 1997)



Gambar 7.8 Asap kendaraan bermotor yang menyebabkan pencemaran udara
(Sumber: *www.kompas.com*)



Gambar 7.9 Banjir yang terjadi karena penggundulan hutan
(Sumber: *Kompas*, 15 Januari 2005)

c. **Pencemaran**

Bahan pencemar berasal dari limbah pabrik, asap kendaraan bermotor, limbah rumah tangga, sampah yang tidak dapat didaur ulang lingkungan secara alami, dan bahan-bahan berbahaya lain. Bahan pencemar ini dapat membunuh makhluk hidup, termasuk mikroba, jamur, hewan, dan tumbuhan sehingga mengurangi keanekaragamannya.

d. **Perubahan Tipe Tumbuhan**

Tumbuhan merupakan produsen di dalam suatu ekosistem. Perubahan tipe tumbuhan, misalnya, perubahan dari hutan pantai menjadi hutan produksi dapat mengakibatkan hilangnya tumbuhan liar yang penting. Hilangnya jenis-jenis tumbuhan tertentu dapat menyebabkan hilangnya hewan-hewan yang hidupnya bergantung pada tumbuhan tersebut.

e. **Penebangan**

Penebangan hutan yang dilakukan secara berlebihan tidak hanya menghilangkan pohon yang sengaja ditebang, tetapi juga merusak pohon-pohon yang ada di sekitarnya. Di samping itu, hewan-hewan yang tergantung pada pohon tersebut akan terganggu dan hilang sehingga akan menurunkan jenis hewan tersebut.

f. **Seleksi**

Seleksi adalah memilih sesuatu yang disukai menurut penilaian individu. Secara tidak sengaja perilaku seleksi akan mempercepat kepunahan makhluk hidup. Misalnya, kita sering hanya menanam tanaman yang kita anggap unggul, seperti jambu bengkak, jeruk mandarin, dan mangga gedong. Sebaliknya, kita menghilangkan tanaman yang kita anggap kurang unggul, contohnya, jeruk pacitan dan mangga curut.

Menurunnya jumlah makhluk hidup yang kita anggap tidak unggul berarti mengurangi keanekaragaman hayati dari jenis makhluk hidup tersebut, bahkan dalam jangka waktu lama, kita tidak akan menemukan jenis tersebut. Contoh lain, menurunnya populasi serangga pemangsa (predator) karena disemprot dengan insektisida yang mengakibatkan terjadinya populasi serangga yang dimangsa. Jika serangga ini menyerang tanaman pertanian, ledakan serangga tersebut sangat merugikan petani. Mungkin kalian pernah mendengar ledakan populasi hama wereng di Indonesia sehingga beribu-ribu hektare sawah gagal panen. Wereng yang menyerang padi diduga karena predator wereng punah akibat terkena insektisida yang digunakan petani untuk memberantas hama.

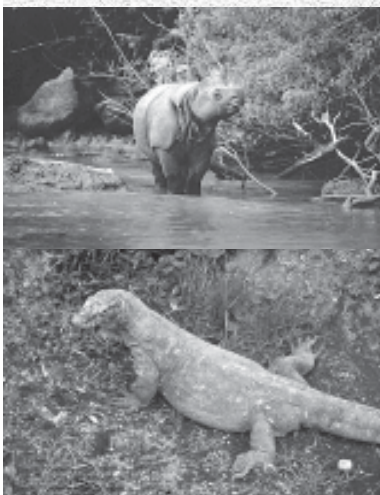
Perkembangan industri berjalan dengan cepat di Indonesia. Teknologi modern banyak diterapkan untuk mendapatkan hasil sebesar-besarnya. Bersamaan dengan kemajuan pembangunan dan perkembangan industri, terjadi pula perubahan lingkungan secara nyata dan bencana alam yang terjadi di mana-mana. Sebenarnya, inti dari seluruh permasalahan lingkungan di Indonesia terletak pada perubahan konsep mental manusianya yang mungkin tanpa disadari telah menjadi *manusia perusak* lingkungan sehingga jalan satu-satunya adalah mengubah sikap mental manusia Indonesia menjadi *manusia pengelola* dan *pemelihara* lingkungan hidupnya.

2. Manusia sebagai Pemelihara Keanekaragaman Hayati

Dalam hal ini, manusia telah sadar bahwa dirinya adalah bagian dari ekosistem. Oleh karena itu, manusia dalam tingkah lakunya selalu menjaga agar keseimbangan sistem ekologi tidak tergoncangkan.



Gambar 7.10
Bibit mahoni untuk reboisasi
(Sumber: *Majalah Trubus*, 1996)



Gambar 7.11 Komodo dan badak bercula satu merupakan hasil pembiakan dengan cara insitu.
(Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

Dengan begitu terjamin pula kelangsungan hidup dari semua makhluk hidup, termasuk manusia.

Masalah lingkungan adalah masalah hakikat sifat manusia terhadap lingkungan hidupnya. Kita harus memahami bahwa biodiversitas adalah kekayaan yang berharga yang harus senantiasa dijaga, dilestarikan, dan dihindarkan dari kepunahan. Pemanfaatan keanekaragaman hayati harus didasarkan atas kebijakan memelihara keselarasan, keserasian, keseimbangan, dan kelestarian biodiversitas lingkungan. Jika mungkin, bahkan harus meningkatkan kualitas lingkungan sehingga dapat dinikmati manusia dari generasi ke generasi.

Usaha pelestarian lingkungan di Indonesia hanya mungkin jika didukung oleh semua warga negara Indonesia. Dengan kata lain, kearifan terhadap lingkungan hidup harus menjadi milik setiap insan Indonesia atau membudaya di dalam seluruh masyarakat Indonesia.

Perubahan konsep mental manusia tidak dapat berlangsung dalam satu hari, tetapi memerlukan waktu lama. Salah satu usaha mempercepat perubahan itu adalah melalui pendidikan lingkungan hidup kepada masyarakat Indonesia mulai sedini mungkin, baik melalui pendidikan formal maupun pendidikan nonformal. Di samping itu, perlu digalakkan aktivitas yang bertujuan meningkatkan dan melestarikan keanekaragaman hayati, antara lain, sebagai berikut.

a. Penghijauan

Penghijauan dilakukan dengan cara menanam berbagai jenis tanaman di berbagai tempat yang telah direncanakan, dapat di rumah-rumah, hutan-hutan yang gundul akibat penebangan liar, dan tempat lain yang diduga terhindar dari bencana jika ditanami tumbuhan tertentu. Kegiatan penghijauan tidak hanya menanam, tetapi yang lebih penting adalah merawat tanaman yang telah ditanam.

b. Pembuatan Taman Kota

Pembuatan taman-taman kota akan mendatangkan manfaat, antara lain, meningkatkan kandungan oksigen, menurunkan suhu lingkungan, menurunkan efek pencemaran kendaraan bermotor, memberi keindahan, dan meningkatkan keanekaragaman hayati.

c. Pemuliaan

Pemuliaan adalah usaha membuat varietas unggul, tetapi bukan berarti menghilangkan varietas yang tidak unggul. Pemuliaan dapat dilakukan dengan perkawinan silang yang akan menghasilkan varian baru. Oleh karena itu, pemuliaan hewan maupun tumbuhan dapat meningkatkan keanekaragaman gen dan keanekaragaman jenis.

d. Pembiakan Insitu dan Exsitu

Hewan dan tumbuhan langka yang rawan punah dapat diselamatkan melalui pembiakan secara *insitu*, yaitu pembiakan di dalam habitat aslinya. Misalnya, mendirikan Cagar Alam Ujung Kulon dan Taman Nasional Komodo. Pembiakan *exsitu* adalah pembiakan di luar habitat aslinya, tetapi suasana lingkungan dibuat mirip dengan aslinya, misalnya, penangkaran hewan di kebun binatang.

Latihan

1. Apakah yang akan terjadi jika kita terlalu berlebihan dalam memanfaatkan sumber daya alam?
2. Mengapa kemajuan teknologi budi daya dapat mengancam terjadinya kepunahan hewan atau tumbuhan?

3. Apakah yang dimaksud dengan keanekaragaman hayati?
4. Faktor-faktor apakah yang menyebabkan kepunahan keanekaragaman hayati!
5. Sebutkan berbagai aktivitas yang bertujuan untuk meningkatkan dan meningkatkan keanekaragaman hayati!

Tugas

Datalah tumbuhan dan hewan langka yang kalian ketahui. Sajikan gambarnya dalam kliping dan berikan uraian mengenai hewan atau tumbuhan langka tersebut! Diskusikan dengan kelompokmu!

E. Upaya-Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Alam yang ada di sekitar kita mempunyai sifat yang beraneka ragam, tetapi secara alamiah tetap tampak serasi dan seimbang. Coba kalian berpikir, perlukah kita menjaga keanekaragaman ini? Secara konkret, yang dimaksud dengan upaya pelestarian keanekaragaman hayati adalah upaya-upaya untuk menjaga kelestarian dan keseimbangan flora, fauna, tanah, air, dan ekosistem lainnya.

1. *Perlindungan Alam*

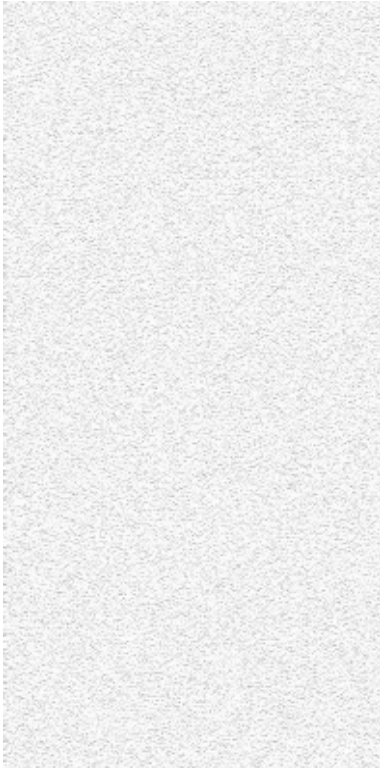
Alam merupakan tempat manusia hidup sekaligus tempat untuk memperoleh bahan kebutuhannya. Dari alam, manusia mendapatkan makanan dan energi. Kebutuhan manusia yang diperoleh dari lingkungannya bukan hanya sesaat, melainkan selama spesies itu ada sehingga kebutuhan itu tetap ada, bahkan makin meningkat. Untuk dapat menyediakan kebutuhan hidup secara berkesinambungan itu, manusia harus selalu berusaha menjaga kelestarian keanekaragaman hayati.

Keanekaragaman hayati dalam lingkungan perlu dilestarikan untuk mempertahankan beberapa nilai yang terkandung di dalamnya, antara lain, sebagai berikut

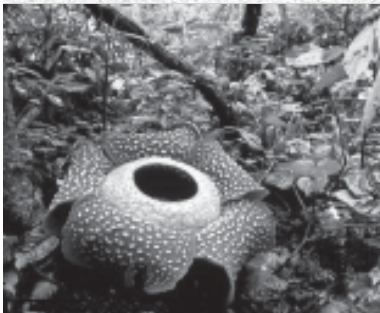
- a. *Nilai ilmiah*, artinya pelestarian keanekaragaman hayati dapat digunakan untuk kepentingan ilmu pengetahuan. Dalam hal ini dapat dilakukan penelitian yang memungkinkan ditemukannya sesuatu yang sangat berguna bagi kehidupan manusia.
- b. *Nilai ekonomi*. Semua kebutuhan manusia diperoleh dari lingkungannya. Oleh karena itu, menjaga kelestarian berarti menjamin ketersediaan kebutuhan manusia secara berkesinambungan.
- c. *Nilai mental spiritual*. Alam yang serasi dan seimbang adalah alam yang indah dambaan setiap manusia. Kekaguman terhadap alam dapat meningkatkan keimanan kepada Tuhan Yang Maha Esa.
- d. *Nilai keindahan dan keselarasan*. Alam yang mengandung komponen-komponen ekosistem secara seimbang akan menjamin keselarasan proses yang terjadi di dalamnya.

Perlindungan dan pelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia telah dilaksanakan semenjak pemerintahan Hindia Belanda, tepatnya tahun 1912, yang berpusat di Bogor. Setelah merdeka, perlindungan alam dilaksanakan oleh Departemen Kehutanan dan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.

Perlindungan alam secara umum berarti melindungi semua komponen alam secara keseluruhan yang meliputi kesatuan flora, fauna,



Gambar 7.12 Harimau sumatra menjadi salah satu hewan yang dilindungi.
(Sumber: Encarta, 2006)



Gambar 7.13 *Rafflesia arnoldii*
(Sumber: Encarta, 2006)



dan tanahnya. Perlindungan alam secara umum dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu sebagai berikut.

- a. *Perlindungan alam ketat*. Keadaan alam dibiarkan menurut kehendak alam tanpa campur tangan manusia, kecuali jika diperlukan. Biasanya, daerah ini digunakan untuk kepentingan ilmiah atau penelitian, misalnya, Ujung Kulon dan Pulau Panaitan.
- b. *Perlindungan alam terbimbing*. Keadaan alam di suatu daerah tidak dilepaskan begitu saja, tetapi dibina oleh para ahli, misalnya, Kebun Raya Bogor.
- c. *Taman nasional*. Biasanya meliputi daerah yang luas, tidak boleh ada bangunan tempat tinggal, dan biasanya berfungsi sebagai tempat rekreasi. Ciri-ciri taman nasional, antara lain:
 - 1) tersedianya kawasan yang cukup luas bagi pengembangan satu atau lebih ekosistem yang tidak banyak dijajah oleh manusia. Dalam kawasan ini berkembang jenis tanaman dan hewan yang memiliki nilai ilmiah;
 - 2) karena kepentingannya yang khas bagi ilmu pengetahuan, pengelolaannya berada di tangan pemerintah;
 - 3) karena memiliki unsur ilmu pengetahuan dan daya tarik ilmiah, kawasan ini dapat dikunjungi dan dikelola untuk kemanfaatan manusia, tanpa mengubah ciri-ciri ekosistem.

Saat ini pemerintah Indonesia telah mengembangkan 14 taman nasional, antara lain, sebagai berikut.

- a. Taman Nasional Gunung Leuser terletak di Provinsi Sumatra Utara dan Provinsi Daerah Istimewa Aceh. Di tempat ini, sekurang-kurangnya ada 50 jenis anggota famili *Dipterocarpaceae* (meranti, keruing, dan kapur) dan beberapa jenis buah, seperti jeruk hutan (*Citrus macroptera*), durian hutan (*Durio exyleyanus*), buah limus (*Mangifera foetida*), rukem (*Flacuortia rukam*), serta flora langka *Rafflesia arnoldii* var *atjehensis* dan *Johannesteismannia altrifrons* (sejenis palem). Delapan puluh sembilan jenis satwa langka yang dilindungi, antara lain, gajah (*Elephas maximus*), beruang Malaya (*Ursus malayanus*), harimau sumatra, badak sumatra (*Dicerorhinus sumatrensis*), orang utan sumatra (*Pongo pygmaeus abelii*), kambing sumba, dan tapir (*Tapirus indicus*).
- b. Taman Nasional Kerinci Seblat terletak membentang di empat provinsi, yaitu Jambi, Sumatra Barat, Sumatra Selatan, dan Bengkulu. Jenis flora terutama famili *Dipterocarpaceae*, *Leguminosae*, dan *Liana*, juga terdapat tanaman langka, yaitu bunga bangkai *Amorphophallus titanum* dan *Rafflesia arnoldii*. Jenis lainnya adalah palem (*Livistona altissima*), anggrek (*Bilbophyllum sp.*, *Dendrobium sp.*), pasang (*Quercus*), dan kismis (*Podocarpus, sp.*). Jenis-jenis fauna yang dilindungi, antara lain, kelinci hutan, bangka ungko, rusa, harimau kumbang, badak Sumatra, gajah, tapir, muncak, kera ekor panjang, siamang, berang-berang, serta jenis burung dan reptilia.
- c. Taman Nasional Bukit Barisan Selatan membentang dari ujung selatan Provinsi Bengkulu sampai ujung selatan Provinsi Lampung. Jenis-jenis flora, antara lain, meranti (*Shorea sp.*), keruing (*Dipterocarpus*), pasang (*Quercus spp.*), damar (*Agathis alba*), kemiri (*Aleurutes mollucana*), pengarawang (*Hopea, spp.*), temu-temuan (*Zingiberaceae*), cemara gunung (*Cassuarina equisetifolia*),



Gambar 7.14 Badak bercula satu
(Sumber: *Encarta Encyclopedia*,
2006)

- mengkudu (*Morinda citrifolia*), dan *Rafflesia arnoldii*. Sementara itu, jenis fauna yang ada, antara lain, babi rusa, beruang madu, macan tutul, gajah, tapir, kijang, landak, ular sanca, dan berbagai jenis burung.
- d. Taman Nasional Ujung Kulon terletak di ujung paling barat Pulau Jawa. Taman nasional ini adalah habitat terakhir dari hewan-hewan yang terancam punah, seperti badak bercula satu (*Rhinoceros sondaicus*), banteng (*Bos sondaicus*), harimau loreng (*Panthera tigris*), Surili (*Presbytis aygula*), dan owa jawa (*Hylobathes moloch*).
 - e. Taman Nasional Gunung Gede – Pangrango terletak di Kabupaten Bogor, Cianjur, dan Sukabumi. Taman nasional ini mewakili hutan hujan tropis pegunungan di Jawa. Karena iklimnya lembap, kawasan ini didominasi oleh jenis paku-pakuan, misalnya, *Hymmenophyllaceae*, *Gleichenia*, *Gaulthenisa*, dan semak *Rhododendron*. Pohon raksasa yang ada ialah rasamala (*Altingia exelsa*) yang dapat mencapai tinggi 60 m. Di samping itu, juga terdapat bunga abadi yang tidak pernah layu, yaitu bunga *Anaphalis javanica*.
 - f. Taman Nasional Bromo Tengger Semeru membentang di Kabupaten Probolinggo, Malang, Pasuruan, dan Lumajang, Jawa Timur. Jenis tumbuhan yang spesifik adalah cemara gunung (*Cassuarina junghuniana*), sedangkan jenis fauna yang dilindungi adalah kijang, ayam hutan, babi hutan, ajak, rusa, dan macan tutul.
 - g. Taman Nasional Baluran terletak di ujung timur Pulau Jawa. Taman nasional ini merupakan contoh ekosistem dataran rendah kering, dengan musim kering yang panjang antara 4 – 9 bulan. Flora yang dilindungi di sana, antara lain, dadap biru (*Eythrina eudophylla*), pilang, kosambi, kemloko, widoro, klampis, kemiri, talok, wungur, laban, dan asam. Faunanya, antara lain, banteng, rusa, kerbau liar, ular piton, macan tutul, ajak, linsang, kijang, dan babi hutan.
 - h. Taman Nasional Tanjung Puting terletak di Kabupaten Kotawaringin Barat dan Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah. Taman ini menjadi pusat rehabilitasi orang utan sebelum dilepas ke alam. Jenis flora yang dilindungi adalah *Gluta renghas*, yaitu tanaman yang mengandung getah dan merusak saraf, serta durian (*Durio spp.*), sedangkan fauna yang ada, yaitu muncak, kucing hutan, musang, lutung merah, dan orang utan.

2. Pengawetan Hutan

Kalian mungkin sudah tahu bahwa hutan adalah ciptaan Tuhan yang merupakan sumber keanekaragaman hayati yang sangat besar manfaatnya bagi kehidupan manusia dan makhluk lainnya. Kalian sebagai generasi muda juga wajib memelihara keaslian hutan tersebut. Akan tetapi, akhir-akhir ini manusia cenderung mengulangi kesalahan dalam memperlakukan hutan. Hutan yang terpelihara dengan baik dapat memperkaya hidup manusia secara material dan spiritual sehingga manusia harus berusaha untuk memelihara semaksimal mungkin keanekaragaman hayati tersebut.

Adapun tujuan dari pengawetan hutan, antara lain, sebagai berikut.

- a. *Menjaga keanekaragaman hayati*, baik flora maupun fauna, dengan mencegah tindakan manusia yang dapat merusak macam-macam flora dan fauna yang masih asli.

- b. *Menjaga keseimbangan air di musim penghujan dan musim kemarau.* Humus menggemburkan tanah. Tanah yang gembur mampu menahan air hujan. Selain itu, pada musim kemarau, sungai dan sumur tetap berair karena air-air tanah itu keluar sebagai mata air.
- c. *Mencegah erosi.* Permukaan tanah mudah tererosi. Tanah terlindung oleh humus dan terikat akar. Pada saat terjadi hujan humus akan menghambat terlemparnya butiran-butiran tanah permukaan dari tempatnya sehingga terhindarlah dari erosi.
- d. *Mencegah banjir.* Terjadinya erosi akibat hutan gundul menyebabkan berkurangnya humus serta pendangkalan sungai dan danau sehingga dapat terjadi banjir pada musim penghujan.
- e. *Sumber perekonomian.* Penyediaan kayu untuk berbagai industri terpentin dan rotan merupakan hasil hutan yang sangat besar pengaruhnya terhadap perekonomian Indonesia.
Sementara itu, berbagai tindakan yang dapat dilakukan untuk pengawetan hutan adalah:
 - a. tidak melakukan penebangan pohon di hutan secara semena-mena, tetapi dilakukan dengan sistem tebang pilih,
 - b. mengusahakan agar penebangan pohon diimbangi dengan penanaman kembali,
 - c. mengadakan peremajaan hutan dan reboisasi, yaitu menanam kembali bekas hutan yang telah rusak, dan
 - d. mencegah kebakaran. Kerusakan hutan yang paling besar terjadi karena kebakaran. Jika terjadi kebakaran hutan, harus diusahakan pemadaman secepat mungkin.

3. **Perlindungan Margasatwa**

Untuk menjaga keanekaragaman hayati dan keseimbangan ekosistem, harus diusahakan agar tidak ada satu atau lebih komponen ekosistem yang mengalami kepunahan. Oleh sebab itu, usaha pelestarian keanekaragaman hayati harus dilakukan secara terpadu, artinya dalam suatu pelestarian itu, seluruh komponen ekosistem harus dilestarikan secara keseluruhan.

Sikap manusia sangat berpengaruh terhadap perlindungan satwa-satwa langka yang mulai terancam kepunahan ini. Manusia harus sadar bahwa makhluk hidup apa pun jika telah punah, keberadaannya di alam tidak dimungkinkan lagi.

Dalam usaha melestarikan hewan-hewan langka, cara yang ditempuh oleh berbagai pihak yang berkompeten adalah:

1. membuat undang-undang perburuan dengan aturan-aturannya yang meliputi batas-batas daerah perburuan, masa berburu, jumlah hewan yang boleh diburu, jenis hewan, umur, jenis kelamin hewan, dan yang paling penting adalah hasil buruan tidak untuk diperjualbelikan;
2. membiakkan hewan-hewan langka yang hampir punah, misalnya, dengan mengisolasi hewan-hewan tertentu, memelihara, dan membiakkannya, kemudian dilepaskan kembali ke asalnya;
3. memindahkan hewan langka yang hampir punah ke tempat lain yang habitatnya lebih sesuai dan lebih aman;
4. mengambil telur hewan-hewan tertentu pada saat tertentu untuk kemudian menetaskannya, membiakkannya, dan mengembalikannya ke habitat semula.

Latihan

1. Apakah penebangan hutan dapat berpengaruh terhadap keanekaragaman hayati?
2. Sebutkan usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk melestarikan keanekaragaman hayati!
3. Jelaskan perbedaan taman nasional, perlindungan alam ketat, dan perlindungan alam terbimbing!
4. Sebutkan usaha-usaha yang ditempuh oleh pemerintah untuk menjaga kelestarian hewan-hewan langka!
5. Sebutkan beberapa usaha manusia untuk mengoservasi keanekaragaman hayati!

Tugas

Bagaimana pendapat kalian tentang penggunaan kulit buaya atau kulit ular yang digunakan untuk pembuatan kerajinan tas, ikat pinggang, ataupun dompet? Apakah kalian setuju jika dikatakan bahwa kegiatan ini adalah peningkatan bidang industri? Bagaimana dengan kemungkinan terjadi kepunahan? Apakah tidak bertentangan dengan undang-undang perburuan? Uraikan pendapat kalian secara tertulis!



Info Biologi Berbagai Hewan dan Tumbuhan Langka yang Dilindungi

Di Indonesia terdapat berbagai macam hewan dan tumbuhan langka yang dilindungi oleh pemerintah, di antaranya, harimau Sumatra, buaya muara, elang bondol, orang utan sumatra, badak jawa, gajah sumatra, biawak, komodo, burung cenderawasih, penyu hijau, penyu sukamade, dan *Rafflesia arnoldii*.



merak



beo



kanguru



macan tutul



penyu



komodo

Gambar 7.15 Binatang-binatang langka yang dilindungi
(Sumber: Koleksi pribadi)

- a. Harimau Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*)
Harimau sumatra tersebar di seluruh Sumatra. Mulai dilindungi pada tahun 1973. Salah satu cara untuk melestarikannya ialah dengan penangkaran di suatu lokasi tertentu yang memenuhi persyaratan habitat alaminya. Diharapkan hal ini dapat dilakukan secara terpadu dan berfungsi sebagai pelestarian sumber keanekaragaman hayati, budaya, serta sebagai objek wisata dan sarana pendidikan. Pelestarian harimau ini dapat

kita lakukan dengan cara tidak memburu harimau, tetap mempertahankan hutan-hutan sebagai tempat tinggal harimau, ikut berperan serta dalam meneliti aspek-aspek yang terjadi pada harimau dan akibatnya terhadap manusia, serta mengadakan pelestarian dengan penangkaran harimau.

- b. Orang utan di Sumatra (*Pongo pigmaeus*)
Orang utan dilindungi sejak tahun 1931 dengan Undang-Undang Ordonansi Binatang Liar No. 34 dan B. 36 yang menyatakan bahwa terhadap binatang yang telah dilindungi dilarang untuk ditangkap atau diburu, dipelihara, atau diperjualbelikan. Salah satu yang masuk dalam daftar tersebut adalah orangutan. Akhir-akhir ini jumlah orangutan semakin berkurang karena banyaknya perburuan liar. Jika keadaan ini dibiarkan terus-menerus, orang utan terancam punah.
- c. Gajah Sumatra (*Elephas maximus sumatranus*)
Gajah merupakan satwa langka yang menjadi kebanggaan nasional. Gajah dilindungi sejak tahun 1931. Untuk menyelamatkan dan melestarikan gajah dan satwa langka lain, di Sumatra telah ditunjuk kawasan konservasi alam. Kawasan ini diharapkan dapat memberikan tempat hidup yang aman bagi gajah serta hewan langka yang lain karena tidak akan diganggu oleh manusia.

(Sumber: *Khazanah Flora dan Fauna Nusantara*)

Rangkuman

1. a. Keanekaragaman hayati terjadi karena adanya perbedaan faktor genetik dan faktor lingkungan di sekitarnya.
b. Setiap sistem lingkungan memiliki keanekaragaman yang berbeda. Keanekaragaman hayati ditunjukkan, antara lain, oleh variasi bentuk, ukuran, jumlah (frekuensi), warna, dan sifat-sifat lain makhluk hidup, sedangkan keseragaman adalah ciri yang sama yang terdapat dalam satu spesies.
2. Keanekaragaman hayati dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis, dan keanekaragaman ekosistem.
3. Keanekaragaman hayati di Indonesia termasuk dalam golongan tertinggi di dunia, jauh lebih tinggi daripada Amerika dan Afrika tropis, apalagi jika dibandingkan dengan negara yang beriklim sedang dan dingin. Di Indonesia dikenal beberapa bioma, yaitu:
 - a. hutan hujan,
 - b. hutan musim,
 - c. savana, dan
 - d. padang rumput.
4. Faktor-faktor yang menyebabkan kepunahan makhluk adalah perusakan habitat, penggunaan pestisida, pencemaran, perubahan tipe tumbuhan, penebangan, dan seleksi. Sementara itu, aktivitas manusia untuk meningkatkan dan melestarikan keanekaragaman hayati adalah penghijauan, pembuatan taman kota, pemuliaan, serta pembiakan *insitu* dan *exsitu*.
5. Usaha-usaha yang dilakukan oleh manusia untuk mengonservasi keanekaragaman hayati (flora dan fauna) agar tidak sampai pada

kepunahan adalah dengan upaya perlindungan dan pelestarian flora dan fauna, baik pada flora dan fauna itu sendiri maupun pada habitat dan ekosistemnya, dengan cara, antara lain, mendirikan cagar alam, taman nasional, hutan wisata, taman laut, hutan lindung, kebun raya, melakukan tebang pilih, dan aforestasi.

Istilah Penting

Ekosistem	Fauna
Flora	Habitat
Keanekaragaman hayati	Konservasi

Refleksi Diri

1. Setelah mempelajari materi tentang keanekaragaman hayati, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai, atau sangat menguasai* untuk:
 - a. merumuskan konsep keseragaman dan keberagaman dari makhluk hidup melalui kegiatan pengamatan terhadap lingkungan sekitar;
 - b. membandingkan ciri keanekaragaman hayati pada tingkat gen, jenis, dan ekosistem;
 - c. mengidentifikasi kegiatan manusia yang memengaruhi keanekaragaman hayati;
 - d. mengomunikasikan keanekaragaman hayati Indonesia dan usaha pelestarian serta pemanfaatan sumber daya alam?
2. Dari materi dan beberapa kegiatan tentang keanekaragaman hayati, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

*keanekaragaman hayati
keseragaman
endemik*

*kerusakan lingkungan
upaya pelestarian*



Uji Kompetensi

I. Pilihlah salah satu jawaban yang benar!

1. Di bawah ini yang *bukan* merupakan hewan-hewan yang dilindungi pemerintah adalah
 - a. kuda
 - b. komodo
 - c. tupai
 - d. gajah
 - e. harimau
2. Makhluk hidup dikelompokkan dalam spesies yang sama jika
 - a. mempunyai makanan yang sama
 - b. mempunyai ciri morfologi yang sama
 - c. hasil perkawinannya adalah keturunan yang fertil
 - d. mempunyai ciri fisiologi yang sama
 - e. hasil perkawinannya adalah keturunan yang sama dengan induknya

3. Irian dan Maluku masuk dalam wilayah tipe
 - a. Oriental
 - b. Afrika
 - c. Eropa
 - d. Australia
 - e. Peralihan
4. Ekosistem yang stabil dapat diindikasikan dari tingginya tingkat keanekaragaman hayati. Hal ini karena
 - a. terjadinya secara alami
 - b. merupakan hasil interaksi antara faktor biotik dan abiotik
 - c. merupakan hasil interaksi antarmakhluk hidup sehingga terjadi keseimbangan
 - d. dijaga oleh manusia
 - e. perubahan tidak mungkin terjadi
5. Orang utan, badak bercula satu, dan beraneka jenis primata hidup di daerah tipe
 - a. Oriental
 - b. Afrika
 - c. Eropa
 - d. Australia
 - e. Peralihan
6. Suatu daerah yang dibiarkan apa adanya sebagai suatu ekosistem yang bebas dari segala macam eksploitasi disebut
 - a. suaka margasatwa
 - b. cagar alam
 - c. taman bunga
 - d. taman nasional
 - e. kebun raya
7. Suatu komunitas yang terdiri dari berbagai komponen makhluk hidup yang menjadi suatu sistem yang saling berinteraksi disebut
 - a. ekologi
 - b. komunitas
 - c. famili
 - d. ekosistem
 - e. habitat
8. Keanekaragaman hayati timbul karena dipengaruhi faktor
 - a. dari dalam
 - b. adaptasi yang dilakukan makhluk hidup
 - c. lingkungan
 - d. lingkungan dan gen
 - e. makanan
9. Hubungan antara kelestarian alam dan kehidupan manusia adalah
 - a. tingginya kekayaan alam menunjukkan kekayaan negara
 - b. kepedulian lingkungan yang tidak sebatas negara dapat menyatukan umat manusia
 - c. alam yang baik menunjukkan tingkat pendidikan manusia untuk mengerti pentingnya alam bagi makhluk hidup
 - d. kelestarian alam menunjukkan besarnya penghargaan manusia terhadap alam sehingga kebutuhan hidupnya dapat terpenuhi tanpa merusak alam
 - e. kelestarian alam erat kaitannya dengan baiknya perekonomian
10. Orang utan dan gajah mulai dilindungi sejak tahun
 - a. 1932
 - b. 1931
 - c. 1933
 - d. 1972
 - e. 1971

11. Harimau sumatra mulai dilindungi pada tahun
 - a. 1932
 - b. 1931
 - c. 1933
 - d. 1972
 - e. 1971
12. Undang-undang ordonansi binatang liar yang melarang perburuan binatang yang dilindungi adalah undang-undang nomor
 - a. 33 dan 34
 - b. 34 dan 35
 - c. 33 dan 35
 - d. 35 dan 36
 - e. 34 dan 36
13. Berikut ini yang *bukan* merupakan peraturan tentang perburuan adalah
 - a. hewan-hewan yang boleh diburu
 - b. membuat surat izin
 - c. melarang berburu hewan langka
 - d. tidak membolehkan menangkap hewan yang hamil
 - e. batas-batas daerah perburuan
14. Keanekaragaman hayati yang belum tersentuh adalah
 - a. hutan tropis
 - b. hutan hujan tropis
 - c. hutan bakau
 - d. hutan subtropis
 - e. hutan lindung
15. Tempat perlindungan tanaman yang juga menjadi tempat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan adalah
 - a. suaka margasatwa
 - b. cagar alam
 - c. taman bunga
 - d. taman nasional
 - e. kebun raya
16. Seluruh keragaman genetika yang ada dalam sebuah populasi disebut
 - a. suaka
 - b. habitat
 - c. genus
 - d. ekosistem
 - e. plasma nutfah
17. Menghentikan suatu daerah yang bukan hutan sebagai pengganti hutan yang digunakan untuk kepentingan lain yang lebih besar manfaatnya disebut dengan
 - a. aforestasi
 - b. reboisasi
 - c. erosi
 - d. penghijauan
 - e. rehabilitasi
18. Pemerintah mengizinkan pihak asing untuk ikut melestarikan alam Indonesia karena
 - a. keterbatasan dana yang dimiliki pemerintah
 - b. pengaruh kekayaan alam Indonesia terhadap ekosistem dunia
 - c. pemerintah ingin mendapatkan devisa
 - d. keinginan pemerintah untuk mempromosikan kekayaan alam Indonesia
 - e. keterbatasan ahli di dalam negeri
19. Dalam rantai makanan, tumbuhan berfungsi sebagai
 - a. konsumen tingkat I
 - b. konsumen tingkat II
 - c. konsumen tingkat III
 - d. produsen
 - e. pemangsa
20. Dalam rantai makanan, karnivor bertindak sebagai
 - a. konsumen tingkat I
 - b. konsumen tingkat II
 - c. konsumen tingkat III
 - d. produsen
 - e. pemangsa

II. Pilihlah!

- (A) Jika (1), (2), dan (3) yang benar
- (B) Jika (1) dan (3) yang benar
- (C) Jika (2) dan (4) yang benar
- (D) Jika (4) saja yang benar
- (E) Jika semuanya salah

1. Keanekaragaman hayati dapat dibedakan menjadi
(1) keanekaragaman gen (3) keanekaragaman ekosistem
(2) keanekaragaman jenis (4) keanekaragaman jaringan
2. Keanekaragaman hayati di Indonesia melebihi dua daerah, di antaranya adalah
(1) Amerika (3) Afrika tropis
(2) Eropa (4) Australia
3. Di Indonesia terdapat beberapa bioma, antara lain
(1) hutan lindung (3) hutan musim
(2) hutan hujan (4) savana
4. Hutan agathis campuran terletak pada ketinggian
(1) > 1000 (3) > 500
(2) > 1500 (4) > 2500
5. Pemanfaatan SDA secara berlebihan akan berdampak terhadap ...
(1) kepunahan
(2) peningkatan pendapatan negara
(3) kerusakan keanekaragaman hayati
(4) terpenuhinya kebutuhan
6. Pembagian fauna menjadi dua berdasarkan adanya
(1) Paparan Sunda (3) Paparan Sahul
(2) garis weber (4) garis wallace
7. Di bawah ini yang merupakan fauna di daerah Oriental adalah
(1) kuskus, rodensial, dan oposum
(2) ayam hutan berdada merah dan jalak bali
(3) kanguru dan burung berwarna indah
(4) orang utan dan kukang
8. Faktor-faktor penyebab punahnya keanekaragaman hayati adalah...
(1) reboisasi (3) *insitu*
(2) pemuliaan (4) penggunaan pestisida
9. Faktor-faktor yang dapat memelihara keanekaragaman hayati adalah
(1) penghijauan (3) *insitu* dan *exsitu*
(2) pembuatan taman kota (4) seleksi
10. Upaya pelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia dapat dilakukan dengan cara
(1) perlindungan alam (3) pengawetan hutan
(2) pembelian hewan langka (4) pembelian tumbuhan langka

IV. Jawablah dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan hewan-hewan langka yang hampir punah dan dilindungi di Indonesia!
2. Sebutkan usaha-usaha yang dilakukan manusia dalam melestarikan keanekaragaman hayati!
3. Sebutkan tiga tipe keanekaragaman hayati!
4. Apa sajakah isi undang-undang yang mengatur perburuan?
5. Sebagai masyarakat awam, usaha apakah yang dapat membantu melestarikan lingkungan, hewan, dan tumbuh-tumbuhan langka?

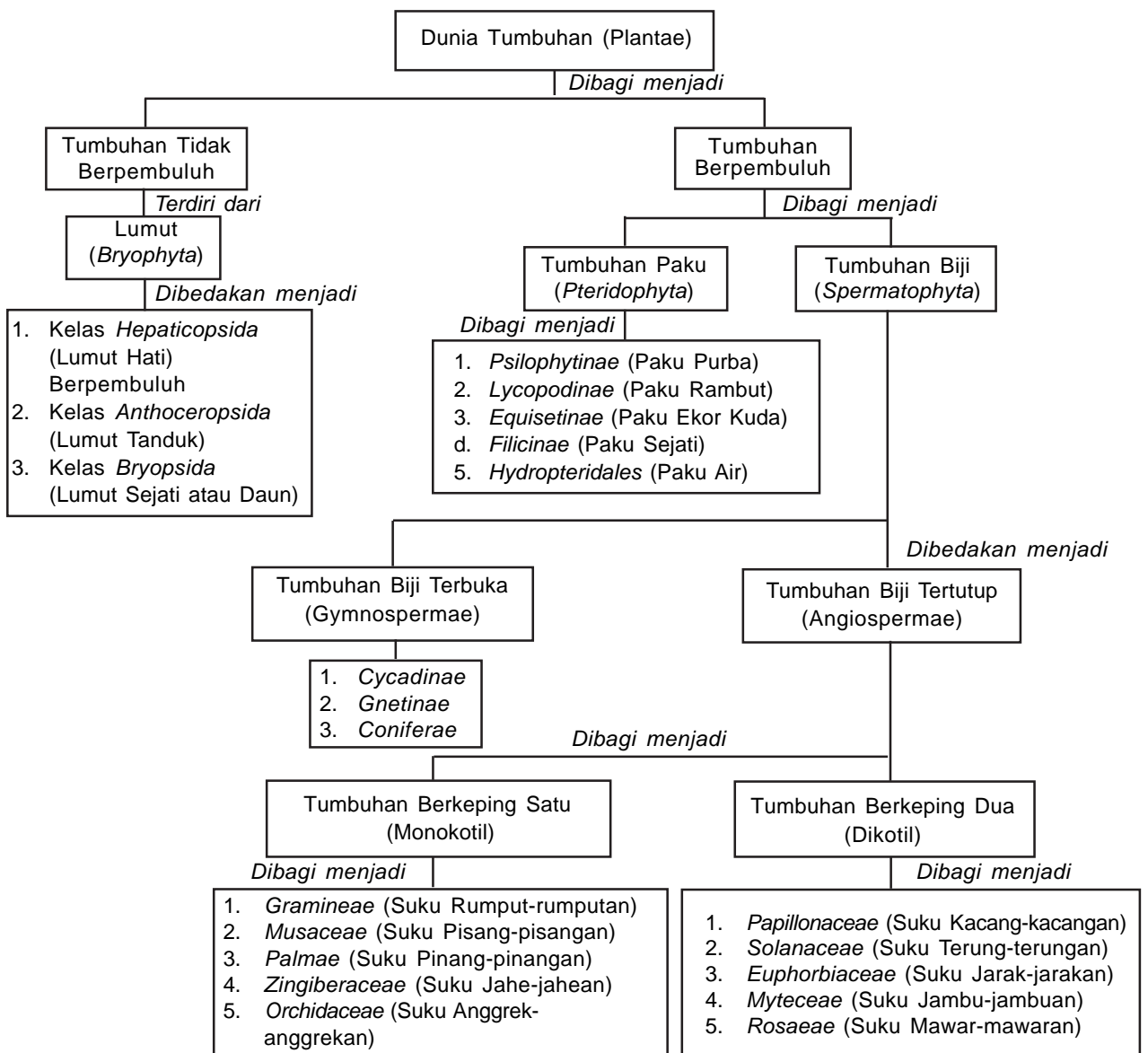
Bab 8

Dunia Tumbuhan

Tujuan

Mendeskripsikan ciri-ciri divisio dalam dunia tumbuhan dan peranan bagi kehidupan manusia

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang dunia tumbuhan.



Di alam ini terdapat lebih dari 300.000 jenis tumbuh-tumbuhan. Berbagai tumbuhan tersebut dapat diklasifikasikan menjadi sejumlah divisi. Divisi dibagi lagi pada tingkatan yang lebih rendah meliputi kelas, bangsa, suku, marga, dan jenis. Masing-masing diberi nama sesuai dengan Kode Internasional Tata Nama Tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai sarana referensi dan indikasi untuk kategori nama takson yang sesuai.

Tumbuhan (*plantae*) merupakan makhluk hidup yang telah memiliki akar, batang, dan daun sejati. Tumbuhan ini bersifat eukariot, multiseluler, mengandung klorofil, dapat melakukan fotosintesis, memiliki alat reproduksi multiseluler, dapat bereproduksi secara seksual dan aseksual, ada pergantian generasi, serta dinding selnya tersusun dari selulosa. Biasanya hidup di daratan (tanah) dan berfungsi sebagai sumber utama oksigen bagi atmosfer bumi.

Pada klasifikasi makhluk hidup dalam lima kingdom, makhluk hidup yang termasuk dalam kingdom *Plantae* adalah tumbuhan lumut, tumbuhan paku, dan tumbuhan biji. Berdasarkan perbedaan dan persamaan morfologinya, tumbuhan terbagi menjadi dua kelompok besar, yaitu kelompok tumbuhan tidak berpembuluh dan kelompok tumbuhan yang berpembuluh. Pembuluh ini berfungsi untuk mengalirkan sari-sari makanan ke seluruh tubuh.

A. Tumbuhan Tidak Berpembuluh

Tumbuhan ini disebut tumbuhan tidak berpembuluh karena tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati. Tumbuhan ini tidak mempunyai saluran atau pembuluh yang khusus untuk mengalirkan zat makanan, air, garam, dan mineral ke seluruh bagian tubuh. *Bryophyta* (lumut) dan *Lichenes* (lumut kerak) merupakan tumbuhan yang termasuk dalam kelompok ini.

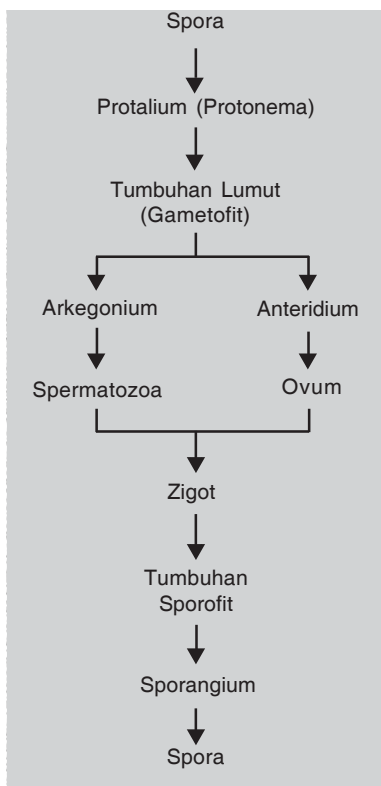
1. *Bryophyta* (Lumut)

Tumbuhan yang termasuk dalam divisi *Bryophyta* mempunyai beberapa ciri, antara lain, telah mempunyai lapisan pelindung (kutikula dan gametangia), struktur tubuhnya mempunyai generasi gametofit, sperma diproduksi oleh anteridium dan ovum diproduksi oleh arkegonium. Lumut biasa hidup di tempat-tempat yang lembap dan tidak terkena cahaya matahari, seperti dinding bata basah, tebing, atau di kulit kayu yang lembap. Tumbuhan lumut belum mempunyai batang, daun dan akar yang sebenarnya, tetapi sudah memiliki buluh-buluh halus semacam akar yang disebut *rizoid*. Selain itu, lumut juga sudah memiliki klorofil.

Perkembangbiakan Lumut

Lumut dapat berkembang biak dengan cara aseksual dan seksual. Kedua pembiakan tersebut berlangsung silih berganti sehingga terjadi pergantian keturunan atau pergiliran keturunan (*metagenesis*). Tumbuhan yang menghasilkan sel kelamin (gametofit) pada umumnya lebih menonjol daripada tumbuhan yang menghasilkan spora (sporofit). Pada tumbuhan lumut-lumutan, gametofit lebih menonjol. Jika pada satu tumbuhan terjadi pergantian dari sporofit ke gametofit atau sebaliknya, tumbuhan tersebut dikatakan melakukan *metagenesis*.

Metagenesis diawali dengan berkecambahnya spora yang sangat kecil (haploid) menjadi *protalium* (protonema). Protonema ada yang tumbuh menjadi besar dan ada yang tidak tumbuh. Di dalam protonema



terdapat kuncup yang tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan lumut (gametofit). Tumbuhan lumut merupakan lembaran-lembaran daun (*hepaticae*). Ada juga yang memiliki habitus seperti pohon kecil dilengkapi batang dan daun (*musci*), akar bukan akar sejati, tetapi hanya berupa benang-benang menyerupai akar yang disebut rizoid. Pada tumbuhan lumut (gametofit) dibentuk gametangium, yaitu sel kelamin jantan (spermatozoid) dan sel kelamin betina (ovum). Sel kelamin jantan ini dihasilkan oleh *anteridium* dan sel kelamin betina dihasilkan oleh *arkegonium*. Peleburan spermatozoid dan ovum akan menghasilkan zigot yang terus berkembang menjadi embrio yang diploid. Embrio kemudian akan tumbuh menjadi suatu badan yang bulat dengan tangkai pendek atau panjang yang disebut *sporogonium* (tumbuhan sporofit). Dalam bagian yang bulat tersebut dibentuk spora sehingga sering disebut dengan kapsul spora yang identik dengan sporogonium. Spora akan terkumpul dalam kotak spora (*sporangium*). Jika spora jatuh di tempat yang lembap dan sesuai dengan tempat tumbuhnya, spora akan tumbuh menjadi protonema dan protonema akan tumbuh menjadi tumbuhan lumut dan begitu seterusnya.

Beberapa jenis lumut dapat bersifat kosmopolit karena dapat ditemukan di berbagai tempat. Selain itu, bentuk dan ukuran lumut juga sangat beragam. Berdasarkan bentuk tubuhnya, lumut dapat dibedakan menjadi dua kelas, yaitu lumut hati (*Hepaticopsida*), lumut tanduk (*Anthoceropsida*), dan lumut sejati (*Bryopsida*).

a. Kelas *Hepaticopsida* (Lumut Hati)

Lumut hati biasa hidup di tempat yang basah sehingga tubuhnya berstruktur *higromorf*. Ada juga yang hidup di tempat-tempat yang sangat kering, seperti di kulit pohon, di atas tanah, atau batu cadas sehingga tubuhnya berstruktur *xeromorf*. Di dalam tubuh lumut terdapat alat penyimpan air sehingga dalam keadaan kekeringan tidak mengakibatkan lumut mati.

Lumut hati merupakan tumbuhan penutup tanah yang daunnya berbentuk lembaran-lembaran yang berkelok di bagian pinggirnya, memiliki semacam akar yang tumbuh dari permukaan bawah tumbuhan hidup di tempat yang lembap, dan tidak terkena cahaya matahari. Protonema lumut hati kebanyakan hanya berkembang menjadi suatu buluh pendek dan sebagian besar lumut hati memiliki sel yang mengandung minyak astri.

Lumut hati dapat berkembang biak secara aseksual dengan pembentukan kuncup atau *gemma* dan secara seksual dengan pembentukan anteridium penghasil sperma dan pembentukan arkegonium penghasil ovum. Lumut hati juga mengalami pergiliran keturunan (*metagenesis*).

Marchantiales

Marchantiales terbagi dalam dua suku, yaitu suku *Marchantiaceae* dan suku *Ricciaceae*. Sebagai contoh dapat diambil dari suku *Marchantiaceae*, yaitu *Marchantia polymorpha*. Lumut ini mempunyai bentuk talus yang menyerupai pita, agak tebal, berdaging, cabang menggarpu, serta rusuk tengah tidak begitu jelas dan menonjol. Bagian bawah talus terdapat sisik perut dan rizoid. Bagian atas talus dilindungi oleh lapisan kutikula sehingga tidak dapat ditembus air dan terlihat berpetak-petak. Pada bagian petak terdapat ruang udara, di tengah



Gambar 8.1 *Marchantia polymorpha*

(a) Anteridiofor pendukung anteridium

(b) Arkegoniophor pendukung arkegonium

(Sumber: *Taksonomi Tumbuhan*, 2005)

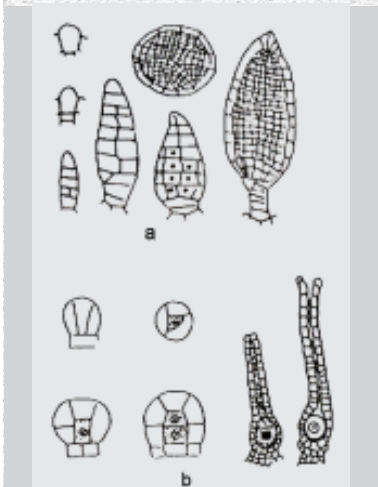
petak terdapat liang udara yang menghubungkan dengan udara luar. Pada dasarnya terdapat kloroplas dan tempat berlangsungnya fotosintesis. Cadangan makanan ditimbun pada jaringan talus yang tidak mengandung klorofil.

Perkembangbiakan secara aseksual pada gametofit dilakukan dengan pembentukan kuncup-kuncup eram. Gametangium *Marchantiales* berupa cabang talus yang berdiri tegak, bagian bawah cabang menggulung, dan dalam gulungan tersebut terdapat rizoid. Bagian atas cabang bercabang menggarpu dan akhirnya membentuk badan menyerupai bintang. Anteridium dan arkegonium terletak pada tempat terpisah.

Pendukung anteridium disebut *anteridiofor*, berbentuk menyerupai tangkai dengan cakram bertoreh delapan pada ujungnya, dan di atas cakram terdapat ruangan mirip botol yang bermuara ke atas. Ruang-ruangan ini berisi anteridium. Antarruangan dipisahkan oleh jaringan yang mengandung ruang udara. Spermatozoid dihasilkan di dalam anteridium. Jika anteridium telah masak, sel dindingnya akan menjadi lendir dan mengembang hingga akhirnya spermatozoid akan keluar dan terkumpul dalam suatu tetes air hujan yang terletak di atas anteridiofor.

Pendukung arkegonium disebut *arkegoniofor*. Berbentuk seperti bintang dengan kaki berjumlah 9, tepi melipat ke bawah yang mengakibatkan sisi atas bagian arkegoniofor, dan menghadap ke bawah. Kondisi ini menyebabkan arkegonium seolah-olah berada di sisi bawah badan bintang tadi. Letak arkegonium dan arkegoniofor berderet menurut arah jari-jari yang dilindungi oleh selaput bergigi yang disebut *periketium*. Sel telur diproduksi di dalam arkegonium.

Pembuahan terjadi pada musim hujan. Pada saat itu, percikan air hujan yang mengandung spermatozoid terlempar dari anteridiofor ke arkegoniofor. Hasil pembuahan berupa zigot yang akan berkembang menjadi embrio bersel banyak akhirnya membentuk sporogonium bertangkai pendek, kecil, berbentuk bulat, dan berwarna hijau. Sel teratas membentuk kapsul spora dan sel bawah membentuk tangkai dan kaki sporogonium. Kapsul spora *Marchantiales* dapat menghasilkan beratus-ratus spora. Jika jatuh di tempat yang sesuai, spora ini akan berkecambah membentuk protonema dan seterusnya. Contoh lumut yang termasuk suku *Marchantiaceae* adalah *Marchantia polymorpha*, *M. geminata*, dan *Reboulia hemisphaerica*, sedangkan yang termasuk suku *Ricciaceae* adalah *Riccia fluitans*, *R. nutans*, dan *R. trichocarpa*.



Gambar 8.2

- (a) Pembentukan anteridium
- (b) Pembentukan arkegonium pada *Marchantiales*

(Sumber: *Taksonomi tumbuhan*, 2005)

b. Kelas *Anthoceroopsida* (Lumut Tanduk)

Anthocerotales (lumut tanduk) biasa hidup melekat di atas tanah dengan perantara rizoidnya. Lumut tanduk mempunyai talus yang sederhana dan hanya memiliki satu kloroplas pada tiap selnya. Pada bagian bawah talus terdapat stoma dengan dua sel penutup.

Lumut tanduk juga mengalami pergiliran keturunan (metagenesis) ketika fase sporofit dan fase gametofit terjadi secara bergiliran. Susunan sporogonium lumut tanduk lebih rumit jika dibandingkan dengan lumut hati lainnya. Gametofitnya mempunyai cakram dan tepi bertoreh. Sepanjang poros bujurnya terdapat sederetan sel mandul yang disebut *kolumela*. *Kolumela* dilindungi oleh arkespora penghasil spora. Dalam arkespora, selain spora, juga dihasilkan sel mandul yang disebut *elatera*.

Tidak seperti lumut hati lainnya, masaknya kapsul spora pada sporogonium lumut tanduk tidak bersamaan, tetapi berurutan dari bagian atas sampai pada bagian bawah.

Contoh lumut tanduk adalah *Anthoceros laevis*, *A. fusiformis*, dan *Notothulus valvata*.

c. Kelas *Bryopsida* (Lumut Sejati)

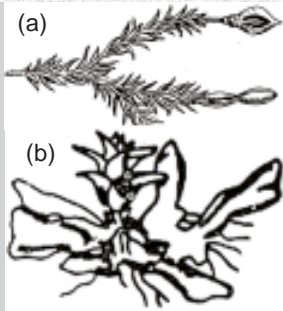
Lumut sejati juga disebut dengan lumut daun. Kurang lebih terdapat 12.000 jenis lumut daun yang ada di alam ini. Lumut daun dapat tumbuh di tanah-tanah gundul yang secara periodik mengalami kekeringan, di atas pasir bergerak, di antara rumput-rumput, di atas batu cadas, batang pohon, di rawa-rawa, dan sedikit yang terdapat di dalam air.

Di daerah kering, badan lumut ini dapat berbentuk seperti bantalan, sedangkan yang hidup di tanah hutan dapat berbentuk seperti lapisan permadani. Lumut di daerah lahan gambut dapat menutupi tanah sampai beribu kilometer. Lumut ini hampir tidak pernah mengisap air dari dalam tanah, tetapi justru banyak melindungi tanah dari penguapan air yang terlalu besar. Lumut daun merupakan tumbuhan yang berdiri tegak, kecil, dan letak daunnya tersusun teratur mengelilingi tangkainya seperti spiral.

Pada tempat yang sesuai, spora akan berkecambah membentuk protonema. Protonema ini terdiri atas benang berwarna hijau, fototrof, bercabang-cabang, dan dapat dilihat dengan mata biasa karena mirip seperti hifa cendawan. Dari protonema, muncul rizoid yang masuk ke dalam tanah. Pada keadaan cukup cahaya, protonema akan membentuk kuncup yang dapat berkembang menjadi tumbuhan lumut. Terjadinya kuncup diawali dengan adanya tonjolan-tonjolan ke samping pada cabang protonema. Lama-kelamaan pada ujungnya akan terjadi sel berbentuk piramida yang meristematik. Jika sel piramida terputus, akan tumbuh anakan baru dari sel tersebut. Terbentuknya banyak kuncup menyebabkan tumbuhan lumut tersusun seperti rumput. Alat kelamin *Musci* terkumpul pada ujung batang atau ujung cabang dan dikelilingi oleh daun paling atas. Ada yang berumah satu dan ada yang berumah dua.

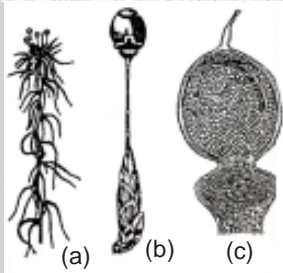
Pada *Musci*, kapsul sporanya memiliki kolumela yang terletak di tengah dan dikelilingi oleh ruang yang berisi spora. Pada sporogonium muda, ruang sporanya diselimuti oleh jaringan asimilasi dan dibatasi oleh epidermis dari udara luar. *Kolumela* inilah yang berfungsi sebagai pemberi makanan dan penyimpan air bagi spora yang baru terbentuk. Di bawah kapsul spora terdapat mulut kulit. Susunan kapsul yang telah masak sangat khusus. Hal ini ditandai dengan mudahnya kapsul pecah sehingga spora terhambur keluar. Dengan bantuan seta, kapsul dapat terangkat sehingga spora yang terhambur mudah tertiuip angin. Perkembangan embrio lebih cepat dari perkembangan dinding sel arkegonium sehingga embrio bertambah panjang dan menyebabkan robeknya dinding arkegonium. Bagian atas yang tetap menyelubungi kapsul spora disebut *kaliptra* dan bagian bawahnya sebagai sarung pada pangkal seta yang disebut *vaginula*.

Contoh *Musci* adalah *Andreaea petrophila*, *A. rupestris*, *Sphagnum fimbriatum*, *S. squarrosum*, *S. acutifolium*, *Polytrichum commune*, *Hypnodendron reinwardtii*, *Mniodendron divaricatum*, *Pogonatum cirrhatum*, dan *Georgia pellucida*.



Gambar 8.3 (a) *Andreaea rupestris*; (b) *Sphagnum* (Sphagnaces)

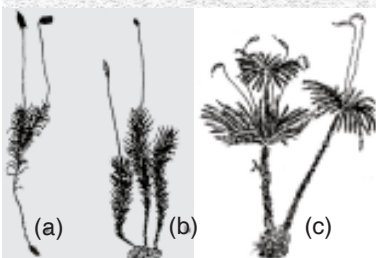
(Sumber: *Taksonomi tumbuhan*, 2005)



Gambar 8.4

(a) *Sphagnum fimbriatum*;
(b) *Sphagnum squarrosum*; (c)
Sphagnum acutifolium

(Sumber: *Taksonomi Tumbuhan*, 2005)



Gambar 8.5

(a) *Polytrichum commune*
(b) *Pogonatum*
(c) *Mniodendron divaricatum*
dan kapsul spora
(Sumber: *Taksonomi Tumbuhan*, 2005)

Latihan

1. Sebutkan ciri-ciri tumbuhan tak berpembuluh!
2. Sebutkan perbedaan *Bryophyta* dan *Lichenes*!
3. Di manakah tempat yang sering ditumbuhi lumut?

4. Mengapa lumut kerak disebut sebagai tumbuhan perintis?
5. Apakah tumbuhan lumut bermanfaat bagi manusia? Jelaskan!

Tugas

Buatlah gambar tentang pergiliran pada tumbuhan lumut sesuai dengan diagram pergiliran keturunan pada tumbuhan lumut! Diskusikan gambar yang kamu buat dengan teman kelompokmu!

B. Tumbuhan Berpembuluh

Tumbuhan berpembuluh merupakan tumbuhan yang lebih sempurna daripada tumbuhan tidak berpembuluh karena telah memiliki akar, batang, dan daun. Selain itu, juga telah memiliki pembuluh yang merupakan jaringan pengangkut. Jaringan pengangkut berupa dua pembuluh, yaitu pembuluh *xilem* dan pembuluh *floem*. *Xilem* berfungsi untuk menyerap air dan garam mineral dari dalam tanah dan diangkut ke daun. *Floem* berfungsi untuk mengangkut sari makanan hasil fotosintesis dan mengedarkannya ke seluruh tubuh tanaman.

Tumbuhan berpembuluh ini terdiri atas dua kelompok, yaitu tumbuhan paku (*Pteridophyta*) dan tumbuhan biji (*Spermatophyta*). Tumbuhan biji dibagi lagi menjadi tumbuhan berbiji terbuka (*gymnospermae*) dan tumbuhan berbiji tertutup (*angiospermae*).

1. Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang telah memiliki kormus atau tumbuhan yang sudah mempunyai akar, batang, dan daun sejati, juga telah memiliki jaringan pengangkut *xilem* dan *floem* yang terdapat pada daun, batang, dan akarnya. Tumbuhan paku dapat hidup di atas tanah atau batu, menempel di kulit pohon (epifit), di tepi sungai di tempat-tempat yang lembap (higrofit), hidup di air (hidrofit), atau di atas sampah atau sisa tumbuhan atau hewan (saprofit).

Sebagian besar tumbuhan paku mempunyai batang yang tumbuh di dalam tanah yang disebut *rhizoma*. Daun mulai tumbuh dari *rhizoma* tersebut. Daun paku muda ujungnya selalu menggulung. Daun paku dewasa terdiri atas daun fertil dan daun steril. Daun steril adalah daun yang tidak ada bintil-bintil hitam di permukaan bawah daunnya. Daun ini disebut juga daun mandul. Daun fertil adalah daun paku yang di permukaan bawah daunnya terdapat bintil-bintil kehitaman. Daun ini disebut juga daun subur. Bintil-bintil kehitaman yang terletak di permukaan bawah daun ini adalah kumpulan sporangium yang disebut *sorus*.



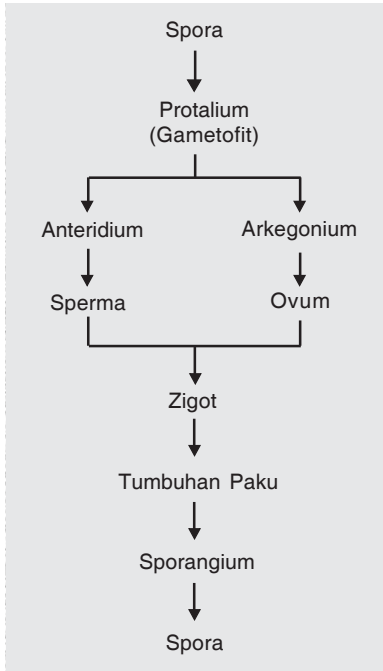
Gambar 8. 6

Sorus pada tumbuhan paku
(Sumber: Koleksi pribadi, 2006)

a. Cara Berkembang Biak Tumbuhan Paku

Alat perkembangbiakan tumbuhan paku yang utama adalah spora. Tumbuhan paku dapat berkembang biak secara aseksual dan seksual. Seperti pada tumbuhan lumut, daur perkembangbiakan tumbuhan paku juga mengalami pergiliran keturunan. Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan menggunakan rizom atau pertunasan dan secara seksual terjadi secara pergiliran keturunan antara dua generasi.

Pergiliran keturunan pada tumbuhan paku terjadi secara bergantian antara generasi sporofit dan generasi gametofit. Generasi sporofit adalah tumbuhan paku itu sendiri, yaitu tumbuhan paku (sporofit) yang

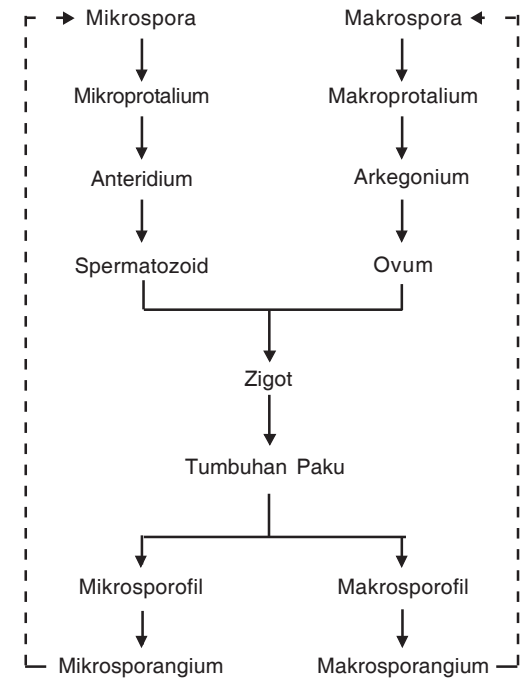
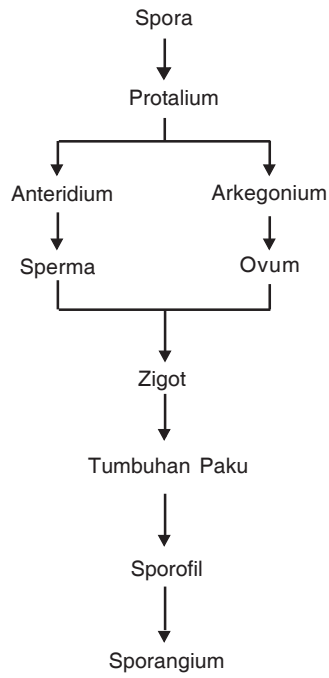
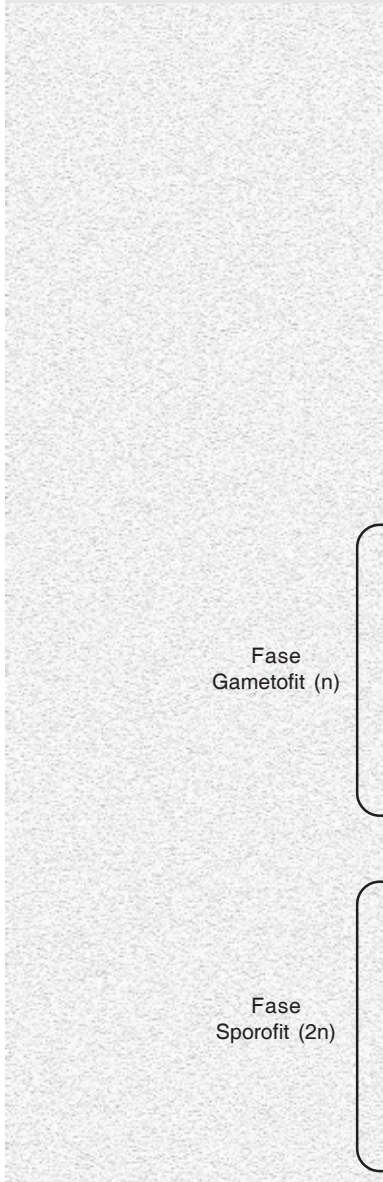


menghasilkan spora. Tumbuhan paku (sporofit) dapat tumbuh dan bertunas melakukan perkembangbiakan secara asexual. Spora yang dikeluarkan dari sporangium dan jatuh di tempat yang sesuai akan berkembang menjadi *protalium*.

Protalium adalah *gametofit* pada tumbuhan paku. Protalium berumur lebih pendek daripada sporofit. Protalium berbentuk seperti jantung, berwarna hijau, dan melekat pada substratnya dengan rizoid. Protalium akan berkembang menjadi anteridium dan arkegonium. Anteridium menghasilkan sperma, sedangkan arkegonium menghasilkan ovum. Pembuahan hanya berlangsung jika ada air. Peleburan sperma dan ovum menghasilkan zigot. Zigot akan tumbuh menjadi tumbuhan paku yang diploid. Tumbuhan paku dewasa akan menghasilkan spora. Spora akan tumbuh lagi menjadi protalium dan begitu seterusnya hingga berulang siklus pergiliran keturunan.

Kebanyakan tumbuhan paku (*Filicinae*) mempunyai spora dengan sifat-sifat yang sama dan setelah berkecambah, menghasilkan protalium yang mempunyai anteridium dan arkegonium. Jenis paku yang menghasilkan spora yang sama besar dan berumah satu disebut dengan paku *homospor* atau *isospor*. Akan tetapi, pada tumbuhan paku lainnya, seperti *Selaginellales* dan *Hydropteridales*, protaliumnya tidak sama besar dan berumah dua yang disebut dengan paku *heterospor*. Pemisahan jenis kelamin telah terjadi sejak pembentukan spora, selain berbeda jenis kelamin, ukuran juga berbeda. Ada yang berukuran besar dan mengandung banyak cadangan makanan yang disebut *makrospora* atau *megaspora* yang terbentuk dalam *makrosporangium*. Jika berkecambah, akan tumbuh menjadi protalium yang mengandung arkegonium yang disebut *makroprotalium* atau *protalium betina*. Yang berukuran kecil dinamakan *mikrospora* yang terbentuk dalam *mikrosporangium*. Mikrospora akan tumbuh menjadi protalium yang mengandung anteridium yang disebut *mikroprotalium* atau *protalium jantan*.

Untuk menambah pengetahuan tentang perkembangbiakan tumbuhan paku, marilah kita perhatikan skema pergiliran keturunan paku homospor (kiri) dan paku heterospor (kanan) berikut ini.



b. Klasifikasi Tumbuhan Paku

Selain paku homospor dan heterospor, juga terdapat *paku peralihan* seperti paku ekor kuda (*Equisetum debile*). Spora yang dihasilkan mempunyai ukuran yang sama dan dapat dibedakan antara spora jantan dan spora betina.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan sifat sporanya, tumbuhan paku dibedakan menjadi tumbuhan paku yang bersifat homospor, heterospor, dan peralihan.

Tumbuhan paku dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu *Psilophytinae* (paku purba), *Lycopodinae* (paku rambut), *Equisetinae* (paku ekor kuda), dan *Filicinae* (paku sejati).

1) *Psilophytinae* (Paku Purba)

Sebagian jenis paku purba telah banyak yang punah. Sekarang ini hanya tinggal sedikit jenis paku purba yang masih ada. Anggota paku purba merupakan paku telanjang (tidak daun) atau memiliki daun kecil-kecil (mikrofil) yang belum terdeferensiasi. Ada sebagian yang belum memiliki akar, bercabang menggarpu dengan sporangium pada ujung batang dan bersifat homospor.

Contoh paku purba, antara lain, *Rhynia major*, *Taeniocrada deeheniana*, *Zosterophyllum australianum*, *Asteroxylon mackei*, *Asteroxylon elberfeldense*, *Psilotum nudum*, *Psilotum triquetrum*, dan *Tmesipteris tannensis*. Dari contoh di atas, hanya bangsa *Psilotum* yang masih dapat ditemukan sampai sekarang, misalnya, *Psilotum nudum* masih terdapat di Pulau Jawa, *Psilotum triquetrum* hanya terdapat di daerah tropika, dan *Tmesipteris tannensis* di Australia.

2) *Lycopodinae* (Paku Rambut)

Jenis tumbuhan paku ini daunnya kecil-kecil, tidak bertangkai, dan bertulang satu. Daun ada yang berbentuk seperti jarum dan tersusun rapat menurut garis spiral serta tidak mengandung klorofil sehingga tidak dapat berfotosintesis. Makanan diperoleh dari jamur yang bersimbiosis dengannya. Tumbuhan ini biasa hidup dengan menempel pada batang pohon. Sporofil merupakan daun penghasil sporangium. Contohnya adalah *Lycopodium clavatum* (bahan obat-obatan), *Lycopodium cernuum* (buket bunga), *Selaginella selaginoides*, *Selaginella caudata*, dan *Isoetes lacustris*. Ada juga *Lycopodiinae* yang telah menjadi fosil, seperti *Drepanophycus spinaeformis* yang merupakan tumbuhan paku tertua dan *Protolepidodendron scharynum*.

3) *Equisetinae* (Paku Ekor Kuda)

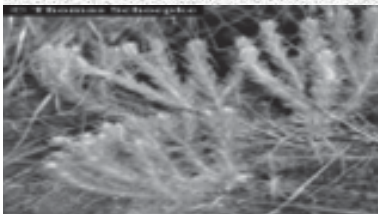
Paku ekor kuda sampai sekarang masih dapat ditemukan, khususnya di tempat-tempat yang lembap. Batangnya bercabang, berkarang, beruas-ruas, dan mengandung zat kersik yang dapat dijadikan bahan penggosok, contohnya, *Equisetum*.

4) *Filicinae* (Paku Sejati)

Tumbuhan paku sejati juga disebut dengan tumbuhan paku benar. Tumbuhan paku ini merupakan kelompok tumbuhan paku yang sering kita jumpai karena sering dijadikan tanaman hias, seperti suplir (*Adiantum cuneatum*), simbar menjangan (*Platyserium coronatum*), dan paku sarang burung (*Asplenium nidus*). Tumbuhan ini biasa hidup di tempat



Gambar 8.7 *Psilotum triquetrum*
(Sumber: <http://alpha.fmarion.edu>)



Gambar 8.8 *Lycopodium cernuum*
dan *Selaginella caudata*
(Sumber: <http://alpha.fmarion.edu>)



Gambar 8.9 *Equisetum debile*
dan *Asplenium nidus*
(Sumber: Taksonomi
Tumbuhan)

yang lembap dan sedikit berair. Daun lebar dan tulang daunnya terlihat jelas. Selain itu, tidak ada perbedaan bentuk daun antara daun fertil dan daun steril.

5) *Hydropteridales* (Paku Air)

Paku air merupakan tumbuhan paku yang hidup di air, misalnya, *Salvinia natans* dan *Marsilea crenata* (semanggi).

Latihan

1. Sebutkan ciri-ciri tumbuhan berpembuluh dan tumbuhan tidak berpembuluh!
2. Sebutkan perbedaan tumbuhan lumut dengan tumbuhan paku!

2. Tumbuhan Biji (*Spermatophyta*)

Selain tumbuhan lumut dan paku-pakuan, juga terdapat tumbuhan lain, seperti melinjo, padi, kelapa, mangga, pepaya, dan durian. Semua tumbuhan ini termasuk dalam kelompok tumbuhan biji (*spermatophyta*).

Tumbuhan biji adalah jenis tumbuhan yang paling sempurna, baik alat tubuh maupun alat perkembangbiakannya. Tumbuhan biji memiliki alat tubuh yang lengkap yang terdiri dari akar, batang, dan daun. Tiap-tiap alat tubuh tersebut mempunyai fungsi yang jelas. Alat perkembangbiakannya berupa bunga dan biji.

Akar berfungsi untuk menyerap air dan mineral dari dalam tanah. Akar berasal dari titik tumbuh akar yang terdapat pada jaringan embrional. Akar merupakan bagian bawah suatu tanaman yang umumnya tumbuh dan berkembang di bawah permukaan tanah. Ada dua sistem perakaran pada tumbuhan tingkat tinggi, yaitu akar tunggang dan akar serabut.

Pada tumbuhan berkeping dua (dikotil), sistem perakarannya merupakan akar tunggang. Akar ini terdiri atas satu akar pokok yang dapat tumbuh membesar dan memanjang. Di sekitar akar ini akan tumbuh rambut-rambut akar yang lebih halus. Pada tumbuhan dikotil, batas antara akar dan batang tidak jelas. Dapat diperhatikan bahwa bagian tanaman yang tumbuh ke atas permukaan tanah dapat disebut batang dan yang tumbuh ke dalam tanah disebut dengan akar. Contoh tanaman yang memiliki akar tunggang adalah mangga, jambu, dan cabai.

Pada tumbuhan berkeping satu (monokotil) sistem perakarannya merupakan akar serabut. Akar serabut ini tidak mempunyai akar pokok, tetapi pangkal tumbuhnya berasal dari batang tumbuhan sehingga terlihat sebagai serabut-serabut halus yang menyebar yang berpangkal dari bagian pangkal batang. Contoh tanaman yang memiliki akar serabut adalah jagung, pisang, dan rumput-rumputan.

Batang merupakan bagian tanaman yang berfungsi untuk menopang dedaunan yang menghasilkan pangan dan menghubungkannya dengan akar yang menyerap air dan unsur hara. Selain itu, batang juga berfungsi sebagai alat penyimpan makanan. Batang berasal dari titik tumbuh batang yang terdapat pada jaringan embrional. Berkas-berkas pembuluh pada batang merupakan perpanjangan berkas pembuluh pada akar, tetapi penyusunannya agak berbeda. Selain itu, susunan berkas-berkas pada batang monokotil secara nyata berlainan dengan susunan berkas pada batang dikotil.



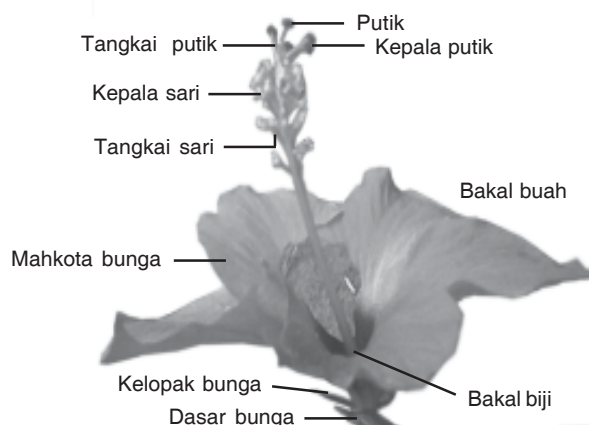
Gambar 8.10 Contoh tumbuhan dikotil
(Sumber: Majalah *Trubus*, edisi 284, Juli 1997)



Gambar 8.11 Contoh tumbuhan monokotil
(Sumber: Majalah *Trubus*, edisi 331, Juni 1997)

Daun yang banyak mengandung klorofil berfungsi sebagai tempat pembuatan makanan bagi tumbuhan melalui proses fotosintesis. Selain itu, daun juga berfungsi untuk transpirasi. *Fotosintesis* adalah proses pembentukan karbohidrat atau energi oleh klorofil, karbon dioksida dari udara, dan air dari dalam tanah diubah menjadi karbohidrat dengan bantuan cahaya matahari. *Transpirasi* adalah hilangnya air dari tubuh tanaman dalam bentuk uap melalui stomata. Transpirasi pada hakikatnya sama dengan penguapan. Transpirasi dapat terjadi melalui kutikula, stomata, ataupun lentisel. Sebagian besar transpirasi terjadi pada stomata di dalam daun karena hilangnya molekul-molekul air dari tubuh tanaman sebagian besar melalui daun.

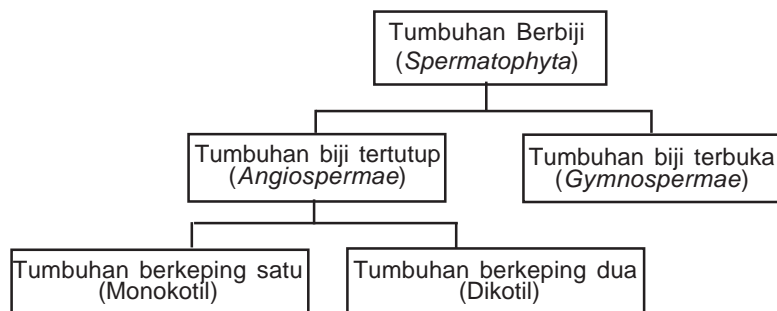
Bunga merupakan organ yang penting untuk perkembangbiakan tumbuhan. Pada tumbuhan biji, bunga merupakan organ untuk perkembangbiakannya. Pada prinsipnya, setiap bunga selalu memiliki bagian yang sama yang terdiri atas dua bagian, yaitu *perhiasan bunga* dan *alat kelamin*. Perhiasan bunga terdiri atas dua bagian, yaitu *mahkota bunga* dan *kelopak bunga*. Mahkota bunga biasanya berbentuk seperti lembaran dengan warna yang mencolok. Warna yang mencolok ini dapat menarik serangga yang dapat membantu penyerbukan. Mahkota bunga terletak di lingkaran mengelilingi benang sari dan putik sehingga mahkota bunga ini juga berfungsi untuk melindungi benang sari dan putik. Kelopak bunga biasanya berwarna hijau yang terletak di lingkaran luar mengelilingi mahkota bunga. Kelopak bunga sangat penting karena pada saat bunga masih kuncup, kelopak bunga ini dapat melindungi bagian bunga di dalamnya. Alat reproduksi (alat kelamin bunga) terdiri atas alat kelamin betina berupa *putik* dan alat kelamin jantan berupa *benang sari*.



Gambar 8.12 Bagian-bagian bunga
(Sumber: Koleksi pribadi, 2006)

Jatuhnya serbuk sari di kepala putik disebut dengan penyerbukan. Dari penyerbukan ini akan berlanjut pada pembuahan. Hasil pembuahan adalah zigot. Zigot akan berkembang menjadi embrio. Embrio akan terus berkembang menjadi individu baru. Demikian juga yang terjadi pada bakal buah dan bakal biji. Setelah terjadi pembuahan, perhiasan bunga dan benang sari akan gugur, bakal buah akan berkembang menjadi buah dan bakal biji akan berkembang menjadi biji.

Menurut letak bakal bijinya, tumbuhan biji terbagi menjadi dua, yaitu tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) dan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*). Perhatikan skema tumbuhan biji berikut ini.



a. Tumbuhan Berbiji Terbuka (*Gymnospermae*)

Tumbuhan berbiji terbuka adalah tumbuhan yang letak bakal bijinya terbuka dan tidak terlindungi oleh daun buah. Biasanya mempunyai akar tunggang meskipun ada juga yang berakar serabut, seperti pakis haji. Daunnya kaku, kecil, tebal, dan berbentuk seperti jarum. Ada juga yang berbentuk tipis dan melebar seperti daun melinjo. Bunganya tidak mempunyai perhiasan bunga, tetapi hanya mempunyai alat perkembangbiakan yang disebut *sporofil*. Bunga jantan dan betina tersusun dalam strobilus atau runjung, ada yang berumah satu dan ada yang berumah dua. Dikatakan strobilus berumah satu jika strobilus jantan dan strobilus betina berada pada satu pohon. Dikatakan strobilus berumah dua jika strobilus jantan dan strobilus betina tidak berada dalam satu pohon, misalnya terdapat pada pakis haji (*Cycas rumphii*) dan melinjo (*Gnetum gnemon*). Pembuahan yang terjadi pada tumbuhan berbiji terbuka adalah pembuahan tunggal, yaitu peleburan antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina akan menghasilkan zigot, kemudian berkembang menjadi embrio. Tumbuhan biji terbuka dibagi menjadi tiga ordo, yaitu sebagai berikut.



Gambar 8.13 Tanaman pakis haji (*Cicas revaluta*)
(Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)



Gambar 8.14 Tanaman melinjo
(Sumber: *Koleksi pribadi*, 2006)



Gambar 8.15 Tanaman tusam
(Sumber: <http://www.wikipedia.org> pinus)

1) *Cycadinae*

Ordo ini dicirikan dengan bentuk dan susunan daun yang mirip dengan pohon palem. Batang tidak bercabang, akar serabut, dan ujung daun mudanya menggulung seperti daun tumbuhan paku muda, termasuk dalam tumbuhan berumah dua. Alat kelamin jantan dan alat kelamin betina terdapat pada pohon yang berbeda. Pohon jantan mempunyai tongkol dengan kotak-kotak berisi serbuk sari. Pohon betina membentuk daun buah yang pipih yang pada lekukan tepi daun buah terdapat bakal biji. Contohnya, pakis haji yang banyak dimanfaatkan untuk tanaman hias.

2) *Gnetinae*

Ordo ini dicirikan dengan batang pohon yang lurus kira-kira 20 meter dan bercabang. Akarnya tunggang. Tulang daun menyirip, tipis dan melebar. Berumah dua karena strobilus jantan dan betina terletak pada pohon yang berbeda. Contohnya, tanaman melinjo (*Gnetum gnemon*) yang daun, buah, dan bijinya dapat dimakan, sedangkan kayunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kertas, serat tali, dan perabot rumah tangga.

3) *Coniferae*

Ordo ini mempunyai alat perkembangbiakan berbentuk runjung yang terletak pada strobilus. Runjung jantan berbentuk kerucut sebagai penghasil sperma. Runjung betina berbentuk seperti sisik sebagai

penghasil bakal biji. Runjung jantan dan betina terletak terpisah dalam satu pohon. Batang lurus sampai kurang lebih 40 meter. Umumnya tidak menggugurkan daunnya. Contohnya, tusam (*Pinus merkusi*) yang getahnya dapat digunakan sebagai terpentin dan batangnya sebagai korek api, perabot rumah tangga, bahan bangunan, dan sebagai bahan obat-obatan. Selain itu, damar (*Agathis alba*) dapat dimanfaatkan sebagai bahan pernis, kertas, alat rumah tangga, dan alat musik.

Kegiatan 8.1



Mengamati Perbedaan Tumbuhan Berpembuluh dan Tidak Berpembuluh

Tujuan:

Menyelidiki perbedaan tumbuhan berpembuluh dan tidak berpembuluh.

Alat dan Bahan:

1. lumut daun,
2. jamur tempe,
3. kedelai,
4. suplir,
5. jagung, dan
6. eceng gondok.

Cara Kerja:

1. Lakukan pengamatan terhadap bagian-bagian yang telah disediakan.
2. Sajikan hasil pengamatanmu dalam tabel seperti di bawah ini.

Tabel Pengamatan

No.	Nama Tumbuhan	Bagian-Bagian Tumbuhan		
		Daun	Batang	Akar
1.	Lumut daun			
2.	Jamur tempe			
3.	Kedelai			
4.	Suplir			
5.	Jagung			
6.	Eceng gondok			

b. Tumbuhan Berbiji Tertutup (*Angiospermae*)

Tumbuhan berbiji tertutup adalah tumbuhan yang telah memiliki akar, daun, dan batang yang sesungguhnya. Menurut jumlah keping bijinya, tumbuhan biji tertutup dapat dibedakan menjadi tumbuhan berkeping satu (monokotil) dan tumbuhan berkeping dua (dikotil).

1) Tumbuhan Berkeping Satu (Monokotil)

Tumbuhan monokotil adalah tumbuhan yang hanya mempunyai satu daun lembaga pada bijinya. Selain itu, tumbuhan berkeping satu ini juga mempunyai ciri biji berkeping satu, berakar serabut, batang tidak bercabang dan tidak berkambium, ruas-ruas batang jelas terlihat, tulang daun sejajar dan melengkung, daun berupih dengan letak daun yang berseling, dan umumnya bagian bunga berjumlah tiga atau kelipatannya.

Tumbuhan monokotil terbagi menjadi beberapa suku (famili), yaitu sebagai berikut.



Gambar 8.16 Tanaman tebu
(Sumber: Majalah *Trubus*)



Gambar 8.17 Tanaman pisang
(Sumber: Koleksi pribadi, 2006)

a) *Gramineae* (suku rumput-rumputan)

Jagung (*Zay mays*), padi (*Oryza sativa*), dan gandum (*Tritium sativum*) merupakan contoh tumbuhan monokotil dari suku rumput-rumputan yang dimanfaatkan sebagai sumber bahan makanan pokok. Tebu (*Saccharum officinarum*) bermanfaat untuk bahan baku gula, serat (*Andropogon nordus*) digunakan sebagai bahan baku tali dan tekstil, serta bambu betung (*Dendrocalamus asper*) sebagai bahan bangunan dan perabotan rumah tangga. Suku rumput-rumputan ini mempunyai ciri-ciri daun yang berbentuk pita, tulang daun sejajar dan melekat langsung pada batang, batang agak berongga, berakar serabut bunganya berbentuk bulir, mudah terbang jika tertiuip angin. Penyerbukan suku rumput-rumputan ini dibantu oleh angin.

b) *Musaceae* (suku pisang-pisangan)

Pisang emas, pisang ambon, pisang kulit tipis, dan pisang raja merupakan bagian tumbuhan suku pisang-pisangan yang dapat dimakan. Sementara itu, pisang kipas merupakan anggota suku pisang-pisangan yang dapat dijadikan tanaman hias dan pisang merica seratnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan tali. Suku pisang-pisangan ini mempunyai ciri-ciri daunnya berpelepeh, tulang daun menyirip dan bentuknya seperti lancet, batang merupakan batang semu, bunga merupakan bunga majemuk yang berupa karangan, serta ada yang berkelamin satu dan ada yang berkelamin banyak.

c) *Palmae* (suku pinang-pinangan)

Palmae ini mempunyai ciri daun yang menyirip atau berbentuk kipas, batang tidak bercabang, berakar serabut, bunga merupakan tongkol atau karangan yang terletak pada ketiak daun atau ujung daun, dan biasanya hidup berumpun.

Contoh tanaman yang termasuk dalam suku *Palmae* adalah kelapa (*Cocos nucifera*) yang bermanfaat sebagai bahan baku minyak goreng dan gula merah. Selain itu, batangnya juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Tanaman yang lain, misalnya sagu (*Metroxylon sagu*) dimanfaatkan sebagai bahan makanan pokok dan enau (*Arenga pinnata*) dimanfaatkan sebagai bahan baku gula nira karena menghasilkan cairan nira, sedangkan buahnya adalah kolang-kaling yang dapat dimanfaatkan sebagai campuran es buah atau manisan.



Gambar 8.18 Kelompok *Palmae* (kiri) dan kelompok *Zingiberaceae* (kanan)
(Sumber: *Majalah Trubus*, 2006 dan *Tabloid Agrobis*, edisi Mei 2006)

d) *Zingiberaceae* (suku jahe-jahean)

Semua jenis empon-empon, seperti jahe, kunyit, kencur, laos, temu lawak, dan temu hitam, merupakan contoh dari suku jahe-jahean yang dapat dimanfaatkan sebagai obat-obatan dan bumbu masak.

Suku ini mempunyai ciri-ciri pelepeh daun yang memeluk batang, batangnya tumbuh dari rimpang (batang yang tumbuh dari dalam tanah),



Gambar 8.19

Kelompok *Orchidaceae*
(Sumber: Majalah *Trubus*,
Edisi November 1996)



Gambar 8.20 Buncis termasuk dalam kelompok *Papilionaceae*
(Sumber: Majalah *Trubus*,
edisi Juli 1997)



Gambar 8.21 Terung
(Sumber: Tabloid *Agrobisnis*,
edisi Mei 2006)

bunga mengandung sel kelamin jantan dan sel kelamin betina, serta kelopaknya berbentuk tabung.

e) *Orchidaceae* (suku anggrek-anggrekan)

Suku ini mempunyai daun yang bertepi rata dan berdaging dengan letak berseling dua baris, berakar rimpang, pangkal batang menggembung sebagai penyimpan cadangan air, dan dalam satu bunga mengandung sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Berbagai jenis anggrek hias merupakan contoh dari suku anggrek-anggrekan ini.

2) Tumbuhan Berkeping Dua (Dikotil)

Tumbuhan dikotil merupakan tumbuhan yang bijinya mempunyai dua daun lembaga. Ciri lain yang dimiliki tumbuhan dikotil adalah mempunyai akar tunggang, batang bercabang dengan ruas-ruas batang yang tidak tampak, daun mempunyai tulang daun menyirip atau menjari dengan letak yang menyebar atau berkarang, bagian bunga berjumlah 2, 4, 5, atau kelipatannya, serta mempunyai kambium dan berkas pembuluh.

Tumbuhan dikotil terdiri atas beberapa suku, antara lain, suku kacang-kacangan, suku terung-terungan, suku jambu-jambuan, dan suku jarak-jarakan.

a) *Papilionaceae* (suku kacang-kacangan)

Ciri-ciri suku kacang-kacangan adalah bunganya yang berbentuk kupu-kupu yang terdiri atas lima mahkota (bendera terdiri atas satu lembar daun mahkota, sayap terdiri atas dua lembar daun mahkota, serta benang sari dua tongkol terdiri dari 10 helai, 1 helai terpisah dan 9 helai membentuk satu bekas), terdapat bintil-bintil pada akarnya yang menjadi tempat hidup bakteri *Rhizobium radicola*. bakteri ini dapat mengikat nitrogen yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan bentuk buahnya berupa buah polong.

Contoh tanaman yang termasuk dalam suku ini adalah kacang hijau, kacang kedelai, dan kacang merah yang merupakan sumber protein nabati. Kacang panjang, kecipir, dan buncis dapat dimanfaatkan sebagai sayur-sayuran, ansana sebagai bahan bangunan, orok-orok sebagai bahan pupuk hijau, dan dadap merah sebagai tanaman hias.

b) *Solanaceae* (suku terung-terungan)

Ciri-ciri suku terung-terungan adalah mahkota bunga berbentuk terompet atau bintang yang berjumlah lima buah, memiliki kelopak, satu putik, dan lima benang sari. Buah terletak di atas dasar bunga. Dinding buah terdiri atas dua lapisan, yaitu lapisan tipis dan lapisan dalam tebal yang berupa kotak buah dan di dalam kotak ini terdapat banyak biji. Contoh tanaman yang termasuk suku terung-terungan adalah tomat dan terung yang dimanfaatkan sebagai bahan sayur-sayuran, cabai sebagai bumbu masak, tembakau sebagai bahan rokok, dan kecubung sebagai bahan obat-obatan.

c) *Euphorbiaceae* (suku jarak-jarakan)

Suku jarak-jarakan juga sering disebut suku getah-getahan. Suku ini mempunyai ciri, antara lain, batangnya mengandung getah berwarna putih, tulang daun menjari, dan umumnya mempunyai buah kotak.

Contoh tanaman yang termasuk dalam suku ini adalah jarak, karet, dan ubi kayu. Jarak (*Ricinus communis*) berfungsi sebagai bahan pembuatan sabun, lilin, dan semir sepatu. Karet (*Hevea brasiliensis*) yang



Gambar 8.22 Tanaman jarak
(Sumber: *Melawan Ketergantungan pada Minyak Bumi*, 2005)



Gambar 8.23 Jambu air
(Sumber: *Majalah Trubus*, 2006)

getahnya dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan ban, mainan anak, bola, sandal, dan produk lain. Umbi kayu (*Manihot utilissima*), umbinya merupakan sumber makanan pokok yang banyak mengandung karbohidrat dan tanaman tentir yang getahnya dapat digunakan untuk obat luka.

d) *Myrteceae* (suku jambu-jambuan)

Suku jambu-jambuan ini merupakan tumbuhan perdu. Letak daunnya berhadapan, makhota kecil dengan jumlah benang sari yang banyak, dan buahnya berupa buah buni.

Contoh tanaman yang termasuk dalam suku ini adalah jambu biji, jambu air, cengkih, salam, dan kayu putih. Jambu bermanfaat sebagai buah-buahan. Cengkih bermanfaat sebagai bahan pembuat minyak cengkih. Salam, daunnya dapat dimanfaatkan sebagai penyedap masakan. Kayu putih, daunnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan minyak kayu putih atau obat gosok.

e) *Rosaeae*

Suku ini antara lain beranggotakan bunga mawar (*Rosalia hibryda*), apel (*Malus silvestris*), pir (*Pyrus communis*), dan Arbai (*Fragaria chiloensis*).

f) *Crusiferae*

Suku ini antara lain beranggotakan kubis (*Brassica oleracea*), sawi (*B.rugosa*), lobak (*Raphanus sativus*), dan sawi tanah (*Nasturtium heterophyllum*).

Untuk lebih jelasnya, dapat kalian bedakan antara monokotil dan dikotil pada Tabel 8.1 berikut ini.

Tabel 8.1 Perbedaan Tumbuhan Monokotil dan Tumbuhan Dikotil

No.	Bagian Tumbuhan	Tumbuhan Berkeping Satu (Monokotil)	Tumbuhan Berkeping Dua (Dikotil)
1.	Akar	serabut	tunggang
2.	Batang	- lurus tidak bercabang - dari ujung sampai ke pangkal besarnya hampir sama - ruas batang tampak jelas	- bercabang - semakin ke ujung semakin kecil - ruas batang tidak begitu tampak
3.	Daun	- tunggal dan berpelepah - tulang daun sejajar - duduk daun berseling atau berupa roset.	- ada yang tunggal, ada yang majemuk, dan tidak berpelepah - tulang daun menyirip atau menjari - duduk daun tersebar atau berkarang
4.	Biji	berkeping satu	berkeping dua

Latihan

1. Bagaimanakah peranan tumbuhan (hutan) dalam mengurangi dampak pemanasan global?
2. Jelaskan kaitan revolusi hijau dengan keanekaragaman tumbuhan!
3. Jelaskan tentang peranan tumbuhan dalam penyediaan energi alternatif, khususnya *biodiesel*!
4. Apa yang menjadi dasar pengelompokan tumbuhan menjadi kelompok *talophyta* dan *kormophyta*?
5. Bagaimanakah perkembangan di masa yang akan datang tentang industri farmasi yang berbahan baku dari tumbuhan?

Tugas

Identifikasilah manfaat tumbuhan di lingkungan sekitar kamu. Kemudian, hasilnya masukkan dalam tabel berikut ini. Kerjakan di buku tugasmu!

No.	Jenis Tumbuhan	Peranan atau Manfaat
1.	Sirih (<i>Piper betell</i>)	Antiseptik, antibiotik
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

Kegiatan 8.2



Mengamati Bagian-Bagian Tumbuhan Biji

Tujuan:

Meneliti bagian-bagian tumbuhan berbiji tertutup.

Alat dan Bahan:

- tanaman jagung, mangga, kacang tanah, dan melinjo yang lengkap dengan akar, daun, batang, bunga, dan biji;
- biji jagung, mangga, kacang tanah, dan melinjo yang berkecambah, lengkap dengan akar, daun, batang, dan biji.

Cara Kerja:

- Amati kecambah yang telah kalian siapkan, baik bagian akar, batang, daun, maupun biji!
- Masukkan hasil pengamatan kalian ke dalam tabel pengamatan seperti berikut ini!

Tabel Pengamatan

No.	Nama Tumbuhan	Bagian yang Diamati					
		Akar	Tulang Daun	Kelopak	Mahkota	Jumlah Keping Biji	Jumlah Daun Lembaga
1.	Jagung						
2.	Mangga						
3.	Kacang tanah						
4.	Melinjo						

Rangkuman

1. a. Berdasarkan perbedaan dan persamaan morfologisnya, tumbuhan terbagi menjadi dua kelompok besar, yaitu kelompok tumbuhan tidak berpembuluh dan kelompok tumbuhan yang berpembuluh. Pembuluh ini berfungsi untuk mengalirkan sari-sari makanan ke seluruh tubuh.
b. Tumbuhan tidak berpembuluh adalah tumbuhan yang tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati. Lumut tidak mempunyai saluran atau pembuluh yang khusus untuk mengalirkan zat makanan, air, garam, dan mineral ke seluruh bagian tubuh. Misalnya, tumbuhan lumut (*Bryophyta*) dan lumut kerak (*Lichenes*).
c. Lumut hidup di tempat-tempat yang lembap dan tidak terkena cahaya matahari, seperti dinding bata basah, tebing, atau di kulit kayu yang lembap, belum mempunyai batang, daun dan akar yang sebenarnya, serta sudah memiliki buluh-buluh halus semacam akar yang disebut *rizoid* dan sudah memiliki klorofil.
d. Berdasarkan bentuk tubuhnya, lumut dapat dibedakan menjadi dua, yaitu lumut hati (*Hepaticae*) dan lumut daun (*Musci*).
e. Lumut kerak (*Lichenes*) adalah simbiosis mutualisme antara ganggang hijau dan jamur *Ascomycotina*, merupakan tumbuhan perintis karena dalam jangka waktu yang lama dapat menghancurkan batu-batuan yang ditumbuhinya. Contoh lumut kerak yang bermanfaat bagi manusia, antara lain, *Rocella tinctoria* (pembuatan lakmus), *Usnea barbata*, dan *Usnea dasypoga* (pembuatan jamu tradisional).
2. a. Tumbuhan berpembuluh adalah tumbuhan yang telah memiliki akar, batang, dan daun. Tumbuhan ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu tumbuhan paku (*Pteridophyta*) dan tumbuhan biji (*Spermatophyta*). Tumbuhan biji dibagi lagi menjadi tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) dan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*).
b. Tumbuhan paku sudah mempunyai akar, batang, dan daun sejati. Tumbuhan ini telah memiliki jaringan pengangkut xilem dan floem yang terdapat pada daun, batang, dan akarnya. Mereka dapat hidup di atas tanah, batu, tepi sungai, kulit pohon, dan tempat-tempat yang lembap.
c. Tumbuhan paku dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu *Psilophytinae* (paku purba), *Lycopodiinae* (paku rambut), *Equisetinae* (paku ekor kuda), dan *Pterophyta* (paku sejati).
3. a. Tumbuhan biji adalah tumbuhan yang paling sempurna, baik alat tubuh maupun alat perkembangbiakannya, telah memiliki alat tubuh yang lengkap yang terdiri dari akar, batang, dan daun. Alat perkembangbiakannya berupa bunga dan biji.
b. Menurut letak bakal bijinya, tumbuhan biji terbagi menjadi dua, yaitu tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) dan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*).
c. Tumbuhan berbiji terbuka adalah tumbuhan yang letak bakal bijinya terbuka dan tidak terlindungi oleh daun buah, mempunyai akar tunggang meskipun ada juga yang berakar serabut seperti pakis haji. Daunnya kaku, kecil, tebal, dan berbentuk seperti jarum, tetapi ada juga yang tipis dan melebar. Tumbuhan biji terbuka dibagi menjadi tiga ordo, yaitu *Cycadinae*, *Gnetinae*, dan *Coniferae*.
d. Tumbuhan berbiji tertutup adalah tumbuhan yang telah memiliki akar, daun, dan batang yang sesungguhnya. Menurut jumlah kepingnya, tumbuhan biji tertutup dapat dibedakan menjadi

tumbuhan berkeping satu (monokotil) dan tumbuhan berkeping dua (dikotil).

- e. Tumbuhan monokotil adalah tumbuhan yang hanya mempunyai satu daun lembaga pada bijinya, biji berkeping satu, berakar serabut, batang tidak bercabang dan tidak berkambium, ruas-ruas batang jelas terlihat, tulang daun sejajar dan melengkung, daun berupih dengan letak daun yang berseling, dan umumnya bagian bunga berjumlah tiga atau kelipatannya.
- f. Tumbuhan monokotil terbagi menjadi beberapa suku (famili), yaitu *Gramineae* (suku rumput-rumputan), *Musaceae* (suku pisang-pisangan), *Zingiberaceae* (suku jahe-jahean), dan *Orchidaceae* (suku anggrek-anggrekan).
- g. Tumbuhan dikotil merupakan tumbuhan biji yang mempunyai dua daun lembaga, mempunyai akar tunggang, batang bercabang dengan ruas-ruas batang yang tidak tampak, daun mempunyai tulang daun menyirip atau menjari dengan letak yang menyebar atau berkarang, bagian bunga berjumlah 2, 4, 5 atau kelipatannya, serta mempunyai kambium dan berkas pembuluh.
- h. Tumbuhan dikotil terdiri dari beberapa suku, antara lain, *Papilionaceae* (suku kacang-kacangan), *Solanaceae* (suku terung-terungan), *Euphorbiaceae* (suku jarak-jarakan), dan *Myrteceae* (suku jambu-jambuan).

Istilah Penting

Epifit	Gametofit
Parasit	Protalium
Saprofit	Sorus
Sporangium	

Refleksi Diri

1. Setelah mempelajari materi tentang kingdom *Plantae*, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai, atau sangat menguasai* untuk:
 - a. membandingkan ciri-ciri *Plantae* dengan makhluk hidup lainnya;
 - b. mendeskripsikan ciri-ciri divisio dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi;
 - c. mendata contoh-contoh *Plantae* Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi untuk berbagai kebutuhan;
 - d. mengomunikasikan ragam pemanfaatan tumbuhan bagi kehidupan?
2. Dari materi dan beberapa kegiatan tentang kingdom *Plantae*, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

Plantae
tumbuhan berpembuluh
tumbuhan tak berpembuluh
Bryopyta
Pteridophyta

Spermatophyta
Angiospermae
Gymnospermae
monokotil
dikotil



Uji Kompetensi

I. Pilihlah salah satu jawaban yang kamu anggap benar!

1. Tubuh jamur yang berbentuk benang-benang halus berwarna putih disebut
 - a. hifa
 - b. sorus
 - c. spora
 - d. sporangium
 - e. miselium
2. Generasi tumbuhan lumut pembentuk sel kelamin adalah
 - a. sporofit
 - b. gametofit
 - c. spora
 - d. sporangium
 - e. sporangiospora
3. Berikut ini yang merupakan tumbuhan perintis adalah
 - a. *Marchantia polymorpha*
 - b. *Sphagnum fimbriatum*
 - c. *Lichenes*
 - d. *Pogonatum cirrhatum*
 - e. *Lycopodium*
4. Kotak spora disebut juga
 - a. sorus
 - b. sporogonium
 - c. sporofit
 - d. sporangium
 - e. basidiospora
5. Berikut ini yang *bukan* merupakan famili dari *Gymnospermae* adalah
 - a. *Solanaceae*
 - b. *Gnetinae*
 - c. *Cycadinae*
 - d. *Coniferae*
 - e. *Araucariaceae*
6. Di bawah ini yang termasuk tumbuhan biji terbuka berumah satu adalah
 - a. pakis haji
 - b. melinjo
 - c. kaktus
 - d. cemara
 - e. palma
7. Monokotil dan dikotil dibedakan karena jumlah
 - a. lembaga
 - b. biji
 - c. daun lembaga
 - d. biji lembaga
 - e. daunnya
8. Bagian bunga yang berjumlah tiga atau kelipatannya merupakan ciri tumbuhan
 - a. dikotil
 - b. mangga
 - c. rambutan
 - d. monokotil
 - e. durian
9. Tumbuhan paku tidak memiliki
 - a. talus
 - b. akar
 - c. batang
 - d. daun
 - e. rizoma
10. Spora pada tumbuhan paku dihasilkan di daerah
 - a. batang
 - b. daun
 - c. akar
 - d. bunga
 - e. biji

11. Daun penghasil spora disebut
 - a. litofil
 - b. mesofil
 - c. sporofil
 - d. topofil
 - e. saprofil
12. Daun untuk fotosintesis disebut
 - a. litofil
 - b. mesofil
 - c. sporofil
 - d. topofil
 - e. miofil
13. Tumbuhan yang bakal bijinya tidak terdapat di dalam bakal buah disebut
 - a. *Gymnospermae*
 - b. *Angiospermae*
 - c. *Bryophyta*
 - d. *Thalophyta*
 - e. *Spermatophyta*
14. Tumbuhan yang bakal bijinya terdapat di dalam bakal buah disebut
 - a. *Gymnospermae*
 - b. *Angiospermae*
 - c. *Bryophyta*
 - d. *Thalophyta*
 - e. *Spermatophyta*
15. Pergiliran keturunan disebut juga dengan
 - a. metafase
 - b. metagen
 - c. metagenesis
 - d. metamorfosis
 - e. metamorganesis
16. Tumbuhan monokotil mempunyai perakaran
 - a. tunggang
 - b. tunggang dan serabut
 - c. umbi
 - d. serabut
 - e. rizoma
17. Di bawah ini yang *tidak* termasuk dalam jenis tumbuhan kelas *Myrteceae* adalah
 - a. terung
 - b. cengkih
 - c. jambu air
 - d. salam
 - e. pakis haji
18. Di bawah ini yang *bukan* merupakan suku yang termasuk dalam tumbuhan monokotil adalah
 - a. *Musaceae*
 - b. *Solanaceae*
 - c. *Orchidaceae*
 - d. *Zingiberaceae*
 - e. *Oramineceae*
19. Serabut mirip akar yang terdapat pada tumbuhan lumut disebut
 - a. bakal akar
 - b. cabang akar
 - c. rizoid
 - d. akar kecil
 - e. rambut akar
20. Tumbuhan paku yang paling rendah tingkatannya disebut dengan ...
 - a. *Lycopodiinae*
 - b. *Filicenae*
 - c. *Equisetinae*
 - d. *Psilophytinae*
 - e. *Hydropteridales*

II. **Pilihlah!**

- (A) Jika (1), (2), dan (3) yang benar
 (B) Jika (1) dan (3) yang benar
 (C) Jika (2) dan (4) yang benar
 (D) Jika (4) saja yang benar
 (E) Jika semuanya salah

1. Berikut ini yang *tidak* termasuk dalam paku sejati adalah ...
 - (1) suplir
 - (2) paku sarang burung
 - (3) semanggi
 - (4) paku air
2. Berikut ini yang *tidak* termasuk lumut hati adalah
 - (1) *M. geminata*
 - (2) *R. nutans*
 - (3) *Rebualia hemisphaerica*
 - (4) *Riccia fluitans*
3. Berikut ini yang *tidak* termasuk dalam struktur tubuh lumut hati adalah
 - (1) parasit
 - (2) higromorf
 - (3) sporofit
 - (4) xeromorf
4. Tumbuhan paku yang tidak berdaun masuk dalam suku
 - (1) *Filicenae*
 - (2) *Lycopodiinae*
 - (3) *Equisetinae*
 - (4) *Psilophytinae*
5. Di bawah ini merupakan pernyataan yang salah mengenai tumbuhan paku
 - (1) mengalami metagenesis
 - (2) memiliki akar, batang, dan daun sejati
 - (3) berklorofil
 - (4) berkembang secara aseksual dengan pembentukan spora
6. Berikut ini yang *bukan* merupakan ciri tumbuhan dikotil adalah
 - (1) berkeping dua
 - (2) berklorofil
 - (3) berakar tunggang
 - (4) berakar serabut
7. Perhiasan bunga terdiri atas
 - (1) mahkota bunga
 - (2) putik
 - (3) kelopak bunga
 - (4) benang sari
8. Alat kelamin pada tumbuhan biji adalah
 - (1) mahkota bunga
 - (2) putik
 - (3) kelopak bunga
 - (4) benang sari
9. Tumbuhan biji yang berciri menyerupai tumbuhan paku, yaitu daun mudanya yang menggulung termasuk dalam ordo
 - (1) *Gnetinae*
 - (2) *Coriferae*
 - (3) *Gramineae*
 - (4) *Cycadinae*
10. Berikut ini yang termasuk suku *Zingiberaceae* adalah
 - (1) *Cococ nucifera*
 - (2) *Arenga pinnata*
 - (3) *Dendrocalamus*
 - (4) *Tritium sativum*

III. Jawablah dengan singkat dan jelas!

1. Bagaimanakah pembagian tumbuhan dalam kingdom *Plantae*? Manakah yang mempunyai anggota paling banyak dan memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia?
2. Bandingkan persamaan dan perbedaan tumbuhan lumut dan tumbuhan paku!
3. Sebutkan perbedaan tumbuhan monokotil dan dikotil!
4. Jelaskan pergiliran keturunan pada tumbuhan paku!
5. Apakah yang disebut dengan metagenesis!

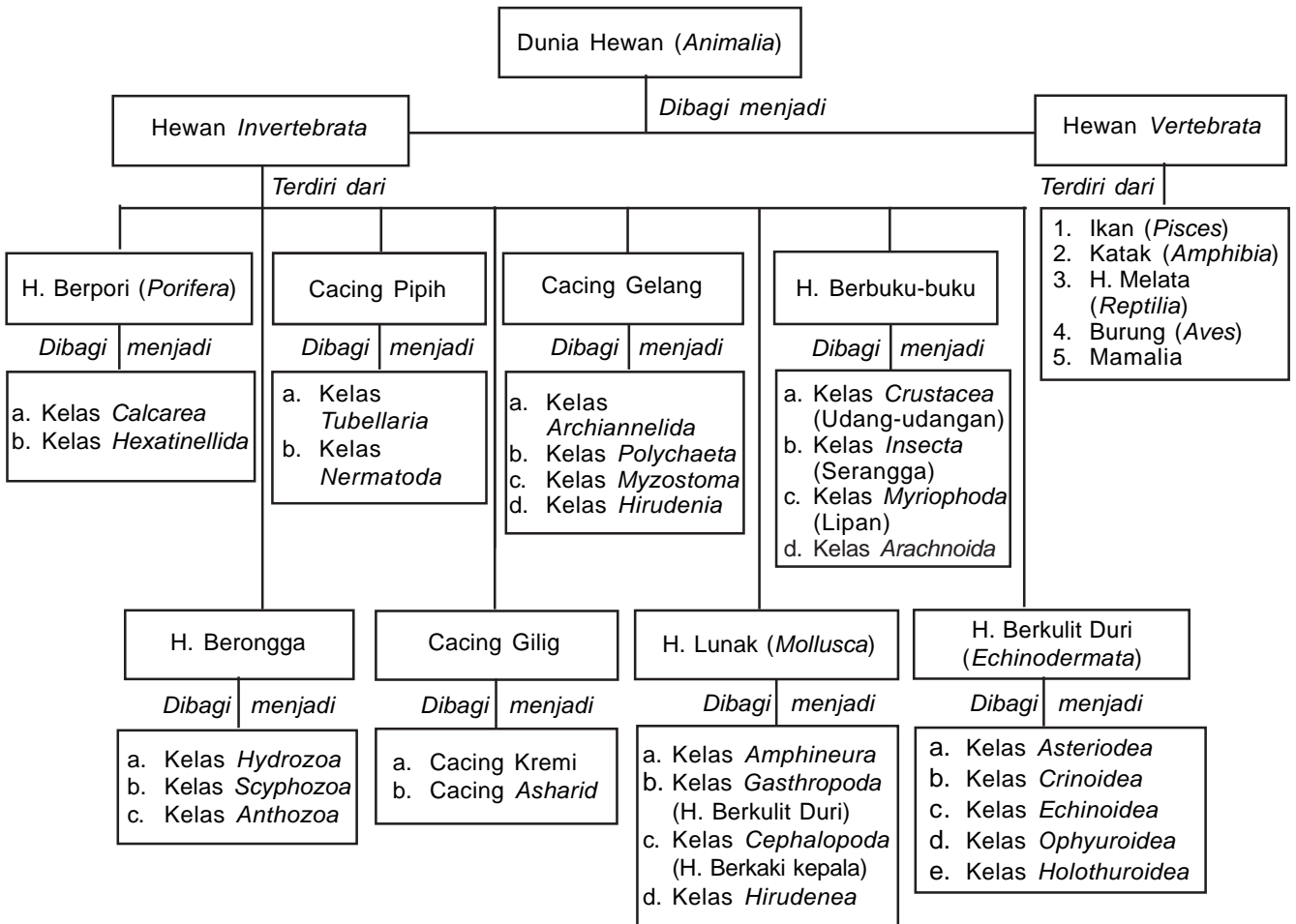
Bab 9

Dunia Hewan

Tujuan

Mendesripsikan ciri-ciri filum dalam dunia hewan dan peran bagi kehidupan manusia

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang dunia hewan.



Hampir setiap hari kita dapat menemukan berbagai macam hewan di sekitar tempat tinggal kita, terutama bagi kita yang tinggal di daerah pedesaan. Dapatkah kalian menyebutkan nama hewan-hewan yang kalian temukan itu? Apakah kalian menemukan persamaan atau perbedaan pada hewan-hewan tersebut? Coba buatlah klasifikasi dari hewan yang kalian temukan tadi berdasarkan persamaan dan perbedaan yang dimilikinya!

Pada bab terdahulu, kita sudah mempelajari kingdom *Plantae* atau dunia tumbuhan. Tahukah kamu apa yang membedakan kingdom *Plantae* dan kingdom *Animalia*?

Berbeda dengan tumbuhan yang dapat membuat makanan sendiri, hewan tidak memiliki klorofil sehingga tidak dapat membuat makanan sendiri. Untuk hidup, hewan tergantung pada makhluk hidup yang lain. Meskipun tidak dapat membuat makanan sendiri, hewan dapat mempertahankan hidup karena hewan mampu bergerak dan berpindah tempat untuk mendapatkan makanan. Selain itu, hewan juga dapat menemukan tempat hidup yang lebih baik yang banyak tersedia bahan makanan.

Seperti halnya tumbuhan, di sekitar kita terdapat beraneka ragam hewan. Agar lebih mudah mempelajarinya, hewan-hewan tersebut diklasifikasikan menjadi beberapa golongan. Berdasarkan ada tidaknya tulang belakang, hewan dibedakan menjadi dua, yaitu hewan tak bertulang belakang (*Invertebrata*) dan hewan bertulang belakang (*Vertebrata*).

A. Hewan *Invertebrata*

Invertebrata adalah hewan yang tidak mempunyai tulang belakang dan susunan sarafnya terletak di bawah saluran pencernaan. *Invertebrata* terbagi menjadi delapan filum, yaitu hewan berpori (*Porifera*), hewan berongga (*Coelenterata*), hewan berkulit duri (*Echinodermata*), cacing pipih (*Platyhelminthes*), cacing gilig (*Nemathelminthes*), cacing gelang (*Annelida*), hewan lunak (*Mollusca*), dan hewan berbuku-buku (*Arthropoda*).

1. Hewan Berpori (*Porifera*)



Gambar 9.1 Contoh *Porifera*
(Sumber: *Zoologi Dasar*, 1989)

Sebagian besar hewan berpori hidup di laut, hanya sebagian yang hidup di air tawar. Ciri utama hewan berpori adalah tubuhnya yang berpori-pori, berbentuk seperti vas bunga, pipih, atau bercabang, dan melekat di dasar air. Pori-pori ini berfungsi sebagai tempat untuk masuknya air yang mengandung bahan makanan ke dalam tubuh. Rangka luar terdiri atas spikula yang tersusun dari zat kapur dan zat kersik. Hewan ini merupakan salah satu hewan yang menyusun terumbu karang. Hewan yang banyak terdapat di air laut ini ada yang hidup sendiri (soliter) dan ada yang berkoloni. *Porifera* yang hidup di air dangkal, seperti di kolam atau aliran sungai, adalah *Spongillidae*. Contoh hewan *porifera* adalah *Leucosolenia*, *Euplectella*, dan *Spongilla*.

a. Struktur Tubuh

Hewan berpori ini termasuk hewan multiseluler, tetapi belum mempunyai jaringan, organ, dan sistem organ. Porifera mempunyai ruang gastral sebagai kloaka. Ruangan ini dikelilingi oleh dinding yang ditembus oleh sejumlah saluran yang tersusun majemuk. Ruang gastral ujungnya terbuka yang disebut dengan *oskulum*. Air masuk ke dalam tubuhnya

melalui lubang atau pori-pori di permukaan tubuhnya. Dapat dikatakan bahwa tubuhnya yang berpori-pori tersebut berfungsi untuk menangkap makanannya. Setelah itu, makanan dicerna dan diedarkan ke seluruh tubuh oleh sel amuboid. Struktur tubuh *Porifera* bersifat diploblastis karena terdiri atas dua lapisan sel tunas. Lapisan luar yang tersusun dari pinakosit dan mesoglea mengandung sel amuboid dan lapisan dalam yang tersusun dari koanosit.

b. Cara Berkembang Biak

Porifera dapat berkembang biak secara vegetatif dan generatif. Secara vegetatif, perkembangbiakan dilakukan dengan membentuk kuncup dalam koloni. Kuncup muncul dari pangkal kaki *porifera*. Kuncup makin membesar sehingga jika terbentuk beberapa kuncup, akan membentuk sebuah koloni. Selain itu, potongan tubuhnya yang terlepas akan mudah tumbuh menjadi *porifera* baru.

Porifera air tawar dapat berkembang dengan gemmula atau terbungkusnya sel-sel koanosit dengan kuat dan tebal. Keadaan ini merupakan bentuk pertahanan *porifera* terhadap kekeringan. Jika air telah cukup, akan tumbuh lagi menjadi *porifera* baru.

Pembiakan secara generatif dilakukan dengan pembuahan antara ovum dan spermatozoid. *Porifera* termasuk hewan yang hermafrodit (berkelamin ganda). Hasil pembuahan berupa zigot yang akan berkembang menjadi larva bersilia. Karena bersilia, larva dapat bergerak bebas dan akhirnya akan menempel pada tempat tertentu dan kemudian tumbuh menjadi *porifera* baru.

Porifera yang termasuk dalam kelas ini adalah bunga karang dengan spikulum dari kapur, misalnya, *Grantia* dan *Leucosoelenia*. Tubuhnya berbentuk silindris dengan panjang tubuh kira-kira 2,5 cm. Ruang gastral dihubungkan oleh lubang-lubang berpori. Dinding sel radial berflagelum berfungsi sebagai pencerna makanan. Makanannya berupa plankton, hewan, tumbuhan kecil, dan bahan organik. Air masuk melalui pori menuju saluran radial dan keluar melalui kloaka, kemudian ke oskulum. Bunga karang tidak dapat bergerak, tetapi oskulumnya dapat menutup. *Calcarea* banyak dijumpai di pantai Laut Atlantik.

Calcarea dapat berkembang biak secara aseksual dan seksual. Secara aseksual, perkembangbiakan dilakukan dengan cara membentuk tunas eksternal, memisahkan diri, dan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Perkembangbiakan dengan cara aseksual juga dapat dilakukan secara internal (gemmula), sedangkan secara seksual dilakukan dengan pembentukan gamet jantan dan betina.

Calcarea dapat digunakan sebagai alat untuk membersihkan badan (spongia) ataupun mencuci barang. Caranya adalah dengan mengambil bagian skeletannya yang tidak mengandung protoplasma. Pertama-tama *Calcarea* diambil dari dasar laut, kemudian dipukuli, diputihkan, dipotong-potong, dan dikeringkan.

a. Kelas Calcarea



Gambar 9.2 Beberapa contoh *Porifera*
(Sumber: <http://alpha.fmarion.edu>)

b. Kelas Hexactinellida

Porifera yang masuk dalam kelas ini terkenal dengan nama bunga karang gelas (*Hyalospongiae*). Mereka hidup di laut, mempunyai spikula dengan enam jejari polong, tubuh dapat mencapai panjang hampir 1 m dan hidup di kedalaman 100 – 4.500 m. Contoh *porifera* dari kelas ini adalah *Euplectella aspergillum*.

c. Kelas Demospongia

Porifera kelas *Demospongia* dapat hidup di air laut dan air tawar. Spikulanya berbentuk serabut sebagai spongia atau silika yang tersusun menjadi enam jejari. Contoh *Demospongia* adalah *Spongilla sp.* (air tawar) sebagai komoditas perdagangan dan *Euspongia sp.* yang digunakan sebagai pembersih kulit pada saat mandi.

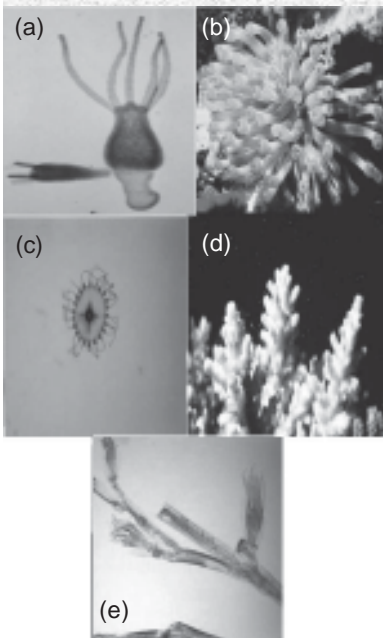
Sebagian ahli berpendapat bahwa kelas *Hexactinellida* dan kelas *Demospongia* dapat disatukan dalam kelas *Noncalcareia*.

Porifera merupakan hewan penyusun terumbu karang (koral) sehingga memiliki fungsi ekologis yang penting bagi ekosistem perairan laut. Coba sebutkan fungsi ekologis dari terumbu karang!

Tugas

Pergilah ke toko akuarium di dekat tempat tinggal kalian. Carilah beberapa hewan yang termasuk ke dalam kelas *porifera*. Lalu gambar dan cermatilah jenis *porifera* yang kalian dapatkan. Identifikasilah sesuai dengan gambar yang ada di dalam buku!

2. Hewan Berongga (Coelenterata)



Gambar 9.3 *Coelenterata* (a) *Hydra*, (b) Anemon laut, (c) *Obelia* (Sumber: <http://alpha.fmarion.edu>)

Coelenterata berasal dari kata *coelon* yang artinya berongga dan *enteron* yang artinya perut. Dengan demikian, *Coelenterata* dapat diartikan sebagai *hewan perut berongga*. Makanan masuk melalui mulut kemudian masuk ke perut. Rongga tubuh digunakan sebagai tempat pencernaan makanan dan sebagai alat pengedar sari makanan dan sisa makanan dikeluarkan.

Struktur Tubuh Coelenterata

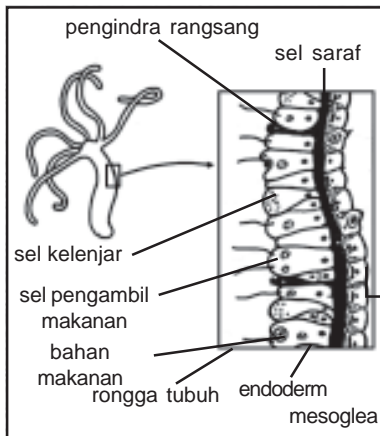
Coelenterata memiliki dua lapisan sel tunas, yaitu lapisan luar sebagai epidermis dan lapisan dalam sebagai gastrodermis, mempunyai satu lubang yang berfungsi sebagai mulut dan juga sebagai anus serta sel penyengat pada epidermisnya. Antara epidermis dan gastrodermis terdapat suatu ruang yang berisi massa seperti jeli yang disebut *mesogloea*. Mempunyai dua bentuk tubuh, yaitu bentuk *polip* dan *medusa* yang terjadi dalam siklus hidupnya seperti yang terjadi pada ubur-ubur, anemon, dan karang laut.

Polip berbentuk silindris, bagian proksimal melekat, bagian distal memiliki mulut yang dilingkupi tentakel, berkoloni, serta gonad dapat eksternal dan dapat pula internal. *Medusa* berbentuk menyerupai payung atau lonceng dengan tentakel menggantung di permukaannya. Ruang digesti berupa saluran radial, bercabang empat, dan bermuara di saluran sirkular. Gonad menggantung di saluran radial dan bermuara di saluran radial. Hewan ini telah mempunyai jaringan yang sederhana. Hewan ini digolongkan menjadi empat kelas, yaitu sebagai berikut.

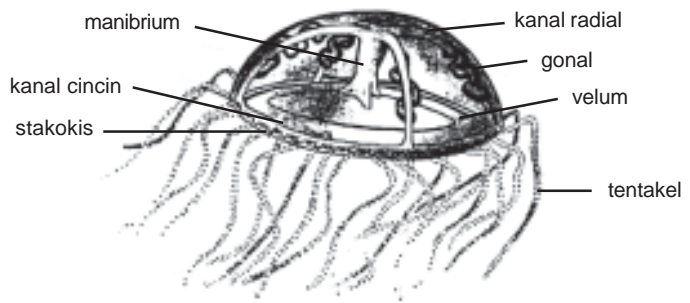
a. Kelas Hydrozoa

Hewan ini membentuk koloni kecil berbentuk polip dominan, sebagian membentuk medusa yang mempunyai laci dan payung melalui pembentukan tunas, contohnya, *Hydra*, *Gonionemus*, dan *Obelia*.

Hydra merupakan polip air tawar, tidak melalui stadium medusa, berukuran 6 – 15 mm, memiliki 6 – 10 tentakel yang mengelilingi



Gambar 9.4 Struktur tubuh *Hydra* (Sumber: *Zoologi Dasar*, 1989)



Gambar 9.5 Struktur internal *Gonionemus sp.* (Sumber: *Zoologi Dasar*, 1989)

hipostoma. Di dalam hipostoma terdapat mulut. Di dalam mulut terdapat sel penyengat yang mengandung nematosis. Hewan ini dapat berkembang biak secara seksual dan aseksual (pertunasan).



Gambar 9.6 Reproduksi aseksual *Hydra sp.*

Gonionemus hidup di air pasang surut, mempunyai medusa yang besar seperti pada *Obelia*, dan memiliki sedikit polip atau bahkan tidak ada sehingga sering kali berkembang biak dengan cara seksual.

Obelia merupakan koloni polip air laut, ukurannya sangat kecil, dan berasal dari zigot hasil reproduksi aseksual. Bentuk koloni *Obelia* ada dua yaitu polip vegetatif yang bertugas mencari makan dan polip reproduksi yang bertugas untuk melipat ganda. Tiap-tiap polip dikelilingi oleh selimut yang tembus cahaya. Selimut yang mengelilingi polip vegetatif disebut *hidroteka* dan yang mengelilingi polip reproduktif adalah *gonoteka*. *Obelia* mengalami pergantian keturunan (metagenesis), yaitu reproduksi aseksual pada polip reproduktif dan reproduksi seksual pada medusa.

b. Kelas Scyphozoa

Contoh hewan yang termasuk kelas ini adalah ubur-ubur. Pada dasarnya, ubur-ubur adalah medusa yang pinggirnya berlekuk, tidak bercadar, saluran radialnya bercabang majemuk, dan mempunyai kantung ruang gastrikum yang berisi gonad. Contoh *Scyphozoa* adalah *Aurelia*.

Aurelia bergaris tengah sekitar 7 – 10 cm, pinggir berlekuk delapan, kadang mengandung polip (subordinat), dan reproduksi aseksual dilakukan dengan pembentukan tunas (strobilasi), sedangkan reproduksi seksual dengan medusa. Sebagian ubur-ubur mengandung racun yang menyebabkan gatal dan luka.

c. Kelas Anthozoa



Gambar 9.7 Anemon laut (Sumber: *Tabloid Agrobisnis*, edisi Mei 2006)

Hewan ini memiliki tubuh yang berbentuk seperti polip, tidak membentuk medusa, tidak bertangkai, terbungkus skeleton eksternal (karang), serta memiliki tentakel yang banyak dan tersusun di sekitar mulut. Mulut bermuara ke stomodaeum, dapat berkembang biak secara aseksual dan seksual. Contohnya, anemon dan hewan karang laut.

d. Kelas *Ctenophora*

Tubuhnya berbentuk seperti sisir, buah kenari, atau pipih, tembus cahaya, mempunyai delapan baris papan dayung bersilia, mempunyai dua buah tentakel, berenang maju dengan menggunakan mulut, ruang gastrovaskular dilengkapi dengan stomodaeum yang sebagian dilengkapi dengan lubang ekskresi, bersifat hermafrodit, dan reproduksi dilakukan dengan seksual.

Sebagian ubur-ubur dapat dimakan, sedangkan bunga karang dan anemon laut yang berwarna indah dapat dimanfaatkan sebagai hiasan pada akuarium air laut. Selain itu, keindahan taman laut dapat dijadikan objek wisata dan penelitian. Terumbu karang merupakan tempat yang baik untuk kehidupan ikan.

Telah disebutkan di muka bahwa *Coelenterata* merupakan hewan penyusun terumbu karang (koral) sehingga memiliki fungsi ekologis. Namun, akhir-akhir ini pemerintah menggalakkan wisata bahari karena terumbu karang memiliki nilai estetis (keindahan), misalnya, taman laut bunaken sehingga mampu mendatangkan devisa. Karang laut dapat rusak oleh ulah manusia.

Sebutkan kegiatan manusia yang dapat merusak karang laut!

Tugas

Saat ini sedang musim pembuatan akuarium air laut. Pergilah ke *showroom-showroom* akuarium air laut. Lihatlah bentuk-bentuk hewan karang yang ada. Identifikasikan jenis-jenis hewan karang baik dari kelompok *Porifera* ataupun *Coelenterata*.

3. *Platyhelminthes* (Cacing Pipih)

Platyhelminthes (cacing pipih) ini berbentuk pipih, lunak, dan simetri bilateral. Dapat hidup bebas di air tawar atau air laut, misalnya, *Planaria* dan sebagai parasit pada hewan atau manusia, misalnya, cacing hati. Cacing ini tidak mempunyai saluran pencernaan makanan dan anus.

a. Struktur Tubuh *Platyhelminthes*

Tubuh *Platyhelminthes* tersusun atas tiga lapisan embrional, yaitu ektoderma, mesoderma, dan endoderma. Sel mesoderma tidak mengalami perkembangan dan terdiri atas sel yang seragam sehingga disebut sel parenkim. Tubuhnya simetri bilateral.

Cacing memiliki saluran pencernaan dari mulut, faring, menuju kerongkongan. Akan tetapi, cacing pipih tidak memiliki saluran pencernaan. Cacing pipih hanya memiliki usus yang bercabang-cabang menuju seluruh tubuh sehingga peredaran makanan tidak melalui pembuluh darah, tetapi langsung diedarkan dan diserap tubuh dari cabang usus tersebut. Sistem ini disebut dengan sistem pencernaan *gastrovaskuler*.

Selain itu, *Platyhelminthes* tidak memiliki anus. Pengeluaran dilakukan melalui mulut. Sisa makanan dalam bentuk cair dikeluarkan

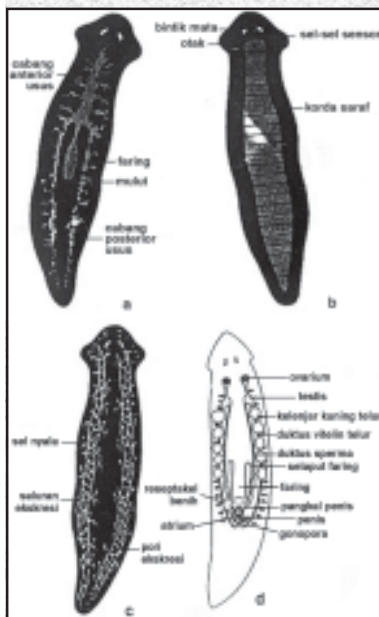
melalui permukaan tubuhnya. Demikian juga penyerapan dan pengeluaran gas dilakukan melalui permukaan tubuhnya. Sistem saraf hampir sama dengan sistem saraf pada *Coelenterata*, dapat bergerak aktif karena adanya sistem saraf dan sistem indra. Pada cacing hati terdapat dua bintik mata pada bagian kepalanya. Bintik mata tersebut mengandung pigmen yang disebut oseli. Indra peraba pada *Planaria* disebut aurikula (telinga), ada juga yang memiliki organ keseimbangan dan organ untuk mengetahui arah aliran air (reoreseptor).

b. Cara Berkembang Biak

Cacing pipih dapat berkembang biak secara aseksual dan secara seksual. Secara aseksual dilakukan dengan pembelahan tubuh. Tiap-tiap hasil pembelahan akan meregenerasi bagian yang hilang. Cara ini biasa dilakukan oleh *Tubellaria sp.* Secara seksual dilakukan dengan perkawinan silang meskipun cacing pipih bersifat hermafrodit. Zigot dan kuning telur yang terbungkus kapsul akan menempel pada batu atau tumbuhan, kemudian menetas menjadi embrio yang mirip induknya.

Setelah mengetahui struktur dan cara berkembang biak *Plathyhelminthes*, berikut ini akan dibahas tentang klasifikasinya. *Plathyhelminthes* dibagi menjadi tiga kelas, yaitu sebagai berikut.

a. Kelas Turbellaria



Gambar 9.8 *Planaria (Dugesia)*
a. Sistem pencernaan, b. Sistem saraf, c. Sistem ekskresi, dan d. Sistem reproduksi
(Sumber: Zoologi Dasar, 1989)

Hewan yang termasuk kelas ini biasa hidup mandiri di air tawar, air laut, atau tanah yang basah, jarang sebagai parasit, epitel bersilia, berlendir, dan tubuh berbentuk tongkat, misalnya, *Planaria*.

Planaria (Dugesia) biasa hidup di air tawar, bertubuh kecil, bersilia, memiliki dua mata, memiliki *proboscis* (tenggorokan yang menonjol keluar), tenggorokan bersambung ke ruang digesti (usus bercabang tiga, yaitu anterior dan posterior), tidak memiliki anus, memiliki dua tabung ekskresi, dan memiliki dua batang saraf. Sistem reproduksinya majemuk karena bersifat hermafrodit. Selain itu, *Planaria* juga dapat melakukan pembuahan sendiri dan ada beberapa di antaranya yang melakukan fragmentasi.

Kegiatan 9.1



Mengamati Struktur Tubuh *Planaria* (Cacing Pipih)

Tujuan:

Mengetahui struktur tubuh *Planaria*.

Alat dan Bahan:

1. air jernih,
2. *Planaria*, dan
3. botol berleher lebar

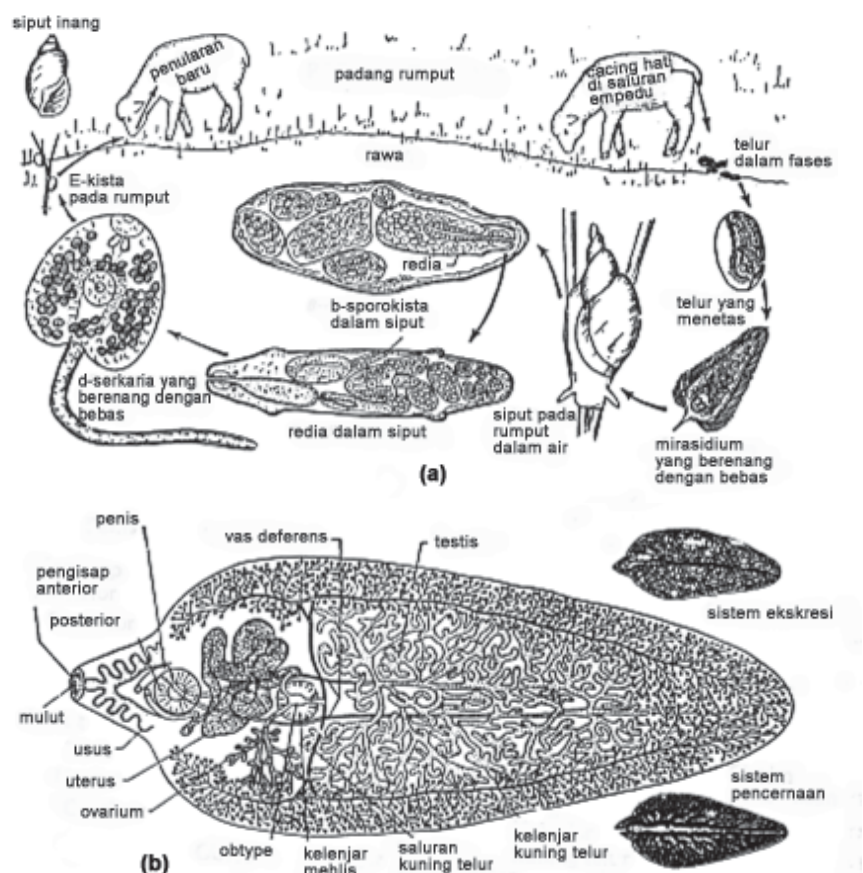
Cara Kerja:

1. Ambillah *Planaria* dari balik bebatuan yang ada di sekitar sungai yang airnya jernih dan belum tercemar. Di balik bebatuan akan kalian temukan cacing berwarna putih dengan panjang 2–3 cm dengan kepala pipih segitiga dan berbintik mata.
2. Ambil dengan kuas atau *cutton bud*, lalu masukkan ke dalam botol yang telah diisi air sungai yang belum tercemar.

3. Amati cara gerak cacing. Apakah cacing bergerak dengan rambut getarnya atau dengan menggerakkan otot-ototnya? Berikan jawabanmu!
4. Apakah ada perbedaan antara warna pada punggung dan perut? Jelaskan!
5. Biarkan cacing menempel pada dinding botol. Apakah yang kalian temukan? Apakah kalian menemukan bagian mulutnya?
6. Untuk mengetahui cara *Planaria* mencerna makanan, masukkan nyamuk yang mengandung darah ke dalam botol. Perhatikan beberapa saat sampai cacing menempel pada nyamuk dan menjulurkan kerongkongannya lalu mengisap darah.
7. Dengan kaca pembesar, perhatikan aliran darah dari mulut dan kerongkongan usus cacing. Bagaimana arah percabangan pada usus cacing. Bagaimana pembuangan sisa makanan tersebut? Apakah cacing memiliki anus?
8. Buatlah laporanmu dilengkapi dengan gambar dan pembahasan!

b. Kelas Trematoda

Hampir semua *Trematoda* hidup sebagai parasit, tidak bersilia, diselubungi kutikula, serta memiliki batil isap mulut dan batil isap perut. Cacing ini ada yang hidup sebagai ektoparasit, misalnya pada ikan. Ada juga yang hidup sebagai endoparasit, misalnya, cacing hati (*Fasciola hepatica*) pada saluran pencernaan sapi dan domba, *Clonorchis sp.* pada manusia, *Fasciolopsis sp.* pada saluran pencernaan, *Paragonimus sp.* pada paru-paru, dan *Schistosoma* pada saluran darah.



Gambar 9.9 *Fasciola hepatica*: (a) Daur hidup dan (b) Sistem reproduksi (Sumber: Zoologi Dasar, 1989)

Fasciola biasanya terdapat di dalam domba atau sapi. Cacing ini mempunyai batil isap mulut, dari mulut menuju faring ke esofagus bercabang dua, kemudian menyebar ke saluran yang lebih kecil. Saluran pencernaan pada *Fasciola* adalah gastrovascular. Saluran ekskresi bermula dari sel nyala menuju saluran ekskresi longitudinal dan berakhir di posterior. Sistem sarafnya sama seperti *Planaria*. Cacing ini bersifat hermafrodit. Siklus hidupnya dimulai dari cacing dewasa yang bertelur di dalam empedu dan kantong empedu domba. Telur keluar bersama tinja. Mirasidium menetas dalam air dan masuk ke dalam siput air tawar. Perubahan mirasidium menjadi *sporokista beredia* terjadi di dalam siput, kemudian dengan cara *paedogenesis* membentuk serkaria berekor. Setelah itu, serkaria keluar dari redia, berenang dan menempel pada tumbuhan menjadi kista. Jika tumbuhan atau rumput tersebut dimakan oleh domba atau sapi, kista yang menempel tersebut akan ikut termakan sehingga telur akan masuk ke dalam perut sapi atau domba dan begitu seterusnya.

Clonorchis yang berada di tubuh manusia adalah *Clonorchis sinensis*. *Clonorchis* mempunyai struktur tubuh yang hampir sama dengan *Fasciola*. Perbedaannya terletak pada sistem percabangan yang tidak beranting. Hewan ini biasa berenang pada ikan air tawar. Siklus hidup sama dengan siklus hidup cacing hati yang lain. Jika memakan ikan mentah yang mengandung serkaria, manusia dapat tertular cacing ini.

Tugas

Apakah di daerah kalian terdapat rumah pemotongan hewan? Kalau ada, pergilah ke tempat pemotongan hewan, misalnya, sapi, domba, atau babi. Observasilah kegiatan yang terjadi di sana. Carilah informasi, bagaimanakah tahap-tahap pengujian daging sebelum dijual bebas di pasar-pasar. Tanyakan pula tentang adakah hewan-hewan yang terinfeksi, khususnya cacing hati dan cacing pita. Buatlah laporan observasi kamu! Presentasikan di depan teman-teman sekelasmu!

Kegiatan 9.2



Mengamati Struktur Tubuh Cacing Hati

Tujuan:

Mengetahui struktur tubuh *Fasciola hepatica*.

Alat dan Bahan:

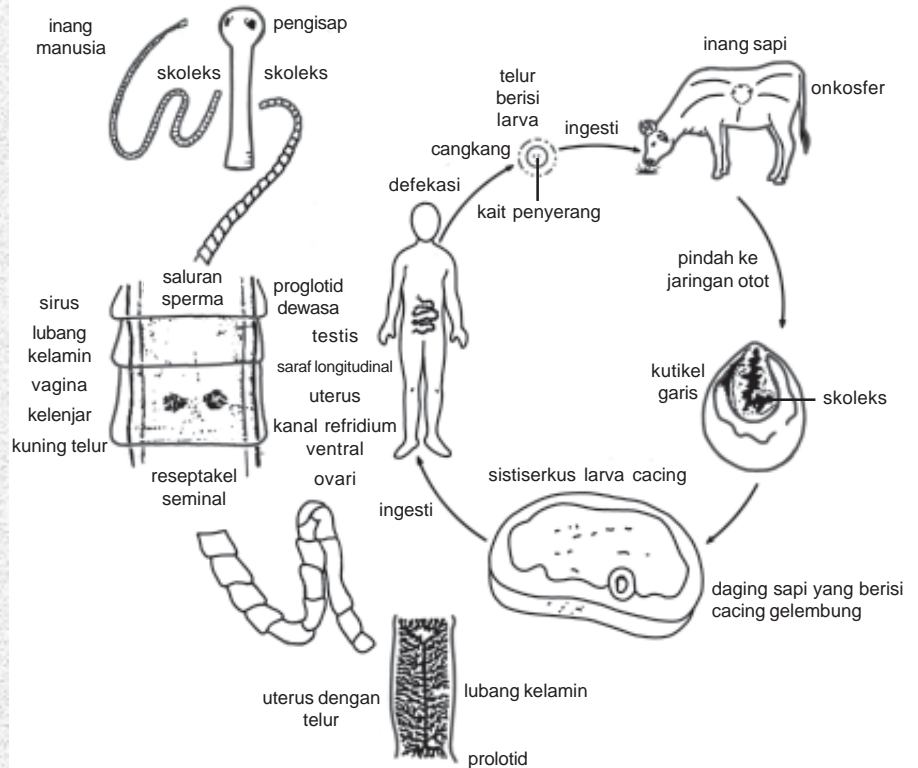
1. Ambillah cacing hati yang hidup pada hati domba atau sapi. Carilah di tempat pemotongan sapi.
2. Masukkan ke dalam wadah, lalu ambil sebuah dan amatilah bentuk, warna, usus, jumlah pengisap, dan ada atau tidaknya mulut. Setelah itu, gambarlah!
3. Adakah cacing ini mempunyai anus, pembuluh darah, dan gastovaskuler?
4. Buatlah laporanmu dan kumpulkan!

c. Kelas *Cestoda* (Cacing Pita)

Anggota cacing ini adalah semua cacing pita yang ada di dalam saluran usus *Vertebrata*, misalnya, *Taenia saginata* dan *Taenia solium* yang berada di usus manusia, *Taenia echinococcus* dalam usus anjing, *Choanotaenia fundibulum* dalam usus ayam, serta *Monia expansa* dan *M. benedeni* dalam usus Herbivora.

Cacing ini tidak mempunyai mulut, tubuh (strobila) bersegmen (proglotida) menyatu dengan kepala (skolek), diliputi kutikula, dan leher berupa segmen muda yang semakin tua semakin melebar. Lepasnya segmen tua dari tubuh cacing disebut *apolitis*. Cacing ini bersifat hermafrodit dan sistem saraf yang menyatu dengan sistem ekskresi.

Anggota cacing ini mempunyai daur hidup yang berbeda-beda. Daur hidup *T. saginata* dapat dilihat pada Gambar 9.11.

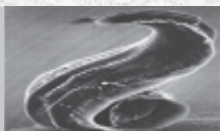


Gambar 9.10 Daur hidup cacing pita *T. saginata*
(Sumber: *Zoologi Dasar*, 1989)

4. *Nemathelminthes* (Cacing Gilig)

Nemathelminthes adalah cacing yang berbentuk bulat panjang (gilig). Cacing ini dapat hidup di tanah lembap, air tawar, air asin, dan berparasit pada hewan atau manusia. Contoh cacing yang berparasit dalam tubuh manusia adalah sebagai berikut.

a. *Enterobius vermicularis* (Cacing Kremi)



Gambar 9.11 Cacing kremi
(Sumber: <http://www.dr.natura.com>)

Cacing ini berwarna putih, berukuran kecil, dan hidup di usus besar manusia, tepatnya dekat anus. Keberadaan cacing ini sangat mengganggu aktivitas manusia karena menyebabkan rasa gatal. Setelah digunakan untuk menggaruk, tangan harus segera dicuci. Jika tidak segera dicuci, telur cacing yang ikut terbawa di dalam kuku-kuku tangan akan ikut termakan ketika memakan makanan. Cacing tersebut akan masuk dan menetas di dalam perut. Keadaan ini disebut dengan autoinfeksi.

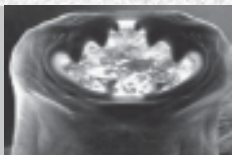
b. *Ascaris lumbricoides* (Cacing Askaris)



Gambar 9.12 Cacing askaris
(Sumber:
<http://www.dr.natura.com>)

Cacing ini dapat terbawa masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan yang telah tercemar. Telur cacing dapat keluar bersama tinja manusia. Telur cacing yang masuk ke dalam usus akan menetas menjadi larva, kemudian larva akan berkembang menjadi cacing baru. Cacing ini akan mengambil makanan dan mengisap darah penderita cacingan sehingga keadaan orang yang menderita cacingan akan terlihat pucat dan perutnya buncit.

c. *Ancylostoma duodenale* (Cacing Tambang)



Gambar 9.13 Cacing tambang
(Sumber:
<http://www.dr.natura.com>)

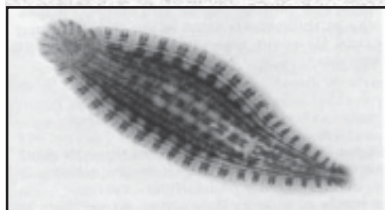
Telur cacing ini dapat keluar melalui tinja manusia. Jika telur ini terdapat di tempat yang becek, telur akan menetas menjadi larva. Jika larva ini terinjak oleh orang yang tidak beralas kaki, cacing akan masuk ke dalam tubuh manusia melalui kulit kaki yang kemudian masuk ke dalam jantung, paru-paru, dan tenggorokan. Jika tertelan ke dalam perut, larva akan berkembang menjadi cacing di dalam perut. Cacing ini akan mengisap darah penderita sehingga penderita menjadi pucat karena kekurangan darah.

Sebagian besar cacing *Nemathelminthes* adalah endoparasit baik pada hewan dan manusia, misalnya, cacing kremi, cacing tambang, dan cacing filaria. Pencegahan penyakit tersebut dapat dicapai dengan cara mempertinggi *sanitasi* lingkungan dan *higiene* tubuh untuk memutus daur hidup cacing. Bagaimanakah cara memutus daur hidup cacing gilig?

Tugas

Bersama teman kalian, buatlah bagan reproduksi cacing tambang. Kemudian, gambarlah dan terangkan!

5. Cacing Gelang (*Annelida*)



Gambar 9.14 Lintah
(Sumber:
<http://alpha.fmarion.edu>)

Lintah (*Hirudo medicinalis*), pacet (*Haemadipsa sp.*), dan cacing tanah (*Lumbricus terrestris*) yang berbuku-buku atau beruas-ruas seperti gelang merupakan contoh *Annelida*. Cacing ini dapat hidup di dalam tanah, air tawar, dan di air laut. Hewan ini telah memiliki sistem digesti, saraf, ekskresi, dan reproduksi majemuk. Selain itu, hewan ini telah dilengkapi dengan pembuluh yang di dalamnya terdapat darah yang bersirkulasi. Sebagian besar cacing ini menghasilkan larva bersilia yang disebut *larva trokofor*.

Cacing tanah bersifat menguntungkan karena berperan dalam mempercepat pembusukan sampah dan pelapukan humus sehingga dapat membantu dalam menyuburkan tanah.

Cacing tanah ini bersifat hermafrodit karena mempunyai dua alat kelamin dalam satu tubuh. Meskipun demikian, perkawinan tetap dilakukan secara silang karena pematangan sel telur dan sperma tidak terjadi secara bersamaan.

Annelida hampir sama dengan *Nematoda*. Perbedaan antara keduanya dapat dilihat pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1 Perbedaan *Annelida* dan *Nematoda*

No.	Perbedaan	<i>Annelida</i>	<i>Nematoda</i>
1.	Bentuk tubuh	Gilig, bersegmen, terdapat kepala, mata, dan tentakel	Gilig, tidak bersegmen, dan tidak berkepala

2.	Selom	Terbagi dalam kompartemen dan ber dinding epitel	<i>Pseudosolom</i> , ber dinding mesoderm, dan berotot
3.	Mulut	Sedikit majemuk	Majemuk
4.	Sistem sirkulasi darah	Ada sirkulasi darah	Tidak ada sirkulasi darah
5.	Seks	Diesius atau hermafrodit	Diesius, beberapa <i>Nematoda</i> ada yang hermafrodit
6.	Fertilisasi	Di luar tubuh	Di dalam tubuh
7.	Larva	Bersilia	Tidak bersilia

Annelida dibagi menjadi 7 kelas, yaitu *Archiannelida*, *Polychaeta*, *Myzostoma*, *Oligochaeta*, *Hirudinea*, *Echiurida*, dan *Gephyrea*. Namun, hanya tiga kelas yang dibahas dalam buku ini, yaitu sebagai berikut.

a. Kelas *Polychaeta*

Polychaeta biasa hidup di dalam pasir atau menggali batu-batuan di daerah pasang surut dan aktif di waktu malam.

Struktur tubuh terdiri atas kepala, faring menonjol, berahang, dikelilingi *peristomium*, dan beratap *prostomium*. *Peristomium* terdiri atas empat buah mata, dua tentakel pendek, dua palpus, dan empat tentakel panjang. Setiap segmen, kecuali segmen terakhir, memiliki *parapedia* yang dilengkapi banyak *setae*. *Setae* inilah yang digunakan untuk menggali pasir di celah bebatuan. Contohnya, *Nereis sp.*

Nereis sp. merupakan cacing pendiam dengan sistem digesti yang dimulai dari faring, esofagus yang bermuara dalam dua kantong kelenjar dan menuju usus yang berkontraksi secara teratur. Terdapat sistem respirasi di dalam kulitnya dan telah memiliki pembuluh darah yang mengandung pigmen darah merah (*hemoglobin*). Pengeluaran sisa zat makanan dilakukan tiap segmen oleh sepasang *nefridium*, kecuali segmen terakhir.

Sistem sarafnya telah dilengkapi dengan *ganglion serebral* (otak) yang dihubungkan dengan *ganglion subesofageal* oleh dua saraf *sirkumesofageal*, kemudian dihubungkan ke belakang *saraf ventral* bercabang lateral yang terdapat dalam tiap segmen dan terlihat sebagai tonjolan segmen.

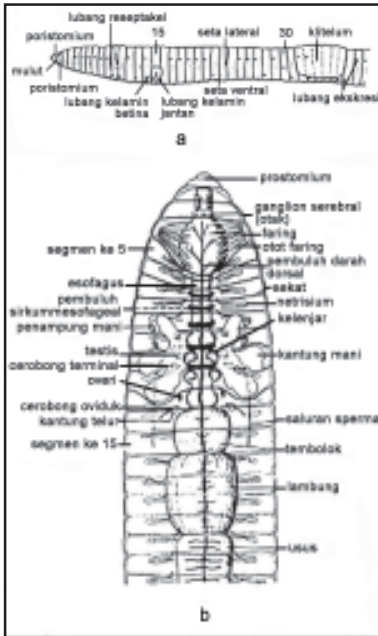
Sistem indra penerima saraf supraesogageal terdiri atas palpus dan tentakel. Selain itu, juga telah terdapat empat buah mata sederhana yang masing-masing terdiri atas kornea, lensa, dan retina.

Sistem reproduksi lebih metameris dibandingkan dengan cacing tanah. Cacing ini bersifat hermafrodit. Testis dan ovarium terbentuk dalam dinding selom dan tersusun segmental. Gamet yang sudah matang akan keluar dari dinding. Pembuahan terjadi di dalam air dan zigot tumbuh menjadi trokofor.

Contoh lain dari cacing ini adalah cacing palolo (*Eunice viridis*) dan cacing wawo (*Lysidice oele*). Kedua cacing ini mengandung protein yang tinggi dan banyak terdapat di Maluku. Pada saat musim tertentu, akan muncul di permukaan laut dalam jumlah yang besar.

b. Kelas *Oligochaeta*

Sebagian besar cacing ini hidup di dalam air tawar atau di darat. *Oligochaeta* bersifat hermafrodit, tidak berparapodia, dan mempunyai beberapa *setae*. Kepala belum jelas dan beberapa kelas tidak membentuk larva trokofor, contohnya, *Aelosoma sp.*, *Chaetogaster sp.*, *Rhinodrilus fafneri*, *Megacolides australis*, dan *Lumbricus terrestris* (cacing tanah).



Gambar 9.15 Struktur tubuh cacing tanah (*Lumbricus sp.*)
 a. Pandangan Lateral dan
 b. Pandangan Dorsal
 (Sumber: *Zoologi Dasar*, 1989)

***Lumbricus terrestris* (Cacing Tanah)**

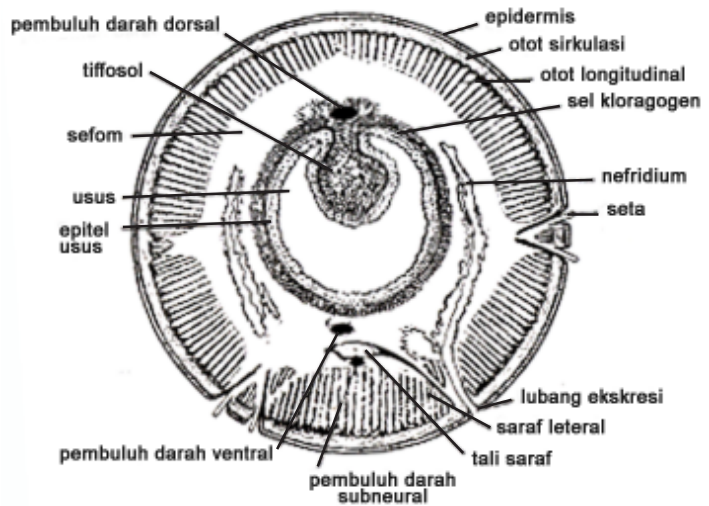
Struktur tubuh cacing tanah berbentuk gilig memanjang, bersegmen jelas, panjang kira-kira lebih dari 100 metameter, memiliki mulut berbentuk celah pada ujung anterior di bawah penjurulan dorsal yang disebut protomium, dan anus pada ujung posterior. Cacing yang telah dewasa mengalami pembengkakan lunak yang disebut kliteum.

Pada tiap segmen (kecuali segmen pertama dan terakhir) terdapat empat pasang setae (bulu sikat) pendek dan selom bersekat transversal di bawah lipatan kulit.

Sistem digesti atau sistem pencernaan terdiri atas traktus digestivus yang berupa sebuah tabung kecil yang dimulai dari mulut–faring–esofagus–tembolok (ingluvies berdinding tipis)–gizzard (lambung tebal)–usus halus–anus. Makanan cacing adalah tanah. Tanah dicerna dan dikeluarkan di permukaan tanah. Kegiatan cacing ini dapat mengangkat kalium dan fosfor dari lapisan tanah bawah ke lapisan tanah atas. Tanah hasil pencernaan cacing ini mengandung banyak nitrogen yang dapat menyuburkan tanah. Jadi, hasil kerja cacing ini membuat tanah menjadi subur dan berareasi baik.

Sistem respirasi terjadi di seluruh permukaan cacing yang diliputi oleh kutikula. Pernapasan hanya berlangsung pada saat kutikula dalam keadaan basah. Selain itu, pembuluh-pembuluh kapiler dalam tubuh mengambil oksigen dan melepaskan CO₂.

Sistem peredaran darah pada cacing tanah adalah sistem peredaran darah tertutup dengan kapiler-kapiler. Darahnya berwarna merah dan mengandung amoebosit (butiran tidak berwarna), sedangkan yang berwarna merah adalah plasmanya karena mengandung hemoglobin yang larut.



Gambar 9.16 Penampang melintang *Lumbricus*
 (Sumber: *Zoologi Dasar*, 1989)

Sistem ekskresi, kecuali segmen pertama dan terakhir pengeluaran, dilakukan oleh sepasang nefridium. Saluran yang dilewati sisa makanan pada tiap nefridium adalah nefrostom yang berkelok-kelok dan poros ekskretorius ventral yang akhirnya bermuara di nefridium (lubang tubuh). Selain itu, nefridius juga menerima pembuangan secara difusi dari kapiler darah di sekitar pembuluh.

Latihan

1. Terbagi menjadi berapa kelaskah filum *Annelida* itu? Sebutkan!
2. Jelaskan perbedaan *Polychaeta* dan *Oligochaeta*!

Sistem saraf berupa sebuah rantai *ganglion ventral* dan *ganglion suprafaringeal anterior* (otak) yang terletak di atas faring. Keduanya dihubungkan oleh *tali korda saraf* (tali tangga saraf). Cacing tanah tidak memiliki mata, tetapi di dalam kulitnya terdapat organ sensoris yang sensitif terhadap sentuhan dan cahaya.

Ditinjau dari sistem reproduksinya, cacing ini bersifat hermafrodit, tidak terjadi pembuahan oleh diri sendiri (*self-fertilizing*), tetapi terjadi pembuahan silang karena pematangan sel telur dan sperma tidak terjadi secara bersamaan. Pada bagian tubuh depan, terdapat bagian yang berwarna lain yang disebut *klitelum* yang tersusun atas tiga segmen. Di dalam klitelum ini terdapat zat untuk membungkus telur menjadi *kokon*. Menempelnya klitelum dari dua cacing dapat saling menukar sperma. Hal ini ditandai dengan adanya tonjolan kecil yang mempunyai lubang kelamin yang terletak di bawah esofagus.

Tugas

Buatlah bagan pengelompokan cacing *Annelida* dan peran tiap-tiap kelompok bagi kehidupan manusia! Kumpulkan tugas tersebut pada guru biologimu!

c. Kelas *Hirudinea*

Hirudinea hidup di air tawar atau di darat. Kelas ini mempunyai anggota yang hidup parasitis atau predator dan tidak mempunyai parapodia atau setae-setae. Tubuh tersusun dari 33 segmen, 1 buah prostomium, alat pengisap berupa posterior atau anterior, bersifat hermafrodit, dan mempunyai banyak jaringan ikat. Contohnya, *Hirudo medicinalis* sp. (lintah).

Annelida memiliki peranan baik terhadap lingkungan ataupun kehidupan manusia. Peranan terhadap lingkungan, spesies-spesies dari kelas *Olygochaeta*, khususnya cacing tanah (*Lumbricus terrestris*), mampu menguraikan bahan-bahan *organik* menjadi *anorganik* serta mampu memperbaiki *aerasi* dalam tanah. Peranan *Annelida* terhadap kehidupan manusia, antara lain, beberapa spesies cacing *Polychaeta*, misalnya cacing wawo dan palolo dapat digunakan sebagai bahan makanan. Kemudian, dari kelas *Hirudinae*, khususnya *Hirudo medicinalis* dapat menghasilkan zat *hirudin* yang bersifat anti pembekuan darah. Pada zaman dahulu, lintah digunakan untuk pengobatan, yaitu menyerap racun atau bisa yang masuk ke dalam tubuh manusia.

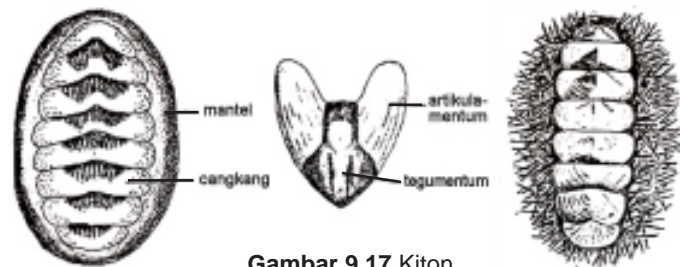
6. *Mollusca* (Hewan Lunak)

Hewan ini umumnya hidup di laut meskipun ada juga yang hidup di darat. Tubuhnya lunak, berlendir, dan bermantel, biasanya dilindungi oleh cangkang zat kapur. Selain melindungi tubuh, cangkang ini juga berfungsi untuk melindungi organ yang ada di dalam isi perut.

Berdasarkan alat geraknya, *Mollusca* dibagi menjadi tiga kelas, yaitu sebagai berikut.

a. Kelas *Amphineura* (Kiton)

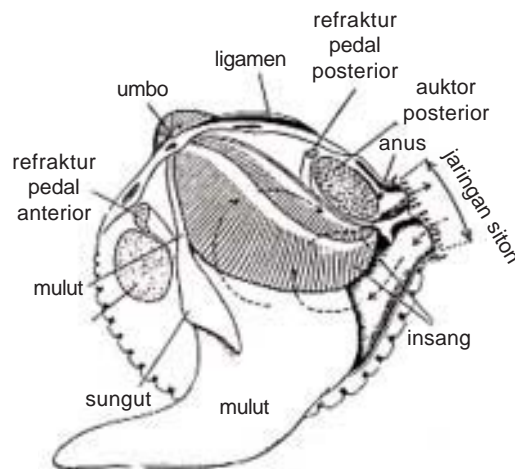
Kiton merupakan hewan yang simetris bilateral, kaki ventral memanjang, mempunyai ruang mantel yang mengandung insang, permukaan dorsal tertutup oleh spikula berlendir, bersifat hermafrodit, hidup di laut, dan larva *trokofor*. Contohnya adalah *Cryptochiton sp.* Hewan ini banyak ditemukan menempel pada batuan dengan melingkarkan tubuhnya. Pembuahan dilakukan secara eksternal. Ada beberapa daerah yang menjadikan kiton sebagai makanan.



Gambar 9.17 Kiton
(Sumber: Zoologi Dasar, 1989)

b. Kelas *Gastropoda* (Hewan Berkaki Perut)

Bekicot (*Helix aspersa*), siput laut (*Fissurella sp.*), dan siput air tawar (*Lymnaea javanica*) termasuk dalam kelas ini. *Gastropoda* mempunyai rumah berbentuk spesial dan kaki untuk merayap, bentuk kepala jelas, serta memiliki tentakel dan mata. Dalam ruang bukal (pipi) terdapat redula (pita bergigi). Hewan ini menggunakan insang, paru-paru, atau keduanya sebagai alat pernapasan. Larvanya trokofor bersilia. Hidup di lumut air tawar dan darat. Kelaminnya terpisah atau hermafrodit, ovipar, dan ovovivipar.



Gambar 9.18 *Helix aspersa*
(Sumber: Zoologi Dasar, 1989)

Bekicot (Helix aspersa)

Struktur tubuh bekicot terdiri atas rumah atau cangkang bekicot yang simetris bilateral, kepala, dan dua pasang tentakel—satu pasang tentakel yang lebih panjang memiliki mata pada ujungnya. Hewan ini mempunyai radula yang terletak di dalam mulut yang berfungsi untuk memakan daun, bersifat hermafrodit, tidak melakukan fertilisasi sendiri, dan bernapas dengan paru-paru melalui lubang pada ruang *mantel* (*apertura pulminalis*).

Sistem pencernaan dimulai dari mulut–faring berotot–esofagus–tembolok tipis–lambung–usus halus berkelok–kelok–anus. Hewan ini memiliki kelenjar ludah di kiri kanan tembolok dan sebuah hati yang terhubung dengan lambung yang terletak di bagian atas rumah bekicot. Sebelum dikeluarkan, kotoran disaring oleh ginjal, kemudian dikeluarkan ke ruang mantel.

Sistem respirasi dan sirkulasi menggunakan paru-paru yang disebut *pulmonata*, yaitu jaringan di luar dinding luar mantel tempat udara keluar dan masuk. Darah yang mengumpul dalam tubuh dan udara dari paru-paru dipompa oleh jantung lewat arteri dalam kepala, kaki, dan organ dalam tubuh.

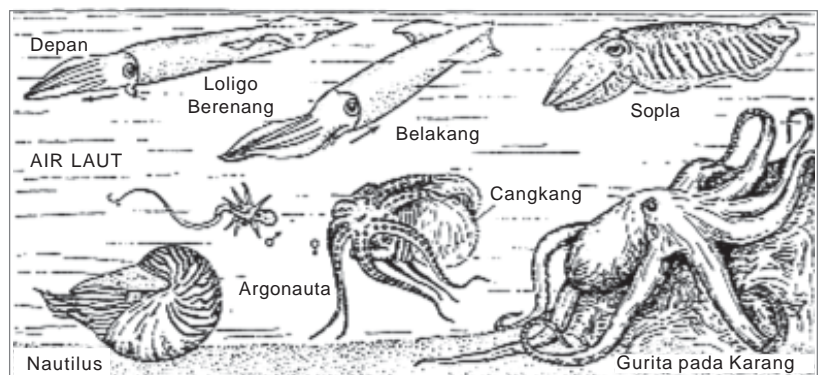
Sistem saraf dan sensori berupa pasangan saraf ganglion dan serebral, saraf kaki, dan saraf organ dalam tubuh. Saraf dari ganglion berhubungan langsung ke seluruh sistem organ. Sensori terdapat pada kedua mata yang terletak di ujung tentakel panjang. Selain itu, ada sepasang *statokis* yang terdapat di bawah kaki yang berfungsi untuk keseimbangan dan struktur peraba yang terdapat dalam lapisan epidermis kepala dan kaki.

Sistem perkembangbiakan dilakukan dengan perkawinan. Meskipun bekicot bersifat hermafrodit, bekicot tidak dapat melakukan perkawinan sendiri karena masaknya sperma dan ovum tidak bersamaan. Sperma dan ovum dihasilkan oleh satu organ yang disebut *ovotestis*. Fertilisasi dilakukan di dalam tubuh betina. Meskipun hermafrodit, ada yang disebut bekicot betina karena menghasilkan ovum dan ada yang disebut bekicot jantan karena menghasilkan sperma. Dari pembuahan kedua bekicot tersebut, terjadilah telur. Bekicot adalah hewan yang berkembang biak dengan bertelur (*ovipar*). Telur-telur ini biasanya mengumpul dan terletak di bawah dedaunan. Telur menetas dan terjadilah bekicot muda yang merupakan miniatur bekicot dewasa. Bekicot aktif di malam hari. Dengan radulanya, bekicot dapat melahap tanaman hijau yang lunak dan tidak berbulu. Pada musim kering, bekicot akan menarik kaki dan kepala ke dalam rumahnya, kemudian mengeluarkan lendir yang banyak sebagai perekat untuk membungkus *apertura* dan desikasi.

Selain sebagai hama pertanian, bekicot juga dapat diolah sebagai makanan yang mahal dan bergizi.

c. Kelas *Cephalopoda* (Hewan Berkaki Kepala)

Cumi-cumi (*Argonauta sp.* dan *Loligo sp.*) serta gurita (*Nautilus pompilius* dan *Octopus sp.*) merupakan contoh hewan kelas ini. Hewan ini memiliki mempunyai kepala yang tampak jelas, tentakel-tentakel



Gambar 9.19 *Cephalopoda* (Sumber: *Zoologi Dasar*, 1989)

mengelilingi mata yang besar, tentakel-tentakel merupakan kaki yang bermodifikasi. Sebagian kaki tersebut merupakan corong terbuka pada ruang mantel dan menjadi sistem organ yang kompleks.

Hewan ini biasanya mempunyai kelenjar tinta, kelamin terpisah, dan tidak ada stadium larva dalam hidupnya. Ketika hewan-hewan muda menetas langsung berenang dan terlihat seperti miniatur hewan dewasa.

d. Kelas *Scaphopoda* (Siput Gading Gajah)

Contoh kelas ini adalah *Dentalium sp.* Rumahnya berbentuk seperti gading gajah dan kedua ujungnya berlubang. Tubuhnya memanjang, kepala rudimeter, kaki lancip, berlobus yang berguna untuk menggali lumpur, hidup di laut sampai kedalaman 5.000 m, alat kelamin terpisah, larva trokofor dan veliger, bernapas dengan mantel, dan mempunyai kaptakula untuk menangkap mangsa yang terletak di dekat mulut.



Gambar 9.20 *Dentalium sp.*
(Sumber: Zoologi Dasar, 1989)

e. Kelas *Pelecypoda* (Hewan Berkaki Pipih)

Contoh hewan kelas ini adalah tiram (*Ostrea sp.*), ketam (*Anodonta sp.*), dan remis (*Buccinus sp.*). *Pelecypoda* merupakan *Mollusca* berkatup dua (pengapit) sehingga tubuhnya tertutup antara katup kanan dan katup kiri yang terpaat di bagian dorsal. Kepalanya tidak tampak, tubuh pipih lateral, serta kaki berotot dan pipih ventrolateral yang berfungsi menggali pasir atau lumpur. Kelaminnya terpisah (hermafrodit) dan perkembangannya melalui larva.

Tiram (*Ostrea sp.*)

Struktur tubuh tiram diselubungi oleh rumah tiram yang terdiri atas dua pengapit kanan dan kiri. Garis pertumbuhan konsentris terdapat pada rumah tiram dan berpusat pada umbo atau bagian tertua dari rumah tiram. Pertumbuhan konsentris pada kulit kerang ini dapat dijadikan alat untuk menentukan umur kerang. Rumah kerang tersusun atas tiga lapisan, yaitu periostrakum (lapisan terluar) yang tipis, mengandung zat tanduk, pemberi warna, dan melindungi cangkang dari asam karbonat, prismatic (lapisan tengah) yang tersusun dari kalsium karbonat serta nakreas (lapisan terdalam) yang mengkilat dan biasa disebut dengan mutiara. Kakinya berotot, tipis, dan dapat dijulurkan keluar. Hewan ini bernapas dengan lembaran-lembaran insang.

Sistem pencernaan dimulai dari mulut–esofagus pendek–lambung–intestinum panjang–anus. Kelenjar pencernaan merupakan organ berbilik dua dan terletak di sebelah lambung yang disebut *hati*. Tiram mempunyai ginjal yang berbentuk nefrida.

Sistem respirasi dan sirkulasi. Respirasi menggunakan insang untuk mengambil larutan oksigen di dalam air dan masuk dalam rongga mantel. Pelepasan CO₂ juga melalui organ yang sama. Filamen insang mengandung pembuluh darah tempat O₂ dan CO₂ diangkut dalam aliran darah, lalu masuk ke jantung dan seterusnya.

Sistem saraf dan sensori terdiri atas tiga ganglion, yaitu sepasang esofagus, sepasang di dalam kaki, dan sepasang di dekat posterior massa viseral. Alat sensornya peka terhadap sentuhan dan cahaya. Sel-sel sensori terdapat di sepanjang batas mantel.

Sistem reproduksi ada yang hermafrodit, tetapi ada juga yang berkelamin jantan dan betina saja. Pembuahan terjadi di dalam tubuh betina. Hasil pembuahan berupa zigot. Zigot menetas menjadi larva ber-silia sehingga dapat keluar dari induknya, lalu berenang dan menempel pada insang ikan sebagai parasit. Setelah 12 minggu, tiram muda akan melepaskan diri dari inangnya dan tumbuh menjadi tiram dewasa.

Tiram dapat dimakan. Jenis yang dapat dimakan adalah *Crassostrea virginica* (Amerika), *Ostrea eduli* (Eropa), *O. lurida* (Pasifik), dan *C. gigas* (Jepang dan Asia Tenggara). Jenis tiram penghasil mutiara adalah *Margaritifera sp.* (Asia) dan *Meleagrina sp.* (Jepang dan Indonesia).

Dalam kehidupan manusia, *Mollusca* berperan sebagai sumber bahan makanan yang kaya dengan zat gizi, misalnya, *Achatina fulica*, *Loligo*, dan *Lymnea*. Selain itu, hewan ini juga memiliki nilai ekonomis tinggi, terutama mutiara yang dihasilkan oleh *Meleagrina margaritivera* yang sekarang ini sudah dibudidayakan, terutama di laut sekitar kepulauan Maluku.

Tugas

Identifikasi macam-macam hewan yang termasuk dalam filum *Mollusca*, kemudian buatlah rangka dalam koleksi *Mollusca*!

7. Hewan Berbuku-buku (*Arthropoda*)

Hewan ini memiliki ciri dengan kakinya yang beruas-ruas atau bersegmen dengan bentuk tubuh simetris bilateral dan terlindungi oleh rangka luar yang kaku berupa kutikula yang mengandung zat kitin (*eksoskeleton*), contohnya, udang, laba-laba, kepiting, serangga, dan kaki seribu.

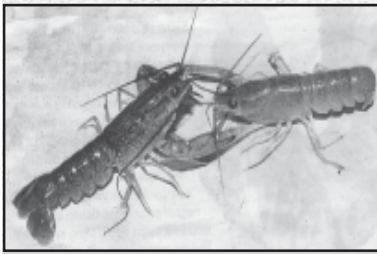
Pada hewan ini, perbedaan antara kepala dan perut sudah terlihat jelas. Matanya majemuk dan antenanya peka terhadap rangsangan.

Arthropoda berasal dari kata *anthros* yang artinya sendi dan *podos* yang artinya kaki. *Arthropoda* merupakan filum yang mempunyai anggota paling banyak, baik jenis maupun individunya.

Arthropoda dapat hidup di sebagian besar tempat, dapat di darat, air tawar, air laut, di udara, menempel di pohon, bahkan dapat hidup di atas kepala manusia. Ada yang hidup bebas dan ada yang parasit. *Arthropoda* dapat bernapas dengan menggunakan trakea dan oksigen langsung ditransfer ke dalam sel dan jaringan. Berdasarkan perbedaan bagian tubuh, *Arthropoda* dapat dibedakan menjadi *Crustacea*, *Arachnoidea*, *Miyriapoda*, dan *Insecta*.

a. *Crustacea* (Udang-udangan)

Ciri-ciri *Crustacea* adalah hidup di air, bernapas dengan insang, eksoskeleton keras terdiri atas zat kitin yang berlendir, mempunyai

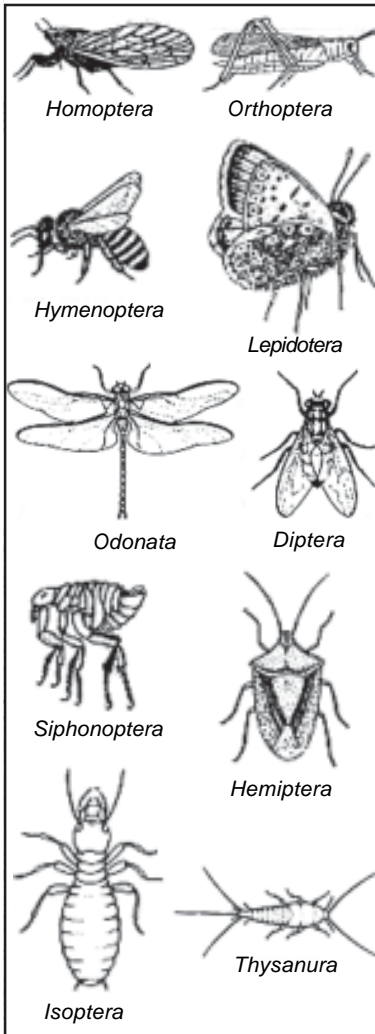


Gambar 9.21 Udang

sepasang antena dan alat tambahan bercabang dua (tipikal biramus), serta kepala bersegmen yang bersatu dengan dada membentuk *sefalotoraks* (kepala dada). Hewan yang masuk dalam kelas ini adalah udang air tawar atau *shrimp* (*Cambarus sp.*), udang laut atau lobster (*Panulirus sp.*), kepiting (*Pagurus sp.*), rajungan (*Cancer sp.*), ketam (*Uca sp.*), barnakel (*Mitela sp.* dan *Balanus sp.*), Sow-bug, dan pinjal air (*Cyclops sp.* dan *Daphania sp.*).

Peranan *Crustacea* bagi kehidupan manusia antara lain dalam pemanfaatan ikan, udang, kepiting, dan rajungan sebagai sumber protein bagi manusia. Hanya sedikit dari kelas ini yang menjadi musuh bagi manusia, misalnya, ketam kenari yang merusak tanaman kelapa.

b. *Insecta* (Serangga)



Gambar 9.22 Berbagai jenis hewan dalam kelas *Insecta* (Sumber: Zoologi Dasar, 1989)

Serangga merupakan hewan darat, tetapi sebagian kecil ada juga yang hidup di air tawar dan jarang hidup di laut, mereka mempunyai ukuran tubuh yang sangat bervariasi, mulai dari yang berukuran mikroskopis sampai dengan yang berukuran panjang belasan cm, serta telah memiliki bagian yang jelas antara kepala, dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*). Dadanya terdiri atas tiga segmen, perut terdiri dari 6 – 11 segmen, memiliki 3 pasang kaki, 2 – 3 pasang sayap, 1 pasang antena, dua mata majemuk, dan 3 *oselli*, serta bernapas dengan trakea. Contoh *Insecta* adalah capung (*Aeshna sp.*), kecoa (*Periplaneta sp.*), rayap (*Nasutitermis sp.*), belalang (*Brachystola sp.*), semut (*Monomorium sp.*), kepik (*Phytomonus sp.*), nyamuk (*Culex sp.*, *Aedes sp.*, dan *Anopheles sp.*), pinjal (*Ctenocephalus sp.*), lalat (*Musca sp.*, *Stomoxys sp.*, dan *Tabanus sp.*), kupu-kupu (*Papilio sp.*), kaper (*Malacosoma sp.*), kepik kubis (*Murgantia sp.*), kutu buku (*Troces sp.*), kutu rambut (*Pediculus sp.*), walang kadung (*Paratenodera sp.*), dan lebah madu (*Apis sp.*).

Insecta terbagi menjadi beberapa ordo, antara lain, sebagai berikut.

- 1) Ordo *Thysanura*, contohnya, kutu buku (*Troces sp.*)
- 2) Ordo *Orthoptera*, contohnya, walang nona (*Stagmomantis sp.*), tempiris dan tongkat berjalan (*Anisomorpha sp.*), belalang (*Disostura sp.*), jangkrik (*Gryllus sp.*), dan katidid (*Microcentrum sp.*).
- 3) Ordo *Isoptera*, contohnya, *Reticuli termes sp.* yang hidup di dalam tanah dan kayu, *Kaloterme* di kayu kering, *Zooterme* di kayu basah yang dapat mematikan pohon, *Amiterme* di tanah kering, *Macroterme* membentuk rumah tanah, dan *Nasutiterme* yang membentuk rumah seperti karton di daerah tropis.
- 4) Ordo *Homoptera*, contohnya, cikada (*Magisicada septemdecem*).
- 5) Ordo *Hemiptera*, contohnya, kalajengking air (*Ranatra sp.*), kutu busuk (*Cimexlecturalius*), dan kepinding air (*Lethocerus*).
- 6) Ordo *Odonata*, contohnya, capung (*Aeshna sp.* dan *Libellula sp.*).
- 7) Ordo *Lepidoptera*, contohnya, kupu tomat (*Protoparce sexta*, *Aegeria sp.*, dan *Papilia polyxetes*), serta kupu ulat sutra (*Attacus sp.* dan *Bombyx mori*) yang dipelihara di Indonesia.
- 8) Ordo *Diptera*, contohnya, nyamuk (*Culex sp.*, *Aedes sp.* dan *Anopheles sp.*), lalat rumah (*Musca sp.*), lalat buah (*Dropophila melanogaster*, *Ceratitis capitata*, dan *Dacus dorcalis*), lalat kandang (*Stomoxys sp.*), lalat kuda (*Tabanus sp.*), lalat pasir (*Phlebotomus sp.*), serta merutu (*Chironomus*).

- 9) Ordo *Siphonoptera*, contohnya, pinjal anjing (*Ctenocephalus canis*), pinjal kucing (*Ctenocephalus felis*), pinjal manusia (*Pulex irritans*), dan pinjal tikus (*Xenopsylla cheopis*).
- 10) Ordo *Hymenoptera*, contohnya, lebah madu (*Apis mellifera*), semut hitam (*Monomorium sp.*), lebah dengung (*Bombus sp.*), dan lalat gergaji (*Endelomya*).

Serangga sangat berperan bagi kehidupan manusia, terutama serangga yang memberi keuntungan, contoh:

- 1) lebah madu menghasilkan madu,
- 2) ulat sutra menghasilkan sutra,
- 3) serangga yang membantu penyerbukan bunga, misalnya, lebah dan kupu-kupu,
- 4) serangga predator yang dapat memakan hama secara biologi, dan
- 5) serangga yang membantu menguraikan sampah.

c. *Chilopoda* (Lipan)



Gambar 9.23 Kelabang termasuk dalam kelas *Chilopoda*
(Sumber: *Zoologi Dasar*, 1989)

Chilopoda merupakan hewan karnivora yang memakan hewan lain. Bentuk tubuh pipih dengan segmen yang jelas. Di setiap segmen tubuhnya terdapat sepasang kaki, juga mempunyai sepasang antena panjang dan sepasang mata yang masing-masing terdiri dari oselli. Pada segmentasi pertama, terdapat gigi-gigi beracun yang berbahaya, serta bernapas dengan menggunakan trakea, contohnya kelabang (*Centipedes*).

d. *Arachnoidea* (Laba-laba)



Gambar 9.24 Laba-laba
(Sumber: <http://www.kompas.com>)

Umumnya, *Arachnoidea* hidup di darat dan sebagian kecil hidup di air. Ukuran tubuhnya bervariasi, mulai dari yang mikroskopis sampai yang panjangnya beberapa cm. Tubuhnya terbagi menjadi *selafothorax* dan abdomen. Pada *selafothorax*, terdapat 6 pasang alat tambahan yang terdiri atas sepasang rahang, sepasang alat pemangsa untuk menangkap mangsa, dan 4 pasang alat berjalan. *Arachnoidea* tidak mempunyai antena, tetapi memiliki 8 mata sederhana. Hewan ini menggunakan paru-paru, trakea, atau keduanya sebagai alat respirasi, tetapi ada juga yang tidak memiliki alat pernapasan. Contohnya, laba-laba (*Latrodectes sp.* dan *Eurypelma sp.*), caplak (*Boophilus sp.*), si panjang kaki (*Phalangeum sp.*), serta kalajengking (*Vejevovis sp.*, *Hadrudus sp.*, dan *Centrurus sp.*).

Sebagian besar *Arthropoda* merupakan hewan pengganggu bagi sistem pertanian, tetapi ada beberapa hewan *Arthropoda* yang menguntungkan bagi manusia karena merupakan sumber makanan, misalnya, belalang, *Crustacea* (udang-udangan), tetapi beberapa Arachnida merupakan musuh alami bagi hama sistem pertanian.

Latihan

1. Berdasarkan apakah pembagian kelas dalam *Arthropoda*!
2. Sebutkan perbedaan antara kelas *Arachnoidea* dan kelas *Insecta*!

3. Sebutkan karakteristik *Arthropoda* yang membedakannya dengan hewan lain!
4. Sebutkan contoh ordo yang terdapat dalam *Insecta*!

Tugas

Buatlah bagan atau tabel yang berisi tentang persamaan dan perbedaan dari keempat kelas yang terdapat dalam *Arthropoda*!

Kegiatan 9.3



Mengamati Perbedaan Ciri-Ciri Hewan *Arthropoda*

Tujuan:

Mengetahui perbedaan ciri dari berbagai hewan *Arthropoda*.

Alat dan Bahan:

1. mikroskop,
2. kaca pembesar,
3. gunting,
4. eter,
5. pinset,
6. papan bedah,
7. cawan petri,
8. air,
9. kapas, dan
10. jenis-jenis *Arthropoda*, seperti udang, belalang, laba-laba, lipan, dan keluwing.

Cara Kerja:

1. Ambillah belalang. Amati di atas papan bedah. Temukan bagian kepala, dada, dan ekor. Catat, gambar, dan berilah keterangan.
2. Jangan lupa membius hewan-hewan itu terlebih dahulu sebelum kalian melakukan pengamatan.
3. Masukkan hasil pengamatanmu dalam tabel di bawah ini dan buatlah laporan lengkapnya, lalu kumpulkan. Lakukan secara berkelompok!

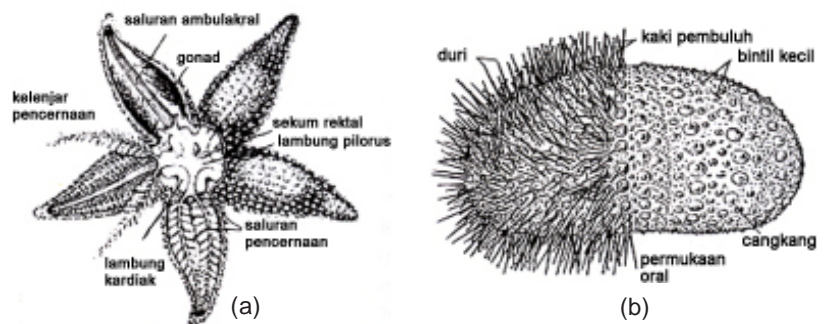
Ciri-Ciri	Nama Hewan			
	Udang	Belalang	Kelabang	dst.
1. Tubuh bersegmen				
2. Tubuh dapat dibedakan antara kepala, dada, dan perut				
3. Tubuh terdiri dari <i>sefalothorax</i> dan perut				
4. Pada kepalanya terdapat: a. antena b. mata majemuk				

c. mata tunggal d. cakar racun				
5. Alat gerak berupa: a. kaki b. sayap				
6. Letak kaki Jumlah kaki: - 2 pasang - 3 pasang - 4 pasang - 5 pasang - 8 pasang - 10 pasang - > 10 pasang				
7. Letak sayap				
8. Jumlah sayap: - 2 pasang - 1 pasang				
9. Lubang-lubang kecil di tepi tubuh				

8. Hewan Berkulit Duri (*Echinodermata*)

Echinodermata berasal dari kata *echinos* yang artinya 'duri' dan *derma* yang berarti 'kulit'. *Echinodermata* dapat diartikan sebagai hewan berkulit duri. Hewan ini hidup di laut dan tidak ada yang hidup di air tawar. Selain kulitnya yang berduri, hewan ini juga mempunyai ciri dengan jumlah organ tubuh kelipatan lima. Rangka tubuhnya merupakan lempeng zat kapur.

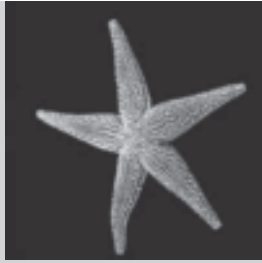
Sistem saluran air yang dimiliki oleh hewan berkulit duri ini adalah *sistem ambulakral*. Sistem ini berfungsi untuk bergerak, menangkap mangsa, dan melakukan pernapasan.



Gambar 9.25 Berbagai hewan *Echinodermata*
(a) bintang laut dan (b) landak laut (Sumber: *Zoologi Dasar*, 1989)

Berdasarkan bentuk tubuhnya, *Echinodermata* diklasifikasikan menjadi beberapa kelas, yaitu sebagai berikut.

- 1) Kelas *Asteroidea* disebut juga dengan bintang laut, memiliki bentuk seperti bintang dengan 5 lengan, duri-duri pendek dan tumpul, memiliki mulut dan anus, daya regenerasi sangat besar, dan alat gerak berupa kaki ambulakral. Contohnya, *Astria vulgaris* (bintang laut besar) dan *Ctenodiscus* (bintang laut lumpur).



Gambar 9.26 Bintang laut
(Sumber: <http://alpha.fmarion.edu>)



Gambar 9.28 Landak laut
(Sumber: <http://alpha.fmarion.edu>)



Gambar 9.29 *Cucumaria* sp
(*Holothuroidea*)
(Sumber: <http://animaldiversity.org>)



Gambar 9.30 *Antodon tanella*
(Sumber: <http://animaldiversity.org>)

B. Hewan *Vertebrata*

- 2) Kelas *Ophiuroidea*. Tubuhnya berbentuk cakram segi lima dengan lengan panjang yang berjumlah 5 buah. Alat gerak kaki ambulakral, memiliki mulut, tetapi tidak memiliki anus, contohnya, *Ophiothrix fragillis* (bintang ular laut).



Gambar 9.27 Bintang ular laut
(Sumber: <http://animaldiversity.org>)

- 3) Kelas *Echinoidea* disebut juga dengan kelas landak laut, tubuh berbentuk bulatan, tidak berlengan, memiliki duri-duri (dari zat kapur) yang dapat digerakkan, sistem gerak dengan kaki ambulakral, beberapa spesies memiliki kelenjar racun pada duri-durinya, dan memiliki saluran pencernaan yang komplet, yaitu mulut–anus, contohnya, *Echinocardium cordatum* (landak laut).
- 4) Kelas *Holothuroidea*. Tubuh berbentuk bulat panjang, memiliki osikula yang halus, hidup sesilis, memiliki mulut dan anus, dan di sekitar mulut terdapat tentakel yang dapat digerakkan (ditarik dan dijulurkan). Alat gerak kaki ambulakral, contohnya, *Cucumaria planci* (teripang).
- 5) Kelas *Crinoidea*, tubuh berbentuk seperti bunga bakung, melekat di dasar laut, hidup di laut dalam dan memiliki daya regenerasi yang tinggi, contohnya, *Antodon tanella*.

Echinodermata dalam ekosistem laut berperan sebagai pemakan sampah di laut. Dalam kehidupan manusia, sebagian *Echinodermata* merupakan sumber bahan makanan.

Latihan

1. Apakah yang dimaksud dengan hewan *Invertebrata*?
2. Sebutkan kelompok hewan yang termasuk dalam *Invertebrata*?
3. Mengapa cacing tanah menguntungkan bagi petani?
4. Sebutkan cacing yang hidupnya sebagai parasit pada makhluk hidup lain!
5. Mengapa *Coelenterata* disebut sebagai hewan perut berongga?

Tugas

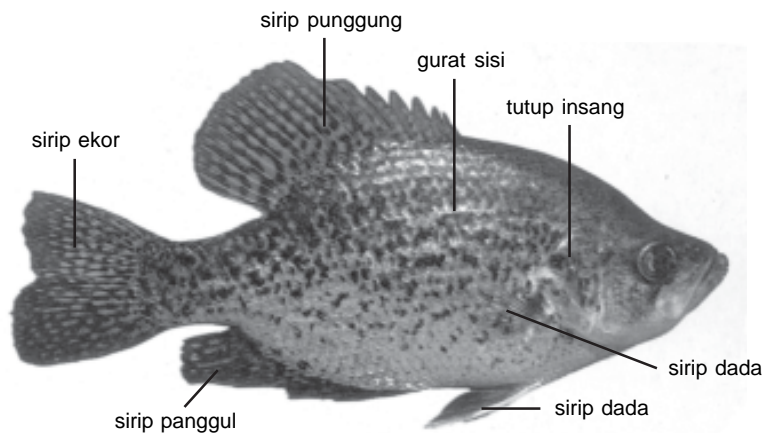
Buatlah tabel perbandingan antara cacing pipih, cacing gilig, dan cacing giling dengan ciri-ciri dan contohnya. Kamu dapat mencarinya di berbagai sumber. Diskusikan hasil kerjamu dengan guru dan teman-teman sekelasmu!

Vertebrata adalah hewan yang mempunyai tulang belakang. Tulang belakang adalah tulang yang beruas-ruas dan berderet dari leher sepanjang punggung sampai ekor. Sumsum tulang belakang yang terdapat dalam ruas-ruas tulang belakang dan otak merupakan susunan saraf pusat.

Berdasarkan penutup tubuh, alat gerak dan cara berkembang biak *Vertebrata* dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu ikan (*Pisces*), katak (*Amphibia*), hewan melata (*reptilia*), burung (*Aves*), dan hewan menyusui (*mamalia*).

1. Ikan (*Pisces*)

Ikan merupakan hewan yang hidup di dalam air. Ada yang hidup di air tawar, air payau, dan ada juga yang hidup di air laut. Untuk memudahkan gerakannya, tubuh ikan diselubungi oleh sisik yang berlendir. Ikan bergerak dengan menggunakan sirip. Sirip terdiri atas sirip punggung, sirip dada, sirip perut, sirip belakang, dan sirip ekor. Selain itu, ikan juga mempunyai gurat sisi yang berfungsi untuk mengetahui tekanan air. Ikan bernapas dengan insang yang dilindungi oleh tutup insang yang disebut *operkulum*. Ikan bersifat *poikiloterm* atau berdarah dingin. Suhu tubuhnya dapat berubah sesuai dengan suhu lingkungannya.



Gambar 9.31 Ikan bergerak dengan siripnya
(Sumber: Poster Gunung Kelud)

Ikan berkembang biak dengan bertelur dan pembuahannya terjadi di dalam air, di luar tubuh induknya. Pembuahan di luar tubuh induk disebut dengan *pembuahan eksternal*.

2. Katak (*Amphibia*)



Gambar 9.32 Katak
(Sumber: Tabloid *Agrobisnis*, April 2006)

Katak merupakan hewan yang dapat hidup di darat dan di air. Katak muda hidup di air dan bernapas dengan insang. Katak dewasa hidup di darat dan bernapas menggunakan paru-paru. Ketika katak dewasa akan bertelur, katak tersebut akan menuju air untuk mengeluarkan telur-telurnya. Katak mempunyai kulit yang selalu basah untuk membantu pernapasannya karena kulit yang selalu basah ini banyak mengandung pembuluh darah sehingga dapat membantu oksigen berdifusi melalui kulitnya. Katak bergerak dengan keempat kakinya. Selain itu, katak juga mempunyai selaput pada jari-jari kakinya yang digunakan untuk berenang.

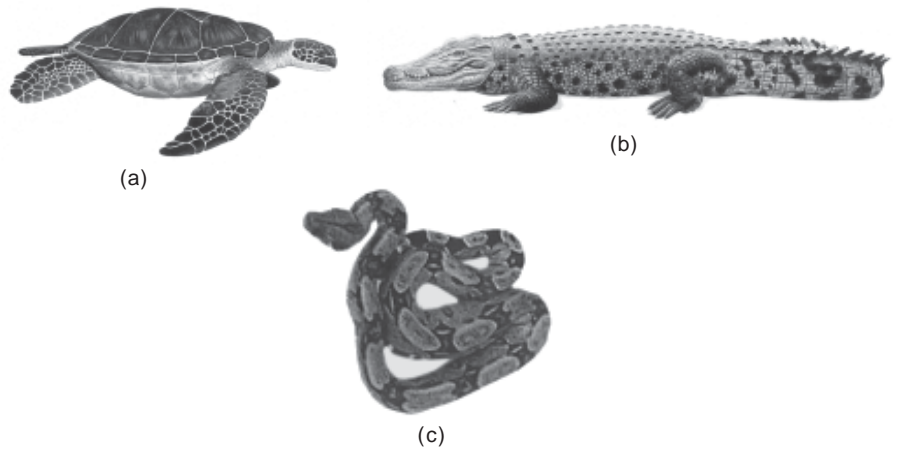
Katak berkembang biak dengan bertelur. Pembuahannya terjadi secara eksternal. Pertemuan antara sel telur dan sperma terjadi di dalam air. Katak mengalami metamorfosis dari zigot-embrio-kecebong-katak kecil-katak dewasa. *Amphibi* terbagi menjadi tiga ordo, yaitu:

1. ordo *Urodela*, contohnya, *Salamander* (katak berekor),
2. ordo *Anura*, contohnya, katak hijau (*Rana pipiens*) dan katak darat (*Bufo terrestris*), dan

3. ordo *Apoda* (*Salamander* tidak berkaki), contohnya, *Ichthyosis glutinosa*.

3. Hewan Melata (*Reptilia*)

Reptilia adalah hewan darat yang dapat hidup di air. Hewan ini bernapas dengan paru-paru. Kulit reptilia sangat keras, kering, dan bersisik. Kulit reptil yang keras disebabkan adanya zat kapur (zat kitin) seperti pada kura-kura. Hewan ini berdarah dingin, bergerak dengan menggunakan perut (melata), seperti ular dan ada juga yang menggunakan keempat kakinya, seperti buaya, komodo, biawak, kadal, dan penyu.



Gambar 9.33 Anggota *Reptilia* (a) kura-kura, (b) buaya, dan (c) ular piton (Sumber: Koleksi pribadi)

Reptilia berkembang biak dengan bertelur dan ada juga yang bertelur dan beranak. Pembuahan terjadi dalam tubuh induk betina (internal). *Reptilia* dibagi menjadi empat ordo, yaitu:

- Ordo *Ophidia* (bangsa ular), contohnya ular pohon, ular piton, dan ular sawah.
- Ordo *Crocodylia* (bangsa buaya), contohnya buaya dan aligator.
- Ordo *Lacertilia* (bangsa kadal), contohnya kadal, komodo, bunglon, biawak, dan tokek.
- Ordo *Chelonia* (bangsa kura-kura), contohnya kura-kura dan penyu.

4. Burung (*Aves*)



Gambar 9.34 Burung anggota kelompok *Aves* (Sumber: *Tabloid Agrobisnis*, April 2006)

Aves mempunyai bagian tubuh berupa ekor, badan, leher, dan kepala. Ciri yang paling terlihat adalah adanya bulu yang menutupi seluruh tubuhnya. Bulu-bulu tersebut, selain untuk terbang, juga berfungsi untuk menghangatkan tubuhnya. Ada tiga jenis bulu yang dimiliki oleh burung, antara lain, *plumae*, yaitu bulu yang langsung menempel pada batang bulu, *plumulae*, yaitu cabang dari *plumae*, dan *filoplumae*, yaitu helaian bulu yang paling halus yang merupakan cabang dari *plumulae*. Burung mempunyai sayap untuk terbang, bernapas dengan paru-paru, mempunyai pundi-pundi udara yang berfungsi untuk menyimpan udara pada waktu terbang, berdarah panas, dan mempunyai suhu yang tetap.

Burung berkembang biak dengan bertelur. Pembuahan terjadi di dalam induk betinanya (internal). Contoh *Aves* adalah berbagai jenis burung dan ayam.

Tugas

Amatilah hewan-hewan *Aves* yang ada di sekitarmu. Di manakah habitatnya? Bagaimanakah cara mendapatkan makan? Kemudian, isilah dalam tabel berikut ini! Kerjakan di buku tugasmu!

No.	Nama	Jenis Makanan	Habitat	Kemampuan Terbang	
				Tidak Dapat Terbang	Dapat Terbang
1.	Ayam	Omnivora	Darat		
2.	Elang				
3.	Kasuari				
4.	Burung Unta				
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

5. Hewan Menyusui (Mamalia)

Ciri-ciri hewan ini adalah tubuhnya yang ditumbuhi rambut dan mamalia betina memiliki kelenjar susu untuk menyusui anaknya. Hewan ini bernapas dengan paru-paru. Ada yang bergerak dengan sepasang tungkai depan dan sepasang tungkai belakang. Ada yang bergerak dengan sepasang tungkai depan dan sepasang tangan serta ada juga yang bergerak dengan sepasang tungkai depan yang menyerupai sirip. Suhu tubuhnya tetap, tidak terpengaruh oleh perubahan suhu di lingkungannya, berdarah panas, dan ujung jari berbuku. Sebagian besar hidup di darat meskipun ada juga yang hidup di laut, seperti ikan paus dan lumba-lumba. Mamalia mempunyai tiga macam gigi, yaitu gigi seri, gigi taring, dan gigi geraham.

Mamalia berkembang biak dengan melahirkan anaknya. Pembuahan terjadi di dalam tubuh mamalia betina, tepatnya di dalam saluran telur (*oviduct*). Hasil pembuahannya berupa zigot. Zigot akan berkembang menjadi embrio di dalam rahim betina dan mengalami perkembangan



Gambar 9.35 Anggota kelompok mamalia
(a) sapi, (b) kambing, dan (c) kelinci
(Sumber: Majalah *Trubus*, Januari 1997)

dari embrio menjadi bayi yang siap dilahirkan. Bayi dilahirkan oleh induknya melalui vagina.

Mamalia mempunyai kelenjar susu, perkembangan otak paling sempurna, merupakan golongan hewan menyusui, dan homoiterm (berdarah panas). Alat gerakanya berupa kaki, sedangkan yang hidup di air berupa sirip. Mereka bernapas dengan paru-paru dan peredaran darahnya tertutup. Tubuh atau kulitnya ditumbuhi rambut dan menghasilkan kelenjar keringat.

Beberapa ordo anggota kelas mamalia, antara lain, sebagai berikut.

a. *Monotremata*

Ordo ini merupakan mamalia bertelur dan kelenjar susunya tidak dilengkapi dengan puting susu. Contohnya, *Platypus*, *Tachyglossus sp.* (*echidna*), dan *Ornithorynchus sp.* (cungur bebek).

b. *Masupialia*

Masupialia merupakan hewan berkantong, bersifat vivipar (melahirkan anak), dan tidak mempunyai plasenta. Contohnya, *Macropus sp.* (kanguru) dan koala.

c. *Insectivora*

Insectivora merupakan mamalia pemakan serangga, mempunyai banyak gigi serta memiliki mulut yang panjang dan mudah digerakkan. Tubuhnya mempunyai kelenjar yang menghasilkan bau tidak sedap. Contohnya, *Suncus marinus* (tikus celurut).

d. *Chiroptera*

Chiroptera merupakan mamalia bersayap. Sayap berasal dari selaput yang menghubungkan jari kaki depan dan belakang. Aktif pada malam hari. Contohnya, *Rhinolophus affinis* (kelelawar) dan *Pteropus vampyrus* (kalong).

e. *Rodentia*

Rodentia termasuk dalam kelompok mamalia pengerat. Gigi seri tumbuh pada rahang bawah dan berbentuk seperti pahat. Taring dan beberapa geraham depan tidak tumbuh. Contohnya, *Rattus sp.* (tikus) dan *Cavia cobaya* (marmut).

f. *Carnivora*

Mamalia pemakan daging. Gigi seri kecil, tetapi gigi taring berkembang biak. Geraham depan bentuknya sesuai untuk memotong makanan. Contohnya, *Canis familiaris* (anjing), *Felis tigris* (harimau), *Canis lupus* (serigala), dan *Paradous sp.* (musang).

g. *Proboscidae*

Gigi serinya termodifikasi menjadi gading. Bibir atas dan hidungnya berubah menjadi belalai. Contohnya, *Elephas sp.* (gajah).

h. *Primata*

Mamalia berderajat paling tinggi. Mata menghadap ke depan, ibu jari dan kaki berkembang baik. Contohnya, *Troglodytes sp.* (simpanse), *Gorilla gorilla* (gorila), *Simia satyrus* (orangutan), dan Homo sapiens.

Latihan

1. Sebutkan perbedaan hewan *Invertebrata* dan *Vertebrata*!
2. Kelompok hewan apa saja yang masuk dalam *Vertebrata*!
3. Apa yang dimaksud dengan hewan mamalia?
4. Sebutkan tiga jenis bulu yang dimiliki oleh burung?
5. Apa yang kamu ketahui tentang tulang belakang?

Kegiatan 9.4



Membuat Kunci Determinasi Sederhana

Tujuan:

Memahami cara membuat kunci determinasi hewan.

Alat dan Bahan:

1. kunci determinasi;
2. gambar bermacam-macam hewan.

Cara Kerja:

1. Perhatikanlah gambar bermacam-macam jenis hewan yang telah kalian sediakan!
2. Tulislah nomor secara urut pada kunci determinasinya!
3. Setelah itu, isilah tabel pengamatannya!

Kunci determinasi pada hewan:

1. a. Hewan tidak bertulang belakang (2)
b. Hewan bertulang belakang (3)
2. a. Tubuh uniseluler (4)
b. Tubuh multiseluler (5)
3. a. Alat gerak berupa sirip (ikan)
b. Alat gerak bukan berupa sirip (6)
4. a. Memiliki alat gerak (7)
b. Tidak memiliki alat gerak (Sporozoa)
5. a. Tubuh berbuku-buku (8)
b. Tubuh tidak berbuku-buku (bekicot)
6. a. Menyusui anaknya (kelinci)
b. Tidak menyusui anaknya (9)
7. a. Alat gerak berupa bulu cambuk (*Trypanosoma*)
b. Alat gerak berupa rambut getar (*Paramecium*)
8. a. Tubuh terbagi menjadi 2 bagian dengan jelas (10)
b. Tubuh terbagi menjadi 3 bagian dengan jelas (Insecta)
9. a. Mengalami metamorfosis (kupu-kupu)
b. Tidak mengalami metamorfosis (11)
10. a. Memiliki 4 pasang kaki (kalajengking)
b. Memiliki 5 pasang kaki (udang)
11. a. Tubuh ditutupi bulu (burung)
b. Tubuh tidak ditutupi bulu (cicak)

Tabel Pengamatan

No.	Nama Hewan	Urutan Nomor Kunci Determinasi
1.	Ikan	
2.	<i>Sporozoa</i>	
3.	Bekicot	
4.	Kelinci	
5.	<i>Trypanosoma</i>	
6.	<i>Paramecium</i>	

7.	<i>Insecta</i>	
8.	Kupu-kupu	
9.	Kalajengking	
10.	Udang	
11.	Burung	
12.	Cicak	

Rangkuman

- Hewan tidak mengandung klorofil sehingga tidak dapat membuat makanannya sendiri. Ini berarti hewan bergantung pada tumbuhan atau hewan lain. Hewan mampu bergerak dan berpindah tempat untuk mendapatkan makanan, mendapatkan tempat hidup yang lebih baik, dan mencari pasangan untuk melakukan perkawinan. Ada hewan yang uniseluler dan ada juga yang multiseluler.
- Berdasarkan ada tidaknya tulang belakang, hewan dibedakan menjadi dua, yaitu hewan tak bertulang belakang (*Invertebrata*) dan hewan bertulang belakang (*Vertebrata*).
- Hewan *Invertebrata* adalah hewan yang tidak mempunyai tulang belakang dan susunan sarafnya terletak di bawah saluran pencernaan. *Invertebrata* terbagi menjadi delapan filum, yaitu hewan berpori (*Porifera*), hewan berongga (*Coelenterata*), hewan berkulit duri (*Echinodermata*), cacing pipih (*Platyhelminthes*), cacing gilig (*Nemathelminthes*), cacing gelang (*Annelida*), hewan lunak (*Mollusca*), dan hewan berbuku-buku (*Arthropoda*).
- Hewan *Vertebrata* adalah hewan yang mempunyai tulang belakang. Tulang belakang adalah tulang yang beruas-ruas dan berderet dari leher, punggung, sampai ekor. Sumsum tulang belakang yang terdapat dalam ruas-ruas tulang belakang dan otak merupakan susunan saraf pusat.
- Berdasarkan penutup tubuh, alat gerak, dan cara berkembangbiaknya, *Vertebrata* dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu ikan (*Pisces*), katak (*Amphibia*), hewan melata (*reptilia*), burung (*Aves*) dan hewan menyusui (*mamalia*).

Istilah Penting

<i>Annelida</i>	<i>Arthropoda</i>
<i>Invertebrata</i>	<i>Coelenterata</i>
<i>Echinodermata</i>	<i>Hermafrodit</i>
<i>Homoiterm</i>	<i>Multiseluler</i>
<i>Mollusca</i>	<i>Nemathelminthes</i>
<i>Parasit</i>	<i>Platyhelminthes</i>
<i>Porifera</i>	<i>Uniseluler</i>
<i>Vertebrata</i>	

Refleksi Diri

- Setelah mempelajari materi tentang kingdom *Animalia*, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai, atau sangat menguasai* untuk:
 - mendesripsikan ciri-ciri filum dalam kingdom *Animalia* dan peranannya bagi kehidupan;

- b. membandingkan ciri-ciri hewan *Invertebrata* berdasarkan karakteristik tertentu;
 - c. membandingkan ciri-ciri hewan *Vertebrata* berdasarkan karakteristik tertentu?
2. Dari materi dan beberapa kegiatan tentang kingdom *Animalia*, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

Animalia

Invertebrata

Vertebrata

Porifera

Amphibia



Uji Kompetensi

- I. Pilihlah salah satu jawaban yang kamu anggap benar!**
1. Fungsi lidah parut pada bekicot adalah untuk
 - a. menggigit mangsa
 - b. menggigit pasangannya
 - c. membasahi tanah
 - d. memotong daun-daunan
 - e. membasahi makanan
 2. Di bawah ini yang termasuk cacing pipih adalah
 - a. *Planaria sp.*
 - b. *Oxyuris vermicularis*
 - c. *Lumbricus terrestris*
 - d. *Ascaris Lumbricoides*
 - e. *Nereis sp.*
 3. Cacing yang berparasit dalam usus besar manusia adalah
 - a. *Planaria sp.*
 - b. *Oxyuris vermicularis*
 - c. *Lumbricus terrestris*
 - d. *Ascaris Lumbricoides*
 - e. *Nereis sp.*
 4. *Anemon* laut termasuk dalam filum
 - a. *Coelenterata*
 - b. *Porifera*
 - c. *Annelida*
 - d. *Mollusca*
 - e. *Echinodermata*
 5. Fungsi kedua antena yang terdapat pada bagian kepala siput adalah untuk
 - a. menangkap mangsa dan membau
 - b. menangkap mangsa dan sebagai penglihat
 - c. meraba dan membau
 - d. meraba dan sebagai penglihat
 - e. menangkap mangsa dan meraba
 6. Katak dan ikan melakukan pembuahan secara
 - a. internal
 - b. dalam tubuh
 - c. eksternal
 - d. saluran telur
 - e. rahim

7. *Reptilia* bernapas dengan
 - a. insang
 - b. kantong udara
 - c. pundi-pundi udara
 - d. paru-paru
 - e. kulit
8. Tubuh yang terlindungi oleh bulu-bulu merupakan ciri dari
 - a. *Pisces*
 - b. *mamalia*
 - c. *reptilia*
 - d. *Aves*
 - e. *Amphibia*
9. Pada saat berada di kebun, Beni menemukan hewan dengan ciri-ciri kepala dan dada menyatu, kaki empat pasang, dan mempunyai badan belakang. Beni berkesimpulan bahwa hewan ini termasuk dalam kelompok
 - a. *Crustacea*
 - b. *Insecta*
 - c. *Collembola*
 - d. *Arachnoidea*
 - e. *Chilopoda*
10. Di bawah ini yang termasuk dalam kelompok *Cephalopoda* adalah
 - a. cumi-cumi
 - b. siput
 - c. kerang
 - d. ubur-ubur
 - e. bekicot
11. Selain untuk melindungi tubuh, kulit tipis katak berfungsi untuk
 - a. bernapas
 - b. memberi warna tubuh
 - c. bergerak
 - d. berkembang biak
 - e. berenang
12. Kadal dan tokek termasuk dalam kelompok reptilia, ordo
 - a. *Crocodila*
 - b. *Lacertilia*
 - c. *Ophidia*
 - d. *Chelonia*
 - e. *Crustacea*
13. Paus termasuk hewan mamalia dan tidak termasuk dalam *Pisces*. Ini disebabkan paus
 - a. bernapas dengan insang
 - b. bernapas dengan paru-paru
 - c. bergerak dengan sirip
 - d. mempunyai kelenjar susu
 - e. berkembang biak dengan bertelur
14. *Mamalia* yang paling tinggi tingkatannya adalah
 - a. *Insectivora*
 - b. *Chirotera*
 - c. *Masupialia*
 - d. *Carnivora*
 - e. *Primata*
15. Di bawah ini yang *tidak* termasuk dalam *Echinodermata* adalah
 - a. lili laut
 - b. landak laut
 - c. lalat
 - d. bintang laut
 - e. ubur-ubur

II. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan ciri-ciri hewan *Porifera*!
2. Sebutkan hewan *Invertebrata* yang dapat menyebabkan penyakit!
3. Mengapa burung dapat terbang dalam waktu yang cukup lama?

4. Sebutkan perbedaan antara *Plathyhelminthes* dan *Nemathelminthes*!
5. Sebutkan ciri-ciri *Insecta*!

III. Jawablah pernyataan berikut ini dengan jawaban setuju (S) dan tidak setuju (TS) dan berikan alasan singkatmu!

No.	Pernyataan	Pernyataan		Alasan
		S	TS	
1.	Tumbuhan merupakan ciptaan Tuhan yang berperan penting dalam proses kehidupan makhluk hidup.			
2.	Benang sari dan putik merupakan alat perkembangbiakan pada tumbuhan. Jika tidak ada putik, tidak akan terjadi pembuahan.			
3.	Penelitian dan pengembangan ilmu mikrobiologi sangat berpengaruh terhadap peningkatan berbagai bidang ilmu.			
4.	Pemuliaan hewan dan tanaman merupakan salah satu cara mempercepat kepunahannya.			
5.	Setiap siswa dapat mempelajari lima kingdom.			

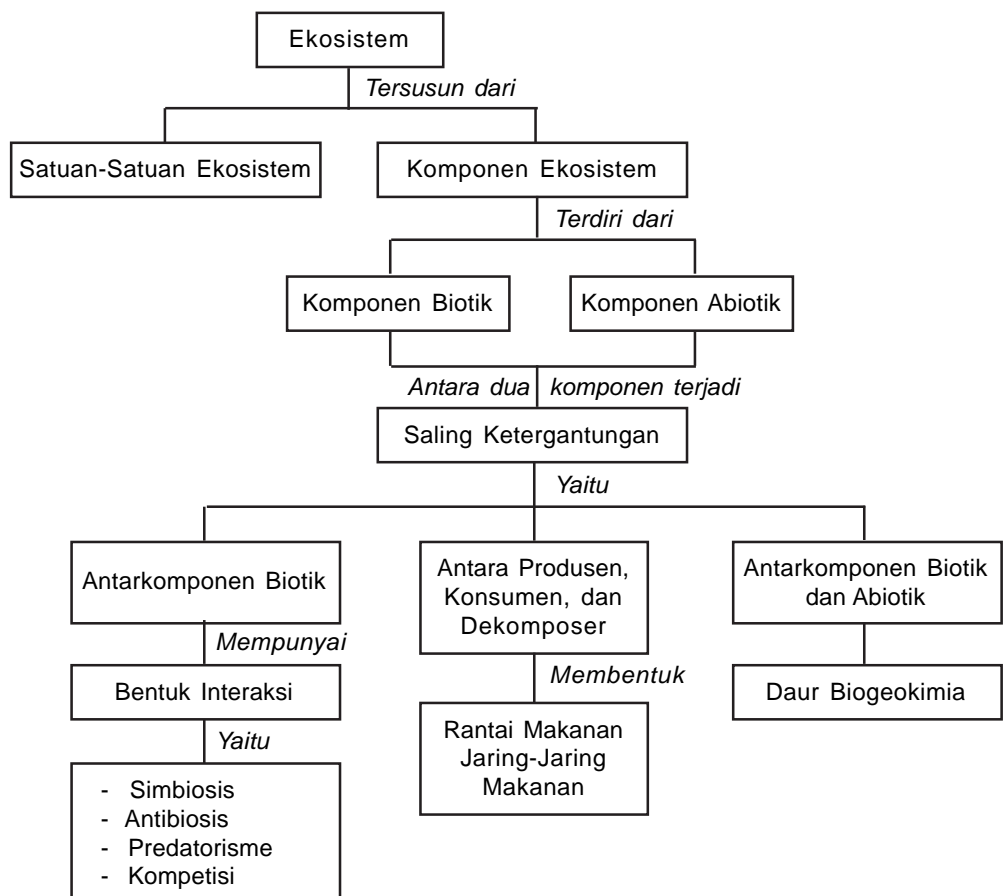
Bab 10

Ekosistem

Tujuan

Mendesripsikan peran komponen ekosistem dalam aliran energi dan daur biogeokimia serta pemanfaatan komponen ekosistem bagi kehidupan manusia

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang ekosistem.



Pernahkah kalian berjalan-jalan di suatu persawahan di pagi hari? Selain tanaman padi, apakah kalian menemukan makhluk hidup lain? Apakah belalang, tikus, ular, katak, dan elang dapat kalian jumpai di tempat itu? Dapatkah kalian menemukan hubungan antara makhluk hidup tersebut? Lalu, bagaimana hubungan antara makhluk hidup tersebut dengan lingkungan hidupnya?



Gambar 10.1 Areal persawahan sebagai ekosistem sawah
(Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

Lihatlah Gambar 10.1. Betapa indahnya anugerah Tuhan ini. Bayangkan kalian berada di tengah-tengahnya. Sejukkan udara yang kalian rasakan? Tahukah kalian bahwa tanaman melepaskan oksigen ketika berfotosintesis? Tahukah kalian bahwa karbon dioksida yang kalian keluarkan sangat diperlukan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis?

Ada hubungan timbal balik antara manusia, tumbuhan, dan tempat tumbuhnya. Interaksi atau hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya yang membentuk suatu sistem ekologi inilah yang disebut dengan *ekosistem*.

Pada kenyataannya, makhluk hidup tidak dapat lepas dari lingkungannya, baik itu makhluk hidup lainnya (biotik) maupun makhluk tak hidup (abiotik). Dengan interaksi antara kedua komponen tersebut, ekosistem akan selalu tumbuh berkembang sehingga menimbulkan perubahan ekosistem. Sumber utama ekosistem adalah cahaya matahari.

Ketika kalian berjalan-jalan ke laut, kalian akan menemukan ekosistem laut. Demikian juga ketika kalian berjalan-jalan ke kebun, pegunungan, sungai, dan kolam, kalian akan menemukan ekosistem kebun, pegunungan, sungai, dan kolam.

Apa sajakah satuan-satuan dalam ekosistem? Apa saja komponen penyusun ekosistem? Apakah keseimbangan ekosistem? Bagaimanakah saling ketergantungan antarmakhluk hidup? Mari kita simak uraian berikut ini.

A. Satuan-Satuan dalam Ekosistem

Ekosistem tersusun atas makhluk hidup dan makhluk tak hidup. Sebagai contoh, ekosistem sawah terdiri atas hewan dan tumbuhan yang hidup bersama-sama. Pada ekosistem sawah tersebut, terdapat rumput, tanaman padi, belalang, ulat, tikus, burung pemakan ulat, burung elang, dan masih banyak lagi.

Dalam ekosistem, terdapat satuan-satuan makhluk hidup. Individu, populasi, komunitas, biosfer yang merupakan satuan makhluk hidup dalam satu ekosistem, dan sinar matahari sangat berperan terhadap kelangsungan hidup satuan-satuan ekosistem tersebut.

1. Individu

Pernahkah kalian melihat seekor domba atau seekor ayam atau sebatang pohon mangga? Seekor domba atau seekor ayam dinamakan individu. Demikian juga dengan sebatang pohon mangga. *Individu* adalah satuan makhluk hidup tunggal. Dapatkah kalian menyebutkan individu-individu yang lainnya yang ada di sekitarmu?

2. Populasi

Sekumpulan domba di padang rumput disebut dengan populasi domba. Sekumpulan ikan nila di dalam kolam air tawar disebut dengan populasi ikan nila. Jika di dalam kolam tersebut juga ditumbuhi sekumpulan tumbuhan teratai, berarti dalam kolam tersebut juga terdapat populasi tumbuhan teratai. Kumpulan individu-individu yang sama dapat membentuk *populasi*. *Populasi* adalah sekumpulan individu sejenis yang hidup dalam suatu habitat tertentu. Dari contoh di atas, dapatkah kalian menyebutkan contoh-contoh populasi yang lain?



Gambar 10.2 Populasi domba
(Sumber: Majalah *Trubus*)

a. Kepadatan Populasi

Besarnya populasi ditunjukkan oleh jumlah individu di dalam suatu populasi per satuan luas. Besarnya populasi per satuan luas ini disebut *kepadatan populasi*. Misalkan, satu areal perkebunan murbai luasnya 1.000 m^2 . Dalam kebun tersebut terdapat 1.000 pohon murbai dan 20.000 ekor ulat sutra. Itu berarti kepadatan populasi pohon murbai adalah $1.000 \text{ pohon}/1.000 \text{ m}^2$ atau $1 \text{ pohon}/\text{m}^2$ dan kepadatan populasi ulat sutra adalah $20.000 \text{ ekor}/1.000 \text{ m}^2$ atau $20 \text{ ekor}/\text{m}^2$.

b. Perubahan Populasi

Perubahan populasi dapat terjadi dari waktu ke waktu. Perubahan ini terjadi karena adanya pertambahan atau pengurangan jumlah populasi. Berkurang atau bertambahnya populasi ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, misalnya, perubahan musim, imigrasi, ataupun emigrasi. *Imigrasi* adalah pertambahan populasi karena adanya kelahiran (natalitas) dan pendatang dari tempat yang lain, sedangkan *emigrasi* adalah berkurangnya populasi karena adanya kematian (mortalitas) dan perginya individu ke tempat yang lain.

Populasi adalah sekumpulan individu sejenis yang hidup dalam suatu habitat tertentu. *Kepadatan populasi* adalah besarnya populasi per satuan luas. *Perubahan populasi* terjadi karena adanya pertambahan atau pengurangan jumlah populasi.

3. Komunitas

Coba kalian perhatikan kolam ikan yang ada di rumah kalian atau teman kalian. Di dalam kolam ikan air tawar, terdapat sekumpulan ikan nila, sekumpulan tumbuhan teratai, sekumpulan ganggang hijau, dan sekumpulan katak. Sekumpulan populasi yang hidup dalam air tawar ini disebut sebagai *komunitas kolam air tawar*. *Komunitas* adalah sekumpulan berbagai macam populasi makhluk hidup yang hidup dalam suatu wilayah tertentu. Suatu komunitas tersusun dari semua populasi yang hidup dan saling berinteraksi antara satu dengan yang lain dalam suatu wilayah dan waktu tertentu.

4. Ekosistem

Komunitas ikan air tawar selalu berhubungan dengan kolam ikan, air, udara, tanah, dan sinar matahari. Komunitas tidak dapat terlepas dari pengaruh lingkungan yang tidak hidup di sekitarnya. Antara komunitas dan lingkungan tak hidupnya terbentuk suatu interaksi atau hubungan yang saling memengaruhi satu sama lain dalam membentuk suatu sistem ekologi yang disebut *ekosistem*.

Ekosistem adalah kesatuan komunitas dan lingkungan hidupnya yang saling berinteraksi dan membentuk hubungan timbal balik. Oleh karena itu, ekosistem disebut juga sistem lingkungan.

Berdasarkan proses terjadinya, ekosistem dapat dibedakan menjadi dua, yaitu ekosistem alami dan ekosistem buatan. Ekosistem alami adalah ekosistem yang terbentuk karena pengaruh alam sekitar dan bukan karena campur tangan manusia, contohnya, sungai, laut, danau, hutan, dan gunung, sedangkan ekosistem buatan adalah ekosistem yang dibentuk oleh manusia, contohnya, kolam ikan, akuarium, waduk, dan sawah.

Latihan

1. Apakah yang dimaksud dengan populasi?
2. Apa yang dimaksud dengan kepadatan populasi?
3. Apa penyebab terjadinya perubahan populasi?
4. Apakah yang maksud dengan komunitas?
5. Bagaimanakah urutan terjadinya ekosistem?

5. Biosfer

Ekosistem mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Ekosistem yang kecil akan membentuk ekosistem yang lebih besar. Seluruh ekosistem di muka bumi ini akan membentuk satu ekosistem yang lebih besar yang disebut *biosfer*.

Kegiatan 10.1



Populasi

Tujuan:

Menghitung jumlah individu dan populasi yang menyusun suatu komunitas.

Alat dan Bahan:

1. tali kenur atau rafia,
2. patok kayu 4 buah, dan
3. kertas dan pensil.

Cara Kerja:

1. Buatlah kelompok-kelompok kecil yang terdiri atas 4 – 5 siswa. Kemudian, pergilah ke lapangan rumput, kebun sekolah, atau halaman sekolah.
2. Tiap-tiap kelompok menentukan daerah pengamatan dengan cara melemparkan batu ke sembarang arah untuk dijadikan titik pusat pengamatan.
3. Setelah itu, buatlah bujur sangkar dengan ukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$ dan batu tersebut dijadikan titik tengahnya. Tandailah bujur sangkar tersebut dengan tali kenur atau rafia dan patoklah agar tidak berubah ukurannya.
4. Amatilah apa saja yang ada dalam batasan bujur sangkar tersebut, lalu catatlah populasi makhluk hidup yang ada di dalam bujur sangkar dan hitunglah jumlah individu dalam tiap-tiap populasi.
5. Isikan dalam tabel pengamatan yang telah kalian buat berdasarkan macam individu yang kalian temukan!

Tabel Pengamatan

Jumlah Populasi Penyusun Komunitas di petak ..., tanggal ..., bulan ..., dan tahun

No.	Populasi	Jumlah Individu	Keterangan
1.	Rumput teki	40 batang	Belum diketahui namanya
2.	Belalang	5 ekor	
3.	Semut hitam	20 ekor	
4.	Tanaman B	6 batang	
5.	Kerokot	4 batang	

6. Berapakah jumlah populasi makhluk hidup yang menyusun komunitas dalam petak bujur sangkar yang kalian amati? Berapakah jumlah populasi makhluk hidup yang menyusun komunitas dalam semua petak dalam satu lapangan rumput, kebun sekolah, atau halaman sekolah?
7. Hitung pula kerapatan per petak bujur sangkar.
8. Berdasarkan hasil pengamatanmu terhadap jumlah populasi yang ada di lapangan, kebun, atau halaman, bagaimana keanekaragaman populasinya?
9. Buatlah laporan untuk portofolio!

B. Komponen Penyusun Ekosistem

Ekosistem tersusun dari komponen hidup (biotik) dan komponen tak hidup (abiotik). Antara kedua komponen tersebut saling berinteraksi.

1. Komponen Biotik

Komponen biotik merupakan bagian ekosistem yang terdiri atas makhluk hidup, seperti tumbuhan, hewan, ataupun makhluk hidup pengurai. Berdasarkan fungsinya di dalam ekosistem, komponen biotik dibedakan menjadi tiga macam, yaitu produsen, konsumen, dan dekomposer (pengurai). Masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Produsen berfungsi sebagai penghasil makanan, konsumen sebagai pemakan, dan dekomposer menjadi pengurainya.

a. Produsen

Produsen merupakan makhluk hidup yang dapat menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup lainnya. Ingatkah kalian tentang fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan? Semua tumbuhan berklorofil merupakan produsen karena dapat mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis. Fotosintesis dapat terjadi dengan bantuan cahaya matahari. Hasil fotosintesis berupa gula yang kemudian dapat diurai menjadi lemak, protein, karbohidrat, dan vitamin yang merupakan sumber energi bagi makhluk hidup lainnya.

b. Konsumen

Konsumen merupakan makhluk hidup yang berperan sebagai pemakan bahan organik atau energi yang dihasilkan oleh produsen yang bertujuan untuk menjaga kelangsungan hidupnya. Singkatnya, konsumen adalah pemakan.

Manusia, hewan, dan *tumbuhan tak berklorofil* merupakan konsumen karena tidak dapat mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik sehingga manusia, hewan, dan tumbuhan tak berklorofil disebut konsumen. Dengan demikian, kehidupan konsumen sangat bergantung kepada produsen.

Konsumen dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan, yaitu sebagai berikut.

- 1) *Konsumen tingkat pertama* (konsumen primer) merupakan konsumen yang memakan tumbuhan secara langsung, misalnya, hewan pemakan tumbuhan (herbivor), seperti zooplankton, ulat, belalang, tikus, sapi, kerbau, kambing, dan kuda.
- 2) *Konsumen tingkat kedua* (konsumen sekunder) merupakan konsumen yang memakan konsumen tingkat pertama, misalnya, burung pemakan ulat dan ular pemakan tikus. Biasanya adalah hewan pemakan daging (karnivora).
- 3) *Konsumen tingkat ketiga* (konsumen tersier) merupakan konsumen yang memakan konsumen tingkat kedua, misalnya, burung elang pemakan ular atau burung alap-alap pemakan burung pemakan ulat.
- 4) *Konsumen tingkat keempat* (konsumen puncak) merupakan konsumen yang memakan konsumen tingkat ketiga.

Manusia sebagai pemakan tumbuhan dan daging (omnivora) berada pada tingkatan konsumen.

c. Dekomposer (Pengurai)

Pernahkah kalian bayangkan bagaimana jika di alam ini tidak terdapat mikroorganisme pengurai (dekomposer)? Sampah tidak terurai, bangkai binatang akan teronggok begitu saja hingga menimbulkan bau yang tidak sedap. Menakutkan bukan? Namun, jangan khawatir. Semua itu tidak akan terjadi karena Tuhan telah menciptakan makhluk hidup kecil yang sangat berguna bagi kehidupan manusia.

Makhluk hidup kecil ini adalah mikroorganisme pengurai atau sering disebut dengan *dekomposer*. Onggokan sampah yang menumpuk akan diurai oleh bakteri pembusuk dan jamur. Sisa-sisa makanan, bangkai binatang, dan sisa bahan organik lainnya akan menjadi makanan bagi bakteri pembusuk. Setelah diurai oleh bakteri, sisa bahan organik tersebut membusuk menjadi komponen penyusun tanah. Tanah menjadi subur dan baik untuk ditanami. Begitu seterusnya sehingga tanaman

sebagai produsen dikonsumsi oleh konsumen primer dan sampai pada akhirnya konsumen akhir mati dan diuraikan oleh dekomposer. Untuk mengamati kerja bakteri pembusuk, cobalah kalian buat suatu percobaan. Pernahkah kalian membuat pupuk kompos? Pupuk kompos ini adalah hasil kerja bakteri pembusuk. Selain kalian dapat belajar biologi, kalian juga dapat memanfaatkan hasil kerja bakteri ini untuk menambah penghasilan. Bukankah sekarang banyak sekali toko-toko tanaman hias yang membutuhkan? Kalian dapat mencobanya. Nah, menarik bukan, belajar biologi sambil berwirausaha?

Setelah kalian memerhatikan semua komponen abiotik, kalian juga harus mengetahui sumber makanan yang diperoleh. Berdasarkan sumber makanan makhluk hidup, komponen biotik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

1) Makhluk Hidup Autotrof

Makhluk hidup Autotrof merupakan makhluk hidup yang mampu membuat makanan sendiri dengan cara mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik. Makhluk hidup ini merupakan semua makhluk hidup yang mengandung klorofil sehingga dengan bantuan sinar matahari dapat melakukan fotosintesis. Contohnya, produsen atau tumbuhan hijau.

2) Makhluk Hidup Heterotrof

Makhluk hidup Heterotrof adalah makhluk hidup yang tidak dapat membuat makanan sendiri karena tidak dapat mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik. Makhluk hidup ini dapat memperoleh makanan dengan cara memakan makhluk hidup lain. Contohnya makhluk hidup herbivor, karnivor, dan omnivor.

2. Komponen Abiotik

a. Cahaya Matahari

Dalam berfotosintesis, tumbuhan hijau memerlukan cahaya matahari. Tanpa adanya cahaya matahari, tumbuhan hijau tidak dapat melakukan fotosintesis. Dengan kata lain, cahaya matahari adalah sumber energi utama dalam proses fotosintesis. Hasil fotosintesis yang berupa bahan organik dimanfaatkan oleh hewan dan manusia sebagai sumber makanan. Secara tidak langsung, cahaya matahari merupakan sumber energi utama dalam ekosistem.

Selain itu, cahaya matahari juga berpengaruh terhadap keberadaan siang, malam, dan suhu lingkungan.

b. Oksigen dan Karbon Dioksida

Oksigen diperlukan oleh hewan, tumbuhan, dan manusia dalam proses respirasi. Pada respirasi dikeluarkan gas karbon dioksida. Karbon dioksida diperlukan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis. Dalam proses fotosintesis akan dilepaskan oksigen. Dengan demikian, terjadi siklus oksigen dan karbon dioksida dalam proses *pernapasan* dan fotosintesis.

c. Air

Untuk mempertahankan hidupnya, setiap makhluk hidup memerlukan air. Tubuh makhluk hidup terdiri dari 90% air. Air berfungsi sebagai pelarut zat makanan yang dimakan oleh makhluk hidup. Air juga diperlukan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis. Bagi hewan air, seperti ikan, katak, dan buaya, air diperlukan untuk tempat hidupnya.

d. Tanah

Tanah merupakan tempat tumbuh makhluk hidup dalam suatu ekosistem. Selain itu, tanah merupakan sumber makanan bagi hewan dan tumbuhan. Tanah merupakan tempat hidup berbagai makhluk hidup yang beraneka ragam. Pada tanah gembur terdapat lebih banyak makhluk hidup daripada pada tanah tandus. Bagi tumbuhan, tanah merupakan tempat tumbuh tanaman tersebut. Dapat dikatakan bahwa secara langsung atau tidak langsung, semua makhluk hidup untuk mempertahankan hidupnya bergantung pada tanah.

e. Suhu

Seperti telah disebutkan di atas bahwa adanya cahaya matahari sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya suhu. Pada saat matahari bersinar terik dengan intensitas yang tinggi, suhu udara akan meningkat sehingga udara terasa panas. Sebaliknya, jika matahari tidak terik dan intensitas peninarannya rendah, suhu udara akan menurun sehingga udara terasa sejuk sampai dingin.

Terjadinya perubahan suhu dari panas ke dingin atau sebaliknya sangat berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup yang ada di dalam suatu ekosistem karena perubahan suhu ini dapat mengakibatkan perubahan iklim dan curah hujan.

f. Kelembapan

Daerah yang berhawa dingin seperti pegunungan lebih lembap daripada daerah yang berhawa panas seperti pantai. Tumbuhan yang hidup di dua daerah tersebut juga berbeda. Pada daerah lembap, lebih banyak terdapat tumbuhan yang memerlukan sedikit sinar matahari, seperti paku-pakuan, lumut, dan anggrek-anggrekan yang biasanya hidup secara epifit pada batu-batu lembap, batang kayu basah, dan lainnya. Di daerah panas, misalnya pantai, lebih banyak ditumbuhi tumbuhan, seperti bakau dan pohon kelapa.

Latihan

1. Apa sajakah komponen abiotik yang berpengaruh terhadap ekosistem?
2. Bandingkan antara makhluk hidup autotrof dan heterotrof!
3. Siapakah yang dikatakan sebagai produsen?
4. Apa yang dimaksud dengan konsumen?
5. Bagaimana jika di dalam suatu ekosistem tidak terdapat dekomposer?

Tugas

Coba pergilah ke kebun sekolahmu. Amati dan catatlah apa saja yang kalian temui di sana. Dari data tersebut, sebutkan manakah yang merupakan produsen, konsumen, dekomposer, dan komponen abiotiknya. Diskusikan hasilnya dengan teman-teman sekelasmu!

C. Keseimbangan Ekosistem

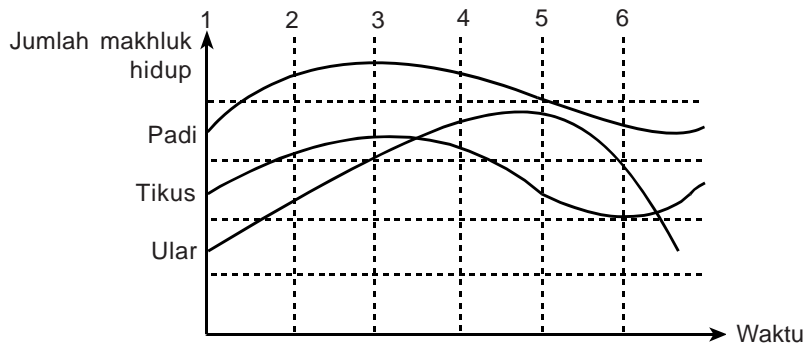
Ekosistem yang tersusun dari komponen biotik dan komponen abiotik merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisah-pisahkan. Dalam suatu ekosistem, terdapat suatu keseimbangan yang disebut

dengan *homeostatis*, yaitu kemampuan ekosistem untuk menahan berbagai perubahan dalam sistem secara keseluruhan.

Perubahan ekosistem karena perubahan jumlah populasi komponen biotiknya sangat berpengaruh terhadap suatu ekosistem. Perubahan komponen biotik tersebut dapat disebabkan oleh adanya pertumbuhan, perkembangbiakan, ataupun kematian.

Sebagai contoh, jika musim kemarau tidak ada petani yang menanam padi, ulat dan tikus pemakan batang padi tidak mendapat makanan yang cukup sehingga jumlahnya menurun. Demikian juga dengan burung pemakan ulat dan ular pemakan tikus, sebagian masih mendapat makanan untuk bertahan hidup dan sebagian lagi akan mati karena tidak kebagian makanan. Akan tetapi, pada saat musim penghujan, petani mulai menanam padi maka ulat pemakan daun padi dan tikus pengerat batang padi akan meningkat jumlahnya karena adanya peningkatan jumlah makanan tersebut, yang diikuti juga dengan kenaikan jumlah burung pemakan ulat, dan ular pemakan tikus akan berkembang pesat pula.

Dari contoh di atas dapat dikatakan bahwa perubahan jumlah komponen biotik tidak mengalami perubahan dengan adanya perubahan musim atau keseimbangan ekosistem tetap. Grafiknya dapat dilihat seperti di bawah ini.



Keterangan: 2 3 4 adalah musim penghujan dan 5 6 1 adalah musim kemarau.

Dalam suatu ekosistem terdapat suatu keseimbangan yang disebut dengan *homeostatis*, yaitu kemampuan ekosistem untuk menahan berbagai perubahan dalam sistem secara keseluruhan.

Betapa kuatnya pertahanan ekosistem terhadap perubahan. Biasanya, batas mekanisme homeostatis dapat dengan mudah diterobos oleh kegiatan manusia. Misalnya, pembuangan sampah beracun yang terlalu banyak di dalam perairan sungai sehingga melampaui batas homeostatis alami sungai yang mengakibatkan kerusakan yang parah terhadap ekosistem sungai. Contoh lainnya adalah penebangan hutan lindung yang melampaui batas homeostatis sehingga dapat merusak mekanisme homeostatis ekosistem hutan.

D. Saling Ketergantungan (Interdependensi)

Dari uraian yang terdahulu jelas terlihat bahwa ada saling ketergantungan di antara komponen penyusun ekosistem, baik itu komponen biotik maupun komponen abiotik. Hewan dan manusia bergantung kepada tumbuhan. Tumbuhan, hewan, dan manusia sangat bergantung pada lingkungannya. Berikut diuraikan hubungan saling ketergantungan tersebut.

1. Saling Ketergantungan antara Komponen Penyusun Ekosistem

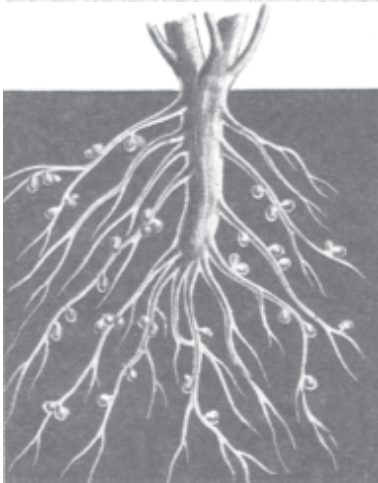
Saling ketergantungan antara komponen penyusun ekosistem tersebut terbagi menjadi:

- a. saling ketergantungan antara komponen biotik dan komponen abiotik;
- b. saling ketergantungan antarkomponen biotik:
 - 1) saling ketergantungan antara makhluk hidup sejenis (interspecies);
 - 2) saling ketergantungan antara makhluk hidup yang berbeda jenis (antarspecies).

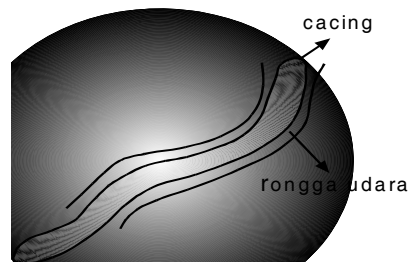
a. Saling Ketergantungan antara Komponen Biotik dan Komponen Abiotik

Peran dan fungsi komponen biotik dan komponen abiotik dalam suatu ekosistem telah banyak dibahas di bagian depan bab ini. Selanjutnya, pada subbab ini akan dibahas tentang hubungan saling ketergantungan antardua komponen penyusun ekosistem tersebut.

Sebagai contoh adalah aktivitas cacing tanah yang dapat menyuburkan tanah karena pada saat berada dalam tanah, cacing meninggalkan bekas berupa rongga udara. Rongga udara tersebut dapat membantu tumbuhan dalam memperoleh oksigen untuk bernapas.



Gambar 10.4 Bintil akar kacang tanah yang mengandung bakteri *Rhizobium* yang dapat mengikat nitrogen (Sumber: *General Science, Book Three*, 1977)



Gambar 10.3 Aktivitas cacing tanah yang meninggalkan bekas berupa rongga udara (Sumber: Koleksi pribadi)

Selain contoh di atas, ada beberapa contoh yang lain, misalnya, bintil akar kacang tanah yang mengandung bakteri *Rhizobium* yang dapat membantu menyuburkan tanah karena dapat menangkap nitrogen, oksigen yang dihasilkan pada fotosintesis yang menyejukkan udara, dan air yang sangat diperlukan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis. Selain itu, keberadaan air banyak dipengaruhi oleh tumbuhan karena tumbuhan dapat menahan keberadaan air tanah. Dapatkah kalian menyebutkan contoh yang lain?

b. Saling Ketergantungan Antarkomponen Biotik



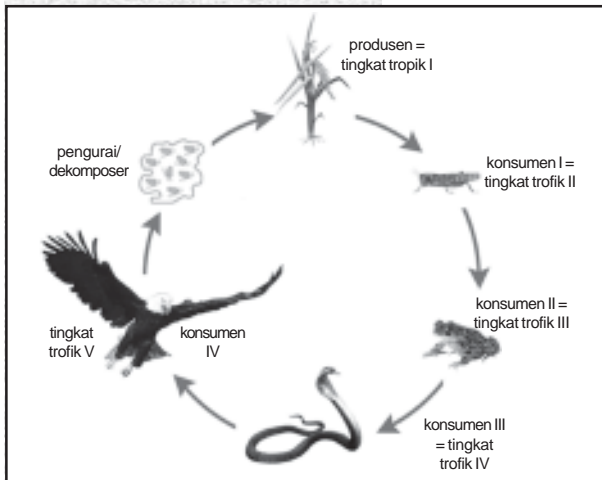
Gambar 10.5 Ketergantungan anak orang utan pada induknya (Sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

Saling ketergantungan antarkomponen biotik ini terjadi antara makhluk hidup yang satu dengan makhluk hidup yang lain dalam suatu ekosistem. Saling ketergantungan antarkomponen biotik ini dibagi lagi menjadi saling ketergantungan antara makhluk hidup yang sejenis dan saling ketergantungan antara makhluk hidup yang tidak sejenis.

Contoh saling ketergantungan yang terjadi antara makhluk hidup yang sejenis, misalnya, adanya ketergantungan orang utan kepada induknya, bayi kepada ibunya, dan kerja sama semut dalam memperoleh makanan. Selain itu, saling ketergantungan antarmakhluk hidup sejenis ini terjadi pada saat akan melakukan perkawinan, hewan jantan memerlukan hewan betina, demikian juga hewan betina memerlukan hewan jantan.

Contoh saling ketergantungan yang terjadi antarmakhluk hidup yang berbeda jenis terjadi pada produsen, konsumen, dan dekomposer.

2. Saling Ketergantungan antara Produsen, Konsumen, dan Dekomposer



Gambar 10.6 Saling ketergantungan antara produsen, konsumen, dan dekomposer (Sumber: Koleksi pribadi)

Saling ketergantungan antara produsen, konsumen, dan dekomposer terjadi dalam suatu ekosistem. Gejala ini terjadi pada peristiwa makan dan dimakan. Peristiwa ini akan membentuk rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan. Peristiwa ini erat kaitannya dengan pengalihan energi dari produsen ke konsumen. Energi adalah kemampuan untuk melakukan pekerjaan.

Energi matahari merupakan sumber energi bagi segala kehidupan. Hanya organisme autotrof yang dapat menangkap dan memanfaatkan energi matahari melalui proses fotosintesis. Organisme autotrof mengubah energi matahari menjadi gula dan oksigen.

Dalam suatu ekosistem, energi mengalir dari matahari hingga ke pengurai. Produsen mendapatkan energi dari matahari yang oleh tumbuhan diubah menjadi energi kimia. Energi kimia kemudian berpindah ke konsumen I, lalu ke konsumen II, ke konsumen

III, dan seterusnya. Inilah yang disebut dengan *aliran energi di dalam ekosistem*. Aliran energi ini akan berakhir pada proses penguraian. Dalam proses ini, energi dilepaskan dalam bentuk panas yang tersebar di lingkungan dan tidak dimanfaatkan lagi.

Produsen menempati tingkat trofik I, konsumen I menempati tingkat trofik II, dan seterusnya. Semakin jauh jarak transfer energi dari matahari, semakin kecil aliran energinya. Berarti konsumen III pada tingkat trofik IV mendapatkan transfer energi yang paling kecil sehingga rawan punah.

Mengapa semakin jauh dari matahari, energi yang didapatkan semakin kecil? Pada setiap trofik, energi yang dilepaskan ke lingkungan sekitar 90%, yang dimanfaatkan organ hanya 10%. 90% panas yang dilepas ke lingkungan ini tidak dapat didaur ulang karena energi tidak dapat didaur ulang. Akibatnya, pemborosan energi telah terjadi di dalam ekosistem.

a. Rantai Makanan

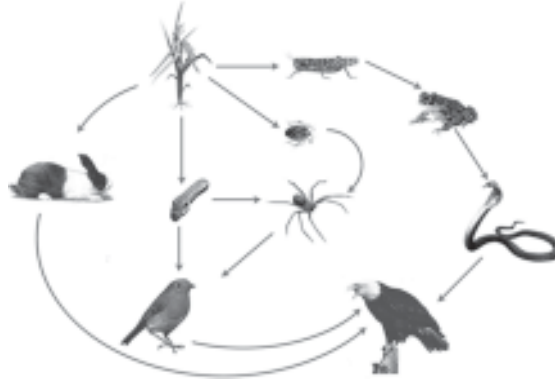
Untuk kelangsungan hidupnya, makhluk hidup memerlukan makanan. Dalam satu ekosistem terdapat hubungan makan dan dimakan sehingga terbentuklah *rantai makanan*. Rantai makanan dapat diartikan pula sebagai pengalihan energi dari tumbuhan melalui beberapa makhluk hidup yang makan dan dimakan.

Sebagai contoh, marilah kita menuju ke dalam ekosistem sawah. Di sawah terdapat tanaman padi, tanaman padi dimakan oleh belalang, belalang dimakan oleh katak, katak dimakan ular, setelah ular mati, bangkainya akan dimakan dan diuraikan oleh dekomposer, dekomposer akan menyuburkan tanah dan memberikan makanan bagi tumbuh-tumbuhan. Begitu seterusnya hingga siklus berulang kembali.

b. Jaring-Jaring Makanan

Jika dalam rantai makanan dapat ditarik satu garis lurus, pada jaring-jaring makanan ini, peristiwa makan dan dimakan tidak sesederhana yang kalian bayangkan karena satu makhluk hidup dapat memakan lebih dari satu jenis makanan dan satu makhluk hidup dapat dimakan oleh lebih dari satu makhluk hidup sehingga garis yang terjadi saling bersilangan.

Dalam kehidupan ini, rantai makanan dapat saling berhubungan satu dengan yang lain sehingga dapat membentuk suatu jaring-jaring yang sangat kompleks. Keadaan inilah yang disebut dengan *jaring-jaring makanan*.



Gambar 10.7
Jaring-jaring makanan
(Sumber: Koleksi pribadi)

Kegiatan 10.2



Menyusun Jaring-jaring Makanan

Tujuan:

Mengetahui bentuk diagram jaring-jaring makanan dalam suatu ekosistem.

Alat dan Bahan:

- 1) gunting dan lem,
- 2) gambar-gambar aneka jenis hewan tumbuhan danau air tawar, dan
- 3) kertas karton.

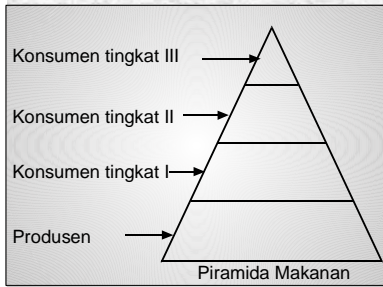
Cara Kerja:

- 1) Potonglah gambar-gambar jenis hewan dan tumbuhan yang hidup di danau air tawar.
- 2) Susunlah potongan gambar tersebut hingga membentuk suatu diagram atau bagan jaring-jaring makanan yang terdapat pada ekosistem air tawar.
- 3) Setelah diagram tersusun, berilah uraian singkat mengenai aliran energi yang terjadi pada ekosistem tersebut.

Pertanyaan:

1. Bagaimanakah energi mengalir atau berpindah dari satu makhluk hidup ke makhluk hidup lainnya dalam suatu ekosistem?
2. Adakah dari setiap makhluk hidup dalam ekosistem tersebut menempati tingkatan yang ganda, misalnya, makhluk hidup "Y" dapat menempati tingkatan konsumen I atau konsumen II sekaligus? Sebutkan!
3. Jelaskan perbedaan antara rantai makanan dan jaring-jaring makanan!

c. Piramida Makanan



Piramida makanan adalah piramida yang menggambarkan jumlah berat dan energi mulai dari produsen sampai konsumen puncak. Piramida ini dibuat dengan satu asumsi bahwa pada saat terjadi peristiwa makan dan dimakan telah terjadi perpindahan energi dari makhluk hidup yang dimakan ke makhluk hidup pemakannya. Misalnya, dari produsen ke konsumen I, dari konsumen I ke konsumen II, dari konsumen II ke konsumen III, dan seterusnya.

Akan tetapi, harus diingat bahwa tidak semua energi dari makhluk hidup yang dimakan akan berpindah ke makhluk hidup pemakan sehingga terbentuk piramida makanan yang semakin ke atas semakin mengecil.

Selain energi dalam bentuk makanan, tubuh organisme juga memerlukan air, oksigen, dan mineral. Jaring-jaring makanan muncul dengan diawali terjadinya proses perputaran zat dari tubuh organisme menuju tanah dan reaksi kimia. Proses ini sering disebut dengan daur biogeokimia.

d. Daur Biogeokimia

Daur biogeokimia adalah daur materi melalui makhluk hidup, tanah, dan reaksi kimia. Berfungsinya daur biogeokimia menentukan kelestarian makhluk hidup. Pernahkah kalian membayangkan bahwa dalam nasi atau makanan yang kalian makan ada molekul zat yang berasal dari molekul zat yang pernah dikeluarkan oleh tubuh kalian sendiri? Mungkin itu satu molekul air atau satu molekul hidrogen yang pernah singgah di dalam tubuh kalian mengikuti daur materi hingga akhirnya singgah lagi di dalam tubuh kalian. Bagian tubuh itu mungkin berasal dari bagian tubuh hewan yang telah punah berjuta tahun yang lalu atau mungkin juga bagian tubuh kalian yang sudah kalian keluarkan besok menjadi bagian tubuh makhluk hidup di masa yang akan datang. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa aliran materi yang dibutuhkan dunia kehidupan pada dasarnya berasal dari dua arah karena keterbatasan bahan kimia sehingga harus dimanfaatkan lagi melalui proses perputaran (siklus).

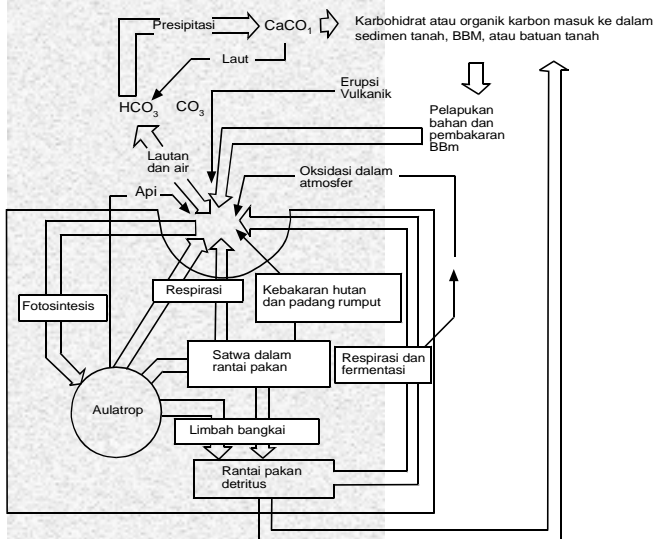
Aliran bahan kimia dalam tubuh makhluk hidup terjadi melalui rantai makanan mengikuti arus aliran oksigen dalam makhluk hidup, kemudian mengikuti siklus abiotik. Ada dua siklus abiotik, yaitu fase atmosfer seperti nitrogen dan fase sedimen seperti fosfor.

Daur biogeokimia sangat diperlukan untuk kelestarian makhluk hidup dan ekosistem. Jika daur ulang ini berhenti, makhluk hidup akan mati dan ekosistem akan punah.

Daur biogeokimia yang akan disajikan adalah daur karbon, daur nitrogen, daur belerang, dan daur fosfor.

1) Daur Karbon

Semua karbon memasuki makhluk hidup melalui daun-daun hijau dan keluar melalui respirasi hingga menjadi siklus yang lengkap. Akan tetapi, sebagian ada yang difermentasikan dan atau membentuk jaringan lain menjadi karbon terikat. Lautan juga dapat menjadi sumber pemasok karbon. Sumber karbon ada yang sebagai senyawa anorganik karbonat (CO_3^-) dan tidak dalam

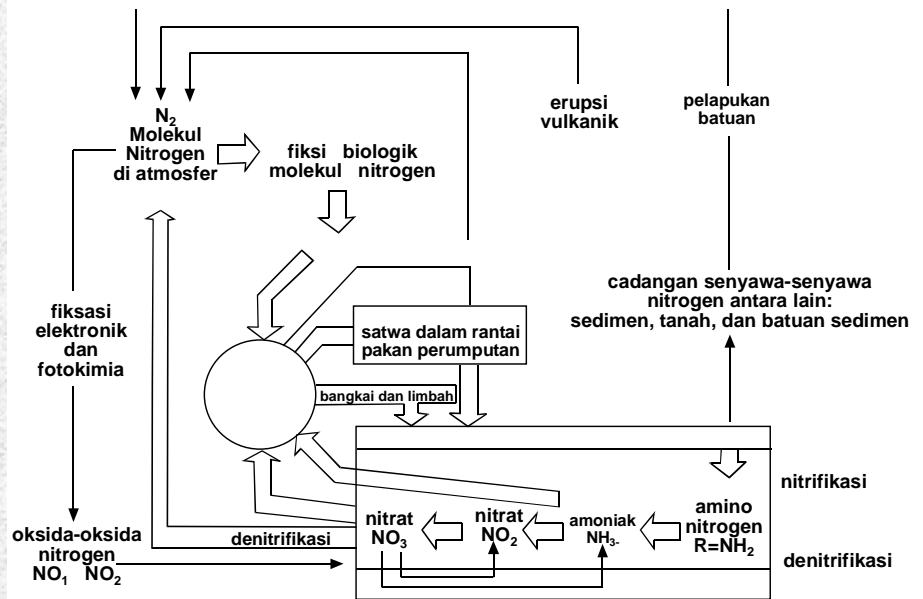


Gambar 10.8 Daur Karbon
(Sumber: *Dasar-Dasar Ekologi*, 2003)

bentuk organik terikat. Proses ini dapat terjadi pada ekosistem laut, misalnya, dalam pembuatan kulit kerang satwa laut (kerang, tiram, beberapa *protozoa*, dan ganggang).

2) Daur Nitrogen

Cadangan nitrogen di atmosfer terdapat dalam bentuk nitrogen molekuler (N_2) yang mulia dan hanya bakteri yang dapat memanfaatkannya. Nitrogen memasuki rantai makanan melalui akar tumbuhan vaskuler atau dinding sel tumbuhan, nonvaskuler yang diikat menjadi molekul organik, seperti asam amino, protein, pigmen, asam nukleat, dan vitamin yang masuk dalam rantai makanan. Dalam rantai makanan, nitrogen dikeluarkan melalui urine dan kotoran, bukan dari respirasi atmosfer, kecuali pada peristiwa kebakaran hutan atau padang rumput.



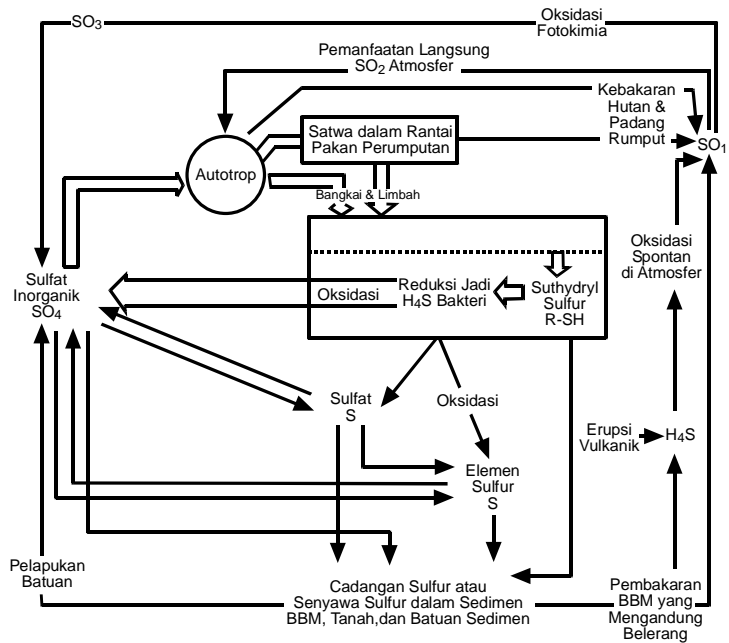
Gambar 10.9 Daur nitrogen
(Sumber: *Dasar-Dasar Ekologi*, 2003)

Daur ulang nitrogen terjadi melalui proses *deaminisasi*, yaitu rantai makan detritur oleh nitrosoman menjadi senyawa amino (NH_2) dan membebaskan amonia (NH_3) yang oleh bakteri nitrosomonas dioksidasi menjadi nitrit, kemudian oleh bakteri nitrobaktum diubah menjadi nitrit yang dibutuhkan dan tersedia bagi tanaman.

Proses terbentuknya nitrat disebut dengan *nitifikasi*, kemudian nitrat memasuki rantai makanan. Ketika tumbuhan sudah mulai membusuk, nitrat kembali dibebaskan. Proses ini disebut *denitrifikasi*.

3) Daur Belerang

Fase atmosfer daur ini kurang terkenal karena fase sedimennya lebih dominan. Akan tetapi, seiring dengan adanya peningkatan peristiwa belerang di udara, fase atmosfer mulai mengemuka. Belerang diserap oleh tumbuhan sebagai SO_4^{2-} yang diikat dalam asam amino dan protein. Seperti pada daur nitrogen dan daur lainnya, belerang mengikuti rantai makanan secara umum dengan limbah berupa feses. Penyimpangan terjadi hanya karena adanya kebakaran hutan yang menyebabkan oksidasi menjadi dioksida.

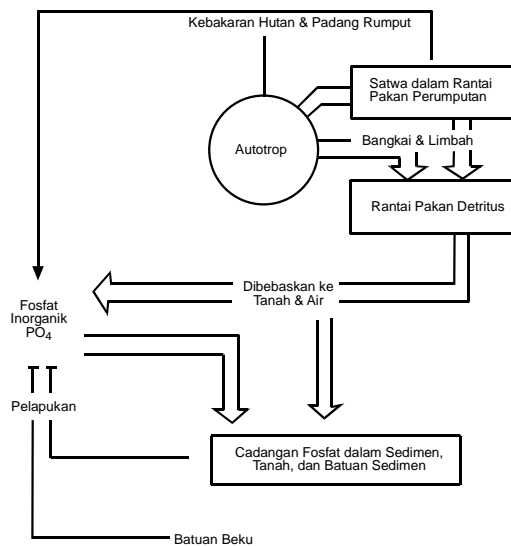


Gambar 10.10 Daur belerang
(Sumber: *Dasar-Dasar Ekologi*, 2003)

Pada lingkungan aerobik dan anaerobik sedimen atau dasar laut, peranan bakteri menjadi sangat besar untuk tersedianya belerang bagi makhluk hidup lain. Secara garis besar, fase sedimen dan fase atmosfer pada daur belerang peranannya sama penting karena mengikuti rantai makanan makhluk hidup.

Peningkatan fase atmosfer pada daur ini terjadi karena adanya pelepasan belerang organik dan hidrogen sulfida akibat kebakaran hutan, pembakaran batu bara, dan BBM yang menyebabkan terbentuknya SO_2 yang bereaksi menjadi SO_3 dengan air, kemudian menjadi asam sulfat. Pada saat turun hujan, terjadilah hujan asam yang kurang menguntungkan bagi manusia.

4) Daur Fosfor



Gambar 10.11 Daur fosfor
(Sumber: *Dasar-Dasar Ekologi*, 2003)

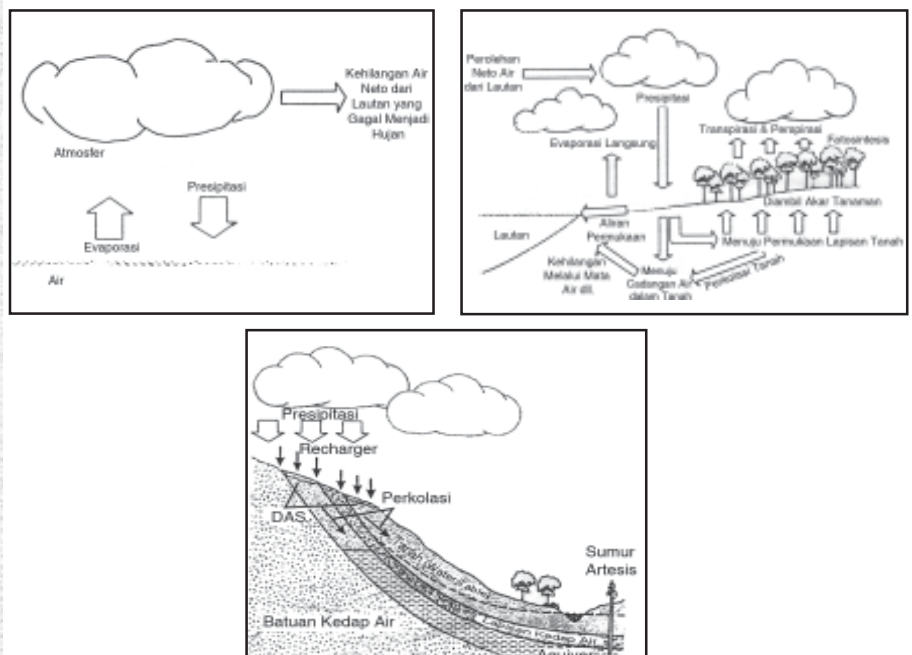
Di alam, fosfor dapat dijumpai sebagai PO_4^- , HPO_4^- , atau H_2PO_4 berbentuk ion fosfat anorganik, larutan fosfat organik, fosfat partikulat, atau fosfat mineral dalam batuan atau sedimen. Sumber fosfat utama adalah batuan kristal yang lapuk atau hanyut karena erosi. Fosfat tersedia di alam sebagai ion fosfat dan masuk ke dalam tanaman melalui perakaran ke jaringan hidup. Selanjutnya, mengikuti rantai makanan. Fosfat dapat lepas ke atmosfer melalui peristiwa kebakaran hutan.

Pada daur detritus, molekul yang lebih besar berisi fosfat dipisahkan menjadi ion fosfat anorganik yang diendapkan sebagai butir sedimen ekosistem perairan. Daur fosfor sangat sederhana. Daur ini bersifat fase sedimen yang lambat dan ditambah dengan tidak dapat larutnya fosfor dalam air sehingga sering kali terjadi kekurangan fosfor bagi pertumbuhan tanaman.

5) Daur Hidrologik

Air sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup meskipun air tidak melewati reaksi kimia menjadi senyawa organik maupun anorganik. Air masuk dalam daur ini secara utuh. Di dalam jaringan hidup, air relatif tidak terikat sebagai senyawa kimia meskipun hampir 3/4 jaringan hidup mengandung air. Di dalam jaringan, air mempunyai banyak fungsi, antara lain, sebagai medium hara tanaman yang menjadi pengantar ke tanaman autotropik, sebagai cairan dari molekul organik, menjadi regulator panas tubuh, menjadi medium sedimen, sumber utama nutrisi di muka bumi, dan sangat penting bagi ekosistem akuatik.

Daur hidrologi didukung oleh energi matahari dan gaya tarik bumi. Jika terdapat cukup butir-butir hujan, uap air itu segera turun kembali sebagai hujan karena cukup berat untuk ditarik oleh gaya tarik bumi. Penyebaran air di muka bumi tidak merata, paling besar diserap oleh bebatuan dan tidak ikut dalam sirkulasi. Sebagian besar dari sisa yang diikat batuan tersimpan di lautan, sebagian kecil berbentuk gunung es di kutub bumi dan sisanya lagi berupa air segar dalam bentuk uap air atmosfer, air bumi, air tanah, atau air permukaan di daratan. Daur air ini dapat dilihat pada Gambar 10.12.



Gambar 10.12 Daur Air (Sumber: *Dasar-Dasar Ekologi*, 2003)

Kegiatan 10.3



Membuat Model Siklus Air Sederhana

Tujuan:

Membentuk model siklus air.

Alat dan Bahan:

- 1) plastik bening,
- 2) karet atau tali rafia,
- 3) mangkuk besar,
- 4) mangkuk kecil,
- 5) air, dan
- 6) pemberat.

Cara Kerja:

- 1) Isilah mangkuk besar dengan air kira-kira 1/3 bagian dan letakkan mangkuk kecil di tengah-tengah mangkuk besar.
- 2) Tutuplah mangkuk besar dengan plastik transparan dan ikatlah penutup plastik tersebut dengan kuat.
- 3) Letakkan pemberat di atas plastik penutup tepat di bagian tengah-tengah.
- 4) Letakkan alat tersebut di bawah terik matahari, selama 2 jam.
- 5) Amatilah apa yang terjadi, apakah terdapat tetes-tetes air di dalam mangkuk kecil.

Pertanyaan:

1. Mengapa di dalam mangkuk kecil terdapat air?
2. Jika di alam, siklus air terjadi diawali dari proses transpirasi dan evaporasi. Jelaskan secara singkat siklus air di alam!
3. Jika terjadi pencemaran air, misalnya, adanya tumpahan minyak di laut, bagaimanakah proses siklus air?

3. Bentuk Interaksi Makhluk Hidup

Ada berbagai macam bentuk interaksi antarmakhluk hidup, ada yang saling menguntungkan, ada yang salah satu diuntungkan, dan ada pula yang merugikan. Macam-macam bentuk interaksi makhluk hidup itu adalah simbiosis, netralisme, antibiosis, predatorisme, dan kompetitif.

a. Simbiosis



Gambar 10.13 Bunga dan lebah yang saling bersimbiosis mutualisme
(Sumber: www.andrologi.org.tr)

Simbiosis adalah hidup bersama antara dua makhluk hidup yang berbeda jenis. Simbiosis dapat dibagi menjadi tiga, yaitu simbiosis mutualisme, simbiosis parasitisme, dan simbiosis komensalisme.

1) Simbiosis Mutualisme

Simbiosis mutualisme adalah hidup bersama antara dua makhluk hidup yang keduanya saling diuntungkan, misalnya, simbiosis antara bunga dan lebah, jamur dan ganggang, burung jalak dan badak, serta kacang tanah dan bakteri *Rhizobium*.

a) Lebah dengan bunga

Lebah mendapatkan madu sebagai makanannya, sedangkan bunga terbantu penyerbukannya oleh lebah. Pada saat mengisap madu, benang sari akan terbawa oleh lebah sehingga pada saat lebah mengisap madu

bunga lain, benang sari yang menempel tadi akan menempel di kepala putik bunga lain sehingga terjadilah penyerbukan.

b) Jamur dan ganggang

Ganggang memiliki klorofil untuk melakukan fotosintesis sehingga menghasilkan energi atau makanan yang dibutuhkan oleh jamur. Pada proses fotosintesis diperlukan air dari dalam tanah. Untuk memperolehnya, dibantu oleh jamur yang memiliki rizoid (bukan akar sejati). Tanpa air, tidak akan terjadi fotosintesis dan tanpa klorofil juga tidak akan terjadi fotosintesis. Dapat dikatakan bahwa antara jamur dan ganggang saling diuntungkan.

c) Badak dan burung jalak

Burung jalak akan memakan kutu-kutu yang terdapat pada kulit badak sehingga badak terhindar dari rasa gatal yang disebabkan oleh kutu tersebut, sedangkan burung jalak juga diuntungkan karena dapat memperoleh makanan dengan memakan kutu tersebut.

d) Kacang tanah dan bakteri *Rhizobium*

Kacang tanah dan bakteri saling diuntungkan. Bakteri *Rhizobium* dapat mengikat nitrogen dari udara yang kemudian dimanfaatkan oleh tanaman kacang tanah, sedangkan bakteri terlindungi dan mendapatkan air dan nutrisi dari bintil-bintil akar kacang tanah.

2) *Simbiosis Parasitisme*

Simbiosis parasitisme adalah hidup bersama antara dua makhluk hidup berbeda jenis, tetapi satu makhluk hidup diuntungkan (parasit) dan satu makhluk hidup dirugikan (inang). Misalnya, simbiosis antara cacing pita dengan tubuh manusia, jamur dengan tubuh manusia, kutu kepala dengan tubuh manusia, dan benalu dengan tubuh manusia. Makhluk hidup yang diuntungkan biasa disebut parasit dan makhluk hidup yang dirugikan disebut inang. Parasit yang hidup di luar tubuh inang disebut dengan *ektoparasit*, sedangkan parasit yang tumbuh di dalam tubuh inang disebut *endoparasit*. Contoh lain simbiosis parasitisme adalah sebagai berikut.

a) Cacing pita dan tubuh manusia

Cacing pita hidup secara endoparasit di dalam usus manusia. Manusia dirugikan karena cacing pita mengisap darah dan sari makanan yang dibutuhkan manusia sehingga manusia menjadi kurus dan pucat karena kekurangan darah dan sari makanan. Cacing pita menjadi diuntungkan karena mendapat makanan untuk kelangsungan hidupnya.

b) Jamur dan tubuh manusia

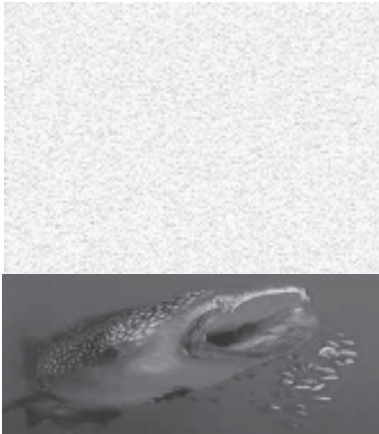
Jamur seperti jamur panu hidupnya menempel pada kulit manusia. Jamur diuntungkan karena mendapat makanan dari tubuh manusia. Manusia dirugikan karena selain merasakan gatal, manusia juga kehilangan zat makanan yang diambil oleh jamur.

c) Kutu kepala dan tubuh manusia

Kutu kepala hidup secara ektoparasit di kepala manusia. Kutu diuntungkan karena mendapat makanan atau mengisap darah manusia. Manusia dirugikan karena kehilangan darah dan rasa gatal yang ditimbulkan karena gigitan kutu tersebut.

d) Benalu dan pohon avokad

Benalu diuntungkan karena mendapat makanan dengan mengisap sari makanan dari tubuh pohon avokad, sedangkan pohon avokad dirugikan karena kehilangan sari makanan yang diambil oleh benalu.



Gambar 10.14 Simbiosis komensalisme antara ikan hiu dan ikan remora (Sumber: <http://www.kompas.com>)

b. Antibiosis

c. Predatorisme

d. Kompetisi

3) Simbiosis Komensalisme

Simbiosis komensalisme adalah hidup bersama antara dua makhluk hidup berlainan jenis, salah satu makhluk hidup diuntungkan dan makhluk hidup yang lain tidak dirugikan, misalnya, simbiosis antara anggrek dan pohon mangga; antara ikan hiu dan ikan remora.

a) Anggrek dan pohon mangga

Anggrek dapat hidup dengan menempel pada batang pohon mangga dan pohon mangga yang ditemelinya tidak dirugikan karena anggrek dapat membuat makanan sendiri sehingga tidak mengisap makanan dari pohon mangga yang ditumpanginya.

b) Ikan hiu dan ikan remora

Ikan remora yang selalu berdekatan dengan ikan hiu dapat memperoleh makanan dari sisa-sisa makanan yang dimakan ikan hiu. Selain itu, ikan remora mendapat tempat berlindung dari hewan-hewan pemangsa. Ikan hiu tidak dirugikan karena keberadaan kawanan remora kecil ini.

Antibiosis adalah interaksi antara makhluk hidup, salah satu makhluk hidupnya mengeluarkan zat antibiotik yang dapat membahayakan makhluk hidup yang lain. Contohnya, interaksi antara jamur *Penicillium* dengan mikroorganisme lainnya. Jamur ini mengeluarkan racun yang dapat menghambat atau mematikan makhluk hidup yang lainnya. Antibiosis pada tumbuhan disebut *alelopati*, contohnya, tumbuhan kamboja dan gamal. Tumbuhan ini dapat mengeluarkan racun yang bisa membunuh tumbuhan di sekitarnya sehingga tumbuhan ini dapat memenangkan kompetisi dalam memperoleh makanan dan cahaya matahari.

Predatorisme adalah hubungan antara makhluk hidup yang satu dengan makhluk hidup yang lain. Makhluk hidup yang satu memangsa makhluk hidup yang lain. Misalnya, kucing memangsa tikus, elang memangsa ular, dan harimau memangsa zebra.

Kompetisi adalah hubungan antara makhluk hidup dalam satu ekosistem di saat makhluk hidup yang satu dengan makhluk hidup yang lain saling bersaing untuk mendapatkan makanannya. Persaingan ini disebabkan makhluk hidup tersebut mempunyai kesamaan bahan makanannya. Contohnya, domba, sapi, kuda, zebra, dan rusa yang hidup di dalam ekosistem padang rumput saling bersaing untuk mendapatkan rumput sebagai bahan makanannya.

Latihan

1. Apakah yang dimaksud dengan simbiosis mutualisme, simbiosis parasitisme, dan simbiosis komensalisme?
2. Berikan contoh tiap-tiap simbiosis tersebut!
3. Sebutkan perbedaan antara simbiosis dan antibiosis!
4. Simbiosis apakah yang terjadi pada lumut kerak?
5. Jelaskan perbedaan antara predatorisme dan kompetisi!

Tugas

1. Datalah contoh lain dari simbiosis yang terjadi pada makhluk hidup!
2. Sajikan dalam bentuk tabel!
3. Jika dalam suatu kolam ikan yang tidak ada ikannya ditebarkan benih ikan, apakah yang akan terjadi jika dalam kolam tersebut hanya terdapat ganggang hijau dan pengurai saja. Apakah dalam waktu yang lama populasi ikan akan terus meningkat dan kolam akan dipenuhi ikan? Bagaimana menurut pendapatmu? Jelaskan alasan-alasanmu dan diskusikan dengan teman-teman sekelasmu!

Rangkuman

1. Interaksi atau hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya yang membentuk suatu sistem ekologi disebut dengan *ekosistem*.
2.
 - a. Ekosistem tersusun dari komponen biotik dan komponen abiotik.
 - b. Komponen biotik adalah bagian ekosistem yang terdiri atas makhluk hidup, seperti tumbuhan, hewan, ataupun makhluk hidup pengurai. Komponen biotik dibedakan menjadi tiga macam, yaitu produsen, konsumen, dan dekomposer (pengurai). Produsen berfungsi sebagai penghasil makanan, konsumen sebagai pemakan, dan dekomposer menjadi pengurainya.
 - d. Satuan makhluk hidup dalam satu ekosistem adalah individu, populasi, komunitas, dan biosfer. Sinar matahari sangat berperan terhadap kelangsungan hidup satuan-satuan ekosistem tersebut.
 - e. Berdasarkan sumber makanannya, makhluk hidup dari komponen biotik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu makhluk hidup autotrof dan makhluk hidup heterotrof.
3. Keseimbangan ekosistem harus selalu dijaga agar setiap makhluk hidup dapat melakukan aktivitas dengan baik.
4. Daur biogeokimia meliputi daur karbon, daur nitrogen, daur belerang, daur fosfor, dan daur hidrologik.
5.
 - a. Saling ketergantungan antara komponen penyusun ekosistem tersebut terbagi menjadi saling ketergantungan antara komponen biotik dan komponen abiotik serta saling ketergantungan antarkomponen biotik. Saling ketergantungan antarkomponen biotik terbagi lagi menjadi saling ketergantungan antara makhluk hidup sejenis (*interspecies*) dan saling ketergantungan antara makhluk hidup yang berbeda jenis (*antarspecies*).
 - b. Saling ketegantungan antara produsen, konsumen, dan dekomposer terjadi dalam suatu ekosistem. Gejala ini terjadi pada peristiwa makan dan dimakan. Dari peristiwa ini, akan terbentuk rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan.
 - c. Dalam suatu ekosistem, fotosintesis oleh tumbuhan hijau dan pernapasan oleh makhluk hidup berperan penting dalam penyediaan makanan bagi makhluk hidup.
 - d. Rantai makanan dan jaring-jaring makanan merupakan proses pemindahan makanan dan energi ke dalam tubuh makhluk hidup.
 - e. Bentuk interaksi antarmakhluk hidup berupa simbiosis, antibiosis, predatorisme, dan kompetisi.
 - f. Bentuk interaksi simbiosis dibedakan menjadi simbiosis mutualisme, simbiosis parasitisme, dan simbiosis komensalisme.

Istilah Penting

Abiotik	Antibiosis
Biosfer	Biotik
Dekomposer	Herbivor
Individu	Jaring-jaring makanan
Karnivor	Kepadatan populasi
Komunitas	Kompetisi
Konsumen	Omnivor
Piramida makanan	Populasi
Predatorisme	Produsen
Rantai makanan	Simbiosis

Refleksi Diri

1. Setelah mempelajari materi tentang ekosistem dan peran manusia dalam ekosistem, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai*, atau *sangat menguasai* untuk:
 - a. mendeskripsikan satuan ekosistem dan komponen ekosistem;
 - b. mendeskripsikan peran komponen ekosistem dalam aliran energi dan daur biogeokimia serta pemanfaatan ekosistem bagi kehidupan;
 - c. mendeskripsikan bentuk-bentuk interaksi makhluk hidup?
2. Dari materi dan beberapa kegiatan tentang ekosistem, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

ekosistem
komponen ekosistem
keseimbangan ekosistem
interdependensi
biotik

abiotik
rantai makanan
jaring-jaring makanan
piramida makanan
biogeokimia



Uji Kompetensi

1. *Pilihlah salah satu jawaban yang kamu anggap benar!*
 1. Energi utama dalam suatu ekosistem yang merupakan komponen abiotik adalah
 - a. cahaya matahari
 - b. tanah
 - c. air
 - d. udara
 - e. suhu
 2. Berat total populasi ditunjukkan oleh piramida
 - a. piramida energi
 - b. piramida normal
 - c. piramida jumlah individu
 - d. piramida biomassa
 - e. piramida terbalik
 3. Puncak piramida makanan terdiri dari
 - a. produsen
 - b. konsumen tersier
 - c. konsumen sekunder
 - d. konsumen primer
 - e. dekomposer

4. Berikut ini yang merupakan produsen adalah
 - a. tikus
 - b. tanaman padi
 - c. ular
 - d. elang
 - e. belalang
5. Dalam ekosistem air kolam, ganggang merupakan
 - a. konsumen II
 - b. konsumen I
 - c. produsen
 - d. dekomposer
 - e. konsumen III
6. Dalam rantai makanan yang terdiri atas tumbuhan-tikus-ular-elang mati dimakan pengurai. Jumlah energi matahari terbesar berada pada
 - a. pengurai
 - b. tumbuhan
 - c. tikus
 - d. ular
 - e. elang
7. Makhluk hidup yang memakan makhluk hidup lain disebut
 - a. parasit
 - b. epifit
 - c. kompetisi
 - d. predatorisme
 - e. herbivora
8. Kesatuan komunitas dan lingkungan hidupnya yang saling berinteraksi dan membentuk hubungan timbal balik disebut
 - a. ekologi
 - b. habitat
 - c. populasi
 - d. ekosistem
 - e. biosfer
9. Contoh saling ketergantungan antara komponen biotik dan komponen abiotik adalah
 - a. aktivitas cacing yang menyuburkan tanah
 - b. lebah yang mengisap madu bunga
 - c. kutu kepala pada manusia
 - d. cacing pita dan manusia
 - e. bunga anggrek dan inangnya
10. Peristiwa makan dan dimakan pada tingkatan tertentu disebut
 - a. rantai makanan
 - b. piramida makanan
 - c. jaring makanan
 - d. konsumen
 - e. produsen
11. Makhluk hidup yang menerima energi paling besar adalah
 - a. produsen
 - b. konsumen I
 - c. konsumen II
 - d. konsumen III
 - e. dekomposer
12. Hidup bersama antara dua makhluk hidup berlainan jenis yang salah satu diuntungkan dan satunya dirugikan disebut simbiosis
 - a. mutualisme
 - b. parasitisme
 - c. komensalisme
 - d. antibiosis
 - e. predator
13. Fungsi daur biogeokimia adalah untuk
 - a. menjaga kestabilan iklim
 - b. menyuburkan air laut dalam
 - c. menjaga kelestarian ekosistem
 - d. menyediakan unsur-untur mineral bagi konsumen
 - e. melakukan metabolisme pada karnivor puncak
14. Terbentuknya rantai makanan disebabkan oleh adanya
 - a. karnivor puncak
 - b. omnivor
 - c. bahan makanan yang melimpah
 - d. proses makan dan dimakan
 - e. predator

Untuk menjawab soal nomor 15 – 18, perhatikan ilustrasi singkat berikut.

Dalam suatu ekosistem sawah terdapat tanaman padi, belalang, ulat, tikus, katak, burung, ular, elang, musang, jamur, bakteri, dan kelinci.

15. Berikut ini yang merupakan konsumen I adalah
 - a. padi
 - b. katak, burung, dan ular
 - c. jamur dan bakteri
 - d. belalang, ulat, dan tikus
 - e. musang
16. Berikut ini yang merupakan produsen adalah
 - a. belalang dan ulat
 - b. katak, burung, dan ular
 - c. jamur dan bakteri
 - d. padi
 - e. bakteri
17. Berikut ini yang mendapatkan aliran energi terkecil adalah
 - a. elang
 - b. katak, burung, dan ular
 - c. jamur dan bakteri
 - d. padi
 - e. musang dan kelinci
18. Di bawah ini yang termasuk dalam konsumen II adalah
 - a. katak, burung, dan ular
 - b. kelinci dan tikus
 - c. elang dan musang
 - d. belalang dan ulat
 - e. padi
19. Jamur dan bakteri termasuk dalam ...
 - a. produsen
 - b. dekomposer
 - c. konsumen III
 - d. konsumen IV
 - e. konsumen
20. Makhluk hidup yang dapat membuat makanan sendiri karena mengandung klorofil dan dapat melakukan fotosintesis disebut makhluk hidup
 - a. heterotrof
 - b. autorof
 - c. mikroskopis
 - d. uniseluler
 - e. saprofit

II. Pasangkan pernyataan di bawah ini dengan kata-kata di dalam kotak!

Mutualisme; Antibiosis; Biotik; Populasi; Rantai makanan; Karnivor; Heterotrof; Biosfer; Komensalisme; Parasitisme; Cahaya matahari.

1. Interaksi antara makhluk hidup yang salah satu makhluk hidupnya mengeluarkan zat antibiotik yang dapat membahayakan makhluk hidup yang lain.
2. Kumpulan seluruh ekosistem yang ada di permukaan bumi yang saling berinteraksi satu dengan lainnya.
3. Komponen penyusun ekosistem yang berupa makhluk hidup.
4. Sekumpulan individu sejenis yang hidup dalam suatu habitat tertentu.
5. Simbiosis ganggang hijau dan jamur.
6. Simbiosis ikan hiu dan ikan remora.
7. Simbiosis cacing pita dan manusia.
8. Energi utama dalam suatu ekosistem.
9. Singa, harimau, kucing, dan anjing.
10. Padi dimakan belalang, belalang dimakan katak, katak dimakan ular, ular dimakan elang, dan bangkai elang dimakan jamur.

III. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Apa yang dimaksud dengan individu, populasi, dan komunitas?
2. Mengapa populasi dapat berubah?
3. Apakah yang disebut dengan jaring-jaring makanan?
4. Apa yang dimaksud dengan produsen, konsumen, dan dekomposer?
5. Apakah perbedaan antara simbiosis mutualisme dan simbiosis parasitisme? Berikan contohnya!

IV. Jawablah pernyataan di bawah ini dengan jawaban setuju (S) dan tidak setuju (TS), dan berikan alasan singkatmu!

No.	Pernyataan	Pernyataan		Alasan
		S	TS	
1.	Menebang pohon untuk tanaman produksi tidak akan merusak ekosistem.			
2.	Banjir semata-mata disebabkan sungai tidak mampu menampung air hujan bukan karena takdir Tuhan.			
3.	Penggunaan pupuk yang berlebihan akan merusak ekosistem dan mengganggu kesehatan lingkungan.			
4.	Yang harus disalahkan jika terjadi banjir bukan pemerintah, melainkan manusia itu sendiri.			
5.	Seluruh warga masyarakat harus saling bekerja sama untuk mereboisasi hutan.			

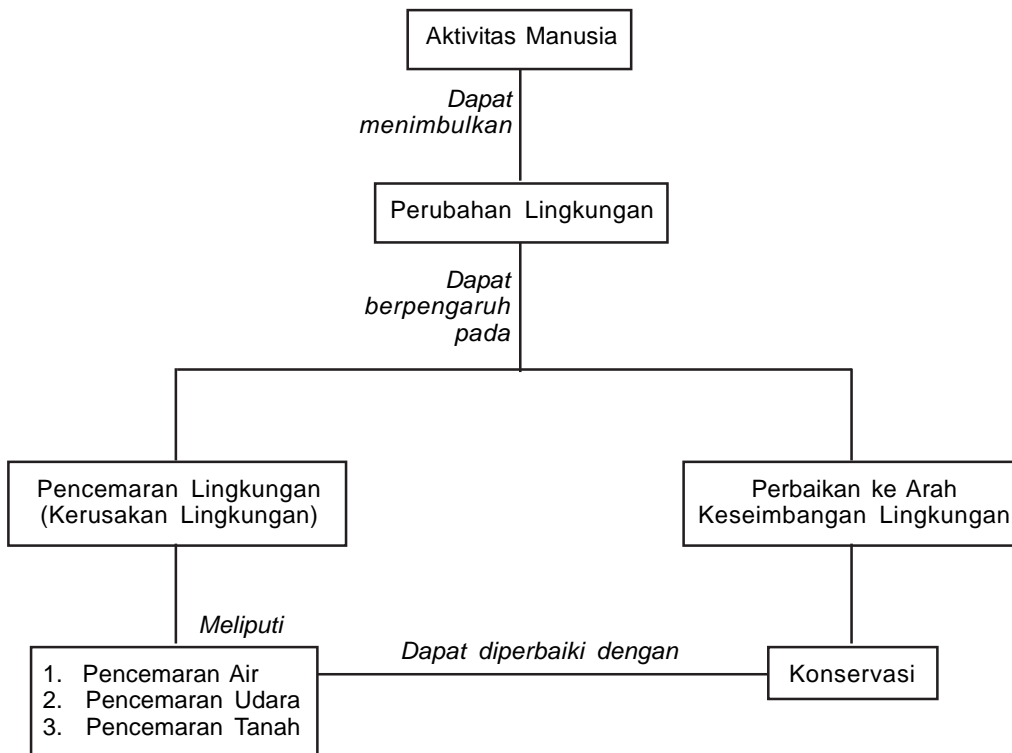
Bab 11

Pengaruh Aktivitas Manusia terhadap Perubahan dan Pencemaran Lingkungan

Tujuan

- 1 Menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah perusakan atau pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan
- 2 Menganalisis jenis-jenis limbah dan daur ulang limbah
- 3 Membuat produk daur ulang limbah

Peta konsep di bawah ini merupakan bahasan materi dalam bab ini. Pelajari dan pahami agar kamu mempunyai gambaran sebelum membaca uraian materi tentang pengaruh aktivitas manusia terhadap perubahan dan pencemaran lingkungan. Dalam bab ini juga dibahas tentang pengolahan limbah.





Gambar 11.1 Peningkatan kepadatan penduduk berpengaruh terhadap pergeseran fungsi lahan. Gambar di atas menunjukkan pergeseran fungsi hutan lindung menjadi permukiman dan hutan produksi yang rentan terhadap terjadinya erosi.
(Sumber: Koleksi pribadi)

Pernahkah kalian melihat penebangan hutan? Apakah dampak yang ditimbulkan dari penebangan hutan bagi ekosistem? Mengapa sampai terjadi penebangan hutan? Apakah ada hubungannya dengan peningkatan kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas lahan?

Di dalam suatu ekosistem, manusia mampu dan berperan dalam mengubah ekosistem tersebut. Dapat dikatakan bahwa manusia adalah yang menjadi penentu dari keseimbangan suatu ekosistem. Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia selalu berinteraksi dengan lingkungan. Untuk memenuhi kebutuhannya itu, manusia dapat mengubah ekosistem. Sebagai contoh, tanah tandus oleh manusia dapat diubah menjadi tanah yang subur dan siap ditanami. Demikian juga dengan hutan lindung yang ditebangi dapat diubah menjadi lahan pertanian yang dapat dimanfaatkan manusia untuk bercocok tanam. Usaha-usaha itu dilakukan manusia untuk menyejahterakan hidupnya. Akan tetapi, kadang-kadang manusia lupa bahwa usaha-usaha tersebut dapat merugikan manusia sendiri karena mereka tidak mengetahui bahwa tindakan tersebut dapat merusak keseimbangan ekosistem.

Ekosistem dan lingkungan sangat erat hubungannya karena ekosistem adalah bagian dari lingkungan. Dapat dikatakan bahwa ruang lingkup lingkungan lebih luas daripada ruang lingkup ekosistem. Ruang lingkup lingkungan tidak hanya membahas hubungan antara komponen biotik dan abiotik, tetapi juga mencakup interaksi antara manusia dan lingkungannya. Interaksi manusia dan lingkungannya ini dapat berupa interaksi sosial, ekonomi, politik, dan budaya.

Bab ini membahas hubungan antara faktor biotik dan abiotik serta hubungannya dengan perubahan dan pencemaran lingkungan serta usaha-usaha pendaurulangan limbah sebagai hasil dari pencemaran lingkungan.

Seperti telah dicontohkan di atas bahwa berbagai usaha manusia untuk menyejahterakan kehidupannya, tanpa disadari, sering kali dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Dampak negatif dari kegiatan manusia ini dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Selain dari faktor manusia itu sendiri, sumber pencemaran lingkungan juga dapat disebabkan oleh faktor alami, seperti bencana alam banjir, gunung meletus, dan tanah longsor. Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh faktor manusia dapat dikurangi dan dikendalikan, sedangkan pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh alam tidak dapat dicegah.

Manusia sangat berperan dalam mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Dengan berbagai upaya, mereka dapat mengurangi dan mengendalikan terjadinya pencemaran, baik itu pencemaran udara, air, maupun tanah. Jika tidak dikendalikan, pencemaran lingkungan dapat mengakibatkan berbagai macam masalah, seperti kerusakan lingkungan, punahnya berbagai makhluk hidup, dan kesehatan manusia. Daur ulang adalah salah satu cara yang dapat dilakukan oleh manusia dalam memanfaatkan limbah.

A. Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Keseimbangan Lingkungan

Keseimbangan lingkungan merupakan keadaan ketika terjadi keseimbangan antara jumlah energi yang masuk dan keluar, bahan makanan yang terbentuk dan yang digunakan, serta keseimbangan antara komponen abiotik dan biotiknya. Keseimbangan lingkungan akan terganggu jika terjadi gangguan pada salah satu komponennya.

Dalam suatu sistem lingkungan, terdapat dua daya, yaitu *daya lenting* dan *daya dukung*. Daya lenting adalah kemampuan lingkungan

untuk kembali pada keseimbangan lingkungan, sedangkan daya dukung lingkungan adalah kemampuan lingkungan dalam memberikan sumber daya alam kepada makhluk hidup yang hidup di dalamnya secara normal. Lingkungan memiliki kemampuan yang terbatas. Pada titik tertentu akan mencapai puncak dan terjadilah yang namanya keseimbangan lingkungan.

Bertambahnya populasi manusia dapat memengaruhi daya dukung lingkungannya. Untuk meningkatkan kesejahteraannya, manusia selalu berusaha meningkatkan daya dukung lingkungannya. Peningkatan kepadatan populasi manusia berakibat pula pada peningkatan kebutuhan hidupnya (sandang, papan, dan perumahan) yang mau tidak mau akan terjadi eksploitasi pada sumber daya alam. Jika keadaan ini dilakukan secara terus-menerus, suatu saat akan melewati batas daya dukung lingkungannya. Sumber daya alam ini jumlahnya terbatas. Jika digunakan secara terus-menerus tanpa ada usaha-usaha pemulihan, sumber daya alam akan segera habis.

Kepadatan penduduk yang terus mengalami peningkatan dapat menimbulkan permasalahan yang serius. Keadaan ini dapat menyebabkan permasalahan dan kerugian pada manusia maupun makhluk hidup lainnya. Permasalahan yang timbul akibat terjadinya kepadatan penduduk, antara lain, berkurangnya ketersediaan bahan pangan, ketersediaan lahan sebagai tempat tinggal dan bercocok tanam, ketersediaan air dan udara yang bersih, serta terjadinya peningkatan penyakit menular dan kronis.

Pertumbuhan penduduk yang cepat ini harus dikendalikan sehingga tidak merugikan manusia itu sendiri. Jika terjadi pertumbuhan penduduk yang sangat cepat dan lahan pertanian atau ruangan tidak berubah, apakah yang akan terjadi? Permasalahan apa yang akan timbul?

Seiring dengan penambahan penduduk dan perkembangan zaman, terjadi pula kemajuan di bidang ilmu pengetahuan. Kemajuan ini memicu manusia untuk membuat suatu industri yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat. Dengan industri ini, dapat diproduksi bahan-bahan kebutuhan dalam jumlah yang besar. Akan tetapi, industrialisasi ini akan menimbulkan permasalahan baru, seperti makin banyaknya sumber alam yang dieksploitasi, timbulnya limbah industri yang dapat mencemari lingkungan, peningkatan limbah rumah tangga, dan bertambahnya bahan-bahan yang tidak alami yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan, seperti pestisida dan insektisida.

Latihan

1. Apakah yang akan terjadi jika daya dukung lingkungan diambil secara terus-menerus? Jelaskan!
2. Apa usaha manusia agar lingkungan di sekitarnya tidak rusak?
3. Apa saranmu kepada pemerintah untuk mengatasi masalah lingkungan? Jelaskan!
4. Apakah masalah lingkungan hanya menjadi tugas pemerintah? Jelaskan!

Tugas

Dapatkan kalian menceritakan tentang kerusakan lingkungan yang terjadi di daerah kalian? Apakah penyebabnya? Apakah kerusakan lingkungan tersebut berpengaruh terhadap kehidupan manusia? Buatlah suatu karangan yang berisi tentang kerusakan lingkungan di daerahmu!

Kerusakan lingkungan yang serius menjadikan semakin kecilnya kemampuan lingkungan untuk pulih pada keseimbangan lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan waktu yang lama untuk kembali pada keadaan lingkungan yang seimbang, bahkan jika kerusakan lingkungan sudah sangat jauh, alam atau lingkungan menjadi tidak mampu lagi memproduksi. Dengan kata lain, kerusakan lingkungan yang sangat cepat menyebabkan rendahnya daya dukung lingkungan, kecil atau hilangnya daya lenting lingkungan, jauhnya tercapai keseimbangan lingkungan, dan perubahan lingkungan. Mengapa terjadi perubahan lingkungan?

Perubahan lingkungan terjadi karena adanya kepadatan penduduk yang tinggi, kemajuan teknologi, dan industrialisasi. Ketiga hal tersebut menyebabkan banyak sekali permasalahan. Salah satunya adalah kerusakan lingkungan yang menimbulkan berbagai pencemaran, seperti pencemaran air, udara, dan tanah. Untuk mengurangi terjadinya kerusakan lingkungan tersebut, perlu adanya pengelolaan lingkungan yang baik.

Kegiatan 11.1



Kepadatan Polulasi

Tujuan:

Meneliti pengaruh kepadatan populasi terhadap pertumbuhan penduduk.

Alat dan Bahan:

1. pot bunga atau bak plastik persegi empat dengan ukuran 15×15 cm sebanyak 6 buah,
2. tanah gembur,
3. NPK,
4. biji kacang tanah lebih kurang berjumlah 150 buah,
5. air,
6. penggaris,
7. timbangan,
8. cetok atau pengaduk tanah, dan
9. label atau cat.

Cara Kerja:

1. Campurlah tanah dan pupuk NPK dengan merata, lalu isilah keenam pot bunga dengan tanah yang jumlahnya sama untuk tiap-tiap pot.
2. Berilah label pada tiap-tiap pot dengan tanda 1, 2, 3, 4, 5, dan 6.
3. Dalam pot 1 tanamlah 2 biji kacang tanah, pot 2 dengan 5 biji kacang tanah, pot 3 dengan 15 biji kacang tanah, pot 4 dengan 20 biji kacang tanah, pot 5 dengan 30 biji, dan pot 6 dengan 45 biji kacang tanah.
4. Setiap hari siramlah tiap-tiap pot dengan jumlah air yang sama ± 250 ml.
5. Letakkan pot pada tempat yang terkena cahaya matahari.
6. Amatilah setiap hari selama satu minggu. Setelah satu minggu, cabutlah tanaman-tanaman tersebut secara utuh termasuk akarnya.
7. Pisahkan tanaman tersebut sesuai dengan tempat atau potnya, kemudian bersihkan dari tanah yang menempel pada akarnya.
8. Timbanglah seluruh tanaman yang ada pada tiap-tiap pot.
9. Lalu hitunglah berat rata-rata tanaman dengan cara membagi seluruh berat tanaman dengan jumlah tanaman pada tiap-tiap pot.
10. Masukkan hasilnya ke dalam tabel berikut ini!

Tabel Pengamatan Hasil

Pot	Jumlah Tanaman	Berat Seluruh Tanaman (gram)	Berat Rata-rata Setiap Tanaman (gram)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Pertanyaan:

1. Adakah biji yang tidak tumbuh?
2. Zat apakah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman?
3. Dari keenam pot tersebut, dari pot yang ke berapakah tanaman yang memiliki berat rata-rata paling tinggi? Apa sebabnya?
4. Dari pot ke berapakah tanaman yang memiliki berat rata-rata paling rendah? Apa sebabnya?
5. Buatlah grafik dari hasil pengamatanmu dengan menghubungkan jumlah populasi dalam pot (Y) dengan berat rata-rata tanamannya (X)!
6. Tariklah suatu kesimpulan. Apakah keadaan ini juga berlaku pada manusia?

B. Perubahan Lingkungan dan Faktor-Faktor Penyebabnya

Perubahan lingkungan dapat mengarah kepada perbaikan lingkungan atau kerusakan lingkungan. Perbaikan lingkungan mengarah pada keseimbangan lingkungan. Sekarang ini menjadi hal yang sangat sulit untuk mengembalikan lingkungan kepada keseimbangan lingkungan. Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa kerusakan lingkungan dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam tidak dapat dicegah terjadinya, sedangkan faktor manusia dapat dikurangi dan dikendalikan.

Beberapa faktor alam yang dapat merusak lingkungan adalah bencana alam, seperti banjir bandang, gunung meletus, tanah longsor, gempa bumi, tsunami, kekeringan, kebakaran hutan, angin puting beliung, dan perubahan musim. Meskipun tidak dapat dipungkiri, sering kali bencana seperti banjir dan tanah longsor juga disebabkan oleh kecerobohan manusia.

Kegiatan manusia meliputi kegiatan untuk memenuhi kebutuhan hidup yang semakin meningkat, misalnya, kebutuhan pangan, sandang, papan, lahan, dan sarana transportasi. Peningkatan jumlah penduduk yang diikuti dengan kemajuan iptek berakibat pada semakin banyaknya sumber daya alam yang tereksploitasi. Jika tidak dikendalikan, dapat menyebabkan kerusakan dan pencemaran lingkungan.

Latihan

1. Bagaimana cara kita untuk menjaga keseimbangan alam? Jelaskan!
2. Mengapa kemajuan iptek berpengaruh pada perubahan lingkungan? Jelaskan!
3. Setujukah kamu dengan pernyataan bahwa bencana alam terjadi karena kurangnya rasa syukur kepada Tuhan yang menciptakan alam? Jelaskan!

C. Pencemaran Lingkungan

Keinginan manusia yang selalu ingin meningkatkan kesejahteraannya memaksa manusia untuk mendirikan pabrik-pabrik yang dapat mengolah hasil alam menjadi bahan pangan dan sandang. Pesatnya kemajuan teknologi dan industrialisasi berpengaruh terhadap kualitas lingkungan. Munculnya pabrik-pabrik yang menghasilkan asap dan limbah buangan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

Pencemaran lingkungan merupakan satu dari beberapa faktor yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan. *Pencemaran lingkungan (environmental pollution)* adalah masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup di dalamnya. Zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup disebut dengan *polutan*. Polutan ini dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan.

Menurut UU RI No.23 tahun 1997, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Zat, energi, dan makhluk hidup yang dimasukkan ke dalam lingkungan hidup biasanya berupa sisa usaha atau kegiatan manusia yang disebut dengan limbah. Sebagian besar pencemaran lingkungan disebabkan oleh adanya limbah yang dibuang ke lingkungan hingga daya dukungnya terlampaui.

Indikator yang digunakan untuk mengetahui apakah sudah terjadi kerusakan atau pencemaran lingkungan adalah *baku mutu lingkungan hidup* atau ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai sumber lingkungan hidup (UU RI No. 23 Tahun 1997). Baku mutu yang dikenal di Indonesia adalah baku mutu air, baku mutu air limbah, baku mutu udara ambien, baku mutu udara emisi, dan baku mutu air laut.

Untuk mencegah terjadinya pencemaran, komponen-komponen limbah yang dibuang ke lingkungan tidak diizinkan melebihi ketentuan dalam baku mutu lingkungan hidup.

Banyak aspek kesehatan manusia yang dipengaruhi oleh lingkungan dan banyak pula penyakit yang dimulai dan dirangsang oleh faktor-faktor lingkungan. Contoh yang paling jelas adalah terjadinya keracunan *Methyl mercury* yang terjadi pada penduduk di sekitar Teluk Minamata (Jepang) akibat mengonsumsi ikan yang berasal dari pantai Minamata yang tercemar merkuri (air raksa). Akibatnya, 41 orang meninggal dan cacat tubuh pada bayi-bayi yang dilahirkan oleh ibu-ibu yang mengonsumsi ikan yang terkontaminasi merkuri tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa ada interaksi yang sangat kuat antara manusia dan lingkungannya. Beberapa gangguan kesehatan, seperti kerusakan organ tubuh, kerusakan tulang, kelumpuhan, bahkan kematian dapat disebabkan oleh pencemaran lingkungan.

Secara nyata terlihat bahwa pemenuhan kebutuhan manusia telah menimbulkan pencemaran dan merugikan manusia itu sendiri. Meskipun dengan kemajuan teknologi ini kebutuhan manusia telah tercukupi,

mereka selalu mengesampingkan akibat yang merugikan manusia itu sendiri.

1. Sumber dan Penyebaran Bahan Pencemaran



Gambar 11.2 Asap mobil sebagai sumber pencemaran (Sumber: Majalah *Tempo*, 12 Desember 2004)

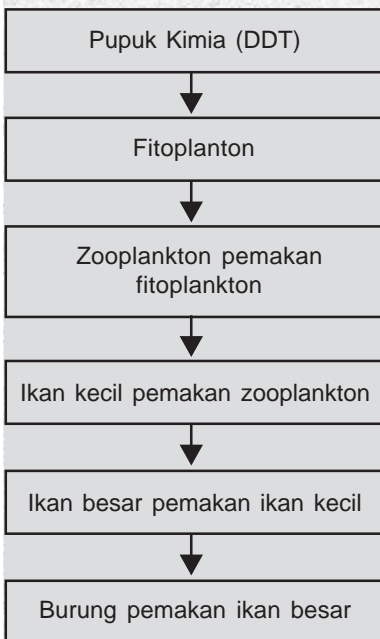
Sumber pencemaran berasal dari alam dan lingkungan. Pencemaran yang berasal dari alam, antara lain, larva gunung berapi, asap karena kebakaran hutan, bunyi petir, dan rusaknya lingkungan karena bencana banjir. Sementara itu, sumber polutan yang berasal dari lingkungan sendiri adalah aktivitas manusia yang menghasilkan limbah yang dibuang ke alam, misalnya, asap kendaraan bermotor, asap pabrik, sisa-sisa oli, zat kimia yang dibuang ke sungai, serta suara bising pesawat dan kendaraan bermotor. Selain itu, sisa-sisa kotoran tubuh makhluk hidup yang dibuang (limbah) tidak pada tempatnya akan menimbulkan bau dan penyakit, misalnya, kotoran kuda, sapi, kambing, ayam, dan manusia itu sendiri.

Masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup di dalamnya. Zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup disebut dengan *polutan*. Polutan ini dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan. Polutan dapat berupa racun, kuman penyakit, radioaktif, dan bersifat mudah larut. Berdasarkan sifat zat pencemarnya, sumber pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi:

- zat cair, padat, dan gas, contohnya limbah industri rumah tangga, pertanian, pertambangan (cair); sampah (padat); asap kendaraan bermotor atau pabrik (gas). Pencemaran yang disebabkan oleh zat cair, padat, dan gas ini biasa disebut *pencemaran fisik*;
- zat kimia, beberapa di antaranya dapat menimbulkan gangguan organ tubuh dan kanker, contohnya bahan kimia dari logam, seperti arsenat, kadmium, krom, dan benzena. Pencemaran yang ditimbulkan oleh zat kimia disebut *pencemaran kimiawi*;
- mikroorganisme penyebab penyakit, contohnya, bakteri *E. coli* sebagai penyebab penyakit perut, *Listeria*, dan *Salmonella*. Pencemaran yang ditimbulkan oleh mikroorganisme disebut *pencemaran biologis*.

Bahan pencemar atau polutan dapat menyebar ke segala tempat, mengikuti jaring-jaring makanan dan daur biogeokimia. Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran ini dapat muncul setelah waktu yang lama. Contohnya adalah penggunaan pupuk kimia (DDT) dalam pertanian. Pemupukan yang berlebihan dan terbawa aliran air ke sungai akan menyebar ke berbagai tempat menuju danau, waduk, atau laut. Tumbuhan air yang hidup di tempat itu akan terkontaminasi pupuk kimia. Zooplankton dan ikan kecil pun akan terkontaminasi karena telah memakan tumbuhan tersebut. Demikian juga dengan ikan besar dan hewan pemakan ikan besar.

Polutan gas dapat terbawa oleh embusan angin mengikuti arah angin, sedangkan bahan pencemar yang dibuang ke tanah, seperti baterai, tidak dapat diurai oleh tanah. Zat kimia yang terkandung di dalamnya akan meresap ke tanah, kemudian diserap oleh tanaman. Tanaman dimakan oleh hewan atau manusia. Kemudian, hewan atau manusia mengeluarkannya dalam bentuk feses. Feses diurai oleh pengurai, diserap lagi oleh tanaman, dan begitu seterusnya mengikuti daur biogeokimia.



Contoh lain, pencemaran air oleh zat kimia dapat menyebabkan matinya makhluk hidup yang hidup di dalam air. Lebih berbahaya lagi jika ikan dan tumbuhan air yang tercemar tadi termakan oleh manusia karena dapat menyebabkan keracunan, bahkan kematian. Penelitian membuktikan bahwa tumbuhan yang tercemar DDT jika dimakan oleh ikan, ikan tersebut akan mengandung DDT yang lebih tinggi konsentrasinya daripada yang terkandung dalam tumbuhan tersebut. Demikian juga jika ikan tersebut dimakan oleh elang, dalam tubuh elang tersebut mengandung DDT yang konsentrasinya lebih tinggi daripada DDT yang terkandung dalam tubuh ikan. Demikian seterusnya, kandungan DDT akan berjalan mengikuti rantai makanan. Semakin tinggi tingkat konsumen, akan semakin tinggi konsentrasinya. Proses ini disebut dengan *pemekatan hayati*. Jadi, jangan heran jika tiba-tiba elang atau manusia tiba-tiba mati karena di dalam tubuhnya terkandung DDT, padahal mereka tidak meminum DDT.

2. Jenis Pencemaran Lingkungan

Berdasarkan lingkungan yang tercemar, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu pencemaran air, tanah, udara, dan suara.

a. Pencemaran Air

Air selalu diperlukan oleh setiap makhluk hidup, apalagi manusia. Air dimanfaatkan oleh manusia untuk minum, memasak, mandi, mencuci, dan lain-lain. Oleh karena itu, diperlukan upaya-upaya untuk memperoleh air yang sehat dan aman dikonsumsi. Coba bayangkan bagaimana jika air yang kalian gunakan untuk minum dan memasak tercemar limbah?

Seiring dengan perkembangan iptek, terjadi pula peningkatan terhadap aktivitas manusia. Namun, sering kali aktivitas manusia tersebut juga menyebabkan penurunan terhadap kualitas air. Jika penurunan ini tidak dikendalikan, akan terjadi pencemaran air.

Pencemaran air adalah masuknya polutan ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai pada tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya (PP RI No. 82 tahun 2001). Polutan dapat berupa zat cair atau padat yang berasal dari limbah rumah tangga, industri, pertanian, dan sebagainya.

Jika kalian lihat di daerah-daerah perkotaan, parit dan sungai-sungainya sudah tidak berwarna jernih lagi, tetapi telah berubah menjadi cokelat, hitam, dan sangat bau. Bagaimana mungkin ada hewan dan tumbuhan yang dapat hidup di dalamnya?

Limbah deterjen dan penggunaan pupuk buatan yang berlebihan juga dapat mengganggu ekosistem air. Sisa pupuk buatan yang terbawa oleh air akan menyuburkan tumbuhan yang hidup di air sehingga tumbuhan tersebut dapat menutupi permukaan air. Keadaan ini akan mengganggu kehidupan makhluk hidup di dalam air. Mengapa? Karena tertutupnya permukaan air oleh tumbuhan air akan menghalangi masuknya cahaya matahari ke dalam air. Hal ini berpengaruh pada kegiatan fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton yang semakin berkurang. Secara tidak langsung juga terjadi pengurangan ketersediaan oksigen di dalam air. Kalian tahu bahwa oksigen sangat diperlukan dalam respirasi makhluk hidup. Dapat kalian bayangkan bagaimana jika di dalam air itu tidak terdapat oksigen? Selain itu, adanya populasi tumbuhan air yang

sangat cepat juga memicu terjadinya pendangkalan sungai. Akibat selanjutnya adalah cepat rusaknya bendungan dan mudahnya terjadi banjir.

1) Sumber Utama Pencemaran Air

Secara umum, pencemaran air dapat dikategorikan sebagai berikut.

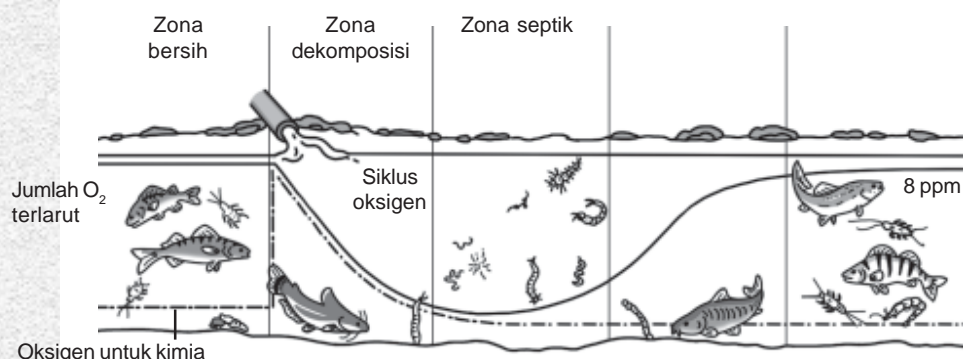
a) Infection Agent

Infection agent merupakan bahan pencemar yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia (penyakit). Bahan pencemar ini berupa mikroorganisme patogen yang berasal dari *excreta* manusia dan hewan yang tidak dikelola dengan baik. Untuk mendeteksi keberadaan mikroorganisme patogen di dalam air, dapat digunakan bakteri *Coliform* sebagai bakteri penunjuk (*indicator organism*). Jika dalam sampel air itu ditemui *indicator organism*, air tersebut sudah tercemar oleh tinja (mikroorganisme patogen). Akan tetapi, jika di dalam air tidak ditemukan *indicator organism*, air tersebut tidak tercemar oleh tinja (mikroorganisme patogen).

b) Zat-Zat Pengikat Oksigen

Dissolved Oxygen atau jumlah oksigen terlarut adalah indikator yang baik untuk menentukan kualitas air. Kandungan oksigen dalam air di atas 6 ppm dapat mendukung kehidupan tumbuhan, ikan, dan makhluk hidup dalam air. Kandungan oksigen kurang dari 2 ppm hanya dapat mendukung kehidupan cacing, bakteri, jamur, dan mikroorganisme pengurai. Oksigen yang terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen dan proses fotosintesis fitoplankton. Oksigen digunakan untuk proses respirasi makhluk hidup air dan proses kimia dalam air.

Tahukah kalian tentang siklus oksigen (*oxygen*)? Jika dalam suatu perairan banyak kemasukan sisa makanan, jumlah mikroorganisme dalam perairan tersebut akan meningkat. Hal ini akan berakibat pada peningkatan jumlah oksigen dalam air yang digunakan untuk pernapasan mikroorganisme sehingga menurunkan jumlah oksigen terlarut. Jika bahan organik telah habis, jumlah mikroorganisme akan berkurang pula sehingga secara alamiah kandungan oksigen di dalam akan naik dan kembali stabil. Bagaimana jika terjadi pembuangan sisa makanan ke dalam perairan tersebut secara terus-menerus?



Gambar 11.3 Dampak zat pengikat oksigen udara dalam air
(Sumber: *Kesehatan Lingkungan*, 2005)

c) Sedimen

Sedimen terdiri atas tanah dan pasir yang masuk ke air dari erosi atau banjir dan dapat menimbulkan pendangkalan aliran sungai. Selain itu, sedimentasi dapat menimbulkan kekeruhan air yang menghalangi

penetrasi cahaya matahari sehingga mengganggu proses fotosintesis fitoplankton yang berarti pula berkurangnya pasokan oksigen dalam air.

d) Nutrisi atau Unsur Hara (Nitrat dan Posfat)

Nutrisi atau unsur hara dapat mengakibatkan peningkatan produktivitas primer yang ditimbulkan oleh adanya penyaringan air dengan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan (Eutrofikasi). Keadaan ini dapat meningkatkan populasi ganggang dan bakteri dalam perairan tersebut. Akibatnya, air menjadi keruh dan bau. Selain itu, juga menghambat proses masuknya oksigen ke perairan yang secara tidak langsung dapat menurunkan kadar oksigen di dalam air.

e) Pencemar Anorganik

Bahan pencemar anorganik adalah logam, garam, asam, dan basa. Merkuri, kadmium, timbel, dan nikel adalah logam dengan kadar yang relatif kecil sudah dapat mengakibatkan pencemaran. Ingat kejadian di teluk Minamata? Asam dapat masuk ke dalam air dari produk samping proses industri dan pelapisan logam. Asam dan basa ini dapat menyebabkan perubahan pH air yang dapat mengganggu kehidupan di dalam air. Contoh lain, kasus keracunan kobalt yang terjadi di Nebraska merupakan penyakit tidak menular yang disebabkan oleh kontaminasi kobalt di dalam air. Akibat keracunan ini timbul penyakit jantung, kerusakan kelenjar gondok, darah tinggi, dan kaki bengkok.

f) Zat Kimia Organik

Banyak zat kimia organik yang mempunyai toksisitas yang tinggi. Kontaminasi antara zat kimia organik dengan air dapat mengancam kesehatan. Zat kimia organik digunakan dalam industri kimia, misalnya, untuk pembuatan pestisida, plastik, produk farmasi, pigmen, dan produk lainnya.

g) Energi Panas

Kualitas air akan turun jika terjadi perubahan temperatur. Pembuangan air limbah yang mengandung panas mengakibatkan kenaikan temperatur yang menyebabkan turunnya kadar oksigen dalam air. Air yang panas pada permukaan air dapat menghambat masuknya oksigen ke dalam air di level bawah.

h) Zat Radioaktif

Zat radioaktif yang teraplikasi dalam teknologi nuklir yang digunakan pada berbagai bidang dapat menimbulkan sisa pembuangan. Dapat saja sisa zat radioaktif tersebut terbawa ke dalam lingkungan air. Pengaruh radioaktif ini dapat mengakibatkan gangguan pada proses pembelahan sel, rusaknya kromosom, dan lebih jauh dalam waktu yang lama dapat terjadi kerusakan sistem reproduksi dan sel tubuh.

Secara garis besar, pencemar-pencemar air yang utama dapat dilihat di dalam Tabel 11.1.

Tabel 11.1 Sumber Utama Pencemaran Air

No.	Nama Bahan Pencemar	Contoh	Sumber
A.	<i>Mengakibatkan Gangguan Kesehatan</i>		
1.	<i>Infectious agent</i>	Bakteri, virus, dan parasit	<i>Excreta</i> , manusia, dan hewan
2.	Zat kimia organik	Pestisida, plastik, minyak, bensin, dan deterjen	Pertanian, industri, dan rumah tangga

3.	Pencemar anorganik	Asam, basa, dan logam	Air limbah industri, bahan pembersih rumah tangga, dan air limbah
4.	Zat radioaktif	<i>Thorium</i> , uranium, <i>cesium</i> , <i>iodine</i> , dan radon	Pembangkit listrik, penambangan dan pengolahan mineral, produksi senjata, dan sumber alamiah
B.	<i>Mengakibatkan Gangguan Ekosistem</i>		
1.	Sedimen	Tanah dan lumpur	Erosi daratan dan banjir
2.	Nutrisi atau unsur hara	Nitrat, fosfat, dan amonium	Pupuk pertanian, pembuangan limbah, dan pupuk
3.	Zat-zat pengikat oksigen	Pupuk kandang dan residu tumbuhan	Pembuangan kotoran, limpasan pertanian, pabrik kertas, dan pemrosesan makanan
4.	Energi panas	Panas	Pembangkit listrik dan air pendingin industri

(Sumber: *Kesehatan Lingkungan*, 2005)

Untuk mengurangi terjadinya pencemaran air, dapat dilakukan usaha-usaha pencegahan, antara lain, sebagai berikut:

1. tidak membuang sampah di sembarang tempat, baik itu di parit maupun di sungai;
2. tidak membuang limbah sembarangan dengan cara membuat tempat pengolahan limbah cair; air limbah diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan sehingga air limbah tersebut tidak berbahaya bagi ekosistem air;
3. tidak membuang atau menggunakan pupuk pertanian secara berlebihan.

Tugas

1. Carilah beberapa artikel tentang pencemaran air dan susunlah dalam bentuk kliping. Bahas salah satu artikelnya!
2. Lakukan pengukuran terhadap jarak sumur dengan pembuatan resapan di rumahmu masing-masing!
 - a. Datalah hasil pengukuranmu. Tambahkan dengan hasil pengukuran 20 kawanmu. Buatlah grafik yang menunjukkan hubungan kepemilikan sumur dan jarak resapannya!
 - b. Sumur siapakah yang berpeluang tercemar limbah paling kecil? Berikan alasan!

2) Dampak Pencemaran Air

Air limbah yang dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu merupakan salah satu sumber pencemaran air. Air limbah adalah sisa dari suatu usaha atau kegiatan manusia yang berwujud cair. Air limbah ini dapat berasal dari rumah tangga dan industri.

Air limbah dari rumah tangga terdiri dari tinja (feses) yang sering kali mengandung mikroorganisme patogen, air seni (urine) yang mengandung fosfor, nitrogen, mungkin juga mikroorganisme, serta *sullage* (*gray water*) air bekas cucian dapur, mesin cuci, dan air mandi. *Excreta* adalah campuran feses dan urine. Campuran *excreta* dan air bilasan kamar mandi disebut *black water*.

Air limbah industri mengandung zat yang bervariasi sesuai dengan pemakaian tiap-tiap industri. Hal ini berhubungan dengan dampak yang ditimbulkannya nanti.

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak yang tidak menguntungkan bagi lingkungan, antara lain, sebagai berikut.

a) Penurunan Kualitas Lingkungan

Pembuangan air limbah secara langsung ke dalam air permukaan menyebabkan pencemaran air permukaan tersebut. Misalnya, pembuangan limbah organik ke dalam air dapat meningkatkan populasi mikroorganisme dan menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air. Hal ini dapat menurunkan kandungan udara dalam air sehingga dapat mengganggu kehidupan di dalam air.

b) Gangguan Kesehatan

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat mengandung bibit penyakit (jamur dan bakteri), vektor penyakit (sarang nyamuk, lalat, kecoa, dan lain-lain), serta menimbulkan gangguan kesehatan.

Tabel 11.2 Penyakit Bawaan Air dan Penyebabnya

No.	Penyebab	Penyakit
1.	Virus - Rota virus - Virus hepatitis A - Virus <i>poliomyelitis</i>	Diare pada anak <i>Hepatitis A poliomyelitis</i>
2.	Bakteri - <i>Vibrio cholerae</i> - <i>E. coli</i> - <i>Salmonella typhi</i> - <i>Salmonella paratyphi</i> - <i>Shigella dysenteriae</i>	Kolera Diare atau disentri <i>Tifus abdominale</i> <i>Paratifus</i> Disentri
3.	Protozoa - <i>Entamoeba histolytica</i> - <i>Balantidia coli</i> - <i>Giardia Lamblia</i>	<i>Dysentri amoeba</i> <i>Balantidiasis</i> <i>Giardiasis</i>
4.	Metazoa - <i>Ascaris lumbricoides</i> - <i>Clonorchis sinensis</i> - <i>Diphyllobothrium latum</i> - <i>Tawenia sagitnata/solium</i> - <i>Schistosoma</i>	<i>Ascaris</i> <i>Clonorchiasis</i> <i>Dyphyllobothriasis</i> <i>Taeniasis</i> <i>Schistosomiasis</i>

Sumber: *Kesehatan Lingkungan*, 2005

c) Mengganggu Pemandangan

Kadang-kadang air limbah mengandung polutan yang tidak mengganggu kesehatan dan ekosistem, tetapi mengganggu pemandangan kota. Meskipun air yang tercemar tidak menimbulkan bau, perubahan warna air mengganggu pandangan mata kita.

d) Mempercepat Proses Kerusakan Benda

Ada sebagian air limbah yang mengandung zat yang dapat diubah oleh bakteri anaerob menjadi gas yang dapat merusak seperti H₂S. Gas ini dapat mempercepat proses perkaratan pada besi.

Agar terhindar dari hal-hal di atas, sebaiknya sebelum dibuang, air limbah harus diolah terlebih dahulu dan memenuhi ketentuan Baku Mutu Air Limbah.

3) Parameter dalam Air Limbah

Kualitas dan karakteristik air limbah dapat ditentukan dengan parameter. Beberapa parameter itu sebagai berikut.

a) *Biochemical Oxygen Demand* (BOD_5^{20})

Biochemical Oxygen Demand merupakan banyaknya oksigen dalam mg/l yang diperlukan oleh mikroba untuk menguraikan bahan organik pada suhu 20 °C selama lima hari. Pengukuran BOD adalah dengan menghitung selisih antara oksigen terlarut awal dengan oksigen terlarut pada air sampel yang telah disimpan selama 5 hari pada suhu 20 °C. Kadar oksigen terlarut dalam air alami berkisar antara 5–7 ppm. 1 ppm adalah 1 mg oksigen yang terlarut dalam 1 liter air. Penurunan kadar oksigen terlarut dalam air adalah akibat terjadinya proses oksidasi bahan organik, reduksi zat hasil aktivitas bakteri anaerob, dan respirasi makhluk hidup air terutama pada malam hari.

Limbah bahan organik yang masuk ke dalam air diurai oleh mikroba, mikroba membutuhkan oksigen terlarut untuk mengoksidasi bahan organik. Semakin banyak limbah organik, semakin banyak mikroba yang hidup. Untuk hidupnya, mikroba memerlukan oksigen. Semakin banyak mikroba, semakin rendah kadar oksigen terlarut dalam air. Hal ini dapat mengganggu kehidupan di dalam air.

BOD dapat menggambarkan oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik yang dapat didekomposisikan secara biologis (*biodegradable*).

b) *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Chemical Oxygen Demand menunjukkan total jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi bahan organik secara kimiawi baik yang *biodegradable* maupun yang *nonbiodegradable*.

c) Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen = DO*)

Dissolved Oxygen menunjukkan jumlah kandungan oksigen di dalam air yang diukur dalam 1 mg/l lt. DO dapat digunakan sebagai indikasi seberapa besar jumlah pengotoran limbah. Semakin tinggi oksigen terlarut, semakin kecil tingkat pencemarannya.

d) *Total Suspended Solid* (TSS), *Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS), dan *Mixed Liquor Volatile Suspended Solid* (MLVSS)

TSS, MLSS, dan MLVSS menunjukkan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah dilakukan penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. MLSS menunjukkan jumlah TSS yang berasal dari bak pengendap lumpur aktif sesudah dipanaskan pada suhu 103 °C – 105 °C, sedangkan MLVSS merupakan kandungan *organic matter* yang terdapat pada MLSS sesudah dipanaskan pada suhu 600 °C. Benda *volatit* yang menguap inilah yang disebut dengan MLVSS.

e) Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan air dapat diukur dengan menggunakan efek cahaya. Kekeruhan air disebabkan oleh tercampurnya air dengan bahan organik di dalam air.

f) pH air

pH air dapat dijadikan indikasi apakah air tersebut tercemar atau tidak dan seberapa besar tingkat pencemarannya. pH air alami berkisar antara 6,5 – 8,5. Pencemaran air dapat menyebabkan naik atau turunnya

pH air. Jika banyak tercemar zat yang bersifat asam (bahan organik), pH air akan lebih kecil dari 6,5, tetapi jika air tercemar oleh zat yang bersifat basa (kapur), pH air akan lebih besar dari 8,5. Setiap kenaikan 1 angka pada skala pH menunjukkan kenaikan keasaman 10 kali. Demikian juga sebaliknya, penurunan 1 angka pada skala pH menunjukkan penurunan keasaman 10 kali.

g) Indikator Biologi

Indikator biologi dapat dimanfaatkan untuk mengukur kualitas air atau seberapa besar tingkat pencemarannya. Makhluk hidup atau organisme yang ada di dalam perairan tersebut dapat dijadikan indikator ada tidaknya pencemaran di dalam perairan tersebut. Makhluk hidup ini mempunyai sensitivitas yang lebih tinggi dengan perubahan lingkungan yang terjadi, termasuk adanya zat asing dalam lingkungannya. Sebagai contoh, cacing *Planaria* yang biasa hidup di air jernih akan sangat sensitif dengan pencemaran. Ada tidaknya *Planaria* di dalam perairan itu dapat menunjukkan ada tidaknya pencemaran di perairan tersebut. Semakin tinggi tingkat pencemaran, semakin sulit *Planaria* itu ditemukan. Selain *Planaria*, hewan lain yang dapat dijadikan indikator biologi adalah *Tubifex* (indikator pencemaran bahan organik), serangga air, ikan mikro-invertebrata, ganggang, dan bentos.

4) Pengolahan Air Limbah

Pengolahan limbah bertujuan untuk menetralkan air dari bahan-bahan tersuspensi dan terapung, menguraikan bahan organik *biodegradable*, meminimalkan bakteri patogen, serta memerhatikan estetika dan lingkungan. Pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara alami dan secara buatan.

a) Secara Alami

Pengolahan air limbah secara alamiah dapat dilakukan dengan pembuatan kolam stabilisasi. Dalam kolam stabilisasi, air limbah diolah secara alamiah untuk menetralkan zat-zat pencemar sebelum air limbah dialirkan ke sungai. Kolam stabilisasi yang umum digunakan adalah kolam anaerobik, kolam fakultatif (pengolahan air limbah yang tercemar bahan organik pekat), dan kolam maturasi (pemusnahan mikroorganisme patogen). Karena biaya yang dibutuhkan murah, cara ini direkomendasikan untuk daerah tropis dan sedang berkembang.

b) Secara Bantuan

Pengolahan air limbah dengan bantuan alat dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pengolahan ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu *primary treatment* (pengolahan pertama), *secondary treatment* (pengolahan kedua), dan *tertiary treatment* (pengolahan lanjutan).

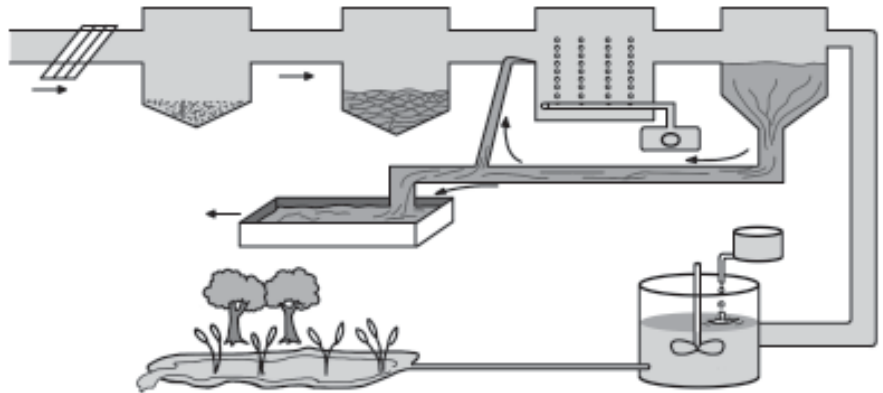
Primary treatment merupakan pengolahan pertama yang bertujuan untuk memisahkan zat padat dan zat cair dengan menggunakan filter (saringan) dan bak sedimentasi. Beberapa alat yang digunakan adalah saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, saringan multimedia, *percoal filter*, *mikrostaining*, dan *vacum filter*.

Secondary treatment merupakan pengolahan kedua, bertujuan untuk mengkoagulasikan, menghilangkan koloid, dan menstabilisasikan zat organik dalam limbah. Pengolahan limbah rumah tangga bertujuan untuk mengurangi kandungan bahan organik, nutrisi nitrogen, dan fosfor.

Penguraian bahan organik ini dilakukan oleh makhluk hidup secara aerobik (menggunakan oksigen) dan anaerobik (tanpa oksigen).

Secara aerobik, penguraian bahan organik dilakukan mikroorganisme dengan bantuan oksigen sebagai *electron acceptor* dalam air limbah. Selain itu, aktivitas aerobik ini dilakukan dengan bantuan lumpur aktif (*activated sludge*) yang banyak mengandung bakteri pengurai. Hasil akhir aktivitas aerobik sempurna adalah CO_2 , uap air, dan *excess sludge*. *Secara anaerobik*, penguraian bahan organik dilakukan tanpa menggunakan oksigen. Hasil akhir aktivitas anaerobik adalah biogas, uap air, dan *excess sludge*.

Tertiary treatment merupakan lanjutan dari pengolahan kedua, yaitu penghilangan nutrisi atau unsur hara, khususnya nitrat dan posfat, serta penambahan klor untuk memusnahkan mikroorganisme patogen.



Gambar 11.4 Instalasi pengolahan air limbah
(Sumber: *Kesehatan Lingkungan*, Ricki M. Mulia, 2005)

5) **Pengelolaan Excreta**

Excreta banyak terkandung dalam air limbah rumah tangga. *Excreta* banyak mengandung bakteri patogen penyebab penyakit. Jika tidak dikelola dengan baik, *excreta* dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit. Pengelolaan *excreta* dapat dilakukan dengan menampung dan mengolahnya pada jamban atau *septic tank* yang ada di sekitar tempat tinggal, dialirkan ke tempat pengelolaan, atau dilakukan secara kolektif.

Untuk mencegah meresapnya air limbah *excreta* ke sumur atau resapan air, jamban yang kita buat harus sehat. Syaratnya, tidak mengotori permukaan tanah, permukaan air dan air tanah di sekitarnya, tidak menimbulkan bau, sederhana, jauh dari jangkauan serangga (lalat, nyamuk, atau kecoa), murah, dan diterima oleh pemakainya.

Pengelolaan *excreta* dalam *septic tank* dapat diolah secara anaerobik menjadi biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber gas untuk rumah tangga. Selain itu, pengelolaan *excreta* dengan tepat akan menjauhkan kita dari penyakit bawaan air.

b. **Pencemaran Udara**

Apakah yang kalian rasakan ketika kalian berada di tengah kemacetan jalan raya yang panas dan penuh dengan asap kendaraan bermotor? Apakah kalian merasa nyaman? Tahukah kalian bahwa di dalam asap tersebut terkandung berbagai macam gas yang dapat mengganggu kesehatan?

Asap kendaraan bermotor mengandung bermacam gas yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Gas-gas tersebut adalah karbon



Gambar 11.5

Asap rokok juga dapat mencemari udara

(Sumber: Koleksi pribadi, 2006)

monoksida (CO), nitrogen oksida (NO), hidrokarbon (HO), sulfur oksida (SO), dan lain-lain. Pernahkah kalian membayangkan bahwa gas buangan dari lemari es, AC, dan parfum yang sering disebut gas *Chloro-fluorocarbon* (CFC) merupakan gas yang sangat berbahaya karena dapat merusak lapisan ozon yang berada di lapisan atas atmosfer bumi?

Keadaan di atas menunjukkan adanya pencemaran udara yang terjadi di sekitar kita. *Pencemaran udara* adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga terjadi penurunan kualitas udara sampai tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran udara ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan, harta benda, ekosistem, dan iklim.

Beberapa penyakit yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan adalah bronkitis dan *emphysema*. Adanya *hujan asam* yang bersifat korosif dapat menyebabkan *kerugian harta benda* karena berkaratnya benda-benda dari besi yang kontak dengannya. Hujan asam menyebabkan *perubahan pH air dan tanah*. Keadaan ini berpengaruh pada *keseimbangan ekosistem*. Gas-gas rumah kaca (CO₂, CFCs, dan N₂O) dapat menyerap radiasi inframerah dan menghangatkan udara di permukaan. Peningkatan temperatur di bumi menyebabkan gunung-gunung es mencair yang mengakibatkan *perubahan iklim global*. Selain itu, CFCs juga dapat menyebabkan kerusakan lapisan ozon. Kebocoran ozon sangat berbahaya bagi kehidupan manusia karena dari lubang ozon tersebut, sinar ultraviolet dapat masuk menembus ke bumi. Radiasi sinar UV ini dapat menyebabkan kerusakan materi genetik DNA dan kanker.

1) *Jenis-Jenis Pencemaran Udara*

Jumlah polutan yang dikeluarkan ke udara dalam satuan waktu dinamakan emisi. Emisi dapat disebabkan oleh *biogenic emissions* (proses alam), misalnya, CH₄ hasil aktivitas penguraian bahan organik oleh mikroba, dan *anthropogenic emissions* (kegiatan manusia), misalnya, asap kendaraan bermotor, asap pabrik, dan sisa pembakaran. Beberapa jenis polutan pencemar udara, antara lain, sebagai berikut.

a) Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) merupakan gas pencemar udara yang beracun dan berbahaya bagi tubuh. Gas ini dapat berikatan dengan hemoglobin dalam tubuh sehingga pengikatan oksigen oleh darah menjadi terganggu. Keadaan ini dapat menimbulkan sakit kepala (pusing), mual-mual, mata berkunang-kunang, dan lemas. Dalam kadar tinggi dapat menyebabkan kematian.

b) Karbon Dioksida (CO₂)

CO₂ diperlukan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis, tetapi jika jumlah CO₂ di udara terlalu banyak, CO₂ tersebut akan naik ke atmosfer dan menghalangi pemancaran panas dari bumi sehingga panas dipantulkan kembali ke bumi. Akibatnya, bumi menjadi sangat panas. Peristiwa ini disebut *efek rumah kaca* (pemanasan global). Pemanasan global ini dapat mengakibatkan bahaya kekeringan yang hebat yang mengganggu kehidupan manusia dan mencairnya lapisan es di daerah kutub. Gas karbon dioksida ini berasal dari asap pabrik, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan asap kendaraan bermotor. Selain itu,



Gambar 11.7 Besi-besi yang cepat berkarat akibat dari hujan asam (Sumber: Koleksi pribadi, 2006)

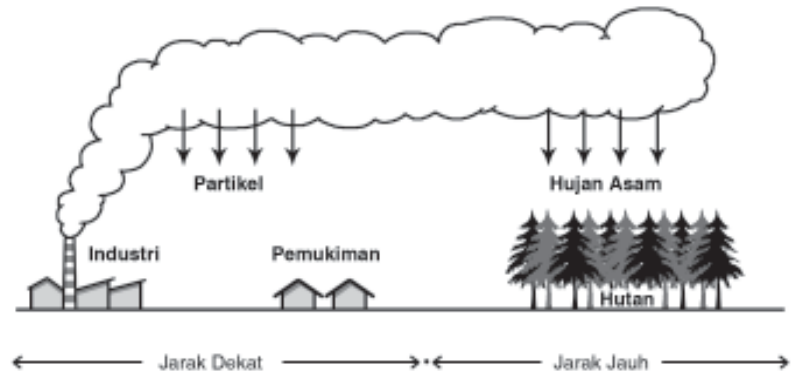
efek rumah kaca juga dipicu oleh hasil pembakaran fosil (batu bara dan minyak bumi) yang berupa hasil buangan bentuk CO_2 dan sulfur belerang.

c) Hidrokarbon (HC) dan Nitrogen Oksida (NO)

HC dan NO yang dipengaruhi oleh sinar matahari akan membentuk *smog* yang berupa gas yang sangat pedih jika mengenai mata dan juga sebagai penyebab penyakit kanker.

d) Sulfur Oksigen (SO)

SO yang bereaksi dengan uap air di udara dapat menyebabkan hujan asam. Asam bersama air hujan akan jatuh ke bumi sebagai hujan asam yang dapat mengakibatkan kerusakan atau kematian hewan dan tumbuhan serta dapat merusak bangunan, khususnya yang terbuat dari kayu dan besi (memicu terjadinya perkaratan).



Gambar 11.6 Proses terjadinya hujan asam (Sumber: Kesehatan Lingkungan, Ricki M. Mulia, 2005)

Selain itu, SO juga dapat mengakibatkan penyempitan saluran pernapasan yang menyebabkan batuk, gangguan pernapasan, dan bronkitis.

e) *Chloroflouorocarbon* (CFC)

Gas CFC merupakan gas yang sukar terurai sehingga sulit dihilangkan dari udara. Gas ini tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak beracun. Gas ini banyak digunakan sebagai bahan pengembang busa, pendingin (lemari es dan AC), serta bahan penyemprot (*hair spray* dan parfum). Di lapisan atas atmosfer, gas ini bereaksi dengan ozon-lapisan ozon adalah lapisan yang melindungi bumi dari sinar ultraviolet. Reaksi antara CFC dan ozon akan membentuk lubang ozon. Dari lubang ini, sinar ultraviolet akan menembus bumi. Sinar ultraviolet ini dapat menyebabkan penyakit kanker kulit, berkurangnya kekebalan tubuh, dan matinya *algae* yang dapat merusak ekosistem laut.

f) Partikel

Partikel merupakan polutan yang dapat bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel yang dapat masuk dalam saluran pernapasan adalah partikel yang berukuran 10 mikrometer (PM_{10}). Partikel dapat berupa:

- (1) *aerosol* (partikel) yang terhambur dan melayang di udara;
- (2) *fog* (kabut) yang merupakan aerosol berupa butiran air di udara;
- (3) *dust* (debu) atau aerosol yang berupa butiran padat yang melayang di udara karena tiupan angin;
- (4) *smoke* (asap) yang merupakan aerosol campuran antara butiran padat dan cair yang melayang di udara;

- (5) *mist*, mirip kabut, berupa butiran zat cair, terhambur, dan melayang di udara;
- (6) *plume*, asap dari cerobong pabrik;
- (7) *smog*, campuran *smoke* dan *fog*;
- (8) *fume*, aerosol dari kondensasi uap logam.

Tugas

Datalah semua jenis pencemaran yang ada di daerahmu. Jelaskan pula sumber dan cara mengendalikannya!

2) Dampak Pencemaran Udara dan Pengelolaan Kualitas Udara

Telah disebutkan di atas bahwa pencemaran udara dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan, mulai dari masalah kesehatan sampai perubahan iklim global.

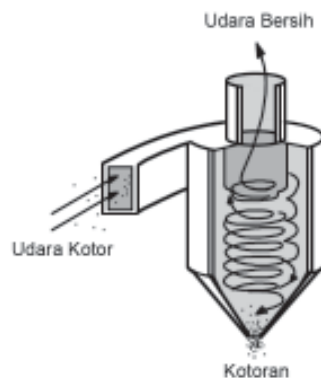
Pencemaran udara tidak dapat dihilangkan sama sekali, tetapi hanya dapat dikurangi atau dikendalikan. Manusia dapat mengakibatkan pencemaran udara, tetapi juga dapat berperan dalam pengendalian pencemaran udara ini.

Standar batas-batas pencemaran udara secara kuantitatif diatur dalam Baku Mutu Udara Ambien dan Baku Mutu Udara Emisi. Baku Mutu Udara Ambien menunjukkan batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di udara, tetapi tidak menimbulkan gangguan pada makhluk hidup. Sementara itu, Baku Mutu Udara Emisi menunjukkan batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar untuk dikeluarkan dari sumber pencemaran ke udara sehingga tidak mengakibatkan pencemaran yang melampaui batas Baku Mutu Udara Ambien.

Dengan ketentuan tersebut, perusahaan yang mengeluarkan emisi akan berusaha untuk menjaga agar sesuai dengan ketentuan tersebut. Secara tidak langsung, hal tersebut telah dapat mengendalikan laju pencemaran udara.

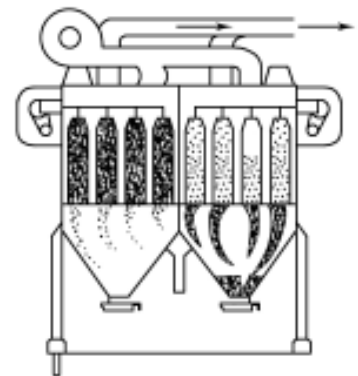
Pengendalian emisi dapat dilakukan dengan berbagai alat. Pemilihannya dapat dilakukan dengan pertimbangan efisiensi, sifat kimiawi pencemar, dan lainnya. Beberapa alat pengendali emisi, antara lain, sebagai berikut.

- a) *Filter udara* berguna untuk menyaring partikel yang ikut keluar dari cerobong agar tidak ikut terlepas ke udara sehingga hanya udara yang bersih yang keluar ke lingkungan.



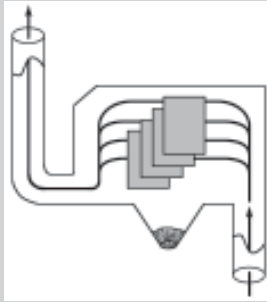
Gambar 11.8 Filter udara

(Sumber: *Kesehatan Lingkungan*, 2005)

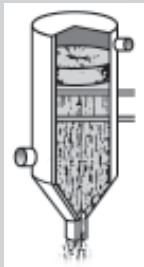


Gambar 11.9 Pengendap siklon

(Sumber: *Kesehatan Lingkungan*, 2005)

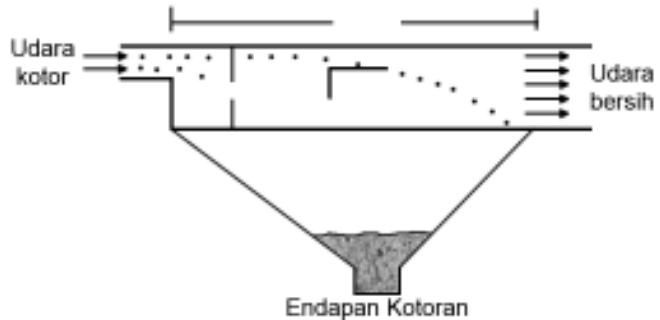


Gambar 11.11
Pengendap elektrostatis
(Sumber: Kesehatan Lingkungan, 2005)



Gambar 11.12 Filter basah
(Sumber: Kesehatan Lingkungan, 2005)

- b) *Pengendap siklon*, yaitu pengendap partikel yang ikut dalam emisi dengan memanfaatkan gaya sentrifugal dari partikel dengan cara partikel diembuskan ke dinding tabung siklon sehingga partikel yang berat akan mengendap.
- c) *Pengendap sistem gravitasi*, yaitu ruang panjang yang dilalui partikel sehingga perlahan-lahan dimungkinkan terjadi pengendapan partikel ke bawah akibat gaya gravitasi.



Gambar 11.10 Pengendap sistem gravitasi
(Sumber: Kesehatan Lingkungan, 2005)

- d) *Pengendap elektrostatis*, berguna untuk mengendapkan partikel di bawah diameter 5 mikrometer dan paling efektif digunakan pengendap elektrostatis. Dengan alat ini, volume udara yang dibersihkan dapat dalam jumlah yang besar.
- e) *Filter basah, scrubber, atau wet collectors*, berguna untuk mengendapkan pencemar nonpartikel. *Scrubber* dapat memisahkan udara bersih dari pencemar nonpartikel. Kerja alat ini adalah dengan menggunakan larutan penyerap. Pencemar nonpartikel dilewatkan dalam larutan penyerap sehingga larutan akan menyerap pencemar nonpartikel tersebut.

Selain itu, ada beberapa pencemar yang dikelola secara khusus, misalnya, sebagai berikut.

- a) Pengendalian sulfur dioksida (SO₂)

Pengendalian SO₂ dilakukan dengan mengurangi penggunaan bahan bakar bersulfur tinggi, seperti batu bara dengan bahan bakar yang lebih bersih untuk lingkungan.

- b) Pengendalian oksida nitrogen (NO₂)

Cara yang paling tepat untuk menghindari terjadinya pencemaran NO₂ adalah dengan menghindari penggunaan bahan bakar fosil.

Secara garis besar, upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya pencemaran udara adalah:

- a) mengurangi atau mengganti bahan bakar rumah tangga yang berasal dari fosil dengan bahan bakar yang ramah lingkungan;
- b) tidak menggunakan barang-barang rumah tangga yang mengandung CFC;
- c) tidak merokok di dalam ruangan;
- d) mencegah terjadinya kebakaran hutan, perusakan hutan, dan penggundulan hutan;
- e) menanam tumbuhan hijau di sekitar rumah dan berpartisipasi dalam penghijauan dan reboisasi;
- f) adanya peraturan yang mengharuskan membuat cerobong asap bagi industri dan pabrik.

c. Pencemaran Tanah

Tanah dan makhluk hidup yang hidup di atasnya mempunyai hubungan yang sangat erat. Tanah memberikan sumber daya yang berguna bagi kelangsungan makhluk hidup di atasnya. Tanah juga merupakan habitat alamiah bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Sudah seharusnya manusia selalu menjaga dan memelihara kualitas tanah untuk mempertahankan kesejahteraan hidup. Dapat dikatakan bahwa hidup manusia tergantung dari tanah.

Kegiatan manusia, seperti perusakan hutan dan pertanian ladang berpindah memengaruhi kualitas tanah. Terkontaminasinya tanah oleh zat kimia dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran air tanah. Jika tidak segera dihentikan, hal ini akan menimbulkan kerusakan tanah, bahkan dapat menimbulkan bencana bagi kehidupan manusia.

Pencemaran tanah merupakan pencemaran yang disebabkan oleh masuknya polutan yang berupa zat cair atau zat padat ke dalam tanah. Bahan cair yang berupa limbah rumah tangga, pertanian, dan industri ini akan meresap masuk ke dalam tanah. Bahan-bahan ini akan membunuh mikroorganisme di dalam tanah. Jika makhluk hidup tersebut merupakan bakteri pengurai, penyediaan humus akan berkurang dan sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang mati tidak akan terurai lagi menjadi unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Keadaan ini membuat petani harus memberikan pupuk buatan yang begitu mahal untuk kesuburan tanamannya, padahal dengan memberikan pupuk tersebut, unsur hara dalam tanah juga akan ikut terbunuh lagi.

Tugas

Menurut pendapatmu, bagaimanakah cara yang paling tepat untuk mengelola sampah? Apakah perlu dipisah-pisahkan terlebih dahulu? Mengapa hal tersebut perlu dilakukan?

Pembuatan standar kualitas tanah di negara-negara maju didasarkan pada beberapa pendekatan, antara lain:

- 1) pembuatan standar sesuai dengan fungsi tanah,
- 2) pembuatan standar dengan referensi dari tanah yang tidak tercemar, dan
- 3) pembuatan standar yang berorientasi pada dampaknya.

Bahan padat seperti sampah, logam, plastik, dan sampah dari pasar jika dibuang ke tanah, kandungan kimianya akan terserap tanah sehingga akan mencemari tanah. Apalagi bahan logam berat, seperti merkuri, kadmium, dan litium jika terserap tanah, akan mengakibatkan gangguan susunan saraf dan cacat pada tubuh keturunan makhluk hidup.

Permasalahan tersebut dapat dikurangi dengan menumbuhkan kesadaran pada masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya. Sebelum dibuang, sampah harus dipisahkan antara sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik adalah sampah yang berasal dari tumbuhan dan hewan yang cepat busuk dan dapat didaur ulang menjadi kompos. Sampah anorganik seperti plastik, baterai, dan kaleng bekas, tidak dapat diurai oleh mikroorganisme sehingga harus dipisahkan. Penumpukan sampah yang terlalu lama dapat menimbulkan bau dan penyakit. Selain itu, pembuangan sampah ke parit dan sungai dapat memicu terjadinya banjir.

Tanah yang telah terkontaminasi oleh bahan kimia dapat dipulihkan dengan metode pengolahan sebagai berikut.

- 1) Penyimpanan, yaitu tanah yang terkontaminasi digali dan dibawa ke gudang penyimpanan untuk disimpan sementara sampai ditemukan cara mengolah yang tepat.
- 2) Teknik *insitu*, yaitu pengolahan tanah terkontaminasi di tempat dengan konversi biologi dan kimia, pemisahan daerah terkontaminasi agar tidak mencemari lingkungan lainnya.
- 3) Teknik *exsitu*, yaitu pengolahan tanah terkontaminasi digali dan diolah di suatu unit pengolahan, antara lain, dapat dilakukan dengan cara memisahkan bahan pencemar dengan tanah, penguraian kontaminan dengan mikroba, pemanfaatan energi panas yang dapat menguapkan kontaminan dari tanah, dan ekstraksi kontaminan dari tanah.

d. Pencemaran Suara

Pencemaran suara dapat ditimbulkan oleh adanya suara bising yang disebabkan oleh suara mesin pabrik, mesin penggilingan padi, mesin las, pesawat, kendaraan bermotor yang berlalu-lalang, dan suara kereta api sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep 48/MENLH/11/1996 tentang baku tingkat kebisingan menyebutkan bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

1) *Jenis-Jenis Kebisingan*

Jenis-jenis kebisingan ada empat macam, yaitu:

- a) kebisingan yang terus-menerus dengan jangkauan frekuensi yang sempit, misalnya, mesin gergaji;
- b) kebisingan yang terputus-putus, misalnya, suara arus lalu lintas atau pesawat terbang;
- c) kebisingan impulsif, misalnya, tembakan, bom, atau suara ledakan;
- d) kebisingan impulsif berulang, misalnya, suara mesin tempa.

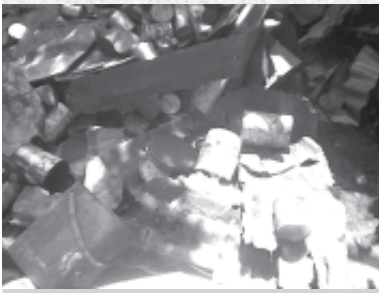
2) *Dampak Pencemaran Suara (Kebisingan)*

Suara-suara bising ini dapat menyebabkan terganggunya pendengaran manusia. Selain itu, lama-kelamaan suara bising ini akan menimbulkan berbagai keluhan pada tubuh kita, misalnya, pusing, mual, jantung berdebar-debar, sulit tidur, badan kaku, dan naiknya tekanan darah.

Tingkat kebisingan atau ukuran energi bunyi dinyatakan dalam satuan *desiBell* (dB). Pengukurannya menggunakan alat yang bernama *Sound Level Meter*.

Latihan

1. Apa dampak yang ditimbulkan oleh kebisingan?
2. Kebisingan apa saja yang terjadi setiap hari di sekitar tempat tinggalmu? Jelaskan!
3. Menurutmu, bagaimana cara mengatasinya?



Gambar 11.13

Limbah padat berupa plastik dan besi tidak dapat terurai dan dapat menimbulkan cairan yang berbahaya.

(Sumber: Dok. BP, 2006)

Tugas

Buatlah kelompok kecil yang terdiri atas 3–5 orang. Pilihlah tempat yang strategis (perempatan) untuk menghitung kendaraan yang lewat, kira-kira selama 1–1,5 jam.

1. Hitunglah semua kendaraan yang lewat di depanmu. Pisahkan antara kendaraan roda empat, roda dua, sepeda, becak, dan andong!
2. Buatlah grafik yang menunjukkan hubungan antara jumlah kendaraan yang lewat dengan jenis kendaraannya.

Dari grafik yang kamu lihat, manakah di antara kendaraan tersebut yang paling tinggi kemungkinannya untuk menimbulkan pencemaran udara? Mengapa demikian?

Untuk mengurangi terjadinya pencemaran suara (kebisingan), dapat dilakukan upaya-upaya pencegahan, antara lain sebagai berikut:

- 1) mengendalikan kebisingan pada sumbernya, penempatan penghalang pada jalan transmisi, atau proteksi pada masyarakat terpapar,
- 2) membuat peraturan tentang pelarangan pendirian pabrik di sekitar permukiman penduduk,
- 3) menanam pohon-pohon atau tanaman yang dapat meredam suara,
- 4) melengkapi mesin pabrik dan kendaraan bermotor dengan peredam suara,
- 5) membuat ruangan kedap suara, dan
- 6) membangun bandara harus jauh dari permukiman penduduk.

e. Pencemaran Limbah Padat

1) Jenis Limbah Padat

Limbah padat adalah segala sesuatu yang tidak terpakai dan berbentuk padat atau setengah padat. Limbah padat dapat berupa campuran berbagai bahan baik yang tidak berbahaya (sisa makanan) maupun berbahaya (limbah bahan berbahaya dan beracun dari industri).

Beberapa jenis limbah dapat dilihat pada Tabel 1.3 berikut ini.

Tabel 11.3 Jenis Limbah Padat

No.	Sumber	Tempat	Jenis
1.	Domestik	Rumah tangga	Sisa makanan dan pembungkus makanan
2.	Komersial	Pertokoan, restoran, hotel, dan institusi	Kertas, kardus, dan abu
3.	Industri	Pabrik, pertambangan, kilang minyak, dll.	Limbah industri, bahan berbahaya, dan beracun
4.	Konstruksi		Tanah, semen, dan baja

Sumber: *Kesehatan Lingkungan*, 2005

Adanya limbah padat yang terkontaminasi mikroorganisme dapat berdampak pada timbulnya berbagai gangguan kesehatan. Gas-gas yang dikeluarkan dalam proses pembusukan, pembakaran, ataupun pembuangan limbah juga dapat mengganggu kesehatan.

Cairan yang dihasilkan dari penguraian limbah organik padat disebut *leachate* (lindi). Lindi dapat menyerap zat-zat pencemar di sekelilingnya sehingga di dalam lindi terdapat mikroba patogen, logam berat, atau zat berbahaya lain. Keadaan ini dapat mencemari air tanah dan jika

terminum, dapat menimbulkan penyakit. Limbah padat yang tidak dikelola dengan baik akan menjadi vektor penyakit.



Info Kesehatan

Transportasi Bebas Polusi

Saat ini jenis angkutan mengotori lingkungan karena mesin-mesin angkutan mengeluarkan gas-gas berbahaya. Mobil, khususnya, mengganggu keseimbangan alami atmosfer.

Bensin bebas timah membantu mengurangi jumlah racun yang dilepaskan mobil ke udara. Sistem transportasi yang paling sedikit menghasilkan pengotoran adalah yang memakai tenaga alami, seperti angin.

Becak merupakan transportasi bebas polusi. Di daratan, manusia dapat membantu melestarikan planet kita dengan berjalan, bersepeda, atau menggunakan hewan-hewan untuk menarik kendaraan beroda. Di laut, beban besar dapat diangkut dengan kapal layar yang hanya digerakkan oleh angin.

Sumber: *Jendela Iptek*

2) Daur Ulang Limbah Padat

Pengolahan limbah padat dapat dimulai dengan pemisahan limbah sesuai dengan karakteristiknya, yaitu limbah yang dapat terurai dan yang tidak dapat terurai. Salah satu contoh limbah padat adalah sampah rumah tangga.

Sampah yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme adalah sampah organik, sedangkan sampah yang tidak dapat diuraikan oleh makhluk hidup adalah limbah padat yang mengandung bahan anorganik. Jika ada yang dapat didaur ulang, sebaiknya dilakukan daur ulang atau dimanfaatkan kembali, tetapi jika tidak memungkinkan, bakarlah sampah anorganik tersebut untuk memperkecil volumenya.

Limbah padat anorganik yang beracun dan berbahaya harus dikelola secara khusus, misalnya, dengan menggunakan *incinerator* dengan beberapa komponen penyusunnya, seperti tungku pembakar, ruang purna bakar, unit pembersih gas buang, dan cerobong asap.

Limbah padat organik yang tidak mengandung bahan berbahaya dan beracun dapat diproses secara biologi agar dapat diubah menjadi produk yang berguna, contohnya, biogas atau kompos, seperti pada pengolahan air limbah. Limbah padat secara biologi dapat dilakukan dengan proses aerobik (pembuatan kompos) dan anaerobik (pembuatan biogas). Limbah padat organik yang berupa sisa makanan dapat diolah menjadi makanan ternak (*animal feeding*). Pengolahan limbah padat harus dilakukan secara bijak sehingga pengetahuan tentang karakteristik limbah padat harus dikuasai.

Semua cara untuk mengatasi pencemaran lingkungan tersebut tidak akan terwujud tanpa peran serta seluruh anggota masyarakat, baik itu di perkotaan maupun di perdesaan. Hendaknya kita semua melakukan dengan penuh kesadaran bahwa lingkungan yang bersih dan sehat dapat meningkatkan kualitas hidup kita. Kesadaran untuk mencintai lingkungan ini tidak datang begitu saja, tetapi harus ditanamkan sejak dini. Banyak

cara untuk menanamkan cinta lingkungan kepada anak-anak. Salah satunya adalah dengan mengarahkannya untuk tidak membuang sampah sembarangan, mengadakan lomba kebersihan antarkelas, dan tidak membuang air kecil atau air besar di sembarang tempat.



Info Biologi

Kompos Bermutu dari Kandang Ayam Petelur

Dapat kalian bayangkan betapa tidak nyamannya ketika kita berada di sekitar peternakan ayam petelur. Bau makanan yang menyengat ditambah dengan bau kotorannya yang tidak sedap dapat menimbulkan polusi udara. Hal itu tidak akan terjadi jika para peternak mau mengolah kotoran ayam tersebut menjadi kompos yang berkualitas.

Pada kapasitas ternak sebesar 80.000 ekor akan dihasilkan kotoran sejumlah 3 ton kotoran basah per harinya. Kotoran ayam yang dahulu hanya teronggok di sudut-sudut kandang, kini dapat diolah menjadi kompos yang dapat dimanfaatkan sebagai penyubur rumput lapangan golf, tanaman palawija, menumbuhkan zooplankton dalam tambak, pembibitan, kebun hortikultura, dan sebagainya.

Bahan baku pembuatan kompos ini adalah kotoran ayam petelur. Menurut Bapak Muin Fatah, pemilik perusahaan kompos istimewa "Mekar Asih", kotoran ayam petelur lebih baik dari kotoran ayam pedaging karena kotoran ayam pedaging bercampur dengan sekam yang dipakai sebagai alas kandang, sedangkan kotoran ayam petelur langsung bertumpuk di bawah kandang. Selain itu, kotoran ayam petelur mengalami masa istirahat yang lebih lama karena pembongkaran dari bawah kandang dilakukan selama enam bulan sekali sesuai dengan masa afkir ayam petelur. Pada ayam pedaging, masa afkirnya lebih cepat sehingga masa fermentasinya juga lebih cepat, yaitu tiga bulan sehingga proses fermentasinya kurang sempurna. Fermentasi yang sempurna akan menghasilkan panas tinggi ($60^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$) yang dapat mematikan benih gulma yang mungkin terdapat di dalamnya.

Jika dibandingkan dengan kompos organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, juga masih lebih unggul karena kompos dari ayam petelur ini kandungan unsur haranya lebih sempurna dan lebih mudah diserap oleh tumbuhan. Kandungan hara dalam kompos ayam petelur yang telah diuji oleh Laboratorium Badan Tenaga Atom Nasional Serpong Tangerang (No. 144/DAGST/AIR.4/96) ini mengandung 4,06% nitrogen, 6,06% fosfor, dan 2,30% kalium.

Dengan penggunaan kompos dari bahan organik ini, diharapkan selain untuk mengurangi polusi udara yang dapat menimbulkan polusi udara, juga mencegah terjadinya polusi air yang disebabkan oleh penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan yang dapat mematikan berbagai jenis organisme air dan memicu tumbuhnya tumbuhan air yang dapat mempercepat terjadinya pendangkalan.

(Sumber: Majalah *Trubus*, edisi Agustus)

Rangkuman

1. a. Keseimbangan lingkungan merupakan keadaan ketika terjadi keseimbangan antara jumlah energi yang masuk dan keluar, bahan makanan yang terbentuk dan yang digunakan, serta terjadi keseimbangan antara komponen abiotik dan komponen biotiknya. Keseimbangan lingkungan akan terganggu jika terjadi gangguan pada salah satu komponen tersebut.
 - b. Dalam suatu sistem lingkungan terdapat dua daya, yaitu *daya lenting* dan *daya dukung*.
 - c. Daya lenting adalah kemampuan lingkungan untuk kembali kepada keseimbangan lingkungan.
 - d. Daya dukung lingkungan adalah kemampuan lingkungan dalam memberikan sumber daya alam kepada makhluk hidup yang hidup di dalamnya secara normal.
2. a. Perubahan lingkungan dapat mengarah pada keseimbangan lingkungan atau mengarah pada kerusakan lingkungan.
 - b. Faktor yang menyebabkan kerusakan lingkungan dapat berasal dari alam dan manusia.
3. a. Pencemaran lingkungan (polusi) adalah masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup di dalamnya.
 - b. Polutan adalah zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup.
 - c. Polutan dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan. Polutan dapat bersifat sebagai racun, kuman penyakit, mudah larut, dan sebagai radioaktif.
 - d. Berdasarkan lingkungan yang tercemar, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu pencemaran air, tanah, udara, dan suara.
 - e. Pencemaran air adalah masuknya polutan ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai pada tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya (PP RI No. 82 tahun 2001).
 - f. Sumber utama pencemaran air adalah *infection agent*, zat-zat pengikat oksigen, sedimen, nutrisi atau unsur hara, pencemar anorganik, zat kimia organik, energi panas, dan zat radio aktif.
 - g. Dampak pencemaran air adalah adanya penurunan kualitas air, gangguan kesehatan, mengganggu pemandangan, dan mempercepat kerusakan benda.
 - h. Pengolahan air limbah dapat dilakukan secara alami dan bantuan alat.
 - i. Pencemaran udara adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga terjadi penurunan kualitas udara sampai tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya.
 - j. Pencemaran udara ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan, harta benda, ekosistem, dan iklim.
 - k. Polutan udara adalah CO, CO₂, NO, SO, CFC, dan HO.
 - l. Dampak pencemaran udara dapat dikendalikan dengan alat filter udara, pengendap siklon, pengendap sistem gravitasi, pengendap elektrostatis, dan filter basah.

- m. Pencemaran tanah merupakan pencemaran yang disebabkan oleh masuknya polutan yang berupa zat cair atau zat padat ke dalam tanah.
- n. Pencemaran suara (kebisingan) adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.
- o. Sumber pencemaran adalah suara kendaraan bermotor, suara pesawat, mesin pabrik, suara arus lalu lintas, dan lain-lain.
- p. Limbah padat adalah segala sesuatu yang tidak terpakai dan berbentuk padat atau setengah padat.
- q. Limbah padat dapat berupa campuran berbagai bahan, baik yang tidak berbahaya (sisa makanan) maupun yang berbahaya (limbah bahan berbahaya dan beracun dari industri).

Istilah Penting

Baku mutu	Daur ulang
Daya dukung	Daya lenting
Pencemaran	Polutan

Refleksi Diri

1. Setelah mempelajari materi tentang pengaruh aktivitas manusia terhadap ekosistem, apakah kalian *tidak menguasai, sedikit menguasai, menguasai, atau sangat menguasai* untuk:
 - a. mengetahui pengaruh aktivitas manusia terhadap ekosistem;
 - b. mendeskripsikan arti pencemaran dan penyebab terjadinya pencemaran;
 - c. mengetahui macam-macam pencemaran;
 - d. mengetahui upaya-upaya pelestarian lingkungan?
2. Dari materi dan beberapa kegiatan tentang pengaruh aktivitas manusia terhadap ekosistem, bagian mana yang paling kalian sukai? Mengapa?



Kata Kunci

efek rumah kaca
ultraviolet
pencemaran lingkungan

limbah
emisi
karbon dioksida



Uji Kompetensi

I. Pilih salah satu jawaban yang kamu anggap benar!

1. Di bawah ini yang *bukan* merupakan sumber pencemaran air adalah

a. zooplanton	d. zat radioaktif
b. <i>infectious agent</i>	e. pestisida
c. zat anorganik	

2. Berikut ini yang *bukan* merupakan bentuk-bentuk partikel adalah
- a. aerosol
 - b. pasir
 - c. debu
 - d. asap rokok
 - e. kabut
3. Masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu makhluk hidup di dalamnya disebut
- a. polutan
 - b. polusi
 - c. efek rumah kaca
 - d. ozon
 - e. asap
4. Di bawah ini yang *bukan* merupakan gas-gas yang mencemari udara adalah
- a. CO
 - b. O₂
 - c. NO
 - d. CFC
 - e. NO₂
5. Bau tidak sedap yang dikeluarkan oleh sampah yang membusuk merupakan salah satu contoh polusi
- a. air
 - b. tanah
 - c. udara
 - d. suara
 - e. sungai
6. Emisi tidak dapat dikendalikan dengan cara
- a. filter udara
 - b. pengendap elektrostatis
 - c. pengendap siklon
 - d. filter basah
 - e. filter asam
7. Gas hasil pembakaran fosil yang harus dikurangi adalah
- a. karbon dioksida
 - b. karbon monoksida
 - c. oksida nitrogen
 - d. sulfur dioksida
 - e. sulfat
8. Berbagai penyakit yang disebabkan oleh pencemaran air bawaan adalah
- a. demam berdarah
 - b. pilek
 - c. batuk
 - d. diabetes
 - e. hepatitis
9. Di bawah ini yang *bukan* merupakan sumber pencemar air yang berupa zat-zat pengikat oksigen adalah
- a. pembangkit listrik
 - b. pembuangan kotoran
 - c. lipasan pertanian
 - d. pabrik kertas
 - e. pabrik gula
10. Berikut ini yang *bukan* merupakan bentuk limbah rumah tangga adalah
- a. tinja
 - b. sampah organik
 - c. air seni
 - d. *grey water*
 - e. limbah pabrik
11. Angka kelahiran dikatakan tinggi jika angka kelahiran bernilai
- a. $N < 30$
 - b. $N > 30$
 - c. $20 < N < 30$
 - d. $N < 20$
 - e. $N < 10$
12. Angka kematian dikatakan sedang jika
- a. $M > 18$
 - b. $20 < M < 30$
 - c. $14 < M < 18$
 - d. $M < 14$
 - e. $M < 10$

13. Di bawah ini yang *tidak* termasuk dalam masalah yang ditimbulkan karena kepadatan penduduk yang terus meningkat adalah
 - a. ketersediaan pangan
 - b. kemajuan teknologi
 - c. kurangnya air bersih
 - d. ketersediaan air bersih
 - e. timbulnya bermacam-macam penyakit menular
14. Efek rumah kaca terjadi karena peningkatan gas ... di udara.
 - a. HC
 - b. SO₂
 - c. CO₂
 - d. NO₂
 - e. O₂
15. Lapisan yang berguna untuk melindungi bumi dari sinar ultraviolet adalah
 - a. atmosfer
 - b. litosfer
 - c. stratosfer
 - d. ozon
 - e. hidrosfer
16. Hujan asam *tidak* terjadi dari persenyawaan unsur di bawah ini, yaitu
 - a. SO₂
 - b. NO₂
 - c. H₂O
 - d. O₂
 - e. CO₂
17. Gas apakah yang dapat merusak lapisan ozon ...
 - a. CFC
 - b. O₂
 - c. NO
 - d. CO
 - e. Cl
18. Gas yang paling mudah membuat ikatan dengan haemoglobin darah adalah ...
 - a. CO
 - b. O₂
 - c. NO
 - d. CFC
 - e. NO₂
19. Karnivora tiba-tiba mati setelah memakan ular, ular telah memakan ikan, ikan telah memakan tumbuhan air, dan karnivora itu mati karena tumbuhan tersebut telah tercemari DDT. Peristiwa ini disebut ...
 - a. polusi
 - b. pemekatan hayati
 - c. pencemaran lingkungan
 - d. pencemaran air
 - e. pencemaran udara
20. Dalam teori Robert Malthus, kenaikan kebutuhan bahan pangan sesuai dengan ...
 - a. kenaikan jumlah penduduk
 - b. deret hitung
 - c. deret ukur
 - d. ledakan penduduk
 - e. pupulasi penduduk

II. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan macam-macam sumber pencemaran berdasarkan sifat zatnya!
2. Sebutkan cara yang dilakukan untuk mengurangi terjadinya pencemaran suara!
3. Apakah yang dimaksud dengan limbah padat?
4. Mengapa kepadatan penduduk berpengaruh terhadap kesehatan dan keamanan manusia?

5. Sebutkan dampak yang ditimbulkan karena tercemarnya air oleh air limbah!

III. Permainan Mencari Kata

Di dalam kata-kata berikut ini tersembunyi kumpulan huruf yang menyebutkan istilah-istilah dalam pencemaran lingkungan. Coba cari sepuluh kata tersebut dalam daftar. Jika telah kalian temukan, lingkari kata-kata itu. Ejaan dapat dari belakang ke depan, depan ke belakang, dari atas ke bawah, atau dari bawah ke atas.

B	E	O	A	V	R	C	K	I	T	K	L	O	B
D	K	Z	I	A	L	X	C	J	R	T	U	B	C
S	U	O	E	R	I	R	I	L	A	U	E	U	L
P	E	N	C	E	M	A	R	A	N	A	I	R	I
A	R	E	F	O	B	A	A	I	S	H	S	E	S
J	U	L	C	T	A	K	T	F	M	C	I	C	A
E	P	I	F	I	H	A	O	O	I	I	S	I	S
U	A	K	O	S	O	I	M	I	G	R	A	S	I
P	O	L	U	S	I	S	U	A	R	A	R	E	N
G	A	L	A	A	T	U	H	P	A	Y	G	B	A
M	H	U	G	B	T	L	E	Y	S	L	I	I	B
J	H	J	U	N	U	O	P	R	I	O	M	M	R
L	F	K	S	M	T	P	A	T	A	P	E	E	U

Proyek

Buatlah kliping tentang lingkungan hidup dan pencemaran. Carilah informasinya dari majalah, koran, makalah, atau artikel. Berilah pembahasan pada tiap-tiap artikel yang kamu dapatkan! Serahkan hasil kerjamu kepada guru untuk didiskusikan di kelas!



Soal-Soal Ulangan Semester 2

I. *Pilih salah satu jawaban yang benar!*

- Hasil perkembangbiakan secara seksual pada tumbuhan lumut akan berkembang menjadi
 - sporangium
 - sporogonium
 - zigot
 - tumbuhan lumut
 - makrogamet
- Tumbuhan yang memiliki anteridium dan arkegonium dalam satu individu pada lumut disebut dengan
 - berumah satu
 - berumah dua
 - dioecius*
 - tanaman sempurna
 - tanaman tidak sempurna
- Berikut ini yang *bukan* merupakan generasi sporofit pada tumbuhan lumut adalah
 - spora
 - sporogonium
 - sel induk spora
 - zigot
 - sporangium
- Spora tumbuhan paku yang jatuh di tempat sesuai akan tumbuh menjadi
 - protalium
 - sporofit
 - protonema
 - sporangium
 - sporogonium
- Pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, *Porifera* dapat membentuk ... yang dapat tumbuh menjadi individu baru.
 - kista
 - sporozoa*
 - gemmae*
 - kuncup
 - antibodi
- Cacing menyerang hati ternak adalah spesies
 - Planaria sp.*
 - Echinococcus vulgaris*
 - Dugesia sp.*
 - Fasciola hepatica*
 - Chlonorchis sinensi*
- Telur cacing hati yang keluar bersama-sama dengan feces ternak kemudian menetas menjadi larva bersisila disebut
 - sprosit
 - redia
 - serkaria
 - metaserkaria
 - mirasidium
- Tumbuhan lumut belum memiliki akar, tetapi hanya memiliki serabut yang mirip akar disebut
 - rambut akar
 - rizoid
 - rizoma
 - bulu akar
 - serabut akar
- Berkurangnya jumlah karbon dioksida di udara sangat berpengaruh pada keberadaan komponen ekosistem berikut ini, yaitu
 - dekomposer
 - konsumen III
 - konsumen II
 - konsumen I
 - produsen

10. Puncak piramida makanan terdiri dari
 - a. produsen
 - b. konsumen sekunder
 - c. konsumen tersier
 - d. konsumen primer
 - e. dekomposer
11. Suatu daerah yang dibiarkan begitu saja tanpa adanya campur tangan manusia dan segala macam eksploitasi disebut dengan
 - a. taman nasional
 - b. kebun raya
 - c. cagar alam
 - d. suaka margasatwa
 - e. kebun binatang
12. Suatu sistem yang saling berhubungan yang terdiri dari komunitas berbagai komponen makhluk hidup disebut
 - a. komunitas
 - b. ekosistem
 - c. populasi
 - d. habitat
 - e. bioma
13. Bagian bunga yang berjumlah 2, 4, 5, atau kelipatannya merupakan ciri tumbuhan
 - a. monokotil
 - b. padi
 - c. tebu
 - d. dikotil
 - e. jagung
14. Spora terkumpul dalam kotak spora yang disebut
 - a. sporofit
 - b. sorus
 - c. sporogonium
 - d. sporangium
 - e. konidium
15. Jenis tumbuhan yang di dalam bakal buahnya tidak mengandung bakal biji disebut
 - a. *gymnospermae*
 - b. dikotil
 - c. *angiospermae*
 - d. monokotil
 - e. berkeping satu
16. Satu dari pernyataan di bawah ini *bukan* merupakan peranan dekomposer dalam ekosistem, yaitu
 - a. memindahkan energi dari konsumen ke lingkungan
 - b. menguraikan unsur organik menjadi unsur anorganik ke dalam ekosistem
 - c. berperan dalam kegiatan mineralisasi
 - d. berperan dalam kegiatan siklus biogeokimia
 - e. penghubung siklus materi dalam ekosistem
17. Ekosistem komponen biotik dan abiotik saling memengaruhi. Keadaan tersebut tidak dapat dilihat pada pernyataan ini, yaitu
 - a. vegetasi memberikan iklim mikro
 - b. tanaman legum memberikan hara nitrogen
 - c. seresah hutan membentuk humus
 - d. pemberian pupuk menyuburkan tanah
 - e. hutan mengatur tata air
18. Hewan berikut ini yang merupakan produsen adalah
 - a. tikus
 - b. ular
 - c. tanaman padi
 - d. elang
 - e. belalang
19. Lapisan yang berguna untuk melindungi bumi dari sinar ultraviolet adalah ...
 - a. atmosfer
 - b. stratosfer
 - c. litosfer
 - d. ozon
 - e. ionosfer

20. Hujan asam tidak terjadi dari persenyawaan salah satu unsur di bawah ini, yaitu
- SO₂
 - H₂O
 - NO₂
 - O₂
 - CO₂
21. Di bawah ini yang termasuk cacing pipih adalah
- Planaria sp.*
 - Oxyuris vermicularis*
 - Lumbricus terrestris*
 - Ascaris Lumbricoides*
 - Nemathelmates*
22. Dari ekosistem sawah, yang mendapatkan aliran energi terkecil adalah
- elang
 - katak, burung, dan ular
 - jamur dan bakteri
 - padi
 - kelinci
23. Dinding sel yang mengandung selulosa dimiliki oleh
- hewan
 - tumbuhan
 - hewan dan tumbuhan
 - bukan hewan dan tumbuhan
 - bakteri
24. Bagian sel yang hanya dimiliki oleh tumbuhan dan tidak dimiliki oleh hewan adalah
- mitokondria
 - plastida
 - ribosom
 - vakuola
 - lisosom
25. Dalam ekosistem air kolam, ganggang merupakan
- konsumen II
 - konsumen I
 - produsen
 - dekomposer
 - konsumen III
26. Sekumpulan individu sejenis yang hidup dalam suatu habitat tertentu adalah
- individu
 - komunitas
 - populasi
 - habitat
 - ekosistem
27. Bulu yang terdapat pada sayap dan ekor hewan yang termasuk *Aves* adalah
- fotoplumae*
 - plumulae*
 - filoplumae*
 - plumae*
 - fitcoplumae*
28. Suku juga disebut
- familia
 - ordo
 - divisio
 - kelas
 - spesies
29. Filum dalam klasifikasi tumbuhan sama dengan ... dalam klasifikasi hewan.
- divisio
 - genus
 - marga
 - ordo
 - spesies
30. Sekumpulan individu sejenis yang hidup dalam suatu habitat tertentu adalah
- individu
 - komunitas
 - populasi
 - habitat
 - biosfer

31. Makhluk hidup yang memakan makhluk hidup lain disebut
- parasit
 - epifit
 - kompetisi
 - predatorisme
 - simbiosis
32. Lapisan yang berguna untuk melindungi bumi dari sinar ultraviolet adalah
- atmosfer
 - litosfer
 - stratosfer
 - ozon
 - udara
33. Hujan asam *tidak* terjadi dari persenyawaan unsur di bawah ini, yaitu
- SO₂
 - NO₂
 - H₂O
 - O₂
 - CO₂
34. Langkah pertama dalam metode ilmiah adalah
- mengadakan observasi
 - merumuskan masalah
 - mengajukan hipotesis
 - melakukan eksperimen
 - mempublikasikan hasil
35. Di bawah ini yang *bukan* merupakan kriteria metode ilmiah adalah
- berdasarkan fakta
 - menggunakan prinsip perkiraan
 - menggunakan ukuran objektif
 - menggunakan ukuran kuantitatif
 - menggunakan perkiraan
36. Anoa dan babi rusa tinggal di wilayah tipe
- Oriental
 - Afrika
 - Australia
 - Peralihan
 - Asia
37. Orang utan, badak bercula satu, dan beraneka jenis primata hidup di daerah tipe
- Oriental
 - Afrika
 - Australia
 - Peralihan
 - Asia
38. Suatu daerah yang dibiarkan apa adanya sebagai suatu ekosistem yang bebas dari segala macam eksploitasi disebut
- suaka margasatwa
 - cagar alam
 - taman nasional
 - kebun raya
 - leburn binatang
39. Suatu komunitas yang terdiri dari berbagai komponen makhluk hidup yang menjadi suatu sistem yang saling berinteraksi disebut
- ekologi
 - komunitas
 - ekosistem
 - habitat
 - populasi
40. Tindakan yang harus dilakukan setelah menyusun kerangka berpikir adalah
- mengadakan observasi
 - merumuskan masalah
 - melakukan eksperimen
 - menentukan hipotesis
 - membuat laporan

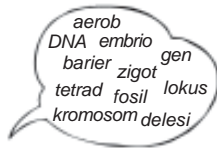
II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Mengapa disebut tumbuhan tidak berpembuluh? Jelaskan pula ciri-ciri tumbuhan tidak berpembuluh!
2. Jelaskan proses metagenesis pada *Pteridophyta*?
3. Mengapa keanekaragaman hayati dapat menurun? Jelaskan dan beri contohnya!
4. Sebutkan dan jelaskan secara singkat macam keanekaragaman gen di Indonesia!
5. Bagaimanakah usaha-usaha konservasi yang dilakukan oleh manusia untuk menjaga agar tidak terjadi kepunahan pada tumbuhan dan hewan langka
6. Sebutkan perbedaan tumbuhan monokotil dan dikotil!
7. Sebutkan perbedaan antara simbiosis mutualisme dan simbiosis parasitisme!
8. Sebutkan perbedaan antara sel tumbuhan dan sel hewan!
9. Sebutkan ciri-ciri tumbuhan lumut!
10. Jelaskan apa yang kalian ketahui tentang jaring-jaring makanan!



Daftar Pustaka

- Agrobisnis. Edisi April-Mei 2006.
- Audesirk, Gerald dan T. Audersirk. 1989. *Biology, Life and Eart*. New York Macmillan.
- Campbell. 1994. *Biology*. New York: The Benjamin Cummings Publishing Co. Inc.
- Chan, W.K *et al*. 1999. *Biology, A Modern Approach 3, 4th ed*. Hong Kong: Aristo Educational Press Ltd.
- Garnida, Dadang. 2000. *Konsep Dasar IPA II*. Departemen Agama RI.
- Gembong, T. 2005. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hartanto, L.N. 2004. *Biologi Dasar*. Yogyakarta: Penebar Swadaya.
- Keeton, W.Tet al. 1993. *Biologycal Science 5th ed*. USA: W.W. Norton & Company, inc.
- Kimballl, J.W., Siti Soetarmi Tjitro dan Nawangsari Sugiri. 1983. *Biologi, Jilid 1, edisi kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Kimballl, J.W., Siti Soetarmi Tjitro dan Nawangsari Sugiri. 1983. *Biologi, Jilid 2, edisi kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Mackean, D.G. 1991. *GCSE Biology*. London: John Murray.
- Mukayat, D.B. 1989. *Zoologi Dasar*. Erlangga: Jakarta
- Mulia, Ricki M. 2005. *Kesehatan Lingkungan*.
- Pelczar, M.J., and Chan. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.
- Raven, Peter H *et al*. 1986. *Biology of Plants*. New York: Worth.
- Resosoedarmo, R.S., 1990. *Pengantar Ekologi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Robert, M.B.V. 1987. *Biology for Life*. London: Thomas Nelson and Sons.
- Sambas, W. 2003. *Dasar-Dasar Ekologi*. Jakarta: UI Press.
- Schlegel, H.G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sugeng P. 2004. *Aneka Kehidupan*. Jakarta: Arena.
- Setijati, D.S *et al*. 1992. *Khazanah Flora dan Fauna Nusantara*. Jakarta: Yayasan Obor.
- Tim Penyusun Kamus PS. 2003. *Kamus Pertanian Umum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Trubus*, edisi November 1996.
- Trubus*, edisi Januari 1997.
- Trubus*, edisi Juli 1997.
- Ville, C.A. *et al*. 1994. *General Zoology 6th ed*. Philadelphia: Saunders College Pub.



Glosarium

adsorpsi	penempelan hidup, disebut juga peubah
aerob	proses pernapasan bakteri yang menggunakan oksigen bebas/udara untuk pernapasannya
anaerob	proses pernapasan bakteri yang tidak memerlukan oksigen bebas/udara untuk pernapasannya
animalia	golongan hewan
antheridium	badan penghasil spermatozoid; sel kelamin jantan pada tumbuhan lumut dan paku.
antitoksin	zat pelawan antigen
archaebacteria	prokariot yang uniseluler, mikroskopik, dinding selnya bukan peptidoglikon dan secara biokimia berbeda dengan <i>eubacteria</i> .
archegonium	badan penghasil ovum; sel kelamin betina pada tumbuhan lumut dan paku.
autotrof	mampu mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik yang diperlukan oleh tubuh.
askus	kotak berisi spora yang merupakan hasil dari perkawinan, berada di dalam sel dan berjumlah 8
bakteriofag	virus penyerang bakteri
binomial	nomenklatur sistem pemberian nama ilmiah yang menggunakan dua kata
basidium	sel penghasil spora merupakan hasil dari hasil perkawinan, berada di luar sel dan berjumlah 4
cagar alam	suatu daerah yang dibiarkan apa adanya sebagai suatu ekosistem yang bebas dari segala macam eksploitasi
CFC	chloroflourocarbon, zat yang digunakan sebagai bahan pengembang busa, pendingin dan penyemprot yang dapat merusak lapisan ozon.

class	kelas
DDT	diklorodifeniltrikloroetana, insektisida
diatom	ganggang kersik
diploid	sel yang mempunyai 2n kromosom
efek rumah kaca	efek peningkatan karbon dioksida di atmosfer yang mengakibatkan naiknya panas bumi
ekosistem	suatu komunitas yang terdiri dari berbagai komponen organisme yang menjadi suatu sistem yang saling berinteraksi
eksperimen	pemberian perlakuan terhadap makhluk hidup untuk mengetahui dampak atau pengaruh dari perlakuan tersebut
epifit	tumbuhan yang hidupnya menumpang pada makhluk hidup lain, tetapi tidak mendapat makanan dari tumbuhan yang ditumpanginya
eubacteria	organisme prokariot yang tidak berinti dan bermembran, uniseluler, mikroskopik, dan dinding selnya tersusun dari peptidoglikon
eukariot	sel organisme yang bahan intinya diselubungi oleh membran inti
eukariotik	inti sel yang telah memiliki membran inti
fotoautotrof	sel yang mampu berfotosintesis untuk memperoleh makanannya dengan bantuan cahaya matahari
familia	suku
fauna	komunitas hewan dalam suatu habitat tertentu yang berada di daerah tertentu
filum	devisio atau keluarga besar
flora	komunitas tumbuhan dalam suatu habitat tertentu yang berada di daerah tertentu
fungi	kelompok jamur
gametofit	tumbuhan yang menghasilkan sel kelamin
genus	marga
globula	tempat anteridium pada <i>Chara</i>

haploid	sel yang mempunyai n kromosom
heterotrof	organisme yang tidak dapat membuat makanan sendiri sehingga bahan makan diperoleh dari organisme lain atau lingkungannya
hipotesis	dugaan sementara yang harus dicari kebenarannya
hifa	benang-benang halus berwarna putih penyusun jamur
hifa	sel jamur yang berbentuk seperti benang, ada yang bersekat dan ada yang tidak
injeksi	masuknya virus ke dalam sel inang
kapsid	selubung protein virus
kapsomer	satu unit protein penyusun kapsid
keanekaragaman hayati	keanekaragaman makhluk hidup
kemoautotrof	organisme yang dapat menyusun bahan makanannya dengan bantuan energi dari reaksi kimia
kingdom	dunia atau kerajaan
klasifikasi	pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri yang dimiliki
konidia	alat reproduksi aseksual yang terbentuk pada ujung hifa
konjugasi	proses menempelnya dua sel untuk memindahkan materi genetik antara kedua sel tersebut
konservasi	pemeliharaan, perlindungan dan pelestarian yang bertujuan untuk mencegah kerusakan dan kepunahan
kunci dikotomis	kunci determinasi sederhana yang sering digunakan dalam klasifikasi makhluk hidup
kunci determinasi	daftar yang memuat sejumlah keterangan dari suatu organisme yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan kelompok organisme berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya
lapisan ozon	lapisan yang melindungi bumi dari sinar ultraviolet
lisigenik	bakteri yang mengandung DNA virus dan dalam keadaan stabil
litik	perpecahan
miselium	sekumpulan benang-benang hifa
Monera	kelompok makhluk hidup bersel satu
multinukleat	berinti banyak

multiseluler	bersel banyak
nukula	tempat arkegonium pada <i>Chara</i>
objektif	sesuai kenyataan, apa adanya dan tidak memihak
ordo	bangsa
parasit	cara hidup dengan menumpang pada makhluk hidup lain dan merugikan inangnya karena mengambil makanan dari inangnya.
parasit	makhluk hidup yang hidupnya menumpang pada makhluk hidup lain dan mengambil makanan dari makhluk hidup yang ditumpangnya
patogen	penyebab penyakit
peptidoglikon	persenyawaan antara polisakarida dan protein, merupakan penyusun dinding sel bakteri
plasmodium	tahap vegetatif pada jamur lendir, parasit penyebab malaria
polusi	masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu kehidupan organisme di dalamnya
polutan	zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup
slantae	kelompok tumbuhan
srokariot	sel yang tidak bermembran inti tetapi memiliki DNA
srokariotik	inti sel yang tidak memiliki membran sel
srotista	kelompok makhluk hidup yang menyerupai tumbuhan dan hewan tetapi bukan tumbuhan dan bukan hewan
seplikasi	penggandaan atau pengkopian DNA
sampel	sejumlah individu yang dianggap mewakili suatu populasi
saprofit	cara hidup dengan menguraikan sisa-sisa zat organik (sampah)
saprofit	cara hidup dari sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati
senosit	pembelahan inti yang membentuk massa berinti banyak
singami	peleburan dua gamet
sintesis	pembentukan
sorus	sekumpulan kotak spora

spesies

kelompok terkecil dari klasifikasi makhluk hidup dan hewan atau tumbuhan dalam satu spesies dapat melakukan perkawinan yang menghasilkan keturunan baru

sporangium

kumpulan kotak spora; kotak spora

suaka margasatwa

daerah tertentu yang berfungsi untuk melindungi satwa langka dan pelestariannya

talus

tubuh yang tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati

ulangan

perlakuan yang sama terhadap banyak individu

uniseluler

bersel satu

variabel

faktor yang berpengaruh terhadap suatu benda atau makhluk

zaksin

patogen yang telah dilemahkan

zakuola

rongga untuk mencerna dan mengedarkan makanan keseluruhan tubuh pada *Paramecium*

zirion

virus yang terdapat dalam partikel virus

zoospora

spora kembara, spora berflagela yang berenang-renang di air



Indeks

A

abiotik 215, 216, 226, 232, 233
adsorpsi 54, 212
aerob 77, 85
anaerob 77, 85, 246
animalia 29, 36, 37, 38
antibiotik 76, 77
antitoksin 58

B

bakteri 50, 51, 53, 58, 71, 73, 81, 223
bakteriofag 52, 53, 55
biosfer 207, 209, 210
biotik 217, 218, 228, 234, 235

CD

ciliata 37, 87, 97, 98, 101
cyanobacteri 37
dekomposer 215, 217, 218, 226
desinfektan 74
dikotil 155, 165, 168, 169, 170, 171, 173
diploid 107
divisio 31, 32, 37

E

ebola 59
ekosistem 129, 130, 132, 133, 139, 151, 209, 210, 211, 212
ekskresi 184, 190
enzim 55, 56
excreta 231, 243, 246, 247

FG

fertilisasi 190
filum 31, 32, 37, 87, 178, 195
flagellata 38, 87, 89, 97, 98, 98, 101
fotosintesis 88, 89, 90, 158, 165, 214, 216, 229

fragmentasi 79, 92, 105, 183
fungi 29, 37, 38, 99, 100, 105
gastrovascular 184
glikogen 74
gonad 180, 181

H

habitat 140, 151, 157
haploid 100, 107, 108, 116
heksagonal 52
hermafrodit 182, 184, 188, 189, 191, 192, 193, 195
herpes 50, 59, 61
hifa 99, 106, 108, 109
hipotesis 7, 8, 10, 13, 19

IJ

identifikasi 38, 39
infeksi 59, 60, 61, 111
influenza 50, 54
inkubasi 59, 60
jamur 37, 87, 89, 99, 100, 105, 109, 110, 111, 112, 113, 117, 168, 226
janin 61
jasad renik 17

KL

kapsid 55
kapsomer 52
kingdom 33, 34, 36, 38, 99, 156
klasifikasi 28, 31, 32, 36, 42, 108, 156, 172, 183
klorofil 48, 79, 93, 99, 106, 156, 165, 172, 178, 205, 214, 215, 216, 226
kloroplas 91, 158
konjugasi 76, 85, 91, 92
kosmopolit 71
kunci determinasi 39, 41, 43
lipida 69
lisogenik 55, 56
lisozim 55, 56
litik 54, 55

M

meiosis 84, 107
metanogen 84
mikroorganisme 16, 17, 18, 70, 227, 242, 245, 253, 256
miselium 99, 106, 108, 109, 116
mitosis 84
monokotil 154, 164, 167, 169, 170, 172
morfologi 8, 9, 11, 16, 30, 156
mosaik tembakau 50, 51

OP

ordo 31, 32
organisme 30, 38, 39, 88, 89, 93, 94, 95, 106, 140, 141, 151, 215, 216, 219, 225, 227, 228, 241, 254, 258
oomycota 37, 99, 101, 108
ovipar 4
parasit 52, 76, 99, 183, 184, 195
patogen 54, 256
plasenta 54
populasi 15, 140, 141, 209
profag 55, 56, 65
Protista 39, 87, 88, 101, 107
protozoa 36, 95, 96, 101

RST

rekayasa genetik 57
reproduksi 91, 93, 100, 105, 115, 166, 181, 187, 195, 243
respirasi 192, 194, 198, 222, 242, 246
sekresi 58
sintesis 49, 58
spesies 31, 32, 131, 132, 138, 139, 143
sporozoa 39, 87, 89, 98, 101
sterilisasi 78
taksonomi 29, 35, 41

UVZ

ultraviolet 9, 12
vaksinasi 62
vakuola 96, 102
varietas 31, 131, 132
vektor 53, 54
virion 53, 54
virus 49, 50, 51, 52, 53
zigot 107, 166, 167, 181, 195, 203



Kunci Jawaban

Bab 1

I. 1. A	6. B	11. C	16. E	II. 1. A	6. A
2. B	7. C	12. D	17. A	2. B	7. B
3. A	8. D	13. A	18. B	3. C	8. C
4. D	9. A	14. B	19. E	4. D	9. D
5. A	10. C	15. C	20. B	5. E	10. E

Bab 2

I. 1. E	6. C	11. B	16. D	II. 1. A	6. A
2. A	7. D	12. B	17. C	2. B	7. B
3. B	8. A	13. B	18. A	3. C	8. C
4. C	9. A	14. C	19. D	4. D	9. D
5. C	10. A	15. C	20. C	5. E	10. E

Bab 3

I. 1. A	6. B	11. C	16. D	II. 1. A	6. A
2. B	7. E	12. D	17. C	2. B	7. B
3. C	8. D	13. A	18. B	3. C	8. C
4. B	9. A	14. D	19. C	4. D	9. D
5. A	10. B	15. C	20. D	5. E	10. E

Bab 4

I. 1. A	6. B	11. C	16. D	II. 1. A	6. A
2. B	7. C	12. D	17. E	2. B	7. B
3. B	8. D	13. A	18. B	3. C	8. C
4. E	9. A	14. B	19. C	4. D	9. D
5. C	10. B	15. C	20. D	5. E	10. E

Bab 5

I. 1. A	6. A	11. C	16. A	II. 1. A	6. A
2. B	7. C	12. D	17. B	2. B	7. B
3. C	8. D	13. A	18. B	3. C	8. C
4. C	9. B	14. D	19. A	4. D	9. D
5. A	10. B	15. C	20. D	5. E	10. E

Bab 6

I. 1. A	6. D	11. A	16. D	II. 1. A	6. A
2. E	7. C	12. D	17. A	2. B	7. B
3. C	8. D	13. E	18. B	3. C	8. C
4. D	9. A	14. B	19. C	4. D	9. D
5. A	10. B	15. C	20. D	5. E	10. E

ISBN 978-979-068-129-3 (nomor jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-132-3

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tanggal 25 Juli 2007 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp15.281,-