

Rikky Firmansyah
Agus Mawardi H.
M. Umar Riandi

Mudah dan Aktif Belajar Biologi

untuk Kelas X
Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah

1



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional



Rikky Firmansyah
Agus Mawardi H.
M. Umar Riandi

Mudah dan Aktif Belajar Biologi

untuk Kelas X
Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

1

Mudah dan Aktif Belajar Biologi
untuk Kelas X Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah

Penulis : Rikky Firmansyah
Agus Mawardi H
M. Umar Riandi
Penyunting : Dadan Nugraha
Andri Nurdiansyah
Pewajah Isi : Yoan Yohannes
Pewajah Sampul : A. Purnama
Pereka Ilustrasi : S. Riyadi

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

574.07

RIK

m

RIKKY Firmansyah
Mudah dan Aktif Belajar Biologi 1 : untuk Kelas X Sekolah Menengah Atas /
Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam / penulis, Rikky
Firmansyah, Agus Mawardi Hendrawan, M. Umar Riandi ; penyunting,
Dadan Nugraha, Andri Nurdiansyah. — Jakarta : Pusat Perbukuan,
Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
vii, 210 hlm. : illus. ; 30 cm
Bibliografi : hlm. 209-210
ISBN 978-979-068-827-8 (no jld lengkap)
ISBN 978-979-068-828-5
1. Biologi-Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Agus Mawardi Hendrawan III. M. Umar Riandi IV. Dadan Nugraha,
V. Andri Nurdiansyah

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit PT. Setia Purna Inves

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional tahun 2009

Diperbanyak oleh

Kata Sambutan

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

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 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, Juni 2009

Kepala Pusat Perbukuan

Panduan untuk Pembaca

Cakupan materi pembelajaran pada buku ini disajikan secara sistematis, komunikatif, dan integratif. Di setiap awal bab dilengkapi gambar pembuka pelajaran, bertujuan memberikan gambaran materi pembelajaran yang akan dibahas, dan mengajarkan Anda konsep berpikir kontekstual dan logis sekaligus merangsang cara berpikir lebih dalam. Selain itu, buku ini juga ditata dengan format yang menarik dan didukung dengan foto dan ilustrasi yang representatif. Bahasa digunakan sesuai dengan tingkat kematangan emosional Anda sehingga Anda lebih mudah memahami konsep materinya.

Buku **Mudah dan Aktif Belajar Biologi** untuk SMA Kelas X ini terdiri atas sembilan bab, yaitu Hakikat Biologi; Virus dan Kingdom Monera; Kingdom Protista; Kingdom Fungi; Keanekaragaman Hayati; Regnum Plantae; Kingdom Animalia; Ekosistem; serta Limbah dan Pencemaran. Untuk lebih jelasnya, perhatikan petunjuk untuk pembaca berikut.

- (1) **Judul Bab**, disesuaikan dengan tema materi dalam bab.
- (2) **Hasil yang harus Anda capai**, tujuan umum yang harus Anda capai pada bab yang Anda pelajari.
- (3) **Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu**, kemampuan yang harus Anda kuasai setelah mempelajari bab.
- (4) **Gambar Pembuka Bab**, disajikan untuk memberi gambaran tentang materi yang akan dipelajari.
- (5) **Advanced Organizer**, disajikan untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dari materi yang akan dipelajari dan mengarahkan Anda untuk lebih fokus terhadap isi bab.
- (6) **Tes Kompetensi Awal**, merupakan syarat yang harus Anda pahami sebelum memasuki materi pembelajaran.
- (7) **Materi Pembelajaran**, disajikan secara sistematis, komunikatif, integratif, dan sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi sehingga Anda dapat tertantang untuk belajar lebih jauh.
- (8) **Gambar dan Ilustrasi**, sesuai dengan materi dalam bab yang disajikan secara menarik dan mudah dipahami.
- (9) **Aktivitas Biologi**, tugas yang diberikan kepada Anda berupa analisis masalah atau kegiatan di laboratorium sehingga dapat menumbuhkan semangat inovasi, kreativitas, dan berpikir kritis.
- (10) **Logika Biologi**, melatih kemampuan dasar Anda, seperti berkomunikasi, interpretasi data, melakukan hipotesis, dan berpikir kritis.
- (11) **Kata Kunci**, panduan Anda dalam mempelajari konsep materi.
- (12) **Sekilas Biologi**, berisi tokoh biologi informasi menarik dan aplikatif berdasarkan materi bab yang dipelajari sehingga dapat menumbuhkan semangat bekerja keras dan belajar lebih jauh.
- (13) **Fakta Biologi**, berisi fakta-fakta yang menarik seputar materi yang dipelajari.
- (14) **Tugas Anda**, berisi kegiatan kelompok atau individu yang bertujuan agar Anda dapat lebih memahami materi yang dipelajari.
- (15) **Tes Kompetensi Subbab**, menguji pemahaman Anda terhadap materi dalam setiap subbab.
- (16) **Rangkuman**, merupakan ringkasan materi pembelajaran bab.
- (17) **Peta Konsep**, menggambarkan hubungan antarkonsep sehingga memudahkan Anda mempelajari materi dalam bab.
- (18) **Refleksi**, sebagai cermin diri bagi Anda setelah mempelajari materi di akhir pembelajaran setiap bab.
- (19) **Evaluasi Kompetensi Bab**, merupakan penekanan terhadap pemahaman konsep materi, berkaitan dengan materi dalam bab.
- (20) **Proyek Semester**, disajikan agar Anda dapat menggali dan memanfaatkan informasi, menyelesaikan masalah, dan membuat keputusan dalam kerja ilmiah.
- (21) **Evaluasi Kompetensi Biologi Semester**, disajikan untuk evaluasi Anda setelah mempelajari semester yang bersangkutan.
- (22) **Evaluasi Kompetensi Biologi Akhir Tahun**, disajikan untuk evaluasi Anda setelah mempelajari seluruh bab.

Kata Pengantar

Sampai saat ini, buku-buku Biologi untuk SMA/MA yang berkualitas dirasakan masih kurang. Sementara itu, tuntutan terhadap pemahaman prinsip-prinsip ilmu Biologi sangat tinggi. Lebih-lebih perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang didasari oleh ilmu Biologi semakin menantang dan sangat bervariasi dalam aplikasinya. Oleh sebab itu, kami berharap dengan terbitnya buku ini, belajar Biologi yang membutuhkan gabungan banyak konsep (baik konsep yang relevan dengan keterampilan maupun konsep baru) dan pengembangan keterampilan analisis bagi siswa SMA/MA dapat terpenuhi.

Biologi adalah ilmu tentang kehidupan. Aspek-aspek kehidupan hewan, tumbuhan, manusia, mikroorganisme, dan hubungan antarmakhluk hidup dipelajari dalam Biologi. Biologi sebagai salah satu cabang IPA menyediakan berbagai pengalaman belajar untuk memahami konsep dan proses sains. Selain bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, Biologi dapat menjadi bekal untuk meraih cita-cita Anda di masa yang akan datang.

Mata pelajaran Biologi bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir analitis dan kritis dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peristiwa alam sekitar. Berbagai permasalahan dalam ilmu Biologi ini berkaitan erat dengan cabang ilmu pengetahuan lainnya seperti Kimia, Fisika, dan Matematika.

Melihat pentingnya pelajaran Biologi di sekolah, penerbit mencoba menghadirkan buku yang dapat menjadi media belajar yang baik bagi Anda. Sebuah buku yang akan memandu Anda untuk belajar Biologi dengan baik. Sebuah buku yang disusun dan dikembangkan untuk memberikan dasar-dasar pengetahuan, keterampilan, keahlian, dan pengalaman belajar yang bermanfaat bagi masa depan Anda.

Demikianlah persembahan dari penerbit untuk dunia pendidikan. Semoga buku ini dapat bermanfaat.

Bandung, Mei 2007

Penerbit

Daftar Isi

Kata Sambutan • iii
Panduan untuk Pembaca • iv
Kata Pengantar • v

Bab 1

Hakikat Biologi • 1

- A. Pengertian Biologi • 2
 - B. Objek Biologi • 4
 - C. Cabang-Cabang Biologi • 9
 - D. Peran Biologi dalam Kehidupan • 10
- Rangkuman • 11
Peta Konsep • 12
Refleksi • 12
Evaluasi Kompetensi Bab 1 • 13

Bab 2

Virus dan Kingdom Monera • 15

- A. Virus • 16
 - B. Kingdom Monera • 22
- Rangkuman • 34
Peta Konsep • 35
Refleksi • 35
Evaluasi Kompetensi Bab 2 • 36

Bab 3

Kingdom Protista • 39

- A. Ciri dan Struktur Kingdom Protista • 40
 - B. Klasifikasi Protista • 41
 - C. Peran Kingdom Protista bagi Kehidupan • 55
- Rangkuman • 57
Peta Konsep • 57
Refleksi • 57
Evaluasi Kompetensi Bab 3 • 58

Bab 4

Kingdom Fungi • 61

- A. Ciri-Ciri Jamur • 62
 - B. Klasifikasi Jamur • 65
 - C. Peranan Jamur bagi Kehidupan • 70
- Rangkuman • 73
Peta Konsep • 74
Refleksi • 74
Evaluasi Kompetensi Bab 4 • 75
Proyek Semester 1 • 77
Evaluasi Kompetensi Biologi Semester 1 • 78

Bab 5

Keanekaragaman Hayati • 81

- A. Pengertian Keanekaragaman Hayati • 82
 - B. Keanekaragaman Hayati di Indonesia • 85
 - C. Usaha Pelestarian Keanekaragaman Hayati • 96
 - D. Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati • 98
- Rangkuman • 99
Peta Konsep • 100
Refleksi • 100
Evaluasi Kompetensi Bab 5 • 101

Bab 6

Regnum Plantae • 103

- A. Ciri dan Struktur Regnum Plantae • 104
 - B. Klasifikasi Regnum Plantae • 105
 - C. Peran Regnum Plantae bagi Kehidupan • 117
- Rangkuman • 118
Peta Konsep • 119
Refleksi • 119
Evaluasi Kompetensi Bab 6 • 120

Bab 7

Kingdom Animalia • 123

- A. Ciri dan Struktur Kingdom Animalia • 124
 - B. Klasifikasi Kingdom Animalia • 126
 - C. Peranan Kingdom Animalia bagi Kehidupan • 144
- Rangkuman • 146
Peta Konsep • 147
Refleksi • 147
Evaluasi Kompetensi Bab 7 • 148

Bab 8

Ekosistem • 151

- A. Komponen Ekosistem • 152
 - B. Tipe-Tipe Ekosistem • 155
 - C. Suksesi • 158
 - D. Peran Komponen Ekosistem • 160
 - E. Pemanfaatan Komponen Ekosistem bagi Kehidupan • 165
- Rangkuman • 167
Peta Konsep • 167
Refleksi • 167
Evaluasi Kompetensi Bab 8 • 168

Bab 9

Limbah dan Pencemaran • 171

- A. Dampak Kegiatan Manusia • 172
 - B. Limbah • 173
 - C. Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah • 175
 - D. Pencemaran • 176
 - E. Penanganan Masalah Pencemaran Lingkungan • 181
- Rangkuman • 183
Peta Konsep • 183
Refleksi • 183
Evaluasi Kompetensi Bab 9 • 184

Apendiks 1 • 193
Apendiks 2 • 199
Apendiks 3 • 201
Apendiks 4 • 202
Senarai • 203
Indeks • 206
Daftar Pustaka • 209

Bab 1



Sumber: Encarta Reference Library, 2005

Hewan, tumbuhan, dan lingkungannya merupakan objek yang dipelajari dalam Biologi.

Hakikat Biologi

Hasil yang harus Anda capai:

memahami hakikat Biologi sebagai ilmu.

Setelah mempelajari bab ini, Anda harus mampu:

- mengidentifikasi ruang lingkup Biologi;
- mendeskripsikan objek dan permasalahan Biologi pada berbagai tingkat organisasi kehidupan (molekul, sel, jaringan, organ, individu, populasi, ekosistem, dan bioma).

Perhatikanlah lingkungan di sekitar Anda. Pernahkah Anda sadari sebenarnya kita tidak sendiri? Di sekitar tempat kita terdapat berbagai jenis tumbuhan dan hewan. Di sekitar kita pun terdapat mikroorganisme yang tak tampak oleh mata telanjang, seperti virus dan bakteri. Semua makhluk hidup yang ada di muka bumi ini saling terkait satu sama lain. Begitu banyak dan kompleksnya kehidupan makhluk hidup, maka perlu suatu ilmu tertentu untuk mempelajarinya. Bidang ilmu tersebut adalah Biologi.

Apakah yang dimaksud dengan Biologi? Apakah objek yang dipelajarinya dalam Biologi? Apa sajakah cabang-cabang Biologi itu? Apakah peranan Biologi dalam kehidupan ini?

Semua pertanyaan tersebut dapat Anda temukan jawabannya setelah Anda mempelajari bab Hakikat Biologi secara keseluruhan. Oleh karena itu, pelajaryliah bab ini dengan baik dan saksama.

- A. Pengertian Biologi**
- B. Objek Biologi**
- C. Cabang-Cabang Biologi**
- D. Peran Biologi dalam Kehidupan**

Tes Kompetensi Awal

1. Apakah yang Anda ketahui mengenai Biologi?
2. Sebutkan oleh Anda, cabang Biologi yang Anda ketahui.
3. Menurut Anda, apakah peranan Biologi bagi kehidupan ini?

A. Pengertian Biologi

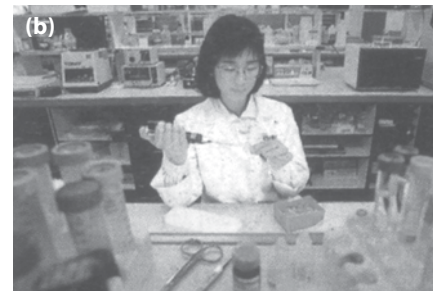
Apakah Anda mengetahui pengertian atau definisi dari Biologi? Istilah Biologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu “*bios*” yang berarti hidup dan “*logos*” yang berarti ilmu (Brum, *et al.*, 1994: 6). Jadi, Biologi adalah ilmu tentang kehidupan.

Kajian Biologi sangatlah luas. Biologi berbicara tentang semua makhluk hidup yang ada di muka bumi ini. Biologi pun mengungkap keterkaitan di antara berbagai makhluk hidup. Biologi mengungkap keterkaitan antara makhluk hidup, makhluk tak hidup, dan benda mati. Apakah terdapat keterkaitan antara makhluk hidup dan makhluk tak hidup?

Biologi tidak hanya membicarakan kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan saja. Biologi mengungkap kehidupan di samudera yang dalam dan luas. Biologi menyibak kehidupan hutan belantara. Biologi juga menjadi media untuk menyejahterakan kehidupan manusia melalui penemuan bibit unggul, penemuan obat-obatan, serta pemenuhan kebutuhan sandang, pangan, dan papan.

Kata Kunci

- Biologi
- Hidup
- Tentatif



Gambar 1.1

Pengamatan dalam Biologi dapat dilakukan di laut, laboratorium, atau lingkungan sekitar.

Sumber: *Biology for You*, 2002

Sesuai dengan sifat ilmu sains lainnya, Biologi memiliki ciri **tentatif**. Artinya, Biologi akan terus berubah sesuai dengan perkembangan waktu. Contohnya, dalam penemuan virus mosaik. Awalnya para ilmuwan Biologi menyimpulkan bahwa penyebab penyakit mosaik pada daun tembakau adalah bakteri yang berukuran sangat kecil. Akan tetapi, seiring kemajuan teknologi dan perkembangan waktu, ternyata penyebab dari penyakit mosaik pada daun tembakau tersebut adalah virus.

Perubahan yang terjadi pada Biologi tersebut dipengaruhi oleh penemuan baru, perkembangan ilmu lain yang terkait, atau perkembangan teknologi. Misalnya, penemuan mikroskop elektron telah memungkinkan dilakukannya pengamatan terhadap objek biologi yang tidak teramati oleh mikroskop cahaya.

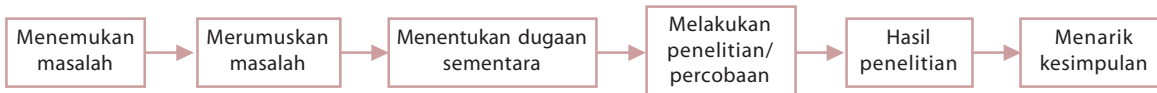
Ciri lain Biologi adalah berlaku universal. Pengetahuan atau teori yang diungkapkan dalam Biologi berlaku untuk seluruh dunia. Contohnya, pengetahuan tentang bakteri berlaku umum untuk semua bakteri yang ada di dunia. Pengetahuan tentang DNA dipelajari sama di seluruh dunia. Dapatkah Anda memberikan contoh yang lainnya?

Biologi mampu memecahkan suatu permasalahan secara ilmiah. Dalam sejarah kehidupan manusia, banyak sekali permasalahan kemanusiaan yang diselesaikan dengan landasan Biologi. Misalnya, bagaimana meningkatkan hasil pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia. Untuk menjawab permasalahan tersebut, melalui Biologi, ditemukan bibit unggul atau pupuk yang akan memberikan hasil maksimal.

Contoh lainnya, akhir-akhir ini sedang marak suatu penyakit, yaitu flu burung. Awalnya, penyebab penyakit ini tidak diketahui. Biologi yang merupakan ilmu mengenai kehidupan ini, menjadi salah satu ilmu terdepan dalam memecahkan permasalahan tersebut. Akhirnya, penyakit tersebut dapat diketahui penyebabnya, yaitu virus H5N1. Apakah Anda dapat memberikan contoh lainnya?

Dari uraian tersebut, kita dapat sedikit menyimpulkan bahwa melalui Biologi kita dapat memecahkan suatu permasalahan yang menyangkut berbagai aspek kehidupan. Contohnya, permasalahan pada aspek kesehatan, pertanian, peternakan, dan lingkungan.

Dalam pemecahan suatu masalah, Biologi memiliki cara kerja yang tersusun secara sistematis berdasarkan bukti. Pemecahannya tersebut dinamakan juga **metode ilmiah**. Di dalam metode ilmiah segala permasalahan dipecahkan secara sistematis. Para ilmuwan Biologi, menggunakan metode ilmiah untuk melakukan observasi suatu hipotesis (dugaan sementara) dalam usahanya menjelaskan suatu fenomena alam berdasarkan bukti di lapangan. Agar Anda lebih mengerti mengenai langkah-langkah dalam metode ilmiah, perhatikan bagan berikut.



Dapatkah Anda menjelaskan skema tersebut berdasarkan pemahaman Anda?

Tes Kompetensi Subbab A

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Apakah yang dimaksud dengan Biologi?
2. Sebutkan langkah-langkah metode ilmiah dalam Biologi untuk memecahkan suatu masalah.
3. Apakah ciri-ciri Biologi? Jelaskan.

Kata Kunci

- Hipotesis
- Metode ilmiah
- Sistematis
- Universal

Logika Biologi

Dapatkah Anda menjelaskan keterkaitan antara Biologi dan Matematika? Berikanlah contohnya.

Kata Kunci

- Abiotik
- Biotik
- Ekologi
- Kingdom

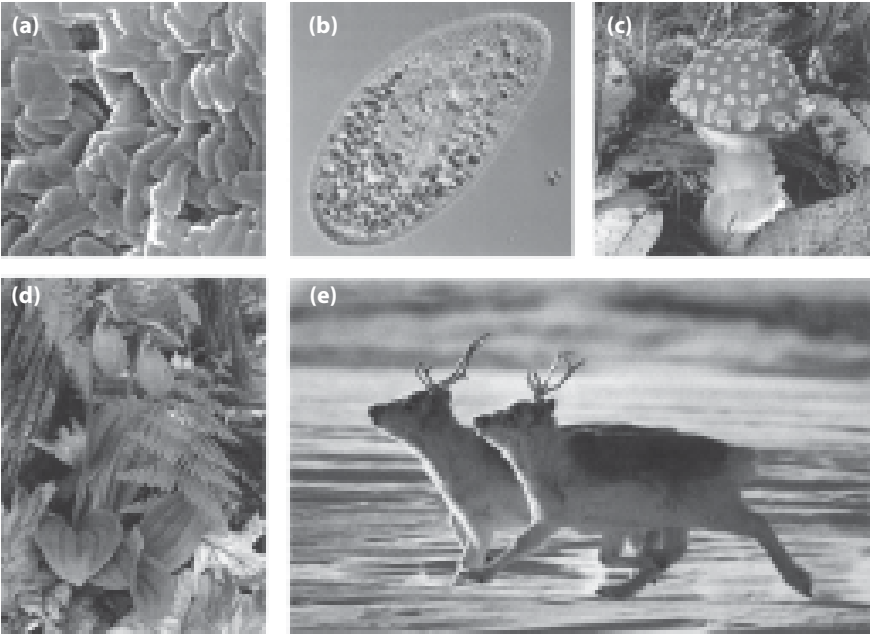
B. Objek Biologi

Apakah Anda mengetahui objek yang dipelajari dalam Biologi? Objek yang dipelajari dalam Biologi mencakup seluruh organisme hidup (**komponen biotik**) beserta lingkungannya (**komponen abiotik**).

Komponen biotik merupakan unsur yang meliputi semua makhluk hidup. Adapun komponen abiotik adalah seluruh unsur makhluk tak hidup. Organisme hidup sebagai komponen biotik dan lingkungannya sebagai komponen abiotik, dipelajari dalam Biologi baik secara terpisah maupun dalam satu kesatuan. Kedua komponen tersebut terdiri atas objek yang berbeda-beda.

Komponen biotik yang dipelajari sebagai objek Biologi mencakup seluruh organisme hidup, yang terdiri atas lima kingdom. Lima kingdom tersebut adalah Monera, Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia. Setiap kingdom ini memiliki ciri khas masing-masing yang berbeda. Hal tersebut menjadi objek yang sangat menarik untuk dipelajari sebagai bahan kajian di dalam mempelajari Biologi. Bagaimana dengan Virus?

Virus adalah makhluk dengan ciri yang khas. Ia memiliki ciri-ciri seperti makhluk hidup, namun juga memiliki ciri-ciri sebagai benda mati. Menurut Anda, bagaimana? Untuk menjawab hal tersebut, Anda dapat mempelajari Bab 2 pada buku ini. Meskipun begitu, virus tetap dipelajari dalam Biologi. Ada cabang Biologi tersendiri yang mempelajari tentang virus, yaitu Virologi.



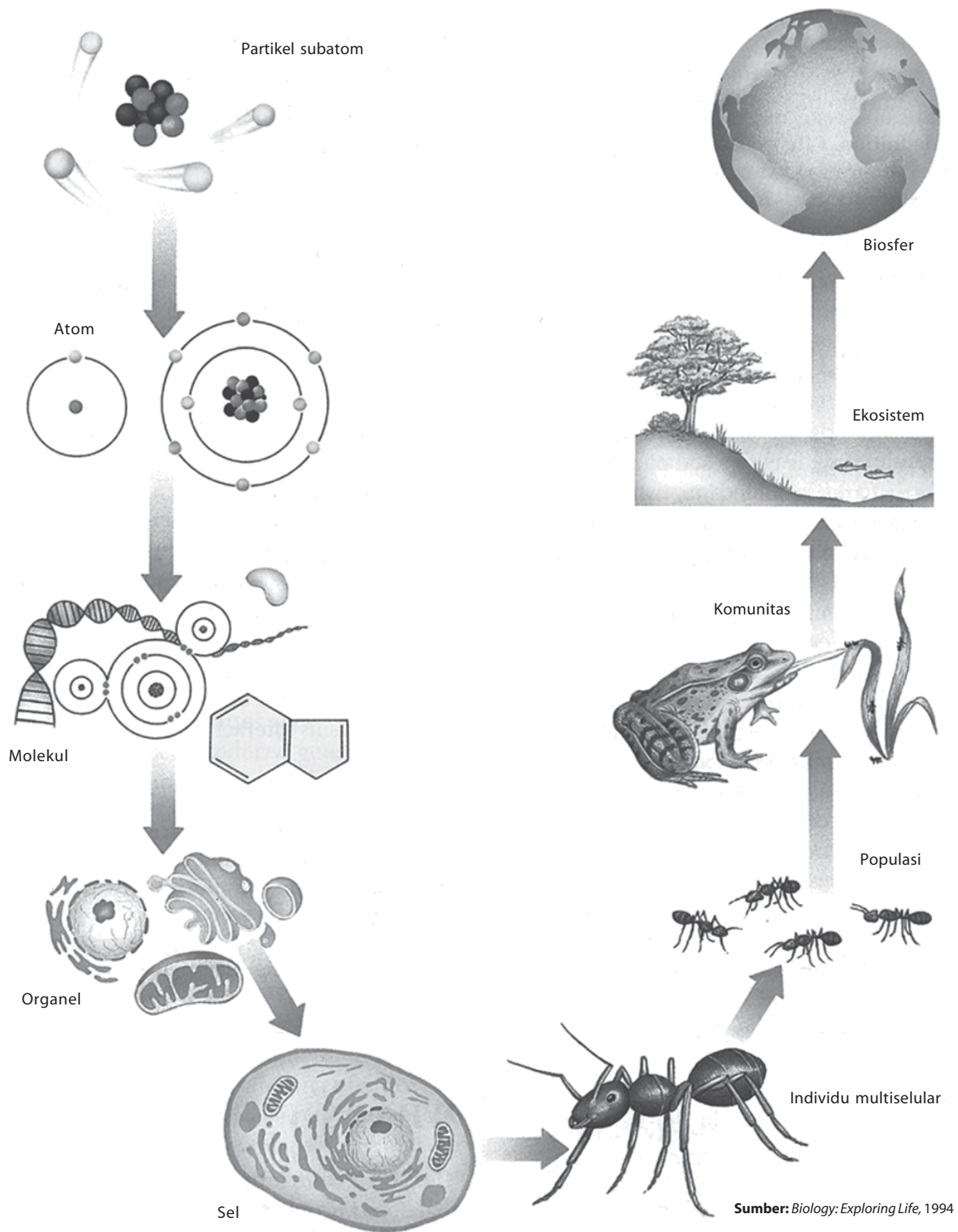
Gambar 1.2
Contoh spesies organisme hidup yang menjadi objek Biologi, yaitu (a) bakteri (kingdom Monera), (b) *Paramecium* (kingdom Protista), (c) jamur (kingdom Fungi), (d) tumbuhan (kingdom Plantae), dan (e) hewan (kingdom Animalia).

Sumber: *Biology: Exploring Life*, 1994

Komponen abiotik yang juga sebagai objek Biologi, di antaranya adalah suhu, pH, cahaya matahari, kadar oksigen, tekanan osmotik, dan kelembaban. Komponen-komponen abiotik ini mampu memengaruhi komponen biotik, begitu juga sebaliknya. Cabang Biologi yang khusus mempelajari interaksi antara biotik dan abiotik adalah Ekologi.

Organisme hidup sebagai objek Biologi, dipelajari dalam berbagai tingkatan organisasi. Dari yang tingkatan terkecil hingga tingkatan yang paling besar. Tingkatan yang paling kecil dimulai dari molekul, sel,

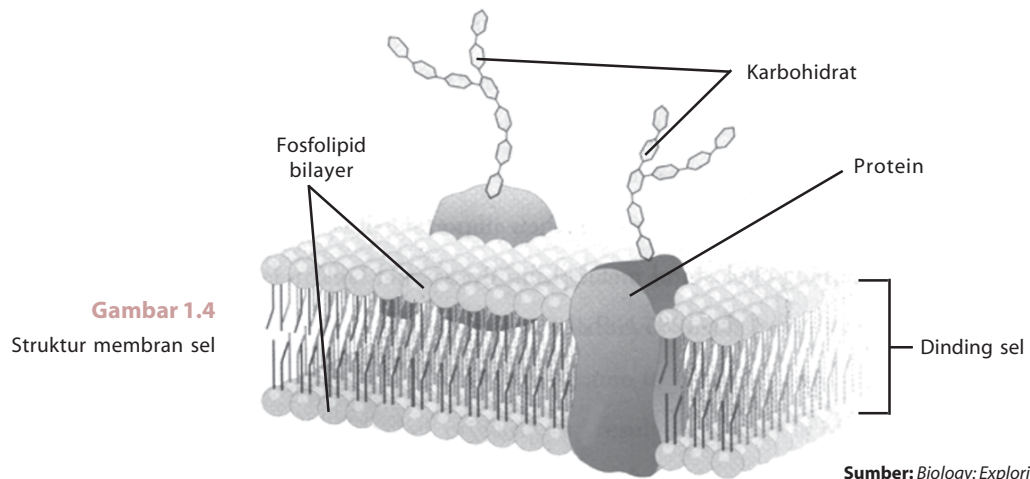
jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, komunitas, ekosistem, bioma, dan terakhir yang paling besar tingkat bioma (Brum, *et al.*, 1994: 12). Perhatikan **Gambar 1.3** berikut.



Gambar 1.3
Tingkat organisasi kehidupan

Dari gambar tersebut, tampak bahwa penyusun paling mendasar dari kehidupan adalah partikel subatom yang meliputi proton, neutron, dan elektron. Partikel-partikel subatom ini akan membentuk atom. Kajian lebih mendalam tentang partikel subatom dan atom dipelajari dalam Kimia.

Biologi mempelajari objek kehidupan mulai dari tingkatan **molekul**. Molekul merupakan kumpulan atom yang bergabung karena adanya ikatan kimia. Organisasi tingkal molekul ini contohnya dapat kita lihat pada membran sel. Membran sel tersusun atas molekul karbohidrat, protein, dan fosfolipid. Perhatikan **Gambar 1.4**.

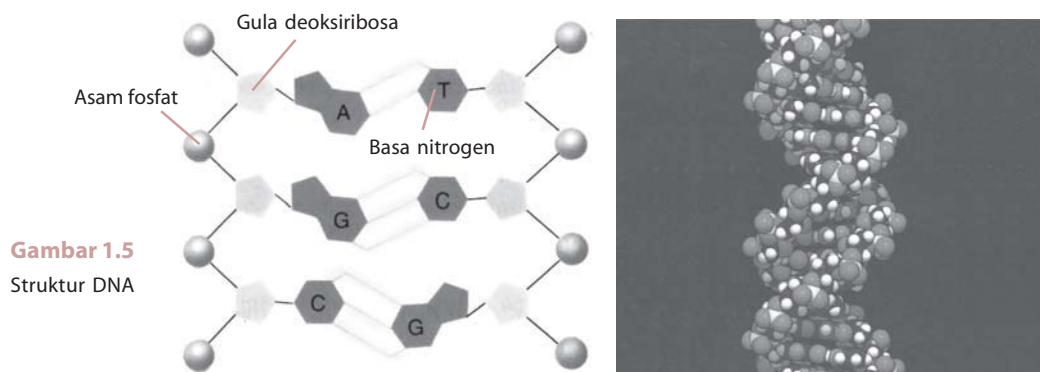


Gambar 1.4
Struktur membran sel

Sumber: *Biology: Exploring Life*, 1994

Membran sel berfungsi mengatur keluar masuknya zat dari sel. Biologi mengungkap apa dan bagaimana membran sel ini. Pada akhirnya, kita sekarang mengetahui bagaimana transportasi zat terjadi di membran sel. Kita pun mengetahui bagaimana membran sel terbentuk. Apakah ada manfaatnya mengetahui struktur membran sel?

Contoh lain organisasi kehidupan tingkat molekul adalah DNA. DNA (*Deoxyribonucleic Acid*) merupakan materi genetik yang terdapat di dalam sel. Molekul DNA bagi suatu organisme merupakan “*blue print*” atau cetakan utama yang akan menentukan karakter, sifat, serta struktur, khususnya membawa kode-kode genetik dari orangtua untuk diteruskan kepada keturunannya. DNA tersusun atas gula deoksiribosa, asam fosfat, dan basa nitrogen. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 1.5
Struktur DNA

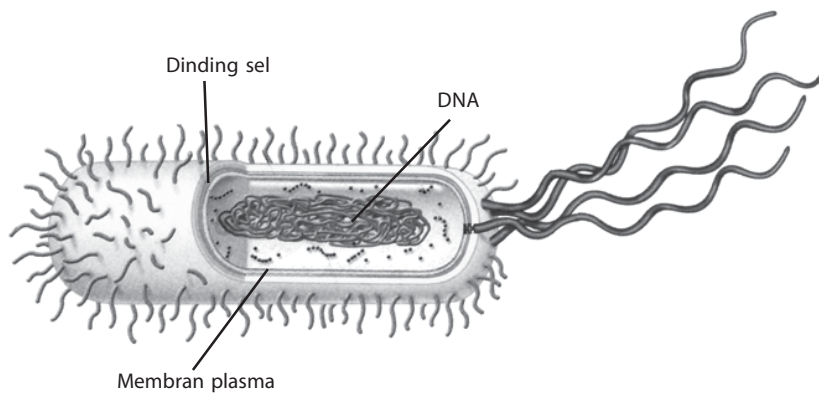
Sumber: *Biology: Exploring Life*, 1994

Terungkapnya struktur DNA telah memberikan perubahan besar dalam bidang Bioteknologi yang meliputi kedokteran, pertanian, peternakan, dan lain sebagainya. Sekarang ini, DNA menjadi salah satu

kunci keberhasilan dalam memecahkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan Biologi.

Organisasi kehidupan lainnya yang dipelajari sebagai objek Biologi adalah sel. Sel merupakan unit struktural dan fungsional hidup terkecil. Sel terpisahkan dari lingkungan sekitarnya dengan dibatasi oleh suatu membran plasma. Di Biologi, sel dipelajari dalam Sitologi. Sitologi mempelajari sel lebih dalam mengenai struktur dan fungsinya.

Sel merupakan organisasi kehidupan terkecil yang lengkap. Maksudnya, dalam satu sel sudah tampak atau mewakili kehidupan pada organisasi kehidupan yang lebih tinggi. Sel sudah dapat berkembang biak, memperoleh nutrisi, menghasilkan energi, atau fungsi kehidupan yang lainnya. Oleh karena itu, tidak aneh jika terdapat makhluk hidup yang hanya terdiri atas satu sel (uniseluler), dan bisa hidup mandiri. Misalnya, *Euglena* dan bakteri (**Gambar 1.6**).



Sumber: *Biology Concepts & Connections*, 2006



Fakta Biologi

Pada organisme dewasa, jumlah sel dalam suatu organ atau jaringan harus bersifat konstan pada kisaran tertentu. Sel darah dan kulit, misalnya, selalu diperbaharui dengan pembelahan diri sel-selnya, tetapi pembelahan tersebut harus dikompensasikan dengan kematian sel yang tua.

Diperkirakan 50–70 milyar sel mati tiap harinya pada manusia dewasa. Dalam satu tahun, jumlah pembelahan sel dan kematian yang terjadi pada tubuh seseorang mencapai kurang lebih sama dengan berat badan orang tersebut.

Sumber: *The Human Body*, 2006

Gambar 1.6

Bakteri merupakan organisme uniselular.

Biologi mengungkap struktur dan fungsi berbagai jenis sel. Biologi pun mengungkap proses-proses yang terlibat di dalamnya. Pengetahuan akan sel menjadi dasar bagi pengetahuan Biologi lainnya.

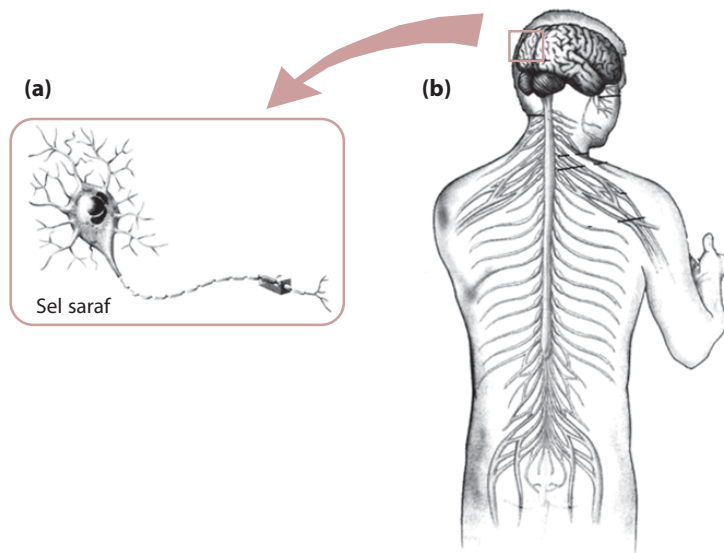
Tingkatan lainnya yang dipelajari adalah jaringan. Dalam Biologi, jaringan dipelajari untuk mengetahui fungsi serta penyusunnya. Jaringan sebagai objek Biologi dipelajari dalam fisiologi hewan ataupun fisiologi tumbuhan. Jaringan merupakan kumpulan sel-sel yang sama dan memiliki tugas biologis tertentu, contohnya jaringan saraf. Pada organisme hidup manusia, sel saraf ini berjumlah jutaan. Jaringan saraf yang tersusun atas sel-sel saraf bertugas menghantarkan informasi dari otak ke seluruh jaringan lainnya. Apakah tumbuhan memiliki jaringan?

Tingkatan selanjutnya, adalah organ. Dalam Biologi, tingkatan ini dipelajari untuk mengetahui fungsi, struktur, dan cara kerjanya dalam kehidupan. Contohnya pada manusia, yaitu organ otak. Otak tersusun dari beberapa jaringan yang secara bersamaan melakukan fungsi tertentu.

Kumpulan organ-organ yang melakukan fungsi dan tugas saling berkaitan akan membentuk sistem organ. Contoh sistem organ adalah sistem saraf. Dapatkah Anda menyebutkan organ-organ apa sajakah yang membentuk sistem saraf?

Kata Kunci

- Sel
- Organ
- Otak
- Sistem organ
- Sistem saraf



Gambar 1.7

- (a) Sel saraf akan membentuk jaringan saraf. Jaringan saraf tersebut akan membentuk
- (b) organ otak yang akhirnya membentuk sistem saraf

Sumber: *Biology Concepts & Connections*, 2006

Kata Kunci

- Populasi
- Komunitas
- Ekosistem

Berbagai sistem organ yang bekerja bersamaan serta melakukan suatu kegiatan hidup akan membentuk suatu **individu**. Dalam tingkatan organisasi ini, hal yang dipelajari biasanya mengenai perkembangan individu sendiri dan hubungannya dengan lingkungan sekitar.

Individu yang sama akan membentuk kelompok. Kelompok individu ini dinamakan **populasi**. Contohnya populasi burung (**Gambar 1.8**).



Gambar 1.8
Populasi burung

Sumber: *Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran*, 1995

Di suatu tempat tidak selalu dibentuk oleh satu populasi saja. Di alam yang sebenarnya, suatu tempat akan dihuni oleh beberapa populasi organisme yang berbeda-beda. Populasi-populasi dari berbagai jenis tersebut akan saling berinteraksi atau berhubungan di dalam suatu lingkungan atau tempat hidupnya. Hal yang demikian disebut **komunitas**. Pada tingkatan ini, dipelajari mengenai interaksi antarpopulasi dan hubungan populasi dengan lingkungannya.

Komunitas yang terdiri atas populasi-populasi organisme hidup, akan berinteraksi dengan komponen lingkungannya atau komponen abiotik. Interaksi antara komponen biotik dan abiotik yang berada di dalam suatu wilayah disebut **ekosistem**. Pada tingkatan ekosistem, banyak hal yang dapat dipelajari, seperti hubungan timbal balik antarkomponen biotik, hubungan timbal balik antarkomponen abiotik, serta hubungan timbal balik antara komponen biotik dan abiotik. Kajian mendalam tentang ekosistem terdapat di **Ekologi**.

Tingkatan yang lebih besar sebagai objek Biologi yang dipelajari adalah **bioma**. Bioma merupakan daerah daratan yang cukup luas di bumi bercirikan satu jenis tumbuhan yang dominan. Contohnya bioma gurun, bioma padang rumput, bioma hutan hujan tropis, bioma tundra, dan bioma taiga. Adapun tingkatan objek Biologi yang paling besar yang dipelajari adalah **biosfer**. Apakah yang dimaksud dengan biosfer?

Objek Biologi dalam setiap tingkatannya saling berhubungan dengan tingkatan lainnya. Misalnya pada bioma hutan hujan tropis (**Gambar 1.9**). Dalam bioma tersebut terdapat populasi, komunitas, dan ekosistem.



Sumber: www.kingsnake.com



Sekilas Biologi

Dengan berkembangnya Biologi, khususnya Virologi, diketahui bahwa Demam Berdarah Dengue (DBD) disebabkan oleh empat tipe virus dengue yang disebut Den-1, Den-2, Den-3, dan Den-4. Virus ini disebarkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. US Army Medical Entomology and Virology Department juga mengemukakan bahwa pada suhu 20°C-30°C angka penderita DBD meningkat 25%-50%. Divisi Biometric Walter Reed Army Institute, AS juga mengungkapkan adanya hubungan linier antara suhu dengan DBD.

Sumber: *Kompas*, 28 Februari 2004

Gambar 1.9

Bioma hutan hujan tropis ini, di dalamnya terdapat individu, populasi, komunitas, dan ekosistem.

Tes Kompetensi Subbab B

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Terbagi menjadi berapakah organisme hidup sebagai objek yang dipelajari dalam Biologi?
2. Sebutkan tingkatan organisasi makhluk hidup yang dipelajari dalam Biologi.

C. Cabang-Cabang Biologi

Biologi merupakan ilmu mengenai kehidupan. Di dalamnya dipelajari berbagai aspek kehidupan dari semua makhluk hidup yang terdiri atas lima kingdom. Seiring perkembangan waktu, Biologi pun mesti mengikuti perkembangan zaman. Berbagai masalah baru muncul serta memerlukan pemecahan yang sesuai dengan perkembangan zaman. Biologi pun sebagai salah satu ilmu sains yang ikut berperan dalam memecahkan permasalahan tersebut berkembang, dengan terspesialisasi menjadi cabang-cabang Biologi yang lebih lengkap. Cabang-cabang ini memiliki kajian yang khusus disesuaikan dengan permasalahan yang dibahas.

Cabang-cabang Biologi tersebut, di antaranya sebagai berikut.

1. Mikrobiologi : ilmu tentang organisme berukuran renik (mikroskopik).
2. Botani : ilmu tentang tumbuhan.
3. Zoologi : ilmu tentang hewan.
4. Sitologi : ilmu tentang sel.
5. Fisiologi : ilmu tentang proses serta fungsi organ tubuh.

Logika Biologi

Pada suatu daerah, tanaman perkebunannya terserang hama kutu loncat. Cabang-cabang Biologi apa saja yang terkait untuk menanggulangi masalah tersebut?

6. Evolusi : ilmu yang mengkaji mengenai asal-usul kehidupan dan perubahan suatu organisme dari waktu ke waktu.
7. Morfologi : ilmu tentang struktur atau bentuk luar suatu organisme.
8. Ornitologi : ilmu tentang burung.
9. Virologi : ilmu tentang virus.
10. Bakteriologi : ilmu tentang bakteri.

Tugas Anda 1.1

Buatlah beberapa kelompok di kelas Anda. Kemudian, buatlah sebuah makalah atau laporan mengenai cabang-cabang Biologi beserta kajiannya. Carilah sebanyak mungkin cabang Biologi. Carilah literatur di internet, buku-buku, serta media lainnya.

Tes Kompetensi Subbab C

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Mengapa Biologi berkembang menjadi cabang-cabang yang spesifik?
2. Sebutkan dan jelaskan contoh cabang-cabang Biologi yang membahas mengenai kelompok besar organisme.



Sekilas Biologi

Sir Alexander Fleming
(1881-1955)



Sir Alexander Fleming adalah seorang ahli bakteri dari Inggris. Beliau menemukan antibiotika pertama berupa penisilin pada tahun 1929. Penisilin ini sangat berguna bagi dunia kedokteran. Atas jasanya tersebut, beliau mendapatkan hadiah Nobel di bidang kedokteran pada tahun 1945.

Sumber: www.uk.schulke-mayr.com

D. Peran Biologi dalam Kehidupan

Biologi telah memberikan kontribusi yang nyata bagi kehidupan manusia. Berbagai penemuan dalam bidang Biologi telah berperan dalam menyejahterakan manusia. Berikut dijelaskan peran Biologi dalam berbagai bidang kehidupan.

Dalam bidang pertanian, kini telah banyak ditemukan bibit unggul seperti padi yang dapat dipanen beberapa kali dalam setahun. Bibit unggul ini ditemukan melalui metode kawin silang ataupun beberapa teknik yang didasari oleh Biologi. Berbagai jenis pupuk juga sudah banyak tersedia. Berbagai jenis pupuk tersebut dapat meningkatkan hasil pertanian.

Dalam bidang kesehatan, telah banyak ditemukan berbagai jenis antibiotik. Seorang ilmuwan bernama **Sir Alexander Fleming** berhasil menemukan antibiotik pertama, yaitu penisilin. Antibiotik ini mampu mencegah infeksi yang terjadi pada luka. Sekarang ini, sudah banyak jenis antibiotik lainnya. Selain antibiotik, dalam bidang kesehatan juga telah banyak ditemukan berbagai jenis obat. Biologi juga telah mengungkap berbagai penyakit yang terjadi di masyarakat.

Dalam bidang peternakan, telah banyak ditemukan hewan ternak bibit unggul. Berbagai cara untuk meningkatkan kualitas hewan ternak juga sudah banyak ditemukan, seperti peningkatan kualitas pakan ternak.

Dalam bidang lingkungan, telah banyak usaha yang didasari Biologi untuk memecahkan permasalahan. Contohnya, masalah sampah, pencemaran, kerusakan lahan, atau kebakaran hutan. Dapatkah Anda menyebutkan manfaat lain dari Biologi?

Apakah Biologi selalu memiliki peran yang menguntungkan saja dalam kehidupan ini? Hal tersebut semuanya bergantung pada diri kita masing-masing. Manusia adalah makhluk yang dominan di bumi ini.

Manusia memiliki akal dan pikiran untuk mengendalikan segala sesuatu di bumi ini. Salah satu contohnya adalah pengetahuan tentang Biologi.

Apabila seorang manusia memiliki pengetahuan yang cukup mengenai Biologi dan memiliki kesadaran untuk saling tolong-menolong serta memelihara bumi ini, manusia pasti akan memanfaatkan pengetahuan Biologi tersebut untuk kepentingan bersama yang positif. Sebaliknya, apabila manusia tidak memiliki kesadaran terhadap perannya di bumi ini, pengetahuan Biologi yang dimilikinya tentu dapat disalahgunakan ke dalam tindakan kurang bertanggung jawab. Contohnya, pembuatan senjata biologis yang sangat mematikan seperti anthrax (*Bacillus anthracis*). Senjata ini mampu membunuh manusia dengan jumlah banyak dan cepat.

Dari uraian tersebut kita dapat menyimpulkan bahwa peranan Biologi dalam kehidupan ini bergantung kepada manusia yang memiliki pengetahuan Biologi tersebut. Apakah peran itu positif atau negatif, semuanya bergantung pada manusianya.

Tugas Anda 1.2

Buatlah sebuah makalah mengenai peranan Biologi di dalam kehidupan pada berbagai bidang kehidupan manusia. Carilah sumber referensi di surat kabar, majalah ataupun media elektronik. Tugas dikumpulkan satu minggu setelah pembahasan materi bab ini.

Tes Kompetensi Subbab D

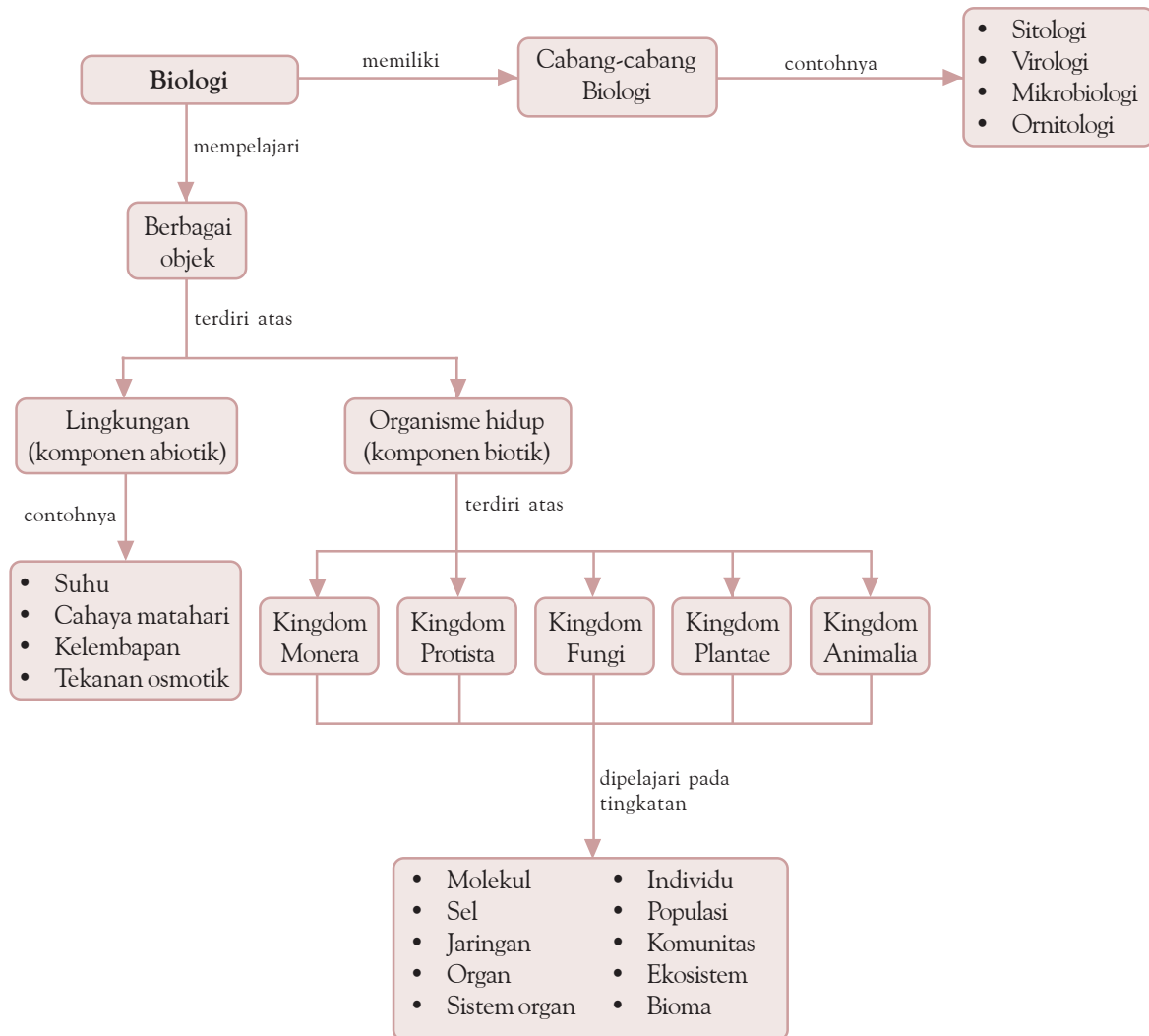
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Bagaimanakah peranan Biologi dalam kehidupan? Jelaskan oleh Anda.
2. Sebutkan contoh peranan Biologi yang positif bagi kehidupan ini.

Rangkuman

1. Biologi merupakan ilmu mengenai kehidupan. Di dalamnya dipelajari berbagai organisme baik manusia, hewan, dan tumbuhan serta organisme lainnya yang mencakup lima kingdom makhluk hidup.
2. Biologi adalah salah satu ilmu sains yang memecahkan suatu permasalahan melalui suatu metode ilmiah. Pemecahan tersebut didasarkan atas bukti-bukti yang ada.
3. Objek Biologi mencakup seluruh organisme hidup dan lingkungannya.
4. Tingkatan organisasi kehidupan yang dipelajari mulai dari yang paling kecil, yaitu molekul hingga yang terbesar, yaitu biosfer.
5. Seiring perkembangan waktu, permasalahan Biologi semakin bertambah sehingga Biologi pun berkembang menjadi cabang-cabang yang menyesuaikan dengan permasalahan yang ada.
6. Biologi memiliki peranan yang cukup penting bagi kehidupan. Peran tersebut dapat berpengaruh positif ataupun negatif, hal tersebut bergantung terhadap manusia yang memiliki pengetahuan mengenai Biologi.
7. Biologi memiliki peran positif bagi kehidupan manusia, contohnya di bidang kesehatan, pertanian, dan genetika.

Peta Konsep



Refleksi

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Hakikat Biologi** ini? Menarik, bukan? Banyak hal yang bisa Anda dapatkan. Misalnya, Anda dapat mengetahui cabang-cabang Biologi serta objek Biologi yang dipelajari, seperti manusia, hewan, tumbuhan, serta lingkungannya.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu mengidentifikasi ruang lingkup Biologi dan mendeskripsikan objek serta permasalahan Biologi pada berbagai tingkat organisasi kehidupan yang terdiri atas

molekul, sel, jaringan, organ, individu, populasi, ekosistem hingga bioma. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut?

Apabila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, diskusikanlah bersama teman-teman Anda, dan guru Anda untuk memecahkan permasalahan-permasalahan berkenaan dengan materi-materi Hakikat Biologi. Agar Anda mampu memahami lebih baik, pastikanlah Anda menguasai materi bab ini dengan belajar yang giat.



Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

- Berikut adalah cakupan objek yang dipelajari dalam Biologi, yaitu
 - manusia
 - hewan
 - tumbuhan
 - lingkungan
 - semuanya benar
- Biologi merupakan ilmu yang bersifat tentatif. Berikut ini yang *tidak* menerangkan sifat tersebut, yaitu
 - apa yang telah ditemukan dapat berubah
 - hasil penemuan akan berlangsung terus
 - seiring berjalannya waktu penemuan terus diperbarui
 - hasil suatu penemuan bersifat mutlak
 - hasil penemuan yang telah ada boleh jadi salah
- Ilmu sains contohnya Biologi berlaku menyeluruh atau disebut juga bersifat
 - universal
 - khusus
 - tentatif
 - mengikat
 - logis
- Berikut yang *bukan* merupakan faktor abiotik yang dipelajari dalam Biologi, adalah
 - suhu
 - cacing tanah
 - pH
 - air
 - cahaya
- Bakteri yang dipelajari dalam Biologi merupakan salah satu objek Biologi. Bakteri tersebut masuk ke dalam kelompok
 - kingdom Protista
 - regnum Plantae
 - kingdom Fungi
 - kingdom Animalia
 - kingdom Monera
- Paramecium* merupakan organisme hidup yang dipelajari dalam Biologi. Organisme tersebut dipelajari dalam tingkatan
 - sel
 - molekul
 - jaringan
 - organ
 - individu
- Kumpulan beberapa organ yang memiliki fungsi dan tugas saling berkaitan dinamakan
 - jaringan
 - individu
 - populasi
 - sistem organ
 - komunitas
- Dalam pemeriksaan dokter, seorang pasien didiagnosa menderita kelainan ginjal. Ginjal adalah objek Biologi yang dipelajari dalam tingkatan
 - sel
 - organ
 - jaringan
 - sistem organ
 - individu
- Berikut yang *bukan* termasuk lima kingdom yang dipelajari dalam Biologi, yaitu
 - Protista
 - Monera
 - virus
 - Animalia
 - Fungi
- Seekor lalat merupakan organisme tingkat
 - organ
 - populasi
 - komunitas
 - individu
 - jaringan
- Berikut ini adalah tingkatan organisasi kehidupan yang paling tinggi adalah
 - populasi
 - individu
 - sistem organ
 - komunitas
 - sel
- Ahmad sangat tertarik pada hewan. Setelah lulus sekolah ia berencana melanjutkan ke perguruan tinggi jurusan Biologi. Agar keinginan Ahmad untuk dapat mempelajari hewan tercapai, cabang Biologi yang harus ia ambil adalah
 - Sitologi
 - Virologi
 - Botani
 - Zoologi
 - Mikrobiologi
- Sekumpulan siswa sedang melakukan pengamatan burung. Cabang Biologi yang berperan adalah
 - Ornitologi
 - Bakteriologi
 - Zoologi
 - Virologi
 - Mikrobiologi
- Suatu desa terjangkit wabah muntaber. Cabang Biologi yang mempelajari penyebab penyakit ini adalah

- a. Parasitologi
 - b. Bakteriologi
 - c. Patologi
 - d. Zoologi
 - e. Virologi
15. Penamaan suatu bioma didasarkan atas
 - a. jenis hewan yang dominan
 - b. jumlah jenis hewan yang dominan
 - c. jenis tumbuhan yang dominan
 - d. interaksi antara komponen abiotik dan biotiknya
 - e. siklus energi yang terjadi di suatu ekosistem
 16. Penemuan penyebab suatu penyakit merupakan salah satu peran Biologi dalam bidang
 - a. kesehatan
 - b. Parasitologi
 - c. kedokteran
 - d. Genetika
 - e. Virologi
 17. Berikut yang *bukan* merupakan peran Biologi dalam bidang pertanian, yaitu
 - a. ditemukannya bibit yang unggul
 - b. mampu mengendalikan hama tanpa pestisida
 - c. ditemukan bibit tanaman yang mampu dipanen beberapa kali dalam setahun
 - d. ditemukan hama yang dapat berkembang biak cepat
 - e. ditemukan biopestisida yang aman bagi lingkungan
 18. Contoh dampak negatif dari Biologi dalam kehidupan ini adalah
 - a. ditemukannya teknik rekayasa genetik
 - b. mampu membuktikan garis keturunan melalui tes DNA
 - c. ditemukannya antibiotik untuk suatu penyakit
 - d. teknik cangkok untuk memperbaiki jaringan yang rusak
 - e. digunakannya senjata biologis sebagai pemusnah massal
 19. Hutan di Indonesia, merupakan salah satu bioma yang khas, yaitu bioma
 - a. tundra
 - b. hutan hujan tropis
 - c. padang rumput
 - d. gurun
 - e. taiga
 20. Pohon Kaktus adalah vegetasi khas yang membentuk bioma
 - a. tundra
 - b. hutan hujan tropis
 - c. padang rumput
 - d. gurun
 - e. taiga

B. Soal Uraian

1. Jelaskan oleh Anda definisi dari Biologi. Objek apa sajakah yang dipelajari di dalamnya?
2. Bagaimanakah cara seorang ilmuwan Biologi dalam memecahkan suatu permasalahan? Jelaskan.
3. Terdiri atas apa sajakah tingkatan organisasi kehidupan yang dipelajari dalam Biologi mulai dari yang terkecil hingga yang terbesar.
4. Sebutkan oleh Anda lima contoh cabang-cabang Biologi beserta kajiannya.
5. Bagaimanakah menurut Anda peranan Biologi dalam kehidupan ini?

C. Soal Tantangan

1. Akhir-akhir ini volume kendaraan, terutama sepeda motor, di setiap kota semakin meningkat. Kita dapat melihatnya ketika berada di perempatan jalan saat lampu merah. Pada saat itu, polusi udara di daerah tersebut yang ditimbulkan oleh asap kendaraan sangat tinggi. Tentunya, hal ini dapat membahayakan kesehatan pengendara motor tersebut dan masyarakat di sekitarnya.

Biologi sebagai ilmu yang berlaku universal dan mampu memecahkan permasalahan secara ilmiah, dituntut untuk berperan serta dalam menangani masalah ini. Berdasarkan hal tersebut, jawablah pertanyaan berikut ini.

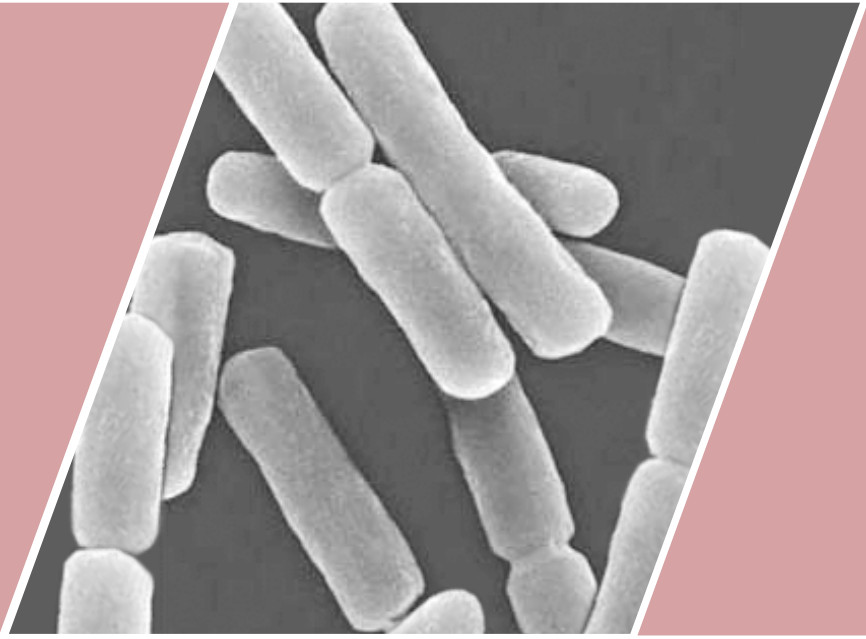
- a. Menurut Anda, apakah peranan Biologi dalam usaha menangani masalah tersebut?
 - b. Cabang Biologi apa saja dan ilmu apa saja yang terlibat dalam usaha penanganan masalah tersebut?
 - c. Penyakit apa yang dapat timbul dari permasalahan di atas?
2. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: *Biology: Exploring Life*, 1994

- a. Bioma apakah yang ada pada gambar?
- b. Ciri khas apakah yang tampak pada bioma tersebut?
- c. Menurut Anda, bagaimanakah keadaan hewan yang hidup di bioma tersebut? Mengapa dapat demikian? Jelaskan.

Bab 2



Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1991
Bacillus anthracis menyebabkan penyakit antraks pada hewan ternak.

Virus dan Kingdom Monera

Hasil yang harus Anda capai:

memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup.

Setelah mempelajari bab ini, Anda harus mampu:

- mendeskripsikan ciri-ciri, replikasi, dan peran virus dalam kehidupan;
- mendeskripsikan ciri-ciri Archaeobacteria dan Eubacteria dan peranannya bagi kehidupan.

Pernahkan Anda terserang influenza? Sangat mengganggu, bukan? Tahukah Anda penyebab dari influenza ini? Penyebab influenza adalah virus Orthomyxo. Di Bumi ini, kebanyakan virus menyebabkan berbagai penyakit. Selain virus, ada organisme lain yang juga menyebabkan berbagai penyakit, seperti tifus, kolera, dan tuberkulosis (TBC). Organisme tersebut adalah bakteri.

Apakah virus dan bakteri hanya memiliki peran yang merugikan bagi kehidupan manusia? Adakah manfaat yang menguntungkan dari virus dan bakteri ini? Apakah ciri-ciri dari virus dan bakteri?

Semua pertanyaan tersebut dapat Anda temukan jawabannya setelah Anda mempelajari semua materi yang terdapat pada bab ini. Oleh karena itu, pelajari Bab Virus dan Kingdom Monera ini secara saksama.

A. Virus

B. Kingdom Monera

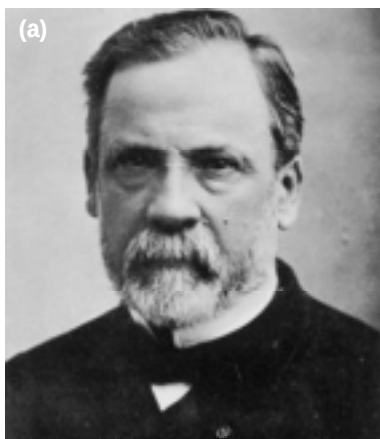
Tes Kompetensi Awal

1. Tuliskan beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus.
2. Tuliskan beberapa contoh jenis bakteri.
3. Menurut Anda, apakah virus dan bakteri bermanfaat bagi kehidupan?

A. Virus

Menurut Keeton (1986:1023), kata virus berasal dari bahasa Latin, yakni virion yang berarti racun. Virus ditemukan pada abad ke-19. Awalnya, Louis Pasteur (Gambar 2.1a) dan Robert Koch (Gambar 2.1b) mengisolasi beberapa patogen (penyebab penyakit) pada manusia dan hewan peliharaan. Akan tetapi, ketika dilakukan isolasi beberapa penyakit, salah satunya cacar air, tidak ditemukan mikroorganisme sebagai penyebabnya.

Kemudian, pada 1796 seorang ilmuwan yang bernama Edward Jenner (Gambar 2.1c) menemukan bahwa cacar air dapat menyerang orang sehat. Dia melakukan percobaan dengan mengambil nanah dari penderita cacar, kemudian, disentuhkan kepada orang sehat. Beberapa hari kemudian orang sehat tersebut menderita cacar air.



Sumber: www.wikipedia.org; www.amuseum.de; www.freemasomry.bcy.ca

Gambar 2.1

(a) Louis Pasteur, (b) Robert Koch, dan (c) Edward Jenner merupakan ilmuwan yang memberikan kontribusinya dalam penemuan virus.

Pada 1892, seorang ilmuwan Rusia yang bernama Dimitri Ivanovsky meneliti sejenis penyakit yang menyerang tanaman tembakau. Penyakit tersebut dinamakan penyakit mosaik (Tobacco mosaic). Penyakit tersebut menyerang daun sehingga daun tampak berbintik dan keriput. Ivanovsky mengekstrak daun yang terserang penyakit tersebut. Lalu, ekstrak tersebut disaring menggunakan saringan bakteri. Ivanovsky kemudian mengoleskan hasil saringan pada tanaman yang sehat. Tanaman sehat tersebut akhirnya terserang penyakit.

Dari percobaannya, Ivanovsky berkesimpulan dua hal. Pertama, penyakit yang menyerang tanaman disebabkan oleh zat kimia. Zat kimia tersebut dihasilkan oleh bakteri yang tidak tersaring oleh saringan bakteri. Kedua, penyakit tersebut disebabkan oleh bakteri patogen yang berukuran sangat kecil. Selama beberapa waktu, para ilmuwan masih beranggapan bahwa penyakit tersebut disebabkan oleh bakteri yang berukuran sangat kecil.

Pada 1935, akhirnya seorang ilmuwan yang bernama W.M. Stanley berhasil mengisolasi dan mengkristalkan virus penyakit mosaik pada tembakau (Tobacco mosaic virus). Stanley menyimpulkan bahwa virus dan

Kata Kunci

- Tobacco mosaic

bakteri itu berbeda. Hal tersebut didasarkan pada hasil dari percobaannya, yakni apabila kristal disuntikkan pada tanaman tembakau, virus yang dikristalkan tersebut menjadi aktif, kemudian memperbanyak diri dan menyerang tanaman tembakau. Hal tersebut menunjukkan bahwa virus bukanlah sebuah sel, melainkan suatu kesatuan kimia sederhana. Adapun bakteri adalah sebuah sel dan tidak dapat dikristalkan. Bagaimanakah ciri-ciri dan struktur virus? Agar Anda lebih mengerti, pelajari uraian berikut dengan baik.

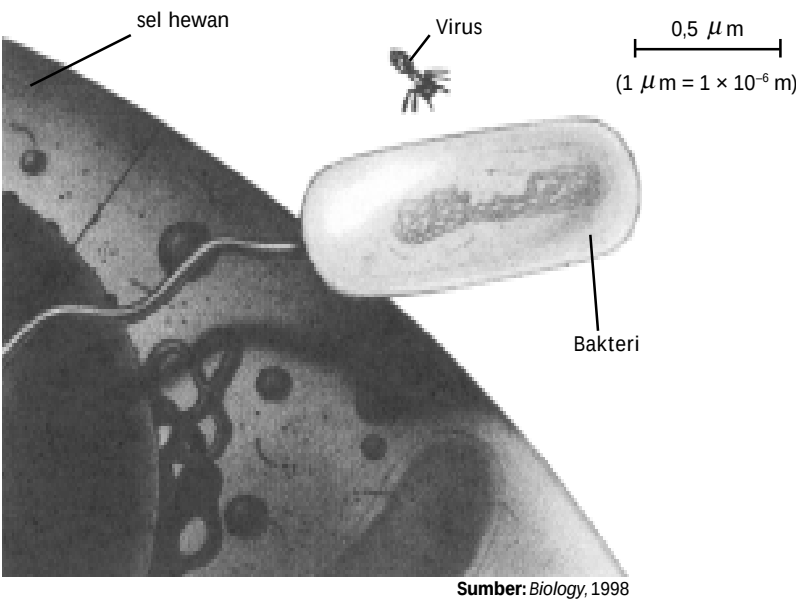
1. Ciri-Ciri dan Struktur Virus

Apakah virus merupakan makhluk hidup atau makhluk tidak hidup? Virus memiliki ciri-ciri seperti makhluk hidup karena dapat memperbanyak diri dan virus dikatakan makhluk tidak hidup karena tidak memiliki organel-organel seperti yang dimiliki oleh sel hidup. Berikut ini akan diuraikan mengenai ciri-ciri virus.

- Menurut Campbell (1998: 325), virus memiliki ciri-ciri, yaitu
- a. hanya dapat hidup dan memperbanyak diri di dalam sel hidup organisme lain;
 - b. untuk bereproduksi, virus hanya memerlukan asam nukleatnya saja;
 - c. virus dibentuk oleh sebuah partikel yang disebut virion yang mengandung DNA atau RNA saja;
 - d. dapat dikristalkan, tetapi virus tersebut masih memiliki daya patogen apabila diinfeksi ke organisme hidup;
 - e. bersifat aseluler (tidak memiliki sel) dan tidak memiliki organel-organel sel.

Kini Anda telah mengetahui ciri-ciri dari virus, bukan? Dapatkah Anda menjawab pertanyaan sebelumnya berdasarkan pemahaman materi Anda sendiri mengenai virus tersebut? Apakah virus merupakan makhluk hidup atau makhluk tidak hidup?

Menurut Brum, et al.(1994: 800), virus memiliki ukuran yang sangat kecil, bahkan lebih kecil daripada bakteri yang berukuran paling kecil. Ukuran virus berkisar antara 20 nm–300 nm ($1\text{ nm} = 1 \times 10^{-9}\text{ m}$). Perhatikan Gambar 2.2.



Sumber: *Biology*, 1998

Logika Biologi

Jika seorang pengidap HIV meninggal dunia, apakah virus HIV-nya juga mati?

Gambar 2.2

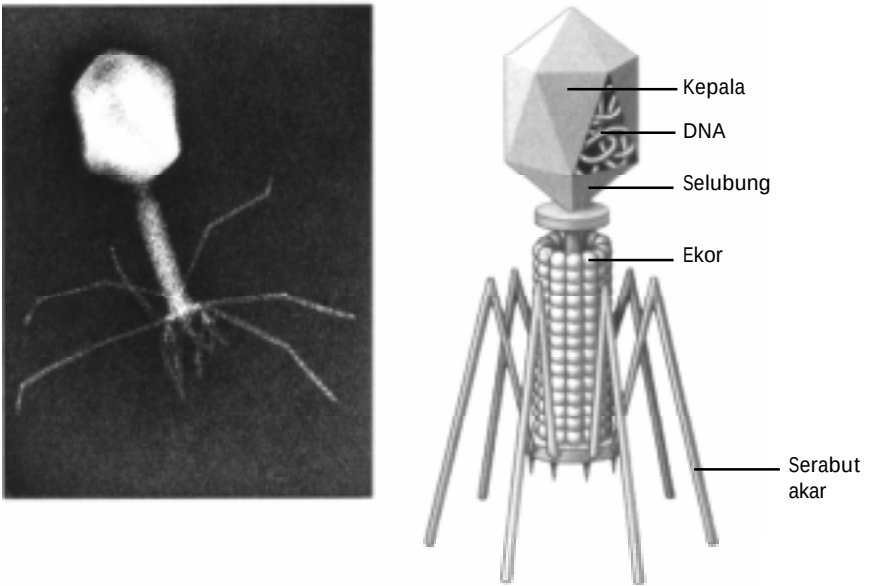
Ukuran virus sangat kecil, bahkan lebih kecil daripada sel hewan dan bakteri.

Kata Kunci

- Heliks
- Ikosahedron
- Kapsid
- Bakteriofage
- Bentuk heliks
- Bentuk bola
- Bentuk Polikedral
- Bentuk kompleks

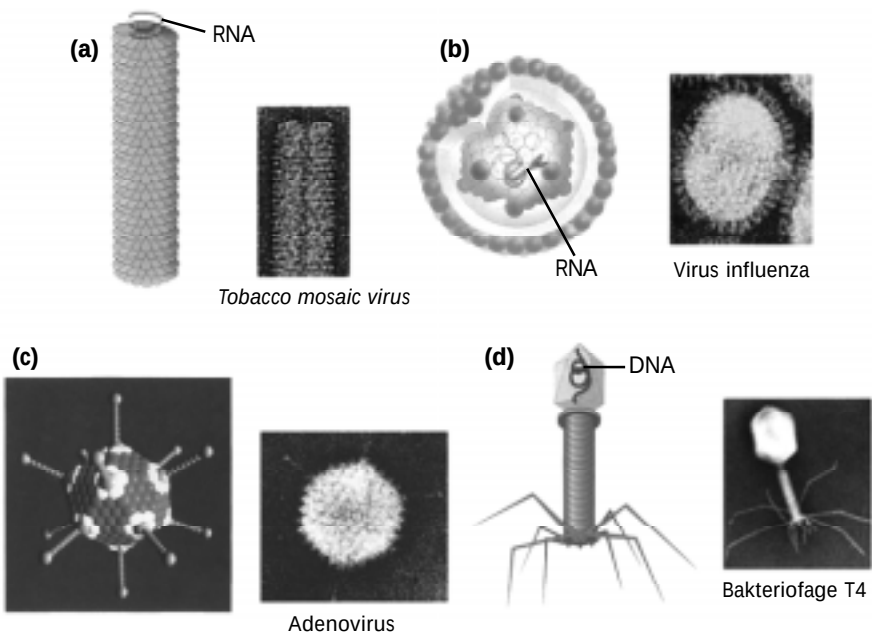
Virus tersusun atas asam nukleat, yakni asam deoksiribonukleat (DNA) saja atau asam ribonukleat (RNA) saja. Asam nukleat tersebut dibungkus oleh selaput protein yang disebut kapsid. Kapsid terdiri atas sejumlah subunit kapsomer yang tersusun atas asam nukleat berulir yang disebut heliks. Adapun asam nukleat yang bulat disebut ikosahedron.

Tubuh virus, seperti bakteriofage, terdiri atas kepala, selubung (kapsid), isi tubuh (virion), dan ekor. Kepala dan virion berisi asam nukleat berupa DNA atau RNA. Kapsid adalah selubung protein yang membungkus asam nukleat. Untuk lebih jelasnya, perhatikan tubuh virus bakteriofage pada Gambar 2.3 berikut.



Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Virus dapat dibedakan berdasarkan bentuk dasar tubuhnya. Virus memiliki empat bentuk dasar tubuh, yakni berbentuk heliks, berbentuk bola, berbentuk polihedral, dan berbentuk kompleks T4 (perhatikan Gambar 2.4).



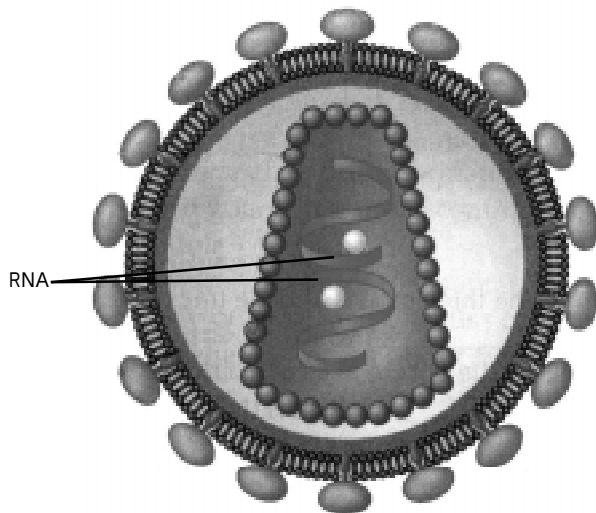
Sumber: *Biology: Exploring Life*, 1994; www.blogs.ipswitch.com

Gambar 2.3
Struktur tubuh virus bakteriofage terdiri atas kepala, selubung, isi tubuh (DNA), dan ekor.

Gambar 2.4
Empat bentuk dasar tubuh virus, meliputi (a) bentuk heliks, contohnya *Tobacco mosaic virus*; (b) bentuk bola, contohnya virus influenza; (c) bentuk polihedral, contohnya adenovirus; dan (d) bentuk kompleks, contohnya bakteriofage.

2. Pengelompokan Virus

Berdasarkan jenis asam nukleat yang dimilikinya, virus dibagi menjadi dua kelompok, yakni virus yang mengandung RNA dan virus yang mengandung DNA. Virus yang mengandung RNA disebut juga ribovirus (Gambar 2.5), contohnya adalah virus toga penyebab demam kuning; retrovirus penyebab AIDS; dan virus rhabdo penyebab rabies. Adapun contoh virus yang mengandung DNA (deoksiribovirus) adalah virus herpes penyebab herpes; virus POX penyebab cacar; dan virus mosaik penyebab bercak pada daun tembakau.



Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

3. Replikasi Virus

Seperti telah dibahas sebelumnya, virus memerlukan sel hidup untuk berkembang biak. Di dalam sel hidup tersebut, virus baru dapat memperbanyak diri. Sel hidup tersebut dapat berupa sel manusia, sel hewan, sel tumbuhan ataupun sel mikroorganisme.

Umumnya, virus menyerang dan berkembang pada sel hidup yang spesifik. Contohnya, virus bakteriofage hanya menyerang bakteri, virus rabies hanya menyerang mamalia, dan virus mosaik hanya menyerang tumbuhan tembakau. Selain itu, bahkan ada virus yang hanya menyerang sel atau jaringan saja. Contohnya, HIV (Human Immunodeficiency Virus) yang menyerang sel darah putih dan virus polio yang hanya menyerang sel saraf tepi dan sel-sel epitel.

Siklus reproduksi virus ada dua cara, yakni siklus litik dan siklus lisogenik. Sebagai contoh, perhatikan kedua siklus tersebut pada virus bakteriofage T4, yang menyerang bakteri *Escherichia coli*.

a. Siklus Litik

Menurut Campbell (1998: 328), siklus litik merupakan siklus reproduksi pada virus yang puncaknya ditandai dengan matinya sel inang. Pada saat membran dinding sel inang pecah atau lisis, virus-virus baru yang terbentuk di dalam sel inang akan keluar dan siap untuk menginfeksi sel inang yang baru.

Siklus litik pada virus bakteriofage, dimulai ketika ekor bakteriofage menancap pada bagian luar permukaan sel *E. coli*. Selanjutnya, pembungkus ekor akan masuk lebih dalam menembus membran sel. Melalui

Kata Kunci

- Deoksiribovirus
- Ribovirus
- Siklus lisogenik
- Siklus litik

Gambar 2.5

Contoh kelompok ribovirus adalah retrovirus yang menyebabkan AIDS.



Sekilas Biologi

Sir Macfarlane Burnet
(1899-1985)



Beliau adalah seorang ahli virologi dari Australia. Ia merupakan pelopor penggunaan telur ayam sebagai inang untuk perbanyakan virus.

Sumber: *Tempo*, 3 November 2004

Kata Kunci

- Lisis
- Profage

ekor tersebut, virus menyuntikkan DNA virus ke dalam sel E. coli. Sekali DNA virus masuk, sel E. coli mulai mengartikan gen-gen virus. Salah satu gen pertama yang diartikan oleh sel E. coli adalah gen untuk menghasilkan enzim penghancur DNA sel E. coli sendiri. Kini, setelah DNA sel E. coli hancur, DNA virus mengambil alih metabolisme sel inang

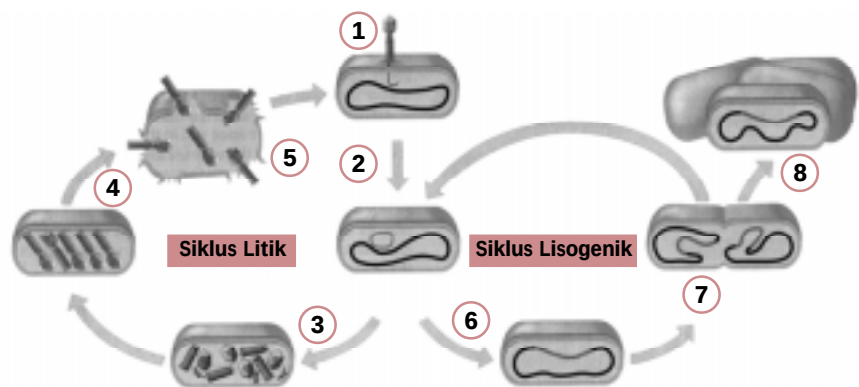
DNA virus memerintahkan metabolisme sel inang untuk membentuk komponen virus. Komponen-komponen tersebut terdiri atas kepala, ekor, dan serat ekor. Setelah itu, komponen-komponen tersebut akan membentuk virus-virus baru di dalam sel bakteri tadi. Akhirnya gen dalam DNA virus memerintahkan metabolisme sel inang untuk memproduksi enzim (lisozim) yang dapat merusak dinding sel bakteri. Enzim tersebut menyebabkan dinding sel lisis (pecah) sehingga sekitar 100 hingga 200 virus akan dikeluarkan dari dalam sel bakteri. Keseluruhan tahapan tersebut memerlukan waktu kurang dari 1 jam.

b. Siklus Lisogenik

Pada siklus ini, dinding sel bakteri tidak akan segera lisis (perhatikan kembali Gambar 2.6). Pada siklus lisogenik, materi genetik virus diproduksi di dalam sel bakteri tanpa menghancurkan inangnya.

Tahap awal dari siklus ini adalah virus bakteriofage menempel pada dinding sel bakteri. Kemudian, melalui ekornya disuntikkan DNA ke dalam sel bakteri. DNA virus kemudian menyisip ke dalam DNA bakteri. DNA virus ini bersifat laten (tidak aktif membelah) DNA baru tersebut dinamakan profage. Profage kemudian mengadakan replikasi. Apabila keadaan lingkungan menguntungkan, profage akan memasuki tahap selanjutnya, yakni siklus litik. Pada tahap tersebut, terjadi biosintesis yang diakhiri dengan pembentukan dan pelepasan virus-virus baru.

Gambar 2.6
Perbandingan antara siklus litik dan siklus lisogenik.



Sumber: *Biology Concepts & Connections*, 2006

Keterangan:

1. Virus menyuntikkan DNA-nya ke dalam sel bakteri.
2. DNA virus bergabung dengan DNA bakteri.
3. DNA virus mengambil alih fungsi DNA bakteri sehingga sel bakteri dikontrol oleh DNA virus. DNA virus bereplikasi sehingga komponen virus terbentuk, seperti ekor dan serat ekor.
4. Pembentukan virus baru.
5. Sel bakteri mengalami lisis, virus baru terbentuk dan keluar dari sel.
6. DNA virus menyisip ke dalam DNA bakteri.
7. DNA bakteri melakukan pembelahan bersama DNA virus.
8. Sel bakteri baru yang mengandung DNA virus telah terbentuk.

4. Peranan Virus dalam Kehidupan

Virus umumnya merugikan dan menyebabkan penyakit pada berbagai organisme lainnya. Organisme yang diserang meliputi hewan, manusia, tumbuhan, dan mikroorganisme. Dalam kehidupan ini, virus memiliki peran yang menguntungkan dan merugikan. Perhatikan uraian berikut agar Anda semakin mengerti.

a. Peran Virus yang Menguntungkan

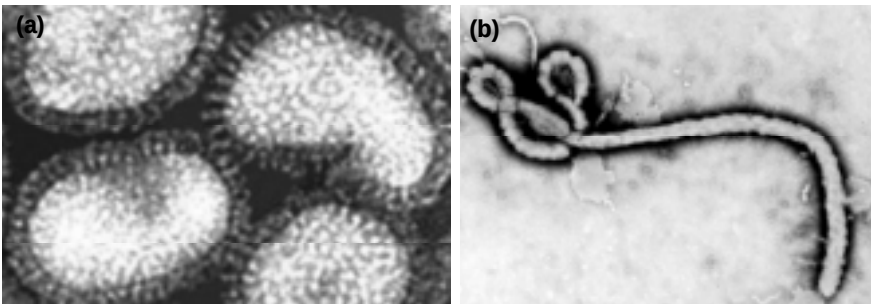
Virus yang menguntungkan dimanfaatkan oleh manusia dalam dunia kedokteran. Contohnya, digunakan dalam pembuatan vaksin. Vaksin merupakan bahan yang dapat menimbulkan reaksi imun (kekebalan) pada organisme yang disuntikkan vaksin. Vaksin dapat berupa virus yang dilemahkan atau bagian dari virus tersebut. Contohnya, vaksin polio. Vaksinasi ini berfungsi mencegah penyakit polio, yakni suatu kelainan pada tulang yang dapat menyebabkan kelumpuhan.

b. Peran Virus yang Merugikan

Virus yang merugikan ini umumnya menyebabkan berbagai macam penyakit pada organisme lain. Virus ini menyerang manusia, hewan, dan tumbuhan.

1) Virus yang Menyerang Manusia

Virus yang menyerang manusia biasanya menyebabkan penyakit. Contohnya, HIV (Human Immunodeficiency Virus) yang menyebabkan AIDS; virus H5N1 penyebab flu burung; virus ebola yang menyebabkan penyakit ebola; virus hepatitis yang menyebabkan penyakit hati atau hepatitis; dan virus influenza. Perhatikan Gambar 2.7.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

2) Virus yang Menyerang Hewan

Contoh penyakit pada hewan yang disebabkan oleh virus adalah rabies yang disebabkan rhabdovirus (Gambar 2.8). Virus rabies pada hewan ditunjukkan dengan gejala hewan menjadi agresif, gelisah, dan hilang kontrol. Hewan yang biasa diserang oleh virus ini adalah kucing, anjing, dan monyet. Hewan yang terjangkit, jika menggigit manusia dapat menularkan penyakit rabies pada manusia. Contoh lainnya adalah penyakit tetelo pada ayam yang disebut juga New Castle Disease (NCD). Gejalanya adalah mencret pada ayam.

3) Virus yang Menyerang Tumbuhan

Contoh virus yang menyerang tumbuhan adalah virus tungro. Virus ini menyerang tanaman padi. Padi ini diserang oleh virus yang menyebabkan padi menjadi kerdil. Contoh lainnya adalah virus mosaik atau Tobacco mosaic virus (TMV) yang menyebabkan penyakit mosaik pada daun tembakau (Gambar 2.9).

Kata Kunci

- Vaksin



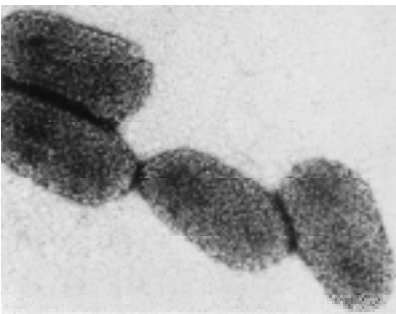
Sekilas Biologi

Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh para ilmuwan di Belanda, virus flu burung (H5N1) diduga disebarkan oleh kucing. Hal ini diperkuat oleh pernyataan seorang pakar Virologi, Profesor John Oxford dari Inggris. Dia mengatakan bahwa besar kemungkinan kucing berperan dalam penyebaran virus flu burung dari satu peternakan ke peternakan lainnya

Sumber: www.republika.co.id, 6 September 2004

Gambar 2.7

Contoh virus yang menyerang manusia, yaitu:
(a) virus influenza dan
(b) virus ebola.

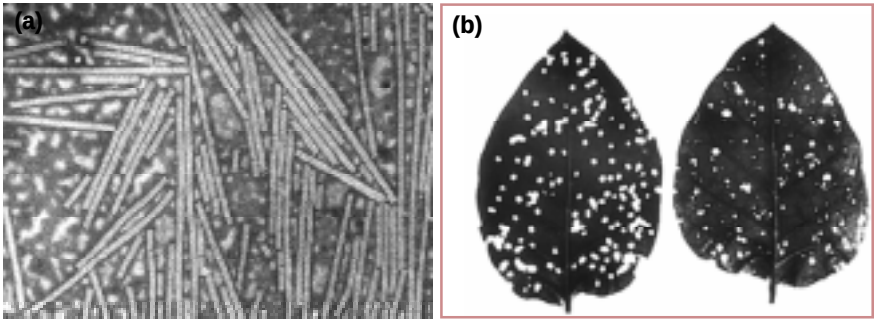


Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

Gambar 2.8

Virus rabies ini biasanya menyerang anjing, kucing, dan monyet.

Gambar 2.9
(a) Virus mosaik yang menyerang daun tembakau.
(b) Pada daun tembakau yang terserang virus ini tampak bercak-bercak.



Sumber: *Biology Concepts & Connections*, 2006

Tes Kompetensi Subbab A

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Mengapa virus mirip makhluk hidup? Jelaskan.

2. Tuliskan empat dasar bentuk tubuh virus.
3. Jelaskan perbedaan antara siklus litik dan siklus lisogenik.

4. Tuliskan beberapa manfaat virus yang menguntungkan bagi manusia.

B. Kingdom Monera

Kata monera berasal dari bahasa Yunani, yakni moneres yang memiliki arti tunggal. Hal tersebut sesuai dengan jumlah sel anggota Monera, yakni bersel tunggal. Struktur sel Monera masih sederhana. Inti selnya belum memiliki membran inti (karioteka) sehingga Monera digolongkan sebagai prokariot. Dengan demikian, anggota dari kingdom Monera termasuk kelompok organisme prokariot bersel tunggal (uniselular). Anggota kingdom Monera kita kenal sebagai bakteri. Anggota kingdom ini menempati berbagai habitat bahkan habitat ekstrim yang tidak dapat dihuni makhluk hidup lain. Cabang Biologi mengenai bakteri disebut Bakteriologi.

Kata Kunci

- Archaeobacteria
- Eubacteria
- Karioteka

1. Pengelompokan Kingdom Monera

Kingdom Monera dikelompokkan menjadi dua kelompok, yakni Archaeobacteria dan Eubacteria. Untuk lebih jelasnya, perhatikan tabel berikut.

Tabel 2.1 Pengelompokan Kingdom Monera

No	Kelompok	Habitat	Contoh Spesies
1.	Archaeobacteria		
	a. Metanogenik	Sedimen danau, rawa, dan usus hewan	Methanobacterium
	b. Halofilik	Perairan dengan salinitas (kadar garam) tinggi	Halobacterium
	c. Termofilik	Tanah asam dan sumber air panas	Sulfobolus dan Thermoplasma
2.	Eubacteria		
	a. Proteobacteria		
	1) Bakteri ungu (purple bacteria)	Sedimen danau, danau, dan lumpur	Chromatium

2) Kemoautotrof	Simbiosis pada akar tanaman	Rhizobium
3) Kemoheterotrof	Di dalam organ	Salmonella
b. Bakteri gram positif	Parasit pada organ	Bacillus
c. Cyanobacteria	Danau, laut, sungai	Anabaena
d. Spirochetes	Perairan	Treponema pallidum dan Leptospiru
e. Chlamydias	Parasit pada organisme lain	Chlamydia

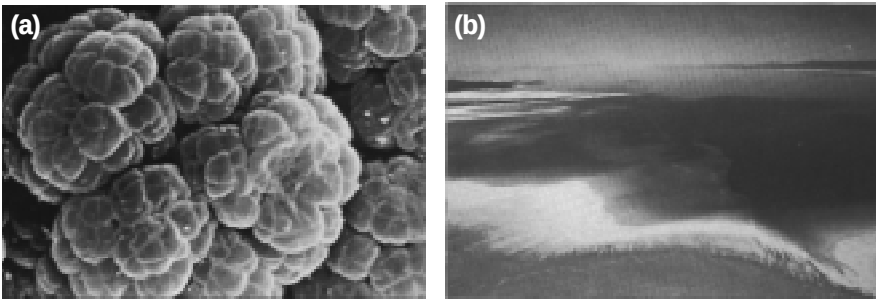
Sumber: *Biology*, 1998

a. **Archaeobacteria**

Kelompok bakteri ini merupakan bakteri purba dan hidup di tempat-tempat yang ekstrim. Berdasarkan tempat hidupnya, kelompok Archaeobacteria dibagi menjadi tiga kelompok, yakni bakteri metanogenik, bakteri halofilik, dan bakteri termofilik.

Bakteri metanogenik bersifat anaerobik dan kemoautotrof. Bakteri metanogenik memiliki metabolisme yang unik, yakni menggunakan H₂ dan CO₂ untuk membentuk metana (CH₄). Bakteri ini akan mati apabila di sekitarnya terdapat oksigen. Oleh karena itu, bakteri ini hidup di tempat-tempat yang mengandung sangat sedikit oksigen, contohnya di rawa-rawa dan tumpukan sampah.

Bakteri halofilik diberi nama berdasarkan habitatnya. Halofilik berasal dari kata Yunani, halo yang artinya garam, dan philos yang artinya suka. Bakteri halofilik hidup di tempat yang memiliki salinitas (kadar garam) tinggi, seperti di Great Salt Lake, Amerika Serikat (Gambar 2.10b).



Sumber: *Biology: The Unity and Diversity of Life*, 1995

Bakteri termofilik hidup di tempat yang bersuhu tinggi. Kondisi optimal bagi Archaeobacteria ini berkisar antara 60°C hingga 80°C. Contoh dari bakteri termofilik ini adalah Sulfolobus. Sulfolobus hidup pada kolam geiser yang mengandung sulfur di kawah-kawah gunung, seperti di Taman Nasional Yellowstone, Amerika. Bakteri ini mendapatkan energi dengan mengoksidasi sulfur. Aktivitas dari bakteri termofilik dapat menyebabkan warna hijau pada kolam geiser. Perhatikan Gambar 2.11.

b. **Eubacteria**

Kata eu pada Eubacteria memiliki arti khas. Eubacteria merupakan bakteri yang lebih umum dikenal daripada bakteri Archaeobacteria. Eubacteria merupakan bakteri sebenarnya. Berikut akan dijelaskan ciri, struktur, perkembangbiakan, serta klasifikasi Eubacteria.

Kata Kunci

- Halofilik
- Metanogenik
- Termofilik

Gambar 2.10
(a) Salah satu contoh koloni Archaeobacteria metanogenik, adalah *Metanosarcina*.
(b) Habitat koloni Archaeobacteria halofilik di danau Great Salt, Amerika Serikat.



Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Gambar 2.11
Habitat koloni Archaeobacteria termofilik pada sebuah geiser.

1) Ciri dan Struktur Eubacteria

Pada umumnya, bakteri tidak memiliki klorofil. Akan tetapi, beberapa jenis bakteri ada yang memiliki pigmen serupa dengan klorofil. Inti sel bakteri tidak memiliki membran inti. Bakteri hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop karena ukuran tubuhnya hanya beberapa mikrometer (μm). Umumnya, panjang bakteri antara $1\mu\text{m}$ – $10\mu\text{m}$ dan lebarnya antara $0,7\mu\text{m}$ – $1,5\mu\text{m}$.

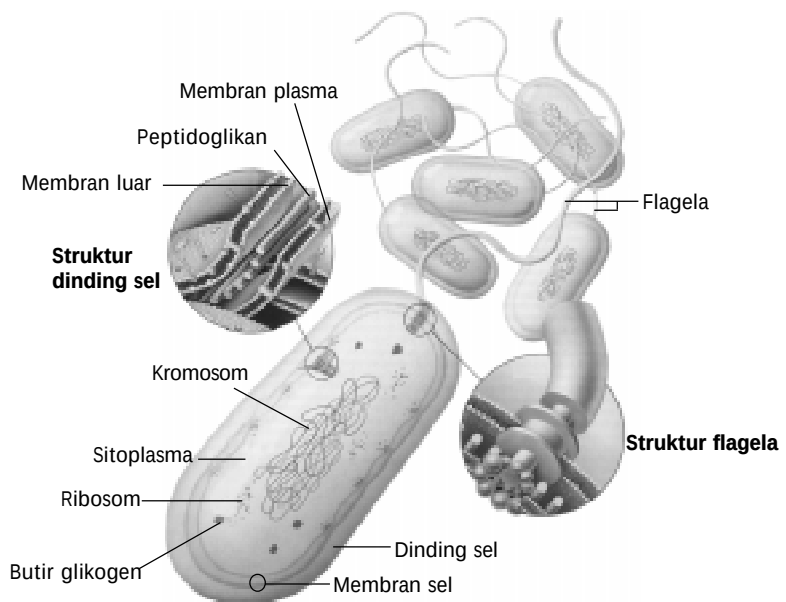
Bagaimanakah struktur bakteri? Pada setiap sel bakteri, terdapat tiga komponen, yakni dinding sel, membran plasma, dan sitoplasma. Dinding sel bakteri relatif kaku sehingga dapat memberi bentuk pada sel bakteri. Dinding sel ini menjaga bakteri dari kemungkinan pecah atau mengerut akibat perubahan tekanan osmotik lingkungan. Umumnya, dinding sel bakteri tersusun atas peptidoglikan, yakni suatu molekul yang mengandung rangkaian disakarida dan ikatan peptida.

Kata Kunci

- Plasmalema
- Peptidoglikan

Gambar 2.12

Struktur bakteri sangat sederhana, semua aktivitas kehidupannya dilaksanakan hanya dengan satu sel saja.



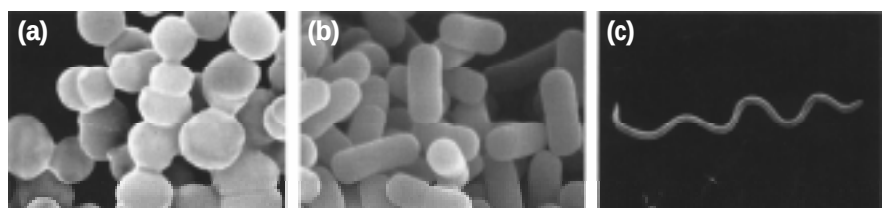
Sumber: Science Technology Encyclopedia, 1998

Membran plasma atau plasmalema pada bakteri merupakan lapisan hialin yang tersusun atas lipoprotein. Membran plasma terletak di bagian dalam dinding sel. Membran ini merupakan pintu keluar dan masuknya zat-zat di dalam sel, seperti glukosa, asam amino, dan zat-zat metabolik lainnya yang merupakan komponen sitoplasma. Di dalam sitoplasma, terdapat inti prokariot yang merupakan pusat pengatur aktivitas sel bakteri. Di dalam sitoplasma, juga terdapat ribosom, sitosol, dan terkadang plasmid.

Berdasarkan bentuk tubuhnya, bakteri dikelompokkan menjadi tiga macam. Ketiga golongan bakteri tersebut adalah bakteri coccus (bulat), bacillus (batang), dan spirillum (spiral).

Gambar 2.13

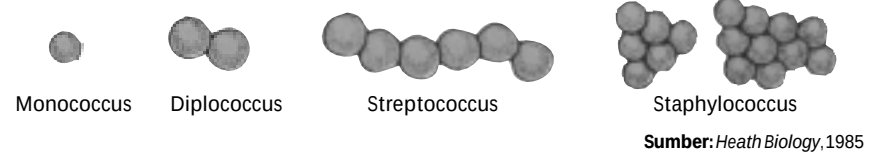
Bentuk tubuh bakteri meliputi, (a) coccus, (b) bacillus, dan (c) spirillum



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

a) Berbentuk coccus

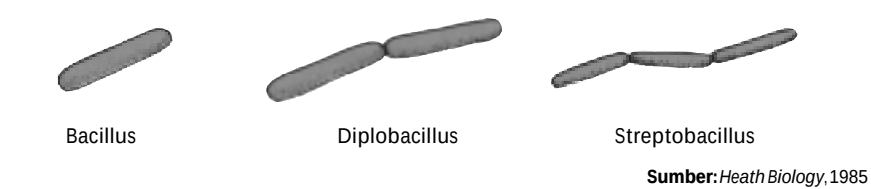
Bakteri coccus terdiri atas berbagai bentuk. Ada yang tersusun tunggal (monococcus), tersusun berpasangan (diplobacillus), tersusun untaian membentuk rantai (streptococcus), dan tersusun seperti buah anggur (staphylococcus) (Gambar 2.14).



Gambar 2.14
Berbagai bentuk bakteri coccus

b) Berbentuk bacillus

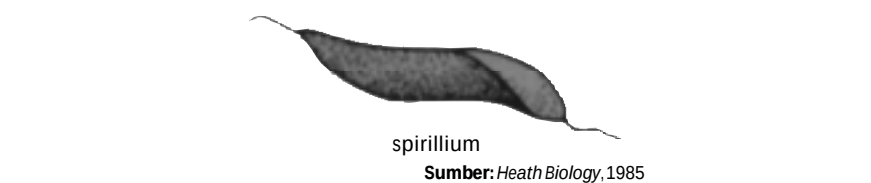
Bakteri bacillus memiliki bentuk yang beragam. Ada yang tersusun tunggal atau satu (monobacillus), ada yang tersusun berpasangan atau dua (diplobacillus), dan ada juga yang menyerupai untaian rantai (streptobacillus) (Gambar 2.15)



Gambar 2.15
Berbagai bentuk bakteri bacillus

c) Berbentuk spirillum (spiral)

Bakteri spirillum ada yang berbentuk koma, spiral, dan spiroseta (spirochete). Bentuk spiroseta mirip dengan bentuk spiral, hanya lebih berkelok dengan ujung yang lebih runcing. Contoh bakteri berbentuk spirillum, Vibrio comma (bentuk koma), Spirillum sp. (bentuk spiral), dan Spirochaeta palida (bentuk spiroseta).



Gambar 2.16
Contoh bakteri bentuk spirillum

Agar Anda lebih memahami struktur dan bentuk-bentuk bakteri, lakukanlah aktivitas berikut.



Aktivitas Biologi 2.1

Bentuk Tubuh Bakteri

Tujuan

Mengamati bentuk-bentuk bakteri

Alat dan Bahan

- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| 1. Tusuk gigi | 4. Minyak imersi |
| 2. Kaca objek | 5. Pembakar spiritus |
| 3. Methylene blue (metilen biru) | 6. Mikroskop |

Langkah Kerja

1. Ambillah kotoran gigimu dengan tusuk gigi.
2. Oleskan pada kaca objek bagian atas yang terdapat air dan panaskan di atas nyala api. Ingat, saat dipanaskan jangan terlalu lama, cukup sebentar saja.
3. Setelah dingin, teteskan metilen biru pada kaca objek tersebut lalu bilas dengan air mengalir. Keringkan secara hati-hati dengan menggunakan kertas tissue.
4. Tetesi minyak imersi pada kaca objek tersebut untuk memperjelas objek saat diamati menggunakan mikroskop.

Kata Kunci

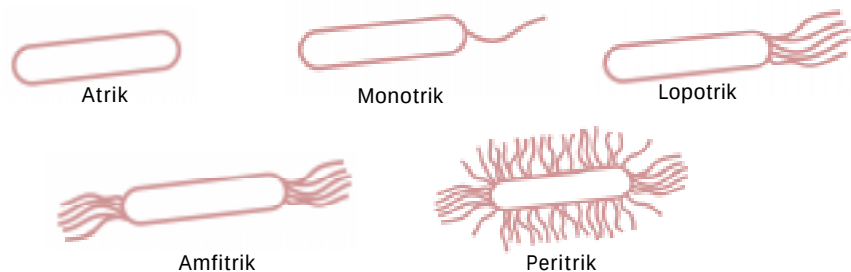
- Amfitrik
- Atrik
- Endospora
- Lopotrik
- Monotrik
- Peritrik

Pertanyaan

1. Setelah Anda amati objek-objek tersebut, gambarkan objek-objek yang terlihat. Bentuk apa sajakah yang terlihat? Gambarkan.
2. Apakah pada pengamatan Anda tersebut, bakteri yang teramati lebih dari satu jenis? Bagaimanakah bentuknya? Jelaskan.

Beberapa jenis bakteri mempunyai struktur tambahan, seperti flagela (tunggal: flagelum) dan pili (fimbriae). Flagela atau bulu cambuk merupakan struktur tambahan pada bakteri yang berbentuk benang dan berfungsi dalam pergerakan bakteri. Flagela dapat ditemukan pada salah satu ujung, kedua ujung, ataupun di seluruh permukaan tubuh bakteri (Gambar 2.17). Berikut ini pengelompokan bakteri berdasarkan letak flagela pada sel bakteri.

- a) Atrik, jika tidak memiliki flagela.
- b) Monotrik, jika flagelum hanya terdapat pada salah satu ujung bakteri.
- c) Lopotrik, jika flagela hanya melekat pada salah satu ujung sel bakteri.
- d) Amfitrik, jika flagela melekat pada kedua ujung sel bakteri.
- e) Peritrik, jika flagela tersebar di seluruh permukaan tubuh sel bakteri.



Sumber: www.pelczar, 1986

Gambar 2.17

Pengelompokan bakteri berdasarkan ada atau tidaknya flagela dan posisi flagela.

Dapatkah Anda memberi definisi keempat kelompok bakteri tersebut?



Sumber: *Biological Science*, 1986

Gambar 2.18

Spora pada bakteri bacillus

Beberapa bakteri memiliki pili (fimbriae), yakni suatu struktur seperti rambut yang menyebar di seluruh permukaan tubuh bakteri. Fungsi fimbriae adalah sebagai alat untuk menempel pada substrat atau inang bakteri. Contoh bakteri yang memiliki fimbriae adalah bakteri penyebab penyakit gonorrhoe (*Neisseria gonorrhoeae*).

Jika keadaan lingkungan buruk, banyak bakteri yang mampu bertahan dengan berubah menjadi kista. Kista berfungsi melindungi diri dari pengaruh lingkungan yang buruk. Bakteri dalam bentuk kista merupakan keadaan istirahat yang tahan terhadap desinfektan, sinar, kekeringan, panas, ataupun dingin sehingga dapat bertahan selama bertahun-tahun. Pada keadaan tersebut, bakteri akan membentuk spora. Pembentukan spora dimulai dengan timbulnya daerah bening di dekat salah satu ujung bakteri. Lambat laun daerah bening tersebut semakin keruh dan mulai membentuk permukaan spora (Gambar 2.18). Spora yang dibentuk di dalam sel disebut endospora, sedangkan spora yang dibentuk di luar sel disebut eksospora.

Jika keadaan lingkungan kembali baik, spora akan tumbuh menjadi individu bakteri. Pertumbuhan bakteri tersebut dimulai dengan meresapnya air ke dalam spora. Kemudian, spora mengembang dan kotak spora menjadi retak.

2) Perkembangbiakan Eubacteria

Perkembangbiakan bakteri terjadi melalui pembelahan biner. Pembelahan biner berbeda dengan proses mitosis pada sel eukariot. Pada pembelahan ini tidak terjadi kondensasi kromosom dan pembentukan benang spindel. Umumnya, bakteri hanya memiliki satu kromosom berbentuk sirkuler. Selama pembelahan biner kromosom terduplikasi menjadi dua dan setiap kromosom terpisah ke dua sisi sel. Selanjutnya, sitoplasma bertekuk ke dalam memisahkan sel menjadi dua.

3) Cara Mendapatkan Makanan

Dalam mendapatkan makanannya, Eubacteria dibagi menjadi empat kelompok. Keempat kelompok tersebut adalah Eubacteria fotoautotrof, Eubacteria fotoheterotrof, Eubacteria kemoautotrof, dan Eubacteria kemoheterotrof. Bagaimanakah perbedaan keempatnya?

a) Eubacteria fotoautotrof

Eubacteria ini mendapatkan makanannya melalui fotosintesis dan mendapatkan sumber karbon dari CO₂. Cyanobacteria (alga hijau-biru) merupakan bakteri fotoautotrof yang paling umum. Cyanobacteria ada yang berupa uniselular dan ada pula yang berupa multiselular. Cyanobacteria multiselular biasanya berbentuk benang atau filamen.

Cyanobacteria memiliki klorofil yang tersebar di dalam plasma sel dan juga memiliki karotenoid yang mengandung pigmen fikobilin. Pigmen ini merupakan gabungan antara pigmen fikoeritrin (warna merah) dan fikosianin (warna biru). Fikosianin pada umumnya dominan sehingga alga ini berwarna biru laut. Walaupun demikian, Cyanobacteria dapat pula berwarna merah, kuning, cokelat, ataupun hitam.

Cyanobacteria terdapat di mana-mana, di tempat yang sangat dingin (kutub) sampai di tempat yang sangat panas seperti di perairan panas yang bersuhu kurang lebih 85°C, serta di kolam-kolam yang terpolusi. Cyanobacteria sangat mudah ditemukan di perairan air tawar, di tanah, dan di permukaan yang lembap.

Cyanobacteria ada yang hidup bersimbiosis dan ada pula yang hidup sendiri (soliter). Cyanobacteria dapat bersimbiosis dengan lumut hati, paku, bahkan dengan invertebrata, seperti Amoeba, Protozoa, Diatom, dan Mollusca. Simbiosis yang spesifik antara Cyanobacteria dan jamur membentuk formasi yang disebut Lichenes (lumut kerak) yang dapat hidup di bebatuan. Lichenes berperan dalam pembentukan tanah atau sebagai organisme perintis.

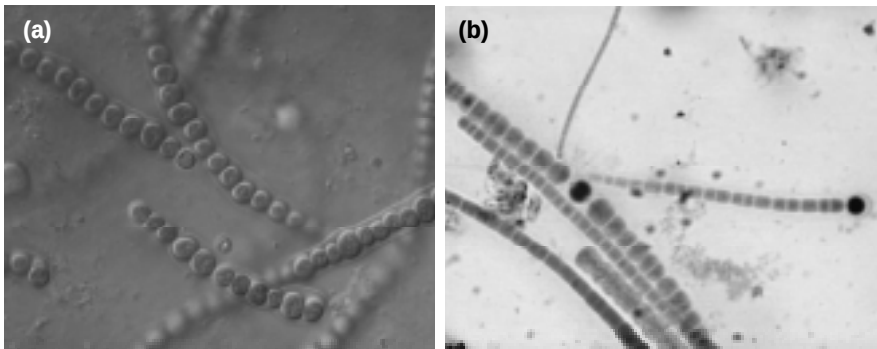
Kata Kunci

- Konjugasi
- Paraseksual
- Transduksi
- Transformasi

Fakta Biologi

Dalam kondisi yang sesuai, bakteri dapat bereproduksi dengan menggandakan dirinya setiap 20 menit sekali.

Sumber: Concise Encyclopedia Nature, 1994



Sumber: www.nies.go.jp; www.micol.fcien.edu.uv

Gambar 2.19
Contoh Eubacteria fotoautotrof, adalah
(a) *Nostoc* dan
(b) *Rivularia*.

Kata Kunci

- Dekomposer
- Heterokista

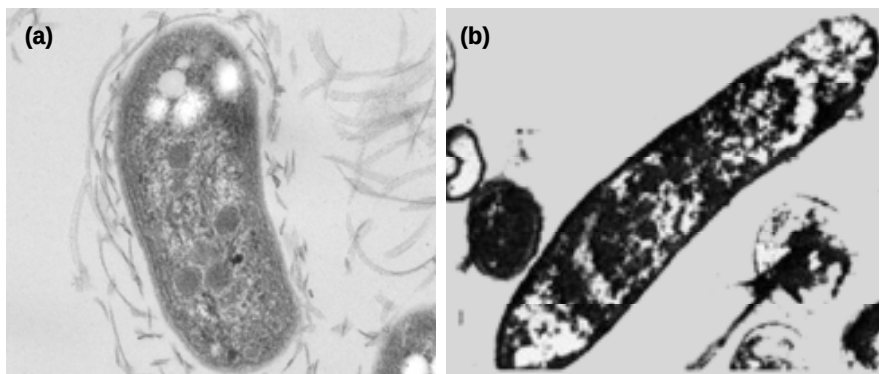
Perkembangbiakan Cyanobacteria dapat terjadi melalui proses membelah diri, fragmentasi, dan heterokista. Pembelahan heterokista mirip dengan fragmentasi. Akan tetapi, terdapat sel yang bagian dindingnya menebal sehingga tampak lebih besar yang disebut heterokista. Bagian inilah yang nantinya melepaskan diri untuk menjadi individu baru. Contoh Cyanobacteria adalah *Anabaena*, *Nostoc*, *Gleocapsa*, *Oscillatoria*, dan *Rivularia*. Perhatikan Gambar 2.19.

b) Fotoheterotrof

Bakteri ini dapat menggunakan cahaya untuk menghasilkan ATP, namun harus mendapatkan sumber karbon dalam bentuk senyawa organik. Cara mendapatkan makanan seperti ini sangat jarang dan terbatas pada beberapa bakteri. Contohnya pada bakteri ungu nonsulfur (*Rhodospirillum rubrum*).

c) Eubacteria kemoautotrof

Bakteri ini mendapatkan karbon dari karbon dioksida (CO_2). Sumber energi diperoleh dari hasil oksidasi senyawa anorganik. Banyak bakteri kelompok ini memengaruhi siklus nitrogen. Bakteri ini membantu pembentukan asam amino dan protein. Bakteri nitrifikasi membantu tanaman mengikat nitrat sebagai sumber nitrogen. Contoh bakteri ini adalah *Nitrobacter* dan *Thiobacillus*. Perhatikan Gambar 2.20.



Sumber: www.genome.jgi-psf; www.web.mit.edu

d) Eubacteria kemoheterotrof

Pada umumnya, bakteri bersifat kemoheterotrof dan banyak yang berguna bagi kehidupan. Untuk memperoleh energi dan karbon, bakteri ini harus mengonsumsi molekul organik. Sebagian besar spesies dari bakteri ini merupakan dekomposer (pengurai). Enzim yang dikeluarkan akan memecah komponen organik, bahkan dapat menghasilkan sejenis pestisida di tanah, seperti yang dihasilkan oleh *Pseudomonas*. Manusia juga menggunakan *Lactobacillus* untuk membuat acar mentimun, keju, dan yoghurt.

Eschericia coli merupakan bakteri dalam usus, yang memproduksi vitamin K dan zat yang berguna dalam mencerna lemak. Aktivitasnya mencegah bakteri patogen untuk membentuk koloni dalam usus.

4) Klasifikasi Eubacteria

Eubacteria diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok. Menurut Campbell (1998: 511), Eubacteria dibagi menjadi lima kelompok. Lima kelompok tersebut, yaitu Proteobacteria, bakteri gram-positif, Cyanobacteria, Spirochetes, dan Chlamydias.

Gambar 2.20
Contoh Eubacteria kemoautotrof,
adalah
(a) *Nitrobacter* dan
(b) *Thiobacillus*.

a) Proteobacteria

Proteobacteria dibedakan menjadi tiga kelompok, yakni bakteri ungu, Proteobacteria kemoautotrof, dan Proteobacteria kemoheterotrof. Perhatikanlah Gambar 2.21.

(1) Bakteri ungu

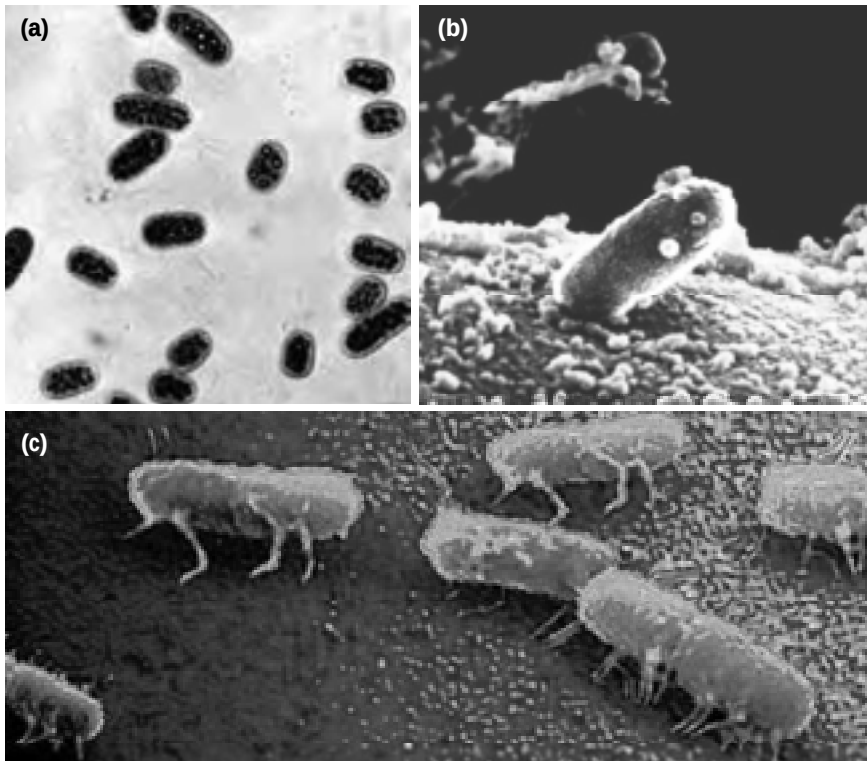
Bakteri ungu bersifat kemoautotrof. Bakteri ini memiliki bakteriokloroplas yang berfungsi dalam fotosintesis. Pada umumnya, bakteri ini termasuk bakteri obligat anaerob, artinya bakteri ini hanya dapat tumbuh dan berkembang jika tidak ada oksigen. Contoh bakteri ungu adalah *Chromatium*.

(2) Proteobacteria kemoautotrof

Bakteri ini ada yang hidup bebas dan bersimbiosis. Beberapa di antaranya memengaruhi siklus nitrogen dalam sebuah ekosistem. Contohnya, *Rhizobium* yang hidup bersimbiosis pada akar tumbuhan. Dari simbiosis ini, tumbuhan akan mendapatkan nutrisi yang cukup dari hasil siklus nitrogen.

(3) Proteobacteria kemoheterotrof

Bakteri ini hidup di dalam organisme lain, contohnya di dalam usus hewan. Bakteri ini memiliki bentuk batang. Beberapa proteobacteria kemoheterotrof merupakan bakteri fakultatif anaerob (dapat hidup, baik tidak ada oksigen maupun ada oksigen). Bakteri ini ada yang berbahaya dan ada pula yang tidak berbahaya. Contoh bakteri yang berbahaya adalah *Salmonella* yang dapat menyebabkan keracunan makanan.



Sumber: www.benntkids.homestead.com; www.cache.eib.com; www.wfsa.fr

Gambar 2.21

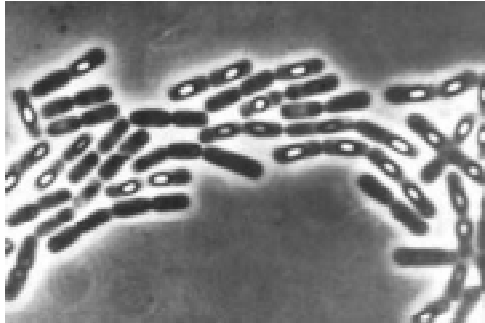
Contoh spesies dari kelompok Proteobacteria adalah (a) *Chromatium*, (b) *Rhizobium*, dan (c) *Salmonella*.

Kata Kunci

- Flagel
- Fotoautotrof
- Kemoheterotrof

Gambar 2.22

Bacillus merupakan contoh spesies bakteri gram-positif.



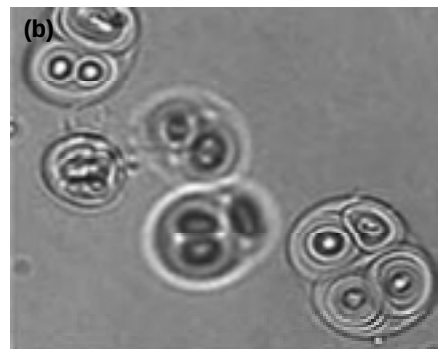
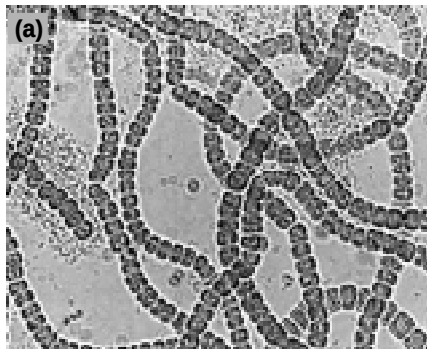
Sumber: www.eebweb.arizona.edu

c) Cyanobacteria

Bakteri ini memiliki ciri, yakni bersifat fotoautotrof (mampu menyintesis sumber makanannya melalui fotosintesis) karena anggota Cyanobacteria memiliki klorofil. Sebagian besar anggotanya hidup di air tawar. Selain di air tawar, Cyanobacteria juga ada yang hidup di air laut dan bersimbiosis dengan jamur. Ciri lainnya adalah dinding sel yang tersusun atas gelatin, tidak memiliki flagel, bergerak dengan meluncur, dan hidup berkoloni. Contohnya adalah *Anabaena* dan *Gleocapsa* (Gambar 2.23).

Gambar 2.23

(a) *Anabaena* dan
(b) *Gleocapsa* memiliki klorofil
untuk berfotosintesis.



Sumber: www.vietsciences.free.fr

d) Spirochetes

Bakteri Spirochetes memiliki bentuk sel heliks dan memiliki panjang sampai 0,25 mm. Bakteri ini memiliki flagela internal berbentuk filamen yang berfungsi sebagai alat gerak. Spirochetes bersifat kemoheterotrof. Spirochetes ada yang hidup bebas dan ada pula yang bersifat patogen (menyebabkan penyakit). Contoh Spirochetes, adalah *Treponema pallidum* (Gambar 2.24).

Gambar 2.24

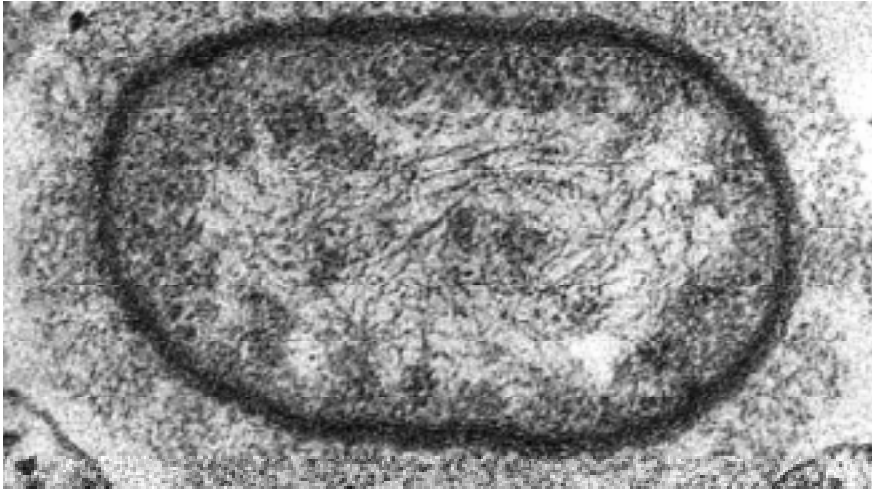
Treponema pallidum merupakan
contoh spesies dari kelompok
spirochetes.



Sumber: www.uveitis.org

e) Chlamydias

Chlamydias hidup sebagai parasit. Keperluan energi untuk aktivitasnya diperoleh dari inangnya. Bakteri ini merupakan patogen beberapa penyakit. Contohnya adalah Chlamydias trachomatis (Gambar 2.25).



Sumber: www.uveitis.org

Kata Kunci

- Antibiotik
- Parasit

Gambar 2.25

Chlamydias trachomatis merupakan contoh spesies dari kelompok Chlamydias.

2. Peranan Kingdom Monera bagi Kehidupan

Manusia telah menganggap bahwa sebagian besar bakteri bersifat merugikan. Hal tersebut tidaklah sepenuhnya benar karena sebenarnya banyak bakteri yang menguntungkan. Beberapa jenis bakteri ada yang berperan sebagai penghasil antibiotik, vitamin, bahan-bahan kimia, sampai penghasil biosida.

Sementara itu, bakteri yang merugikan umumnya menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan. Agar Anda mengetahui lebih jelas mengenai peranan bakteri, pelajailah uraian berikut.

a. Bakteri yang Menguntungkan Manusia

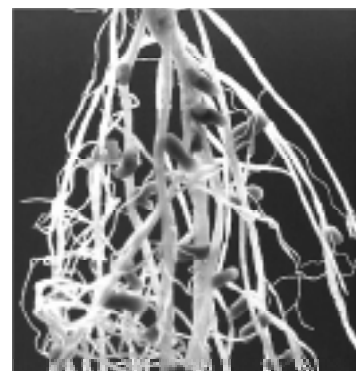
Peran bakteri dalam kehidupan manusia sangat besar, baik akibat zat yang dihasilkannya maupun akibat dari aktivitasnya. Contoh peran bakteri yang menguntungkan adalah sebagai berikut.

1) Pengikat nitrogen bebas

Pada jenis tanaman polong (Leguminaceae), terdapat bintil-bintil pada akarnya (Gambar 2.26). Bintil-bintil akar tersebut mengandung bakteri *Rhizobium* yang dapat mengikat atau memfiksasi nitrogen bebas dari udara menjadi nitrat (NO_3). Akibatnya, nitrogen bebas (N_2) yang semula tidak dapat diserap dan tumbuhan secara langsung menjadi dapat dimanfaatkan. Bakteri lain yang dapat mengikat nitrogen dari udara bebas adalah *Clostridium*, *Azotobacter*, dan *Rhodospirillum*.

2) Penghasil antibiotik

Antibiotik adalah senyawa yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang mampu menghambat pertumbuhan bahkan mematikan mikroorganisme lain. Senyawa ini banyak digunakan di bidang kesehatan. Jenis-jenis bakteri yang mampu menghasilkan antibiotik, antara lain *Streptomyces venezuele* menghasilkan kloromisin dan kloramfenicol, *Streptomyces griceus* menghasilkan streptomisin, dan *Streptomyces aureofaciens* menghasilkan aureomisin.



Sumber: www.uveitis.org

Gambar 2.26

Bintil akar yang mengandung *Rhizobium*.

Logika Biologi

Salah satu cara pengawetan bahan makanan adalah dengan pengeringan dan pengasinan. Mengapa bakteri pembusuk makanan tidak dapat tumbuh dengan baik pada bahan makanan yang kering atau terlalu manis?

3) Penghasil biosida

Beberapa jenis bakteri ada yang menghasilkan biosida. Biosida adalah pestisida yang dihasilkan oleh makhluk hidup, bukan buatan pabrik (sintetik). Biosida ini jauh lebih aman dibandingkan pestisida karena tidak membahayakan makhluk hidup lain dan tidak mencemari lingkungan. Contoh bakteri yang dikenal sebagai penghasil biosida adalah *Bacillus thuringiensis*. Bakteri ini sangat efektif dalam menanggulangi berbagai hama, misalnya hama ulat kubis atau *Plutella xylostela*.

4) Pembusuk

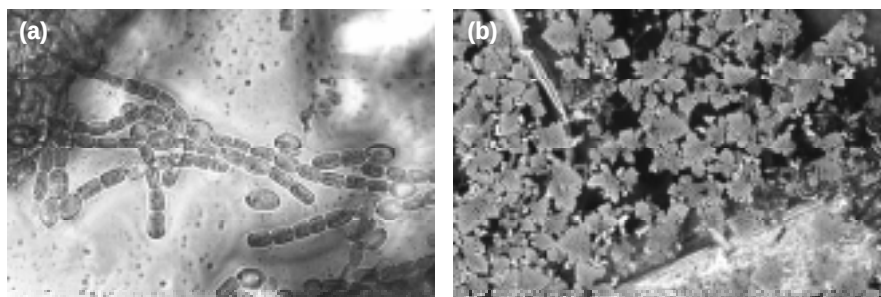
Dunia ini mungkin akan penuh dengan sampah-sampah organik jika tidak ada bakteri pembusuk atau pengurai. Adanya bakteri pembusuk, sampah-sampah organik akan diuraikan menjadi unsur-unsur hara yang bermanfaat untuk organisme lain. Di dalam saluran pencernaan pada manusia dan beberapa Mamalia lain, terdapat bakteri *E. coli* yang berperan dalam pembusukan sisa-sisa makanan. Selain itu, bakteri ini membantu pembentukan vitamin K yang penting untuk pembekuan darah.

5) Perintis vegetasi di suatu ekosistem

Contoh bakteri yang berperan sebagai vegetasi perintis adalah Cyanobacteria. Cyanobacteria sangat bermanfaat bagi manusia. Hampir tidak ada satu spesies pun yang merugikan. Cyanobacteria merupakan kelompok perintis vegetasi. Jika pada suatu daerah tidak ada makhluk hidup yang tinggal, kelompok ini mampu mengawalinya sebagai tempat tumbuh. Hal ini karena Cyanobacteria memiliki daya toleransi yang tinggi terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan.

Di dalam ekosistem, Cyanobacteria bertindak sebagai produsen dan menjadi bahan makanan bagi ikan dan udang kecil. Cyanobacteria pun dapat dijadikan sebagai sumber bahan pangan. Contoh dari Cyanobacteria adalah *Spirulina* yang dapat dijadikan sumber makanan alternatif karena mengandung protein yang cukup tinggi. Selain itu, Cyanobacteria juga dapat menyuburkan tanah pertanian.

Cyanobacteria bersel tunggal spesies *Anabaena azollae* dapat bersimbiosis dengan paku air jenis *Azolla pinnata* (Gambar 2.27). *Anabaena* dapat mengikat nitrogen bebas dari udara. Dengan demikian, perairan yang mengandung *Azolla pinnata* akan cukup mengandung nitrogen yang dapat digunakan oleh tumbuhan lain untuk pertumbuhannya.



Gambar 2.27

(a) *Anabaena azollae* dapat bersimbiosis dengan
(b) *Azolla pinnata*.

Sumber: www.gvcocks.homeip.net; www.waynesword.palomar.edu

b. Bakteri yang Merugikan Manusia

Tidak semua bakteri menguntungkan manusia. Beberapa di antaranya merugikan manusia, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Bakteri yang menyebabkan penyakit tuberkulosis adalah contoh bakteri

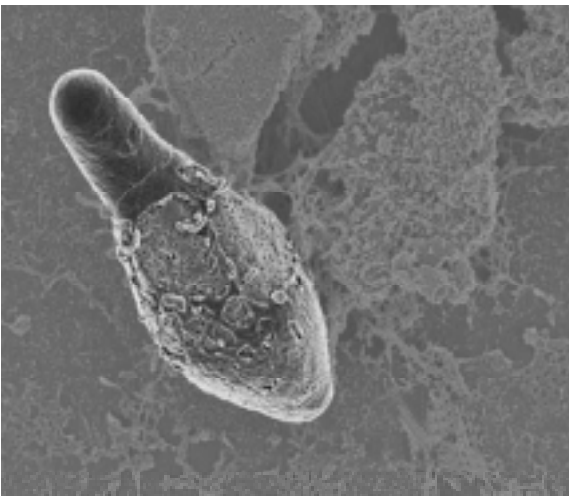
yang merugikan manusia secara langsung. Berikut ini akan dijelaskan beberapa contoh bakteri yang merugikan.

1) Bakteri penyebab penyakit

Bakteri penyebab penyakit dinamakan bakteri patogen. Adapun bakteri yang tidak menyebabkan penyakit dinamakan bakteri apatogen. Penyakit-penyakit yang disebabkan oleh bakteri tidak hanya menyerang manusia, tetapi juga menyerang hewan dan tumbuhan. Contoh bakteri yang dapat menyebabkan penyakit adalah *Vibrio cholerae* (penyakit kolera) dan *Mycobacterium tuberculosis* (penyakit TBC).

2) Bakteri pembusuk bahan makanan

Bakteri pembusuk adalah bakteri-bakteri yang dapat membusukkan bahan makanan. Akibat aktivitas kelompok bakteri ini, bahan makanan menjadi tidak tahan lama dan mutu makanan menurun sehingga merugikan industri makanan. Ciri makanan yang telah dibusukkan bakteri adalah ditemukannya lendir pada makanan tersebut. Contoh bakteri yang dapat membusukkan makanan adalah *Pseudomonas cocovenenans* dan *Clostridium botulinum* (Gambar 2.28). Kedua bakteri ini menghasilkan racun yang dapat mematikan manusia. *Pseudomonas cocovenenans* menghasilkan racun asam bongkreng pada tempe bongkreng dan *Clostridium botulinum* menghasilkan racun botulinin pada makanan kaleng.



Sumber: www.waterscan.co.yu

3) Bakteri sulfur

Bakteri sulfur mampu mengubah besi menjadi asam sulfat. Akibatnya, pipa-pipa besi, misalnya pada saluran air menjadi keropos. Akibat lebih jauh, pipa besi itu menjadi berlubang sehingga tidak dapat digunakan. Selain itu, atap dari seng juga dapat keropos akibat aktivitas bakteri ini.

Tugas Anda 2.1

Bentuklah kelompok bersama rekan-rekan Anda di kelas. Kemudian, buatlah sebuah makalah mengenai peran bakteri yang menguntungkan dan bakteri yang merugikan di dalam kehidupan ini. Carilah sumber dari media cetak, media elektronik maupun internet. Makalah dikerjakan selama dua minggu.

Kata Kunci

- Apatogen
- Patogen

Gambar 2.28
Clostridium botulinum merupakan contoh bakteri yang dapat membusukkan makanan.

Tes Kompetensi Subbab B

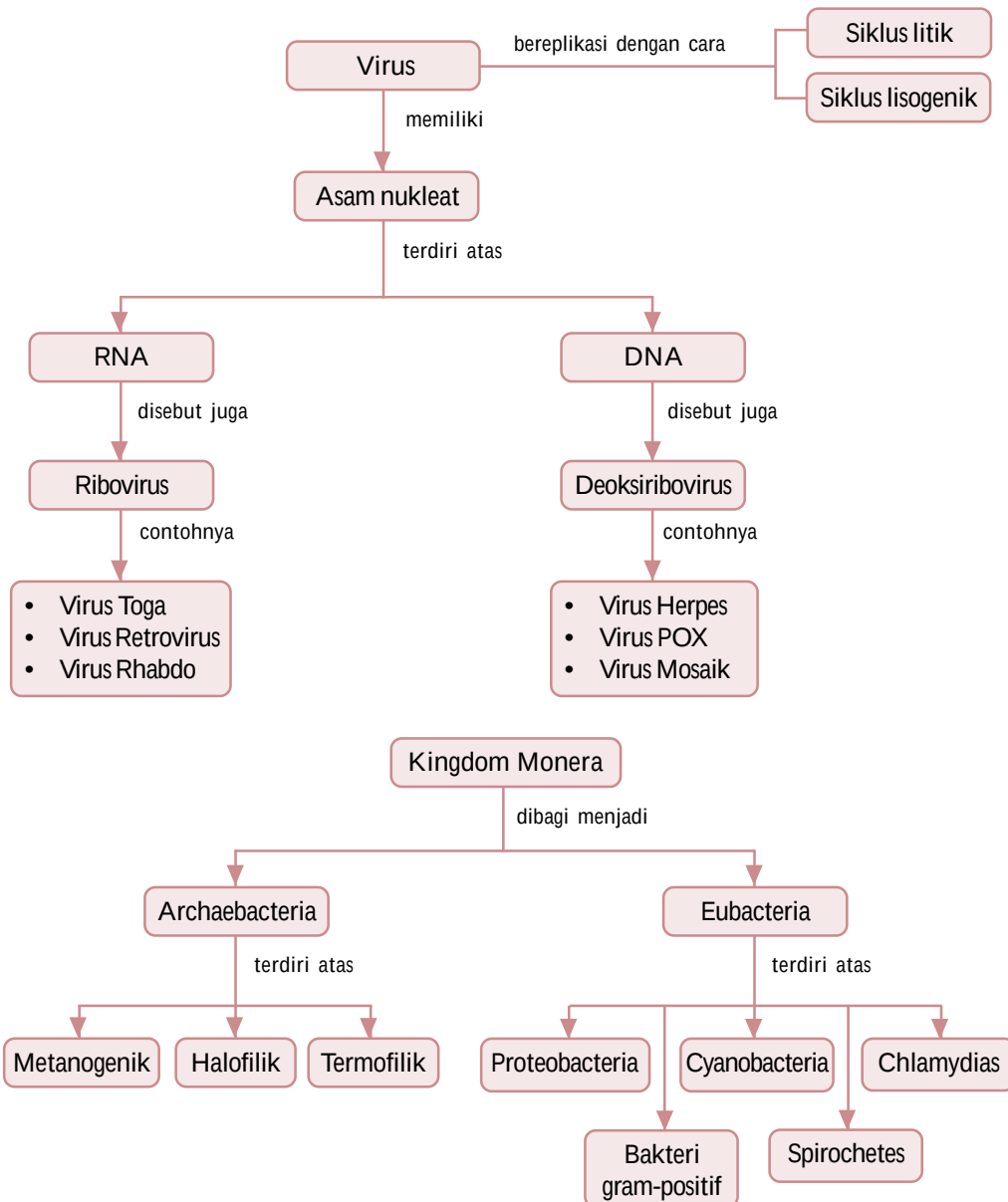
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Archaeobacteria dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Jelaskan pengelompokan tersebut.
2. Berdasarkan bentuk tubuhnya, bakteri dikelompokkan menjadi berapa macam? Jelaskan
3. Jelaskan perkembangbiakan paraseksual pada bakteri.
4. Berdasarkan alat geraknya, bakteri dikelompokkan menjadi beberapa jenis. Jelaskan oleh Anda.
5. Tuliskan manfaat bakteri bagi kehidupan manusia.

Rangkuman

1. Virus merupakan benda yang tidak hidup. Virus memiliki ciri-ciri seperti makhluk hidup karena dapat memperbanyak diri. Adapun virus dikatakan makhluk tidak hidup karena tidak memiliki organel-organel yang dimiliki sel hidup.
2. Virus memiliki empat bentuk dasar tubuhnya, yakni berbentuk heliks, bola, polihedral, dan kompleks.
3. Virus mereplikasi diri dengan dua cara, yakni siklus litik dan siklus lisogenik. Perbedaananya terletak pada hasil akhirnya. Pada siklus litik, hasil akhirnya dinding sel inangnya mengalami lisis, sedangkan pada siklus lisogenik, dinding sel inangnya tidak lisis.
4. Virus memiliki peranan yang menguntungkan dan merugikan. Peran yang menguntungkan dari virus adalah dapat menghasilkan vaksin. Akan tetapi, virus juga dapat menyebabkan penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan.
5. Kingdom Monera terdiri atas dua kelompok, yakni Archaeobacteria dan Eubacteria.
6. Archaeobacteria terdiri atas bakteri metanogenik, halofilik, dan termofilik. Ketiga jenis bakteri tersebut hidup pada daerah yang ekstrim.
7. Kelompok Eubacteria terdiri atas Proteobacteria, bakteri gram-positif, Cyanobacteria, Spirochetes, dan Chlamydias.
8. Bakteri memiliki peran yang menguntungkan dan merugikan pada manusia. Contoh bakteri yang menguntungkan adalah bakteri penghasil antibiotik, biosida, dan dekomposer. Adapun contoh bakteri yang merugikan adalah bakteri penyebab penyakit dan pembusuk makanan.

Peta Konsep



Refleksi

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi Virus dan Kingdom Monera ini? Menarik, bukan? Banyak sekali hal yang bisa Anda dapatkan dari mempelajari bab ini. Misalnya, Anda dapat mengetahui cara virus bereplikasi, jenis-jenis virus dan ciri-cirinya. Selain itu, Anda juga dapat mengetahui pengelompokan bakteri serta jenis-jenis bakteri menguntungkan maupun yang merugikan.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu mendeskripsikan ciri-ciri, replikasi, dan peran virus dalam kehidupan serta mendeskripsikan ciri-ciri

Archaeobacteria dan Eubacteria dan peranannya bagi kehidupan. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut?

Apabila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, diskusikanlah bersama teman-teman Anda, kemudian bertanyalah kepada Guru Anda untuk memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan materi Virus dan Kingdom Monera ini. Setelah itu, agar Anda dapat memahami lebih baik lagi mengenai bab ini, pastikanlah Anda menguasai materi bab ini dengan cara belajar dengan giat.

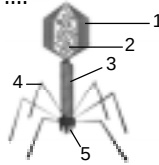
Evaluasi Kompetensi Bab 2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

1. Gambar berikut ini merupakan sebuah bakteriofage. Senyawa DNA ditunjukkan oleh nomor

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



2. Bagian darah manusia yang akan diinfeksi Human Immunodeficiency Virus (HIV) adalah

- monosit
- basofil
- limfosit
- leukosit
- eritosit

3. Virus memiliki sifat-sifat berikut, kecuali

- hanya memiliki satu macam asam inti (DNA atau RNA)
- tidak memiliki sitoplasma, inti, dan selaput plasma
- untuk reproduksinya hanya memerlukan bahan anorganik
- virus dapat aktif pada makhluk hidup spesifik
- bentuk dan ukuran virus bervariasi

4. Pernyataan yang paling mendekati pengertian bakteriofage atau fage adalah

- bakteri yang menyerang virus
- bakteri yang menyerang manusia atau hewan
- virus yang menyerang bakteri
- virus yang menyerang manusia atau hewan
- bakteri dan virus yang menyerang makhluk hidup lain

5. Pada virus, asam nukleat dibungkus oleh selaput protein yang dinamakan

- kapsomer
- kapsid
- heliks
- virion
- membran lemak

6. Virus dikatakan sebagai makhluk hidup karena

- dapat menjadi kristal
- virus tersebut dapat menginfeksi sel lain
- memiliki RNA dan DNA
- dapat memperbanyak diri
- bersifat aselular

7. Pada bagian tubuh virus yang mengandung RNA atau DNA adalah

- kepala
- kapsid
- ekornya

- kapsid ekor

- serat ekor

8. Salah satu contoh ribovirus adalah

- bakteriofage
- virus herpes
- virus mosaik
- virus POX
- rhabdovirus

9. Pengelompokan virus antara ribovirus dan deoksiribovirus, didasarkan atas

- daur hidupnya
- cara replikasinya
- kandungan asam nukleatnya
- inang yang diinfeksi
- penyakit yang disebabkan

10. Fungsi ekor pada virus, saat menempel pada sel hidup atau inangnya adalah untuk

- menyerap enzim sel hidup inangnya
- mengaitkan untuk ikut bergerak
- menempel dan menyuntikan DNA/RNA
- menyerap zat yang terdapat di sel inang
- meracuni sel inang

11. Virus bereplikasi untuk memperbanyak diri dengan cara

- proliferasi
- membelah diri
- menginfeksi sel hidup
- amitosis
- fragmentasi

12. Ribovirus dan deoksiribovirus dibedakan berdasarkan ...

- bentuk tubuhnya
- susunan asam nukleatnya
- RNA
- inti
- siklus hidupnya

13. Replikasi virus yang diakhiri dengan matinya sel inang disebut

- infeksi sel inang
- lisis
- siklus litik
- proliferasi
- siklus lisogenik

14. Berikut adalah penyakit yang bukan disebabkan oleh virus adalah

- TBC
- SARS
- rabies
- HIV
- ebola

15. Ciri-ciri dari Monera adalah sebagai berikut

- a. eukariot
- b. bersel banyak
- c. prokariot
- d. struktur sel kompleks
- e. memiliki karioteka

16. Bakteri yang mampu menggunakan H_2 dan CO_2 menjadi metana adalah bakteri

- a. Halobacterium
- b. Sulfolobus
- c. Thermoplasma
- d. Methanobacterium
- e. Nitrobacter

17. Salah satu cara untuk membuktikan bahwa bakteri merupakan benda hidup adalah

- a. mengamati proses pernapasan bakteri melalui mikroskop
- b. membiakkan bakteri pada medium yang sesuai
- c. mengamati adanya DNA dengan mikroskop elektron
- d. mengamati struktur tubuh bakteri dengan mikroskop elektron
- e. menganalisis secara kimia, molekul yang membangun tubuhnya

18. Perhatikan ciri-ciri bakteri berikut.

- 1. Bersifat anaerobik
- 2. Kemosintetik
- 3. Akan mati jika terdapat oksigen
- 4. Habitat di rawa-rawa

Bakteri yang memiliki ciri-ciri tersebut adalah dari kelompok

- a. metanogenik
- b. halofilik
- c. termofilik
- d. Eubacteria
- e. Cyanobacteria

19. Berdasarkan bentuk tubuhnya, bakteri dikelompokkan menjadi beberapa kelompok. Bentuk bakteri yang menyerupai untaian anggur disebut juga

- a. streptococcus
- b. streptobacillus
- c. spirillum
- d. staphylococcus
- e. diplobacillus

20. Perhatikan gambar berikut.



Berdasarkan alat geraknya, bakteri tersebut merupakan kelompok

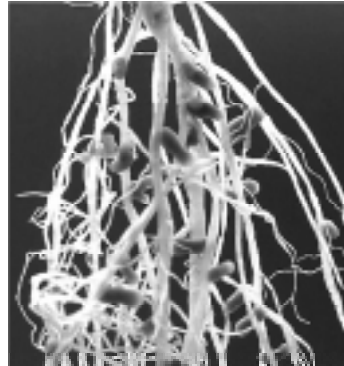
- a. lopotrik
- b. atrik
- c. amfitrik

- d. peritrik
- e. monotrik

21. Bakteri memiliki struktur seperti cambuk yang terdapat pada bagian tubuh bakteri dan berfungsi untuk bergerak. Struktur tersebut dinamakan

- a. rambut cambuk
- b. flagela
- c. fimbriae
- d. kista
- e. cilia

22. Perhatikan gambar berikut.



Bintil akar tersebut mengandung

- a. Clostridium
- b. Azotobacter
- c. Rhodospirillum
- d. Streptomyces
- e. Rhizobium

23. Berikut adalah contoh spesies dari spirochetes yang patogen, yaitu

- a. Nostoc commune
- b. Anabaena
- c. Gleocapsa
- d. Nitrobacter
- e. Treponema pallidum

24. Berikut manfaat bakteri dalam peningkatan produksi pangan, yaitu dapat dimanfaatkan dalam pembuatan

- a. tempe
- b. kecap
- c. sake
- d. yoghurt
- e. antibiotik

25. Spirochetes merupakan bakteri yang memiliki ciri khas tertentu. Ciri khas tersebut, yaitu

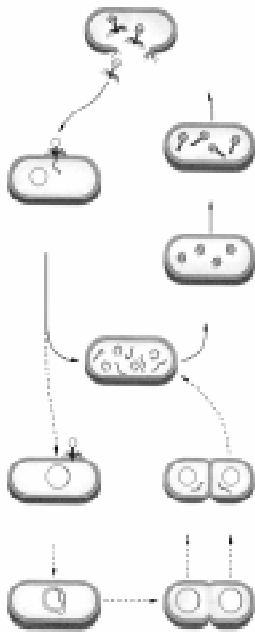
- a. flagel di seluruh tubuh
- b. hidup di air tawar
- c. bersifat apatogen
- d. bergerak meluncur
- e. berbentuk sel heliks

B. Soal Uraian

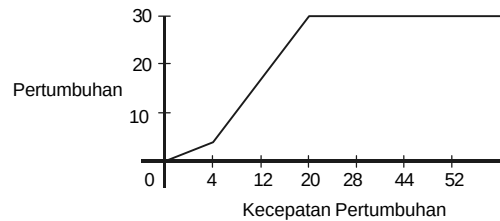
1. Sebutkan ciri-ciri virus.
2. Berdasarkan apakah virus dikelompokkan? Jelaskan oleh Anda.
3. Apakah perbedaan siklus litik dan siklus lisogenik pada bakteriofag? Jelaskan oleh Anda.
4. Eubacteria dikelompokkan menjadi beberapa kelompok. Jelaskan oleh Anda.
5. Apakah bakteri hanya merugikan bagi manusia? Jelaskan pendapat Anda tersebut.

C. Soal Tantangan

1. Perhatikan gambar berikut.

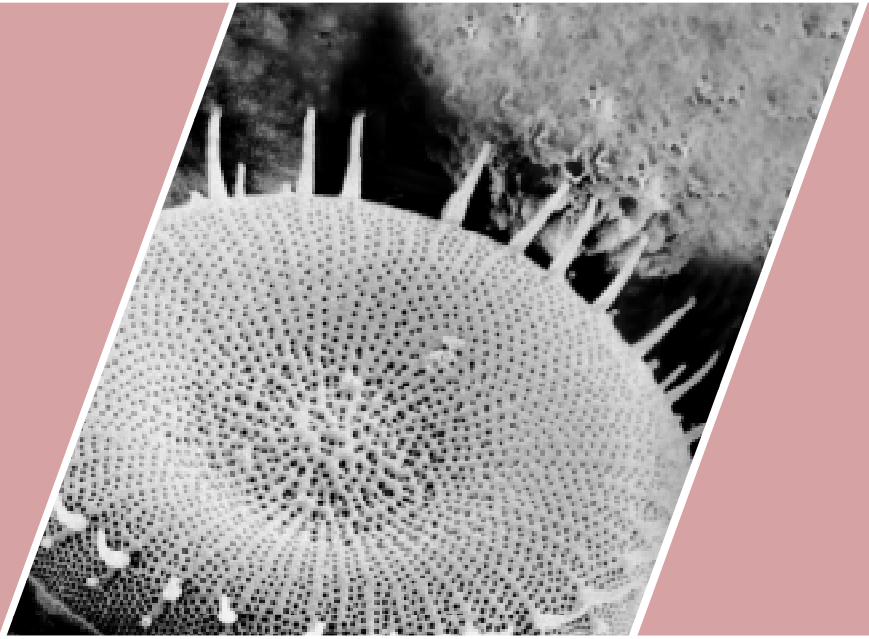


- a. Tuliskan dengan kalimat Anda sendiri, mengenai siklus hidup virus pada gambar tersebut.
 - b. Manakah yang disebut tahap pelepasan?
 - c. Apakah keuntungan siklus lisogenik?
2. Grafik berikut menggambarkan pertumbuhan bakteri dalam suatu medium pertumbuhan.



- a. Kapanakah kecepatan pertumbuhan bakteri tertinggi terjadi?
- b. Apakah yang terjadi setelah 20 jam pertumbuhan? Mengapa?

Bab 3



Sumber: *Biology: Exploring Life*, 1994

Giardia merupakan anggota Protista mirip hewan.

Kingdom Protista

Hasil yang harus Anda capai:

memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup.

Setelah mempelajari bab ini, Anda harus mampu:

- menyajikan ciri-ciri umum phylum dalam kingdom Protista dan peranannya bagi kehidupan.

Pada bab sebelumnya, Anda telah mempelajari tentang virus dan Monera. Kedua kelompok tersebut memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil (mikroskopis). Adakah kelompok makhluk hidup lain yang mikroskopis?

Sebagian besar anggota kingdom Protista adalah mikroskopis. Alga hijau, jamur lendir, dan protozoa merupakan contoh Protista. Apakah ciri-ciri kingdom Protista? Bagaimanakah klasifikasi Protista? Apakah manfaat Protista bagi kehidupan?

Semua pertanyaan tersebut dapat Anda temukan jawabannya setelah Anda mempelajari seluruh materi yang ada pada bab ini. Oleh karena itu, pelajarilah bab berikut dengan baik.

- A. Ciri dan Struktur Kingdom Protista
- B. Klasifikasi Protista
- C. Peran Kingdom Protista bagi Kehidupan

Tes Kompetensi Awal

1. Apakah contoh makhluk hidup yang termasuk Protista?
2. Apakah Protista memberikan manfaat bagi manusia?



A. Ciri dan Struktur Kingdom Protista

Makhluk hidup anggota Protista mulai terungkap setelah Antony van Leeuwenhoek mengamati makhluk-makhluk kecil menggunakan mikroskop sederhana sekitar 300 tahun silam. Dengan mikroskop sederhana tersebut, ia mampu mengamati berbagai jenis mikroorganisme. Salah satunya adalah Protista. Protista merupakan salah satu kingdom yang memiliki anggota cukup banyak.

Banyak jenis Protista yang secara morfologi memang membingungkan. Menurut Brum et al. (1994: 810), Protista memiliki beberapa anggota, ada yang mirip tumbuhan, hewan, dan jamur (perhatikan Gambar 3.1). Akan tetapi, satu hal yang pasti bahwa seluruh anggota Kingdom Protista bersifat eukariot. Selain seluruh anggotanya termasuk eukariot, hal apakah yang membuat suatu makhluk hidup digolongkan sebagai anggota Kingdom Protista?

Kata Kunci

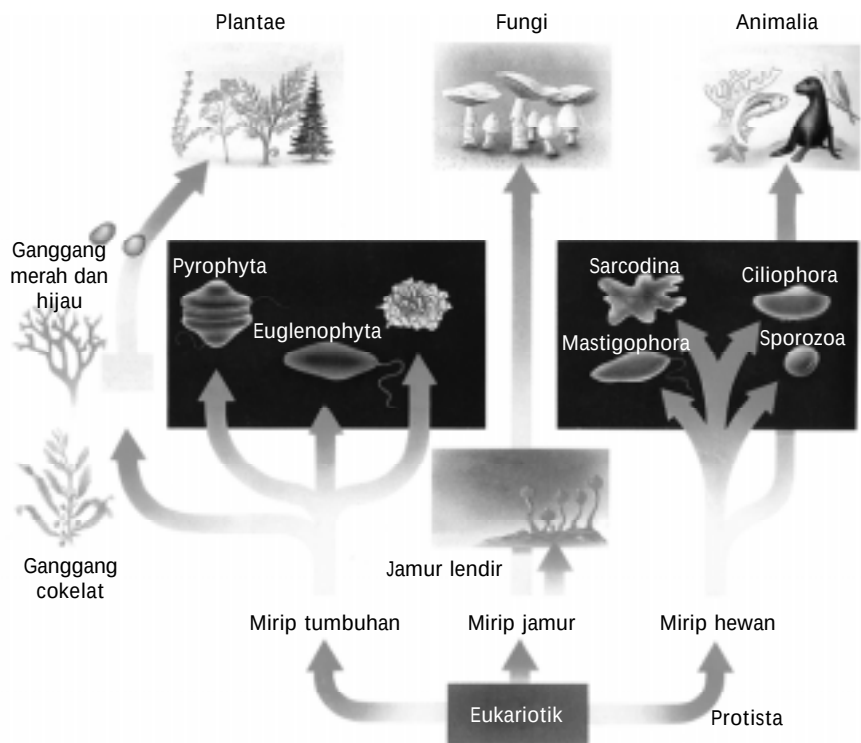
- Eukariot
- Silia

Logika Biologi

Apakah yang membedakan Protista dari bakteri?

Gambar 3.1

Protista memiliki anggota yang bermacam-macam. Ada yang memiliki ciri mirip tumbuhan, jamur, dan hewan.



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

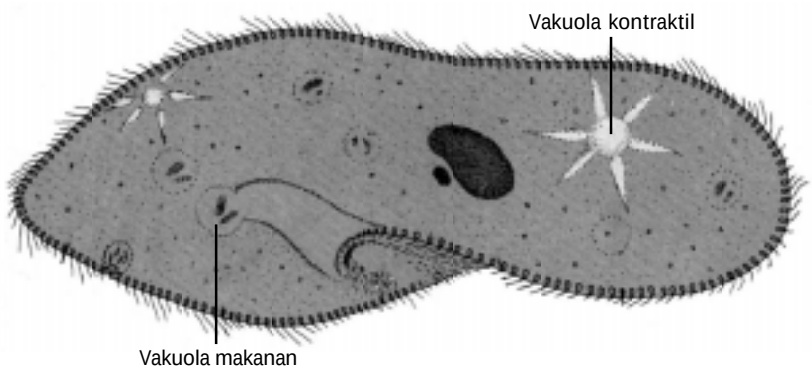
Jika Anda ambil setetes air kolam yang keruh dan diamati dengan mikroskop, besar kemungkinan Anda akan melihat makhluk hidup satu sel yang seluruh permukaannya ditutupi oleh silia (rambut getar). Makhluk hidup bersel satu tersebut adalah Paramecium, salah satu contoh anggota Protista yang paling mudah ditemukan dan paling mudah dikenali.

Anda dapat melihat struktur tubuh Paramecium pada Gambar 3.2. Paramecium terdiri atas satu sel. Seluruh permukaan tubuhnya ditutupi oleh silia. Jika diamati lebih detail, dapat diketahui bahwa silia tersebut

berfungsi menggiring partikel makanan masuk ke dalam mulut dan diteruskan ke dalam vakuola makanan untuk dicerna. Selain itu, di dalam tubuh *Paramecium* terdapat vakuola yang selalu bergerak, disebut vakuola kontraktil (Gambar 3.2). Apakah fungsi vakuola tersebut?

Contoh lain anggota Protista adalah *Euglena*. Protista ini memiliki struktur mirip hewan dan tumbuhan. *Euglena* tidak memiliki dinding sel seperti halnya sel tumbuhan. Akan tetapi, *Euglena* memiliki kloroplas yang merupakan ciri dari sel tumbuhan.

Itulah sebabnya, banyak ahli yang menganggap bahwa Kingdom Protista merupakan peralihan menuju tiga kingdom yang lebih maju, yakni Fungi, Plantae, dan Animalia.



Sumber: *Essentials of Biology*, 1990

Kata Kunci

- Kloroplas
- Vakuola kontraktil

Gambar 3.2
Struktur tubuh *Paramecium*.

Tes Kompetensi Subbab A

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Apakah ciri Protista yang utama?
2. Dibagi menjadi berapa kelompokkah anggota Kingdom Protista?

B. Klasifikasi Protista

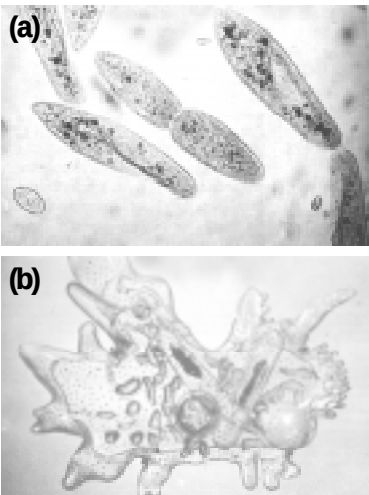
Sebelumnya, Anda telah mengetahui ciri dan struktur Protista. Protista dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yakni protista mirip hewan (protozoa), protista mirip jamur (jamur lendir), dan protista mirip tumbuhan (alga).

1. Protista Mirip Hewan (Protozoa)

Kata protozoa berasal dari bahasa Yunani, yakni proto yang berarti pertama dan zoa yang berarti hewan. Protozoa merupakan protista yang mirip hewan. Kebanyakan protozoa tidak berbahaya bagi manusia, tetapi beberapa jenis bersifat patogen. Bagaimanakah ciri-ciri dan klasifikasinya?

a. Ciri-Ciri Protozoa

Menurut Brum et al. (1994: 813), lebih dari 40.000 spesies protozoa hidup di berbagai tempat, di perairan, tanah yang lembap atau di dalam organisme lain (parasit). Protozoa merupakan organisme uniselular. Protozoa mendapatkan makanan dengan cara mengabsorpsi molekul organik, yang terjadi secara intrasel. Protozoa mampu bergerak bebas (Gambar 3.3). Pernapasan protozoa berlangsung secara difusi.



Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*, 2002

Gambar 3.3
Contoh hewan protozoa adalah
(a) *Paramaecium caudatum* dan
(b) *Amoeba*.

Kata Kunci

- Holozoik
- Holofitik
- Pseudopodia
- Flagela

Protozoa melakukan perkembangbiakan secara asexual dan seksual. Perkembangbiakan secara asexual dilakukan dengan cara pembentukan tunas dan pembelahan biner. Adapun secara seksual dilakukan dengan cara konjugasi.

Beberapa protozoa ada yang bersifat holozoik. Sementara yang lainnya bersifat holofitik dan saprozoik. Holo oik artinya memakan organisme yang berukuran lebih kecil daripada ukuran tubuhnya. Holofitik artinya mampu menghasilkan makanan sendiri melalui proses fotosintesis. Adapun sapro oik artinya memakan organisme mati yang telah membusuk.

Alat gerak dari protozoa terdiri atas bulu cambuk (flagela), kaki semu (pseudopodia), dan bulu getar (silia).

b. Klasifikasi Protozoa

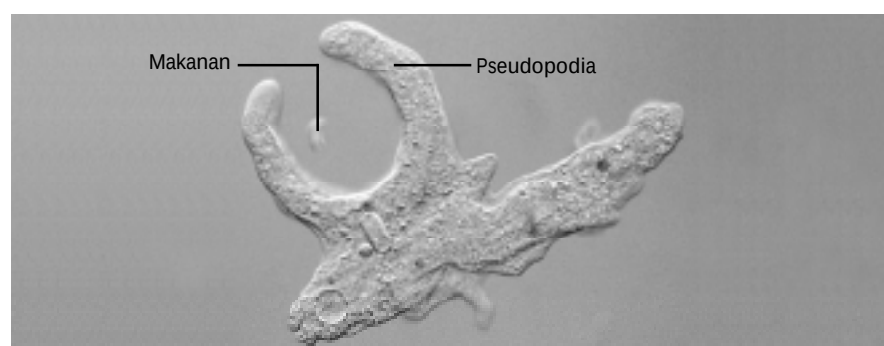
Menurut Campbell (1998: 524), Protozoa merupakan hewan yang terdiri atas enam phylum. Keenam phylum tersebut adalah Rhizopoda (Sarcodina), Actinopoda (Heliozoa dan Radiozoa), Foraminifera, Apicomplexa (Sporozoa), Ciliophora (Ciliata), dan Ciliophora (Ciliata). Untuk mengetahui lebih jelas mengenai keenam phylum tersebut, perhatikan uraian berikut.

1) Rhizopoda (Sarcodina)

Kata Rhizopoda berasal dari kata rhizo yang berarti akar dan podos yang berarti kaki. Habitat hewan ini ada di air tawar, air laut, di tempat yang basah, dan sebagian lagi bersifat parasit di dalam tubuh hewan ataupun manusia. Ciri khas Rhizopoda, yang sering disebut juga Sarcodina, adalah alat geraknya yang berupa kaki semu (pseudopodia).

Kaki semu terbentuk karena adanya aliran sitoplasma, sebagai akibat perubahan sitoplasma dari fase padat (sol) ke fase kental (gel). Gerak yang ditimbulkannya disebut gerak amoeboid. Contoh Rhizopoda adalah *Amoeba proteus* yang umum ditemukan di perairan tawar.

Selain sebagai alat gerak, kaki semu pada *Amoeba* juga berfungsi menangkap makanan. Pada saat mengambil makanan, pseudopodianya akan mengelilingi makanan yang akan dimakan. Proses ini disebut fagositosis (Gambar 3.4).

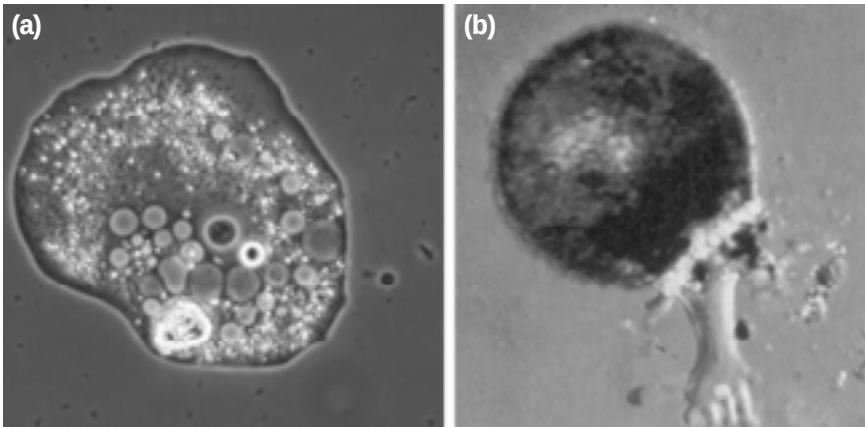


Sumber: www.microscopy-uk.org

Gambar 3.4

Fagositosis pada *Amoeba*.
Amoeba menangkap makanannya
menggunakan pseudopodia.

Makanan yang telah ditangkap akan dicerna oleh vakuola makanan. Kemudian, sisa makanan hasil pencernaan tersebut akan dikeluarkan melalui vakuola kontraktil. Selain berfungsi mengeluarkan sisa makanan, vakuola kontraktil berfungsi juga dalam mengatur kadar air di dalam tubuhnya. Contoh lain dari phylum Rhizopoda adalah *Entamoeba*, *Arcella*, dan *Diffugia*.



Sumber: www.micrographia.com

Kata Kunci

- Kalsium karbonat
- Patogen
- Silika

Gambar 3.5

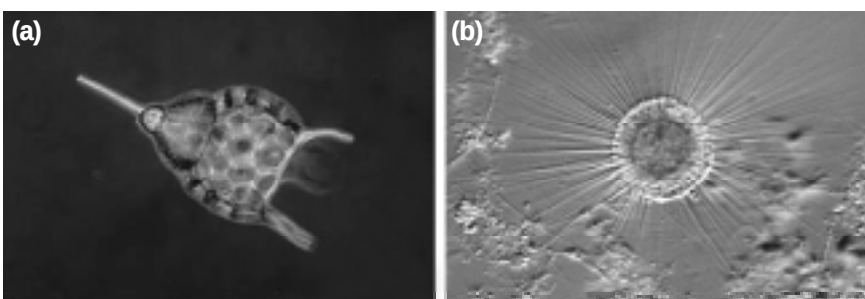
Beberapa contoh Rhizopoda, adalah (a) *Entamoeba* dan (b) *Diffugia*.

Beberapa jenis *Entamoeba* merupakan penyebab berbagai penyakit. Contohnya, *Entamoeba dysenteriae* (penyebab penyakit disentri) dan *Entamoeba histolitica* (penyebab penyakit amebiasis) (Gambar 3.5). Protista patogen tersebut ditularkan melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi oleh Protista tersebut.

2) Actinopoda (Helio oa dan Radio oa)

Actinopoda memiliki arti kaki yang memancar. Hal tersebut didasarkan pada keadaan pseudopodia yang tipis menyerupai jarum dalam jumlah banyak dan memancar yang disebut a opodia. Setiap a opodia terbentuk dari ikatan mikrotubulus yang kuat. Mikrotubulus tersebut ditutupi oleh lapisan tipis dari sitoplasma.

Sebagian besar Actinopoda merupakan plankton. Actinopoda terdiri atas Heliozoa dan Radiozoa (Gambar 3.6). Kebanyakan Heliozoa (sun animal) hidup di air tawar, sedangkan Radiozoa hidup di air laut. Radiozoa memiliki kulit yang lembut, tersusun atas silika yang merupakan bahan dasar gelas. Apabila organisme tersebut mati, kulit dari organisme tersebut akan berkumpul di dasar laut. Kulit dari Radiozoa tersebut akan terakumulasi dan membentuk lumpur yang dapat memiliki ketebalan hingga beberapa meter.



Sumber: www.io.uwinnipeg.ca; www.micro.magnet.fsu.edu

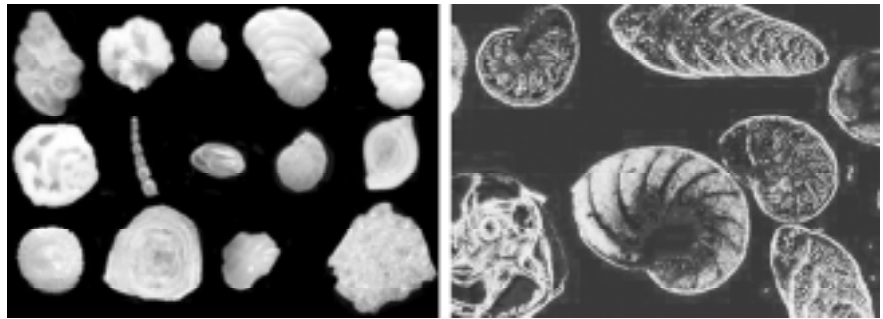
Gambar 3.6

Actinopoda dibedakan menjadi (a) Radiozoa dan (b) Heliozoa.

3) Foraminifera

Foraminifera berasal dari kata foramen yang berarti lubang. Sebagian besar hidup di laut dengan tubuh terlindung oleh kerangka luar yang tersusun atas kalsium karbonat (CaCO_3). Kerangka luar yang telah kosong dan terendam di dasar laut selama jutaan tahun akan membentuk lapisan tanah hitam yang disebut tanah globigerina (Gambar 3.7). Globigerina merupakan salah satu anggota genus Foraminifera yang paling dikenal.

Gambar 3.7
Beberapa bentuk kerangka Foraminifera yang beraneka ragam dapat membentuk tanah globigerina.



Sumber: www.microscopy-uk.org.

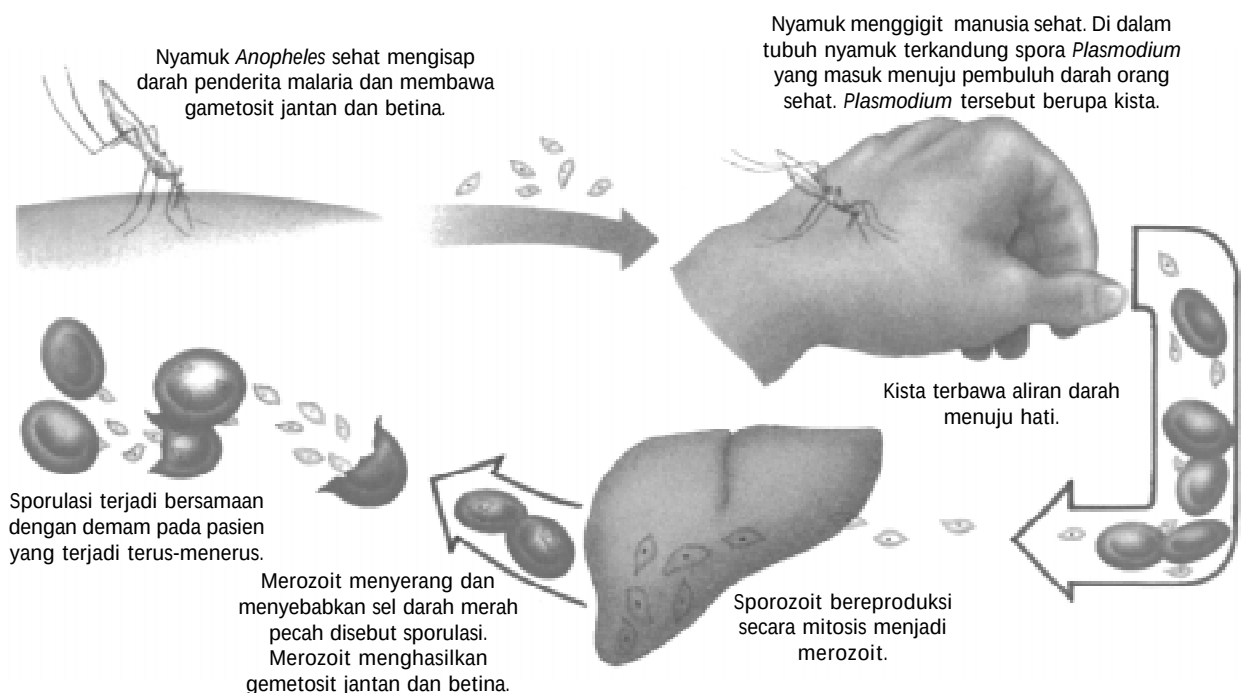
Kata Kunci

- Malaria
- *Plasmodium*

4) Apicomple a (Sporo oa)

Seluruh anggota dari phylum ini adalah parasit di dalam organisme lain. Beberapa di antaranya menyebabkan penyakit yang serius pada manusia. Apicomple a disebut juga Sporozoa. Sporozoa adalah satu-satunya anggota Protozoa yang tidak memiliki alat gerak.

Contoh Sporozoa yang terkenal adalah Plasmodium. Plasmodium dapat menyebabkan penyakit malaria. Penyakit ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina. Ada banyak jenis Plasmodium, di antaranya *P. falciparum*, penyebab penyakit malaria tropika dengan masa sporulasi (pembentukan spora aseksual) setiap 24 jam. Contoh lainnya adalah *P. vivax*, penyebab penyakit malaria tertiana dengan sporulasi setiap 48 jam. Untuk mengetahui daur hidup *P. vivax*, perhatikanlah Gambar 3.8.



Sumber: Heath Biology, 1985

Gambar 3.8
Daur hidup *Plasmodium vivax*

Penyakit malaria merupakan penyakit menahun karena Plasmodium dapat berada di dalam darah inangnya selama bertahun-tahun. Pencegahan penyakit ini lebih baik dilakukan daripada melakukan pengobatan.

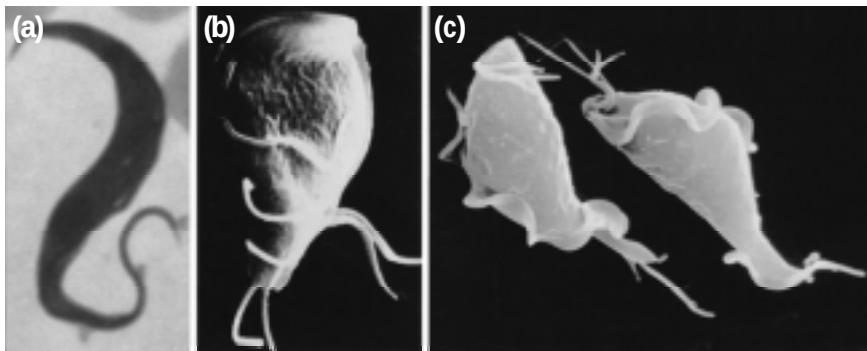
Plasmodium lainnya yang terkenal adalah *P. malariae*, penyebab penyakit malaria quartana dengan masa sporulasi setiap 72 jam. Contoh Sporozoa yang lain adalah *Pneumocystis carinii* dan *Toxoplasma gondii*. *Pneumocystis carinii* dapat menyebabkan penyakit pneumonia (paru-paru

basah) yang biasanya terjadi pada pasien AIDS tahap awal. Adapun *Toxoplasma gondii* dapat menyebabkan to oplasmosis pada wanita hamil. Penyakit ini membahayakan bayi yang dikandungnya.

5) oomastigophora (ooflagelata)

Phylum Zoomastigophora dikenal juga sebagai Zooflagelata. Makhluk hidup heterotrof ini mengambil molekul organik dari lingkungannya atau mangsa melalui fagositosis (Gambar 3.9). Zoomastigophora bergerak menggunakan bulu cambuk atau flagela. Umumnya hidup sebagai sel soliter, tetapi ada beberapa yang hidup berkoloni. Zoomastigophora ada yang hidup bebas dan ada pula yang melakukan simbiosis dengan makhluk hidup lain. Contohnya, *Trichonympha campanula* yang hidup dalam usus rayap dan membantu rayap menguraikan molekul selulosa kayu.

Zoomastigophora lainnya merupakan parasit yang membahayakan pada manusia dan hewan. *Trypanosoma*, menyebabkan penyakit tidur di Afrika yang disebarkan oleh gigitan lalat tse-tse. *Trichomonas vaginalis* menyebabkan penyakit kelamin (*trichomoniasis*) pada wanita dan penyakit saluran kelamin pada pria.



Sumber: Biology: The Unity and Diversity of Life , 1995

6) Ciliophora (Ciliata)

Karakteristik dari phylum Ciliophora terlihat dari silia mereka yang digunakan untuk mencari dan mengumpulkan serta untuk bergerak. Menurut Campbell (1998: 527), kebanyakan anggota dari phylum ini hidup soliter atau hidup sendiri di perairan tawar. Selain itu, phylum Ciliophora ini hidup bebas dan jarang yang parasit di dalam organisme lain. Bentuk tubuh dari anggota phylum ini tetap karena mengandung pelikel yang tersusun atas protein. Pelikel merupakan suatu selaput keras yang menyebabkan bentuk tubuhnya tetap.

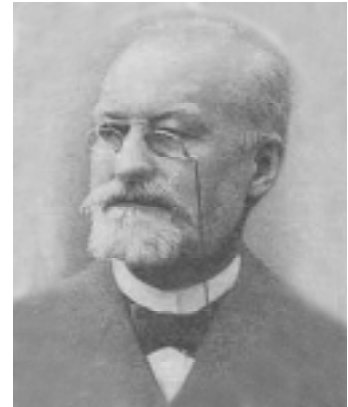
Contoh spesies dari phylum Ciliophora adalah *Paramecium caudatum*. Protozoa tersebut dapat kita temukan di perairan sekitar kita, seperti di kolam maupun di sawah. Tubuh *Paramecium* memiliki bentuk mirip sandal jepit. *Paramecium* memiliki inti yang berukuran besar (makronukleus) dan berukuran kecil (mikronukleus). Makronukleus bertanggung jawab dalam berlangsungnya metabolisme sel. Adapun mikronukleus mengontrol perkembangbiakan sel. Selain itu, *Paramecium* juga memiliki dua jenis vakuola (kantong), yakni vakuola makanan dan vakuola kontraktil.

Paramecium berkembang biak secara aseksual maupun seksual. Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan cara membelah diri (perhatikanlah Gambar 3.10). Adapun perkembangbiakan secara seksual dilakukan melalui proses konjugasi.



Sekilas Biologi

Ronald Ross
(1857-1932)



Ronald Ross, seorang dokter dari Inggris menemukan penyebab penyakit malaria. Penemuannya terjadi pada 1897 saat dia bertugas di Hyderabad, India.

Sumber: www.clendening.kumdc.com

Gambar 3.9

Beberapa spesies Zoomastigophora adalah

- (a) *Trypanosoma brucei*;
- (b) *Giardia lamblia*;
- (c) *Trichomonas*.



Sekilas Biologi

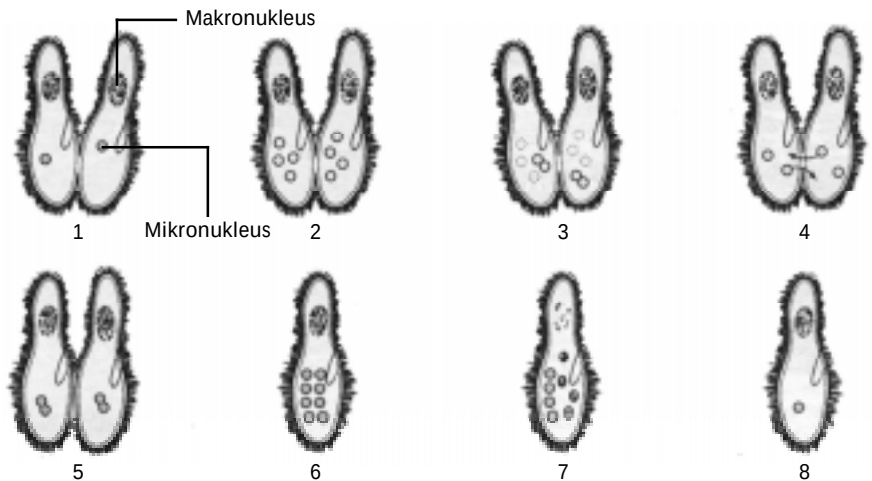
Malaria merupakan penyakit yang disebabkan oleh *Plasmodium* dengan vektor nyamuk *Anopheles*. Di Indonesia, terdapat empat jenis *Plasmodium* yang menyebabkan malaria, yakni *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium ovale*, dan *Plasmodium falciparum*. Adapun jenis parasit yang paling banyak menyebabkan kematian adalah *Plasmodium falciparum*.

Sumber: *Republika*, 13 Juli 2004

Kata Kunci

- Flagela
- Makronukleus
- Mikronukleus
- Trichomoniasis

Gambar 3.10
Perkembangbiakan secara seksual
pada *Paramecium*.



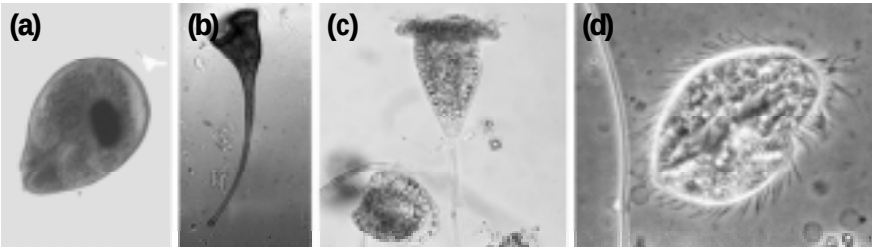
Sumber: Campbell, 1998

- Keterangan**
1. Dua individu *Paramecium* melakukan fusi (penyatuan). Mikronukleus luruh.
 2. Luruhnya mikronukleus menyebabkan diproduksi empat mikronukleus yang haploid.
 3. Tiga mikronukleus haploid luruh dan sisanya melakukan mitosis.
 4. Terjadi perkawinan, setiap *Paramecium* menukarkan mikronukleusnya.
 5. Mikronukleus yang secara genetik berbeda melakukan fusi.
 6. Mikronukleus melakukan pembelahan secara mitosis dan menghasilkan delapan mikronukleus yang sama.
 7. Mikronukleus yang berasal dari individu itu sendiri luruh dan pembentukan makronukleus dimulai.
 8. Individu baru terbentuk.

Beberapa contoh spesies phylum Ciliophora lainnya adalah *Balantidium coli*, *Didinium*, *Stentor*, *Vorticella*, dan *Stylonychia* (Gambar 3.11). *Didinium*, *Stentor*, dan *Vorticella* mempunyai bentuk yang halus. *Didinium* mirip teko air bertangkai, sementara *Stentor* mirip terompet, dan *Vorticella* mirip lonceng.

Beberapa anggota Ciliophora yang hidup di perairan tawar dapat dijadikan indikator pencemaran, seperti *Paramecium* dan *Stentor*. *Balantidium coli* hidup parasit di dalam usus besar manusia dan dapat menyebabkan penyakit balantidiasis (gangguan perut).

Gambar 3.11
(a) *Balantidium coli*
(b) *Stentor*
(c) *Vorticella*
(d) *Stylonychia*



Sumber: www.umanitoba.ca.com; www.ucmp.berkeley.edu; www.pirx.com; www.user.chollan.net



Aktivitas Biologi 3.1

Proto oa

Tujuan
Mengamati Protozoa

Alat dan Bahan

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1. Air sungai | 5. Kaca objek |
| 2. Air kolam | 6. Kaca penutup |
| 3. Air sawah | 7. Mikroskop |
| 4. Pipet | |

Langkah Kerja

1. Ambillah sampel air dari beberapa sumber (sungai, kolam, sawah) dengan menggunakan pipet.
2. Teteskan sampel air di atas kaca objek dengan menggunakan pipet.
3. Tutup dengan kaca penutup, amati dengan mikroskop. Gunakan perbesaran kecil ($100\times$). Jika objek sudah terlihat, gunakan perbesaran yang kuat ($450\times$).

Pertanyaan

1. Ada berapakah spesies protozoa yang teramati oleh Anda?
2. Gambarkanlah masing-masing spesies yang teramati. Kemudian, berilah keterangan pada bagian-bagiannya. Apakah ciri khas dari setiap spesies tersebut?

2. Protista Mirip Jamur (Jamur Lendir)

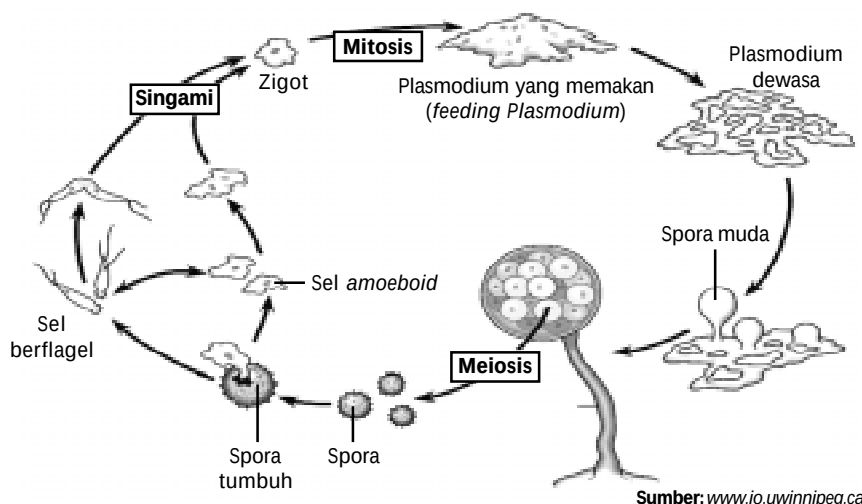
Protista mirip jamur disebut juga jamur lendir. Protista ini dikatakan mirip jamur karena kemiripannya dalam hal morfologi dan sifatnya yang saprofit. Perbedaannya dengan jamur terletak pada sifatnya. Pada jamur, zigotnya tidak dapat bergerak (imotil) karena tidak memiliki flagela. Adapun pada jamur lendir, zigotnya dapat bergerak (motil) karena memiliki flagel.

Protista mirip jamur terdiri atas tiga phylum, yakni Myxomycota, Acrasiomycota, dan Oomycota.

a. Myxomycota (Jamur Lendir Plasmodium)

Phylum Myxomycota disebut juga jamur lendir plasmodium. Beberapa spesiesnya memiliki pigmen yang terang, biasanya berwarna kuning atau oranye. Akan tetapi, jamur lendir ini tidak melakukan fotosintesis, semua anggotanya heterotrof. Di dalam siklus hidupnya, terdapat kumpulan sel amoeboid yang disebut plasmodium.

Plasmodium dapat tumbuh dengan diameter mencapai beberapa sentimeter. Ketika makan, plasmodium menelan partikel-partikel makanan dengan cara fagositosis. Plasmodium hidup di tempat-tempat yang lembap. Misalnya di tanah yang lembap, batang pohon yang membusuk, atau dedaunan yang mulai membusuk. Plasmodium akan membentangkan pseudopodianya untuk mengambil partikel-partikel makanan di tempat hidupnya tersebut. Apabila habitat hidupnya sudah mulai mengering atau tidak ada lagi tersisa makanan, pertumbuhan plasmodium akan berhenti. Plasmodium akan kembali lagi ke tahap siklus hidupnya, yakni reproduksi seksualnya (Gambar 3.12).



Kata Kunci

- Fagositosis
- Heterotrof
- Imotil
- Sel Amoeboid

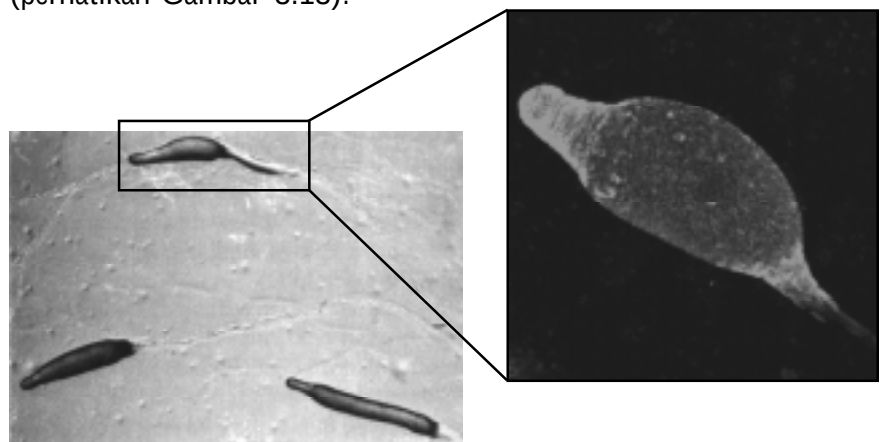
Gambar 3.12

Siklus hidup jamur lendir plasmodium.

b. Acrasiomycota (Jamur Lendir Selular)

Acrasiomycota disebut juga jamur lendir selular. Bentuk satu selnya merupakan individu yang mandiri. Dalam siklus hidupnya, terutama ketika masa reproduksi, jamur lendir selular memiliki tubuh buah. Tubuh buah tersebut akan menghasilkan spora yang digunakan pada saat reproduksi aseksual.

Acrasiomycota berbeda dengan Mycomycota. Acrasiomycota tetap mempertahankan identitasnya sebagai satu sel. Acrasiomycota merupakan individu utuh yang dipisahkan oleh membran, terutama pada saat membentuk agregat di salah satu tahap dalam siklus hidupnya. Acrasiomycota merupakan organisme haploid, sedangkan pada Mycomycota didominasi oleh fase diploid. Acrasiomycota memiliki tubuh buah yang berfungsi sebagai alat reproduksi aseksual dan umumnya tidak memiliki fase berflagel (perhatikan Gambar 3.13).



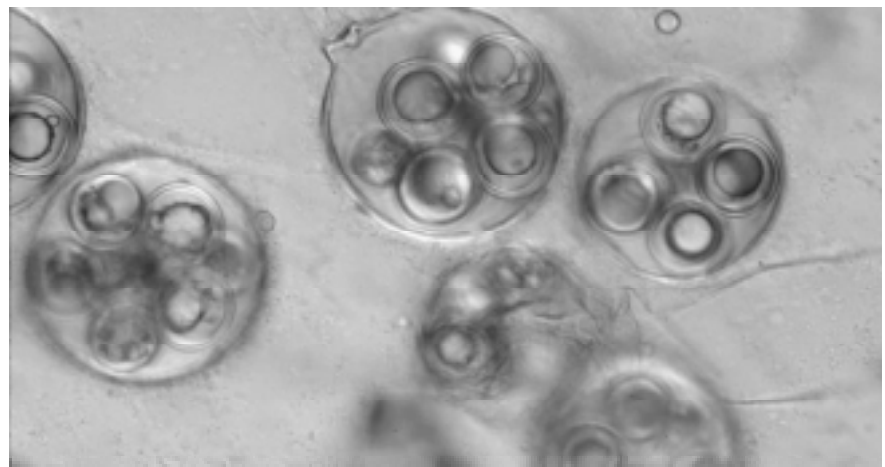
Gambar 3.13

Dictyostelium merupakan contoh spesies dari phylum Acrasiomycota.

Sumber: *Biological Science*, 1986; www.uni-koeln.de

c. Oomycota (Jamur Air)

Contoh spesies dari phylum ini adalah jamur air (water molds), karat putih (white rusts), dan embun tepung (downy mildews). Oomycota memiliki arti telur jamur. Hal tersebut didasarkan pada bentuk reproduksi seksualnya. Bentuk sel telur lebih besar dibandingkan dengan sperma. Dinding sel Oomycota tersusun atas selulosa. Pada siklus hidupnya, terutama pada tahap reproduksi, Oomycota menghasilkan spora yang berflagela. Contoh jamur air adalah *Saprolegnia*. Untuk mengetahui strukturnya, perhatikan Gambar 3.14.



Gambar 3.14

Saprolegnia adalah contoh jamur air yang hidup parasit di dalam organisme lain.

Sumber: www.uni-koeln.de

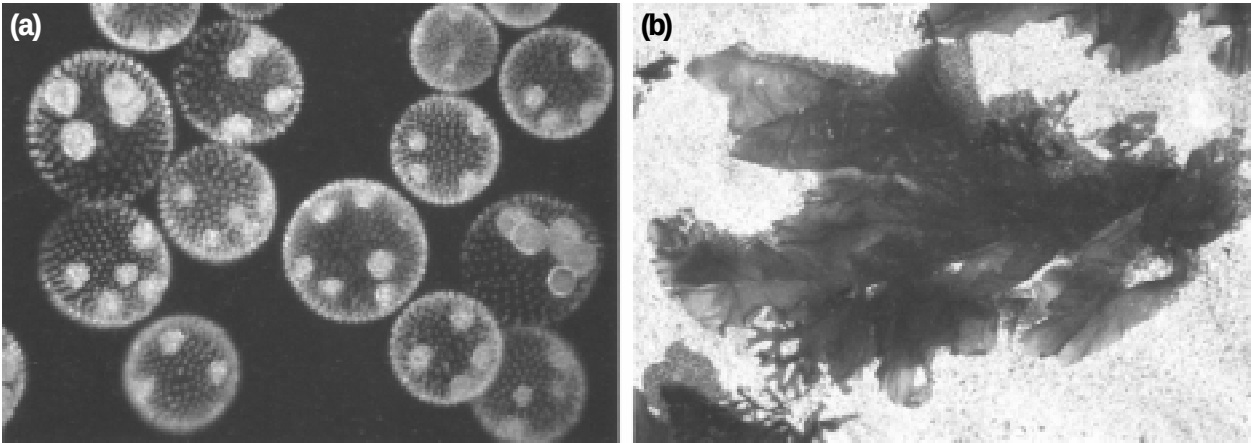
3. Protista Mirip Tumbuhan

Apakah Anda pernah berekreasi ke pantai? Anda mungkin pernah melihat sejenis tumbuhan berupa lembaran berwarna hijau atau kecokelatan yang menempel di karang. Organisme tersebut adalah ganggang atau disebut juga alga, yang merupakan anggota protista mirip tumbuhan. Bagaimanakah ciri, struktur, perkembangbiakan, dan pengelompokannya?

a. Ciri dan Struktur Tubuh

Alga memiliki ciri struktur tubuh yang beraneka macam, terutama dalam hal ukuran tubuh. Ada alga yang berukuran mikroskopis dan ada pula alga yang berukuran makroskopis. alga dapat ditemukan di tempat-tempat lembap, perairan tawar, dan laut. Ada alga yang uniselular dan ada pula yang multiselular. Alga uniselular biasanya hidup sendiri (soliter) atau hidup secara berkelompok (berkoloni).

Alga uniselular yang hidup soliter, antara lain Chlamydomonas dan Chlorella. Adapun contoh alga yang hidup berkoloni, antara lain Volvox dan Pandorina. Sementara itu, contoh alga multiselular yang berbentuk seperti benang adalah Spirogyra dan ygnema; berbentuk lembaran, contohnya Iva, ucus, dan Gellidium; dan contoh alga yang bentuknya menyerupai tumbuhan tinggi adalah Sargassum dan Macrocystis. Perhatikan Gambar 3.15.



Sumber: Biology: Discovering Life,1991

Gambar 3.15

(a) Contoh alga yang uniselular berkoloni adalah Volvox . (b) Contoh alga multiselular adalah Ulva.

Alga memiliki beberapa ciri. Alga telah memiliki membran inti sehingga termasuk eukariot. Ciri lainnya adalah alga memiliki kloroplas yang berfungsi menyerap energi cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Selain klorofil, alga memiliki zat warna lainnya, yakni zat warna kuning (karoten), zat warna biru (fikosianin), zat warna merah (fikoeritrin), dan zat warna cokelat (fukosantin).

b. Perkembangbiakan Alga

Bagaimanakah dengan perkembangbiakan alga? Alga berkembang biak secara aseksual dan secara seksual. Perkembangbiakan aseksual terjadi melalui beberapa cara, di antaranya fragmentasi, membelah diri, dan pembentukan spora kembara. Perkembangbiakan secara fragmentasi terjadi pada alga yang berbentuk lembaran dan benang. Sementara itu, perkembangbiakan secara membelah diri umumnya terjadi pada alga uniselular. Adapun pada perkembangbiakan dengan cara pembentukan spora kembara, akan dihasilkan spora berflagela yang dapat berenang.



Fakta Biologi

Kelompok alga yang merupakan Protista mirip tumbuhan ada yang memiliki panjang mencapai 328 kaki atau sekitar lebih dari 100 meter.

Sumber: Concise Encyclopedia Nature, 1994



Logika Biologi

Alga yang hidup di air dapat melakukan fotosintesis. Dari manakah alga memperoleh karbondioksida untuk melakukan fotosintesis?

Kata Kunci

- Anisogami
- Isogami
- Oogami

Spora tersebut dinamakan spora kembara (oospora) karena dapat berenang dan mengembara. Contoh alga yang melakukan perkembangbiakan dengan membentuk zoospora adalah *Chlamydomonas* sp. Dapatkah Anda memberi contoh alga yang berkembang biak melalui proses membelah diri dan fragmentasi?

Perkembangbiakan generatif pada alga dapat dilakukan dengan cara isogami, anisogami, oogami, dan konjugasi. Isogami adalah peleburan dua sel kelamin yang bentuk dan ukurannya sama. Oleh karena bentuk dan ukuran sel kelamin tersebut sama maka tidak dapat dibedakan antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Berbeda dengan isogami, perkembangbiakan secara anisogami adalah peleburan antara dua sel kelamin yang bentuknya sama, tetapi ukurannya berbeda. Biasanya, sel kelamin jantan berukuran lebih kecil dibandingkan dengan sel kelamin betina. Adapun oogami adalah peleburan antara dua sel kelamin yang bentuk dan ukurannya berbeda. Pada proses oogami dapat dibedakan antara sel kelamin jantan (sperma) dan sel kelamin betina (ovum). Ovum berukuran lebih besar daripada sperma dan tidak berflagela.

Konjugasi adalah perkembangbiakan generatif yang merupakan peristiwa peleburan dua sel kelamin yang sama ukuran dan bentuknya. Dengan demikian, antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina belum dapat dibedakan. Oleh karena itu, sering dikatakan bahwa perkembangan konjugasi identik dengan perkembangbiakan isogami. Contoh alga yang berkembang biak dengan cara konjugasi adalah *Spirogyra*. Dapatkah Anda menyebutkan contoh alga yang berkembang biak secara isogami, anisogami, dan oogami?

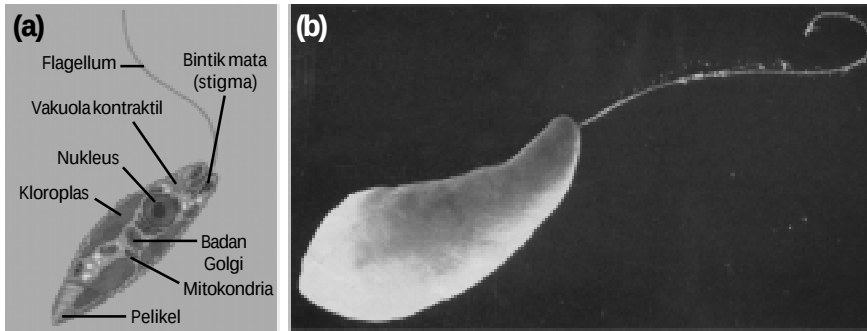
c. Pengelompokan Alga

Oleh para ahli Biologi, alga dikelompokkan berdasarkan pigmen dominan yang dikandungnya. Pigmen yang terdapat pada alga adalah klorofil, karoten, fikoeritrin, fukosantin, dan fikosianin. Alga dikelompokkan menjadi tujuh phylum, yakni Euglenophyta, Dinoflagelata, Chlorophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Phaeophyta, dan Rhodophyta. Untuk lebih jelasnya pelajailah uraian berikut.

1) Euglenophyta (Euglenoid)

Phylum Euglenophyta memiliki anggota sekitar 800 spesies. Salah satu anggota phylum Euglenophyta adalah *Euglena viridis*. Beberapa spesies Euglenophyta memiliki kloroplas dan dapat melakukan fotosintesis seperti halnya tumbuhan, beberapa spesies tidak memiliki kloroplas dan hidup secara heterotrof. Euglenophyta yang dapat berfotosintesis mengandung klorofil a, b, karoten, dan terkadang pigmen antofil. Makanan cadangan hasil fotosintesis disimpan dalam bentuk polisakarida yang disebut paramilon.

Euglenophyta umumnya hidup di air tawar, seperti kolam atau danau dan memiliki flagel yang berfungsi sebagai alat gerak di air. Bintik mata berfungsi sebagai penerima cahaya dan memungkinkan *Euglena* bergerak menuju intensitas cahaya lebih tinggi sehingga meningkatkan fotosintesis. *Euglena* tidak memiliki dinding sel, namun memiliki pembungkus tubuh yang kuat dan lentur terbuat dari protein di atas membran plasmanya, disebut pelikel. Vakuola kontraktil berfungsi sebagai pompa yang mengeluarkan kelebihan air pada tubuh (Gambar 3.16).



Gambar 3.16

(a) Struktur tubuh *Euglena*.
(b) *Euglena viridis* merupakan anggota Euglenophyta.

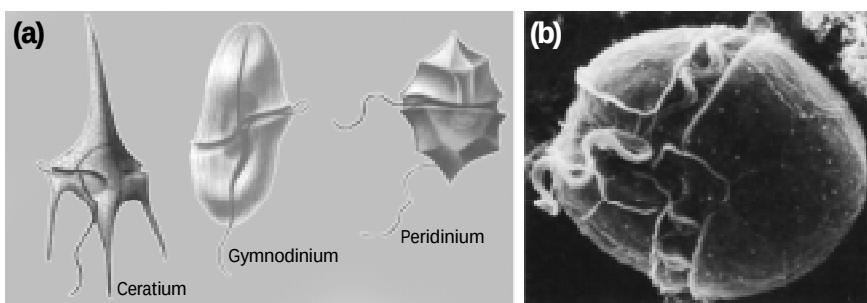
Sumber: *Biology: Discovering Life*, 1994; *Biology: The Unity and Diversity of Life*, 1995

2) Dinoflagellata

Dari sekian banyak spesies Dinoflagellata yang diketahui, umumnya merupakan organisme uniselular, namun terdapat beberapa yang membentuk koloni. Phylum Dinoflagellata memiliki anggota sekitar 1.100 spesies. Setiap spesies Dinoflagellata memiliki bentuk tubuh berbeda-beda yang terbuat dari dinding internal selulosa. Pergerakan dua flagela pada tubuhnya menghasilkan gerakan berputar sehingga organisme ini disebut Dinoflagellata. Dalam bahasa Yunani, dinos artinya berputar.

Dinoflagellata umumnya hidup di laut. Beberapa melakukan simbiosis mutualisme dengan hewan Cnidaria. Dinoflagellata lain tidak memiliki kloroplas dan hidup parasit pada hewan laut. Bahkan ada yang bersifat karnivor. Ledakan populasi Dinoflagellata menyebabkan gelombang merah (red tide). Populasi ini berwarna merah kecokelatan. Ketika kerang atau remis mengonsumsi alga ini, mereka akan mengumpulkan racun yang dihasilkan oleh Dinoflagellata. Meski racun tersebut tidak menyebabkan kematian pada Mollusca tersebut, namun racun berbahaya bagi ikan, penyu, dan manusia yang mengonsumsi Mollusca.

Dinoflagellata dibedakan karena memiliki permukaan tubuh dari lempengan selulosa dan dua flagela. Umumnya berwarna kekuningan hingga cokelat keemasan. Beberapa Dinoflagellata lain, seperti Gymnodinium, mengandung pigmen merah dan kadang menyebabkan gelombang merah yang meracuni beberapa hewan (Gambar 3.17).



Gambar 3.17

Contoh Dinoflagellata.
(a) Beberapa macam Dinoflagellata
(b) *Gymnodinium*

Sumber: *Biology*, 1999; *Essentials of Biology*, 1990

3) Chlorophyta (alga hijau)

Phylum Chlorophyta memiliki anggota sekitar 7.000 spesies. Chlorophyta disebut juga alga hijau. Disebut alga hijau karena pigmen dominan yang dikandungnya berwarna hijau. Pigmen berwarna hijau tersebut adalah klorofil. Klorofil dalam alga hijau terkumpul dalam suatu organel sel yang disebut kloroplas. Pada anggota phylum Chlorophyta, bentuk dari

kloroplasnya bermacam-macam. Kloroplas ini ada yang berbentuk mangkok contohnya Chlorella; berbentuk spiral contohnya Spirogyra; dan berbentuk bintang contohnya Euglena. Berikut ini akan dijelaskan beberapa contoh spesies dari phylum Chlorophyta.

Kata Kunci

- Fragmentasi
- Isomorfisme
- Konjugasi

a) Chlorella

Chlorella adalah alga hijau uniselular yang memiliki bentuk bulat seperti bola. Kloroplasnya berbentuk mangkuk. Habitat hidupnya terdapat di perairan tawar, laut serta tempat-tempat yang basah.

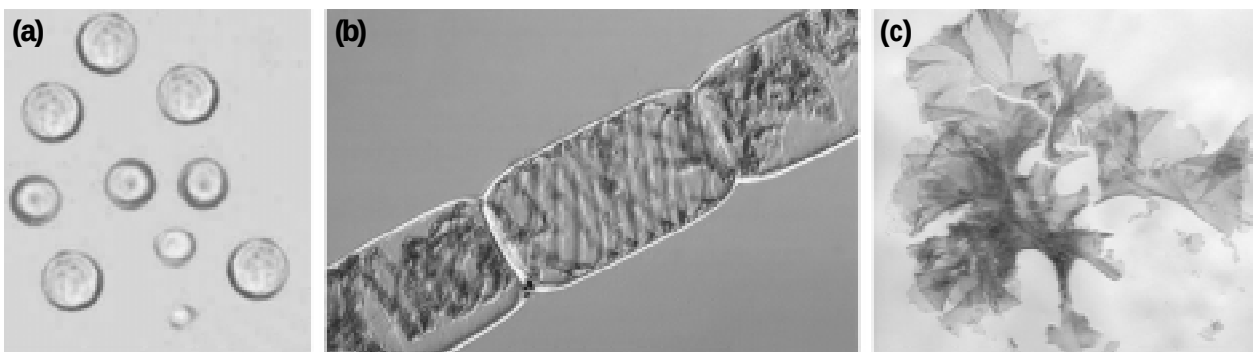
Chlorella berkembang biak secara asexual melalui pembelahan diri. Dalam pemanfaatannya, Chlorella dapat dijadikan sumber makanan baru.

b) Spirogyra

Spirogyra memiliki habitat di perairan tawar. Spirogyra memiliki bentuk kloroplas menyerupai pita dan berukuran besar. Hal tersebutlah yang memudahkan kita untuk mengenali spesies ini. Reproduksi pada Spirogyra berlangsung secara asexual, yaitu dengan cara fragmentasi. Adapun secara seksual terjadi melalui konjugasi.

c) Ulva

Ulva sering disebut selada laut karena morfologinya yang mirip selada. Ulva hidup di lautan dan sebagian hidup di air payau. Ulva pun dapat hidup di perairan yang terkena polusi bahan organik, misalnya perairan yang terpolusi oleh tinja. Ulva menempel pada dasar perairan. Tubuh talusnya berbentuk lembaran tipis melebar dan lebarnya dapat mencapai satu meter. Talus Ulva terdapat dua macam, yaitu talus haploid dan talus diploid. Secara morfologi, kedua macam talus ini berbentuk sama sehingga bersifat isomorfisme.

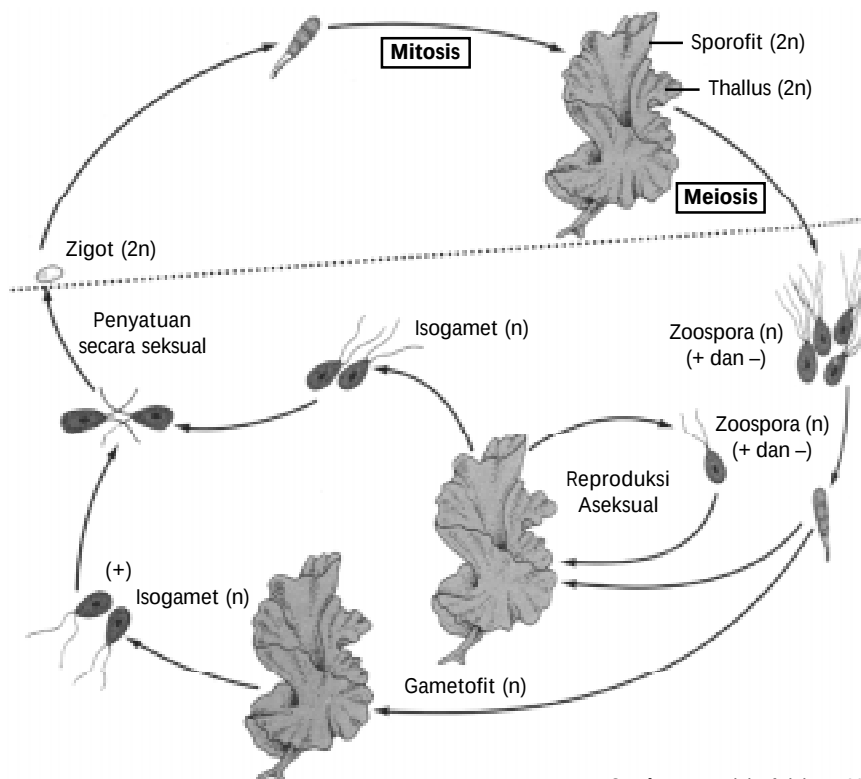


Sumber: www.botany.hawaii.edu; www.scienceandart.org; www.unav.es

Gambar 3.18

Contoh-contoh Chlorophyta, yaitu
(a) *Chlorella*, (b) *Spirogyra*,
dan (c) *Ulva*.

Perkembangbiakan Ulva dapat dilakukan secara asexual maupun seksual. Perkembangbiakan secara asexual, dengan membentuk zoospora yang memiliki flagela empat buah. Adapun secara seksual, telur ulva yang haploid akan menghasilkan gamet jantan dan gamet betina, berflagela dua yang berbentuk sama (isogamet). Gamet jantan tersebut akan membuahi gamet betina yang nantinya akan terbentuk zigot (Gambar 3.19).



Gambar 3.19

Perkembangbiakan secara aseksual pada *Ulva lactuca*.

Sumber: *Essentials of Biology*, 1990

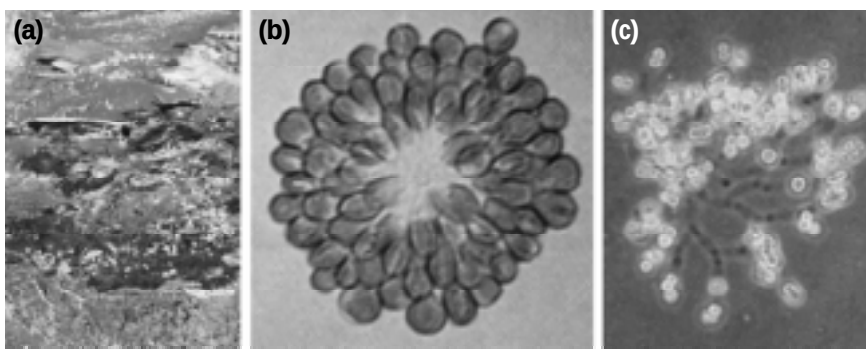
4. Chrysophyta (Alga Keemasan)

Phylum ini memiliki jumlah sekitar 850 spesies. Chrysophyta disebut juga alga keemasan. Sesuai dengan namanya, alga ini memiliki warna kuning keemasan. Pigmen yang dominan pada alga ini adalah pigmen karoten. Selain pigmen tersebut, Chrysophyta memiliki pigmen lain di dalam tubuhnya, yaitu klorofil dan fukosantin. Habitat dari alga ini adalah di perairan tawar dan laut. Spesies ini ada yang uniselular dan ada pula yang multiselular.

Perkembangbiakan Chrysophyta yang uniselular dan multiselular terjadi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual pada Chrysophyta multiseluler dilakukan dengan spora dan pada Chrysophyta uniseluler dilakukan dengan pembelahan biner dan pembentukan spora. Reproduksi seksual dilakukan dengan peleburan gamet. Makanan cadangan alga ini berupa laminarin. Alga keemasan yang uniseluler merupakan komponen fitoplankton. Contoh anggota Chrysophyta adalah *Vaucheria*, *Synura*, dan *Mischococcus* (Gambar 3.20).

Kata Kunci

- Karoten
- Laminarin



Gambar 3.20

(a) *Vaucheria* tumbuh di atas tanah merah, (b) *Synura*, dan (c) *Mischococcus*

Sumber: *Biology: The Unity and Diversity of Life*, 1995

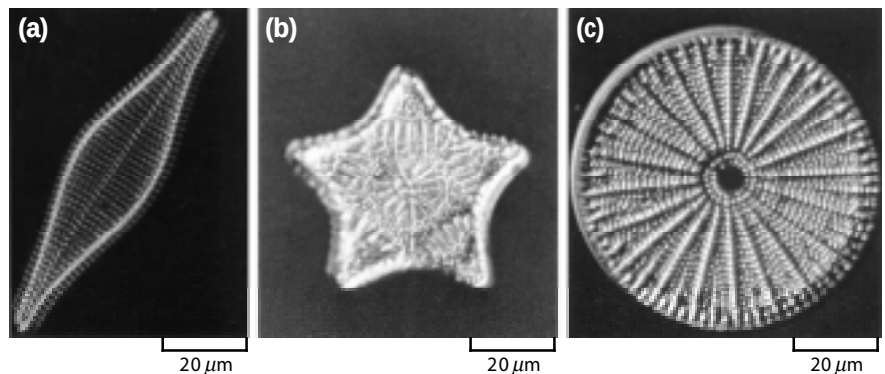
Kata Kunci

- Epiteka
- Fukosantin
- Hipoteka

5. Bacillariophyta (Diatom)

Phylum ini memiliki anggota yang paling banyak, yaitu sekitar 10.000 spesies. Diatom termasuk alga uniselular dan merupakan penyusun fitoplankton, baik di perairan tawar maupun di lautan. Bentuk Diatom sangat khas (Gambar 3.21) dengan dinding tubuhnya yang terdiri atas kotak (hipoteka) dan tutup (epiteka). Antara kotak dan tutup tersebut terdapat celah yang disebut rafe. Dinding selnya mengandung pektin dan silikat. Apabila mati, cangkangnya akan bertumpuk membentuk tanah diatom. Tanah ini bernilai ekonomis tinggi karena dapat digunakan sebagai bahan penggosok, penyuling gasolin, bahan pembuatan jalan, sampai bahan dinamit. Diatom sering tampak bergerak maju mundur dan berputar.

Perkembangbiakan Diatom dapat dilakukan secara aseksual maupun seksual. Secara aseksual, Diatom akan membelah diri dengan cara melepaskan kotak dari tutupnya. Baik tutup maupun kotak tersebut akan membentuk kotak di bagian dalamnya. Dengan kata lain, baik tutup maupun kotak akan menjadi tutup. Keadaan demikian akan berlangsung terus-menerus sampai ukurannya minimum.



Sumber: Biological Science, 1986

Gambar 3.21

Contoh spesies diatom yang memiliki bentuk beragam, seperti (a) cakram, (b) bintang, dan (c) roda.



Sumber: www2.mcdaniel.edu

Gambar 3.22

Fucus merupakan contoh spesies phylum Phaeophyta.

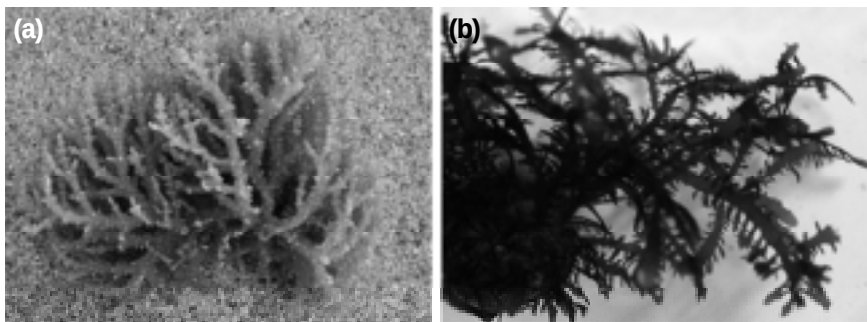
6. Phaeophyta (Alga Cokelat)

Phylum Phaeophyta adalah alga yang memiliki anggota cukup banyak, yaitu sekitar 1.500 spesies. Hampir semua anggotanya adalah multiseluler dan sebagian besar habitatnya di laut. Hanya beberapa jenis saja yang hidup di perairan tawar. Pigmen yang paling dominan pada Phaeophyta adalah fukosantin atau warna cokelat. Struktur tubuh Phaeophyta mirip dengan tumbuhan tinggi karena terdapat struktur yang menyerupai akar, batang, dan daun.

Perkembangbiakan Phaeophyta dapat terjadi secara aseksual dan seksual. Secara aseksual, Phaeophyta berkembang biak dengan membentuk zoospora. Untuk perkembangbiakan secara seksualnya, Phaeophyta menghasilkan gamet jantan dan gamet betina. Contoh dari alga cokelat adalah Sargassum, *ucus*, dan Turbinaria.

7. Rhodophyta (Alga Merah)

Rhodophyta atau alga merah merupakan phylum yang memiliki pigmen dominan fikoeritrin atau merah. Phylum ini memiliki anggota yang banyak, yaitu sekitar 4.000 spesies. Rhodophyta habitatnya sebagian besar di laut. Akan tetapi, ada pula yang hidup di perairan tawar.



Gambar 3.23

Contoh spesies Rhodophyta, yaitu (a) *Eucheuma* dan (b) *Gelidium*.

Sumber: www010.upp.so-net.ne.jp; www.unizh.ch

Perkembangbiakan Rhodophyta terjadi secara aseksual dan seksual. Secara aseksual, Rhodophyta membentuk tetraspora yang akan menjadi gamet membentuk gamet jantan dan gamet betina. Adapun secara seksual, yaitu dengan jantan dan gamet betina. Gamet jantannya tidak memiliki flagela dan disebut spermatium. Adapun gamet betinanya berflagela, dan disebut karpogonium. Contoh spesies dari phylum Rhodophyta adalah *Corallina*, *Eucheuma*, dan *Gelidium* (Gambar 3.23).

Kata Kunci

- Spermatium
- Karpogonium

Tes Kompetensi Subbab B

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Mengapa Protista dibedakan menjadi protista mirip hewan, protista mirip jamur, dan protista mirip tumbuhan?
2. Apakah perbedaan fungsi vakuola makanan dan vakuola kontraktil pada Protista, khususnya pada *Amoeba*?
3. Sebutkan dari phylum manakah Protista yang menyebabkan beberapa penyakit atau patogen.
4. Apakah perbedaan protista mirip jamur dan protista mirip hewan?
5. Alga dikelompokkan menjadi beberapa macam. Berdasarkan apakah pengelompokan alga tersebut?

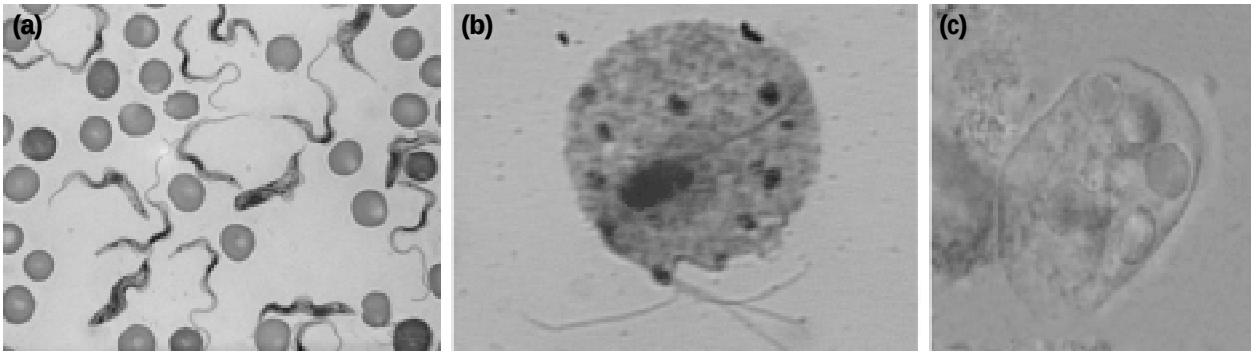
C. Peran Kingdom Protista bagi Kehidupan

Kingdom Protista memiliki peranan bagi kehidupan. Peran tersebut dapat menguntungkan dan juga dapat merugikan. Berikut akan diuraikan mengenai peranan kingdom Protista bagi kehidupan.

1. Peran Protista yang Merugikan

Anggota Kingdom Protista ada yang merugikan, contohnya pada Protozoa. Sebagian besar anggota Protozoa merupakan patogen pada manusia dan hewan, contohnya phylum Rhizopoda. Pernahkah Anda mengalami disentri? Disentri merupakan suatu penyakit dengan gejala buang air besar bercampur lendir. Penyebabnya adalah *Entamoeba dysenteriae*. Contoh lainnya, yaitu *Entamoeba histolitica* (Gambar 3.24c) yang menyebabkan amebiasis.

Phylum lainnya adalah Zoomastigophora. Anggota Phylum ini umumnya patogen. Contoh dari Phylum Zoomastigophora adalah *Trichomonas vaginalis* (Gambar 3.24b), yang menyebabkan penyakit kelamin pada wanita; *Leishmania tropica*, penyebab penyakit kulit; dan *Trypanosoma gambiense* (Gambar 3.24a), penyebab penyakit tidur.



Sumber: www.io.uwinnipeg.ca; www.icp.ucl.ac.be; www.fbio.uh.cu.com

Gambar 3.24

Contoh anggota Protista yang merugikan
(a) *Trypanasoma gambiense*
(b) *Trichomonas vaginalis*
(c) *Entamoeba histolitica*



Sumber: www.seaweed.ie

Gambar 3.25

Pembudidayaan alga untuk berbagai macam keperluan.

2. Peran Protista yang Menguntungkan

Selain dapat merugikan, anggota Protista ada yang menguntungkan. Umumnya dari kelompok alga. Sebagai Protista yang mirip tumbuhan, alga merupakan produsen bagi organisme lain di suatu ekosistem, khususnya di ekosistem perairan.

Selain itu, alga juga memiliki peran yang bermanfaat bagi organisme lain. Contohnya, sebagai bahan pangan, bahan obat-obatan, dan bahan dasar kosmetika. Perhatikan contoh spesies alga yang memiliki peran menguntungkan pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Contoh Peran dari Spesies Alga yang Menguntungkan

No.	Nama Alga	Manfaat
1.	Gracilaria	bahan pangan
2.	Eucheuma	bahan pangan, kosmetik
3.	Diatom	alat gosok, isolator panas, bahan pembuat cat
4.	Gellidium	bahan pembuat agar-agar
5.	Chlorella	bahan pangan, bahan campuran pasta gigi

Selain itu, alga juga dapat dibudidayakan menjadi bahan dasar berbagai macam produk, seperti makanan dan bahan-bahan kosmetik. Dapatkah Anda menyebutkan peranan dari kingdom Protista lainnya? Agar Anda lebih memahami, kerjakan tugas berikut.

Tugas Anda 3.1

Salah satu peran Rhizopoda berfungsi sebagai petunjuk adanya sumber minyak. Flagellata banyak yang hidup terapung diam dan dimanfaatkan sebagai makanan hewan air. Beberapa clasiss Sporozoa dapat merugikan. Carilah informasi lain mengenai peranan protozoa. Kemudian, diskusikan peranan protozoa dalam ekosistem dan kehidupan manusia.

Tes Kompetensi Subbab C

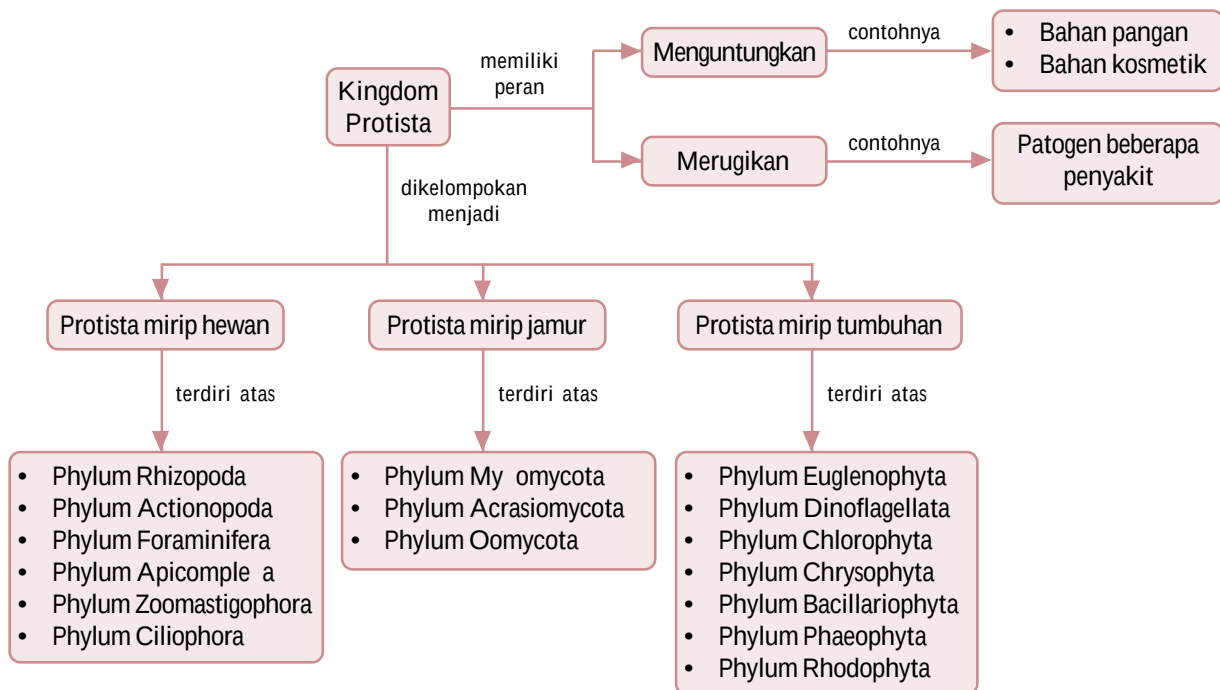
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Tuliskan oleh Anda spesies dari kingdom Protista yang merugikan.
2. Tuliskan peranan Protista yang menguntungkan beserta contoh manfaatnya.

Rangkuman

1. Protista merupakan kingdom yang memiliki anggota berukuran sangat kecil (mikroskopis) dan berukuran besar.
2. Berdasarkan cara memperoleh makanannya, kingdom Protista dibagi menjadi dua macam, yaitu fotoautotrof dan heterotrof.
3. Habitat Protista beraneka ragam, di antaranya di perairan tawar, laut, tempat-tempat yang lembap bahkan hidup parasit di dalam tubuh hewan ataupun manusia.
4. Kingdom Protista dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu protista mirip hewan, protista mirip jamur, dan protista mirip tumbuhan.
5. Protista mirip hewan, umumnya hidup sebagai parasit dan merupakan penyebab berbagai penyakit (patogen).
6. Protista mirip tumbuhan dapat melakukan fotosintesis sehingga menguntungkan organisme lain yang hidup di sekitarnya karena menghasilkan oksigen.
7. Protista memiliki peran yang merugikan, seperti dapat menyebabkan penyakit (patogen), sedangkan yang menguntungkan, Protista dapat berperan sebagai bahan pangan dan bahan kosmetik.

Peta Konsep



Refleksi

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi Kingdom Protista ini? Menarik, bukan? Banyak hal yang bisa Anda dapatkan. Misalnya, Anda mampu mengetahui ciri-ciri umum setiap phylum anggota kingdom Protista dan perannya dalam kehidupan ini.

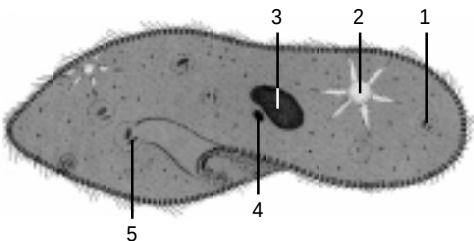
Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu menyajikan ciri-ciri umum phylum dalam kingdom Protista dan peranannya bagi kehidupan. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut?

Apabila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, diskusikanlah bersama teman-teman Anda, kemudian bertanyalah kepada guru Anda untuk memecahkan permasalahan yang berkenaan dengan materi-materi bab kingdom Protista. Pastikanlah Anda menguasai materi bab ini dengan cara belajar yang giat.

Evaluasi Kompetensi Bab 3

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

- Kingdom Protista memiliki ciri sebagai berikut, kecuali
 - uniselular
 - eukariot
 - multiselular
 - prokariot
 - memiliki membran inti
- Berikut adalah contoh Protista yang uniselular, yaitu
 - Sargassum
 - ucus
 - Turbinaria
 - Corallina
 - Amoeba
- Euglena dapat dikatakan mirip tumbuhan dan mirip hewan. Hal berikut yang menyatakan bahwa Euglena mirip tumbuhan adalah
 - memiliki flagel
 - memiliki vakuola makanan
 - memiliki kloroplas
 - tidak memiliki dinding sel
 - memiliki membran inti
- Beberapa protozoa bersifat holozoik. Holozoik artinya
 - memakan organisme mati yang telah membusuk
 - memakan organisme yang lebih kecil dari ukuran tubuhnya
 - mampu menghasilkan makanan melalui fotosintesis
 - mampu bergerak bebas mencari sumber makanan
 - memakan makanan tubuh inangnya
- Protozoa yang menggunakan kaki semu atau pseudopodianya untuk bergerak dikelompokkan dalam phylum
 - Rhizopoda
 - Zoomastigophora
 - Ciliophora
 - Actinopoda
 - Apicomple a
- Perhatikan gambar berikut.
 

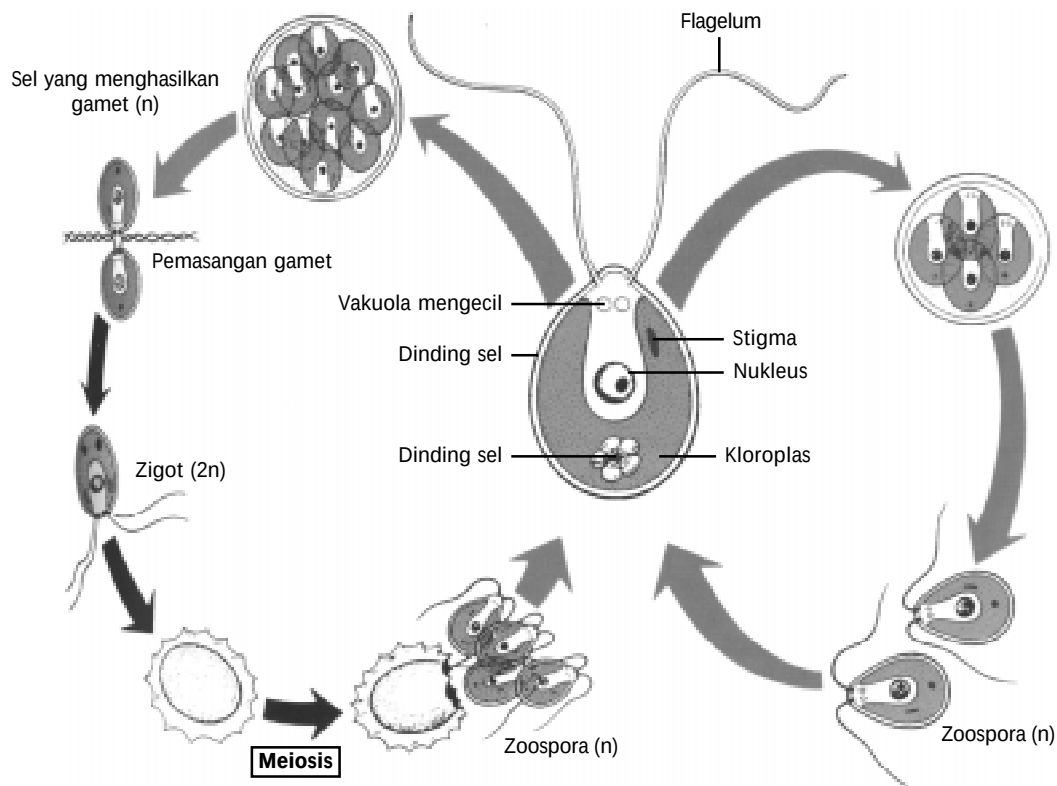
Bagian yang berfungsi mengontrol perkembangbiakan sel ditunjukkan oleh nomor

 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Tanah globigerina merupakan lapisan tanah hitam di dasar laut yang berasal dari kerangka salah satu anggota kingdom Protista dari phylum
 - Rhizopoda
 - Foraminifera
 - Actinopoda
 - Zoomastigophora
 - Apicomple a
- Penyakit malaria disebabkan oleh
 - Trypanosoma
 - Entamoeba
 - Didinium
 - Plasmodium
 - Toxoplasma
- Perkembangbiakan secara aseksual pada Paramaecium melalui cara
 - pembentukan tunas
 - konjugasi
 - membelah diri
 - transduksi
 - isogami
- Balantidium coli hidup parasit pada tubuh manusia, yaitu pada organ
 - hati
 - usus besar
 - lambung
 - saluran pencernaan
 - usus halus
- Phylum Mycomycota memiliki ciri, yaitu seluruh anggotanya
 - saprofit
 - kemoautotrof
 - fotoautotrof
 - autotrof
 - heterotrof
- Pada Acrasiomycota, tubuh buah memiliki fungsi
 - sebagai tempat cadangan makanan
 - tempat menempelnya flagel
 - alat reproduksi seksual
 - alat reproduksi aseksual
 - alat pengeluaran sisa metabolisme
- Peleburan antara dua sel kelamin yang bentuknya sama, tetapi ukurannya berbeda dinamakan
 - isogami
 - oogami
 - anisogami
 - fragmentasi
 - konjugasi
- Pigmen yang sangat dominan pada phylum Phaeophyta adalah
 - fukosantin
 - fikosianin
 - karoten
 - klorofil
 - fikoeritrin
- Berikut ini yang bukan anggota dari protista mirip tumbuhan adalah
 - Dinoflagellata
 - Rhodophyta
 - Bacillariophyta
 - Chrysophyta
 - Foraminifera

16. Protista mirip tumbuhan yang salah satu anggotanya apabila populasinya meledak menyebabkan gelombang merah (red tide) berasal dari phylum
- Euglenophyta
 - Apicomplexa
 - Actinopoda
 - Dinoflagellata
 - Rhodophyta
17. Spesies berikut memiliki bentuk kloroplas berbentuk bintang, yaitu
- Chlorella
 - Gelidium
 - Iva
 - Euglena
 - Eucheuma
18. Berikut ciri-ciri suatu alga.
- Uniselular dan multiselular
 - Mengandung pigmen dominan karoten
 - Reproduksi aseksual pada alga multiselular dengan spora
 - Merupakan komponen fitoplankton
- Berdasarkan ciri-ciri tersebut, alga tersebut merupakan phylum
- Chlorophyta
 - Cyanophyta
 - Rhodophyta
 - Phaeophyta
 - Chrysophyta
19. Perhatikan gambar berikut.
-
- Dari gambar-gambar organisme tersebut, yang dapat berperan sebagai produsen karena mampu berfotosintesis adalah nomor
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
20. Phylum Rhizopoda bergerak menggunakan
- silia
 - pseudopodia
 - flagela
 - flagela ampirik
 - bulu getar
21. Contoh Protista yang memiliki ciri-ciri seperti anggota hewan, kecuali
- Paramecium
 - Spirulina
 - Euglena
 - Plasmodium
 - Amoeba
22. Spirogyra memiliki kloroplas berbentuk
- benang
 - bintang
 - spiral
 - bulat
 - mangkuk
23. Pada Rhodophyta, perkembangbiakan secara seksual dihasilkan gamet jantan dan gamet betina. Gamet jantan tidak berflagel dinamakan
- karpogonium
 - spermagonium
 - spermatosit
 - spermatium
 - spermatozoid
24. Protista yang merupakan penyebab penyakit tidur adalah
- Trypanosoma gambiense
 - Leishmania tropica
 - Entamoeba histolitica
 - Trichomonas vaginalis
 - Entamoeba dysenteriae
25. Berikut adalah contoh spesies dari kingdom Protista yang memiliki manfaat sebagai alat gosok dan bahan pembuat cat, yaitu
- Gracilaria
 - Eucheuma
 - Gelidium
 - Diatom
 - Chlorella
- B. Jawablah pertanyaan berikut secara jelas dan singkat.
- Jelaskan ciri-ciri kingdom Protista.
 - Kingdom Protista dibagi menjadi beberapa kelompok. Jelaskan setiap kelompoknya.
 - Protista mirip tumbuhan dikelompokkan ke dalam beberapa phylum. Berdasarkan apakah pembagian phylum tersebut? Jelaskan dan berikan contohnya.
 - Jelaskan oleh Anda daur hidup Plasmodium vivax yang menyebabkan penyakit malaria tertianu pada manusia.
 - Jelaskan dengan contoh mengenai manfaat kingdom Protista bagi kehidupan.

C. Soal Tantangan

1. Salah satu contoh alga hijau adalah Chlamydomonas. Berikut adalah daur hidup Chlamydomonas.



Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995

Berdasarkan gambar tersebut, jawablah pertanyaan berikut ini.

- a. Jelaskan reproduksi seksual Chlamydomonas dari gambar tersebut.
- b. Jelaskan reproduksi aseksual Chlamydomonas dari gambar tersebut.
- c. Pada tahap mana sajakah fase diploid terjadi?
- d. Pada tahap mana sajakah fase haploid terjadi?

Bab 4



Sumber: www.moremushroomhunting.com

Morchella esculenta merupakan jamur Ascomycota yang membentuk tubuh buah.

Kingdom Fungi

Hasil yang harus Anda capai:

memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup.

Setelah mempelajari bab ini, Anda harus mampu:

- mendeskripsikan ciri-ciri dan jenis-jenis jamur berdasarkan hasil pengamatan, percobaan, dan kajian literatur serta peranannya bagi kehidupan.

Pernahkah Anda membiarkan roti tawar selama beberapa hari? Apakah yang terjadi? Anda tentu melihat pada roti tersebut ada bercak-bercak berwarna hitam, bukan? Apakah Anda mengetahui bercak-bercak hitam tersebut sebenarnya adalah jamur (Fungi), yaitu *Rhizopus stolonifer*. Jamur hidup di tempat yang lembap dan teduh. Jamur juga membantu proses pembusukan makanan serta berperan sebagai dekomposer (pengurai).

Bagaimanakah ciri-ciri dari kingdom Fungi? Bagaimanakah klasifikasi Fungi? Adakah manfaat Fungi bagi kehidupan ini? Apakah yang membedakan Fungi dengan makhluk hidup lainnya?

Semua pertanyaan tersebut dapat Anda temukan jawabannya setelah Anda selesai mempelajari bab ini secara keseluruhan. Oleh karena itu pelajasilah bab ini dengan saksama.

- A. Ciri-Ciri Jamur**
- B. Klasifikasi Jamur**
- C. Peranan Jamur bagi Kehidupan**

Tes Kompetensi Awal

1. Dapatkah Anda menyebutkan habitat dari jamur?
2. Apakah ciri-ciri jamur yang Anda ketahui?
3. Apakah peranan jamur bagi kehidupan ini?



A. Ciri-Ciri Jamur

Kingdom Fungi atau sehari-hari kita menyebutnya jamur, memiliki ciri-ciri yang berbeda dari organisme lainnya. Ciri-ciri tersebut dilihat dari struktur tubuh maupun cara reproduksinya. Jamur merupakan organisme eukariot. Anggotanya ada yang uniseluler dan ada pula yang multiseluler.

Jamur tidak memiliki klorofil, yang berfungsi dalam fotosintesis. Dengan kata lain, jamur tidak dapat menyintesis makanannya. Oleh karena itu, jamur dikelompokkan sebagai organisme heterotrof. Jamur memperoleh makanan dengan cara absorpsi, yaitu dengan menyekresikan suatu enzim. Kemudian, enzim tersebut berfungsi menghancurkan makanan yang ada di luar tubuhnya. Makanan yang hancur dalam bentuk molekul-molekul nutrisi akan diserap oleh jamur.

Cara hidup jamur terbagi menjadi tiga macam, yaitu secara parasit, saprofit, dan mutualisme. Secara parasit, jamur menyerap makanan dari organisme hidup lainnya, seperti tumbuhan, hewan, atau bahkan jamur lainnya. Sari makanan akan diserap oleh jamur parasit dan akhirnya dapat menyebabkan kerusakan, bahkan kematian bagi organisme tersebut. Adapun jamur yang absorpsi makanannya secara saprofit adalah dengan cara menguraikan organisme mati untuk diserap bahan organiknya.

Kata Kunci

- Absorpsi
- Mikoriza
- Mutualisme
- Parasit
- Saprofit
- Eukariot
- Heterotrof

Logika Biologi

Ketika Anda menyimpan nasi beberapa hari di meja, maka di nasi tersebut akan tumbuh jamur. Dari manakah jamur tersebut berasal?

Gambar 4.1

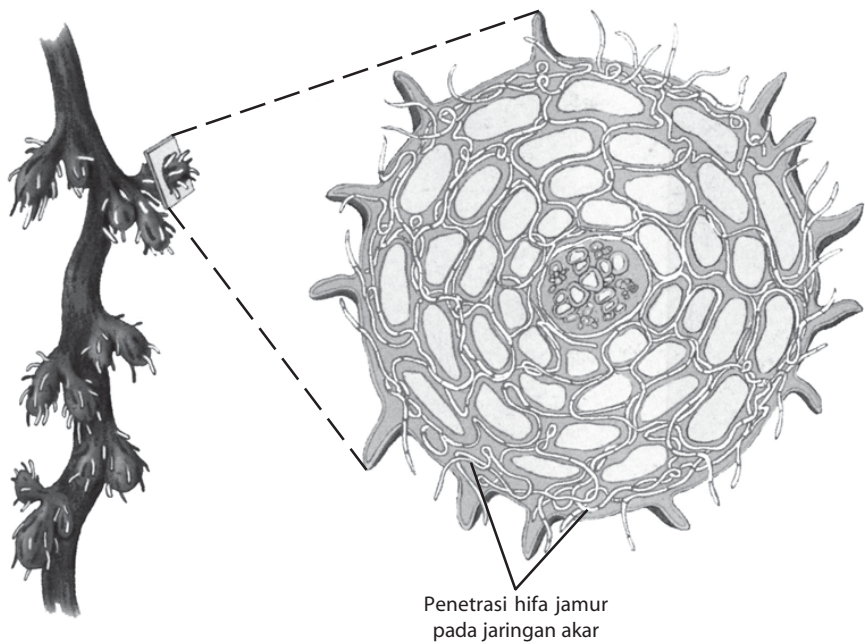
Jamur yang menguraikan organisme mati berupa batang pohon.



Sumber: *Biology Concepts & Connections*, 2006

Jamur yang hidup secara mutualisme adalah jamur bersimbiosis dengan organisme lainnya, contohnya dengan tanaman. Jamur bersimbiosis pada organ akar tanaman tingkat tinggi dan membentuk mikoriza. Hubungan tersebut saling menguntungkan. Jamur akan mendapatkan makanannya, sedangkan tanaman yang ditumpangnya akan

dapat menyerap air dan mineral dari tanah. Hal tersebut dikarenakan, jamur yang terdapat pada akar akan menyerap mineral dari dalam tanah. Mineral tersebut akan digunakan tanaman untuk menyintesis makanan. Hasil sintesis makanan oleh tanaman akan diserap oleh jamur sehingga keduanya saling diuntungkan. Perhatikan gambar berikut ini.

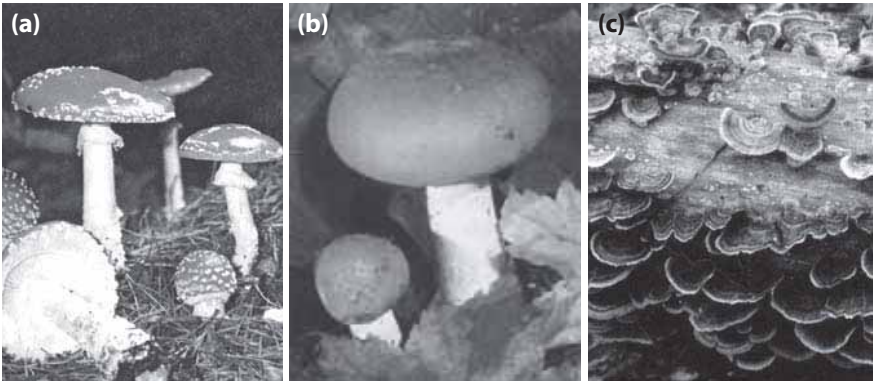


Sumber: *Biology*, 1999

Gambar 4.2
Simbiosis antara jamur dan akar tumbuhan tingkat tinggi membentuk mikoriza.

1. Struktur Tubuh Jamur

Umumnya, dinding sel jamur tersusun dari kitin. Jamur multiseluler memiliki morfologi atau bentuk tubuh yang bermacam-macam, ada yang seperti kuping, payung, bulat, ataupun setengah lingkaran. Perhatikan Gambar 4.3.



Sumber: *Biological Science*, 1986; *Biology: Discovering Life*, 1991; *Biology Concepts & Connections*, 2006

Jamur multiseluler memiliki sel-sel memanjang menyerupai benang-benang yang disebut hifa. Hifa akan membentuk cabang-cabang seperti anyaman yang disebut miselium. Miselium ini ada yang berdiferensiasi membentuk alat reproduksi, yang disebut miselium generatif.

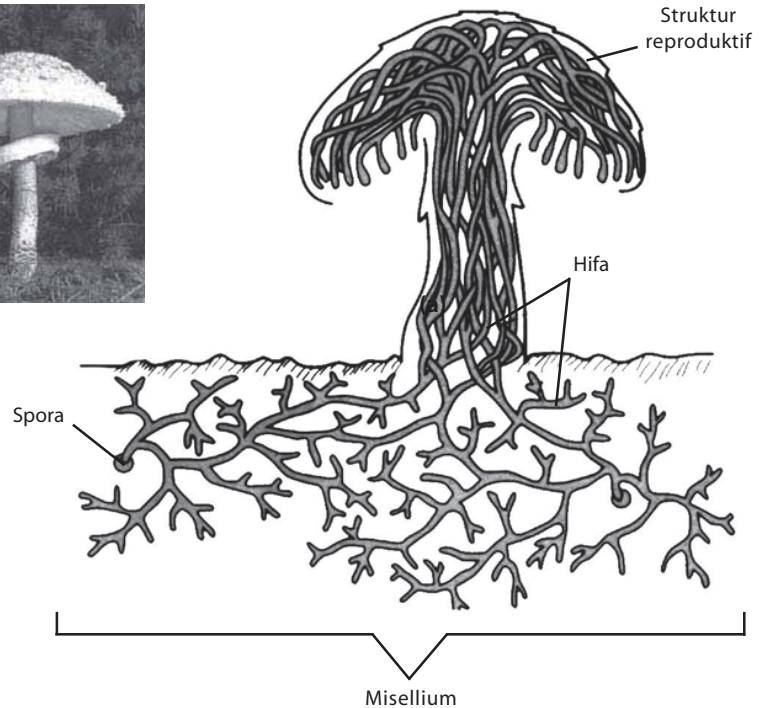
Kata Kunci

- Eukariot
- Hifa
- Kitin
- Miselium

Gambar 4.3
Morfologi tubuh jamur berbentuk
(a) payung,
(b) bulat, dan
(c) kuping.

Kata Kunci

- Haustoria
- Senositik
- Septa



Gambar 4.4

Hifa dan miselium yang terdapat pada jamur.

Sumber: Biology, 1998

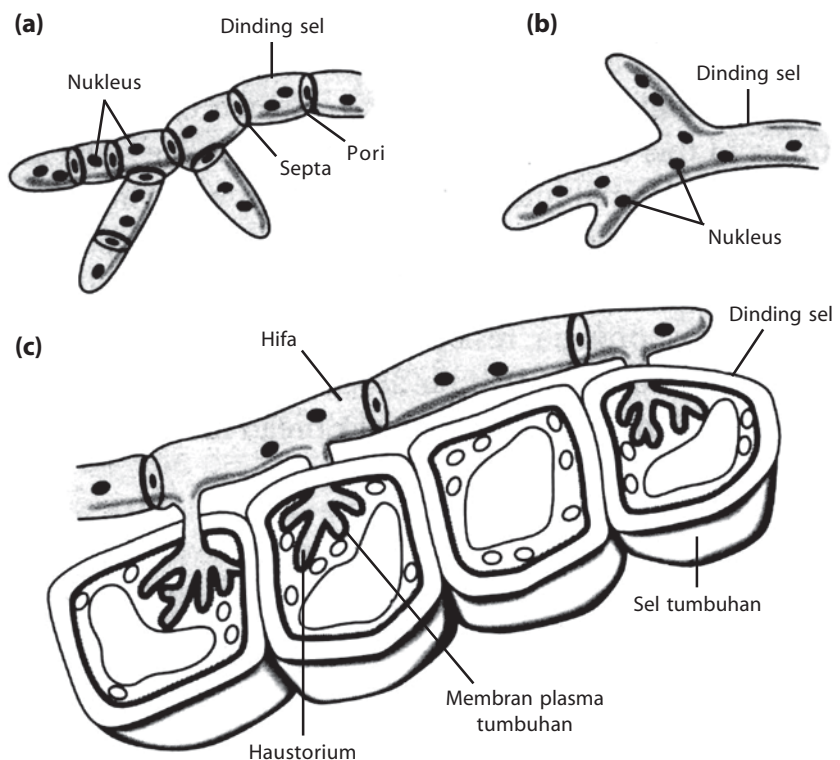
Hifa pada jamur ada yang bersekat (hifa septa) dan ada pula yang tidak bersekat. Pada hifa yang tidak bersekat, inti selnya menyebar dalam sitoplasma. Hifa jamur tidak bersekat ini disebut juga hifa senositik. Selain itu ada pula hifa khusus. Pada jamur parasit. Hifa pada jamur ini berfungsi menyerap makanan dari inangnya. Hifa ini dinamakan hifa haustoria. Perhatikan gambar berikut ini.



Fakta Biologi

Pada puncak pertumbuhan jamur, sebuah koloni jamur mampu memproduksi hifa sepanjang 200 meter hanya dalam waktu 5 jam.

Sumber: *Essentials of Biology*, 1990



Gambar 4.5

Karakteristik hifa pada jamur
(a) hifa bersekat (hifa septa)
(b) hifa tidak bersekat (hifa senositik),
dan (c) hifa haustoria.

Sumber: Biology, 1998

2. Reproduksi Jamur

Reproduksi pada jamur dapat secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual pada jamur uniselular dilakukan dengan cara pembentukan tunas dan fragmentasi. Adapun pada jamur multiselular dengan pembentukan sporangiospora atau konidiospora.

Reproduksi jamur secara seksual dilakukan oleh spora seksual yang haploid (n), berupa zigospora, askospora atau basidiospora. Spora seksual dihasilkan melalui singami, yaitu penyatuan sel atau hifa yang berbeda jenisnya. Dalam proses singami terjadi dua tahap, yaitu plasmogami (penyatuan sitoplasma sel) dan kariogami (penyatuan inti sel).

Kata Kunci

- Askospora
- Basidiospora
- Chytridiomycota
- Flagela
- Fragmentasi
- Kariogami
- Konidiospora
- Plasmogami
- Singami
- Sporangiospora

Tes Kompetensi Subbab A

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Mengapa jamur termasuk organisme heterotrof?
2. Berdasarkan absorpsi nutrisi makanan, jamur dibedakan menjadi berapa jenis? Jelaskan.
3. Bagaimanakah reproduksi aseksual pada jamur?
4. Apakah yang dimaksud dengan plasmogami dan kariogami?

B. Klasifikasi Jamur

Menurut Campbell (1998: 576), kini telah diketahui lebih dari 100 ribu spesies jamur. Selain itu setiap tahunnya para ahli jamur atau ahli Mikologi dapat mengidentifikasi sekitar 1.000 spesies. Kingdom Fungi dikelompokkan menjadi lima divisio, yaitu Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, dan Deuteromycota.

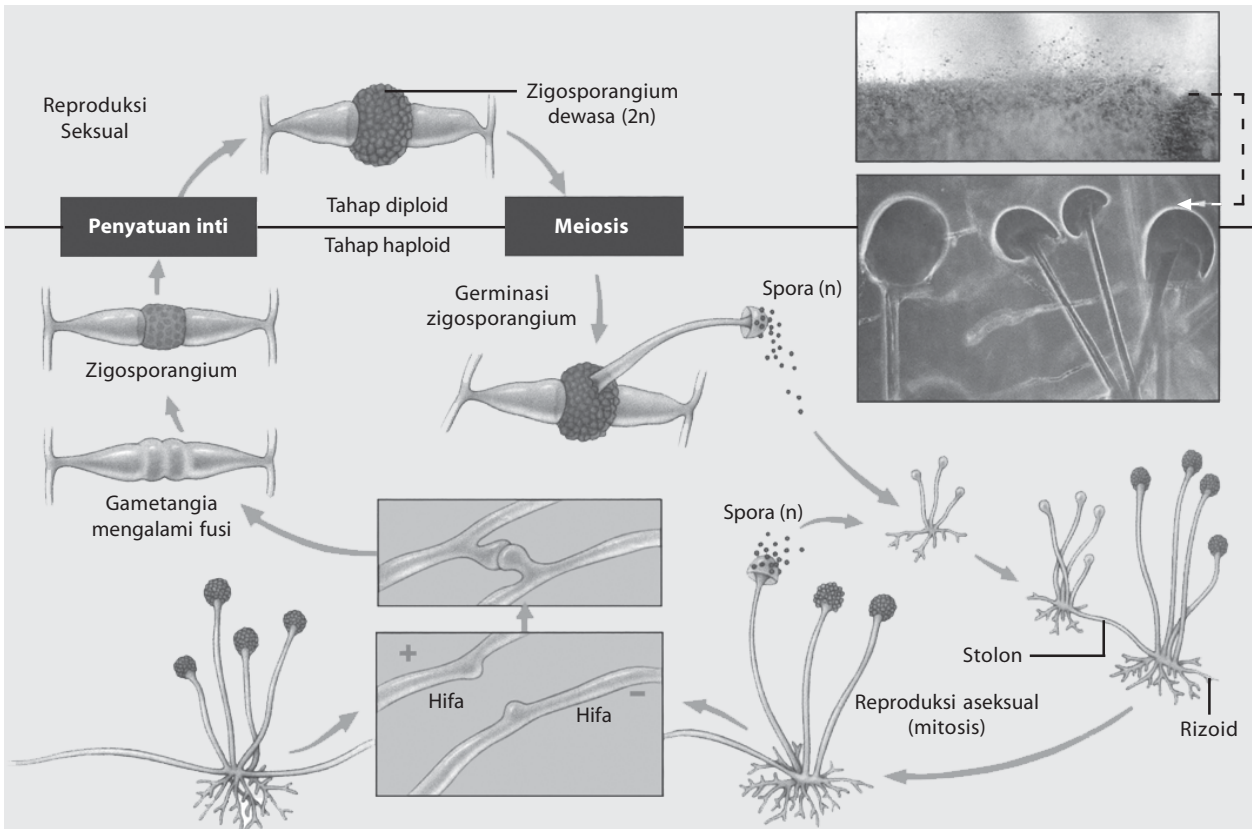
Pada divisio Chytridiomycota, sporanya memiliki flagela dan disebut zoospora. Divisio Chytridiomycota adalah satu-satunya kelompok jamur yang sporanya memiliki flagela. Beberapa ahli jamur percaya bahwa 750 spesies divisio Chytridiomycota merupakan jamur yang sangat sederhana dan merupakan jamur purba. Beberapa anggota Chytridiomycota memiliki habitat di perairan dan beberapa lagi hidup sebagai parasit pada alga atau jamur lainnya. Adapun divisio Deuteromycota merupakan kelompok jamur yang reproduksi seksualnya belum diketahui atau disebut juga jamur imperfect (jamur tidak sempurna). Pada buku ini, hanya akan dijelaskan tiga divisio, yaitu Zygomycota, Ascomycota, dan Basidiomycota.

1. Divisio Zygomycota

Para ahli Mikologi telah mengidentifikasi sebanyak 600 spesies jamur dari divisio Zygomycota. Jamur dari divisio ini umumnya hidup di darat, di dalam tanah atau pada tanaman dan hewan yang telah mati. Jamur divisio ini juga hidup pada makanan yang busuk.

Tubuh Zygomycota terdiri atas hifa yang tidak bersekat. Pada saat akan bereproduksi, beberapa hifa berdiferensiasi membentuk Zigosporangium. Zigosporangium merupakan alat reproduksi seksual pada jamur divisio ini. Adapun reproduksi aseksualnya secara fragmentasi atau disebut juga spora aseksual.

Contoh jamur ini adalah *Rhizopus stolonifer* atau disebut juga jamur tempe. Jamur tersebut digunakan dalam proses pembuatan tempe. Reproduksi *Rhizopus stolonifer* terjadi secara aseksual dan seksual. Perhatikan gambar berikut.



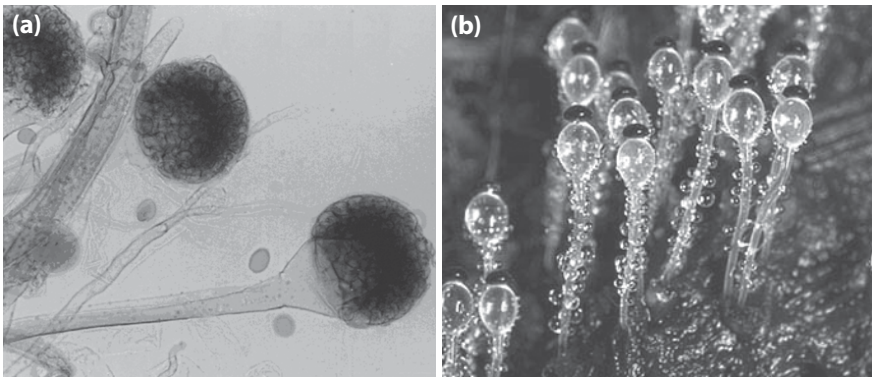
Sumber: *Biology: The Unity and Diversity of Life*, 1995

Gambar 4.6

Reproduksi aseksual dan seksual pada *Rhizopus stolonifer*

Reproduksi seksual pada jamur tempe terjadi dengan penyatuan (fusi) gametangia dari ujung hifa positif dan negatif. Akibat fusi tersebut terbentuk zigosporangium. Setelah itu terjadi penyatuan inti dan dihasilkan zigosporangium dewasa yang diploid. Dalam kondisi lingkungan yang baik, zigosporangium akan berkecambah dan membentuk hifa-hifa haploid (n). Hifa-hifa tersebut akan menghasilkan spora. Pada reproduksi aseksual spora dibentuk di dalam sporangium yang terletak di ujung-ujung hifa.

Anggota divisio Zygomycota ada yang hidup parasit pada organisme lain sehingga menyebabkan penyakit. Selain itu, ada pula yang hidup bersimbiosis mutualisme dengan organisme lain. Selain *Rhizopus stolonifer* contoh lainnya adalah *Pilobolus*.



Gambar 4.7

Contoh spesies dari divisio Zygomycota, yaitu
(a) *Rhizopus stolonifer* dan
(b) *Pilobolus*.

Sumber: *Biology Concepts & Connections*, 2006



Aktivitas Biologi 4.1

Membuat Tempe

Tujuan

Menyimpulkan peranan jamur pada proses pembuatan tempe

Alat dan Bahan

1. Kacang kedelai
2. Ragi (jamur tempe)

Langkah Kerja

1. Cucilah kacang kedelai menggunakan air sumur sampai bersih.
2. Rebus kacang kedelai selama 2 jam. Setelah itu biarkan kedelai dalam air perebusan tersebut selama 12 jam.
3. Kemudian, rendam lagi menggunakan air dingin selama 12 jam. Setelah 12 jam, kuliti kacang kedelai sampai bersih.
4. Kedelai direbus kembali untuk menghilangkan bakteri selama perendaman. Kemudian, didinginkan.
5. Setelah didinginkan, campur dengan ragi (jamur tempe) agar terjadi tahap fermentasi.
6. Campuran kedelai tersebut dicetak di dalam sebuah cetakan plastik atau daun. Setelah terbungkus, hamparkan di atas rak selama 24 jam.
7. Setelah 24 jam buka bungkus kedelai. Kacang kedelai telah menjadi tempe.

Pertanyaan

1. Apakah percobaan yang Anda lakukan berhasil?
2. Faktor apa sajakah yang memengaruhi keberhasilan pembuatan tempe tersebut?

Kata Kunci

- Askus
- Konidia

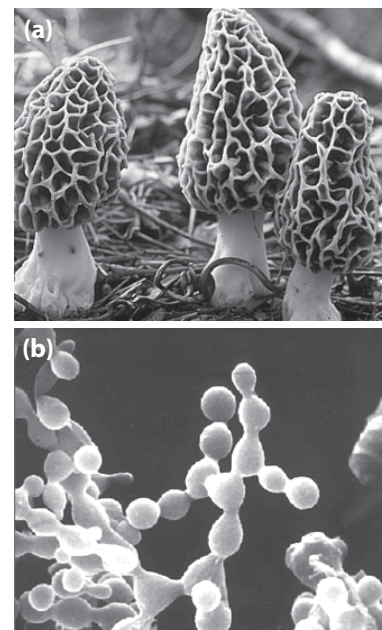
2. Divisio Ascomycota

Lebih dari 60.000 spesies dari divisio ini telah teridentifikasi. Nama Ascomycota ini diambil dari kata *askus* (menyerupai kantung). Askus ini merupakan ujung hifa yang mengalami perubahan inti dan akan membentuk tubuh buah. Anggota divisio ini ada yang hidup sebagai saprofit, terutama pada tanaman. Menurut Campbell (1998: 578), setengah dari jumlah spesies Ascomycota bersimbiosis dengan alga membentuk *Lichen*. Beberapa lainnya lagi bersimbiosis dengan tanaman membentuk mikoriza.

Ascomycota sebagian besar anggotanya multiselular. Akan tetapi, ada juga yang uniselular. Contoh Ascomycota uniselular adalah *Saccharomyces cereviceae*. Adapun contoh Ascomycota multiselular adalah *Penicillium*. Ascomycota multiselular memiliki hifa yang bersekat. Ascomycota multiselular ada yang membentuk tubuh buah, contohnya *Morchella esculenta*. Ada pula yang tidak membentuk tubuh buah, contohnya *Neurospora crassa*. Bentuk tubuh buah Ascomycota beragam, ada yang seperti mangkuk, adapula yang bulat.

Reproduksi Ascomycota terjadi secara aseksual dan seksual. Pada Ascomycota multiselular, reproduksi aseksualnya terjadi dengan cara membentuk konidia. Konidia merupakan spora aseksual yang dibentuk di ujung konidiofor. Konidiofor sendiri adalah hifa yang termodifikasi membentuk tangkai sporangium.

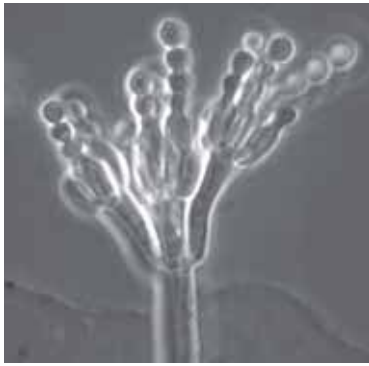
Reproduksi secara seksual pada Ascomycota uniselular terjadi dengan cara konjugasi. Hasil dari konjugasi adalah sel diploid. Sel diploid ini memiliki bentuk memanjang dan membentuk askus. Askus merupakan



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

Gambar 4.8

Contoh divisio Ascomycota adalah
(a) *Morchella esculenta* dan
(b) *Neurospora crassa*



Sumber: www.botany.utoronto.ca

Gambar 4.9

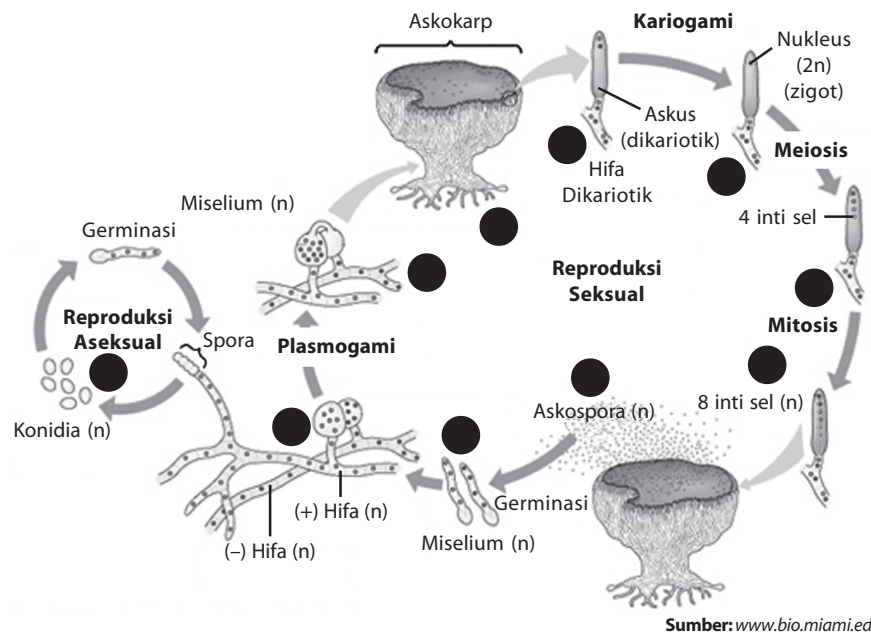
Konidia merupakan spora aseksual yang di bentuk pada konidiofor.

Kata Kunci

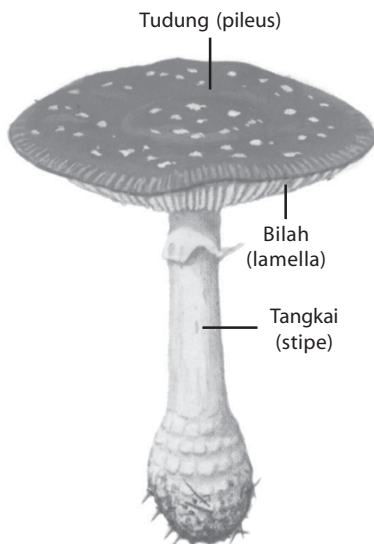
- Askokarp
- Basidiokarp
- Basidium
- Lamella
- Pileus
- Plasmogami
- Stipe

Gambar 4.10

Siklus reproduksi pada jamur divisio Ascomycota



Sumber: www.bio.miami.edu



Sumber: *Plants*, 2004

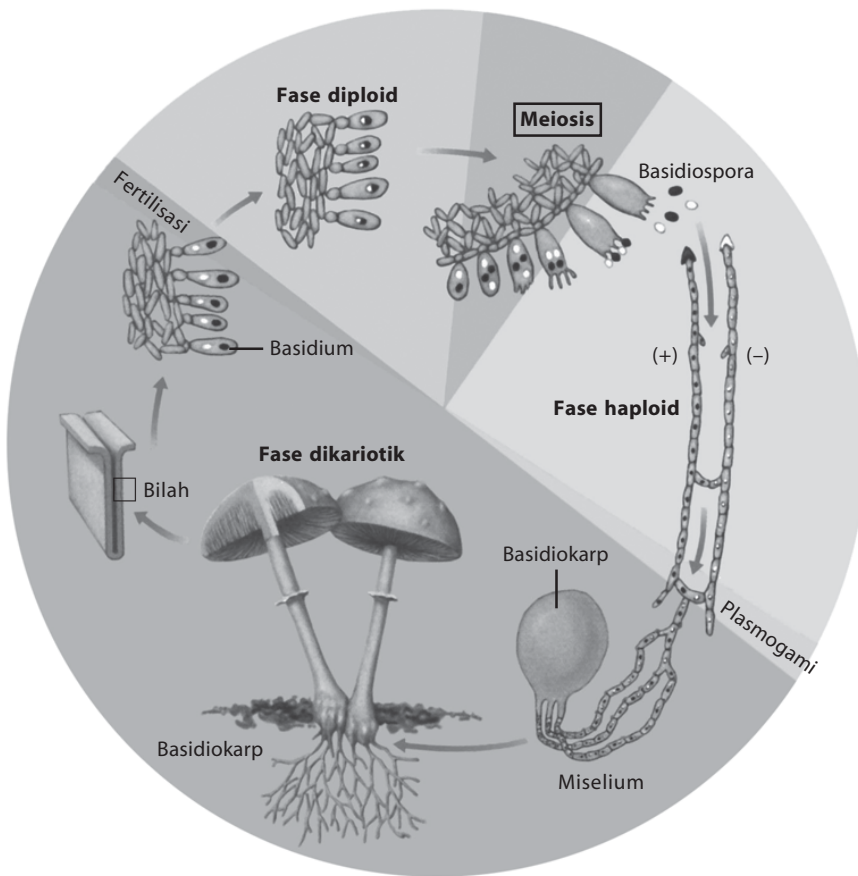
Gambar 4.11

Bagian-bagian tubuh buah Basidiomycota

3. Divisio Basidiomycota

Menurut Campbell (1998: 579), jamur dari divisio ini memiliki jumlah sekitar 25.000 spesies. Nama dari divisio ini diambil dari bentuk diploid yang terjadi pada siklus hidupnya, yaitu basidium. Basidiomycota hidup sebagai dekomposer pada kayu atau bagian lain tumbuhan. Basidiomycota memiliki tubuh buah (basidiokarp) yang besar sehingga mudah untuk diamati. Bentuk jamur ini ada yang seperti payung, kuping, dan setengah lingkaran. Tubuh buah Basidiomycota terdiri atas tudung (pileus), bilah (lamella), dan tangkai (stipe) (Gambar 4.11).

Reproduksi pada jamur ini terjadi secara aseksual dan secara seksual. Reproduksi secara aseksual menghasilkan konidia. Adapun secara seksual terjadi dengan cara perkawinan antara hifa yang berbeda jenisnya. Pada saat perkawinan ini, hifa yang berbeda jenis tersebut bersatu dan dinding selnya hancur. Akibat dari hancurnya dinding sel ini, plasma sel akan bercampur atau disebut juga plasmogami. Pada saat pencampuran plasma sel, inti pun bersatu dan berkembang menjadi hifa dikariotik yang diploid. Hifa dikariotik ini nantinya akan mengalami meiosis dan menjadi inti yang haploid.



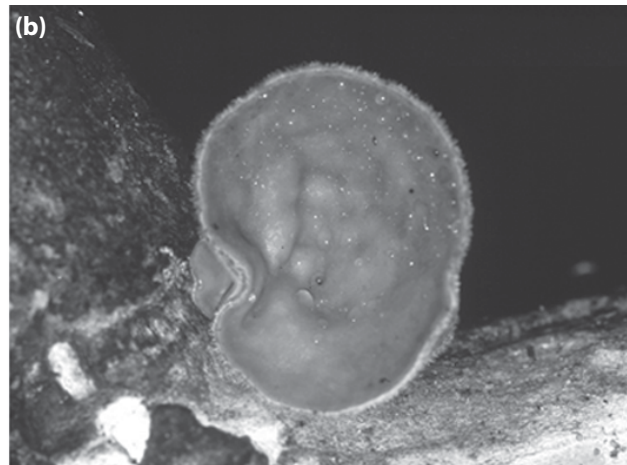
Gambar 4.12

Siklus hidup pada jamur divisio Basidiomycota

Sumber: *Biology*, 1999

Gambar 4.13

(a) Jamur merang (*Volvariella volvaceae*) dan
(b) jamur kuping (*Auricularia polytricha*) merupakan contoh jamur Basidiomycota.



Sumber: www.mushroomexpert.com; www.hknature.net

Agar Anda lebih memahami struktur tubuh jamur Basidiomycota, lakukanlah aktivitas berikut.



Aktivitas Biologi 4.2

Struktur Tubuh Jamur Basidiomycota

Tujuan

Mengamati struktur tubuh jamur Basidiomycota

Alat dan Bahan

1. Jamur divisio Basidiomycota (jamur kuping, jamur kancing, jamur merang, atau jamur tiram)
2. *Cutter*
3. Lup
4. Mikroskop

Langkah Kerja

1. Ambillah jamur yang akan diamati. Amati struktur tubuh jamur dan gambarkan dalam buku catatan Anda. Pengamatan dilakukan menggunakan lup.
2. Kemudian, untuk pengamatan mikroskopisnya, sayatlah bagian tangkai, tudung, dan bilah secara melintang. Amati sayatan-sayatan tersebut dengan mikroskop. Gambarkan hasil pengamatan Anda.

Pertanyaan

1. Apakah setiap jenis jamur yang Anda amati memiliki morfologi ataupun struktur tubuh yang sama?
2. Apakah yang menyebabkan jamur-jamur tersebut digolongkan ke dalam divisio yang sama?

Tugas Anda 4.1

Setelah Anda selesai mempelajari ciri-ciri dari kelima divisio kingdom Fungi, buatlah catatan mengenai perbedaan kelima divisio pada kingdom Fungi tersebut. Buatlah dalam bentuk sebuah laporan. Hasil dari tugas ini akan didiskusikan di dalam kelas.

Tes Kompetensi Subbab B

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Sebutkan lima divisio dari kingdom Fungi.
2. Bagaimanakah reproduksi aseksual pada jamur divisio Ascomycota?
3. Apakah yang dimaksud dengan plasmogami?
4. Jelaskan perbedaan antara Ascomycota dan Basidiomycota.

C. Peranan Jamur bagi Kehidupan

Jamur merupakan organisme yang memiliki peran cukup banyak bagi kehidupan ini. Peranan tersebut ada yang menguntungkan dan ada juga yang merugikan. Agar Anda lebih jelas lagi, perhatikan uraian berikut.

1. Jamur yang Merugikan

Jamur yang merugikan umumnya parasit dan menyebabkan penyakit (patogen) pada organisme lain, contohnya penyakit kulit, infeksi pada alat kelamin, dan infeksi paru-paru yang dapat menyebabkan kematian. Menurut Campbell (1998: 585), tumbuhan merupakan organisme yang mudah terkena penyakit yang disebabkan oleh jamur sehingga umumnya organisme yang banyak diserang oleh jamur kebanyakan adalah tumbuhan.

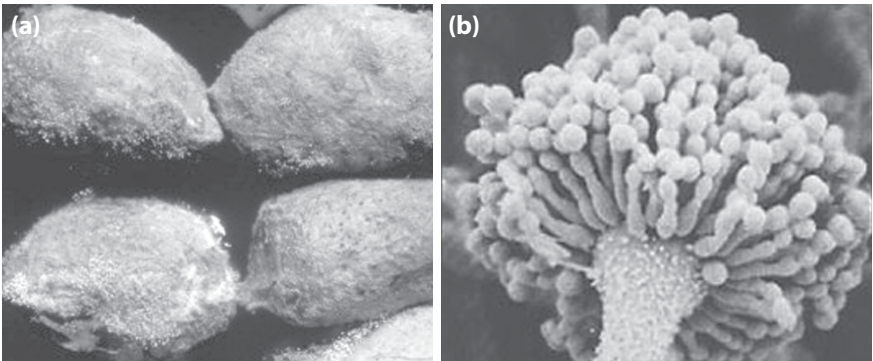
Beberapa jamur menyerang tanaman pangan dan dapat menyebabkan racun bagi manusia yang mengonsumsinya. Contohnya jamur *Claviceps purpurea* dari divisio Ascomycota yang dapat menyebabkan penyakit pada perbungaan tanaman gandum. Penyakit yang disebabkan jamur ini membentuk struktur berwarna ungu yang disebut ergot. Ergot mengandung substansi yang beracun bagi manusia dan hewan ternak. Ergot ini apabila dikonsumsi oleh manusia dapat menyebabkan kelemayuh (penyakit yang disebabkan oleh matinya jaringan tubuh), kejang saraf, sensasi terbakar, halusinasi, dan gila sementara atau gangguan jiwa sementara.

Menurut Campbell (1998: 585), ergot dapat berguna untuk keperluan medis. Melalui ekstrak jamur yang mengandung ergot ini, dalam dosis rendah dapat membantu penderita yang mengalami tekanan darah tinggi dan mampu menghentikan pendarahan ibu setelah melahirkan.



Sumber: www.apsnet.org

Contoh jamur yang merugikan lainnya adalah sebagai pembusuk. Jamur ini mempercepat pembusukan. Pada sebuah penelitian, ditemukan senyawa etilen pada jamur sebagai salah satu hormon yang mempercepat pematangan buah. Hormon ini juga memicu jamur yang ada di permukaan buah untuk germinasi atau tumbuh. Akibatnya, buah mudah diserang dan nutrisi buah pun akan diabsorpsi oleh jamur. Selain itu, akibat germinasi ini beberapa jenis jamur juga mampu membusukkan makanan dengan menghasilkan racun, contohnya jamur *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*. Jamur ini mampu menyekresikan senyawa beracun yang disebut aflatoksin. Aflatoksin ini bersifat karsinogenik atau dapat menyebabkan kanker.



Sumber: www.nri.org; www.ucsf.edu

Logika Biologi

Jamur dapat hidup di berbagai tempat. Mengapa jamur dapat hidup pada kulit manusia?

Gambar 4.14

Jamur *Claviceps purpurea* ini mampu menyebabkan penyakit pada tanaman gandum

Kata Kunci

- Aflatoksin
- Ergot
- Karsinogenik

Gambar 4.15

Pengaruh jamur sebagai pembusuk (a) Roti busuk ini dibusukkan oleh (b) jamur *Aspergillus flavus*.



Sekilas Biologi

Jamur tiram adalah makanan dengan gizi yang baik. Jamur ini mengandung 9 asam amino esensial dengan kadar protein 19%–35% (lebih rendah dari kedelai dan susu). Jadi jamur ini dapat dijadikan sumber protein nabati di samping kacang-kacangan. Jenis vitamin di dalam jamur adalah vitamin B1, B2, niasin, biotin, dan vitamin C. Selain itu, di dalamnya terdapat mineral K, P, Ca, Na, Mg, dan Cu.

Sumber: www.iptek.net.id

Kata Kunci

- Antibiotika
- Fermentasi

Gambar 4.16

Contoh jamur yang dapat dimakan, yaitu jamur Shitake (*Lentinula edodes*)



Sumber: www.bioweb.uncc.edu

Gambar 4.17

Jamur *Penicillium notatum* yang dapat menghasilkan antibiotik.

2. Jamur yang Menguntungkan

Selain merugikan adapula jamur yang menguntungkan. Jamur yang menguntungkan ini di antaranya ada yang berperan sebagai bahan makanan, bahan obat-obatan, dan juga sebagai dekomposer di suatu ekosistem. Untuk lebih jelasnya, perhatikan uraian berikut.

a. Sebagai Bahan Makanan

Jamur dikonsumsi sebagai bahan makanan oleh manusia. Jamur yang dapat dimakan ini umumnya dari divisio Basidiomycota. Untuk mengetahui suatu jenis jamur dapat dimakan atau tidak, hanya ahli Mikologi saja yang menguasainya, terutama jamur-jamur liar yang belum teridentifikasi.

Jenis jamur yang dapat dikonsumsi sebagai bahan makanan, contohnya jamur shitake (*Lentinula edodes*), jamur kuping (*Auricularia polytricha*), dan jamur merang (*Volvariella volvaceae*). Selain itu terdapat juga jenis jamur yang membantu dalam proses pembuatan suatu jenis makanan atau minuman. Contohnya pembuatan oncom oleh jamur *Neurospora crassa* dan pembuatan tuak oleh jamur *Saccharomyces tuac* melalui proses fermentasi. Tempe juga dibuat dengan bantuan jamur. Jamur apakah itu?



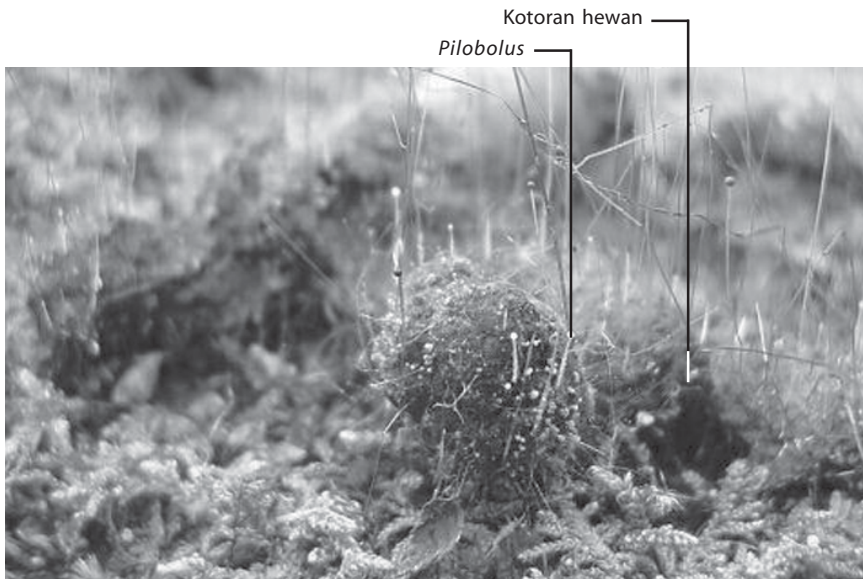
Sumber: www.hiddenforest.co.nz

b. Sebagai Bahan Obat-obatan

Jamur yang digunakan sebagai bahan obata-obatan contohnya adalah *Penicillium notatum* (Gambar 4.17). Jamur ini dapat dimanfaatkan sebagai antibiotika. Antibiotika merupakan segolongan senyawa, baik alami maupun buatan (sintetik) yang mempunyai efek menekan atau menghentikan suatu proses biokimia di dalam organisme. Khususnya dalam proses infeksi oleh bakteri atau virus. Antibiotika yang dihasilkan oleh jamur *Penicillium notatum* adalah penisilin. Penisilin ini mampu mengatasi penyakit infeksi oleh bakteri dan virus. Cara kerja antibiotik ini adalah menghambat sintesis dinding sel bakteri patogen.

c. Sebagai Dekomposer

Jamur juga dapat berperan sebagai dekomposer atau pengurai organisme mati. Perannya sebagai dekomposer ini mampu mempertahankan persediaan nutrisi organik yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanpa adanya dekomposer, elemen-elemen penting bagi tumbuhan, seperti karbon, nitrogen, dan elemen lainnya akan terakumulasi di dalam bangkai dan sampah organik sehingga tidak akan tersedia nutrisi organik bagi tumbuhan untuk tumbuh. Contoh jamur yang berperan sebagai dekomposer adalah *Pilobolus* yang menguraikan sampah organik berupa kotoran hewan dan jamur kuping yang hidup di kayu.



Sumber: www.hiddenforest.co.nz



Sekilas Biologi

Sir Howard Florey
(1898–1968)



Beliau adalah seorang ahli patologi dari Australia yang menemukan cara untuk menghasilkan obat dari jamur *Penicillium notatum*.

Sumber: *Concise Encyclopedia Nature*, 1994

Gambar 4.18

Pilobolus yang sedang menguraikan kotoran hewan.

Tes Kompetensi Subbab C

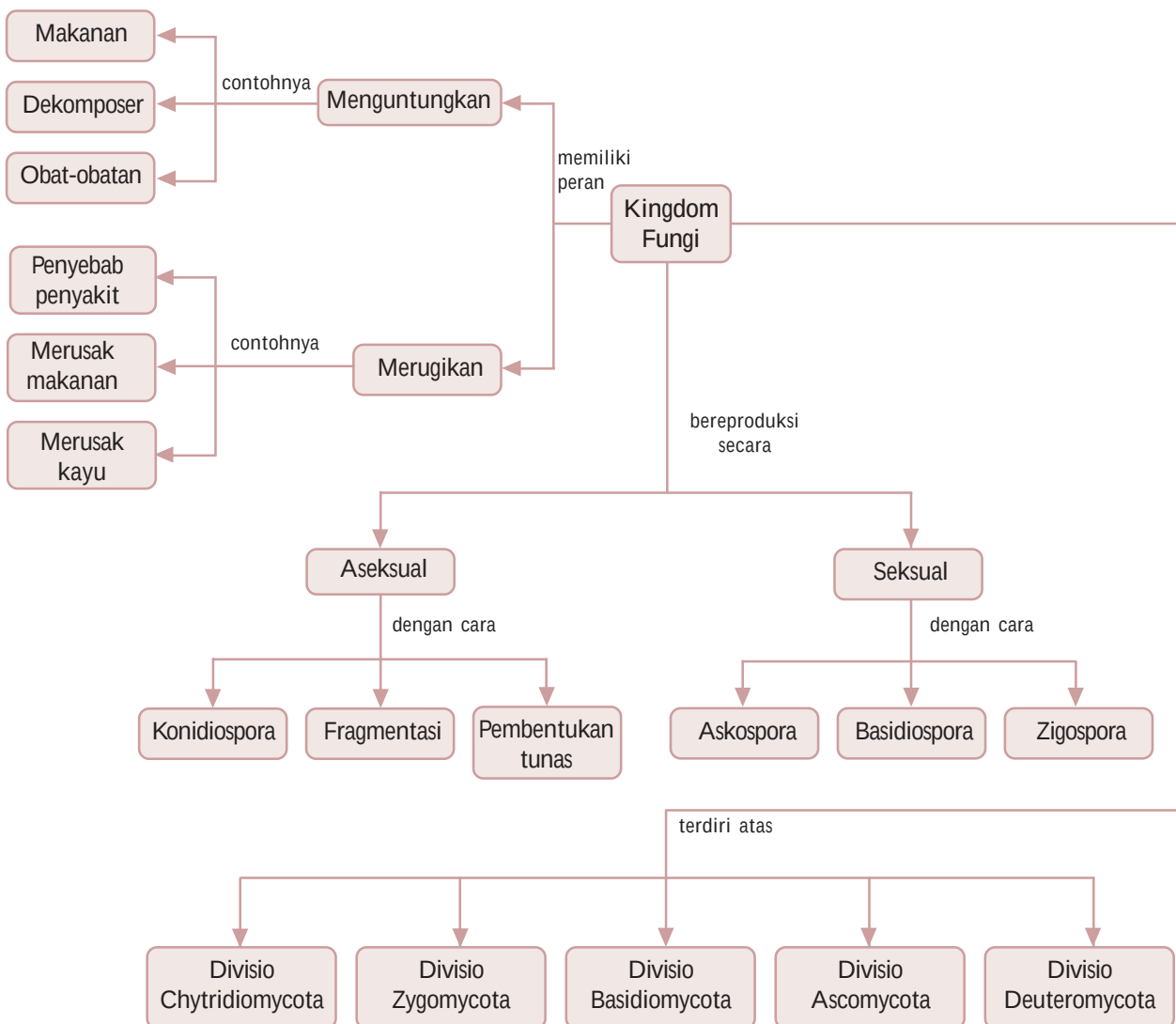
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Tuliskan contoh jamur yang dapat membusukkan makanan dan menghasilkan racun bagi manusia.
2. Tuliskan jenis jamur yang dapat dikonsumsi sebagai bahan makanan.

Rangkuman

1. Kingdom Fungi atau jamur merupakan kingdom yang memiliki anggota cukup banyak. Jamur tidak memiliki klorofil sehingga jamur tidak dapat menyintesis makanannya sendiri.
2. Kingdom Fungi terdiri atas lima divisio, yaitu Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, dan Deuteromycota.
3. Untuk mendapatkan makanannya, jamur hidup sebagai parasit, saprofit, atau bersimbiosis dengan organisme lainnya dan mengabsorpsi molekul-molekul nutrisi dari organisme lain tersebut.
4. Jamur bereproduksi secara aseksual dan seksual dengan menghasilkan spora.
5. Perkembangbiakan jamur secara aseksual terjadi dengan cara pembentukan tunas, fragmentasi, sporangiospora atau konidiospora.
6. Perkembangbiakan jamur secara seksual terjadi dengan dihasilkannya askospora, zigospora, atau basidiospora.
7. Anggota kingdom jamur memiliki peran yang tidak sedikit bagi kehidupan ini. Peran dari kingdom Fungi ini ada yang menguntungkan dan ada pula yang merugikan.
8. Contoh peran jamur yang menguntungkan adalah sebagai dekomposer dan bahan makanan. Adapun contoh yang merugikan adalah sebagai patogen dan pembusuk buah-buahan.

Peta Konsep



Refleksi

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi Kingdom Fungi ini? Menarik, bukan? Banyak hal yang bisa Anda dapatkan setelah mempelajari bab ini. Misalnya, Anda dapat mengetahui klasifikasi dari kingdom Fungi dan mengetahui peranannya di dalam kehidupan ini.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu mendeskripsikan ciri-ciri dan jenis-jenis jamur berdasarkan hasil pengamatan, percobaan, dan kajian

literatur serta peranannya bagi kehidupan. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut?

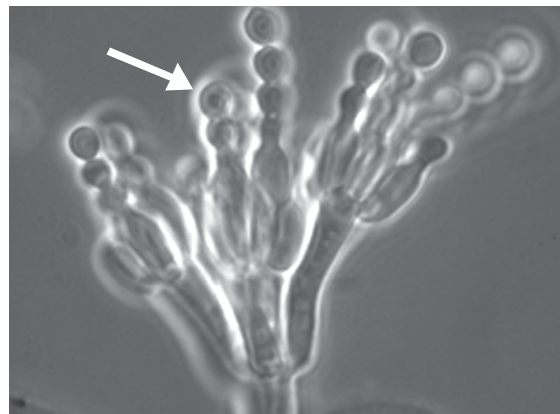
Apabila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, diskusikanlah bersama teman-teman Anda. Kemudian, bertanyalah kepada guru Anda untuk memecahkan permasalahan yang berkenaan dengan materi-materi bab Kingdom Fungi. Pastikanlah Anda menguasai materi bab ini dengan belajar yang giat.

Evaluasi Kompetensi Bab 4

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

- Berikut ini yang *bukan* merupakan ciri-ciri umum dari jamur, yaitu
 - tidak berklorofil
 - heterotrof
 - eukariot
 - berklorofil
 - berproduksi secara aseksual dan seksual
- Absorpsi nutrisi oleh jamur dengan cara menguraikan organisme mati disebut
 - parasit
 - dekomposer
 - haustoria
 - mutualisme
 - saprofit
- Pada jamur terdapat sel-sel yang memanjang menyempit benang-benang yang disebut
 - hifa senositik
 - miselium
 - askus
 - konidia
 - haustoria
- Pada jamur parasit terdapat hifa khusus yang berfungsi menyerap makanan pada inangnya. Hifa ini disebut
 - hifa kaonositik
 - hifa septa
 - hifa haustoria
 - konidia
 - miselium
- Simbiosis atau hubungan mutualisme antara jamur dan akar tanaman akan membentuk
 - miselium
 - spora
 - lichen
 - mikoriza
 - askokarp
- Jamur dari divisio berikut merupakan jamur yang tidak diketahui reproduksi seksualnya atau disebut juga jamur tidak sempurna. Divisio yang dimaksud adalah
 - Chytridiomycota
 - Ascomycota
 - Zygomycota
 - Basidiomycota
 - Deuteromycota
- Berikut ini yang dimaksud dengan *Lichen* adalah
 - hifa yang termodifikasi
 - jamur parasit pada tanaman
 - simbiosis jamur dengan alga
 - simbiosis antara Ascomycota dan Basidiomycota
 - Ascomycota selular yang bersimbiosis dengan akar tanaman
- Cabang Biologi khusus mengenai jamur adalah
 - Sitologi
 - Zoologi
 - Botani
 - Sitologi
 - Mikologi
- Penicillium* adalah contoh jamur multiselular dari divisio
 - Basidiomycota
 - Zygomycota
 - Ascomycota
 - Deuteromycota
 - Chytridiomycota
- Spora aseksual yang dihasilkan di ujung hifa dinamakan
 - askokarp
 - basidium
 - askospora
 - konidia
 - askus
- Simbiosis antara jamur dan tanaman membentuk mikoriza. Dari simbiosis ini tanaman akan mendapatkan bahan makanan berupa
 - air
 - vitamin
 - gula
 - karbohidrat
 - mineral
- Pembuatan minuman tuak dari pohon nira dengan bantuan jamur *Saccharomyces tuac*, melalui proses
 - hidrolisis
 - degradasi
 - fermentasi
 - fosforilasi
 - sintesis
- Percampuran plasma sel pada saat reproduksi pada jamur disebut
 - kariogami
 - oogami
 - singami
 - plasmogami
 - fragmentasi
- Berikut ini yang *bukan* merupakan bagian dari tubuh buah pada jamur Basidiomycota, yaitu
 - tangkai buah
 - sporangium
 - lamela
 - tudung
 - vulva
- Perhatikan gambar berikut.



Bagian yang ditunjuk merupakan spora aseksual pada jamur dari divisio

- Basidiomycota
- Zygomycota
- Ascomycota
- Chytridiomycota
- Deuteromycota

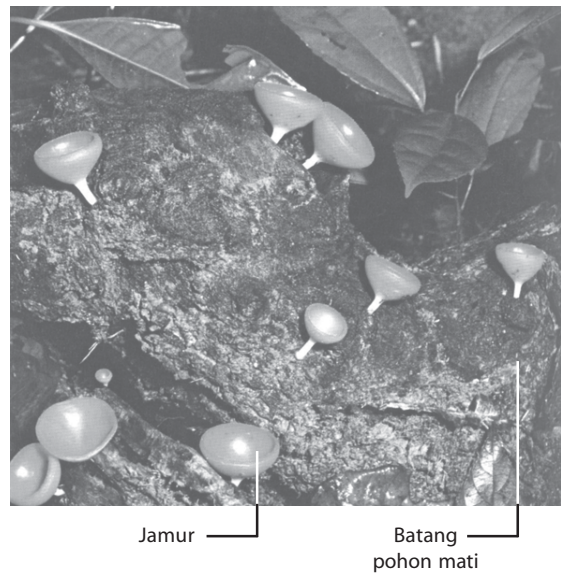
16. Basidiokarp merupakan tubuh buah pada jamur
 - a. Ascomycota
 - b. Deuteromycota
 - c. Lichen
 - d. Zygomycota
 - e. Basidiomycota
17. Penyatuan sel atau hifa yang berbeda jenis dinamakan
 - a. plasmogami
 - b. singami
 - c. kariogami
 - d. fragmentasi
 - e. fusi
18. Dalam suatu ekosistem, peran jamur adalah sebagai
 - a. produsen
 - b. konsumen
 - c. predator
 - d. dekomposer
 - e. konsumen tingkat II
19. Berikut ini merupakan gejala yang *bukan* disebabkan karena mengonsumsi jamur yang mengandung ergot adalah
 - a. mengalami kebutaan sementara
 - b. sensasi terbakar
 - c. kejang saraf
 - d. mengalami halusinasi
 - e. kelemayuh
20. Jamur yang mampu menyekresikan senyawa beracun berupa aflatoksin adalah
 - a. *Neurospora crassa*
 - b. *Claviceps purpurea*
 - c. *Saccharomyces tuac*
 - d. *Aspergillus flavus*
 - e. *Volvariella volvaceae*
21. Oncom dibuat dengan bantuan jamur
 - a. *Amanita muscaria*
 - b. *Lentinula edodes*
 - c. *Volvariella volvaceae*
 - d. *Claviceps purpurea*
 - e. *Neurospora crassa*
22. *Pilobolus* adalah jamur yang memiliki peran sebagai dekomposer. Bahan yang diuraikan oleh jamur ini biasanya adalah
 - a. plastik
 - b. kayu
 - c. batang tanaman
 - d. sampah rumah tangga
 - e. kotoran hewan
23. Penyatuan inti sel dalam proses singami disebut
 - a. kariogami
 - b. plasmogami
 - c. oogami
 - d. singami
 - e. fusi
24. Pada jamur terdapat hifa yang tidak bersekat. Hifa ini dinamakan juga
 - a. hifa septa
 - b. hifa senositik
 - c. hifa haustoria
 - d. hifa vegetatif
 - e. miselium
25. Satu-satunya anggota Kingdom Fungi yang sporanya berflagela adalah jamur dari divisio
 - a. Chytridiomycota
 - b. Ascomycota
 - c. Deuteromycota
 - d. Basidiomycota
 - e. Zygomycota

B. Soal Uraian

1. Absorpsi nutrisi pada jamur dibagi menjadi tiga macam. Sebutkan dan jelaskan oleh Anda.
2. Bagaimanakah reproduksi pada jamur secara aseksual dan seksual?
3. Jelaskan perbedaan antara divisio Chytridiomycota dengan divisio-divisio yang lainnya.
4. Jelaskan istilah-istilah berikut
 - a. Haustoria
 - b. Hifa senositik
 - c. Konidia
 - d. Singami
 - e. Kariogami
 - f. Plasmogami
5. Sebutkan peranan Kingdom Fungi bagi kehidupan.

C. Soal Tantangan

1. Perhatikan gambar berikut.



Berdasarkan gambar tersebut, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- a. Berperan sebagai apakah jamur pada gambar?
- b. Proses apakah yang terjadi pada gambar tersebut?
- c. Selain dari jawaban Anda pada soal nomor 1, apakah peran lain jamur pada suatu ekosistem?
- d. Apakah yang akan terjadi apabila di suatu ekosistem tidak terdapat jamur?

Proyek Semester 1



Mendata Keanekaragaman Virus, Monera, Protista, dan Fungi

Tujuan
Menginventarisasi keanekaragaman Virus, Monera, Protista, dan Fungi

Alat dan Bahan
1. Alat tulis
2. Kamera foto

Langkah Kerja

1. Buatlah beberapa kelompok di kelas Anda, masing-masing beranggotakan sebanyak 5 orang.
2. Setelah itu, carilah data keanekaragaman Virus, Monera, Protista, dan Fungi secara langsung di lapangan ataupun melalui media surat kabar, buku-buku sumber, dan internet.
3. Dokumentasikan spesies yang teramati di lapangan menggunakan kamera foto. Apabila data yang didapatkan berasal dari sumber media lainnya, carilah data yang dilengkapi dengan gambar. Carilah sebanyak mungkin data keanekaragaman setiap kelompoknya.
4. Masukkan data yang Anda dapatkan bersama kelompok Anda ke dalam tabel seperti berikut ini.

Kelompok:

No.	Nama Spesies	Ciri-Ciri	Gambar atau Foto

5. Data keanekaragaman spesies setiap kelompoknya dimasukkan ke dalam tabel yang berbeda.
6. Tugas Proyek Semester ini dikerjakan selama satu bulan. Data dikumpulkan dalam bentuk sebuah laporan. Tugas ini dikumpulkan menjelang ujian tengah semester 1.

Evaluasi Kompetensi Biologi

Semester 1

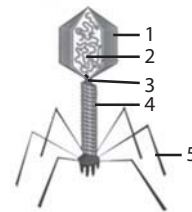
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

- Dalam pemecahan suatu masalah, Biologi memiliki cara kerja yang tersusun secara sistematis berdasarkan bukti yang disebut metode ilmiah. Jika kita telah menemukan masalah, maka langkah selanjutnya yang harus dilakukan dalam metode ilmiah adalah
 - menentukan hipotesis
 - melakukan penelitian
 - menarik kesimpulan
 - merumuskan masalah
 - menunjukkan hasil penelitian
- Seekor bangau, seekor harimau atau seekor kuda dalam tingkatan organisasi biologi disebut
 - individu
 - sistem organ
 - populasi
 - komunitas
 - ekosistem
- Cabang ilmu biologi tentang burung adalah
 - Zoologi
 - Sitologi
 - Ornitologi
 - Fisiologi
 - Botani
- Berikut ini urutan tingkat organisasi dari yang paling rendah ke yang paling tinggi adalah
 - populasi-individu-komunitas-ekosistem
 - individu-populasi-komunitas-ekosistem
 - individu-komunitas-populasi-ekosistem
 - populasi-individu-ekosistem-komunitas
 - individu-populasi-ekosistem-komunitas
- Bakteri yang dimanfaatkan untuk menghasilkan insulin adalah
 - Nitrobacter*
 - Metatobacterium*
 - Pseudomonas*
 - Plasmodium*
 - E. coli*
- Berikut ini adalah organisme yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar obat adalah
 - Rhizopus stolonifer*
 - Saccharomyces*
 - Claviceps purpurea*
 - Penicillium*
 - Morchella*
- Ilmuwan yang mengatakan bahwa virus dan bakteri merupakan organisme yang berbeda adalah
 - Louis Pasteur
 - Robert Koch
 - W.M. Stanley
 - Edward Jenner
 - Ivanovsky
- Pernyataan yang *tidak* tepat mengenai virus adalah
 - hanya dapat hidup dan memperbanyak diri di dalam sel hidup
 - untuk bereproduksi, virus hanya memerlukan asam nukleat saja

- dapat dikristalkan, tetapi virus tersebut masih memiliki daya patogen jika dimasukkan ke tubuh organisme hidup
- virus dibentuk oleh partikel yang disebut virion, yang mengandung DNA dan RNA
- bersifat aseluler (tidak memiliki sel) dan tidak memiliki organel hidup

Untuk soal no. 9 dan 10, perhatikan gambar berikut.



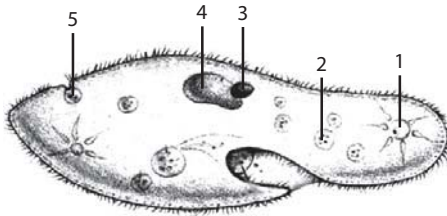
- Bagian yang disuntikan ke dalam bakteri, pada saat virus bereproduksi ditunjukkan oleh nomor
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Virus memiliki materi genetik yang ditunjukkan oleh nomor....
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Berikut adalah tahapan siklus litik pada virus.
 - DNA virus mengambil alih fungsi DNA bakteri sehingga sel bakteri di kontrol oleh DNA virus. DNA virus bereplikasi sehingga komponen virus terbentuk seperti ekor dan serat ekor.
 - Virus menyuntikan DNA-nya ke dalam sel bakteri
 - Sel bakteri mengalami lisis, virus baru terbentuk dan keluar dari sel.
 - Pembentukan virus baru
 - DNA virus berbaur dengan DNA bakteri

Tahapan yang benar mengenai siklus litik pada virus adalah

 - 1-2-5-3-4
 - 2-5-1-4-3
 - 1-2-3-4-5
 - 2-1-5-4-3
 - 2-1-5-3-4
- Kelompok bakteri halofilik memiliki habitat di
 - sedimen danau, rawa, dan usus hewan
 - tanah asam, sumber air panas, dan ventilasi hidrotermal di dasar laut

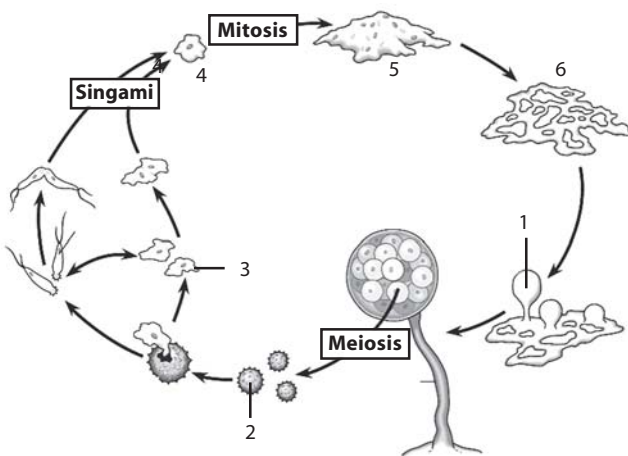
- c. perairan dengan salinitas tinggi
- d. parasit pada organ
- e. sedimen danau dan lumpur

13. Amfitrik merupakan kelompok bakteri yang memiliki ciri
- a. tidak memiliki flagela
 - b. flagelurnya terdapat pada salah satu ujung bakteri
 - c. flagela hanya melekat pada salah satu bakteri
 - d. flagela melekat pada kedua ujung sel bakteri
 - e. flagela tersebar di seluruh permukaan bakteri
14. Perhatikan gambar berikut.



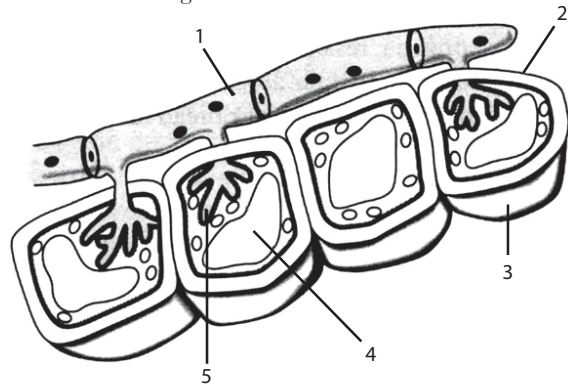
Vakuola kontraktile ditunjukkan oleh nomor

- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5
15. Berikut ini contoh phylum yang tidak tergolong pada protozoa adalah
- a. Foraminifera
 - b. Actinopoda
 - c. Apicomplexa
 - d. Zoomastigophora
 - e. Ascomycota
16. Pada siklus hidup *Plasmodium vivax*, fase spora plasmodium terdapat di
- a. nyamuk
 - b. aliran darah
 - c. hati
 - d. eritrosit
 - e. leukosit
17. Berikut ini spesies yang tidak termasuk dalam kelompok Ciliophora adalah
- a. *Balantidium coli*
 - b. *Stentor*
 - c. *Arcella*
 - d. *Vorticella*
 - e. *Stylonychia*
18. Perhatikan gambar siklus jamur lendir berikut.



Pada gambar tersebut fase zigot ditunjukkan oleh nomor

- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5
19. Berikut ini Protista yang dapat menyebabkan penyakit tidur adalah
- a. *Entamoeba histolytica*
 - b. *Trypanosoma gambiense*
 - c. *Entamoeba gingivalis*
 - d. *Trichomonas vaginalis*
 - e. *Leishmania tropica*
20. Perhatikan gambar berikut.



Pada gambar tersebut, bagian haustorium ditunjukkan oleh nomor

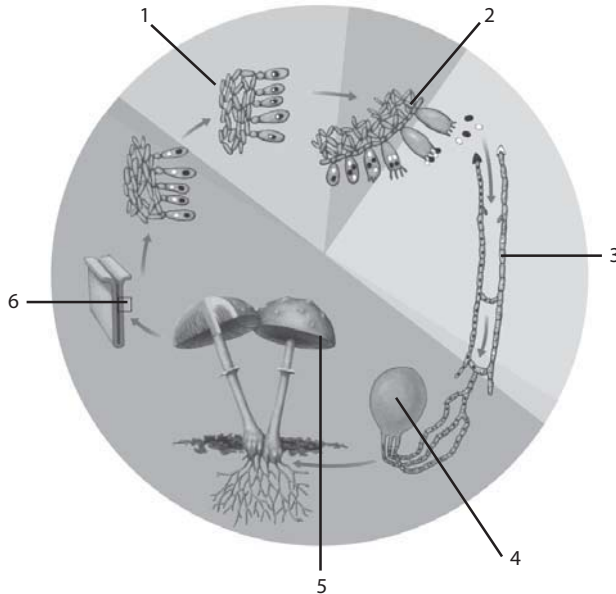
- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5
21. Berikut ini yang merupakan ciri phylum Ascomycota adalah
- a. memiliki hifa yang tidak bersekat
 - b. memiliki tubuh buah yang besar sehingga gampang diamati
 - c. bentuk jamur seperti payung, kuping, dan setengah lingkaran
 - d. ujung hifa mengalami perubahan inti dan akan membentuk tubuh buah seperti kantung
 - e. alat reproduksi seksual berupa zigosporangium
22. Perhatikan gambar berikut.



Berdasarkan ciri-ciri morfologis jamur yang terdapat pada gambar tersebut, maka jamur tersebut termasuk ke dalam phylum

- | | |
|------------------|----------------|
| a. Basidiomycota | d. Zygomycota |
| b. Ascomycota | e. Apicomplexa |
| c. Myxomycota | |

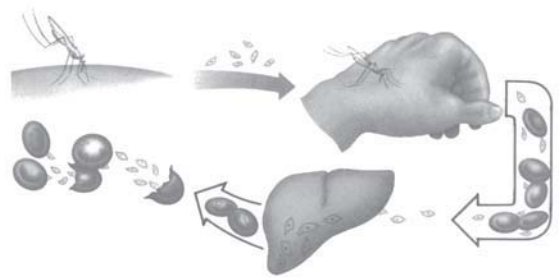
Untuk soal no. 23 dan 25, perhatikan gambar berikut.



23. Basidiokarp ditunjukkan oleh nomor
- | | |
|------|------|
| a. 1 | d. 4 |
| b. 2 | e. 5 |
| c. 3 | |
24. Pada gambar tersebut nomor 6 menunjukkan fase
- | | |
|---------------|------------------------|
| a. kariogami | d. mitosis |
| b. meiosis | e. miselium dikariotik |
| c. plasmogami | |
25. Siklus hidup pada gambar tersebut terjadi pada jamur
- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| a. <i>Neurospora crassa</i> | d. <i>Auricularia auricula</i> |
| b. <i>Saccharomyces</i> sp. | e. <i>Aspergillus parasiticus</i> |
| c. <i>Rhizopus stolonifer</i> | |

B. Soal Uraian

- Sebutkan objek yang dipelajari dalam Biologi beserta contohnya.
- Urutkan tingkat organisasi Biologi dari mulai yang terendah sampai yang tertinggi.
- Jelaskan alasan virus disebut makhluk hidup dan makhluk tidak hidup.
- Jelaskan alur siklus lisogenik pada virus.
- Berdasarkan cara mendapatkan makanannya, Eubacteria dibagi empat. Sebutkan dan jelaskan?
- Jelaskan perbedaan protista mirip hewan, protista mirip jamur, dan protista mirip tumbuhan.
- Jelaskan ciri phylum Rhizopoda, Foraminifera, dan Zoomastigophora sehingga dapat membedakan ketiganya.
- Berdasarkan gambar berikut.



Jelaskan siklus hidup *Plasmodium vivax* dengan singkat dengan jelas.

- Jelaskan reproduksi yang terjadi pada jamur.
- Sebutkan lima jenis jamur yang menguntungkan bagi kehidupan dan produk yang dihasilkannya.

Bab 5



Sumber: CD Image Animal

Burung merak merupakan salah satu contoh keanekaragaman hayati yang terdapat di Indonesia.

Keanekaragaman Hayati

Hasil yang harus Anda capai:

memahami manfaat keanekaragaman hayati.

Setelah mempelajari bab ini, Anda harus mampu:

- mendeskripsikan konsep keanekaragaman gen, jenis, dan ekosistem, melalui kegiatan pengamatan;
- mengomunikasikan keanekaragaman hayati Indonesia dan usaha pelestarian serta pemanfaatan sumber daya alam.

Pernahkah Anda pergi ke kebun binatang atau Kebun Raya Bogor? Pernahkah Anda memperhatikan keanekaragaman hewan atau tumbuhan di sana? Anda akan melihat makhluk hidup dalam lingkungan tersebut memiliki bentuk tubuh, habitat serta makanan yang berbeda, bukan? Keanekaragaman hewan dan tumbuhan tersebut merupakan keanekaragaman hayati.

Dari pernyataan sebelumnya, apakah yang dimaksud dengan keanekaragaman hayati? Terdiri atas apa sajakah keanekaragaman hayati itu? Bagaimanakah mempertahankan keberadaan keanekaragaman hayati? Apakah manfaat keanekaragaman hayati bagi kehidupan?

Semua pertanyaan tersebut dapat Anda jawab setelah Anda mempelajari materi pada bab ini. Oleh karena itu, pelajarilah bab ini secara saksama.

- A. Pengertian Keanekaragaman Hayati**
- B. Keanekaragaman Hayati di Indonesia**
- C. Usaha Pelestarian Keanekaragaman Hayati**
- D. Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati**

Tes Kompetensi Awal

1. Masih ingatkah Anda jenis-jenis jamur pada bab sebelumnya? Sebutkan oleh Anda.
2. Beranekaragamnya jenis jamur menunjukkan adanya keanekaragaman hayati. Menurut Anda, apakah yang dimaksud dengan keanekaragaman hayati?

A. Pengertian Keanekaragaman Hayati

Apakah Anda pernah mendengar mengenai istilah keanekaragaman hayati? Keanekaragaman hayati merupakan pernyataan mengenai berbagai macam (variasi) bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat yang terdapat pada berbagai tingkatan makhluk hidup.

Menurut UU No. 5 tahun 1994, keanekaragaman hayati merupakan keanekaragaman di antara makhluk hidup dari semua sumber, termasuk di antaranya daratan, lautan, dan ekosistem akuatik (perairan) lainnya, serta kompleks-kompleks Ekologi yang merupakan bagian dari keanekaragamannya, mencakup keanekaragaman dalam spesies, antara spesies dengan ekosistem. Berdasarkan definisi dari undang-undang tersebut, keanekaragaman hayati terdiri atas tiga elemen, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis, dan keanekaragaman ekosistem.

1. Keanekaragaman Gen

Gen merupakan faktor pembawa sifat keturunan yang terdapat dalam kromosom. Setiap susunan gen akan memberikan penampilan (fenotipe), baik anatomi maupun fisiologi pada setiap organisme.

Jika dua organisme sejenis kawin, maka sifat-sifat dari dua organisme sejenis tersebut akan diturunkan pada keturunannya, dan hasil keturunannya tidak akan sama persis dengan salah satu induknya atau keturunan lainnya. Hal tersebut disebabkan terjadinya penggabungan genotipe dari dua induk yang dapat menyebabkan perbedaan susunan gen antara anak dan induknya.

Perbedaan susunan gen akan menyebabkan perbedaan penampilan baik satu sifat atau secara keseluruhan. Perbedaan tersebut akan menghasilkan variasi pada suatu spesies. Hal ini disebabkan adanya keanekaragaman gen pada setiap organisme.

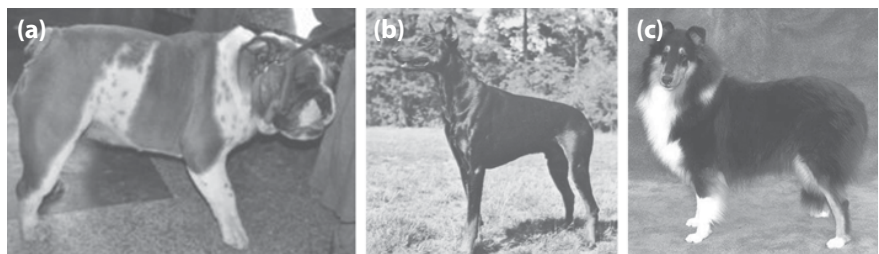
Contohnya pada spesies anjing (*Canis familiaris*), terdapat banyak variasi jenis anjing, seperti anjing bulldog, anjing doberman, dan anjing collie. Ketiga jenis hewan tersebut memiliki sifat dan bentuk yang berbeda. Perbedaan sifat ini bahkan ada yang tampak pada variasi hewan yang sejenis. Misalnya, anjing doberman yang memiliki warna bulu yang berbeda-beda. Dapatkah Anda memberikan contoh variasi yang terdapat pada tumbuhan?

Kata Kunci

- Ekosistem
- Fertil
- Gen
- Spesies

Gambar 5.1

Variasi yang terdapat pada
(a) anjing bulldog,
(b) anjing doberman, dan
(c) anjing collie.



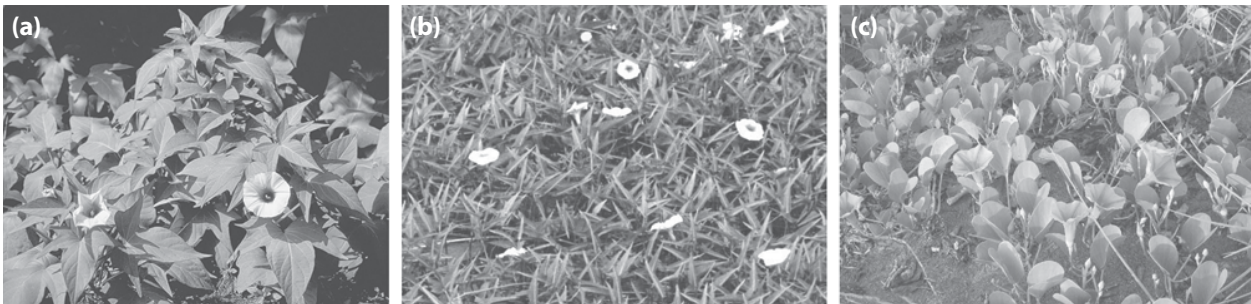
Sumber: www.upload.wikimedia.org; www.quilazampa.it; www.dog.com

2. Keanekaragaman Jenis (Spesies)

Apakah Anda mengerti apa yang dimaksud dengan spesies? Jika dua makhluk hidup mampu melakukan perkawinan dan menghasilkan keturunan yang fertil (mampu melakukan perkawinan dan menghasilkan keturunan) maka kedua makhluk hidup tersebut merupakan satu spesies.

Untuk melihat suatu keanekaragaman spesies, kita dapat melihatnya di suatu habitat atau komunitas yang ditempati berbagai macam organisme, contohnya sawah. Di tempat ini terdapat keanekaragaman spesies, seperti tanaman padi, katak, belut, cacing, dan lainnya. Selain itu, keanekaragaman spesies dapat dilihat dari genus yang sama, contohnya pada tanaman dari genus *Ipomoea* (ubi-ubian dan kangkung-kangkungan). Contoh keanekaragaman spesies yang berasal dari genus yang sama antara lain *Ipomoea batatas* (ubi manis), *Ipomoea aquatica* (kangkung), dan *Ipomoea pescaprae*. Ketiga spesies tersebut memiliki genus yang sama, tetapi spesies berbeda (Gambar 5.2).

Gambar 5.2
Contoh keanekaragaman spesies pada tanaman genus *Ipomoea*.
(a) *Ipomoea batatas*
(b) *Ipomoea aquatica*
(c) *Ipomoea pescaprae*



Sumber: www.botany.edu; www.botany.cs.tamu.edu; www.exot-nutz-zier.de



Aktivitas Biologi 2.1

Keanekaragaman Hewan dan Tumbuhan

Tujuan
Mengamati keanekaragaman hewan dan tumbuhan

- Alat dan Bahan
- 1. Penggaris
 - 2. Kaca pembesar
 - 3. Alat tulis
 - 4. Pinset atau penjepit

- Langkah Kerja
- 1. Amati hewan dan tumbuhan yang terlihat di halaman sekolah Anda. Jika memungkinkan, dekati dan pegang hewan dan tumbuhan yang Anda amati.
 - 2. Masukkan hasil pengamatan Anda ke dalam tabel berikut.

No.	Jenis Hewan/ Tumbuhan	Warna	Panjang/Lebar	Tekstur	Sifat Lain	Keterangan
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Pertanyaan

1. Dapatkah Anda menemukan kesamaan dan perbedaan dari hewan dan tumbuh yang Anda amati?
2. Mengapa terdapat kesamaan dan perbedaan pada hewan dan tumbuh yang Anda amati?

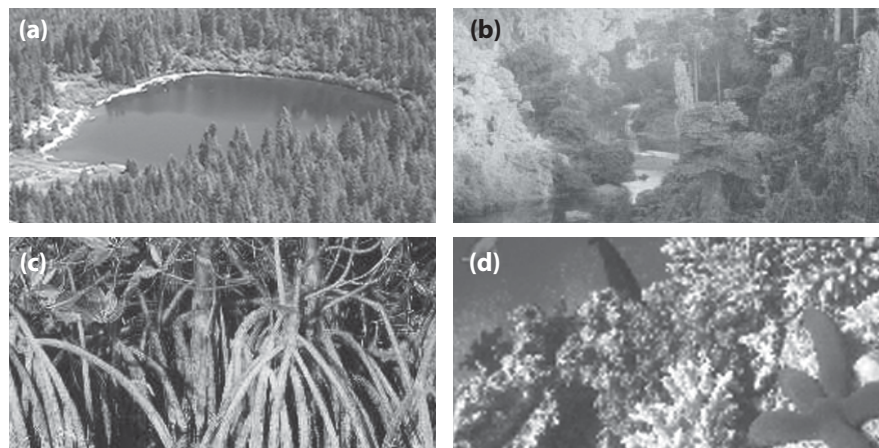
3. Keanekaragaman Ekosistem

Setiap organisme sangat bergantung pada lingkungan tempat tinggalnya. Kondisi lingkungan akan memengaruhi jenis, pola makan, cara hidup, bahkan struktur suatu organisme. Keanekaragaman lingkungan akan memengaruhi keanekaragaman hayatinya. Hal tersebut akan membentuk ekosistem yang beraneka ragam.

Setiap ekosistem memiliki karakteristik yang berbeda, bergantung pada kondisi faktor abiotiknya. Contohnya, jika terdapat dua ekosistem air tawar. Ekosistem air tawar yang satu terletak di daerah subtropis, dan ekosistem air tawar lainnya terletak di daerah tropis, maka kedua ekosistem tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Hal itu disebabkan karena suhu dan iklimnya berbeda. Kondisi tersebut akan berpengaruh pada jenis organisme yang hidup di dalamnya.

Berdasarkan contoh tersebut, dapat disimpulkan bahwa karakter ekosistem sangat dipengaruhi oleh keadaan faktor abiotiknya. Untuk lebih jelasnya, kita lihat contoh yang lain. Di ekosistem gurun, terdapat tumbuhan kaktus dan ular derik. Kaktus memiliki struktur daun berbentuk jarum, batang berklorofil, dan akar menyebar jauh sampai ke dalam tanah. Sementara itu, ular derik memiliki sisik yang keras, warna cokelat seperti warna pasir, dan bergerak menyamping. Dari fakta tersebut, tampak jelas bahwa cara hidup kedua organisme tersebut dipengaruhi oleh lingkungannya. Untuk dapat hidup di gurun harus memiliki struktur anatomi dan fisiologi yang khusus.

Beberapa contoh keanekaragaman ekosistem antara lain, ekosistem danau, ekosistem hutan hujan tropis, ekosistem mangrove, dan ekosistem terumbu karang (Gambar 5.3).



Gambar 5.3

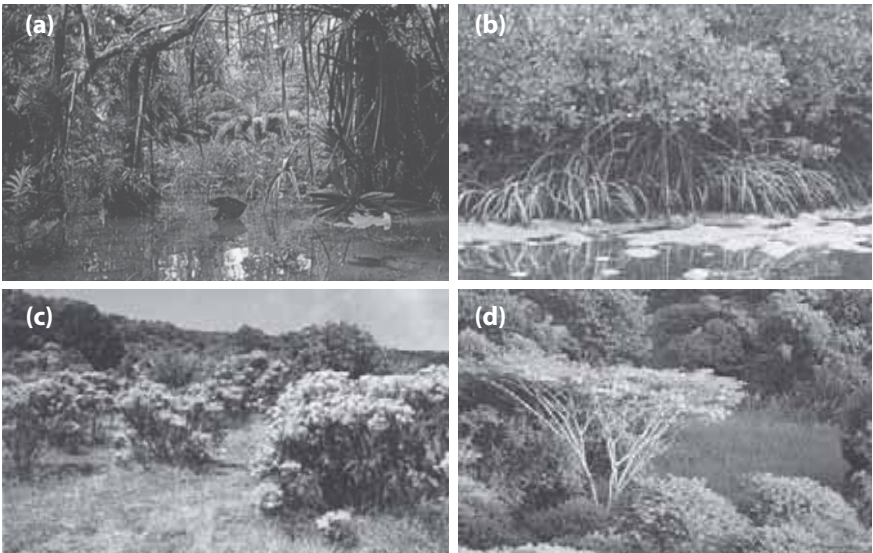
- (a) Ekosistem danau,
(b) ekosistem hutan hujan tropis,
(c) ekosistem mangrove, dan
(d) ekosistem terumbu karang

Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006; www.johann-sandra.com; www.shiftingbaselines.com; www.coralreefs.nbi.gov

Di Indonesia sendiri, terdapat berbagai ekosistem. Ekosistem tersebut dikelompokkan berdasarkan jenis vegetasinya atau tumbuhan penyusunnya. Vegetasi ini dipengaruhi oleh jenis tanah, iklim, dan

ketinggian suatu ekosistem. Berbagai vegetasi di Indonesia menunjukkan keanekaragaman tumbuhan yang sangat tinggi dibandingkan dengan vegetasi-vegetasi lainnya di dunis. Ekosistem di Indonesia di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Ekosistem vegetasi dataran rendah, contohnya ekosistem hutan rawa di Rawa Danau di Jawa Barat (Gambar 5.4a)
- b. Ekosistem air laut, contohnya ekosistem hutan bakau di Pulau Komodo, Nusa Tenggara (Gambar 5.4b)
- c. Ekosistem vegetasi dataran tinggi, contohnya ekosistem vegetasi di Taman Nasional/Gunung Gede-Pangrango (Gambar 5.4c) dan vegetasi *Acacia* di Gunung Baluran. Jawa Timur (Gambar 5.4d)



Gambar 5.4
Beberapa ekosistem yang terdapat di Indonesia

Sumber: Indonesian Heritage: Plants. 1996

Tes Kompetensi Subbab A

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

- 1. Apakah yang dimaksud dengan keanekaragaman Hayati?
- 2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis, dan keanekaragaman ekosistem.

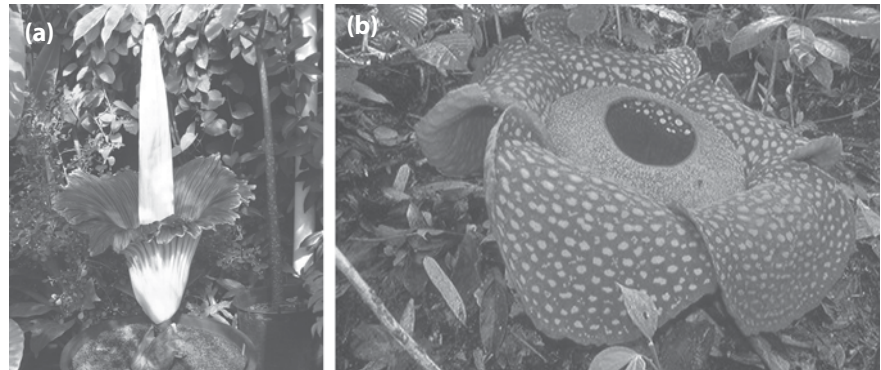
B. Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki kekayaan keanekaragaman hayati (biodiversitas) terbesar di dunia. Hal ini dipengaruhi oleh posisi geografis Indonesia yang sangat menguntungkan, yaitu terletak di antara dua benua. Benua yang mengapitnya ini adalah benua Asia dan benua Australia. Selain itu, Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri atas beribu-ribu pulau. Setiap pulau di Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang berbeda, baik hewan maupun tumbuhannya. Hal ini pulalah yang menyebabkan adanya hewan maupun tumbuhan yang endemik.

Kata Kunci

- Biodiversitas
- Endemik

Endemik merupakan makhluk hidup yang hanya hidup di satu daerah saja atau khas di suatu daerah. Contohnya, bunga bangkai (*Amorphophallus titanum*) yang dapat ditemukan di daerah Sumatra dan bunga Rafflesia (*Rafflesia arnoldii*) yang ditemukan di Bengkulu.



Gambar 5.5
(a) *Amorphophallus titanum* (b) *Rafflesia arnoldii*

Sumber: www.stairs.happenstance.com; www.lostworldarts.com

Keanekaragaman hayati di Indonesia ini tidak hanya mencakup hewan dan tumbuhan saja, akan tetapi mencakup lima kingdom, yaitu keanekaragaman Protista, Monera, Fungi (jamur), Plantae (tumbuhan), dan Animalia (hewan). Di Indonesia, jenis jamur yang telah diidentifikasi berkisar antara 4.250–12.000 jenis; tumbuhan berbiji, sekitar 20.000 spesies; lumut 3.000 spesies; tumbuhan paku 4.000 spesies; Mammalia 515 spesies; kupu-kupu 121 spesies; Reptilia, lebih dari 600 spesies; burung 1.519 spesies; dan Amphibia 270 spesies (Indonesian Heritage: Wild live, 1996).



Sekilas Biologi



Sumber: www.geocities.com;
www.buahmerahextract.com

Buah merah (*Pandanus conoideus lam*) merupakan buah dari tanaman pandan-pandangan. Buah ini merupakan salah satu jenis buah yang khas di Papua. Buah ini memiliki khasiat untuk meningkatkan kekebalan tubuh dari berbagai penyakit. Hal tersebut merupakan salah satu bukti bahwa negara kita memiliki kekayaan flora yang tinggi.

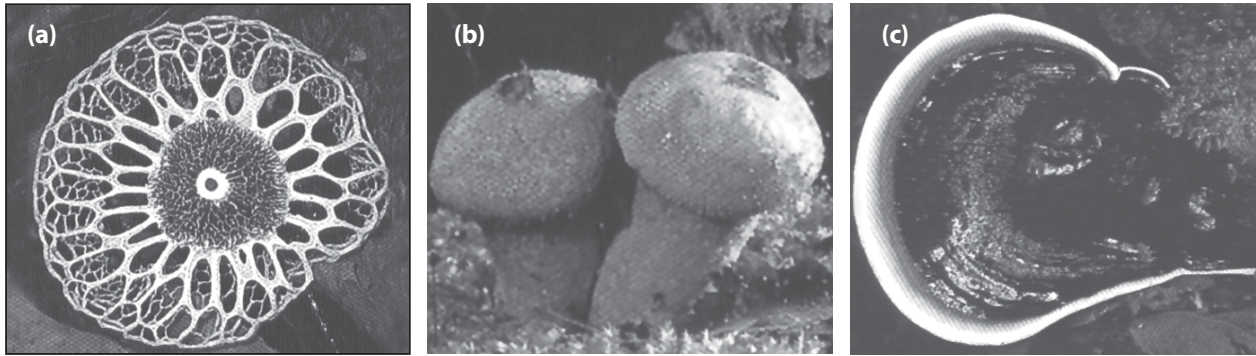
Sumber: www.wikipedia.org

1. Keanekaragaman Jamur di Indonesia

Jamur dapat ditemukan di tanah, air, tumbuhan, tubuh hewan, dan di dalam makanan. Jamur akan tumbuh dan berkembang pada lingkungan yang hangat dan lembap. Dengan letak Indonesia yang berada di daerah tropis dan kelembabannya yang tinggi, Indonesia memiliki faktor-faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan jamur. Hal inilah yang menyebabkan keanekaragaman jamur yang sangat tinggi di Indonesia. Hingga saat ini, di dunia telah terhitung 70.000 spesies jamur yang telah teridentifikasi. Adapun jamur yang belum teridentifikasi dapat mencapai jumlah 100.000–250.000 spesies. Sebagian besar spesies jamur tersebut, dapat ditemukan di Indonesia.

Jamur ada yang dimanfaatkan untuk menghasilkan produk makanan yang juga memberikan kontribusinya terhadap keanekaragaman makanan khas di Indonesia. Contohnya dalam bidang makanan, seperti pembuatan tempe yang dibantu oleh jamur *Rhizopus stolonifer* dan pembuatan oncom yang dibantu oleh jamur *Neurospora crassa*. Adapun dalam minuman, contohnya pembuatan minuman yang khas dari air pohon nira, yaitu tuak. Proses pembuatan tuak dibantu oleh jamur *Saccharomyces tuac*.

Selain jamur mikroskopis yang bermanfaat dalam bidang pangan, jamur makroskopis yang ada di Indonesia sangat bervariasi, dari mulai warna, bentuk, bahkan ukurannya, dari yang dapat dimakan, sampai dengan jamur yang beracun dan dapat mematikan. Beberapa contoh jamur makroskopis yang dikenal, yaitu *Dictyophora indusiata*, *Lycoperdon perlatum*, *Lepiota* sp., *Auricularia* sp., dan *Peziza* sp.



Sumber: Indonesian Heritage: Plant, 1996

Gambar 5.6

- (a) *Dictyophora indusiata*
- (b) *Lycoperdon perlatum*
- (c) *Lepiota* sp.

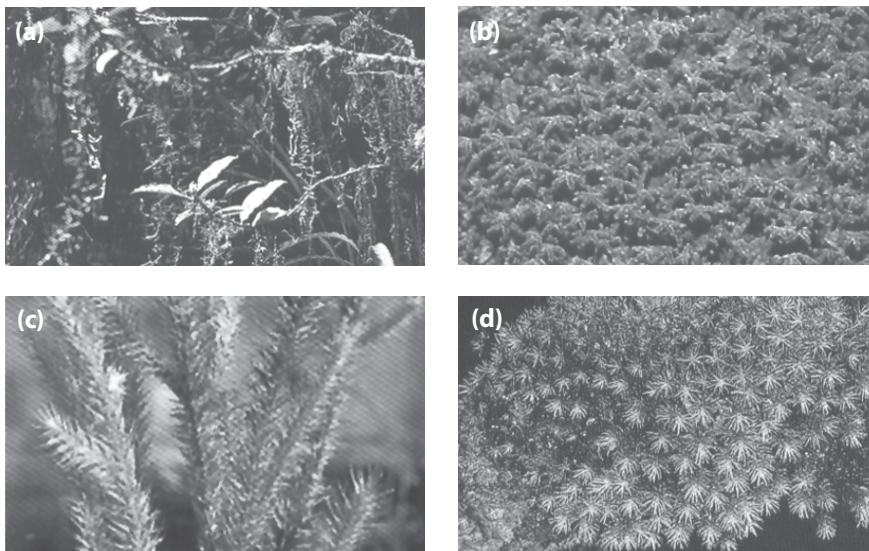
2. Keanekaragaman Tumbuhan di Indonesia

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki kekayaan tumbuhan (flora) terbesar di dunia. Hal ini dipengaruhi letak geografis Indonesia seperti telah disebutkan sebelumnya. Letak geografis ini pun memengaruhi persebaran tumbuhan di setiap daerah atau pulau. Berikut ini adalah beberapa keanekaragaman tumbuhan Indonesia berdasarkan dari jenisnya.

a. Bryophyta (Lumut)

Kondisi dasar hutan yang basah dan lembap di hutan hujan tropis merupakan habitat yang sangat cocok untuk habitat Bryophyta. Indonesia memiliki iklim tropis dan memiliki hutan hujan tropis yang sangat luas, sehingga dapat menampung cukup banyak spesies anggota Bryophyta.

Kurang lebih 1.500 spesies Bryophyta terdapat di Indonesia yang terdiri atas golongan lumut daun, lumut hati, dan lumut tanduk. Berikut adalah beberapa contoh Bryophyta yang ada di Indonesia (Gambar 5.7)



Sumber: Indonesian Heritage: Plant, 1996



Sekilas Biologi

Sebanyak 52 spesies biota laut yang diduga spesies baru ditemukan di daerah perairan bentang Laut Kepala Burung Papua. Teluk Cendrawasih, dan Fakfak. Rincian ke-52 spesies baru tersebut adalah 18 spesies udang manthis, 24 spesies ikan karang, dan 20 spesies terumbu karang. Informasi tersebut memperkuat dugaan bahwa bentang Laut Kepala Burung Papua, termasuk di kawasan Raja Ampat, memiliki keanekaragaman hayati laut tertinggi di dunia.

Sumber: www.kompas.com: 21 Mei 2006

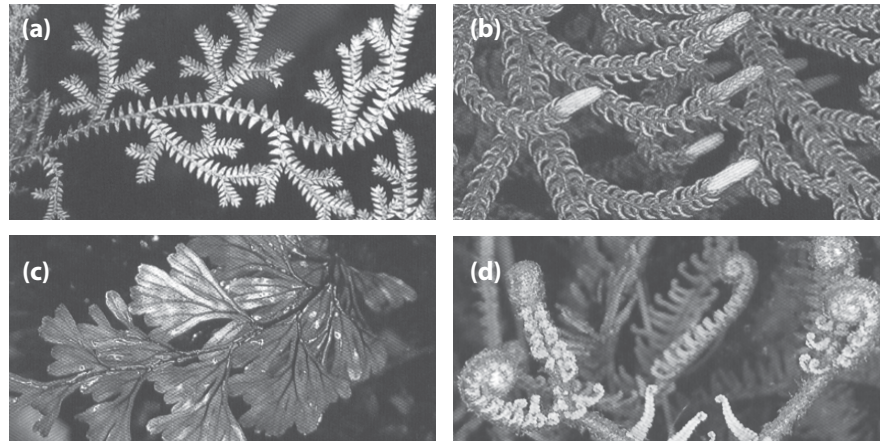
Gambar 5.7

- (a) *Meteorium* sp.
- (b) *Marchantia* sp.
- (c) *Spiridens* sp.
- (d) *Calymperes* sp.

b. Pteridophyta (Tumbuhan Paku)

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang cukup mendominasi di hutan hujan tropis. Dengan kondisi lingkungan yang basah dan lembap, tumbuhan paku tersebar di seluruh wilayah hutan hujan tropis Indonesia.

Di wilayah Malesiana, termasuk Indonesia di dalamnya, terdapat 4.000 spesies tumbuhan paku. Tumbuhan paku ini dapat ditemukan di mana-mana karena tumbuhan paku dapat hidup di tanah, kayu mati, pohon, bahkan di batu. Beberapa contoh paku yang ada di Indonesia antara lain *Selaginella* sp., *Lycopodiella cernua*, *Hymenophyllum*, dan *Gleichenia* (Gambar 5.8).



Gambar 5.8

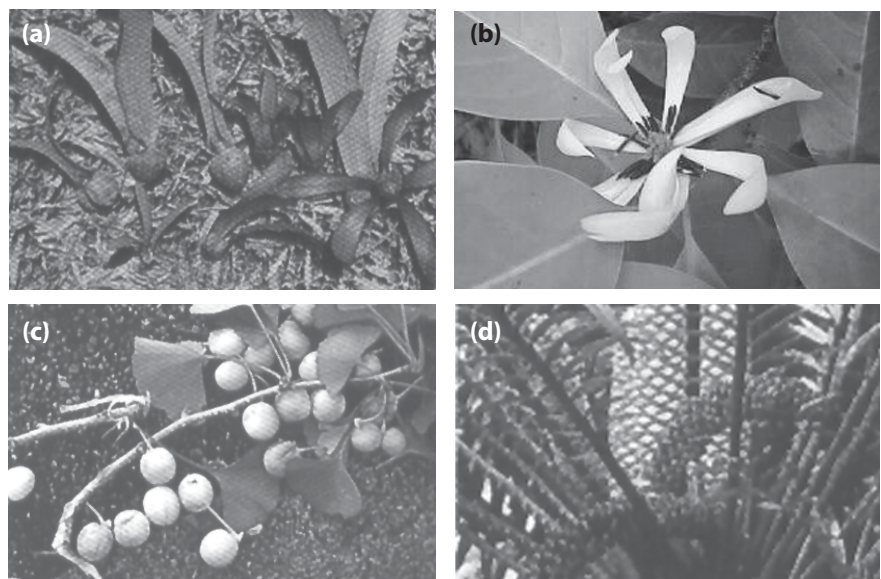
- (a) *Selaginella* sp.
- (b) *Lycopodiella* sp.
- (c) *Hymenophyllum* sp.
- (e) *Gleichenia* sp.

Sumber: Indonesian Heritage: Plants, 1996

Beberapa jenis tumbuhan paku memiliki nilai ekonomis. Misalnya, *Asplenium nidus* (paku sarang burung) dan *Platycerium* (paku tanduk rusa) yang digunakan sebagai tanaman hias.

c. Spermatophyta (Tumbuhan Berbiji)

Tumbuhan berbiji ini merupakan tumbuhan yang banyak dijumpai dengan berbagai jenis dan bentuknya. Pada vegetasi Malesiana saja terdapat kurang lebih 25.000 spesies yang termasuk golongan spermatophyta. Tumbuhan berbiji ini dibagi ke dalam dua kelompok yaitu angiospermae (tumbuhan berbiji tertutup) dan gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka).



Gambar 5.9

- (a) Buah *Dipterocarpaceae*,
- (b) bunga *Michellia* sp.,
- (c) buah *Ginkgo biloba*, dan
- (d) *Cycas*.

Sumber: Indonesian Heritage: Plants, 1996

Indonesia dengan iklim tropisnya memiliki cukup banyak spesies dari kedua golongan tersebut seperti familia Dipterocarpaceae, familia ini merupakan tumbuhan yang cukup mendominasi hutan hujan tropis, tingginya bisa mencapai 70 meter. Selain itu, bunga-bunga yang khas dari Indonesia, antara lain bunga bangkai yaitu (*Amorphophallus titanum*) *Rafflesia arnoldii*, dan bunga cempaka (*Michellia* sp.). Beberapa contoh Gymnospermae yang ada di Indonesia adalah *Pinus merkusii*, *Ginkgo biloba*, dan *Cycas*.

Tugas Anda 5.1

Carilah jenis-jenis tumbuhan yang memiliki nilai ekonomis bagi manusia dan apakah manfaat yang dapat diambil dari setiap jenis tumbuhan tersebut. Buatlah dalam bentuk tabel.

3. Keanekaragaman Hewan di Indonesia

Penyebaran keanekaragaman hayati Indonesia, khususnya hewan, sangat berkaitan erat dengan letak geografis Indonesia. Penyebaran hewan ini secara umum terbagi menjadi dua wilayah, yaitu kawasan timur (Benua Australia) dan kawasan barat (Benua Asia).

Penyebaran ini telah diselidiki oleh Alfred Russel Wallace seorang ahli zoologi dari Inggris dan seorang Ilmuwan ahli Zoologi dari Jerman, yaitu Weber. Perbedaannya, Wallace mengamati hewan di bagian barat Indonesia, sedangkan Weber mengamati di bagian timur Indonesia.

Bagian barat yang diamati meliputi Sumatra, Jawa, Bali, dan Kalimantan. Adapun bagian timur Indonesia terdiri atas Sulawesi, Papua, dan pulau lainnya di sebelah timur.

Dari pengamatan kedua ahli zoologi itu tersebut, terdapat pembagian penyebaran hewan di bagian barat dan timur. Hal ini ditunjukkan dengan dibuatnya garis pemisah abstrak, yaitu garis Wallace dan garis Weber. Pembagian penyebaran hewan tersebut menimbulkan adanya hewan peralihan. Daerah peralihan ini meliputi sebagian Sulawesi dan Nusa Tenggara bagian Tengah.

Selain berdasarkan persebarannya, keanekaragaman hewan di Indonesia dapat diamati berdasarkan jenis dan pengklasifikasian hewannya. Berikut adalah pembagian keanekaragaman hewan berdasarkan pada persebarannya dan jenisnya.

a. Keanekaragaman Hewan di Indonesia Berdasarkan Pola Persebarannya

Persebaran keanekaragaman hewan di Indonesia dibagi kedalam 3 wilayah. Pembagiannya sebagai berikut.

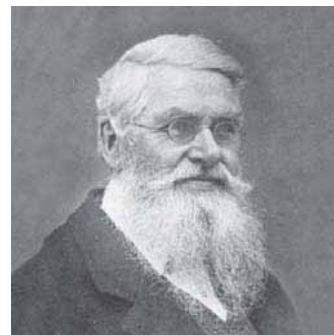
1) Hewan di Kawasan Barat Indonesia

Hewan di kawasan Barat Indonesia meliputi daerah Sumatra, Jawa, Bali, dan Kalimantan. Di daerah tersebut banyak hewan endemik yang khas hidup di setiap daerahnya. Contohnya harimau sumatra (*Panthera tigris sumatrae*), macan kumbang (*Panthera pardus*), orangutan (*Pongo pygmaeus*), badak jawa bercula satu (*Rhinoceros sondaicus*), dan bekantan (*Nasalis larvatus*).



Sekilas Biologi

Alfred Russel Wallace
(1823–1913)



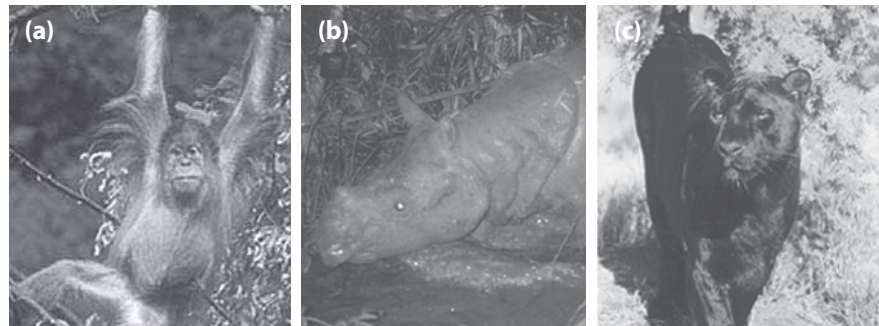
Alfred Russel Wallace (1823–1913), melakukan perjalanan ke kepulauan Indonesia pada 1854–1862. Perjalanan tersebut bertujuan untuk mengumpulkan spesimen dan mempelajari alam. Dari hasil observasinya, Wallace menentukan batas persebaran hewan di Indonesia yang diberi nama garis Wallace.

Sumber: en.wikipedia.org

Kata Kunci

- Garis Wallace
- Garis Weber

Gambar 5.10
Hewan-hewan endemik dari bagian barat Indonesia
(a) orangutan,
(b) badak bercula satu, dan
(c) macan kumbang.

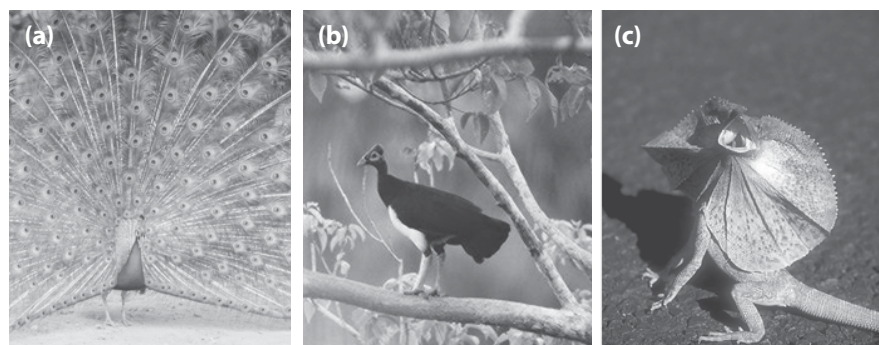


Sumber: www.zoo.ch; www.rhinos-irf.org; www.home.globalcrossing.ne.com

2) Hewan di Kawasan Timur Indonesia

Kawasan Timur Indonesia ini meliputi Papua, kepulauan Aru, dan pulau-pulau lainnya yang ada di daerah timur. Adapun contoh hewan endemik yang tersebar di bagian timur Indonesia adalah monyet hitam (*Macaca nigra*), kadal berjumbai (*Chlamydosaurus kingii*), maleo (*Macrocephalon maleo*), dan burung merak (*Pavo cristatus*) (Gambar 5.11).

Gambar 5.11
Hewan-hewan endemik dari bagian timur Indonesia.
(a) Merak,
(b) Maleo, dan
(c) Kadal berjumbai.

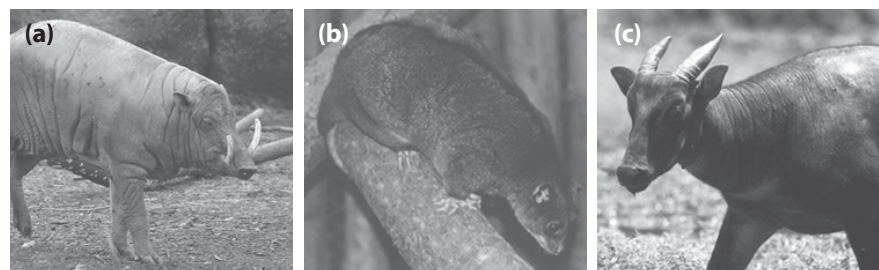


Sumber: CD Image Animal; www.arkive.org; www.drellenrudolph.com

3) Hewan di Kawasan Peralihan

Kawasan peralihan meliputi bagian Sulawesi dan Nusa Tenggara bagian tengah. Karakteristik hewan yang hidup di kawasan tersebut, yaitu terdapat jenis hewan yang terdapat di kawasan barat dan kawasan timur. Contoh hewan yang hidup di daerah peralihan adalah babi rusa (*Babyroussa babyroussa*), kuskus (*Phalanger sp.*), dan Anoa (*Anoa quaresi*) (Gambar 5.12).

Gambar 5.12
(a) Babi rusa
(b) Kuskus
(c) Anoa



Sumber: www.billybear4kids.com; www.zoo-krakow.pl; www.plala.or.jp

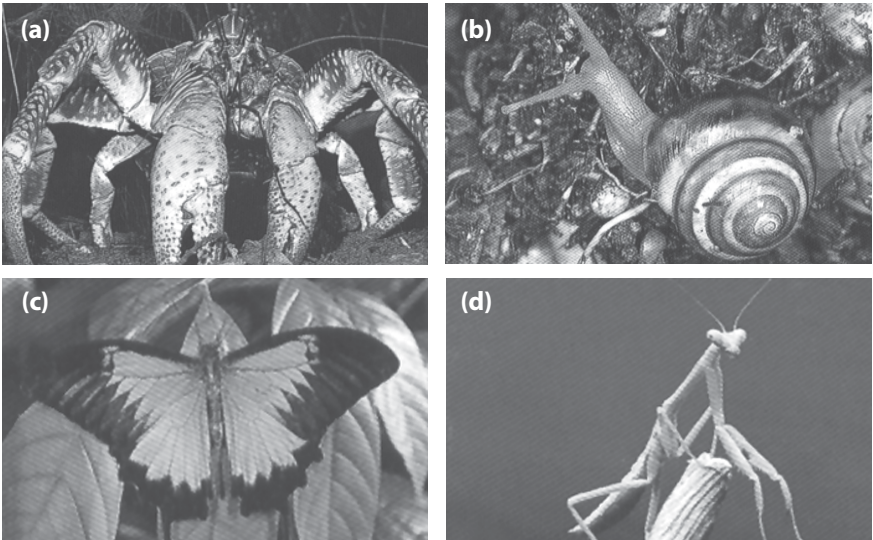
b. Keanekaragaman Hayati di Indonesia Berdasarkan Jenisnya

Pembagian keanekaragaman hewan berdasarkan jenisnya dilihat berdasarkan pengklasifikasian. Pembagiannya sebagai berikut.

1) Keanekaragaman Invertebrata

Indonesia memiliki keanekaragaman invertebrata yang sangat bervariasi, dari mulai invertebrata yang hidup di air sampai dengan invertebrata yang hidup di darat. Berdasarkan catatan Direktorat Jenderal

Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam (Ditjen PHKA). Beberapa golongan invertebrata di Indonesia memiliki jumlah spesies yang sangat banyak. Contohnya Insecta, Indonesia memiliki 33% jenis dari keseluruhan jenis serangga di dunia, yaitu sebanyak 25.000 spesies. Indonesia memiliki 40% dari 50.000 spesies Mollusca yang ada di dunia. Selain itu, banyak jenis invertebrata yang endemik. Pada Gambar 5.13 ditunjukkan dua jenis-jenis hewan yang termasuk golongan invertebrata yang ada di Indonesia.



Sumber: Indonesian Heritage: Wild life, 1996



Fakta Biologi

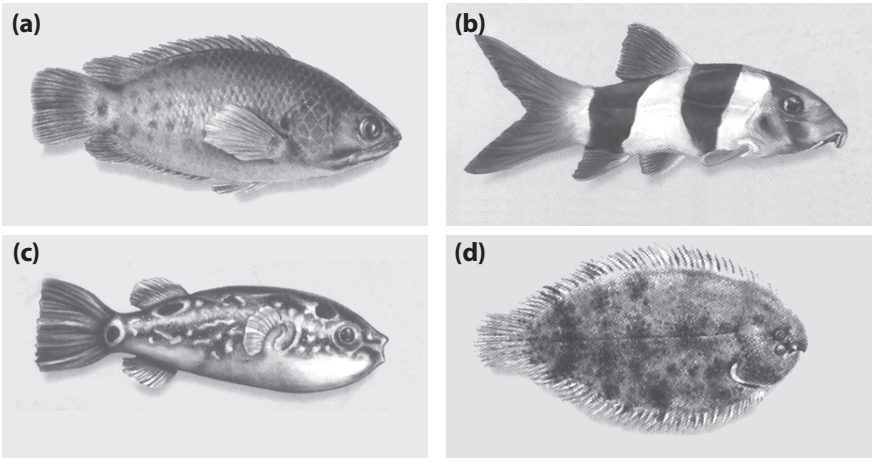
Katak dan kodok dapat mengeluarkan suara yang sangat nyaring. Suara yang dikeluarkan oleh seekor katak yang akan kawin, dapat terdengar hingga jarak satu kilometer.

Sumber: Amazing Animal Facts, 1993

2) Keanekaragaman Pisces

Wilayah perairan di Indonesia sangat luas, dari mulai Sabang sampai Merauke. Dapat Anda bayangkan, bagaimana keanekaragaman hayati yang ada di perairan Indonesia.

Salah satu penghuni wilayah perairan Indonesia adalah ikan (pisces). Menurut data tercatat 8.500 spesies ada di Indonesia, dari 19.000 spesies yang tersebar di dunia. Berarti, kurang lebih 44% spesies ikan di dunia ada di Indonesia. Berikut adalah gambar beberapa contoh ikan yang ada di Indonesia.



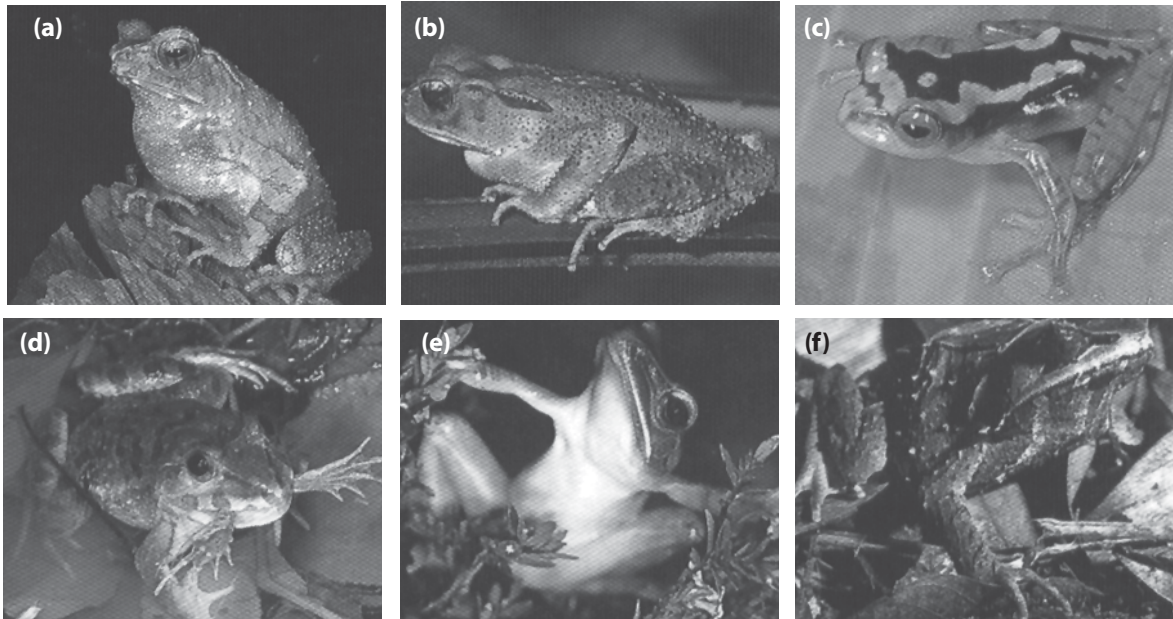
Sumber: Indonesian Heritage: Wild life, 1996

Gambar 5.13
(a) Ketam kelapa
(b) *Asperitas* dari kelompok Mollusca
(c) Kupu-kupu
(d) Belalang sembah

Gambar 5.14
(a) *Anabas testudineus*
(b) *Botia macracanthus*
(c) *Tetraodon biocellatus*
(d) *Achiroides melanorhynchus*

3) Keanekaragaman Amphibia

Indonesia memiliki 1.000 spesies dari 4.200 spesies yang ada di dunia (Ditjen PHKA). Amphibia yang banyak jenisnya ini berupa katak dan kodok, berikut ini adalah beberapa contoh Amphibia yang ada di Indonesia



Gambar 5.15

Beberapa jenis kodok (a, b) dan katak (c, d, e, f) di Indonesia.

Sumber: Indonesian Heritage: Wild life, 1996

4) Keanekaragaman Reptilia

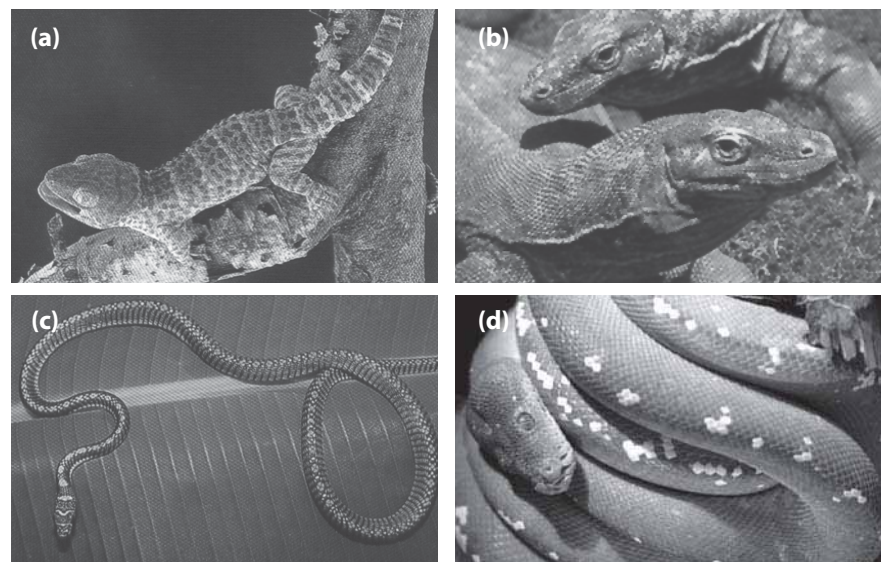
Kondisi hutan di Indonesia yang hangat dan rimbun merupakan habitat yang cocok bagi Reptilia. Oleh karena itu, tak heran Indonesia menduduki urutan ke empat dunia yang memiliki jenis Reptilia paling banyak, yaitu kurang lebih 600 spesies dan 29%-nya merupakan endemik. Gambar berikut menunjukkan beberapa Reptilia yang ada di Indonesia (Gambar 5.16).



Fakta Biologi

Komodo merupakan reptilia terbesar di dunia. Panjang tubuh komodo mencapai tiga meter

Sumber: Amazing Animal Facts, 1993



Gambar 5.16

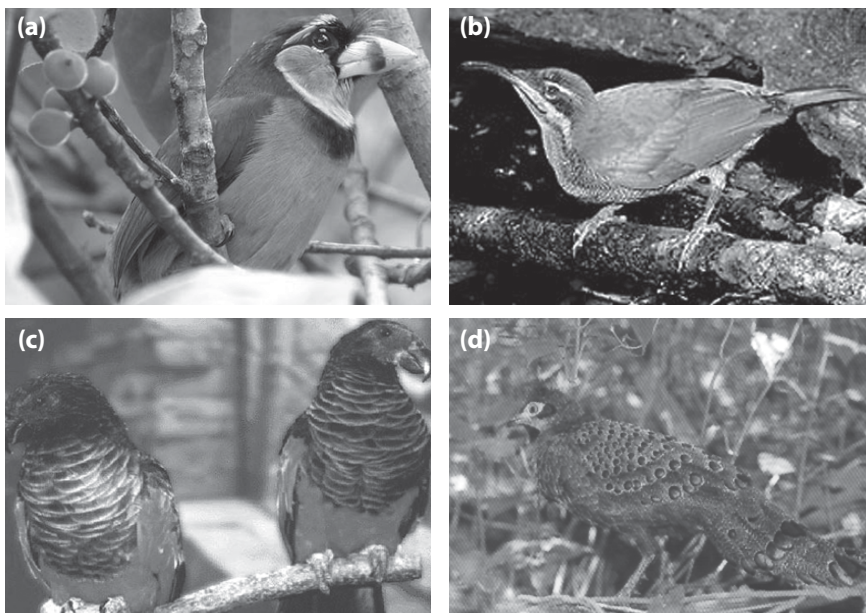
- (a) *Gekko gecko*
- (b) *Varanus komodoensis*
- (c) *Chrysopelea paradisi*
- (d) *Chondrophyton viridis*

Sumber: Indonesian Heritage: Wild life, 1996

5) Keanekaragaman Aves

Keanekaragaman aves di Indonesia menurut catatan Ditjen PHKA mendapat urutan kelima di dunia dengan jumlah spesies 1.519 spesies dan 28% di antaranya adalah endemik. Karena sebagian besar burung bisa terbang, kemungkinan kita dapat menemukannya di negara lain, tetapi untuk burung yang tidak bisa terbang kebanyakan merupakan hewan endemik.

Burung endemik di Indonesia selain dipengaruhi oleh morfologi tubuh juga dipengaruhi oleh letak geografis negara Indonesia yang terdiri atas beribu-ribu pulau. Setiap pulau tersebut memiliki karakteristik yang khas sehingga burung yang hidup di dalamnya pun harus beradaptasi sesuai dengan lingkungannya dia hidup. Perhatikan Gambar 5.17. Gambar tersebut menunjukkan beberapa contoh burung yang ada di Indonesia.



Sumber: Indonesian Heritage: Wild life, 1996

6) Keanekaragaman Mammalia

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, jenis Mammalia di Indonesia terbagi ke dalam tiga wilayah, yaitu wilayah Barat Indonesia, wilayah peralihan, dan wilayah Timur Indonesia.

Karakteristik binatang pada umumnya dimasing-masing wilayah berbeda, misalnya, di wilayah barat Indonesia, hewan-hewan yang ada cenderung mirip dengan hewan-hewan yang ada di Asia. Di wilayah timur Indonesia, hewan-hewannya cenderung mirip dengan hewan di Australia. Adapun hewan di daerah peralihan merupakan gabungan dari keduanya sehingga di wilayah tersebut banyak sekali hewan-hewan endemik yang hanya ada di Indonesia. Berikut adalah contoh Mammalia yang ada di Indonesia.



Sekilas Biologi



Penemuan ular berbisa yang dapat mengubah warnanya seperti bunglon dengan nama ular lumpur kapuas (*Enhydrisgyii*) di kawasan sungai Kapuas, Taman Nasional Betang Kerihun, Kalimantan Barat, merupakan salah satu bukti keanekaragaman hayati Kalimantan. Para ilmuwan percaya bahwa jenis ini hanya ada di daerah aliran sungai Kapuas.

Sumber: www.wwf.or.id

Gambar 5.17

- (a) *Psilopogon pyrolophus*
- (b) *Ptiloris magnificus*
- (c) *Psitttrichas fulgidus*
- (d) *Polyplecton malacense*



Gambar 5.18

- (a) Meong congkok (*Prinailurus viverrinus*),
 (b) beruang madu (*Marles flavigula*),
 (c) bekantan (*Nasalis larvatus*), dan
 (d) kelelawar (*Pteropus vampyrus*)

Sumber: Indonesian Heritage: Wild life, 1996

Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel yang berisi daftar beberapa keanekaragaman hayati Indonesia yang dilindungi.

Tabel 5.1 Daftar Hewan dan Tumbuhan yang Dilindungi

No.	Kelompok	Classis	Nama Latin	Nama Indonesia
1.	Hewan	Mammalia	<i>Anoa depressicornis</i>	Anoa daratan rendah, kerbau pendek
2.	Hewan	Mammalia	<i>Anoa quarlesi</i>	Anoa pegunungan
3.	Hewan	Mammalia	<i>Articitis binturong</i>	Binturong
4.	Hewan	Mammalia	<i>Babyrousa babyrussa</i>	Babirusa
5.	Hewan	Mammalia	<i>Bos sondaicus</i>	Banteng
6.	Hewan	Mammalia	<i>Cynopithecus niger</i>	Monyet hitam sulawesi
7.	Hewan	Mammalia	<i>Dicororhinus sumatrensis</i>	Badak sumatera
8.	Hewan	Mammalia	<i>Felis bengalensis</i>	Kucing hutan, meong congkok
9.	Hewan	Mammalia	<i>Helarctos malayanus</i>	Beruang madu
10.	Hewan	Mammalia	<i>Hystrix brachyura</i>	Landak
11.	Hewan	Mammalia	<i>Manis javanica</i>	Trenggiling, peusing
12.	Hewan	Mammalia	<i>Neofelis nebulosa</i>	Harimau dahan
13.	Hewan	Mammalia	<i>Panthera tigris sondaica</i>	Harimau jawa
14.	Hewan	Mammalia	<i>Panthera tigris sumatrae</i>	Harimau sumatera
15.	Hewan	Mammalia	<i>Phalanger sp.</i>	Kuskus
16.	Hewan	Mammalia	<i>Pongo pygmaeus</i>	Orang utan, mawas
17.	Hewan	Mammalia	<i>Presbitys frontata</i>	Lutung dahi putih
18.	Hewan	Mammalia	<i>Presbitys rubicunda</i>	Lutung merah, Kelasi
19.	Hewan	Mammalia	<i>Procidna bruijini</i>	Landak irian, landak semut
20.	Hewan	Mammalia	<i>Rhinoceros sondaicus</i>	Badak jawa
21.	Hewan	Mammalia	<i>Simias concolor</i>	Simpei mentawai
22.	Hewan	Mammalia	<i>Tapirus indicus</i>	Tapir, cipan, tenuk
23.	Hewan	Mammalia	<i>Thylogale sp.</i>	Kanguru tanah
24.	Hewan	Aves	<i>Anhinga melanogaster</i>	Pecuk ular
25.	Hewan	Aves	<i>Bucerotidae</i>	Julang, enggang, rangkong
26.	Hewan	Aves	<i>Cacatua galerita</i>	Kakakua besar jambul kuing
27.	Hewan	Aves	<i>Casuarius benneti</i>	Kasuari kecil
28.	Hewan	Aves	<i>Casuarius casuarius</i>	Kasuari
29.	Hewan	Aves	<i>Egretta sp.</i>	Kuntul, bangau putih
30.	Hewan	Aves	<i>Gracula religiosa robusta</i>	Beo nias

31.	Hewan	Aves	<i>Lorius roratus</i>	Bayan
32.	Hewan	Aves	<i>Macrocephalon maleo</i>	Burung maleo
33.	Hewan	Aves	<i>Otus migicus beccarii</i>	Burung hantu biak
34.	Hewan	Aves	<i>Probosciger aterrinus</i>	Kakatua raja, kakatua hitam
35.	Hewan	Reptillia	<i>Chelodina novaeguineae</i>	Kura irian leher panjang
36.	Hewan	Reptillia	<i>Chelonia mydas</i>	Penyu hijau
37.	Hewan	Reptillia	<i>Chitra indica</i>	Labi-labi besar
38.	Hewan	Reptillia	<i>Crocodylus novaegiuneae</i>	Buaya air tawar irian
39.	Hewan	Reptillia	<i>Dermochelys coriacea</i>	Penyu belimbing
40.	Hewan	Reptillia	<i>Varanus komodoensis</i>	Biawak komodo, ora
41.	Hewan	Insecta	<i>Ornithoptera goliath</i>	Kupu sayap burung goliat
42.	Hewan	Insecta	<i>Ornithoptera paradisea</i>	Kupu sayap burung surga
43.	Hewan	Insecta	<i>Troides amphrysus</i>	Kupu raja
44.	Hewan	Bivalvia	<i>Nautilus pompilius</i>	Nautilus berongga
45.	Hewan	Bivalvia	<i>Tachiplues gigas</i>	Ketam tapak kuda
46.	Hewan	Bivalvia	<i>Tridacna maxima</i>	Kima raksasa
47.	Tumbuhan	Rafflesiaceae	<i>Rafflesia</i> sp.	Rafflesia, bunga padma
48.	Tumbuhan	Orchidaceae	<i>Dendrobium macrophyllum</i>	Anggrek jamrud
49.	Tumbuhan	Orchidaceae	<i>Paphiopedilum praestans</i>	Anggrek kasut pita
50.	Tumbuhan	Orchidaceae	<i>Phalaenopsis amboinensis</i>	Anggrek bulan ambon
51.	Tumbuhan	Orchidaceae	<i>Phalaenopsis gigantea</i>	Anggrek bulan raksasa
52.	Tumbuhan	Dipterocarpaceae	<i>Shorea stenopten</i>	Tengkawang
53.	Tumbuhan	Dipterocarpaceae	<i>Shorea mexistopteryx</i>	Tengkawang
54.	Tumbuhan	Dipterocarpaceae	<i>Shorea singkawang</i>	Tengkawang
55.	Tumbuhan	Palmae	<i>Cystostachys lakka</i>	Pinang merah kalimantan
56.	Tumbuhan	Palmae	<i>Cystostachys ronda</i>	Pinang merah bangka
57.	Tumbuhan	Palmae	<i>Eugeissona utilis</i>	Bertan
58.	Tumbuhan	Palmae	<i>Johanneste ijsmaria altifrons</i>	Daun payung
59.	Tumbuhan	Palmae	<i>Livistona</i> sp.	Palem kipas sumatera
60.	Tumbuhan	Palmae	<i>Nenga gajah</i>	Palem sumatera
61.	Tumbuhan	Palmae	<i>Phonix paludosa</i>	Korma rawa
62.	Tumbuhan	Palmae	<i>Pigafatta filaris</i>	Manga
63.	Tumbuhan	Palmae	<i>Pinanga javana</i>	Pinang jawa
64.	Tumbuhan	Orchidaceae	<i>Vanda sumatrana</i>	Vanda sumatera
65.	Tumbuhan	Nephentaceae	<i>Nephentes</i> sp.	Kantong semar

Sumber: Ditjen PHKA

Tugas Anda 5.2

Carilah jenis-jenis hewan yang memiliki nilai ekonomis bagi manusia, dan apa manfaat yang diberikan setiap jenis hewan tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Buatlah dalam bentuk tabel.

3. Keanekaragaman Organisme Lainnya di Indonesia

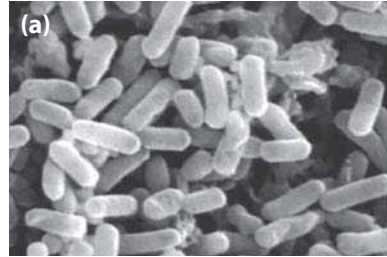
Keanekaragaman organisme lainnya di Indonesia adalah keanekaragaman bakteri. Dalam sistem klasifikasi, bakteri termasuk ke dalam kingdom Monera. Bakteri merupakan organisme bersel tunggal yang hidup bebas dan terdapat di mana-mana. Oleh karena itu, bakteri sangat erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Bakteri memiliki peranan bagi kehidupan manusia, baik itu bakteri yang menguntungkan ataupun bakteri yang merugikan.

Banyak dari spesies bakteri yang dapat memberikan keuntungan bagi kehidupan manusia. Berikut adalah beberapa spesies bakteri yang menguntungkan bagi manusia.

- Bakteri pengikat nitrogen; contohnya *Rhizobium* dan *Clostridium*.
- Bakteri penghasil antibiotik, contohnya *Streptomyces venezuele* dan *Streptomyces griceus*.
- Bakteri penghasil zat kimia, contohnya *Acebobacter* sp.
- Bakteri penghasil enzim, contohnya *Bacillus* dan *Enterobacter*.
- Bakteri pembusuk, contohnya *Escherichia coli*.

Gambar 5.19

(a) *Rhizobium* dan
(b) *Escherichia coli* memiliki
manfaat bagi kehidupan
manusia.



Sumber: www.cache.eb.com; www.canariculturacolor.com

Tes Kompetensi Subbab B

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

- Apakah yang menyebabkan keanekaragaman hayati di Indonesia cukup tinggi? Jelaskan oleh Anda.
- Mencakup apa sajakah keanekaragaman hayati di Indonesia ini?
- Bagaimanakah persebaran hewan di Indonesia? Jelaskan.

C. Usaha Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Keberadaan keanekaragaman hayati ini tidak akan selalu tetap keadaannya, baik jumlah serta jenisnya. Hal ini disebabkan oleh berbagai macam faktor, seperti perburuan, kerusakan ekosistem, serta pemanfaatan yang berlebihan. Pemanfaatan keanekaragaman hayati untuk berbagai keperluan secara berlebihan ini ditandai dengan semakin langkanya beberapa jenis flora dan fauna. Hal ini disebabkan rusaknya habitat dan ekosistem yang ditempati flora dan fauna tersebut.

Ketidakseimbangan tersebut apabila dibiarkan, dapat mengancam keanekaragaman hayati. Oleh karenanya, kegiatan-kegiatan yang dapat menyebabkan kerusakan kekayaan hayati di Indonesia ini harus dicegah. Pemerintah pun tidak tinggal diam, hal ini dapat dilihat dari undang-undang yang dikeluarkan pemerintah mengenai konservasi (pengawetan) sumber daya hayati yaitu Undang-Undang No. 23 tahun 1997 tentang pengolahan lingkungan hidup. Dari undang-undang tersebut pengolahan lingkungan hidup diharapkan dapat bermanfaat serta berkelanjutan.

Di Indonesia upaya pelestarian sumber daya hayati ini dilakukan secara *in situ* dan *ex situ*.

1. Pelestarian *In Situ*

Pernahkah Anda mendengar istilah pelestarian *in situ*? Pelestarian *in situ* merupakan usaha pelestarian yang dilakukan di habitat aslinya. Pelestarian ini ditekankan agar sumber daya hayati di habitat aslinya tetap terjaga dan terpelihara.



Sekilas Biologi

C.G.K. Reinwardt
(1773–1854)



Beliau adalah seorang ahli botani dari negara Belanda. Pada usia 43 tahun, beliau dinobatkan menjadi Direktur Pertanian untuk Pulau Jawa. Untuk menunjang tugasnya tersebut, pada tahun 1817 ia mendirikan Kebun Raya Bogor. Kini kebun raya ini menjadi salah satu tempat pelestarian *ex situ*, khususnya tumbuh-tumbuhan.

Sumber: www.jakarta.diplo.com

Pelestarian *in situ* dilakukan di tempat-tempat yang dilindungi oleh pemerintah, di mana segala flora dan fauna yang ada di dalamnya tidak boleh diganggu. Contohnya, taman nasional yang merupakan salah satu tempat dilakukannya pelestarian sumber daya hayati. Beberapa taman nasional yang ada di Indonesia antara lain Taman Nasional Ujung Kulon, Taman Nasional Kerinci Sebat, Taman Nasional Tanjung Puting, Taman Nasional Way Kambas, Taman Nasional Teluk Cendrawasih, dan Taman Nasional Bunaken (Gambar 5.20).

Kata Kunci

- Pelestarian *in situ*
- Pelestarian *ex situ*



Sumber: www.merelyscene.com

Gambar 5.20

(a) Taman Nasional Ujung Kulon, (b) Taman Nasional Bunaken, dan (c) Taman Nasional Way Kambas merupakan tempat pelestarian secara *in situ*.

Sebagai contoh, Taman Nasional Ujung Kulon merupakan tempat pelestarian fauna yang hampir punah, salah satunya Badak jawa bercula satu (*Rhinoceros sondaicus*). Badak ini terancam punah akibat habitatnya rusak dan perburuan yang tak terkendali. Fauna langka lainnya yang ada di Taman Nasional Ujung Kulon ini adalah banteng jawa (*Bos javanicus*), macan kumbang (*Panthera pardus*), dan rusa.

2. Pelestarian Ex Situ

Pelestarian *ex situ* adalah pelestarian suatu spesies makhluk hidup di luar habitat aslinya untuk dikonservasi dan dilestarikan. Pelestarian *ex situ* ini dilakukan terhadap hewan yang langka dan hampir punah, contohnya elang jawa (*Spizaetus bartelsi*) dan orangutan (*Pongo pygmaeus*).

Contoh tempat pelestarian *ex situ* adalah kebun binatang. Di Indonesia, kebun binatang sebagai tempat pelestarian hewan secara *ex situ* terdapat di beberapa lokasi, misalnya Kebun Binatang Ragunan, di Jakarta; Taman Safari di Cisarua Jawa Barat; Kebun Binatang Bandung; Kebun Binatang Gembira Loka di Yogyakarta; dan Kebun Binatang Sumbawa.

Logika Biologi

Dewasa ini, laju perburuan dan perdagangan hewan-hewan liar yang dilindungi semakin tinggi. Menurut Anda, apakah pengaruhnya terhadap ekosistem apabila hewan-hewan yang dilindungi tersebut punah?



Gambar 5.21

Hewan-hewan yang ditangkarkan di Kebun Binatang Bandung, seperti, (a) tapir (b) buaya.

Sumber: Dokumentasi penerbit

Selain pelestarian hewan, pelestarian tumbuhan juga dapat dilaksanakan secara *ex situ*. Pelestarian tumbuhan secara *ex situ* dapat dilakukan dengan cara membuat kebun raya, kebun botani, atau taman wisata. Contoh pelaksanaan tumbuhan secara *ex situ* adalah Kebun Raya. Di Kebun Raya Bogor banyak sekali tumbuhan khas Indonesia dari mulai tumbuhan tingkat rendah sampai tumbuhan tingkat tinggi. Contoh tumbuhan khas Indonesia yang ada di Kebun Raya Bogor antara lain, kelompok *Dipterocarpaceae*, bunga bangkai, anggrek-anggrekan, sampai tumbuhan air seperti teratai raksasa.

Tes Kompetensi Subbab C

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Apakah yang menyebabkan pelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia harus mulai dilakukan sekarang juga?
2. Apakah yang dimaksud dengan pelestarian *in situ* dan pelestarian *ex situ*?
3. Tuliskan contoh-contoh tempat yang dijadikan sebagai lokasi pelestarian *in situ* dan pelestarian *ex situ*.

D. Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati di Indonesia banyak memberikan manfaat bagi warganya. Dapatkah Anda menyebutkan contohnya? Keanekaragaman hayati ini memberikan manfaat di berbagai bidang, contohnya bidang pangan, obat-obatan, sandang, dan papan. Agar lebih jelas pelajailah uraian berikut.

1. Bidang Pangan

Keanekaragaman sumber daya hayati di Indonesia yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pangan cukup banyak. Kita tahu, bahwa sebagian besar penduduk Indonesia mengonsumsi beras sebagai sumber makanan pokoknya. Di Indonesia, varietas beras yang dihasilkan dari tanaman padi cukup banyak. Contoh lain jenis sumber daya hayati yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan adalah tanaman sayuran, tanaman buah-buahan, tanaman rempah-rempahan, dan lain-lain.

Selain tanaman, hewan sebagai sumber daya hayati dimanfaatkan juga oleh manusia sebagai sumber pangan, contohnya hewan unggas dan ikan. Hewan unggas yang dimanfaatkan ini banyak jenisnya, seperti ayam, itik, merpati, dan bebek. Adapun jenis ikan yang dimanfaatkan contohnya ikan mas, lele, mujair, dan bandeng.

2. Bidang Sandang dan Papan

Keanekaragaman hayati di Indonesia yang dimanfaatkan sebagai bahan sandang cukup banyak dan tersebar di seluruh Indonesia, contohnya tanaman kapas. Tanaman kapas sebagai bahan sandang dijadikan bahan dasar pakaian. Selain tanaman, hewan pun ada yang dimanfaatkan untuk bahan sandang. Contoh bahan sandang dari sumber hewan yaitu kulit domba atau kambing yang digunakan untuk bahan jaket. Kulit kerang yang ada di daerah pantai digunakan juga untuk aksesoris pakaian.

Logika Biologi

Pemanfaatan keanekaragaman hayati cenderung berubah menjadi eksploitasi keanekaragaman hayati. Menurut Anda, bagaimanakah menghindari hal tersebut?

Adapun keanekaragaman hayati yang dimanfaatkan di bidang papan contohnya untuk bahan dasar bangunan ataupun peralatan rumah tangga. Biasanya untuk bahan papan ini berasal dari tumbuh-tumbuhan berkayu, seperti kayu jati, pohon kelapa, dan meranti.

3. Bidang Obat-obatan

Indonesia memiliki banyak sekali jenis tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan. Pernahkah Anda sakit perut? Cobalah oleh Anda memakan pucuk daun pohon jambu batu. Daun muda pohon jambu merupakan salah satu contoh tanaman obat untuk mengobati sakit perut secara tradisional. Contoh lainnya, tanaman temulawak yang dapat meningkatkan nafsu makan.

Seperti yang telah disebutkan di awal tadi, banyak sekali jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai tanaman obat. Di Indonesia, tanaman obat ini umumnya digunakan sebagai bahan jamu dan sebagai bahan obat-obatan tradisional.

Tugas Anda 5.3

Buatlah sebuah laporan mengenai manfaat keanekaragaman hayati bagi kehidupan manusia, baik di bidang sandang, pangan, papan, dan obat-obatan. Tuliskan jenis-jenisnya beserta kegunaannya sebanyak mungkin. Carilah informasi di majalah, buku-buku referensi, dan internet.

Tes Kompetensi Subbab D

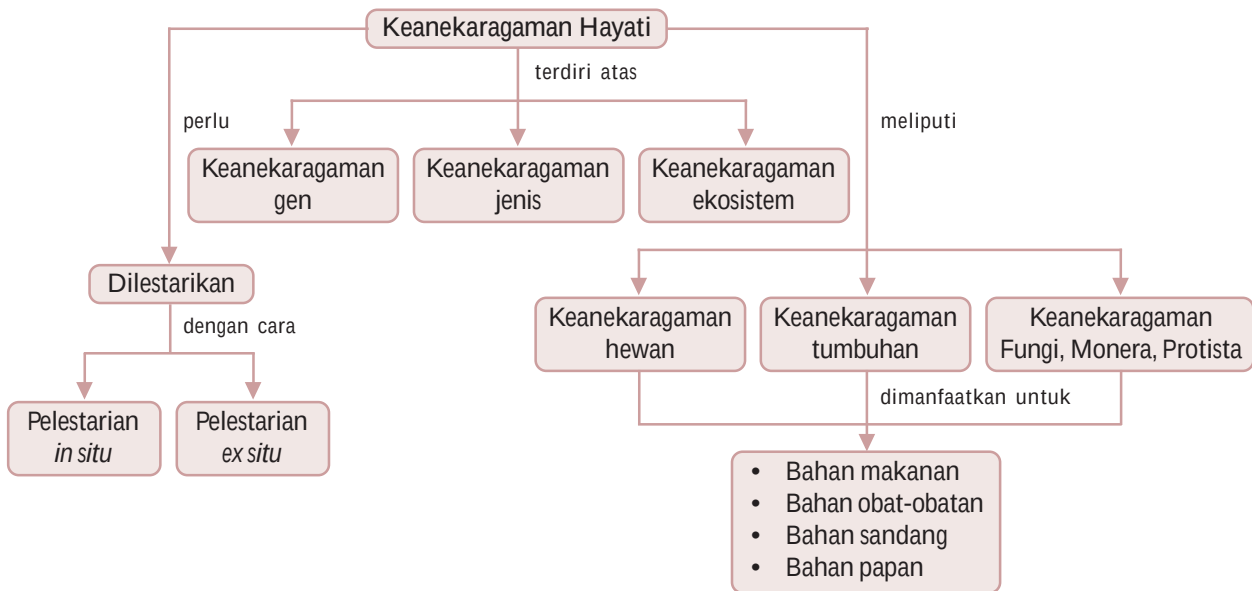
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Keanekaragaman hayati di Indonesia dapat dimanfaatkan di berbagai bidang. Tuliskan oleh Anda bidang apa sajakah yang memanfaatkan keanekaragaman hayati tersebut.
2. Jelaskan contoh pemanfaatan keanekaragaman hayati di bidang pangan dan obat-obatan.

Rangkuman

1. Keanekaragaman hayati merupakan pernyataan mengenai berbagai macam (variasi) bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat yang terdapat pada berbagai tingkatan makhluk hidup.
2. Tingkatan makhluk hidup dalam keanekaragaman hayati, ini terdiri atas tingkatan ekosistem, tingkatan jenis, dan tingkatan gen.
3. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati terbesar di dunia. Hal ini disebabkan oleh letak geografis Indonesia yang terletak di antara dua benua yang mengapitnya, yaitu benua Asia dan benua Australia.
4. Indonesia memiliki hutan hujan tropis dengan keanekaragaman hayati terbesar baik flora dan faunanya.
5. Indonesia juga memiliki flora dan fauna yang khas di setiap daerahnya.
6. Keanekaragaman hayati di Indonesia kini terancam keberadaannya akibat dari kegiatan perburuan, serta rusaknya ekosistem yang terdapat dalam habitatnya.
7. Oleh karena semakin meningkatnya ketidakseimbangan keanekaragaman hayati di Indonesia maka pemerintah melakukan upaya pelestariannya, yaitu dengan cara pelestarian *in situ* dan *ex situ*. Pemerintah melakukan hal tersebut karena keanekaragaman hayati ini memberikan manfaat di berbagai bidang bagi manusia.
8. Pelestarian *in situ* dan *ex situ* dalam rangka upaya pemerintah agar hasil pengolahan sumber daya hayati dapat dimanfaatkan di berbagai bidang dan tetap berkelanjutan.

Peta Konsep



Refleksi

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi Keanekaragaman Hayati ini? Menarik, bukan?

Banyak sekali hal yang didapatkan dari mempelajari bab ini. Misalnya, Anda dapat mengetahui persebaran hewan, tumbuhan serta organisme hidup lainnya di Indonesia. Selain itu, Anda dapat mengetahui hewan dan tumbuhan yang khas dan endemik di suatu daerah.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu mendeskripsikan konsep keanekaragaman gen, jenis, dan ekosistem, melalui kegiatan pengamatan serta dapat

mengomunikasikan keanekaragaman hayati Indonesia dan usaha pelestarian serta pemanfaatan sumber daya alam. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut? Apakah Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini? Diskusikanlah bersama teman-teman Anda, kemudian bertanyalah kepada guru Anda untuk memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan materi keanekaragaman hayati ini. Setelah itu, agar Anda dapat memahami lebih baik lagi mengenai bab ini, pastikanlah Anda belajar yang giat.

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

1. Berikut ini yang *bukan* merupakan bagian dari keanekaragaman hayati, yaitu
 - a. variasi bentuk
 - b. variasi kromosom
 - c. variasi penampilan
 - d. variasi jumlah
 - e. variasi sifat
2. Adanya anjing bulldog, anjing doberman, dan anjing collie menunjukkan
 - a. keanekaragaman jenis
 - b. keanekaragaman ekosistem
 - c. keanekaragaman kromosom
 - d. keanekaragaman gen dan jenis
 - e. keanekaragaman sifat
3. Berikut ini adalah pasangan spesies yang dapat menghasilkan keturunan fertil, yaitu
 - a. ayam dan itik
 - b. kuda dan keledai
 - c. kucing dan harimau
 - d. kucing angora dan kucing persia
 - e. keledai dan zebra
4. Berikut ini yang *bukan* komponen abiotik pada suatu ekosistem, yaitu
 - a. suhu
 - b. tanaman
 - c. tanah
 - d. cahaya
 - e. air
5. Organisme yang hanya memiliki persebaran di suatu daerah saja dinamakan
 - a. *ex situ*
 - b. *in situ*
 - c. peralihan
 - d. organisme khas
 - e. endemik
6. Keanekaragaman hayati di Indonesia memiliki ciri khas, yaitu
 - a. memiliki jumlah banyak
 - b. memiliki jumlah spesies sedikit
 - c. memiliki jumlah spesies banyak
 - d. spesies yang banyak, tetapi jumlahnya sedikit
 - e. spesies yang sedikit, tetapi jumlahnya banyak
7. Berikut adalah contoh hewan endemik dari daerah bagian timur, yaitu
 - a. macan kumbang
 - b. orangutan
 - c. bekantan
 - d. badak jawa
 - e. burung merak
8. Undang-undang mengenai pengelolaan lingkungan hidup dan konservasi sumber daya hayati diatur oleh undang-undang nomor
 - a. 21 tahun 1997
 - b. 22 tahun 1997
 - c. 23 tahun 1997
 - d. 24 tahun 1997
 - e. 25 tahun 1997
9. Pelestarian yang dilakukan di habitat aslinya disebut pelestarian
 - a. *in situ*
 - b. *ex situ*
 - c. alami
 - d. khusus
 - e. cagar alam
10. Salah satu contoh tempat pelestarian secara *ex situ* untuk hewan adalah
 - a. kebun botani
 - b. taman nasional
 - c. cagar alam
 - d. perlindungan alam
 - e. kebun binatang
11. Berikut adalah vegetasi khas yang terdapat pada ekosistem gurun, yaitu
 - a. tanaman semak
 - b. kaktus
 - c. rumput
 - d. lumut
 - e. tanaman paku
12. Hewan khas yang berasal dari hutan Kalimantan dan terancam punah adalah
 - a. sanca batik
 - b. macan kumbang
 - c. monyet hitam
 - d. orangutan
 - e. burung merak
13. Berikut ini adalah nama ilmiah beberapa organisme.
 1. *Felix tigris*
 2. *Gallus gallus domestica*
 3. *Felix domestica*
 4. *Oryza sativa*Dari keempat organisme tersebut manakah yang memiliki kekerabatan paling dekat adalah
 - a. 1 dan 2
 - b. 1 dan 4
 - c. 1 dan 3
 - d. 3 dan 4
 - e. 2 dan 4
14. Keanekaragaman hayati anggota jamur ada yang dapat membantu manusia dalam pembuatan makanan khas Indonesia, yaitu oncom. Jamur tersebut adalah
 - a. *Saccharomyces tuac*
 - b. *Rhizopus stolonifer*
 - c. *Neurospora crassa*
 - d. *Aspergillus niger*
 - e. *Saccharomyces cereviceae*
15. Upaya pelestarian keanekaragaman hayati harus mulai dilakukan dari sekarang. Berikut ini yang *bukan* alasan mengapa upaya pelestarian harus dilakukan adalah
 - a. semakin berkurangnya jumlah suatu spesies
 - b. terganggunya habitat
 - c. rusaknya suatu ekosistem
 - d. rendahnya kesadaran manusia untuk menjaga kelestarian suatu organisme
 - e. keanekaragaman hayati memiliki nilai komersial tinggi

16. Keanekaragaman ekosistem ditunjukkan oleh adanya perbedaan komponennya. Berikut ini yang *tidak* termasuk pada faktor keanekaragaman ekosistem adalah
 - a. jenis produsennya
 - b. komponen abiotiknya
 - c. sumber energi primer
 - d. produktivitasnya
 - e. komponen abiotiknya
17. Adanya variasi dalam satu jenis atau spesies makhluk hidup menunjukkan bukti keanekaragaman hayati. Keanekaragaman ini berdasarkan pada
 - a. tingkat gen
 - b. tingkat jenis
 - c. tingkat ekosistem
 - d. tingkat filogenik
 - e. tingkat ekologi
18. Berikut ini *tidak* termasuk manfaat dalam mempelajari keanekaragaman hayati adalah
 - a. mengetahui ciri dan sifat masing-masing jenis
 - b. mengetahui kekerabatan antarmakhluk hidup
 - c. mengetahui adanya saling ketergantungan di antara makhluk hidup
 - d. mengetahui cara eksploitasi secara besar-besaran
 - e. mengetahui manfaat masing-masing jenis bagi manusia
19. Salah satu contoh hewan peralihan di Indonesia adalah
 - a. anoa
 - b. orangutan
 - c. macan kumbang
 - d. kadal berjumbai
 - e. kangguru pohon
20. Baru-baru ini jenis keanekaragaman hayati yang didomestifikasi dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan adalah
 - a. ayam ras
 - b. ikan bandeng
 - c. ikan kerapu
 - d. domba priangan
 - e. ikan louhan

B. Soal Uraian

1. Apa yang dimaksud dengan keanekaragaman gen dan sebutkan contoh keanekaragaman yang dipengaruhi oleh gen.
2. Jelaskan pengertian endemik, sebutkan contoh hewan endemik Indonesia.
3. Jelaskan perbedaan antara hewan yang berada di Indonesia bagian barat dan Indonesia bagian timur. Sebutkan contohnya.
4. Apa yang dimaksud dengan pelestarian *in situ* dan *ex situ* berikut contohnya.
5. Manfaat apa saja yang bisa didapat oleh manusia dari keanekaragaman hayati di Indonesia.

C. Soal Tantangan

1. Perhatikan gambar berikut



Sumber: *Biology for You*, 2002

- a. Jika hal tersebut dilakukan secara tidak terkendali, apakah yang akan terjadi pada ekosistem?
 - b. Menurut Anda, usaha apa saja yang dapat dilakukan untuk mengurangi tindakan-tindakan seperti pada gambar?
2. Indonesia memiliki keanekaragaman yang sangat tinggi. Keadaan tersebut dapat dijadikan modal pembangunan bagi bangsa Indonesia. Usaha-usaha apakah yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan keanekaragaman hayati yang melimpah ini?

Bab 6



Sumber: CD Image

Tumbuhan memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan manusia.

Regnum Plantae

Hasil yang harus Anda capai:

memahami manfaat keanekaragaman hayati.

Setelah mempelajari bab ini, Anda harus mampu:

- mendeskripsikan ciri-ciri divisio dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi.

Setiap hari Anda menjumpai berbagai macam jenis tumbuhan, dari tumbuhan yang berukuran kecil hingga berukuran besar, baik yang hidup di daratan maupun yang hidup di perairan. Semua jenis tumbuhan yang terdapat di sekitar Anda tersebut merupakan anggota dari Regnum Plantae. Buah-buahan dan sayuran yang bisa dikonsumsi sehari-hari merupakan contoh dari regnum Plantae.

Penggunaan istilah regnum untuk dunia tumbuhan lebih umum digunakan dibandingkan istilah kingdom. Sama halnya dengan penggunaan istilah taksa divisio bagi tumbuhan dan bukannya istilah phylum meskipun pada tingkat takson yang sama.

Bagaimanakah pengelompokan Regnum Plantae? Apakah ciri-ciri dari setiap anggota Regnum Plantae ini? Apakah peranan Regnum Plantae bagi kehidupan?

Semua pertanyaan tersebut dapat Anda temukan jawabannya setelah Anda selesai mempelajari semua materi yang terdapat pada bab ini. Oleh karena itu, pelajailah bab Regnum Plantae ini dengan baik.

- A. Ciri dan Struktur Regnum Plantae
- B. Klasifikasi Regnum Plantae
- C. Peran Regnum Plantae bagi Kehidupan

Tes Kompetensi Awal

1. Apakah ciri-ciri tumbuhan?
2. Apakah yang membedakan tumbuhan dari jamur?
3. Jelaskan oleh Anda, apakah peran tumbuhan bagi kehidupan ini.

A. Ciri dan Struktur Regnum Plantae

Regnum Plantae atau tumbuhan merupakan organisme yang memiliki jumlah anggota cukup banyak. Habitat tumbuhan hampir seluruhnya di daratan dan sebagian lagi di perairan. Jumlah tumbuhan yang telah dikenal jumlahnya kurang lebih 260.000 spesies yang meliputi lumut, tumbuhan herba, tumbuhan kayu, semak, dan pepohonan.

Regnum Plantae memiliki ukuran tubuh yang bervariasi dari yang berukuran kecil hingga berukuran sangat besar dan dapat mencapai tinggi 100 m. Sel pada Regnum Plantae memiliki ciri yaitu organisme multiselular eukariot. Selain itu, Plantae berbeda dengan eukariot lainnya, karena Plantae memiliki dinding sel yang tersusun atas selulosa. Hal lain yang membedakan dengan organisme lainnya adalah Plantae dapat membuat makanannya sendiri melalui proses fotosintesis serta struktur tubuh plantae telah dapat dibedakan antara akar, batang, dan daun. Proses fotosintesis dapat terjadi karena Plantae memiliki kloroplas yang mengandung klorofil sebagai bahan yang diperlukan untuk fotosintesis. Fotosintesis sendiri terjadi pada kloroplas.

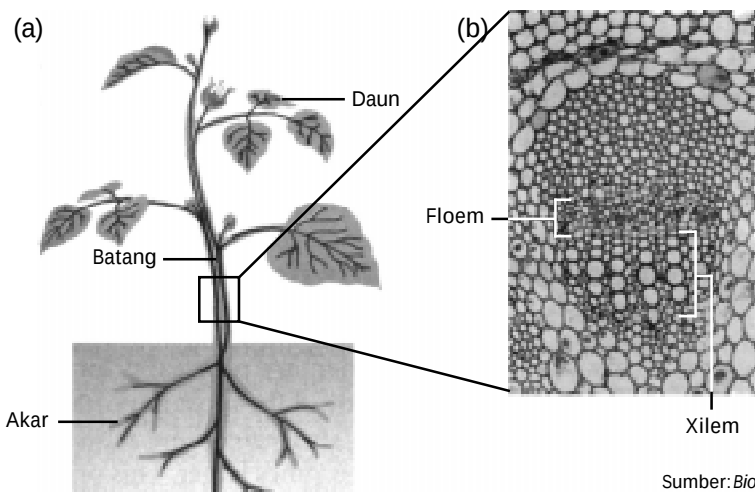
Struktur dasar tubuh Plantae terdiri atas akar, batang, dan daun. Akar merupakan bagian yang berfungsi menyerap air dan nutrient di dalam tanah serta sebagai penopang tubuhnya untuk tumbuhan yang hidup di daratan. Adapun tumbuhan yang hidup di air, akar memiliki fungsi hanya untuk menyerap air dan nutrient tidak untuk menopang tubuhnya. Contoh tumbuhan adalah teratai.

Batang berfungsi sebagai pemberi bentuk serta tempat transportasi bahan mineral dan air. Batang menyangga daun, bunga, dan buah. Adapun daun berfungsi sebagai tempat terjadinya fotosintesis dan pertukaran gas antara oksigen dan karbondioksida melalui stomata pada daun.

Tumbuhan memiliki jaringan pembuluh yang terdiri atas floem dan xilem. Floem merupakan jaringan yang berfungsi mengangkut makanan dari daun ke seluruh tubuh. Adapun xilem berfungsi mengangkut air dan mineral dari akar menuju seluruh tubuh.

Kata Kunci

- Fotosintesis
- Floem
- Plantae
- Stomata
- Xilem



Gambar 6.1

- (a) Struktur pada tumbuhan yang terdiri atas akar, batang, dan daun.
(b) Jaringan pembuluh pada tumbuhan.

Sumber: *Biology*, 1999

Tes Kompetensi Subbab A

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Sebutkan ciri-ciri umum dari Regnum Plantae.
2. Terdiri atas berapa bagiankah struktur dasar tubuh Plantae? Jelaskan fungsi masing-masing bagian tersebut.

B. Klasifikasi Regnum Plantae

Menurut Campbell (1998: 550), para ahli Biologi membagi Regnum Plantae ke dalam 12 divisio. Agar Anda lebih jelas, perhatikan tabel berikut.

Tabel 6.1 Klasifikasi Regnum Plantae

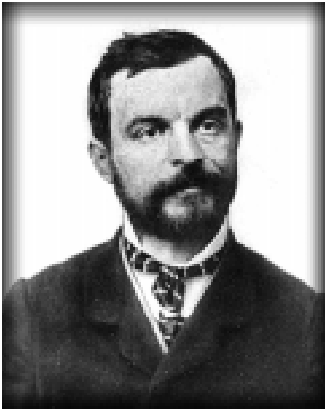
No.	Klasifikasi	Contoh
1.	Tumbuhan tidak berpembuluh Divisio Bryophyta Divisio Hepatophyta Divisio Anthocerophyta	Lumut daun Lumut hati Lumut tanduk
2.	Tumbuhan berpembuluh - Tumbuhan tidak berbiji Divisio Psilophyta Divisio Lycophyta Divisio Sphenophyta Divisio Pterophyta - Tumbuhan berbiji Berbiji terbuka (Gymnospermae) Divisio Coniferophyta Divisio Cycadophyta Divisio Ginkgophyta Divisio Gnetophyta Biji Tertutup (Angiospermae) Divisio Anthophyta	Psilotum Selaginella Paku ekor kuda Suplir Pinus Pakis Ginkgo Melinjo Kembang sepatu

Sumber: Biology,1998



Sekilas Biologi

Wilhelm Hofmeister
(1824-1877)



Beliau adalah ahli tumbuhan dari negara Jerman, beliau seorang ahli yang menemukan pergiliran keturunan pada Bryophyta dan Pteridophyta.

Sumber: www.nndb.com

1. Tumbuhan Tidak Berpembuluh

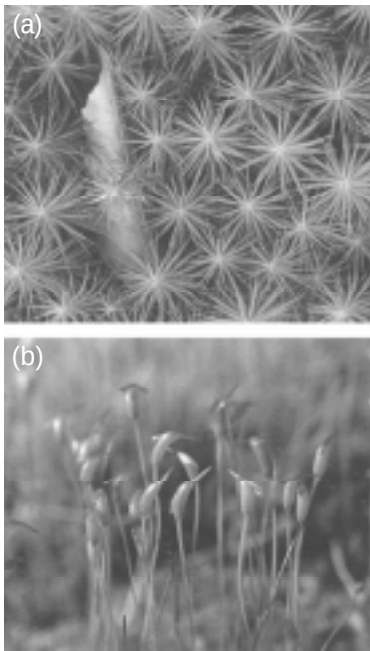
Tumbuhan tidak berpembuluh (nonvascular plants) merupakan tumbuhan yang tidak memiliki pembuluh. Pada umumnya dikenal dengan nama lumut. Pembuluh merupakan jaringan yang berfungsi mengangkut zat makanan, air, dan mineral. Pengangkutan pada tumbuhan tidak berpembuluh dilakukan hanya melalui antarsel. Tumbuhan tidak berpembuluh terbagi atas tiga divisio, yaitu divisio Bryophyta, divisio Hepatophyta, dan divisio Anthocerophyta.

a. Divisio Bryophyta

Anggota yang tidak asing lagi dari divisio ini adalah Bryophyta atau lumut daun. Bryophyta memiliki jumlah kurang lebih 10.000 spesies. Pada divisio Bryophyta, kita belum dapat membedakan membedakan antara daun, batang, dan akarnya. Akan tetapi, Bryophyta telah memiliki klorofil untuk proses fotosintesisnya sehingga digolongkan ke dalam Regnum Plantae.

Kata Kunci

- Bryophyta
- Gametofit
- Sporofit
- Tumbuhan tidak berpembuluh



Sumber: *Biology*, 1999

Gambar 6.2

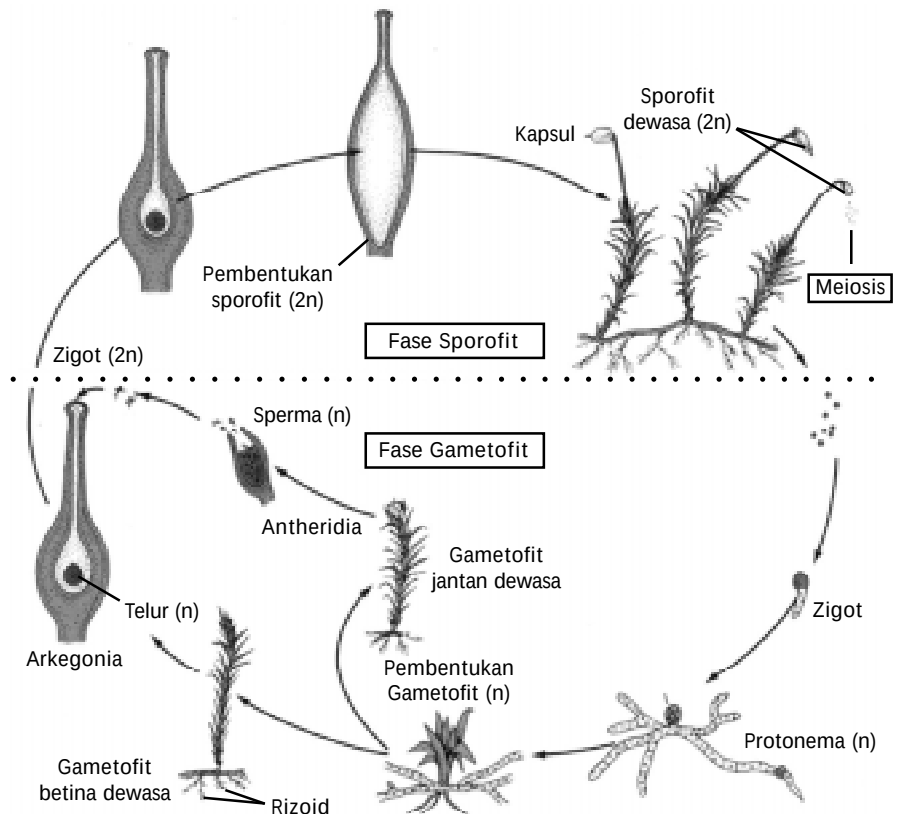
(a) Fase gametofit dan
(b) Fase sporofit pada lumut

Kata Kunci

- Antheridia
- Arkegonia
- Metagenesis
- Protonema

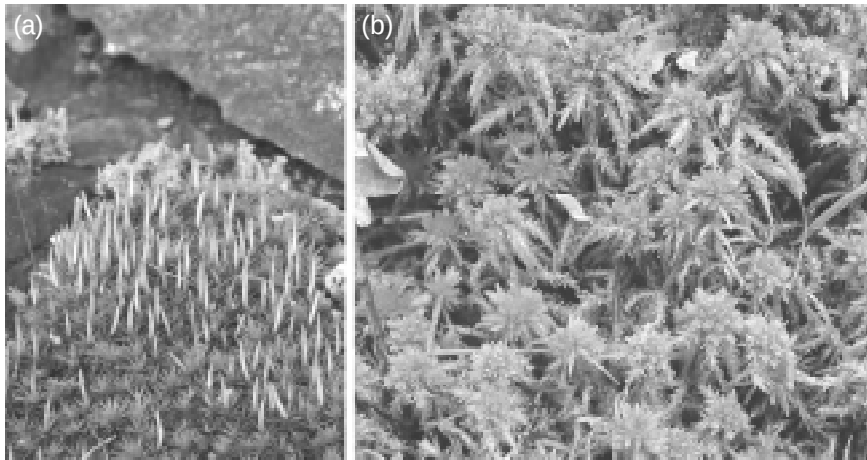
Gambar 6.3

Siklus hidup Bryophyta. Pada siklus hidupnya terjadi pergiliran antara fase sporofit & fase gametofit.



Sumber: *Essentials of Biology*, 1990

Dari reproduksi yang terjadi secara aseksual dan seksual ini akan terjadi pergiliran keturunan antara fase sporofit yang diploid ($2n$) dan fase gametofit yang haploid (n). Pergiliran keturunan ini disebut juga metagenesis. Contoh spesies dari divisio ini adalah *Polytrichum juniperinum* dan *Sphagnum* (Gambar 6.4).



Sumber: www.ubcbotanicalgarden.org; www.kuleuven-kortrijk.be

Gambar 6.4

Contoh spesies Divisio Bryophyta, yaitu (a) *Polytrichum juniperinum* dan (b) *Sphagnum*.

b. Divisio Hepatophyta

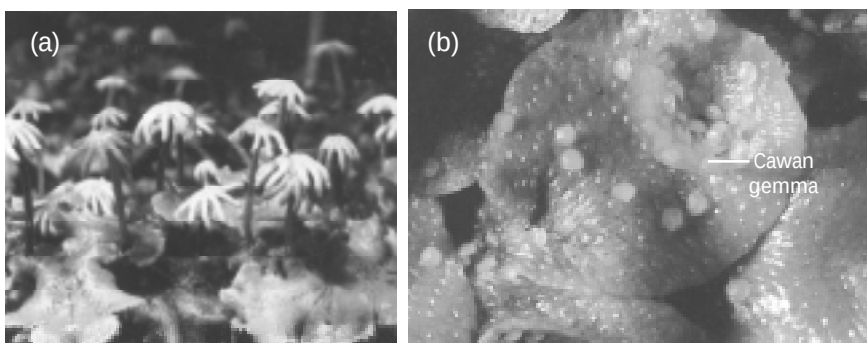
Hepatophyta disebut juga lumut hati. Menurut Campbell (1998: 550), divisio Hepatophyta memiliki jumlah sebanyak 6.500 spesies. Struktur tubuh Hepatophyta terbagi atas dua lobus yang menyerupai lobus hati pada manusia.

Seperti Bryophyta, pada divisio ini fase yang menonjol adalah fase gametofitnya. Pada fase ini, gametofitnya terkadang memiliki kutikula. Spora dari lumut hati ini memiliki dinding tebal yang menyesuaikan diri terhadap lingkungannya.

Siklus hidup lumut hati hampir mirip dengan lumut daun, yaitu fase gametofitnya lebih dominan. Contoh lumut hati adalah *Marchantia*. *Marchantia* memiliki struktur yang khas pada fase gametofitnya, yaitu cawan gemma. Cawan gemma merupakan struktur yang menyerupai mangkuk dan mengandung kumpulan tunas (Gemma). Gemma dapat menjadi individu baru apabila terbawa dan tersebar oleh air. Gemma ini merupakan alat reproduksi aseksual *Marchantia*.

Kata Kunci

- Cawan Gemma
- Hepatophyta

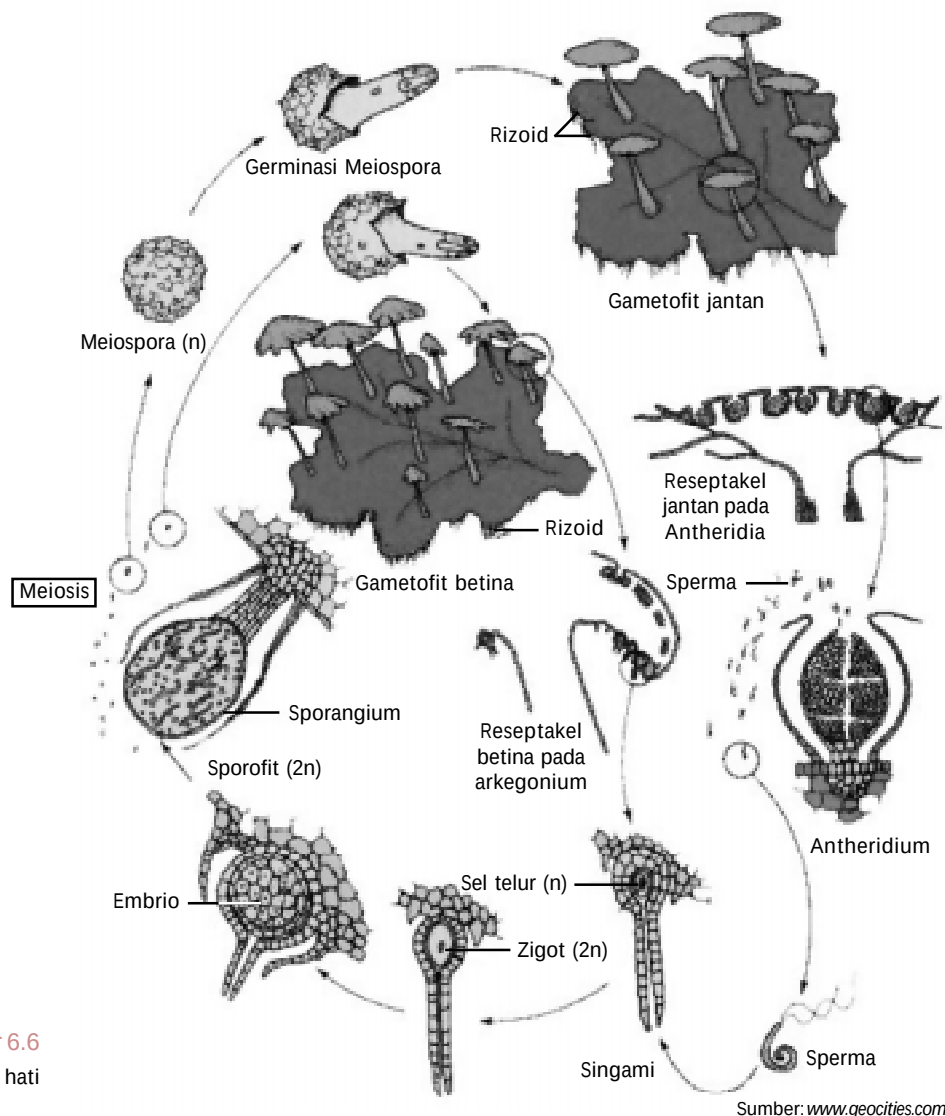


Sumber: *Biology: Discovering Life*, 1991; *The Plant World*, 1995

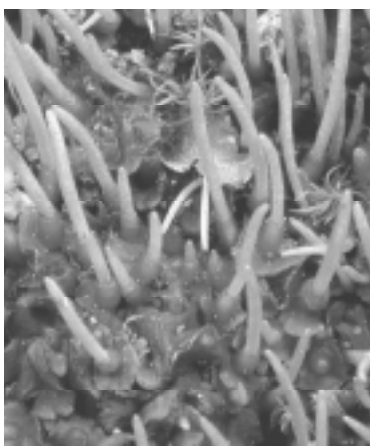
Gambar 6.5

(a) *Marchantia* dan
(b) bentuk gemma pada *Marchantia*

Reproduksi secara seksual terjadi dengan cara dihasilkannya sel telur oleh arkegonium dan sel sperma oleh antheridium. Melalui perantara air, sel sperma akan membuahi sel telur di dalam arkegonium. Setelah pembuahan akan terbentuk zigot. Zigot kemudian tumbuh menjadi embrio. Setelah itu embrio akan tumbuh lagi menjadi sporofit yang diploid. Perhatikan Gambar 6.6.



Gambar 6.6
Siklus hidup lumut hati



Sumber: www.recurtos.cnice.mec.es

Gambar 6.7
Anthoceros laevis adalah contoh spesies dari divisio Anthocerophyta.

c. Divisio Anthocerophyta

Divisio Anthocerophyta disebut juga lumut tanduk. Lumut dari divisio ini memiliki jumlah spesies paling sedikit dibandingkan dengan Bryophyta dan Hepatophyta, yaitu sekitar 100 spesies.

Lumut ini memiliki struktur tubuh seperti lumut hati, perbedaannya terletak pada sporofitnya. Sporofit pada lumut tanduk bentuknya seperti kapsul memanjang yang tumbuh menyerupai tanduk. Siklus reproduksinya mirip dengan divisio Bryophyta dan Hepatophyta, yaitu fase gametofitnya lebih dominan dari sporofitnya. Contoh spesies dari divisio ini adalah *Anthoceros laevis*.

2. Tumbuhan Berpembuluh

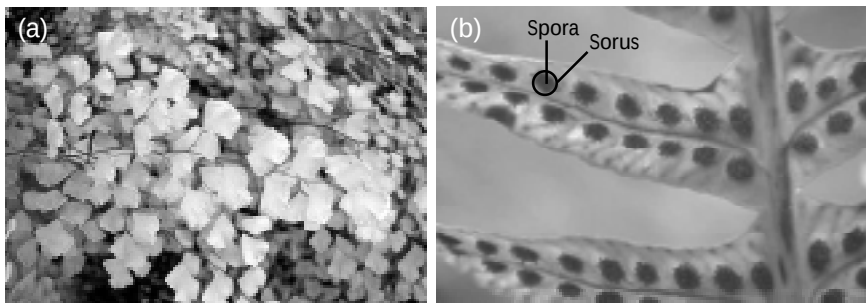
Kelompok tumbuhan ini merupakan kelompok tumbuhan yang telah memiliki pembuluh. Pembuluh ini berfungsi mengangkut air, mineral, dan sari-sari makanan sehingga pengangkutan (transportasi) tidak melalui antarsel lagi. Pembuluh ini terdiri atas pembuluh kayu (xilem) yang berfungsi mengangkut air serta mineral dan pembuluh tapis (floem) yang berfungsi mengangkut sari-sari makanan hasil fotosintesis.

Para ahli Biologi membagi tumbuhan berpembuluh ini menjadi dua bagian, yaitu tumbuhan tidak berbiji dan tumbuhan berbiji.

a. Tumbuhan Tidak Berbiji

Tumbuhan berpembuluh tidak berbiji, struktur tubuhnya telah dapat dibedakan akar, batang, dan daunnya. Umumnya disebut juga tumbuhan paku. Kelompok tumbuhan ini telah memiliki pembuluh sebagai berkas pengangkutnya. Tumbuhan tidak berbiji disebut juga kormofita.

Tumbuhan tidak berbiji memiliki bentuk daun tropofil dan sporofil. Tropofil adalah daun yang tidak mengandung spora dan berfungsi dalam proses fotosintesis. Adapun sporofil merupakan daun yang menghasilkan spora. Ciri khas dari tumbuhan tidak berbiji yang memiliki bentuk daun sporofil ini adalah daun mudanya menggulung.



Sumber: www.upload.wikimedia.org

Reproduksi tumbuhan tidak berbiji sama dengan tumbuhan lumut, yaitu mengalami metagenesis. Sporofil pada tumbuhan tidak berbiji ada yang berbentuk helaian dan ada pula yang membentuk strobilus. Strobilus merupakan kumpulan beberapa sporofil yang menyerupai bentuk kerucut. Tepat di bagian bawah sporofil terdapat sorus (Gambar 6.8b), yaitu kumpulan bulatan kecil berwarna coklat yang mengandung banyak kotak spora (sporangium). Sorus dilindungi oleh suatu struktur berupa selaput yang disebut indusium.

Adapun pada gametofit yang berfungsi dalam reproduksi seksual terdapat alat reproduksi seksual. Pada jantan, alat reproduksinya berupa antheridium yang menghasilkan spora berflagel dan pada betina, berupa arkegonium yang menghasilkan sel telur.

Gametofit tumbuhan tidak berbiji dilihat dari jenis spora yang dihasilkannya. Jenis spora ini dibedakan menjadi tiga macam, yaitu tumbuhan tidak berbiji homospora, heterospora, dan peralihan. Tumbuhan tidak berbiji homospora merupakan tumbuhan yang menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran yang sama. Tumbuhan tidak berbiji heterospora adalah tumbuhan yang menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran berbeda.

Pada heterospora, spora yang berukuran kecil disebut mikrospora. Mikrospora merupakan spora berkelamin jantan. Adapun spora yang berukuran besar disebut juga megaspora, yang merupakan spora berkelamin betina. Adapun tumbuhan tidak berbiji peralihan adalah tumbuhan yang menghasilkan spora dengan bentuk dan ukuran sama, tetapi memiliki jenis yang berbeda. Jenis spora ini sebagian berkelamin jantan dan sebagian lagi berkelamin betina.

Kata Kunci

- Anthocerophyta
- Kormofita
- Heterospora
- Homospora
- Indusium
- Peralihan
- Sorus
- Sporofil
- Strobilus

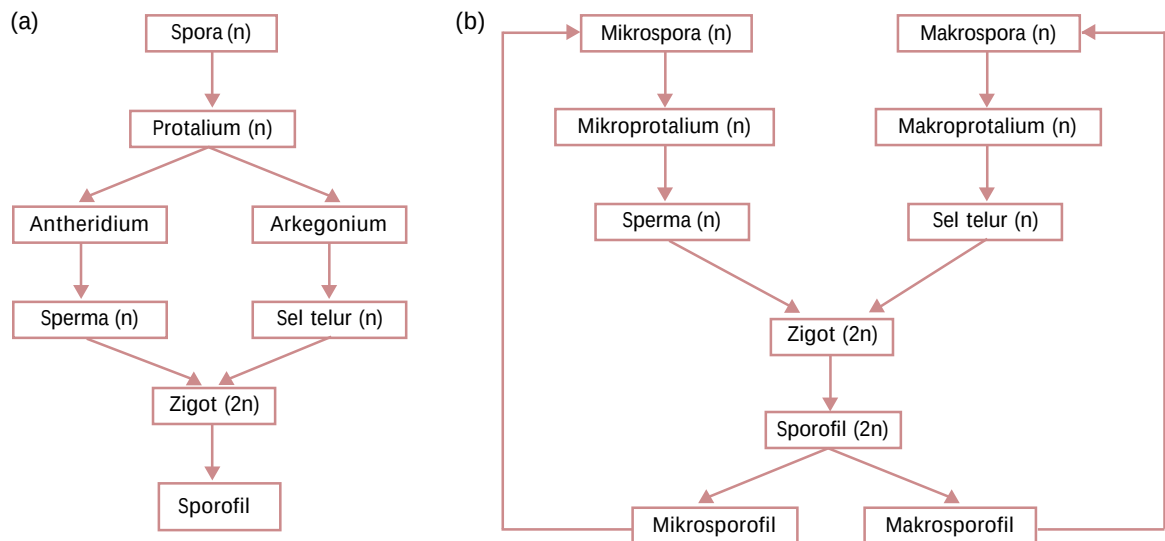
Gambar 6.8

(a) *Adiantum* digunakan sebagai tanaman hias.

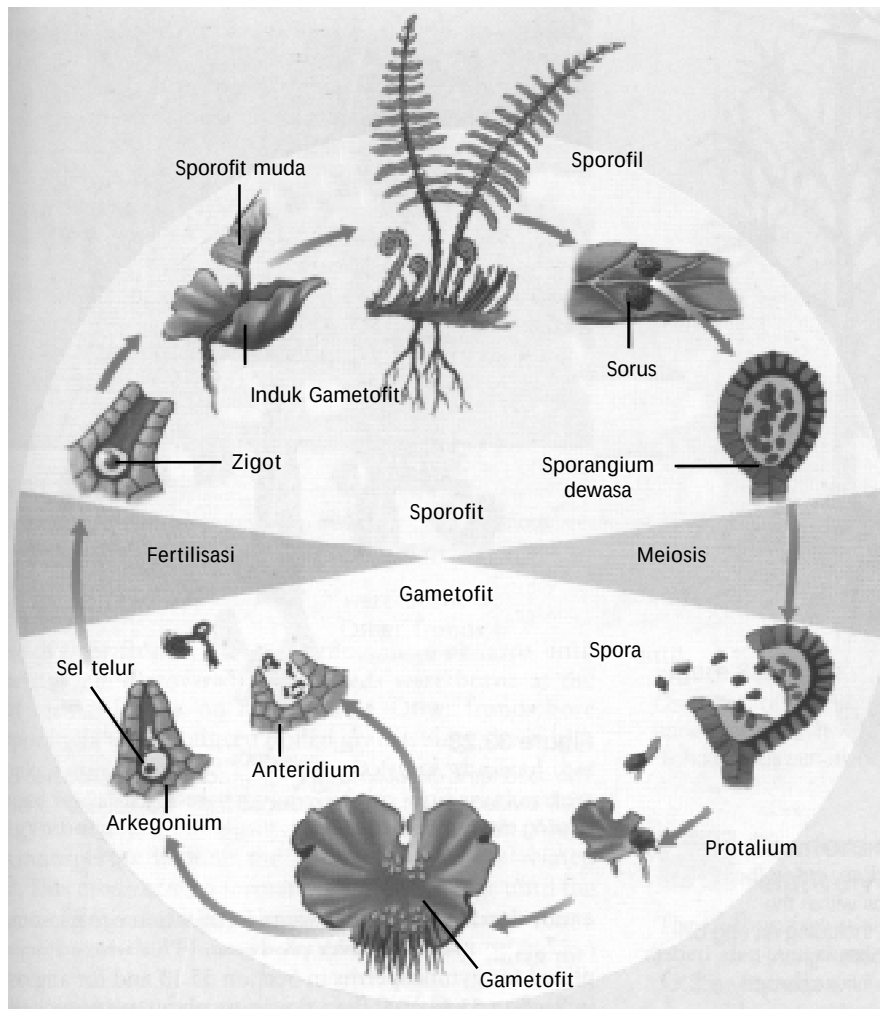
(b) Sporofil pada tumbuhan paku mengandung sorus.

Logika Biologi

Beberapa jumlah tumbuhan berpembuluh memiliki tinggi mencapai puluhan meter. Bagaimanakah cara air yang diserap oleh akar dapat mencapai pucuk daun?



Gambar 6.9
Metagenesis (pergiliran keturunan)
pada (a) tumbuhan tidak berbiji
homospora dan (b) tumbuhan
tidak berbiji heterospora.



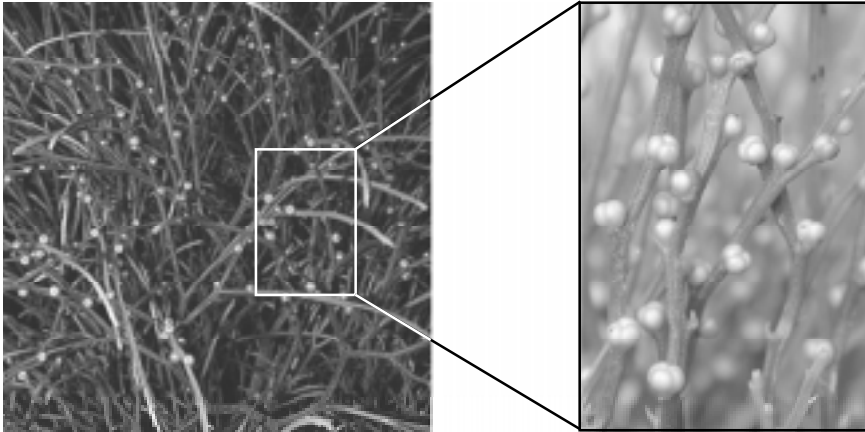
Gambar 6.10
Siklus hidup tumbuhan tidak berbiji
homospora.

Sumber: *Biology*, 1999

Tumbuhan berpembuluh tidak berbiji dibagi menjadi empat divisio, yaitu Psilophyta, Lycophyta, Sphenophyta, dan Pterophyta. Untuk lebih jelasnya, perhatikan uraian berikut.

1) Divisio Psilophyta

Psilophyta disebut juga paku telanjang yang merupakan tumbuhan paku paling primitif. Jumlahnya sekarang sekitar 13 spesies. Sebagian besar anggotanya telah punah. Tumbuhan paku ini sebagian anggotanya tidak memiliki akar dan daun. Anggota yang memiliki daun memiliki struktur kecil dan berbentuk sisik. Contoh spesies ini adalah *Psilotum* (Gambar 6.11).



Sumber: www.plantoftheweek.org, www.richmond.edu

Kata Kunci

- Lycophyta
- Megasporea
- Mikrospora
- Psilophyta
- Pterophyta
- Sphenophyta

Gambar 6.11

Contoh tumbuhan paku dari divisio Psilophyta, yaitu *Psilotum*.

2) Divisio Lycophyta

Lycophyta struktur tubuhnya memiliki daun yang berbentuk mirip rambut dan batangnya mirip kawat. Hal inilah yang menyebabkan paku ini dinamakan paku kawat. Menurut Campbell (1998: 550), jumlah Lycophyta berjumlah 1.000 spesies. Anggota Lycophyta ada yang hidup di hutan tropis dan hidup secara epifit pada pohon. Adapun di daerah subtropis, Lycophyta hidup pada dasar-dasar hutan.

Gametofit paku kawat memiliki ukuran yang kecil dan tidak memiliki klorofil. Paku ini mendapatkan makanan dari jamur yang bersimbiosis dengan paku ini. Contoh spesies ini adalah *Lycopodium* (Gambar 6.12) dan *Selaginella*.

3) Divisio Sphenophyta

Divisio ini memiliki jumlah anggota sebanyak 15 spesies. Sphenophyta sering disebut juga paku ekor kuda. Divisio ini memiliki daun mirip kawat serta daunnya tersusun dalam satu lingkaran. Bentuk batangnya mirip dengan ekor kuda. Oleh karenanya, divisio ini disebut paku ekor kuda.

Contoh spesies dari divisio ini adalah *Equisetum*. *Equisetum* memiliki batang yang keras karena mengandung silika. Sporangium terdapat pada suatu struktur berbentuk kerucut yang disebut strobilus. Sporangium hanya menghasilkan satu jenis spora. Gametofit *Equisetum* hanya berukuran beberapa milimeter saja. Akan tetapi, mampu melakukan fotosintesis. Pada gametofit ini, terkandung antheridium dan arkegonium.

4) Divisio Pterophyta

Pterophyta merupakan divisio yang dianggap sebagai paku sejati. Menurut Campbell (1998: 558), lebih dari 12.000 spesies ini telah dikenal. Umumnya, spesies ini hidup di daratan, khususnya di daerah tropis seperti Indonesia.



Sumber: www.missouriplants.jpg.com

Gambar 6.12

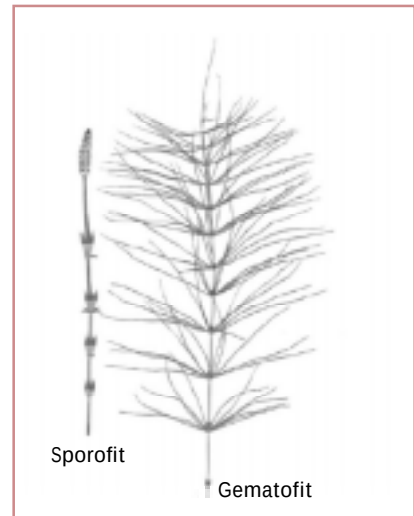
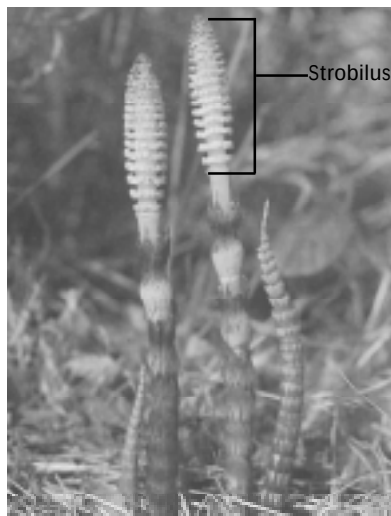
Contoh paku kawat, yaitu *Lycopodium obscurum*.

Kata Kunci

- Circinnatus
- Megafil

Gambar 6.13

Contoh paku ekor kuda, adalah *Equisetum telmateia*.



Sumber: *The plants world*, 1995; www.lino.com

Pterophyta telah memiliki akar, batang, dan daun sejati. Daun umumnya berukuran besar atau disebut juga megafil. Batangnya dapat tumbuh di bawah tanah (seperti rhizoma) ataupun batangnya tumbuh di atas tanah. Ciri yang khas pada divisio ini adalah daun mudanya yang menggulung atau disebut juga circinnatus dan di bagian permukaan bawah daunnya terdapat sorus. Contoh spesies yang termasuk divisio ini adalah *Asplenium nidus* (paku sarang burung) dan *Adiantum cuneatum* (suplir) (Gambar 6.14).

Gambar 6.14

Contoh tumbuhan paku sejati adalah (a) *Asplenium nidus* (b) *Adiantum cuneatum*.



Sumber: www.f-lohmueller.de; www.mytho-fleurs.com

b. Tumbuhan berbiji

Tumbuhan berbiji merupakan kelompok tumbuhan yang perkembangbiakan generatifnya menggunakan biji yang dihasilkan oleh bunga. Di dalam bunga ini terdapat alat perkembangbiakan berupa sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Tumbuhan berbiji telah memiliki klorofil yang berfungsi dalam proses fotosintesis atau pembuatan makanan.

Tumbuhan berbiji dikelompokkan menjadi tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) dan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*).

1) *Gymnospermae*

Gymnospermae merupakan tumbuhan yang memiliki biji terbuka, artinya biji telanjang atau tidak tertutup oleh daging buah. *Gymnospermae* berasal dari bahasa Yunani, yaitu *gymnos* berarti terbuka atau telanjang dan *spermae* berarti biji. *Gymnospermae* memiliki ciri akar yang berupa akar tunggang dan batang yang tegak lurus serta bercabang. *Gymnospermae* terbagi menjadi empat divisio, yaitu *Coniferophyta*, *Cycadophyta*, *Ginkgophyta*, dan *Gnetophyta*.

a) Divisio Coniferophyta

Divisio ini memiliki jumlah sekitar 550 spesies. Divisio ini memiliki ciri, yaitu pada daunnya memiliki bentuk khas seperti jarum. Selain itu, divisio ini menghasilkan strobilus (cone). Anggota yang dominan pada divisio ini adalah pinus.

Proses reproduksi pada Coniferophyta dibantu oleh angin, artinya pada saat sel kelamin jantan telah matang, sel kelamin tersebut akan tertiup oleh angin menuju sel kelamin betina untuk membuahi. Tumbuhan ini memiliki ciri khas, yaitu selalu hijau sepanjang tahun atau disebut juga tumbuhan evergreen. Contoh tumbuhan ini adalah pinus (*Pinus merkusii*) dan damar (*Agathis alba*).



Sumber: www.homepage.univie.ac.at

Kata Kunci

- Tumbuhan *evergreen*

Gambar 6.15

Contoh Divisio Coniferophyta, adalah *Pinus merkusii*.

b) Divisio Cycadophyta

Divisio ini memiliki jumlah sekitar 100 spesies. Cycadophyta memiliki ciri yang khas, yaitu menghasilkan strobilus yang berukuran sangat besar. Ciri-ciri lainnya adalah bentuk daunnya mirip palem dan daun mudanya menggulung. Divisio ini juga memiliki susunan daun yang berjejal pada ujung batangnya.

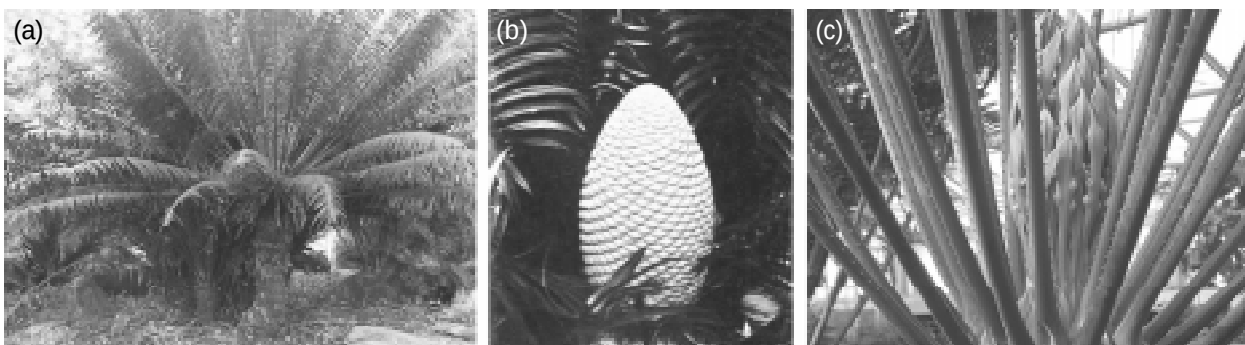
Reproduksi pada Divisio Cycadophyta dibantu oleh serangga. Strobilus jantan yang menghasilkan serbuk sari berupa mikrospora akan terbawa oleh serangga yang hinggap pada strobilus tersebut. Kemudian, serangga akan hinggap pada strobilus betina sehingga terjadi polinasi. Contoh spesies dari divisio ini adalah pakis haji (*Cycas rumphii*).



Fakta Biologi

Divisio Cycadophyta terdiri atas 140 spesies. Divisio ini telah ada sejak 3 juta tahun yang lalu sebagai makanan dinosaurus.

Sumber: *Concise Encyclopedia Nature*, 1994



Sumber: www.nparks.gov.sg; www.pacsoa.org.au; www.plantbio.uga.edu

Gambar 6.16

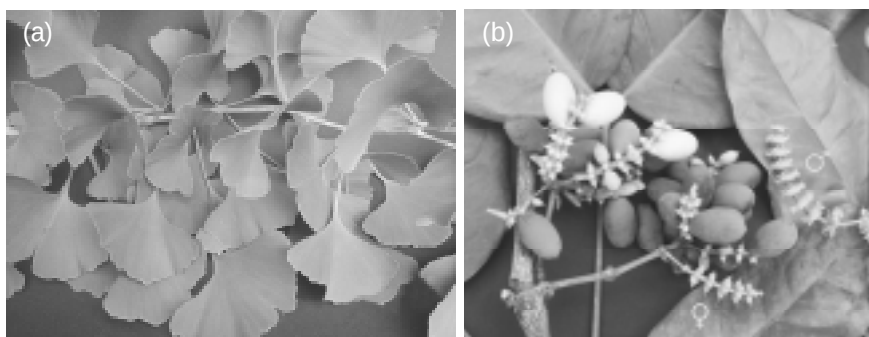
(a) Pohon pakis haji (*Cycas rumphii*) memiliki (b) strobilus betina dan (c) strobilus jantan.

Kata Kunci

- Coniferophyta
- Cycadophyta
- Ginkgophyta
- Gymnospermae
- Tumbuhan berbiji
- Gnetophyta

Gambar 6.17

(a) Contoh Ginkgophyta, adalah *Ginkgo biloba*. (b) Contoh Gnetophyta, adalah *Gnetum gnemon* (melinjo).



Sumber: www.botanik.uni-karlsruhe.de, www.fyto.nl

d) Divisio Gnetophyta

Divisio Gnetophyta memiliki jumlah sekitar 70 spesies. Divisio ini memiliki ciri umum, yaitu merupakan tumbuhan berkayu. Selain itu, divisio ini memiliki batang yang bercabang, seperti melinjo (*Gnetum gnemon*) (Gambar 6.17b) dan bahkan ada yang tidak bercabang karena menyesuaikan dengan habitatnya, seperti *Welwitschia*.

2) Angiospermae

Angiospermae atau tumbuhan berbiji tertutup memiliki ciri sesuai dengan namanya, yaitu bijinya tertutup atau berada dalam daging buah. Angiospermae bereproduksi dengan menghasilkan mikrospora yang merupakan gamet jantan dan megaspora yang merupakan gamet betina. Gamet jantan ini berupa serbuk sari dan gamet betina berupa sel telur.

Anggota Angiospermae telah memiliki organ-organ sejati, seperti akar, batang, dan daun. Adapun organ reproduksi pada Angiospermae ini adalah bunga. Bunga ini mampu menarik serangga karena warnanya yang bermacam-macam dan berbau menarik. Hal ini membantu proses polinasi. Polinasi adalah menempelnya serbuk sari ke kepala putik. Pembentukan buah yang menyelimuti biji, terjadi setelah polinasi. Adanya interaksi antara serangga dengan tumbuhan ini telah memberikan kontribusi terhadap penyebaran semua jenis tumbuhan Angiospermae.

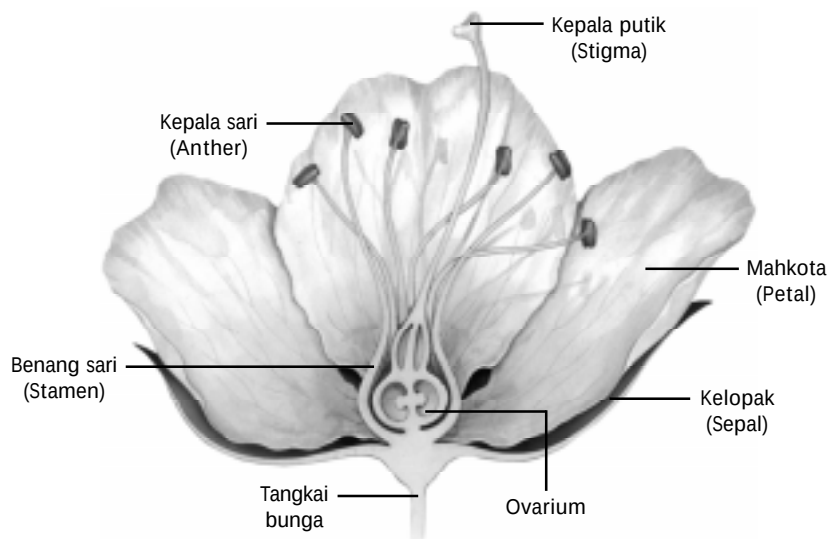


Sekilas Biologi

Ginkgo selain berfungsi sebagai antioksidan, juga dapat memperbaiki daya ingat. *Ginkgo* mempunyai kemampuan menembus pembuluh darah yang sempit untuk memberi makanan, jaringan yang kekurangan oksigen di otak.

Ginkgo dapat meremajakan sel-sel otak dengan memulihkan reseptor di dalam otak dan meningkatkan serotonin. Akan tetapi, *Ginkgo* lebih manjur untuk orang yang sudah mengalami kemunduran fungsi otak (orang tua). Bagi orang muda yang sel-selnya masih optimal, tentu tidak terlalu membutuhkan *Ginkgo*.

Sumber: www.kolom.pasific.net.id



Sumber: Science Library; Plants, 2004

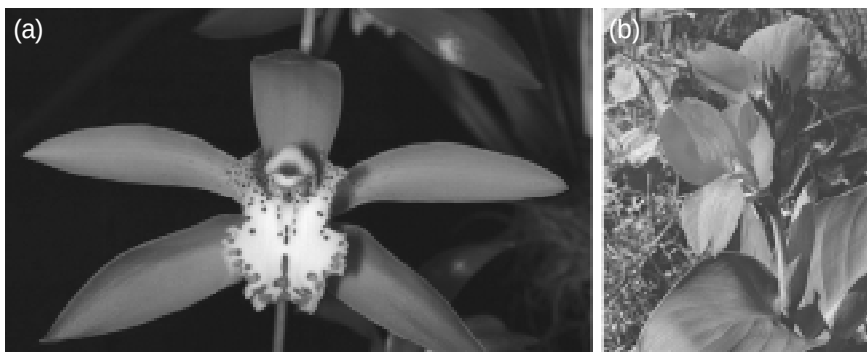
Gambar 6.18

Bagian-bagian bunga yang merupakan organ reproduksi pada tumbuhan berbiji tertutup.

Anggota Angiospermae terdiri atas satu divisio, yaitu Anthophyta. Anthophyta disebut juga tumbuhan berbunga. Hal ini berhubungan dengan organ reproduksinya berupa bunga. Anthophyta memiliki jumlah anggota paling banyak di antara divisio lainnya, yaitu sekitar 235.000 spesies. Anthophyta terdiri atas dua classis, yaitu Monocotyledones dan Dicotyledones.

a) Classis Monocotyledones

Anggota dari classis Monocotyledones memiliki ciri sesuai dengan namanya, yaitu berbiji tunggal (satu daun lembaga). Classis ini dikenal juga sebagai tumbuhan monokotil. Ciri umum dari classis ini adalah memiliki akar serabut, kelopak bunga berkelipatan 3 (trimer), urat daun sejajar, dan jaringan pembuluhnya tersebar. Contoh spesies dari classis ini adalah tumbuhan anggrek (*Cymbidium hookerianum*), bunga tasbih (*Canna hybrida*), padi (*Oryza sativa*), dan jagung (*Zea mays*).



Sumber: Science Library; Plants, 2004

Kata Kunci

- Angiospermae
- Dicotyledones
- Monocotyledones

Gambar 6.19

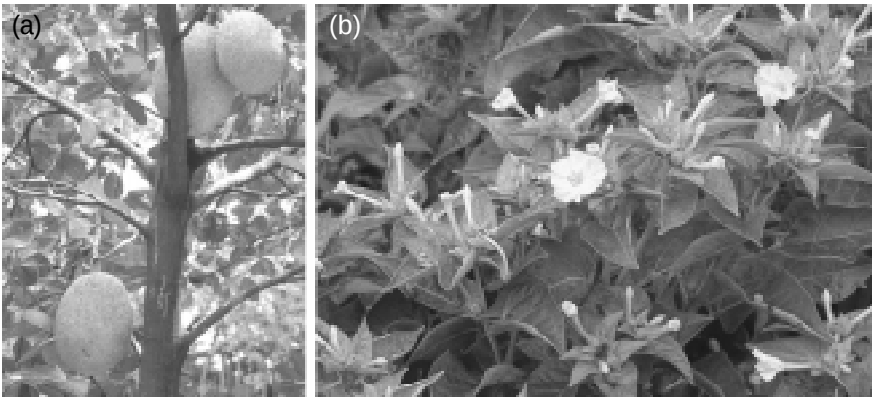
(a) Anggrek (*Cymbidium hookerianum*) dan (b) bunga tasbih (*Canna hybrida*) merupakan contoh spesies, classis Monocotyledones.

b) Classis Dicotyledones

Anggota dari classis Dicotyledones memiliki ciri, berkeping dua atau memiliki dua daun lembaga. Selain itu, classis ini memiliki ciri-ciri umum, seperti berakar tunggang, memiliki kelopak bunga kelipatan 4 atau 5, urat daun menjari, dan jaringan pembuluh membentuk satu lingkaran. Contoh spesies classis ini adalah pohon nangka (*Artocarpus integra*), bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*), dan pohon lada (*Piper nigrum*).

Gambar 6.20

Contoh spesies classis Dicotyledones, yaitu (a) pohon nangka (*Artocarpus integra*) dan (b) bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*)



Sumber: Tropische fruchte, 2000; www.floradecanarias.com



Aktivitas Biologi 9.1

Identifikasi Tumbuhan Dikotil dan Monokotil

Tujuan

Mengidentifikasi ciri tumbuhan dikotil dan monokotil

Alat dan Bahan

1. Beberapa jenis tumbuhan, misalnya jagung, kacang tanah, tomat, cabai, rumput teki.
2. Lup
3. cutter/pisau

Langkah Kerja

1. Amati organ tumbuhan (akar, batang, daun, bunga dan biji) yang kelompok Anda bawa.
2. Tuliskan ciri-ciri yang ada pada masing-masing organ pada setiap jenis tumbuhan seperti pada tabel berikut.

No.	Jenis Tumbuhan	Ciri-Ciri					Kelompok
		Biji	Akar	Batang	Daun	Bunga	
1.	Jagung	Berkeping satu	Serabut	tidak memiliki kambium	Urat daun sejajar	Kelopak kelipatan 3	Monokotil
2.	....	....	....	....	....	....	....
3.	....	....	....	....	....	....	....

Untuk mempermudah pengamatan, perhatikan tabel berikut.

	Biji	Kecambah	Batang	Daun	Akar	Bunga
Dikotil						
Monokotil						

Pertanyaan

1. Apakah Anda dapat menyebutkan ciri-ciri rumput teki? Jelaskan.
2. Berdasarkan pengamatan Anda, termasuk dalam kelompok apakah tumbuhan rumput teki tersebut?
3. Setelah Anda mengamati beberapa jenis tumbuhan, apakah Anda dapat mengelompokkannya ke dalam tumbuhan dikotil atau monokil?
4. Berdasarkan pengamatan yang Anda lakukan, apakah perbedaan tumbuhan dikotil dan monokotil?

Tes Kompetensi Subbab B

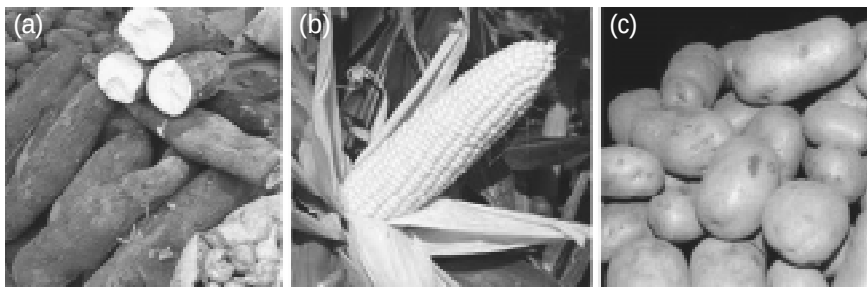
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Tumbuhan tidak berpembuluh, terbagi menjadi tiga divisio. Tuliskan ketiga divisio tersebut berikut contoh classisnya.
2. Jelaskan daur hidup pada Bryophyta.

C. Peran Regnum Plantae bagi Kehidupan

Tumbuhan di bumi ini memiliki peran yang sangat penting dalam segala aspek kehidupan, seperti di bidang pangan, sandang, papan, dan obat-obatan. Akan tetapi, peran tumbuhan yang paling utama dalam kehidupan ini adalah sebagai penyedia oksigen bagi seluruh makhluk hidup di bumi. Seperti kita ketahui, tumbuhan melakukan proses fotosintesis dengan cara menghasilkan oksigen. Oleh karena itu, keberadaan Plantae ini harus kita jaga dan lestarikan.

Peran Regnum Plantae dalam bidang pangan adalah sebagai bahan makanan pokok di negara Indonesia yang mayoritas penduduknya mengonsumsi beras. Contoh anggota Plantae lainnya sebagai bahan pangan adalah jagung (*Zea mays*), singkong (*Manihot esculenta*), dan kentang (*Solanum tuberosum*) (Gambar 6.21).



Sumber: www.bioresurs.uu.se; www.infojardin.com; www.kabprobolinggo.go.id

Dalam bidang papan, banyak sekali spesies Plantae yang digunakan untuk bahan bangunan, seperti pohon jati (*Tectona grandis*). Rotan pun banyak digunakan untuk perlengkapan alat rumah tangga.

Dalam bidang obat-obatan, anggota Plantae lebih berperan sebagai obat herbal alami yang tidak menimbulkan efek samping. Contoh Plantae yang digunakan sebagai obat herbal adalah Ginkgo biloba. Ekstrak pohon ini dapat mengobati pusing, penambah stamina, hingga mampu mengobati kanker. Menurut Campbell (1998: 561), Ginkgo biloba mampu mempertahankan keadaan udara tetap bersih dari polusi, khususnya sebagai taman di kota-kota besar yang tingkat polusinya cukup tinggi.

Logika Biologi

Idealnya, di suatu daerah terdapat ruang hijau, misalnya taman kota. Apakah fungsi ruang kota tersebut?

Gambar 6.21

Anggota Plantae memiliki manfaat sebagai bahan pangan. Contohnya, (a) singkong, (b) jagung, dan (c) kentang.

Selain bermanfaat di beberapa bidang tersebut, banyak spesies anggota Regnum Plantae dapat dijadikan sebagai tanaman hias. Tanaman hias ini dapat berharga cukup tinggi dan tentu saja menambah penghasilan bagi para pembudidayanya. Contoh tanaman hias adalah suplir (*Adiantum cuneatum*) dan berbagai macam anggrek.

Selain berperan sebagai penyedia oksigen dan menjaga persediaan air. Di daerah pegunungan, Plantae yang tumbuh di lereng-lereng mampu menyerap air sehingga mencegah terjadinya longsor serta banjir. Apakah Anda dapat memberikan contoh manfaat lain dari Plantae?

Tugas Anda 6.1

Tumbuhan telah memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Melalui pertanian, kebutuhan pangan manusia bisa terpenuhi. Banyak jenis tumbuhan yang sudah dapat dibudidayakan.

Tugas Anda kali ini adalah melakukan observasi ke petani di sekitar rumah Anda. Carilah informasi tentang cara budidaya tanaman yang petani tersebut lakukan. Tanyakanlah bagaimana cara pemeliharannya. Apakah tanaman yang dibudidayakan tersebut memiliki nilai ekonomis. Buatlah laporan dari Tugas ini dengan baik.

Tes Kompetensi Subbab C

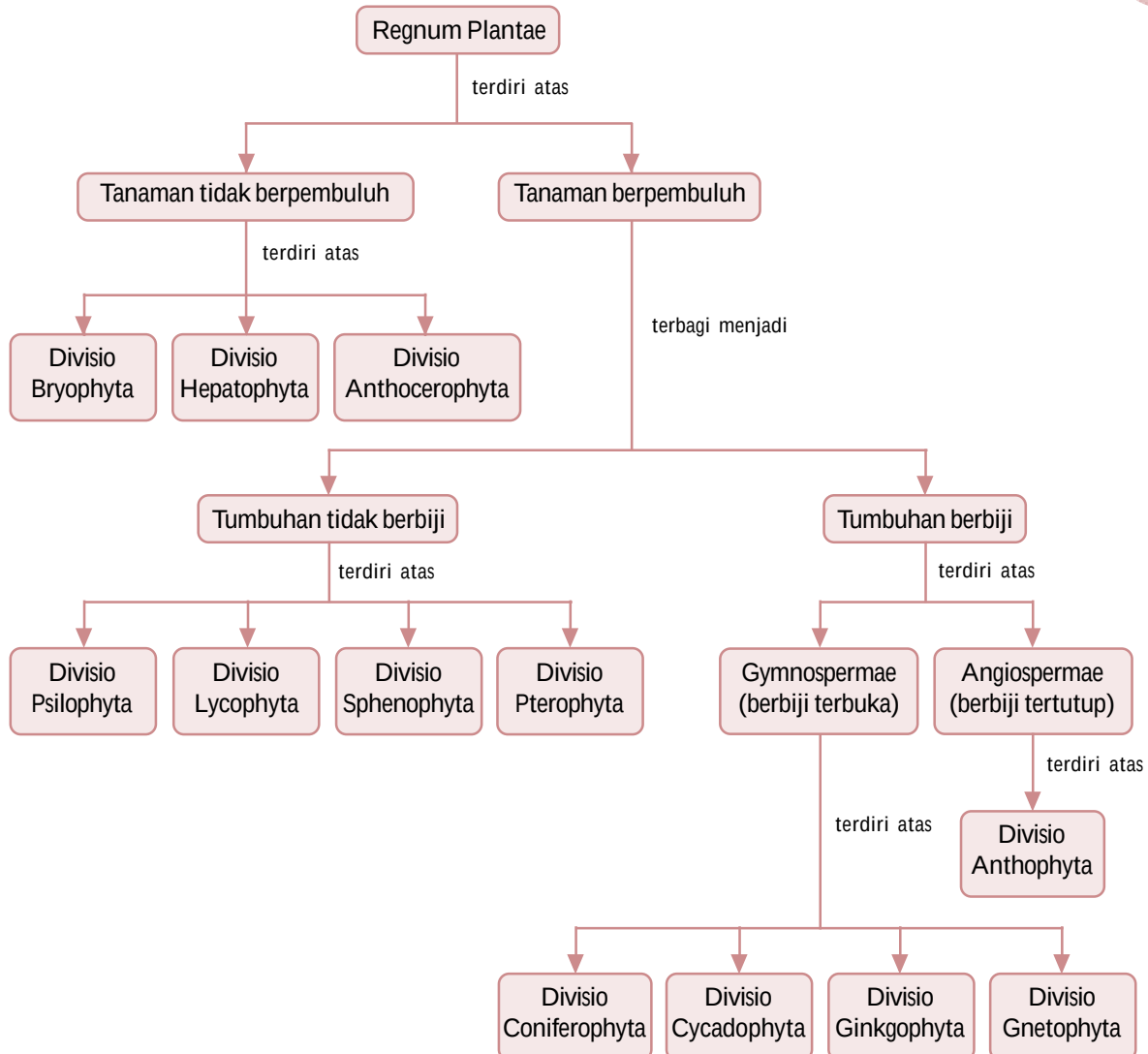
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Sebutkan oleh Anda manfaat Regnum Plantae bagi kehidupan ini.
2. Jelaskan peran Plantae sebagai penjaga tersedianya air.

Rangkuman

1. Regnum Plantae merupakan kelompok organisme yang memiliki jumlah spesies cukup banyak, dari yang berukuran kecil hingga berukuran sangat besar.
2. Regnum Plantae dikelompokkan berdasarkan ada tidaknya pembuluh. Berdasarkan hal tersebut, Plantae dikelompokkan menjadi tumbuhan tidak berpembuluh dan tumbuhan berpembuluh.
3. Tumbuhan berpembuluh terdiri atas tumbuhan berbiji terbuka dan tumbuhan berbiji tertutup. Tumbuhan biji tertutup memiliki anggota terdiri atas monokotil dan dikotil.
4. Regnum Plantae memiliki peran yang banyak dan berhubungan dengan segala bidang kehidupan. Contohnya, di bidang kedokteran, peternakan, sandang, pangan, dan papan.

Peta Konsep



Refleksi

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi Regnum Plantae ini? Menarik, bukan? Banyak sekali hal yang didapatkan dari mempelajari bab ini. Misalnya, Anda dapat mengetahui pengelompokan tumbuhan serta ciri-ciri umum dari masing-masing kelompok tumbuhan tersebut. Hal yang paling penting adalah Anda dapat mengetahui peran tumbuhan bagi kehidupan ini.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu mendeskripsikan ciri-ciri divisio dalam dunia

tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut?

Apabila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini? Diskusikanlah bersama teman-teman Anda, kemudian bertanyalah kepada guru Anda untuk memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan materi Regnum Plantae ini. Agar Anda dapat memahami lebih baik lagi mengenai bab ini, pastikanlah Anda menguasai materi bab ini dengan belajar lebih giat.

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

1. Berikut bukan ciri dari Regnum Plantae, yaitu

- memiliki kloroplas
- dinding sel tersusun atas selulosa
- memiliki alat reproduksi berupa bunga
- uniseluler prokariot
- memiliki ikatan pembuluh

2. Bagian tumbuhan yang berfungsi dalam penyerapan air dan mineral adalah

- batang
- akar
- batang primer
- daun
- bunga

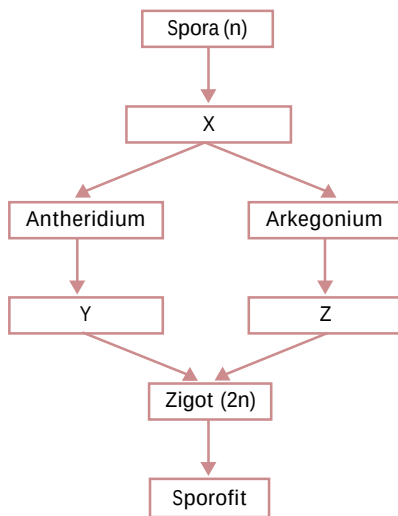
3. Pada Bryophyta, gamet jantan dihasilkan oleh

- antheridia
- sel sperma
- arkegonia
- sel telur
- spora

4. Pada tumbuhan berpembuluh, fungsi floem adalah

- mengangkut air
- mengangkut mineral
- mengangkut sari-sari makanan
- mengangkut sari makanan dan hasil fotosintesis
- tempat pertumbuhan akar

5. Perhatikan bagan berikut.



X, Y, dan Z berturut-turut adalah

- sperma, sel telur, protalium
- protalium, sel telur, sperma
- protalium, sperma, sel telur
- sel telur, sperma, protalium
- sporofit, sel telur, sperma

6. Mikrospora merupakan

- spora berkelemin betina
- spora berukuran besar
- spora yang ukurannya sama
- spora yang berflagela
- spora berkelemin jantan

- spora yang berflagela
- spora berkelemin jantan

7. Tumbuhan tidak berbiji yang menghasilkan spora dengan ukuran sama disebut juga

- homospora
- heterospora
- paku peralihan
- mikrospora
- makrospora

8. Kumpulan bulatan kecil pada tumbuhan tidak berbiji yang mengandung kotak spora disebut

- sporangium
- sorus
- sporofil
- indusium
- strobilus

9. Berikut adalah contoh spesies divisio Psilophyta, yaitu

- Asplenium nidus
- Marchantia
- Lycopodium
- Psilotum
- Equisetum

10. Paku ekor kuda merupakan tumbuhan paku yang termasuk ke dalam divisio

- Sphenophyta
- Lycophyta
- Psilophyta
- Pterophyta
- Cycadophyta

11. Berikut bukan merupakan divisio dari tumbuhan Gymnospermae adalah

- Coniferophyta
- Ginkgophyta
- Lycophyta
- Cycadophyta
- Gnetophyta

12. Metagenesis pada lumut didominasi oleh fase

- zigot
- spora
- sporofit
- gametofit
- sporofit dan gametofit

13. Selaginella merupakan paku heterospora karena

- menghasilkan spora yang sama
- menghasilkan gamet yang sama
- menghasilkan gamet yang berbeda jenis
- menghasilkan spora yang berbeda
- menghasilkan spora yang berbeda jenis

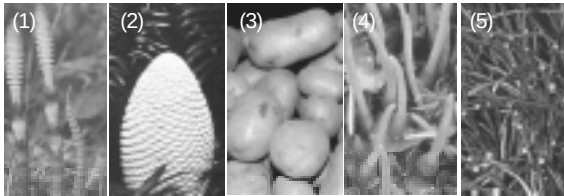
14. Pada sporangium Equisetum terdapat struktur yang berbentuk kerucut yang dinamakan

- sporofit
- indusium
- sporofil
- strobilus
- sorus

15. Tumbuhan berbiji telah memiliki suatu bahan yang berfungsi dalam proses pembuatan makanan. Bahan yang dimaksud adalah

- air
- mineral
- klorofil
- biji
- zat hara

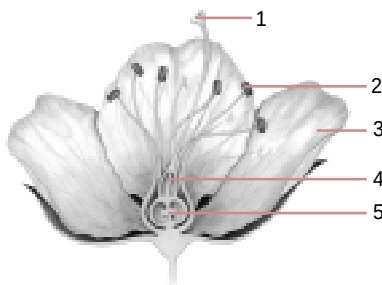
16. Perhatikan gambar berikut.



Dari gambar tersebut spesies yang dapat dijadikan bahan makanan adalah

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

17. Perhatikan gambar berikut.



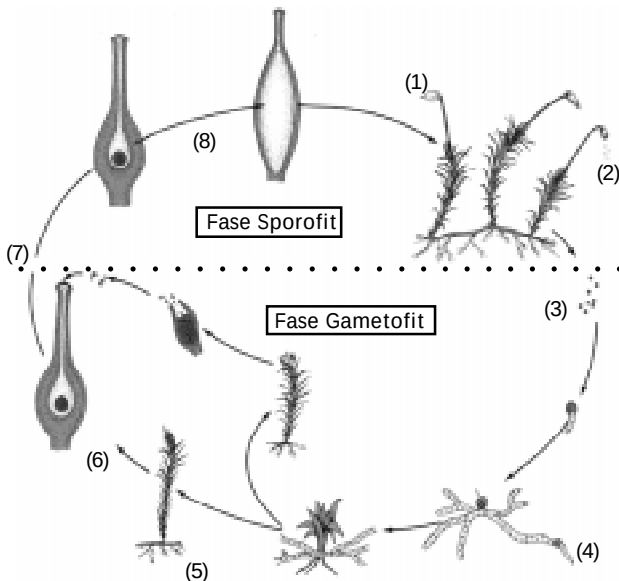
Benang sari ditunjukkan oleh nomor

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

18. Berikut ini yang tidak termasuk ciri dari angiospermae adalah

- berbiji tertutup
- berakar tunggang
- bereproduksi menghasilkan mikrospora yang merupakan gamet jantan
- bereproduksi menghasilkan megaspora yang merupakan gamet betina
- organ reproduksi berupa bunga

Untuk soal nomor 19 dan 20, perhatikan gambar berikut.



19. Arkegonia ditunjukkan oleh nomor

- 1
- 3
- 4
- 6
- 8

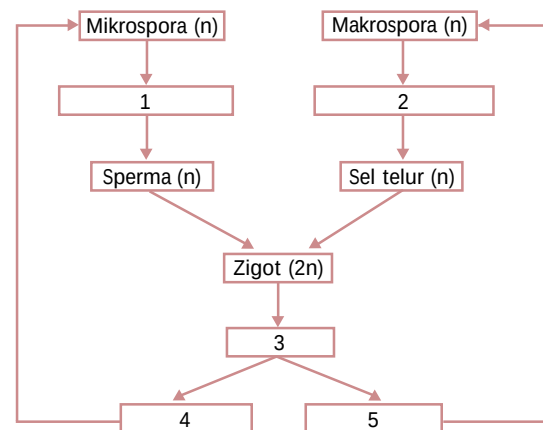
20. Pada fase sporofit, terjadi

- pembentukan sporofit
- pembentukan gametofit
- Fertilisasi sperma dan sel telur
- terbentuk protonema
- terbentuk gametofit betina dewasa

21. Salah satu bentuk sporofit pada tumbuhan tidak berbiji adalah

- tropofil
- sorus
- strobilus
- sporangium
- indusium

22. Perhatikan bagan berikut.



Dari bagan tersebut, fase makroprotalium ditunjukkan oleh nomor

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

23. Berikut ini adalah spesies yang termasuk ke dalam anggota Coniferophyta adalah

- Cycas rumphii
- Ginkgo biloba
- Gnetum gnemon
- Agathis alba
- Welwitschia

24. Berikut ini yang termasuk ciri Dicotyledones adalah

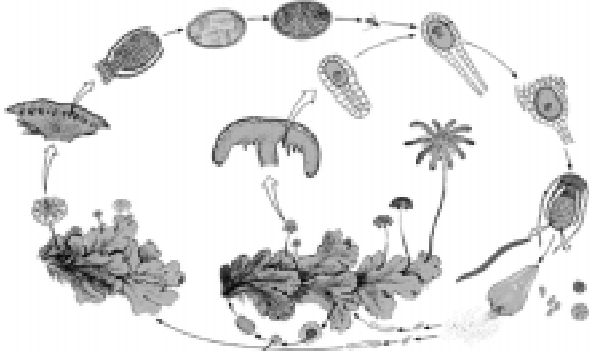
- kelopak bunga berkelipatan 3
- jaringan pembuluh membentuk satu lingkaran
- berakar serabut
- urat daun sejajar
- berbiji tunggal

25. Salah satu manfaat regnum Plantae adalah sebagai hiasan (tanaman hias), contohnya adalah

- Oryza sativa
- Zea mays
- Manihot esculenta
- Ginkgo biloba
- Cymbidium hookerianum

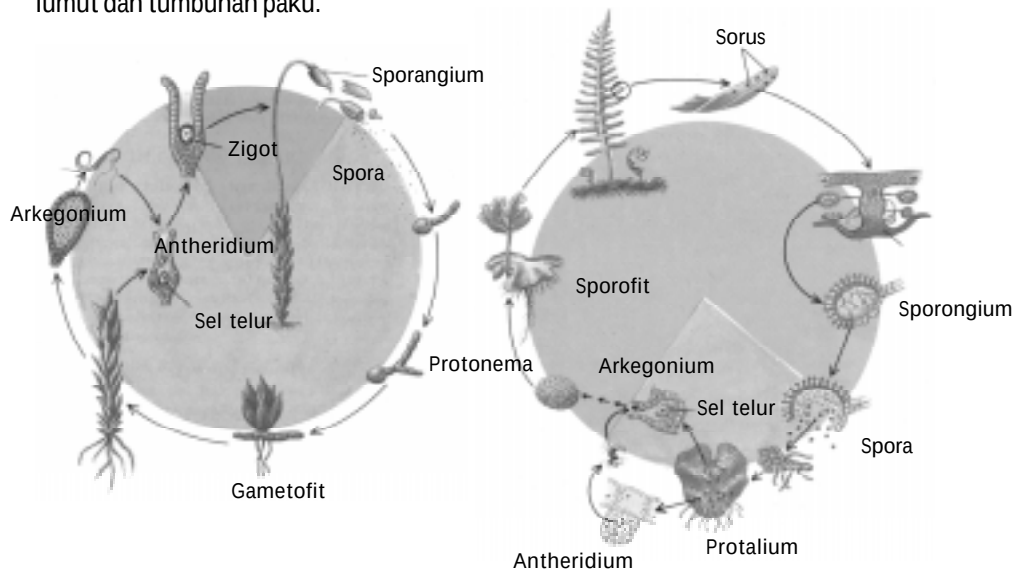
B. Soal Uraian

1. Tuliskan ciri-ciri regnum Plantae.
2. Tuliskan divisio pada tumbuhan berpembuluh dan tidak berbiji, beserta contohnya.
3. Berdasarkan gambar berikut, jelaskan alur dari siklus hidup lumut hati menurut pendapat Anda.
4. Sebutkan ciri umum tumbuhan berpembuluh berbiji, berikut contoh speciesnya.
5. Tuliskan 3 peran regnum Plantae dalam kehidupan manusia.



C. Soal Tantangan

Gambar berikut menunjukkan pergiliran keturunan pada lumut dan tumbuhan paku.



Sumber: *Biology: Exploring Life*, 1994

- a. Di manakah terjadi pertemuan antara sel telur dan spermatozoa pada lumut?
- b. Di manakah spora berada pada tumbuhan paku?
- c. Berdasarkan gambar tersebut, jelaskan perbedaan antara pergiliran keturunan pada lumut dan tumbuhan paku.

Bab 7



Sumber: *Biology Concepts & Connections*, 2006

Seekor serangga yang hidup pada daun ini merupakan salah satu spesies dari kingdom Animalia.

Kingdom Animalia

Hasil yang harus Anda capai:

memahami manfaat keanekaragaman hayati.

Setelah mempelajari bab ini, Anda harus mampu:

- mendeskripsikan ciri-ciri Phylum dalam dunia hewan dan peranannya bagi kehidupan.

Apakah Anda memelihara hewan peliharaan di rumah? Sebenarnya, banyak sekali hewan yang ada di sekitar kita. Cecak, kecoa, nyamuk, lalat, ikan, dan burung merupakan contoh hewan-hewan yang sudah terbiasa ada di sekitar kita. Berbagai jenis hewan tersebut, dalam Biologi, dikelompokkan ke dalam satu kelompok besar, yaitu kingdom Animalia.

Kingdom Animalia, seperti kingdom-kingdom yang sebelumnya telah Anda pelajari, tentunya memiliki ciri-ciri tertentu. Apakah ciri-ciri kingdom Animalia tersebut? Bagaimanakah klasifikasi kingdom Animalia? Apakah kingdom Animalia memberikan peran yang positif terhadap kehidupan manusia?

Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, Anda dapat mempelajari bab ini dengan saksama. Oleh karena itu, belajarlah dengan rajin. Jika Anda mendapat kesulitan, berdiskusilah dengan teman atau bertanya langsung kepada guru Anda. Selamat belajar.

- A. Ciri dan Struktur Kingdom Animalia**
- B. Klasifikasi Kingdom Animalia**
- C. Peranan Kingdom Animalia bagi Kehidupan**

Tes Kompetensi Awal

1. Berapa jenis hewan yang kamu ketahui?
2. Menurut Anda, apakah peranan hewan dalam kehidupan ini?

Kata Kunci

- Eukariot
- Fragmentasi
- Heterotrof
- Invertebrata
- Multiselular

A. Ciri dan Struktur Kingdom Animalia

Kingdom Animalia atau Kerajaan Hewan merupakan kingdom yang diduga memiliki jumlah spesies paling banyak, lebih dari dua juta spesies. Itu pun masih banyak lagi yang belum teridentifikasi. Hewan adalah organisme yang paling beragam bentuknya di bumi ini. Dari yang panjangnya 0,05 mm hingga yang panjangnya mencapai 30 meter lebih. Kingdom Animalia juga memiliki habitat yang bervariasi, dari gurun, daerah yang dingin (Antartika) hingga dasar laut yang paling dalam.

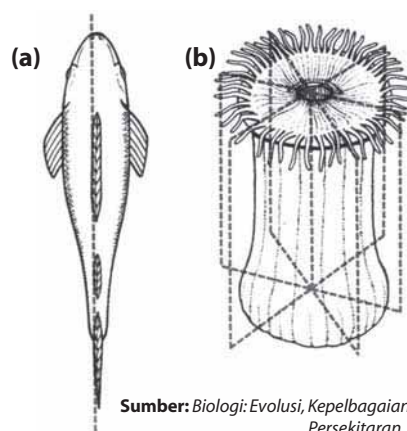
Hewan merupakan organisme multiselular dan eukariot heterotrof. Hewan mendapatkan energinya dengan memakan organisme lain dan mencernanya. Melalui proses pencernaan, hewan menguraikan bahan makanan menjadi molekul yang lebih sederhana.

Sebagian besar hewan bereproduksi secara seksual, yaitu sel sperma membuahi sel telur. Beberapa jenis hewan berkembang biak secara aseksual, yaitu dengan bertunas, contohnya pada *Hydra*. Ciri lainnya, hewan mampu bergerak aktif karena antara sistem saraf dan jaringan ototnya telah berkembang baik.

Berdasarkan ada tidaknya tulang belakang, hewan dikelompokkan menjadi invertebrata dan Vertebrata. Semua hewan tidak bertulang belakang dikelompokkan ke dalam invertebrata. Adapun hewan bertulang belakang dikelompokkan ke dalam Vertebrata. Perlu diketahui, pengelompokan tersebut sekarang sudah tidak digunakan dalam sistem klasifikasi makhluk hidup yang terbaru. Selain berdasarkan ciri ada tidaknya tulang belakang, beberapa ciri lain diperlukan untuk pengelompokan hewan, di antaranya sebagai berikut.

1. Simetri Tubuh

Dilihat dari simetri tubuhnya, invertebrata umumnya memiliki simetri tubuh radial dan simetri bilateral. Adapun Vertebrata, memiliki tubuh simetri bilateral. Apakah simetri radial dan simetri bilateral itu? Perhatikan gambar berikut agar Anda dapat memahaminya.



Gambar 7.1

Simetri tubuh pada Kingdom Animalia.

- (a) Simetri bilateral dan
(b) simetri radial

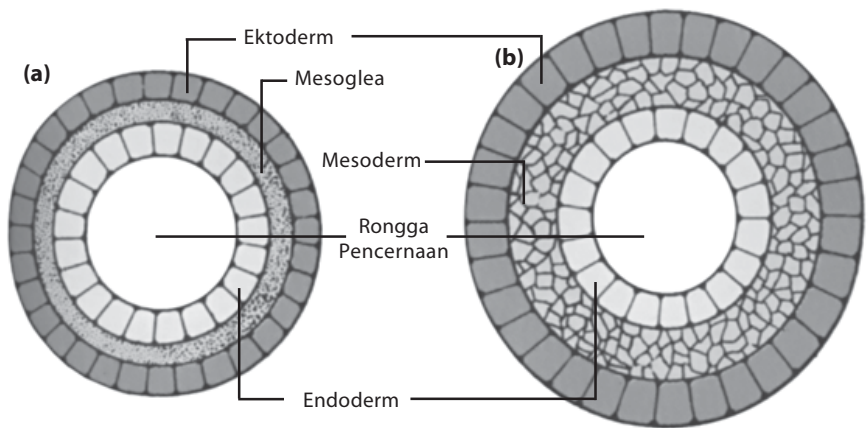
Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995

Simetri radial artinya jika tubuh hewan dipotong oleh garis khayal menjadi dua atau lebih bidang pembedahan, masing-masing hasil pembedahan merupakan cerminan yang lain. Adapun hewan simetri bilateral hanya memiliki satu bidang pembelahan yang dapat membagi tubuhnya menjadi dua belahan yang sama persis. Apakah contoh hewan yang memiliki tubuh simetri bilateral?

2. Jaringan Dasar

Berdasarkan jaringan dasar penyusun tubuh, terdapat hewan diplobastik dan hewan triplobastik. Apakah perbedaan di antara keduanya?

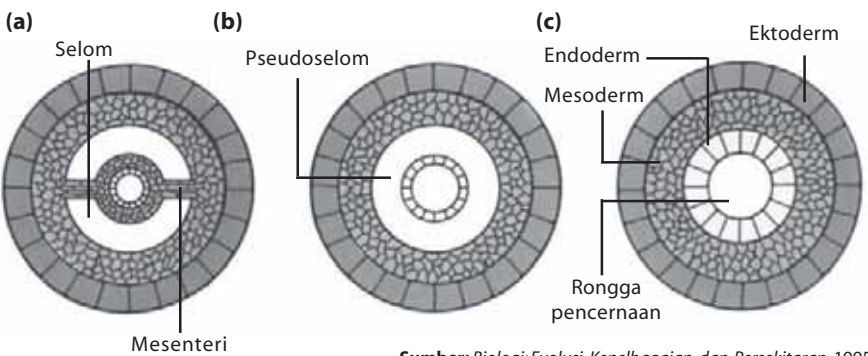
Sesuai dengan namanya, diplobastik adalah kelompok hewan yang jaringan dasar tubuhnya hanya terdiri atas dua lapis, yaitu lapisan dalam (endoderm) dan lapisan luar (ektoderm). Adapun hewan triplobastik memiliki tiga lapisan tubuh, yaitu ektoderm, mesoderm (lapisan tengah), dan endoderm (Gambar 7.2).



Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995

3. Rongga Tubuh

Hewan triplobastik berdasarkan rongga tubuhnya dapat dikelompokkan menjadi aselomata, pseudoselomata, dan selomata (Mader, 1995: 328). Perhatikan gambar berikut agar Anda mudah memahaminya.



Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995

Aselomata tidak memiliki rongga tubuh, mesodermnya memiliki susunan yang padat. Selomata memiliki rongga tubuh yang dilapisi oleh mesoderm. Pseudoselomata memiliki mesoderm yang bersebelahan dengan ektoderm. Rongga tubuh yang terbentuk bukan rongga tubuh yang sebenarnya.

Kata Kunci

- Aselomat
- Diploblastik
- Endoderm
- Ektoderm
- Mesoderm
- Pseudoselomata
- Selomata
- Triploblastik

Gambar 7.2
(a) Diploblastik dan
(b) triploblastik

Gambar 7.3
(a) Selomata, (b) pseudoselomata,
dan (c) aselomata

Tes Kompetensi Subbab A

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Tuliskan ciri-ciri umum dari Kingdom Animalia

2. Simetri tubuh hewan terdiri atas dua macam. Jelaskan oleh Anda.
3. Apakah yang dimaksud dengan Aselomata, Pseudoselomata, dan Selomata?

B. Klasifikasi Kingdom Animalia

Para ilmuwan Biologi mengklasifikasikan kingdom Animalia ke dalam 16 phylum. Pengklasifikasian ini didasarkan atas simetri tubuh, jumlah lapisan tubuh, dan terdapat tidaknya segmentasi pada tubuh. Campbell (1998: 594), mengklasifikasikan kingdom Animalia sebagai berikut.

Kingdom Animalia	
Phylum Porifera	Subphylum Uniramia
Phylum Cnidaria	Classis Diplopoda
Classis Hydrozoa	Classis Chilopoda
Classis Scyphozoa	Classis Insecta
Classis Anthozoa	Subphylum Crustacea
Phylum Ctenophora	Phylum Phoronida
Phylum Platyhelminthes	Phylum Bryozoa
Classis Turbellaria	Phylum Brachiopoda
Classis Trematoda	Phylum Echinodermata
Classis Monogenea	Classis Asteroidea
Classis Cestoda	Classis Ophiuroidea
Phylum Nemertea	Classis Echinoidea
Phylum Rotifera	Classis Crinoidea
Phylum Nematoda	Classis Concentricycloidea
Phylum Mollusca	Classis Holothuroidea
Classis Polyplacophora	Phylum Chordata
Classis Gastropoda	Subphylum Urochordata
Classis Bivalvia	Subphylum Cephalochordata
Classis Cephalopoda	Subphylum Vertebrata
Phylum Onychophora	Classis Agnatha
Phylum Annelida	Classis Placodermi
Classis Oligochaeta	Classis Chondrichthyes
Classis Polychaeta	Classis Osteichthyes
Classis Hirudinea	Classis Amphibia
Phylum Arthropoda	Classis Reptilia
Subphylum Trilobitomorpha	Classis Aves
Subphylum Cheliceriformes	Classis Mammalia
Classis Arachnida	

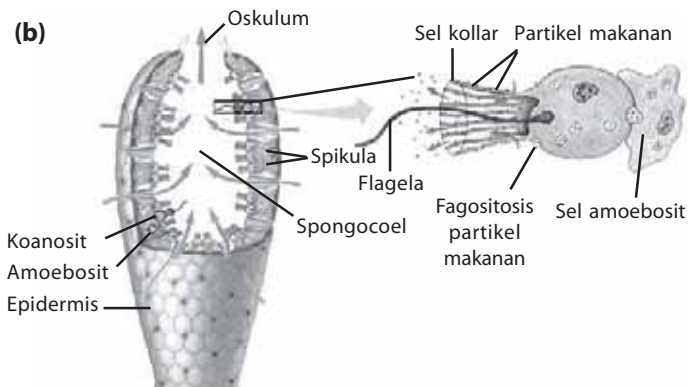
1. Phylum Porifera

Phylum Porifera disebut juga hewan spons. Kata porifera berasal dari bahasa Latin, yaitu *porus* yang berarti pori dan *fer* berarti membawa. Hewan ini dikatakan juga sebagai hewan berpori. Hewan porifera merupakan hewan multiselular yang paling sederhana. Hewan ini merupakan hewan *sessile* (hidup melekat pada substrat).

Hewan spons memiliki ukuran bervariasi, yaitu berkisar dari 1 cm hingga 2 m. Sebagian besar hewan ini hidup di laut. Menurut Campbell (1998: 594), dari 9.000 spesies hewan spons, hanya 100 spesies saja yang hidup di air tawar, sisanya hidup di perairan laut.

Pori-pori yang terdapat pada Porifera membentuk saluran air yang bermuara di rongga tubuh (spongocoel). Pada ujung rongga tubuh terdapat lubang besar yang disebut oskulum. Tubuh Porifera tersusun oleh dua lapisan, lapisan luar dan lapisan dalam. Lapisan luar tersusun oleh sel-sel berbentuk pipih dan berdinding tebal yang disebut sel pinakosit. Pada lapisan dalam spongocoel, dilapisi oleh sel yang berbentuk seperti lampu dan berflagel yang disebut sel koanosit..

Untuk pencernaan makanannya, Porifera menelan makanan secara fagositosis. Porifera merupakan hewan heterotrof. Makanan Porifera biasanya berupa plankton yang masuk ke spongocoel. Adapun oksigen diserap oleh sel kollar atau sel koanosit. Untuk sisa makanan, dibuang melalui oskulum. Ada yang menarik pada porifera ini, yaitu oksigen dan makanan yang digunakan oleh sel koanosit sebagian di transfer ke sel-sel yang bergerak, yaitu sel amoebosit. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 7.4.



Sumber: www.bio.miami

2. Phylum Cnidaria (Coelenterata)

Anggota dari phylum ini adalah *Hydra*, ubur-ubur, anemon laut, dan koral. Hewan dari phylum ini digolongkan kedalam hewan diploblastik dan bersimetri tubuh radial. Cnidaria memiliki jumlah sekitar 10.000 spesies yang sebagian besar hidup di perairan laut. Cnidaria dikenal juga sebagai hewan Coelenterata.

Spesies anggota phylum Cnidaria tubuhnya dikelilingi oleh lengan-lengan halus yang disebut tentakel dan dalam tentakel ini terdapat nematokist. Nematokist mengandung racun yang berguna untuk melumpuhkan mangsanya.

Phylum Cnidaria memiliki ciri khas, yaitu sebagai organisme, yang selama hidupnya mengalami dua bentuk kehidupan (dimorfis). Bentuk hidup tersebut, yaitu polip dan medusa. Polip adalah bentuk hidup yang menempel pada dasar perairan, sedangkan medusa adalah bentuk hidup yang bergerak melayang bebas di perairan.

Reproduksi pada Phylum Cnidaria dapat dilakukan secara vegetatif dan generatif. Polip merupakan bentuk perkembangbiakan vegetatif dan medusa adalah bentuk perkembangbiakan generatif yang menghasilkan sperma dan sel telur.

Kata Kunci

- Medusa
- Nematokist
- Oskulum
- Polip
- Porifera
- Sel amoebosit
- Sel Kollar
- Sel pinakosit
- Spongocoel
- Tentakel

Gambar 7.4

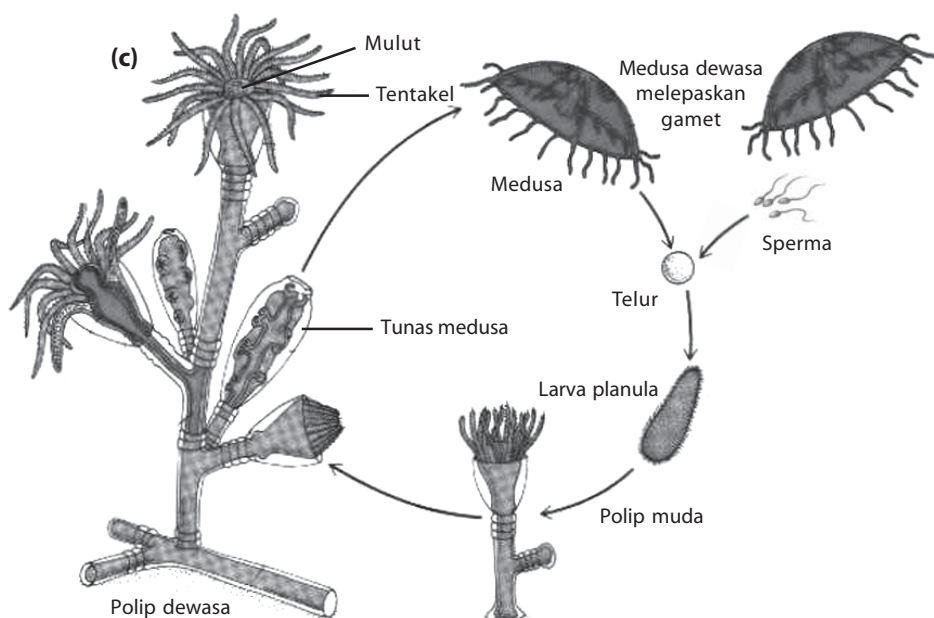
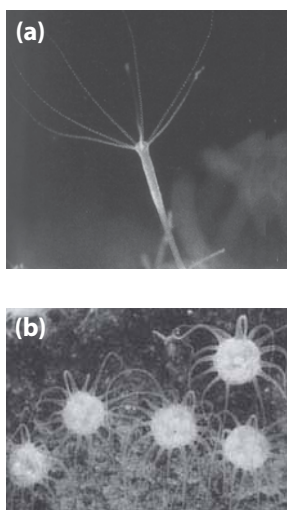
(a) Contoh hewan dari phylum Porifera (*Spongia*) dan
(b) struktur *Spongia*



Sekilas Biologi

Ubur-ubur merupakan hewan yang memiliki sengatan cukup berbahaya. Sengatanannya mampu menimbulkan gejala gatal-gatal disertai rasa panas, perasaan cemas, dan berpotensi meningkatkan tekanan darah sampai batas yang membahayakan. Bahkan akhir dari gejala tersebut dapat menyebabkan kematian.

Sumber: www.serambinews.com



Gambar 7.5

Anggota phylum Cnidaria, yaitu (a) *Hydra* sp. dan (b) *Aurelia aurita*. (c) Siklus hidup phylum Cnidaria, yakni *Obelia* sp. yang memiliki dua bentuk, yaitu polip dan medusa.

Sumber: www.biodidac.bio.uottawa

3. Phylum Ctenopora

Phylum Ctenopora dikenal juga dengan nama ubur-ubur sisir (*Comb jellies*). Phylum ini memiliki jumlah spesies sekitar 100 yang semua anggotanya hidup di laut. Phylum ini memiliki tubuh yang transparan (tembus cahaya/pandang) dan diameternya rata-rata 10 cm. Umumnya, tubuh dari phylum ini berbentuk bola dan memiliki struktur menyerupai pita yang dapat memanjang hingga satu meter.

Ctenopora memiliki tentakel yang dapat ditarik ke dalam tubuhnya. Tentakel ini berfungsi untuk menangkap makanan. Contoh spesies dari phylum ini adalah *Beroe cucumis* (Gambar 7.6).

4. Phylum Platyhelminthes

Phylum Platyhelminthes merupakan salah satu anggota kingdom Animalia yang memiliki kurang lebih 20.000 spesies di dunia. Platyhelminthes disebut juga cacing pipih (*platy* berarti pipih dan *helminthes* berarti cacing) karena bentuk tubuhnya pipih dorsoventral. Anggota phylum Platyhelminthes memiliki ukuran yang bervariasi, mulai dari yang mikroskopis sampai mencapai panjang 20 m, contohnya cacing pita. Simetri tubuh phylum tubuh ini adalah bilateral.

Platyhelminthes termasuk golongan hewan aselomata karena tidak memiliki rongga tubuh. Sistem pernapasan dilakukan secara difusi oleh seluruh sel di permukaan tubuhnya. Adapun sistem pencernaannya sangat sederhana, yaitu terdiri atas mulut, faring, dan usus. Platyhelminthes ada yang hidup bebas dan ada juga yang hidup parasit.

Reproduksi Platyhelminthes terjadi secara aseksual dan seksual. Phylum ini termasuk hewan yang hermafrodit, artinya dalam satu individu terdapat organ seksual jantan dan organ seksual betina. Reproduksi secara aseksual terjadi secara fragmentasi dan secara seksual terjadi dengan penyatuan sperma dan ovum.



Sumber: www.scilib.ucsd

Gambar 7.6

Contoh spesies dari phylum Ctenopora, adalah *Beroe cucumis*

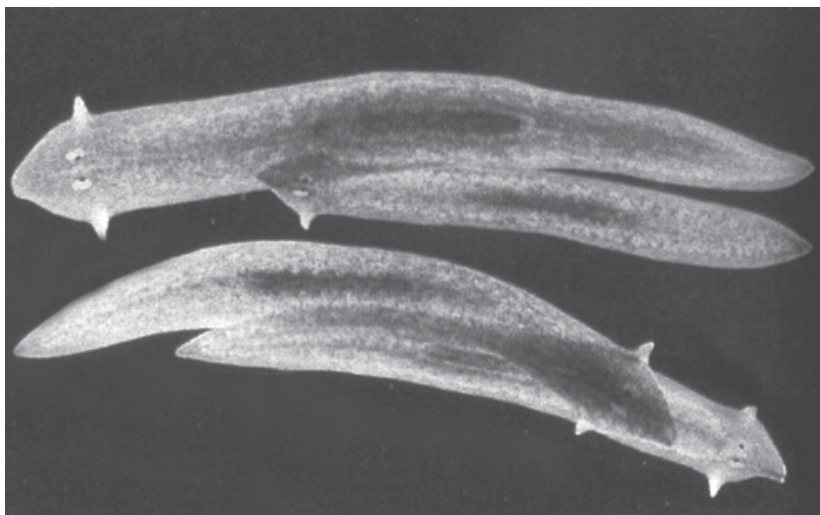
Platyhelminthes terbagi menjadi tiga classis, yaitu Turbellaria (cacing berambut getar), Trematoda (cacing isap), dan Cestoda (cacing pita).

a. Classis Turbellaria

Turbellaria adalah classis dari phylum Platyhelminthes yang hidup nonparasit serta sebagian besar hidupnya di laut. Turbellaria memiliki struktur tubuh yang bersilia. Silia ini berfungsi sebagai alat gerak. Selain menggunakan silia, hewan dari classis ini bergerak menggunakan otot tubuhnya yang menyerupai gelombang.

Contoh hewan classis Turbellaria adalah *Dugesia* atau lebih dikenal dengan planaria. Planaria memiliki morfologi tubuh di bagian anterior (depan) berbentuk segitiga dan terdapat bintik mata. Bintik mata ini memiliki fungsi membedakan keadaan gelap dan terang.

Untuk reproduksinya, planaria bereproduksi secara aseksual dan seksual. Secara aseksual terjadi dengan cara fragmentasi, di mana setiap belahan tubuh hasil fragmentasi dapat menjadi individu baru yang utuh. Adapun reproduksi seksualnya, terjadi fertilisasi secara silang antara dua individu. Hal ini karena planaria adalah hewan hermafrodit, setiap individunya dapat menghasilkan sel telur dan sel sperma.



Sumber: Biological Science, 1986

b. Classis Trematoda

Classis Trematoda merupakan anggota phylum Platyhelminthes. Classis ini disebut juga sebagai cacing isap. Cacing ini memiliki sucker (alat isap) yang terletak di mulut bagian anterior tubuhnya. Alat isap ini berfungsi sebagai pengisap cairan tubuh inangnya. Oleh karena itu, Trematoda digolongkan sebagai hewan parasit. Contoh spesies classis ini adalah cacing darah (*Schistosoma mansoni*) dan cacing hati (*Fasciola hepatica*). Cacing darah dapat mengakibatkan badan sakit, anemia, dan disentri (Gambar 7.8).

Cacing classis Trematoda memiliki daur hidup yang kompleks. Contohnya pada cacing hati. Cacing hati tersebut hidup parasit dan memiliki dua inang, yaitu hewan ternak dan siput. Reproduksi seksual cacing ini terjadi pada manusia dan reproduksi aseksualnya terjadi pada saat inangnya berupa siput. Perhatikan gambar berikut.

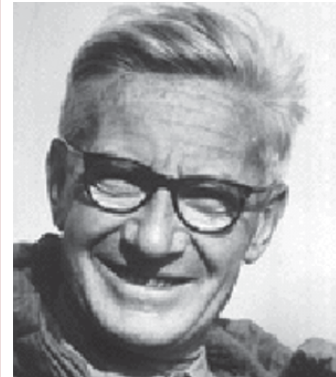
Kata Kunci

- Fragmentasi
- Sucker



Sekilas Biologi

Nikolaas Tinbergen
(1907–1988)



Nikolaas Tinbergen adalah seorang ahli Etologi yang lahir di Hague, Belanda. Dia meneliti tingkah laku pada beberapa hewan dan mempelajari autisme yang terjadi pada anak-anak. Pada 1973 dia memperoleh Nobel di bidang fisiologi dan kedokteran.

Sumber: www.allbiographies.com

Gambar 7.7

Morfologi tubuh planaria



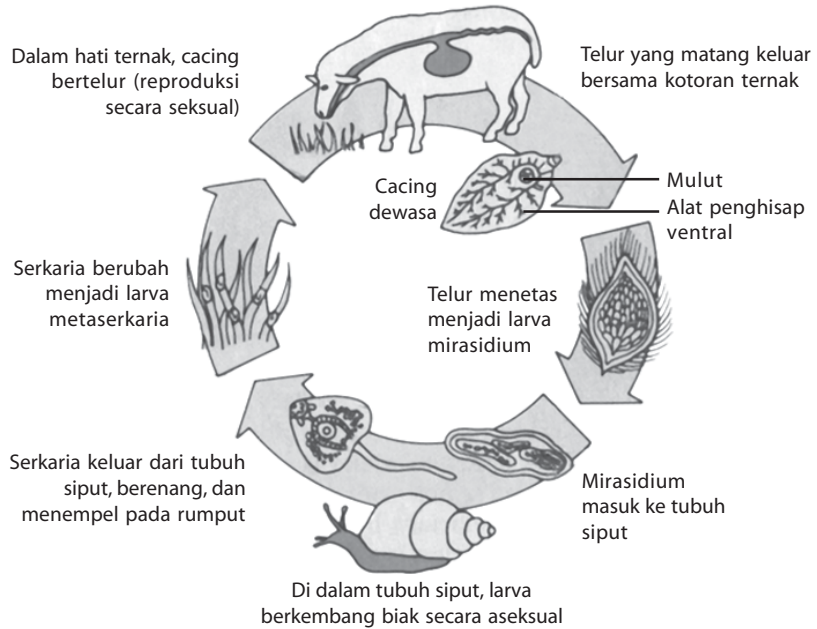
Sumber: Biological Science, 1986

Gambar 7.8

Contoh classis Trematoda adalah *Fasciola hepatica*.

Kata Kunci

- Proglotid
- Skoleks



Gambar 7.9

Daur hidup *Fasciola hepatica* yang membutuhkan siput *Lymnea* sp. sebagai inang perantara.

Sumber: Heath Biology, 1985

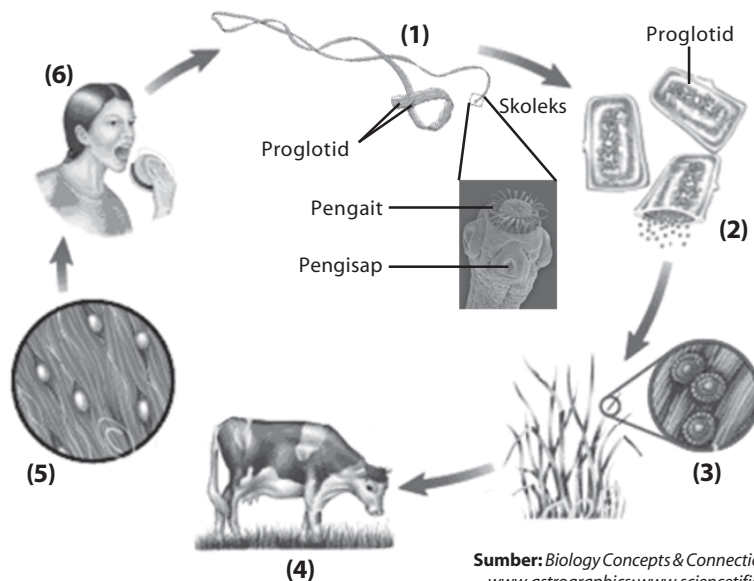
c. Classis Cestoda

Classis terakhir dari phylum Platyhelminthes adalah Cestoda. Classis ini disebut juga cacing pita karena memiliki bentuk seperti pita dan pipih panjang. Cacing pita ini merupakan parasit. Cacing dewasa classis Cestoda kebanyakan parasit pada Vertebrata termasuk manusia. Pada bagian kepala terdapat skoleks. Pada bagian posterior (belakang) hingga skoleks cacing hati terdapat proglotid. Skoleks sendiri memiliki fungsi sebagai senjata untuk mengisap dan juga memiliki kait untuk menancapkan diri pada organ inangnya, yaitu pada usus halus.

Penularan cacing pita dapat melalui daging hewan yang terinfeksi oleh cacing tersebut dan tidak dimasak dengan benar. Panjang cacing ini dapat mencapai 20 m atau lebih dan dapat menyumbat usus halus serta menyerap nutrisi dari usus halus, khususnya manusia. Akibatnya, manusia yang terinfeksi cacing ini dapat mengalami defisiensi nutrisi. Contoh speciesnya adalah *Taenia saginata* dan *Taenia solium*.

Logika Biologi

Jika cacing pita dewasa termakan oleh Anda, apakah cacing tersebut akan hidup dalam tubuh Anda?



Gambar 7.10

Daur hidup pada cacing *Taenia saginata*

Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006; www.astrographics; www.sciencetific-art.com

Keterangan:

1. Cacing *Taenia saginata* menghasilkan telur.
2. Telur tersebut disebarkan ke luar lingkungannya.
3. Telur akan menempel dirumput.
4. Rumput yang mengandung telur cacing *T. saginata* dimakan oleh hewan ternak.
5. Setelah termakan, telur cacing tersebut akan berkembang di dalam tubuh ternak.
6. Daging yang telah terinfeksi cacing dikonsumsi oleh manusia. Cacing tersebut berkembang di dalam tubuh manusia, yaitu di usus halus. Cacing yang telah dewasa akan terbawa keluar dengan feces. Cacing akan mengalami daur hidupnya kembali dari awal.

5. Phylum Nemertea

Nemertea disebut juga cacing belalai (*Proboscis worms*) (Gambar 7.11). Cacing ini memiliki bentuk seperti belalai dan pipih. Anggota cacing ini memiliki panjang yang bervariasi, dari yang berukuran 1 mm hingga lebih dari 30 m. Nemertea memiliki jumlah sekitar 900 spesies. Sebagian besar hidup di perairan laut. Hanya sedikit spesies yang hidup di air tawar dan tanah yang lembap.

Beberapa dari phylum Nemertea bergerak aktif dengan berenang dan lainnya membuat lubang di dalam tanah. Sistem sirkulasi pada cacing ini telah memiliki pembuluh dan beberapa spesies memiliki sel darah merah yang mengandung hemoglobin untuk transportasi oksigen. Nemertea belum memiliki jantung, tetapi memiliki otot yang dapat memompa darah.

6. Phylum Rotifera

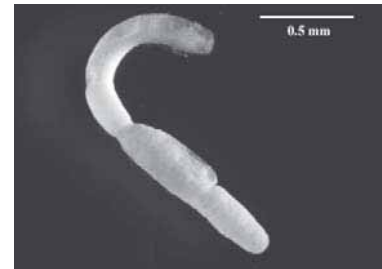
Phylum Rotifera memiliki jumlah sekitar 1.800 spesies. Rotifera merupakan hewan kecil yang sebagian besar hidup di air tawar meskipun beberapa spesies ada yang hidup di laut ataupun tanah yang lembap. Ukuran dari phylum ini berkisar antara 0,05–2 mm, lebih kecil dari Protozoa.

Rotifera merupakan organisme multiselular dan memiliki alat pencernaan yang lengkap serta terdapat sistem-sistem organ lain yang terspesialisasi menjadi fungsi-fungsi tertentu. Rotifera termasuk hewan pseudoselomata. Reproduksi hewan ini secara partenogenesis, yaitu perkembangan gamet tidak mengalami fertilisasi, biasanya sel telur berkembang menjadi individu baru.

7. Phylum Nematoda

Nematoda dikenal juga sebagai cacing gilig karena tubuhnya berbentuk bulat panjang dan seperti benang. Nematoda termasuk hewan pseudoselomata. Hewan ini ditemukan di habitat air, tanah lembap, jaringan tumbuhan serta pada cairan dan jaringan hewan lainnya. Menurut Campbell (1998: 602), sekitar 80.000 spesies Nematoda telah diketahui. Nematoda yang ada, jumlahnya 10 kali lipat dari nematoda yang telah diketahui.

Ukuran nematoda berkisar dari yang berukuran kurang dari 1 mm hingga lebih dari 1 m. Nematoda ada yang hidup bebas dan juga parasit pada hewan lainnya. Nematoda umumnya bereproduksi secara seksual. Kelamin jantan dan betinanya terpisah pada individu yang berbeda. Ukuran tubuh betina biasanya lebih besar dari jantan. Fertilisasi terjadi secara internal dan betina mampu menghasilkan telur sebanyak 100.000 butir atau lebih setiap harinya.



Sumber: www.mbari

Gambar 7.11

Bentuk tubuh hewan dari phylum Nemertea yang menyerupai belalai.



Sumber: www.scilib.ucsd

Gambar 7.12

Contoh spesies dari phylum Rotifera.



Fakta Biologi

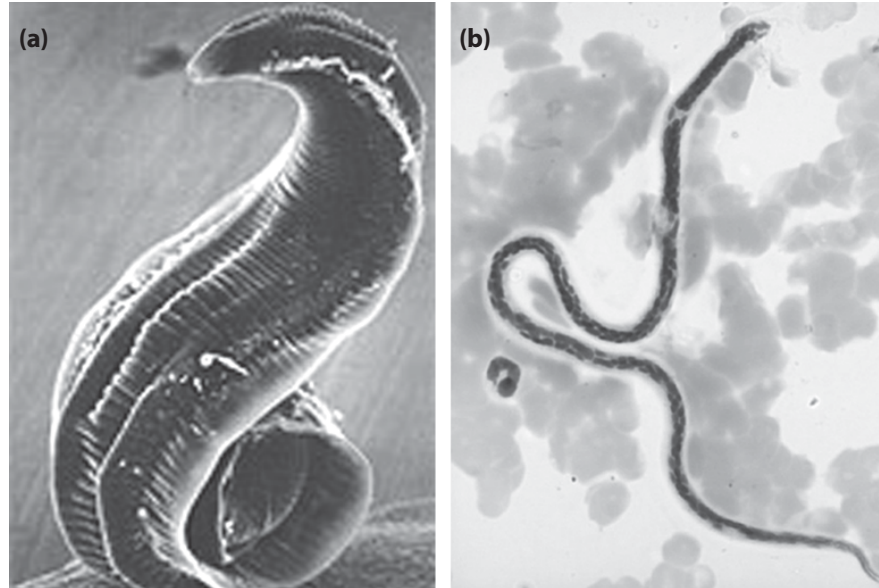
Invertebrata atau avertebrata adalah sesuai istilah yang diungkapkan oleh Chevalier de Lamarck untuk menunjuk hewan yang tidak memiliki tulang belakang. Invertebrata mencakup semua hewan, kecuali hewan Vertebrata (Pisces, Reptillia, Amfibia, Aves, dan Mammalia). Contoh invertebrata adalah serangga, ubur-ubur, *Hydra*, cumi-cumi, dan cacing. Invertebrata mencakup sekitar 97 persen dari seluruh anggota kingdom Animalia.

Sumber: www.wikipedia.org

Kata Kunci

- Mantel
- Massaviseria
- Radula

Sekitar 50 spesies Nematoda hidup parasit pada manusia. Contoh spesies yang hidup parasit pada manusia adalah *Ascaris lumbricoides* (cacing perut), *Wuchereria bancrofti* (cacing rambut), *Ancylostoma duodenale* (cacing tambang), *Oxyuris vermicularis* (cacing kremi), dan *Trichinella spiralis*. Semua spesies tersebut menyebabkan penyakit pada manusia.



Gambar 7.13

Contoh spesies dari phylum Nematoda, yaitu (a) Cacing kremi (*Oxyuris vermicularis*) dan (b) cacing rambut (*Wuchereria bancrofti*).

Sumber: www.drnatuna.com; www.smittskyddsinstitutet.se

8. Phylum Mollusca

Sebanyak 50.000 spesies phylum Mollusca telah dikenal. Umumnya, Mollusca hidup di air laut, tetapi ada juga yang hidup di air tawar dan daratan. Mollusca berasal dari bahasa Latin *molluscus*, yang berarti lunak. Oleh karena struktur tubuhnya yang lunak inilah, Mollusca dikelompokkan ke dalam hewan lunak. Hewan lunak ini tubuhnya ada yang dilindungi oleh cangkang dan ada pula yang tidak. Mollusca juga memiliki simetri tubuh bilateral.

Mollusca memiliki tiga bagian tubuh yang utama, yaitu kaki yang berfungsi sebagai alat gerak; massa visera; tempat terdapatnya organ dalam; dan mantel, yang membentuk rongga berisi cairan tempat lubang insang dan anus. Mollusca yang hidup di perairan bernapas menggunakan insang, sedangkan yang hidup di daratan menggunakan rongga mantel berpembuluh darah sebagai pengganti paru-paru.

Mollusca merupakan hewan heterotrof. Hewan ini memakan hewan kecil lainnya, seperti ganggang, udang, dan Mollusca lainnya. Mollusca makan dengan menggunakan struktur seperti lidah yang memiliki gigi untuk menggerus makanannya. Lidah bergigi ini disebut radula.

Mollusca bereproduksi secara seksual. Organ reproduksi terdapat dalam massa visera. Organ kelamin jantan dan betina terpisah. Mollusca dikelompokkan menjadi empat classis, yaitu Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia, dan Cephalopoda.



Sumber: www.faculty.clintoncc.suny.edu

Gambar 7.14

Genus *Chiton*, mewakili classis Polyplacophora

a. Classis Polyplacophora

Classis Polyplacophora diwakili oleh genus *Chiton* (Gambar 7.14). *Chiton* adalah hewan lunak yang hidup di laut. *Chiton* memiliki ciri, tubuh berbentuk oval, pada bagian dorsal terdapat cangkang yang berjumlah 8

keping, tetapi tidak membentuk segmen pada tubuhnya. *Chiton* dapat ditemukan menempel pada bebatuan di tepi pantai pada saat air laut surut. *Chiton* merupakan hewan pemakan ganggang. Hewan ini menggunakan radula untuk memotong serta mencerna makanannya.

b. Classis Gastropoda

Classis Gastropoda memiliki jumlah spesies yang cukup banyak, yaitu sekitar 40.000 spesies. Gastropoda berasal dari bahasa Latin, yaitu *gaster* yang berarti perut dan *podos* berarti kaki. Dari asal kata tersebut Anda tentu dapat membayangkan bagaimana spesies ini bergerak. Gastropoda merupakan kelompok Mollusca yang bergerak menggunakan perut. Seluruh tubuhnya mengandung lendir yang berfungsi memudahkannya dalam pergerakan.

Gastropoda umumnya memiliki cangkang. Cangkang ini berfungsi sebagai pelindung dari gangguan pemangsanya. Akan tetapi, ada juga Gastropoda yang tidak bercangkang, contohnya *Kimax*. Umumnya Gastropoda memakan ganggang. Hewan ini juga menggunakan gigi radula untuk memotong dan mencerna makanannya. Umumnya gastropoda bersifat hermafrodit. Contoh spesies dari classis ini adalah bekicot (*Achatina fulica*) (Gambar 7.15). Bekicot merupakan Gastropoda yang memiliki cangkang.

c. Classis Bivalvia

Bivalvia merupakan classis dari phylum Mollusca yang memiliki dua cangkang pipih dan berkaki pipih (Gambar 7.16). Dua cangkang pada hewan ini dihubungkan oleh ligamen. Cangkang pada Bivalvia tersusun atas tiga lapisan, yaitu lapisan luar (periostrakum), lapisan tengah (prismatik), dan lapisan dalam (nakreas). Air keluar dan masuk melalui sifon.

Classis Bivalvia bernapas menggunakan lembaran insang. Makanan dan air yang masuk melalui sifon akan disaring oleh lembaran insang. Reproduksi pada Bivalvia terjadi secara seksual. Organ reproduksi terdapat pada dua individu yang berbeda. Fertilisasi terjadi secara internal dan eksternal.

d. Classis Cephalopoda

Cephalopoda adalah Mollusca yang memiliki kaki yang terletak pada kepalanya (*cephal* berarti kepala dan *podos* berarti kaki). Tidak seperti Gastropoda dan Bivalvia, Cephalopoda teradaptasi untuk bergerak dengan cepat. Contoh spesies classis ini adalah cumi-cumi dan gurita. Hewan ini hidup melayang di perairan dan merayap di dasar laut. Cephalopoda memakan hewan-hewan kecil dan invertebrata lainnya. Di samping itu, semua anggotanya tidak memiliki cangkang, kecuali spesies *Nautilus* (Gambar 7.17).

Kaki Cephalopoda termodifikasi membentuk sifon yang berotot. Mulut Cephalopoda dilengkapi dengan radula dan dua buah rahang. Rahang memiliki bentuk seperti catut yang memudahkan Cephalopoda untuk merobek mangsanya. Cephalopoda memiliki lengan atau tentakel yang berjumlah delapan atau sepuluh. Tentakel tersebut merupakan modifikasi dari kaki yang berfungsi sebagai penangkap mangsa. Dalam tentakel-tentakel ini terdapat alat pengisap agar mangsanya tidak lepas.

Cephalopoda adalah satu-satunya Mollusca yang memiliki sistem sirkulasi tertutup. Hewan ini juga telah memiliki sistem saraf dan otak yang berkembang baik. Cephalopoda bernapas menggunakan insang yang



Sumber: www.earlham.edu

Gambar 7.15

Contoh spesies dari classis Gastropoda, yaitu bekicot (*Achatina fulica*).



Sumber: www.infusion.allconet.org

Gambar 7.16

Contoh spesies dari classis Bivalvia .

Kata Kunci

- Natreas
- Periostrakum
- Prismatik
- Sifon

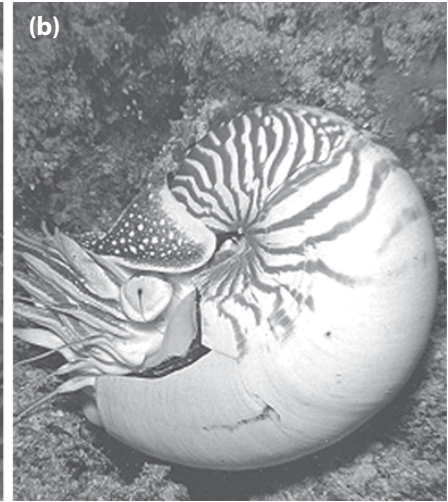


Fakta Biologi

Gurita terbesar dapat tumbuh dengan panjang 18 meter.

Sumber: Wild Animal, 2006

terdapat dalam rongga mantel. Air keluar dan masuk melalui sifon yang terletak di bagian posterior dekat kepala. Cephalopoda bereproduksi secara seksual. Sel kelamin betina dan sel kelamin jantan dihasilkan oleh individu yang berbeda.



Gambar 7.17

Contoh dari classis Cephalopoda
(a) *Gurita* dan
(b) *Nautilus*.

Sumber: www.infusion.allconet.org

9. Phylum Onychophora

Phylum Onychophora hanya memiliki sekitar 65 spesies. Seluruh anggota phylum ini tersebar di wilayah tropis. Sebagian besar hidup di habitat tanah yang lembap, di bawah daun, juga pada batang dan bebatuan di tengah hutan. Hewan dari phylum ini merupakan hewan yang aktif di malam hari. Morfologinya seperti ulat, tetapi tubuh Onychophora memiliki segmen seperti cacing dan memiliki 14 sampai 43 pasang kaki pendek (Gambar 7.18). Hewan dari phylum ini sangat menarik karena memiliki kombinasi karakter seperti Annelida dan Arthropoda.



Gambar 7.18

Onychophora memiliki banyak pasang kaki

Sumber: Biological Science, 1986

10. Phylum Annelida

Cacing Annelida memiliki tubuh yang bersegmen. Adanya segmen tubuh ini membuat cacing Annelida terlihat seperti gelang. Annelida berasal dari bahasa Latin, yaitu *annulus* yang berarti gelang kecil. Oleh karena itu, Annelida di sebut juga cacing gelang. Annelida tergolong sebagai hewan triploblastik. Jumlah Annelida yang telah dikenal sekitar 15.000 spesies dengan ukuran yang bervariasi, dari yang panjangnya 1 mm hingga 3 m.

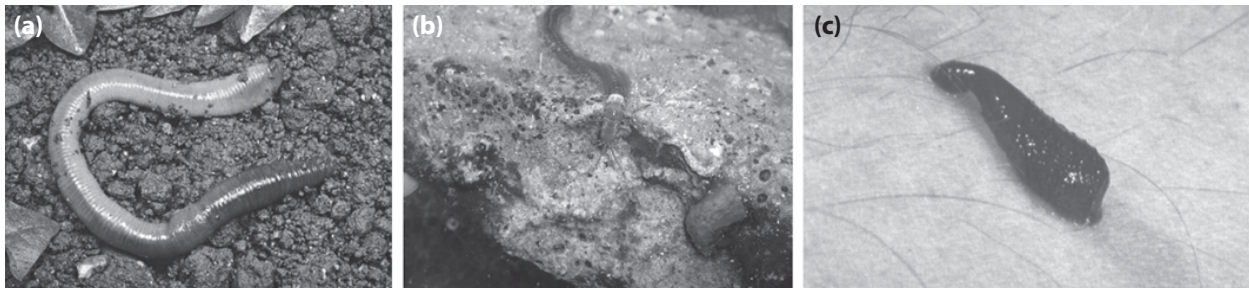
Annelida hidup di dalam laut, sebagian di air tawar, dan tanah-tanah yang lembap. Tubuh Annelida bersegmen pada bagian luar dan bagian dalam tubuhnya. Antara tiap segmen dan segmen lainnya terdapat sekat yang disebut septa. Pembuluh darah, sistem saraf, dan sistem ekskresi di setiap segmen saling berhubungan melewati septa.

Annelida telah memiliki sistem pencernaan yang terdiri atas mulut, faring, kerongkongan (esofagus), usus, dan anus. Sistem peredaran darahnya tertutup karena telah memiliki pembuluh darah. Darah Annelida juga telah mengandung hemoglobin sehingga berwarna merah. Untuk sistem saraf, Annelida memiliki sistem saraf tangga tali.

Reproduksi Annelida dilakukan secara seksual. Annelida jantan memiliki organ testis dan Annelida betina memiliki ovarium. Kedua organ bisa terdapat pada satu hewan yang hermafrodit atau terdapat pada individu yang berbeda. Annelida dibagi atas tiga classis, yaitu Oligochaeta, Polychaeta, dan Hirudinea.

Oligochaeta merupakan classis Annelida yang memiliki ciri, yaitu tubuh yang bersegmen dan memiliki bulu kaku pada tubuhnya. Contoh Oligochaeta adalah *Pheretima* (Gambar 7.19a). Classis berikutnya adalah Polychaeta yang memiliki ciri pada tubuhnya ditutupi oleh bulu kaku yang banyak. Hewan ini memiliki struktur menyerupai dayung yang berfungsi untuk mendayung. Struktur yang seperti dayung ini disebut parapodia. Contoh spesies hewan Polychaeta adalah cacing wawo (*Lysidice oele*) (Gambar 7.19b) dan cacing palolo (*Eunice viridis*).

Adapun Hirudinea adalah classis yang bersifat ektoparasit. Hirudinea adalah ektoparasit yang mengisap darah. Akan tetapi, ada pula Hirudinea yang hidup bebas dan memangsa invertebrata lainnya. Contoh Hirudinea adalah *Hirudino medicinalis* (lintah) dan *Haemadipsa javanica* (pacet) (Gambar 7.19c), keduanya merupakan Hirudinea yang hidup parasit.



Sumber: www.cache; www.natur.cuni; BiologicalSciene, 1986

Kata Kunci

- Eksoskeleton
- Parapodia
- Septa
- Zat kitin

11. Phylum Arthropoda

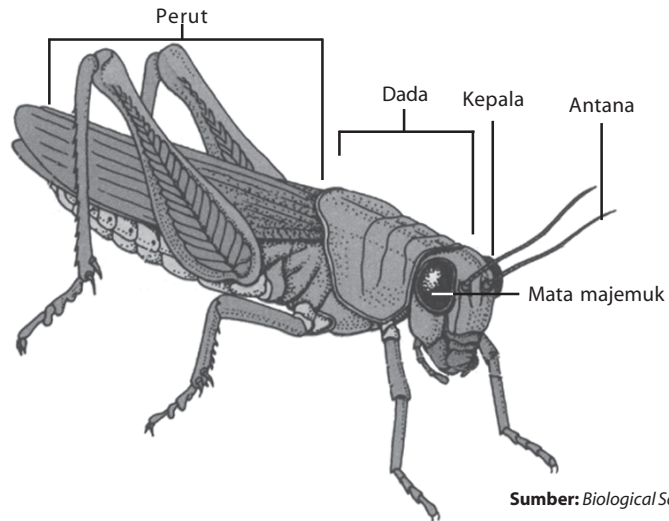
Arthropoda merupakan hewan yang memiliki ciri kakinya beruas (*arthra* artinya ruas atau buku dan *podos* yang berarti kaki). Arthropoda memiliki ukuran tubuh yang berbeda-beda, dari yang berukuran kecil hingga berukuran besar. Selain pada kaki, tubuh Arthropoda juga bersegmen. Jumlah segmen pada setiap spesies berbeda.

Arthropoda memiliki tubuh yang ditutupi oleh kerangka luar (eksoskeleton) yang keras karena mengandung zat kitin. Bagian tubuh Arthropoda terbagi atas kepala, dada (toraks), dan perut (abdomen). Perhatikan (Gambar 7.20).

Gambar 7.19

Contoh spesies dari phylum Annelida

- (a) *Pheretima*,
(b) *Lysidice Oele*, dan
(c) *Haemadipsa javanica*.



Gambar 7.20

Bagian tubuh Arthropoda

Sumber: *Biological Science*, 1986

Rangka luar yang keras pada Arthropoda ini tidak membesar mengikuti pertumbuhan tubuhnya. Oleh karenanya, selama pertumbuhan Arthropoda mengalami pengelupasan eksoskeleton. Setelah pengelupasan eksoskeleton lama, eksoskeleton baru akan terbentuk kembali seiring pertumbuhan Arthropoda tersebut. Pengelupasan ini disebut juga ekdisis.

Anggota Arthropoda memiliki habitat yang berbeda-beda sehingga alat pernapasannya pun bermacam-macam. Untuk Arthropoda yang hidup di darat, alat pernapasannya berupa paru-paru buku atau trakea, sedangkan yang hidup di laut alat pernapasannya berupa insang. Untuk sistem reproduksinya Arthropoda merupakan hewan yang menghasilkan gamet jantan dan betina pada individu yang berbeda.

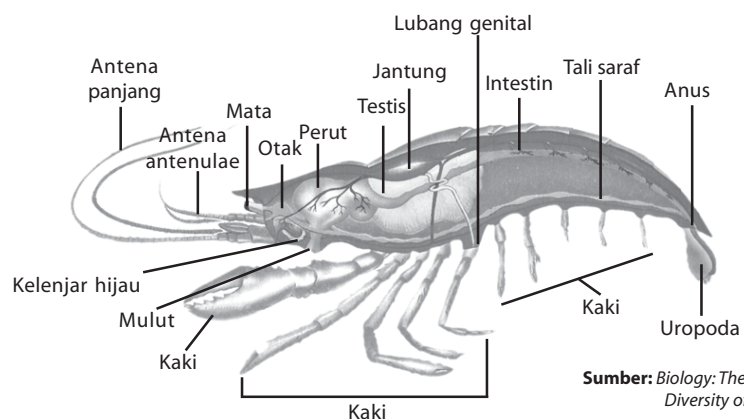
Phylum Arthropoda dibagi menjadi empat classis, yaitu Crustacea (udang-udangan), Arachnida (laba-laba), Myriapoda (hewan berkaki banyak), dan Insecta (serangga). Pada anggota classis Insecta, ada yang menarik, yaitu pada masa hidupnya mengalami perubahan bentuk dari larva hingga dewasa. Perubahan bentuk dalam pertumbuhan insecta ini dinamakan metamorfosis.

Kata Kunci

- Ekdisis
- Hemimetabola
- Holometabola
- Insang
- Larva
- Metamorfosis
- Nimfa
- Pupa
- Telur

a. Classis Crustacea

Anggota Crustacea yang paling dikenal adalah udang. Kelompok hewan ini mempunyai dua pasang antena pada bagian kepala, yaitu sepasang antena panjang dan sepasang antena pendek yang disebut antenulae. Pada tiap ruas tubuhnya terdapat sepasang kaki. Kelompok hewan ini hidup di air tawar dan air laut, meskipun ada juga yang teradaptasi dengan kehidupan darat. Bagian kepala dan dada bersatu sehingga disebut cephalotoraks. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 7.21

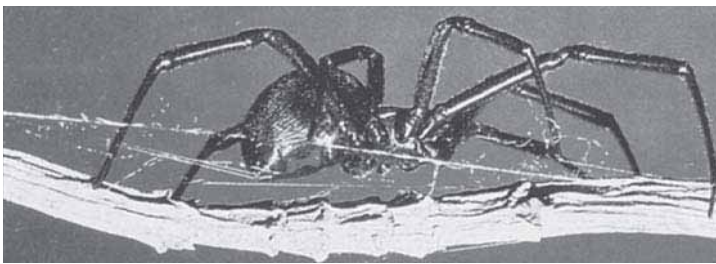
Struktur tubuh udang jantan

Sumber: *Biology: The Unity and Diversity of Life*, 1995

Anggota classis Crustacea berjumlah sekitar 40.000 spesies. Beberapa spesies yang termasuk ke dalam classis Crustacea, antara lain *Daphnia*, *Cypris candida*, *Candona*, *Cyclops*, *Lepas*, kutu perahu (*Oniscus*), udang pengko (*Squilla*), udang air tawar, udang karang (*Panulirus*), udang galah (*Macrobrachium*), kepiting (*Portunus*), yuyu (*Paratelpusa maculata*), dan ketam.

b. Classis Arachnida

Laba-laba merupakan salah satu anggota classis Arachnida yang dikenal. Kata Arachnida berasal dari bahasa Yunani, yaitu *arachne* yang berarti laba-laba. Tubuh laba-laba terbagi atas cephalotoraks dan perut (abdomen). Tubuhnya dilengkapi dengan empat pasang kaki, namun tidak memiliki antena. Di bagian kepala, terdapat dua pasang mulut, yaitu kelisera yang berbentuk seperti catut dan pedipalpus yang berbentuk seperti gunting. Pedipalpus ini berfungsi untuk memegang. Umumnya, laba-laba hidup di tanah dan alat pernapasannya berupa paru-paru buku. Contoh Arachnida adalah laba-laba kalajengking (*Thelphonus coudotus*), ketunggeng (*Butus afer*), kalajengking biru (*Heterometrus cyapeus*), dan caplak kudis (*Sarcoptes scabei*).



Sumber: Biology: The Unity and Diversity of Life, 1995

Gambar 7.22

Laba-laba merupakan contoh spesies dari classis Arachnida.

c. Classis Myriapoda

Contoh spesies yang paling dikenal dari classis ini adalah keluwing (Gambar 7.23). Anda akan melihat kakinya sangat banyak, bahkan untuk keluwing dapat mencapai 3.000 kaki. Tidak heran jika hewan tersebut dinamakan kaki seribu.

Keluwing memiliki tubuh yang beruas-ruas. Pada setiap ruas terdapat kaki. Tubuhnya hanya terdiri atas kepala dan perut. Di kepalanya terdapat sepasang antena dan mulut. Myriapoda dikelompokkan menjadi ordo Diplopoda dengan contoh kaki seribu atau keluwing, serta ordo Chilopoda dengan contoh kelabang dan lipan. Keduanya hidup di darat dan bernapas dengan trakea.

d. Classis Insecta

Insecta adalah classis dengan jumlah anggota yang sangat banyak. Jumlah spesies Insecta dapat mencapai 675.000 spesies. Insecta dapat hidup hampir di seluruh habitat, kecuali di laut. Insecta dipelajari secara mendalam oleh bidang biologi, yaitu entomologi.

Tubuh Insecta terdiri atas ruas kepala (cephal), dada (toraks), dan perut (abdomen). Insecta memiliki tiga pasang kaki dan umumnya bersayap. Insecta memiliki satu pasang mata majemuk dan mata tunggal. Mata majemuk tersusun atas satuan-satuan yang disebut omatidium atau faset. Mata majemuk disebut juga mata faset.



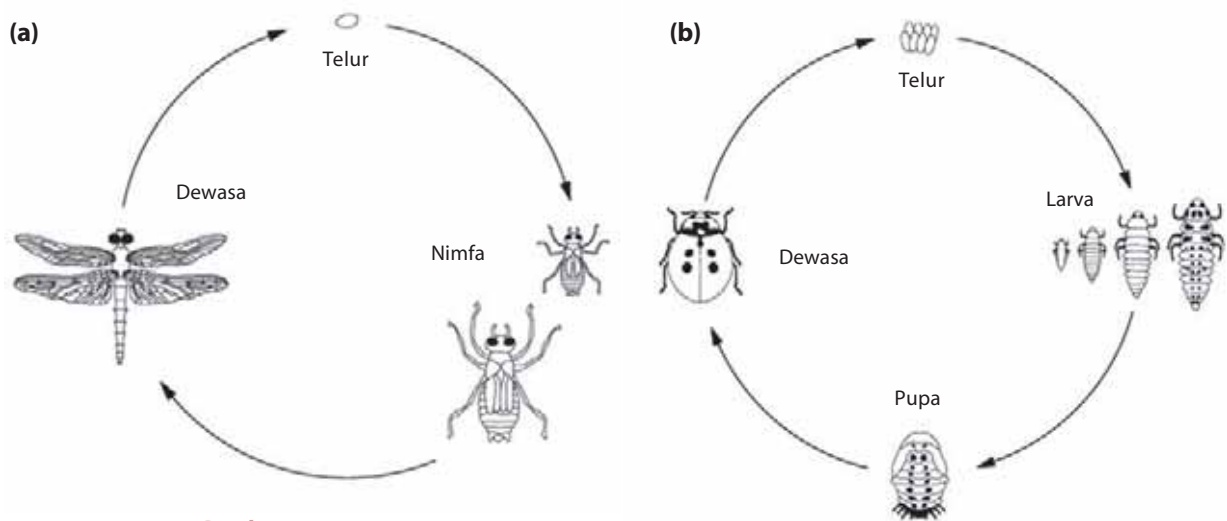
Sumber: Biology: The Unity and Diversity of Life, 1995

Gambar 7.23

Keluwing adalah anggota Myriapoda dengan jumlah kaki yang banyak.

Organ pernapasan pada Insecta adalah trakea. Lubang-lubang trakea disebut dengan spirakel. Spirakel terdapat di setiap samping segmen tubuh tengah dan segmen tubuh belakang. Insecta memiliki sistem saraf berupa tangga tali. Sistem peredaran darahnya terbuka, sudah memiliki jantung dan pembuluh punggung.

Pada umumnya, Insecta mengalami metamorfosis selama pertumbuhannya menjadi dewasa. Metamorfosis pada Insecta terbagi menjadi tiga, yaitu ametamorfosis, metamorfosis tidak sempurna (hemimetabola) dan metamorfosis sempurna (holometabola). Ametamorfosis atau tidak mengalami metamorfosis, biasa disebut ametabola. Bentuk tubuh serangga ini tetap sejak menetas hingga dewasa. Contoh spesies yang termasuk ametamorfosis adalah kutu buku (*Lepisma saccharina*). Pada metamorfosis tidak sempurna, bentuk tubuh kelompok serangga ini mengalami sedikit perubahan (Gambar 7.24a), yaitu pada saat tumbuhnya sayap. Insecta yang mengalami metamorfosis tidak sempurna adalah kecoa, belalang, capung, dan walang sangit.



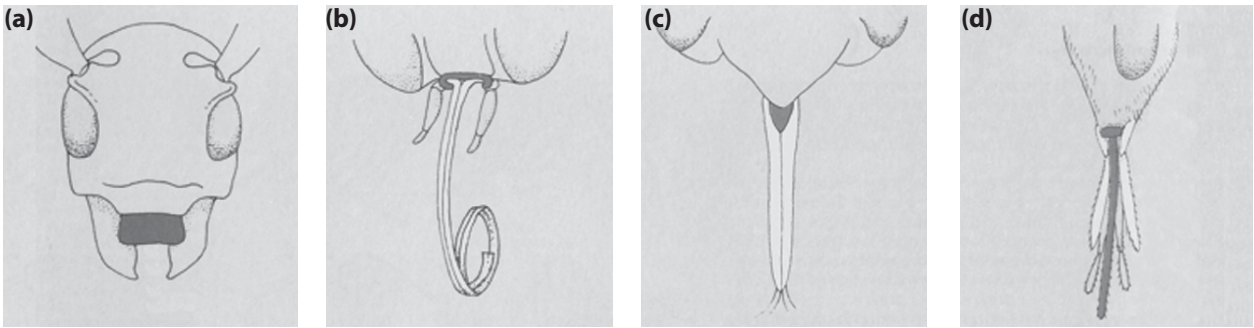
Gambar 7.24

Pertumbuhan pada Insecta terdiri atas
(a) metamorfosis tidak sempurna dan
(b) metamorfosis sempurna.

Sumber: www.pestworldforkids.org

Pada metamorfosis sempurna (Gambar 7.24b), Insecta mengalami beberapa fase, yaitu fase telur, larva, pupa, dan Insecta dewasa. Pada fase larva, Insecta akan makan terus-menerus untuk mengumpulkan energi sebanyak-banyaknya untuk menghadapi fase pupa (kepompong). Pada fase pupa, Insecta tidak melakukan aktivitas apapun. Setelah fase pupa, Insecta akan menjadi Insecta muda yang akan berkembang menjadi Insecta dewasa. Contoh spesies yang mengalami metamorfosis sempurna adalah kupu-kupu, lalat, dan kumbang.

Bentuk mulut Insecta beraneka ragam sesuai dengan fungsinya. Insecta memiliki beberapa tipe mulut sesuai dengan fungsinya, seperti mulut untuk menggigit, mulut untuk mengisap, dan kombinasi. Insecta dengan bentuk mulut menggigit, terdapat pada belalang, jangkrik, dan kecoa. Bentuk mulut mengisap terdapat pada kupu-kupu. Selain itu, ada Insecta dengan bentuk mulut kombinasi antara menusuk dan mengisap, misalnya nyamuk, serta bentuk mulut kombinasi antara menusuk dan menjilat, misalnya lalat.



Sumber: The Animal World,1995



Aktivitas Biologi 7.1

Mengelompokkan Hewan

Tujuan

Mampu mengelompokkan hewan dari phylum Arthropoda

Alat dan Bahan

1. Hewan-hewan Arthropoda (laba-laba, serangga, udang, dan kaki seribu)
2. Kaca pembesar

Langkah Kerja

1. Buatlah beberapa kelompok di kelas.
2. Masing-masing kelompok membawa hewan-hewan phylum Arthropoda yang berbeda.
3. Kelompokkan hewan-hewan tersebut ke dalam classis yang yang sesuai (Crustacea, Arachnida, Myriapoda, dan Insecta). Amati morfologi tubuh untuk mengetahui ciri-cirinya menggunakan kaca pembesar.
4. Masukkan data yang didapatkan ke dalam tabel seperti berikut.

No.	Nama Hewan	Classis				Ciri-Ciri
		Crustacea	Arachnida	Myriapoda	Insecta	

Pertanyaan

1. Apakah Anda mengalami kesulitan dalam melakukan pengelompokan hewan-hewan yang dibawa?
2. Berdasarkan pengamatan yang Anda lakukan, tuliskan ciri-ciri yang khas pada setiap classisnya.

Gambar 7.25

Beberapa bentuk mulut pada Insecta adalah
(a) menggigit,
(b) mengisap,
(c) menusuk dan mengisap,
(d) menusuk dan menjilat.

Kata Kunci

- Lofofor

12. Phylum Phoronida

Phoronida memiliki sekitar 15 spesies. Hewan ini mirip cacing. Hidup di dalam tabung yang terbentuk dari hasil sekresi hewan tersebut. Phoronida dapat ditemukan terkubur di dalam pasir, dekat bebatuan, karang atau objek lainnya di laut yang dangkal. Ukuran tubuh Phoronida berkisar antara 1 mm hingga 50 cm. Phoronida memiliki ciri khas, yaitu terdapat lofofor. Lofofor adalah lipatan cincin berongga yang mengelilingi mulut phoronida. Lofofor ini berasal dari tentakel makan atau tentakel yang berfungsi mengambil makanan. Contohnya adalah *Phoronis hippocrepia* (Gambar 7.26).



Sumber: Biological science,1986

Gambar 7.26

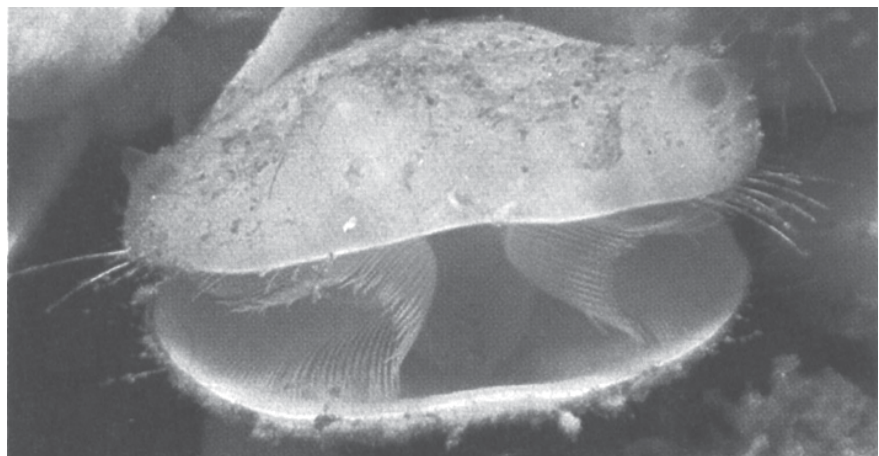
Phoronis hippocrepia merupakan contoh spesies dari Phylum Phoronida.

13. Phylum Bryozoa

Bryozoa dikatakan juga sebagai hewan lumut karena hewan kecil yang hidup berkoloni ini memiliki morfologi mirip dengan lumut. Hewan ini berukuran sangat kecil, yaitu kurang dari setengah milimeter panjangnya. Selain berkoloni, hewan ini merupakan sesil (menempel pada substrat). Bryozoa memiliki sekitar 5.000 spesies. Sebagian besar spesies ini hidup di perairan laut.

14. Phylum Brachiopoda

Brachiopoda disebut juga remis bercangkang (*clump shell*). Phylum ini hidup menempel pada substrat menggunakan tangkai (*stalk*). Hewan ini menempel secara permanen pada substrat di dasar laut. Jumlah Brachiopoda yang ada sekitar 330 spesies. Semuanya adalah hewan laut. Contoh spesies phylum ini adalah *Terebratulina* (Gambar 7.27).



Gambar 7.27

Contoh spesies dari phylum Brachiopoda, yaitu *Terebratulina*.

Sumber: Biological science, 1986

15. Phylum Echinodermata

Echinodermata pada umumnya merupakan hewan sesil, tetapi ada juga yang bergerak dengan lambat. Hewan ini memiliki simetri tubuh radial. Echinodermata merupakan hewan triploblastik selomata. Pada permukaan tubuhnya terdapat duri (*Echino* yang berarti landak dan *derma* artinya kulit).

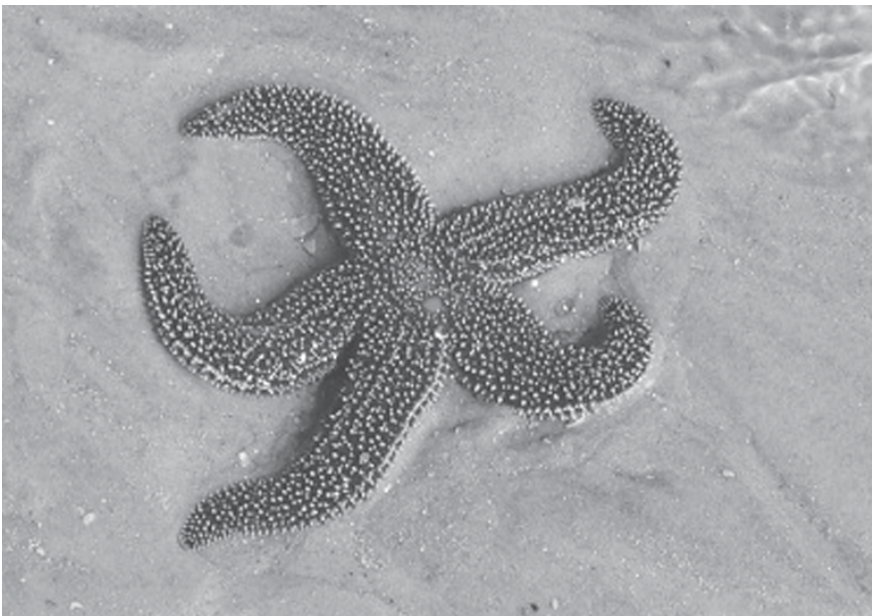
Bentuk atau morfologi Echinodermata bermacam-macam, ada yang seperti bintang, pipih, bulat, memanjang, dan bahkan seperti tumbuhan. Hewan ini memiliki ciri, yaitu memiliki rangka dalam (endoskeleton) yang berduri dan duri tersebut menembus kulit.

Echinodermata bereproduksi secara seksual. Dalam reproduksinya, dihasilkan gamet jantan dan gamet betina. Gamet jantan dan gamet betina ini dihasilkan dari individu yang berbeda. Echinodermata memiliki sekitar 7.000 spesies yang semuanya hidup di laut. Echinodermata dibagi menjadi lima classis, yaitu Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Crinoidea, dan Holothuroidea.

a. Classis Asteroidea

Asteroidea merupakan classis dari phylum Echinodermata yang struktur tubuhnya membentuk segilima. Classis ini dikenal juga sebagai bintang laut. Pada permukaan tubuhnya terdapat duri-duri pendek dan

tumpul. Duri-duri ini berasal dari endoskeleton. Tubuh Asteroidea yang berbentuk bintang ini berpusat pada cakram pusat. Contoh hewan classis Asteroidea adalah bintang laut (*Asterias forbesi*) (Gambar 7.28).



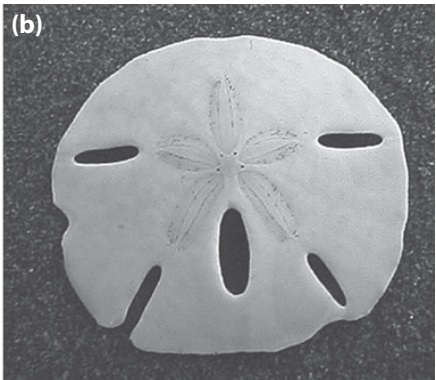
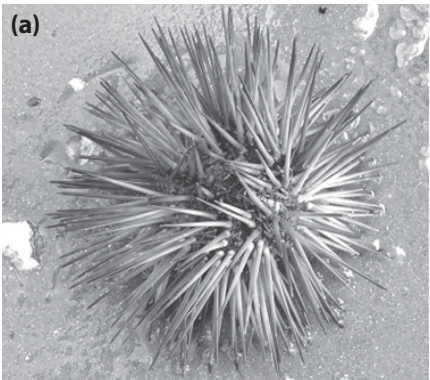
Sumber: www.jaxshells.org

b. Classis Ophiuroidea

Ophiuroidea disebut juga bintang ular laut (*ophio* = ular). Struktur tubuh classis ini mirip dengan Asteroidea, yaitu seperti bintang. Akan tetapi, Ophiuroidea memiliki lengan yang lebih pipih dan fleksibel dibandingkan dengan classis Asteroidea. Lengan Ophiuroidea apabila putus dapat tumbuh kembali karena memiliki daya regenerasi yang tinggi. Contoh spesies dari classis ini adalah *Ophiopholis aculeata* dan *Ophiothrix flagilis*.

c. Classis Echinoidea

Pada umumnya, classis Echinoidea memiliki bentuk tubuh seperti bola dan ada beberapa yang berbentuk pipih. Classis yang berbentuk bulat, pada bagian permukaan tubuhnya dipenuhi dengan duri-duri yang panjang. Classis ini juga tidak memiliki lengan. Contoh classis Echinoidea yang berbentuk bulat, yaitu landak laut (*Arbacia punctulata*) dan bulu babi (*Diadema saxatile*). Sama halnya dengan Echinoidea yang berbentuk bulat, Echinoidea yang tubuhnya pipih juga tidak memiliki lengan, contohnya *Sand dollar* (dolar pasir).



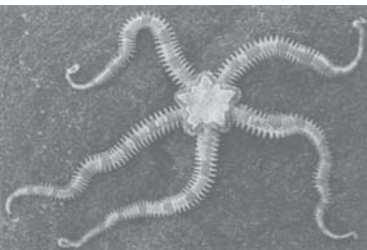
Sumber: www.johnbokma.com; www.jaxshells.org

Kata Kunci

- Cakram pusat
- Endoskeleton
- Regenerasi

Gambar 7.28

Bintang laut (*Asterias forbesi*) adalah contoh dari classis Asteroidea.



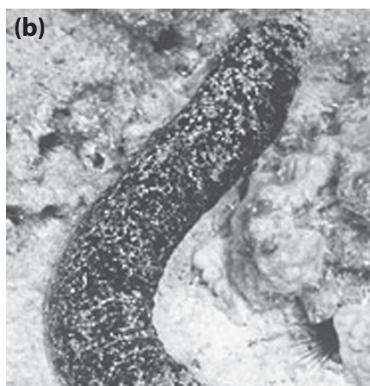
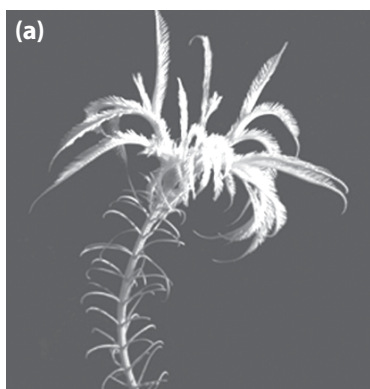
Sumber: *Biological Science*, 1986

Gambar 7.29

Contoh spesies dari classis Ophiuroidea (*Ophiothrix flagilis*).

Gambar 7.30

Contoh spesies dari classis Echinoidea.
(a) Landak laut (*Arbacia punctulata*) dan (b) Dolar pasir (*sand dollar*).



Sumber: www.biol.s.u-tokyo.ac;
www.marinelifephotography.com

Gambar 7.31

(a) Contoh spesies classis Crinoidea, yaitu *Metacrinus rotundus* dan (b) *Holothuria atra* merupakan contoh spesies dari classis Holothuroidea.

Kata Kunci

- Bumbung saraf dorsal
- Celah faring
- Notochord
- Pinula

d. Classis Crinoidea

Crinoidea disebut juga lili laut. Salah satu classis dari phylum Echinodermata ini memiliki morfologi seperti tumbuhan. Tubuh Crinoidea adalah simetri radial. Hewan ini juga memiliki lengan berjumlah lima atau kelipatannya dan terdiri atas cabang-cabang kecil yang disebut pinula. Lili laut hidup pada kedalaman kurang lebih 100 m. Contoh spesies ini adalah *Metacrinus rotundus* (Gambar 7.31a).

e. Classis Holothuroidea

Holothuroidea disebut juga mentimun laut atau teripang. Classis terakhir dari phylum Echinodermata ini, memiliki tubuh yang lunak dan tidak berduri. Mulut dan anus terletak pada bagian kutub yang berlawanan. Bagian mulut Holothuroidea dikelilingi oleh tentakel-tentakel pendek. Tentakel tersebut berfungsi membantu memasukkan makanan ke dalam mulut. Contoh spesies classis ini adalah *Holothuria atra* (Gambar 7.31b).

16. Phylum Chordata

Chordata merupakan phylum terakhir dari klasifikasi kingdom Animalia. Phylum Chordata adalah kelompok hewan yang memiliki ciri-ciri, antara lain memiliki notochord, bumbung saraf dorsal, dan celah faring. Semua embrio Chordata memiliki notochord. Notochord membentang secara longitudinal. Adapun bumbung saraf dorsal pada Chordata terbentuk dari bagian ektoderm. Celah faring pada Chordata merupakan alat mencerna makanan yang terbentuk dari mulut hingga anus.

Chordata memiliki tubuh simetris bilateral. Anggota phylum ini ada yang tersusun sederhana dan ada juga yang kompleks. Phylum Chordata terbagi atas tiga subphylum, yaitu Urochordata, Cephalochordata, dan Vertebrata. Agar Anda lebih jelas perhatikan uraian berikut.

a. Subphylum Urochordata

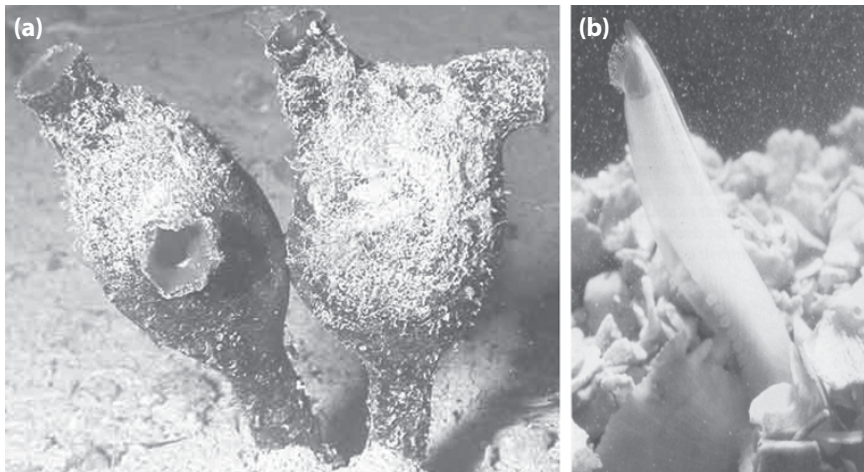
Urochordata merupakan subphylum Chordata yang berjumlah sekitar 2.000 spesies. Subphylum ini memiliki ciri *sessile* (menempel pada substrat lain), bertubuh kecil dan pendek. Anggota dari subphylum ini hidup di laut. Hewan dewasanya memiliki ciri hidup menetap, tetapi ada juga beberapa spesies yang hidup bebas.

Urochordata memakan makanannya secara mikrofag (memakan organisme mikro) dengan menggunakan mukus bersilia. Ciri lainnya dari subphylum ini, yaitu memiliki celah faring, sistem saraf tereduksi, dan tidak memiliki notochord. Reproduksi terjadi secara seksual meskipun hewan ini hermafrodit. Contoh spesies Urochordata adalah *Molgula sp.* (Gambar 7.32a)

b. Subphylum Cephalochordata

Cephalochordata adalah kelompok hewan yang memiliki jumlah spesies paling sedikit di antara subphylum Chordata lainnya, yaitu sekitar 200 spesies. Hewan ini hidup di perairan dangkal di sekitar pinggiran pantai dan di sela-sela bebatuan. Bentuk tubuh Cephalochordata pipih memanjang, memiliki notochord, celah faring, dan bumbung dorsal yang berkembang dengan baik.

Adapun reproduksi subphylum ini terjadi secara seksual. Gamet jantan dan gamet betina dihasilkan oleh individu yang berbeda. Fertilisasi terjadi secara eksternal. Contoh spesies dari subphylum Cephalochordata adalah *Amphioxus* (Gambar 7.32b).



Sumber: www.mieliestronk

Gambar 7.32

(a) *Molgula* merupakan contoh spesies dari subphylum Urochordata.
(b) *Amphioxus* merupakan contoh spesies dari subphylum Cephalochordata.

c. Subphylum Vertebrata

Subphylum Vertebrata memiliki jumlah spesies paling banyak di antara anggota phylum Chordata lainnya. Vertebrata berjumlah sekitar 40.000 spesies. Vertebrata memiliki karakteristik yang unik. Vertebrata memiliki rangka dalam yang disebut endoskeleton. Endoskeleton terbentuk dari kartilago dan tulang. Kartilago merupakan suatu jaringan yang tersusun dari materi yang fleksibel. Adapun tulang merupakan struktur yang tersusun dari materi yang tidak fleksibel.

Ciri-ciri lain Vertebrata, yaitu hewan ini telah memiliki sistem sirkulasi tertutup, sistem pengeluaran, dan sistem pernapasan yang berkembang biak. Adapun reproduksi seksualnya, gamet jantan dan gamet betina dihasilkan oleh individu yang berbeda. Fertilisasi terjadi secara internal dan eksternal. Dalam proses reproduksinya, Vertebrata ada yang bertelur (ovipar), melahirkan (vivipar), dan bertelur-melahirkan (ovovivipar).

Vertebrata diklasifikasikan menjadi delapan classis, yaitu Agnatha, Placodermi, Chondrichthyes, Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Aves, dan Mammalia. Classis Placodermi telah punah pada masa lalu. Para Ilmuwan menentukan Placodermi sebagai classis dari subphylum Vertebrata melalui penemuan fosil-fosil. Adapun untuk ketujuh classis lainnya, memiliki karakteristik yang khas pada setiap classisnya. Perhatikanlah uraian dalam Tabel 7.1 berikut.

Tabel 7.1 Karakteristik Utama Classis-Classis pada Vertebrata

Classis	Karakteristik Utama	Contoh
Agnatha	Vertebrata tidak berahang; rangka bertulang rawan memiliki notochord selama hidupnya; habitat di air laut dan tawar; dan bagian anggota badannya tidak terlalu banyak.	<i>Lamprey</i>
Condrihthyes	Ikan bertulang rawan; rangka bertulang rawan; memiliki rahang; notochord berkembang digantikan vertebrata pada saat dewasa; respirasi menggunakan insang; fertilisasi secara internal; dan memiliki gurat sisi.	Hiu, dan ikan pari
Osteichthyes	Ikan bertulang keras; rangka bertulang rawan; memiliki rahang; sebagian besar speciesnya mengalami fertilisasi secara eksternal dengan	Ikan mas, dan Tuna



Fakta Biologi

Hewan Mammalia air tercepat adalah paus pembunuh yang dapat berenang di air dengan kecepatan 55 km/jam.

Sumber: *How Animal Life*, 2004

Kata Kunci

- Ovipar
- Ovovipar
- Vivipar

Logika Biologi

Seekor lumba-lumba selalu muncul ke permukaan air. Apakah yang dilakukan lumba-lumba tersebut? Adakah kemungkinannya apabila lumba-lumba tersebut hidup di darat?



Fakta Biologi

Seekor elang yang terbang di udara dapat melihat kelinci mangsanya bergerak dari jarak sejauh 5 km.

Sumber: *How Animal Life*, 2004

Amphibia	dihasilkannya jumlah telur yang cukup banyak; respirasi menggunakan insang; dan habitat di air tawar dan laut. Bagian tubuhnya teradaptasi untuk bergerak di daratan; dan kebanyakan speciesnya mengalami metamorfosis, yaitu pada saat larva berada di air dan setelah dewasa berada di daratan.	Katak
Reptillia	Tetrapoda (berkaki empat) yang hidup di darat; kulit bersisik; respirasi menggunakan paru-paru; dan telur terbungkus oleh cangkang.	Ular, kadal, kura-kura, dan buaya
Aves	Tetrapoda berbulu; lengan depan termodifikasi menjadi sayap; respirasi menggunakan paru-paru; endoterm (suhu badan tidak dipengaruhi suhu lingkungan); fertilisasi internal; telur terbungkus cangkang; dan memiliki penglihatan yang tajam.	Burung
Mammalia	Hewan tetrapoda; mengandung kelenjar mammae; memiliki rambut; bernapas dengan paru-paru; dan endoterm.	Platypus, kanguru, dan monyet.

Sumber: *Biology*, 1998

Tes Kompetensi Subbab B

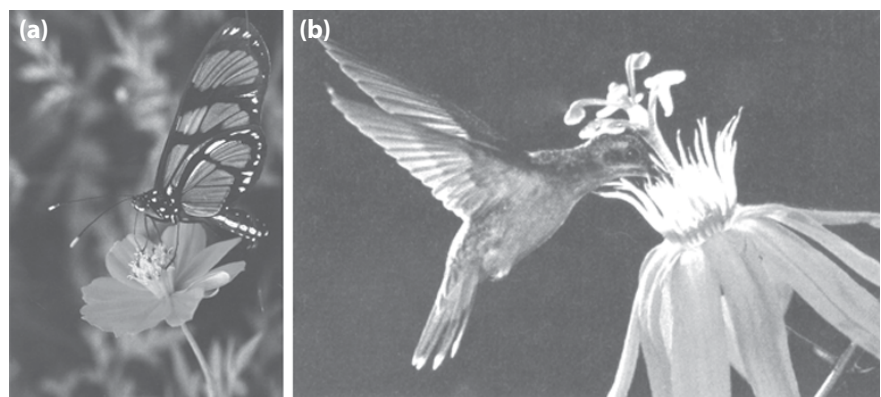
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Apa perbedaan Cephalopoda dan Gastropoda?
2. Pada Phylum Chordata, terdiri atas tiga subphylum. Tuliskan ketiga subphylum tersebut.
3. Pada vertebrata, dalam proses reproduksinya terdiri atas tiga macam. Tuliskan oleh Anda.
4. Terangkan oleh Anda perbedaan metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna.

C. Peranan Kingdom Animalia bagi Kehidupan

Di dalam kehidupan ini Animalia memiliki peran yang cukup penting bagi seluruh organisme terutama manusia. Misalnya, sebagai bahan makanan, obat-obatan, bahan penelitian, dan lainnya. Adapun bagi makhluk lainnya, seperti tumbuhan, Animalia membantu dalam proses reproduksinya, contohnya dalam penyerbukan.

Secara garis besar, Animalia memiliki peran yang positif (menguntungkan) dan negatif (merugikan). Berikut akan diuraikan manfaat Animalia baik yang menguntungkan maupun yang merugikan.



Gambar 7.33

Proses penyerbukan tumbuhan yang dibantu oleh (a) serangga dan (b) burung.

Sumber: www.mieliestronk

1. Peran Animalia yang Menguntungkan

Seperti telah disebutkan sebelumnya, Animalia memiliki peran yang menguntungkan, misalnya sebagai bahan makanan. Banyak anggota Animalia yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan, contohnya sapi, ayam, dan domba. Daging dari hewan-hewan tersebut oleh manusia dari hewan-hewan tersebut oleh manusia dimanfaatkan sebagai bahan makanan. Adapun Animalia yang dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan, contohnya lintah (*Hirudo medicinalis*). Hewan ini mampu menghasilkan senyawa yang dapat membunuh kuman (antiseptik).

Animalia pun dapat dimanfaatkan sebagai bahan penelitian contohnya mencit (*Mus musculus*). Hewan ini sering digunakan sebagai bahan penelitian, seperti uji coba suatu pengaruh senyawa kimia terhadap sistem biologis makhluk hidup, khususnya manusia. Selanjutnya, dari hasil penelitian tersebut dimanfaatkan untuk kepentingan manusia. Dapatkah Anda menyebutkan contoh jenis hewan lainnya beserta manfaat positifnya.

2. Peran Animalia yang Merugikan

Selain peran yang menguntungkan, Animalia juga memiliki peran yang merugikan. Misalnya, dapat menyebabkan penyakit, merusak bahan bangunan, menimbulkan gangguan pada manusia, dan lain-lain. Anggota Animalia yang menyebabkan penyakit, contohnya nyamuk *Aedes aegypti*. Nyamuk tersebut merupakan vektor penyakit demam berdarah.

Hewan lain yang menimbulkan kerugian, penyebab rusaknya bangunan adalah rayap. Rayap mampu merusak bahan bangunan, terutama kayu dan membuatnya menjadi keropos. Hal tersebut dapat mengakibatkan kerugian besar bagi manusia yang memiliki bangunan kayu. Adapun hewan lain yang menimbulkan gangguan pada manusia, contohnya adalah kutu kepala (*Pediculus capitis*), kutu busuk (*Cymex rotundus*), dan kutu buku (*Lepisma saccharina*).



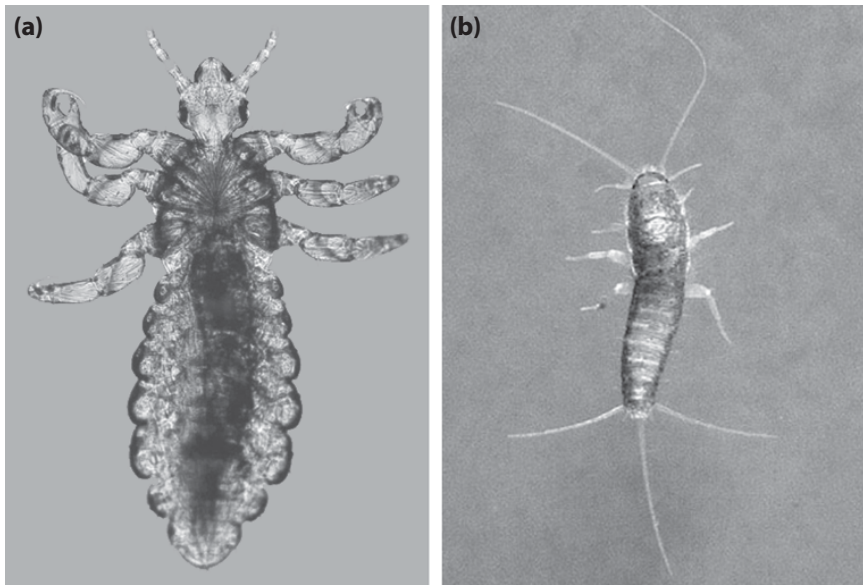
Sumber: www.mieliestronk

Gambar 7.34

Spesies dari Animalia yang menguntungkan contohnya sapi.

Kata Kunci

- Antispetik



Sumber: www.kebumen.go; www.mieliestronk

Gambar 7.35

Contoh Animalia yang merugikan pada manusia, yaitu (a) *Pediculus capitis* (kutu kepala) dan (b) *Lepisma saccharina* (kutu buku).

Tugas Anda 7.1

Buatlah sebuah laporan mengenai peran Animalia di dalam kehidupan. Peran Animalia ini bisa menguntungkan dan merugikan. Setelah laporan selesai, hasil dari laporan didiskusikan di depan kelas.

Tes Kompetensi Subbab C

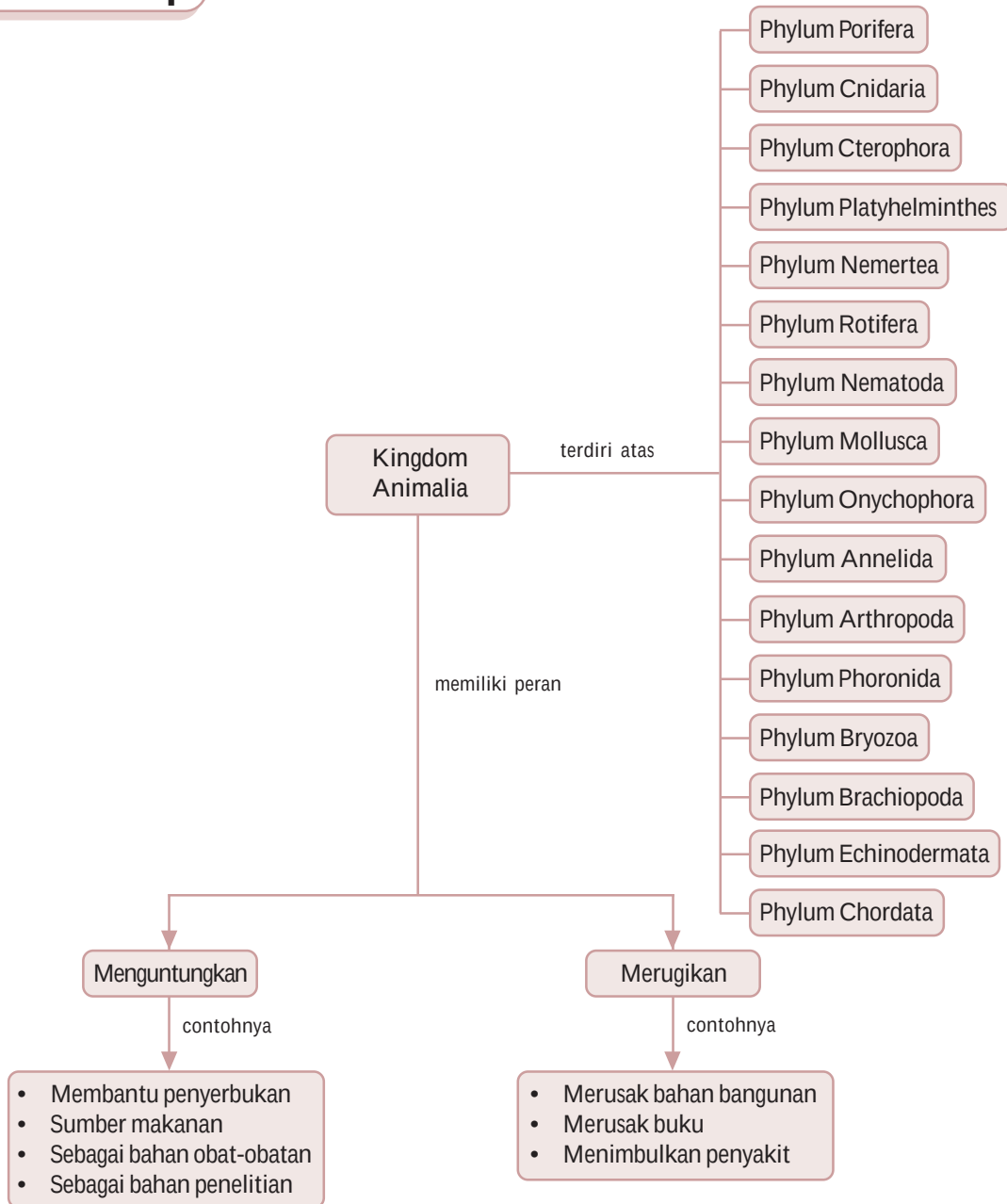
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Apakah manfaat Animalia bagi organisme lain khususnya tumbuhan? Jelaskan dan berikan contohnya.
2. Tuliskan contoh spesies yang merugikan bagi manusia.

Rangkuman

1. Kingdom Animalia merupakan kelompok makhluk hidup yang diduga memiliki anggota paling banyak.
2. Kingdom Animalia dikelompokkan berdasarkan ada tidaknya tulang belakang. Berdasarkan pengelompokan tersebut Animalia dibagi menjadi dua kelompok, yaitu vertebrata dan invertebrata. Dilihat dari simetri tubuhnya, Animalia dibedakan atas simetri radial dan simetri bilateral.
3. Berdasarkan ada tidaknya tulang belakang, Kingdom Animalia dibagi menjadi 16 phylum. Setiap phylumnya memiliki ciri dan morfologi yang berbeda.
4. Pada phylum Arthropoda, yaitu classis Insecta pada masa hidupnya mengalami masa perkembangan. Masa perkembangan pada Insecta ini disebut metamorfosis. Metamorfosis ini terdiri atas dua jenis, yaitu metamorfosis sempurna (holometabola) dan metamorfosis tidak sempurna (hemimetabola).
5. Dalam kehidupan ini kingdom Animalia memiliki peran yang banyak. Secara umum peran kingdom Animalia terdiri atas dua macam, yaitu menguntungkan dan merugikan.

Peta Konsep

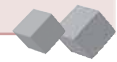


Refleksi

Bagaimanakah pendapat Anda setelah mempelajari materi Kingdom Animalia ini? Menarik, bukan? Banyak hal yang bisa Anda dapatkan setelah mempelajari bab ini? Misalnya, Anda dapat mengetahui pembagian dan pengelompokan kingdom Animalia serta peranan kingdom Animalia bagi kehidupan ini.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu mendeskripsikan ciri-ciri phylum dalam dunia hewan dan peranannya bagi kehidupan. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut?

Apabila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, diskusikanlah bersama teman-teman Anda. Kemudian, bertanyalah pada guru Anda untuk memecahkan permasalahan-permasalahan berkenaan dengan materi kingdom Animalia ini. Agar Anda mampu memahami bab ini dengan baik, pastikanlah Anda menguasai materi dengan belajar lebih giat.



Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

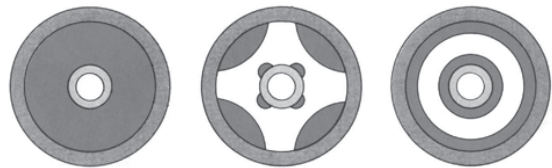
- Pengklasifikasian secara umum pada kingdom Animalia didasarkan pada
 - ada tidaknya sayap
 - ada tidaknya tulang belakang
 - ada tidaknya kaki
 - pola makan
 - pergerakan
- Oskulum pada porifera berfungsi sebagai
 - penyerapan air
 - masuknya makanan
 - alat pencernaan
 - pengeluaran sisa makanan
 - penyerapan makanan
- Bagian tubuh phylum Cnidaria yang mengandung racun dan berfungsi untuk melumpuhkan musuhnya adalah
 - tentakel
 - mesoglea
 - medusa
 - polip
 - nematokist
- Berikut ini hewan yang disebut juga sebagai cacing isap adalah
 - Trematoda
 - Cestoda
 - Turbellaria
 - Rotifera
 - Nemertea
- Reproduksi aseksual pada planaria dilakukan dengan cara
 - konjugasi
 - pembelahan biner
 - tranduksi
 - fragmentasi
 - fertilisasi
- Hewan yang termasuk dalam classis Turbellaria adalah
 - Schistosoma mansoni*
 - Ascaris lumbricoides*
 - Dugesia*
 - Ancylostoma duodenale*
 - Wuchereria bancrofti*
- Berikut ini cacing yang *tidak* bersifat parasit pada manusia adalah
 - Hirudo medicinalis*
 - Ascaris lumbricoides*
 - Schistosoma mansoni*
 - Trichinella spiralis*
 - Oxyuris vermicularis*
- Pada Mollusca terdapat organ yang bernama radula. Radula adalah
 - cangkang
 - rangka luar
 - gigi
 - mantel
 - kaki
- Contoh Cephalopoda yang memiliki cangkang adalah
 - Loligo*
 - Octopus*
 - Sepia*
 - Nautilus*
 - Kimax*
- Sekat yang membatasi tiap segmen pada Annelida disebut
 - septa
 - annulus
 - parapodia
 - sucker
 - sefal
- Spesies yang termasuk classis Oligochaeta adalah
 - Hirudo medicinalis*
 - Pheretima* sp.
 - Lysidice oele*
 - Haemadipsa javanica*
 - Ascaris lumbricoides*
- Tahapan yang benar mengenai holometabola adalah ...
 - telur – larva – pupa – imago
 - telur – larva – imago – pupa
 - telur – pupa – larva – imago
 - telur – imago – larva – pupa
 - telur – pupa – imago – larva
- Jika ditemukan hewan dengan ciri bentuknya seperti bintang dengan lengan yang kaku, pada permukaan tubuhnya terdapat duri-duri pendek, dan tumpul, maka hewan tersebut tergolong dalam classis ...
 - Ophiuroidea
 - Holothuroidea
 - Crinodea
 - Echinoidea
 - Asteroidea
- Bagaimanakah cara yang lebih baik untuk mencegah penyebaran cacing hati yang merupakan parasit pada manusia dan ternak adalah
 - membunuh populasi ikan
 - membunuh populasi siput
 - mencegah pengeluaran telur cacing dari kotoran ternak
 - mencegah perkembangan larva
 - membubuhkan zak kimia pembasmi larva ke dalam air kolam
- Cacing tambang menginfeksi manusia secara aktif dalam bentuk
 - mirasidium
 - kista
 - telur
 - cacing dewasa
 - larva
- Ascaris lumbricoides* mendapatkan nutrisi dari manusia dengan cara
 - mengisap darah dari dinding usus
 - berkoloni di usus besar
 - mengisap sari makanan dari usus

- d. berkoloni di lambung
- e. menyisip dan mengisap darah dalam hati
17. Penyakit Anemia akut dapat disebabkan oleh parasit, yaitu
 - a. cacing ascaris
 - b. cacing tambang
 - c. *Trichinella*
 - d. cacing kremi
 - e. cacing pita
18. Berikut ini yang *bukan* merupakan ciri Arthropoda adalah
 - a. mengalami pergantian kulit
 - b. memiliki rangka luar
 - c. sistem pencernaan lengkap
 - d. bernapas dengan insang, trakea atau paru-paru buku
 - e. peredaran darah tertutup
19. Berikut ini yang *bukan* ciri dari subphylum Vertebrata adalah
 - a. memiliki tulang punggung
 - b. tulang berfungsi sebagai pelindung
 - c. memiliki sistem sirkulasi terbuka
 - d. memiliki anggota tubuh yang berpasangan
 - e. memiliki sistem pengeluaran dan pernapasan yang efisien
20. Suatu individu termasuk pada classis Agnatha jika memiliki ciri
 - a. tidak memiliki rahang
 - b. bertulang keras
 - c. memiliki sepasang celah insang tertutup
 - d. bernapas dengan paru-paru
 - e. memiliki pendeteksi yang disebut linea lakteralis
21. Suatu pengamatan tentang hewan menyatakan suatu hewan memiliki ciri dapat hidup di air dan di darat, memiliki *saccus vocalis*, termasuk dalam organisme polikilotherm, maka hewan tersebut termasuk dalam classis
 - a. Agnatha
 - b. Amphibia
 - c. Reptillia
 - d. Aves
 - e. Mammalia
22. Contoh Mammalia bertelur dan disebut juga hewan peralihan Aves dan Mammalia adalah
 - a. oposum
 - b. marsupial
 - c. rodentia
 - d. *Platypus*
 - e. microceroptera

23. Subphylum yang memiliki ciri *sessile*, bertubuh kecil dan pendek, makan secara mikrofag adalah
 - a. Chordata
 - b. Vertebrata
 - c. Cephalochordata
 - d. invertebrata
 - e. Urochordata
24. Berikut ini persamaan Aves dan Mammalia adalah
 - a. permukaan tubuh ditutupi oleh bulu
 - b. kaki bersisik
 - c. bersifat homoioterm
 - d. perkembangan embrio di dalam tubuh
 - e. lubang ekskresi dan reproduksi menyatu
25. Contoh hewan yang bermanfaat di bidang kesehatan yaitu untuk mengisap darah pada infeksi adalah
 - a. *Mus musculus*
 - b. *Pediculus capitis*
 - c. *Hirudo medicinalis*
 - d. *Cymex rotundus*
 - e. *Ascaris lumbricoides*

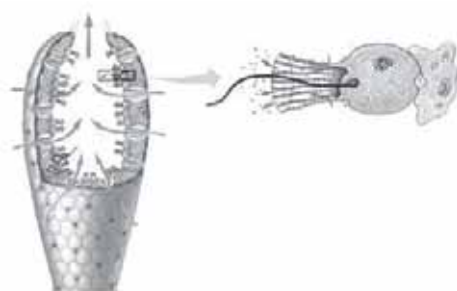
B. Soal Uraian

1. Sebutkan ciri umum kelompok Animalia.
2. Perhatikan gambar berikut.



Dari gambar tersebut, tuliskan masing-masing tipe rongga tubuh dan penjelasannya sehingga dapat terlihat perbedaannya.

3. Berdasarkan gambar berikut, jelaskan alur pencernaan pada phylum Porifera



4. Jelaskan perbedaan Bivalvia, Cephalopoda, dan Gastropoda.
5. Sebutkan 6 classis yang tergolong dalam subphylum Vertebrata beserta contoh spesiesnya.

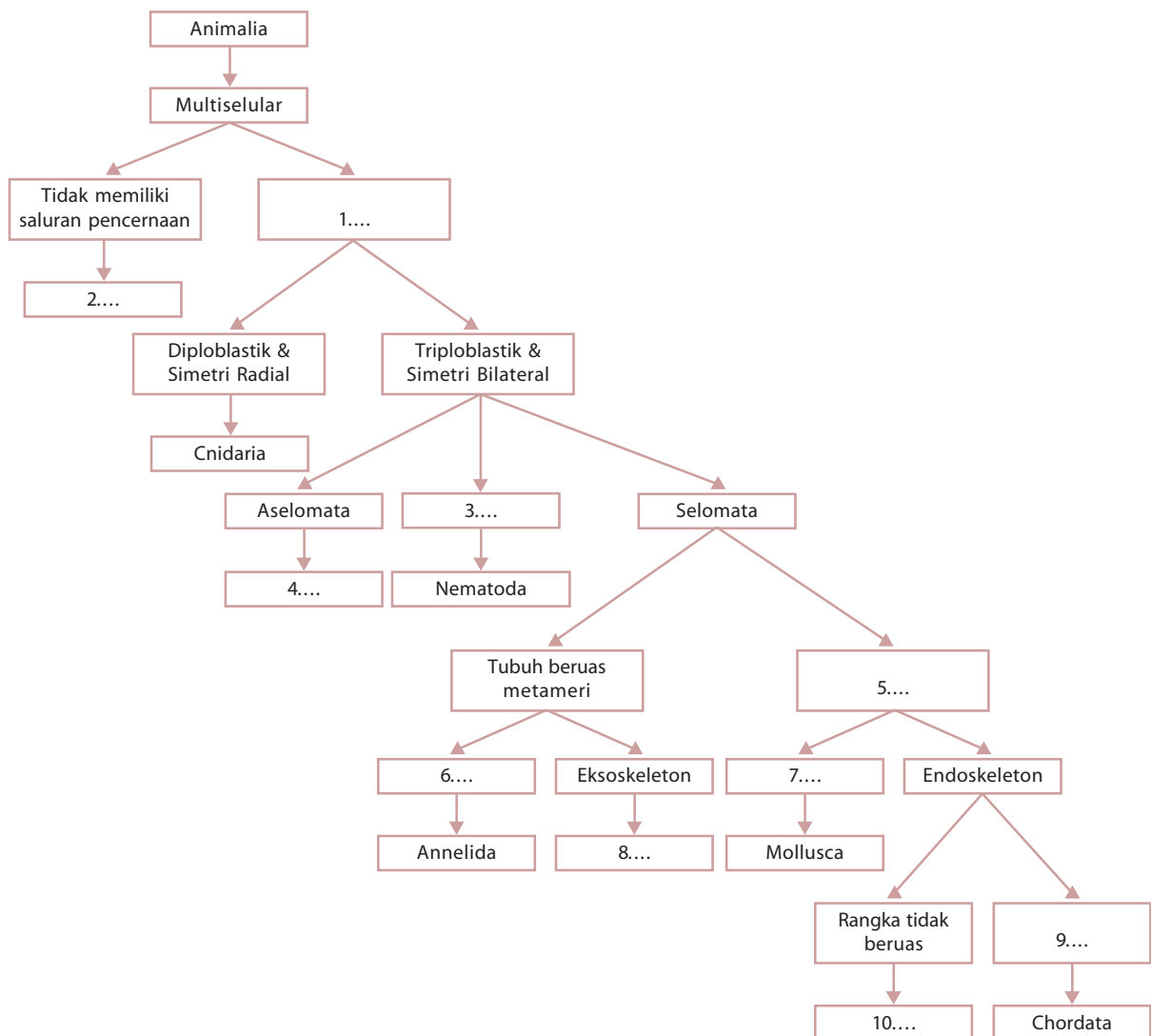
C. Soal Tantangan

- Perhatikan gambar berikut.



Gambar tersebut memperlihatkan gurita dan *Nautilus*.

- Perbedaan apakah yang terletak di antara keduanya?
 - Termasuk kelompok apakah keduanya?
 - Apakah ciri yang khas pada *Nautilus*?
- Lengkapilah kotak yang kosong pada bagan berikut.



Bab 8



Sumber: www.btinternet.com

Ekosistem danau ini terdiri atas komponen abiotik dan komponen biotik.

Ekosistem

Hasil yang harus Anda capai:

menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi, dan energi serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem.

Setelah mempelajari bab ini, Anda harus mampu:

- mendeskripsikan peran komponen ekosistem dalam aliran energi dan daur biogeokimia serta pemanfaatan komponen ekosistem bagi kehidupan.

Makhluk hidup di bumi ini tidak dapat hidup sendiri, baik hewan, tumbuhan, maupun manusia. Semua makhluk hidup akan saling berinteraksi, baik itu dengan sesama makhluk hidup maupun dengan lingkungannya. Seluruh interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya akan membentuk suatu ekosistem.

Apakah ekosistem itu? Terdiri atas apa sajakah komponen abiotik dan komponen biotik dalam suatu ekosistem tersebut? Apakah interaksi yang terjadi di dalam ekosistem merugikan ataukah menguntungkan?

Semua pertanyaan tersebut dapat Anda ketahui jawabannya setelah Anda selesai mempelajari seluruh materi pada Bab Ekosistem ini. Oleh karena itu, pelajarilah bab ini dengan saksama.

- A. Komponen Ekosistem**
- B. Tipe-Tipe Ekosistem**
- C. Suksesi**
- D. Peran Komponen Ekosistem**
- E. Pemanfaatan Komponen Ekosistem bagi Kehidupan**

Tes Kompetensi Awal

1. Apakah yang dimaksud dengan ekosistem?
2. Sebutkan komponen-komponen ekosistem?
3. Apakah manfaat komponen ekosistem bagi kehidupan ini?

A. Komponen Ekosistem

Semua organisme memerlukan energi dan materi untuk kelangsungan hidupnya. Energi tersebut diperoleh dari lingkungannya. Produsen, contohnya pada tumbuhan, memerlukan cahaya, air, oksigen, dan karbon dioksida untuk membentuk nutrisi sebagai sumber energinya. Adapun pada hewan, contohnya serangga, membutuhkan produsen sebagai sumber energinya. Serangga pun nantinya akan dimakan oleh konsumen yang lebih tinggi. Hal ini akan berlangsung terus sehingga akan terjadi aliran energi dan materi. Hal ini akan membentuk suatu siklus atau daur di suatu lingkungan yang sistematis. Semua proses tersebut disebut juga **ekosistem**.

Menurut Campbell (2006: 754), ekosistem merupakan interaksi organisme hidup dengan lingkungan abiotiknya yang terjadi di dalam suatu komunitas. Masih ingatkah Anda mengenai komunitas? **Komunitas** merupakan kumpulan beberapa populasi dari berbagai spesies yang hidup di suatu tempat.

Di dalam suatu ekosistem, interaksi antara organisme hidup dan lingkungannya, melibatkan komponen-komponen, yaitu komponen abiotik dan komponen biotik. Komponen tersebut mampu memengaruhi perubahan yang terjadi di suatu ekosistem. Terdiri atas apa sajakah komponen abiotik dan komponen biotik? Agar Anda lebih memahami komponen-komponen dalam ekosistem, perhatikan uraian berikut.

1. Komponen Abiotik

Komponen abiotik merupakan segala hal selain makhluk hidup, misalnya suhu, air, cahaya matahari, angin, bebatuan, dan tanah. Komponen abiotik dapat memengaruhi komponen biotik, begitu pula sebaliknya.

a. Suhu

Suhu lingkungan merupakan faktor yang sangat penting bagi distribusi atau penyebaran suatu organisme. Hal tersebut karena suhu dapat memengaruhi proses biologis dan kemampuan suatu organisme dalam mengatur (regulasi) suhu tubuhnya secara tepat.

Sel dari suatu makhluk hidup dapat pecah apabila suhu lingkungannya di bawah 0°C karena cairan di dalam sel membeku. Begitu pun apabila suhu lingkungan berada di atas 45°C, protein yang terdapat di sebagian besar organisme dapat terdenaturasi atau rusak. Hanya sedikit jumlah organisme yang dapat melakukan metabolisme pada suhu yang sangat rendah ataupun suhu yang tinggi, contohnya burung penguin. Burung ini dapat beradaptasi terhadap suhu lingkungan yang sangat ekstrim di bawah nol. Suatu ekosistem dapat memiliki suhu yang berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti angin dan cahaya matahari.

Kata Kunci

- Ekosistem
- Komunitas
- Komponen abiotik
- Komponen biotik



Sumber: www.webkwestie.nl

Gambar 8.1

Burung penguin merupakan hewan yang mampu hidup pada suhu lingkungan yang rendah.

b. Air

Air merupakan komponen yang sangat penting bagi kehidupan. Persediaan air di setiap habitat berbeda secara kualitas maupun kuantitas. Organisme yang hidup di daerah perairan maupun daratan berbeda dalam menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Organisme yang hidup di air, seperti air tawar maupun air laut harus beradaptasi dengan keadaan air sekitarnya. Misalnya, organisme yang hidup di laut harus beradaptasi dengan kadar garam (salinitas) air laut. Adapun organisme yang hidup di daratan beradaptasi sesuai dengan habitatnya, seperti gurun, hutan tropis, dan savana.

Di dalam suatu ekosistem, air dapat memengaruhi organisme yang hidup di dalamnya. Faktor-faktor yang dapat memengaruhi organisme dalam suatu ekosistem tersebut, yaitu suhu air, salinitas air, dan tingkat keasaman air.



Sumber: www1.istockphoto.com

c. Cahaya Matahari

Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi seluruh organisme hidup. Cahaya matahari menyediakan energi yang memengaruhi suatu ekosistem. Di daratan, tumbuhan menggunakan cahaya matahari untuk melangsungkan proses fotosintesis. Adapun di laut, alga dan Cyanobacteria menggunakan cahaya untuk melakukan fotosintesis.

Di dalam suatu ekosistem tertentu, intensitas cahaya bukanlah faktor utama bagi pertumbuhan suatu tumbuhan. Akan tetapi, di hutan-hutan yang tumbuhannya besar, tinggi, dan memiliki tudung (kanopi), tumbuhan kecil di bawahnya akan mengalami kompetisi dengan sesama tumbuhan lainnya untuk mendapatkan cahaya.

Cahaya juga sangat penting bagi perkembangan dan tingkah laku beberapa spesies tumbuhan dan hewan yang sensitif terhadap cahaya, terutama terhadap lamanya waktu siang (*day time*) dan lamanya waktu malam (*night time*). Misalnya, waktu berbunga pada tumbuhan dan saat beraktivitas pada hewan. Hewan yang beraktivitas pada malam hari atau **nokturnal** contohnya burung hantu. Adapun pada tumbuhan, ada jenis tumbuhan yang berbunga apabila waktu malam lebih lama dari waktu siang, begitu juga sebaliknya.

Kata Kunci

- Nokturnal
- Salinitas

Gambar 8.2

Air merupakan komponen abiotik yang diperlukan oleh organisme lain.



Sumber: www.wikimedia.org

Gambar 8.3

Burung hantu merupakan hewan yang beraktivitas pada malam hari.

d. Angin

Angin dapat memengaruhi suhu lingkungan serta organisme yang hidup di dalamnya. Angin dapat memengaruhi organisme, seperti meningkatkan penguapan (evaporasi) pada hewan sehingga suhu tubuhnya berkurang dan meningkatkan transpirasi pada tumbuhan. Angin juga memiliki pengaruh yang positif bagi tumbuhan, seperti membantu penyerbukan tumbuhan.

e. Bebatuan dan Tanah

Struktur fisik, pH, dan komposisi mineral dari bebatuan dan tanah dapat memengaruhi jenis dan distribusi tumbuhan serta hewan yang memakan tumbuhan di atas tanah tersebut. Tanah merupakan media pertumbuhan dan tempat hidup bagi makhluk hidup. Misalnya, bagi tumbuhan, tanah merupakan tempat menancapkan akar dan sumber nutrisi. Adapun bagi sebagian hewan, tanah merupakan sarana untuk tempat tinggal serta berlindung dari pemangsa. Dapatkah Anda menyebutkan contoh lainnya?

Kata Kunci

- Individu
- Populasi
- Komunitas

2. Komponen Biotik

Komponen biotik meliputi makhluk hidup. Komponen biotik terdiri atas manusia, hewan, tumbuhan serta organisme hidup lainnya. Sesama komponen biotik ini dalam suatu ekosistem terjadi interaksi. Interaksi yang terjadi dapat memengaruhi kepadatan maupun penyebaran suatu spesies dalam suatu ekosistem.

Di dalam suatu ekosistem, setiap komponen biotik memiliki cara hidup berbeda dengan komponen biotik yang lainnya sehingga interaksi yang terjadi dapat menghasilkan berbagai macam karakter dalam suatu ekosistem. Interaksi yang terjadi ini tidak hanya antarkomponen biotik, tetapi juga dengan komponen abiotiknya sebagai lingkungan tempat komponen biotik hidup.

Misalnya, di padang rumput interaksi yang terjadi antarkomponen biotiknya adalah antara tumbuhan dan binatang herbivora (pemakan tumbuhan). Hal tersebut memunculkan karakter, bahwa di padang rumput hewan dominan yang hidup adalah hewan herbivora. Adapun interaksi antara komponen biotik dan komponen abiotiknya, misalnya karakter kecepatan angin di daerah padang rumput dan tumbuhan semak (rumput). Kecepatan angin di daerah ini cukup kencang karena tumbuhan yang ada hanya tumbuhan kecil seperti semak sehingga tidak ada penghalang angin melewati daerah tersebut.

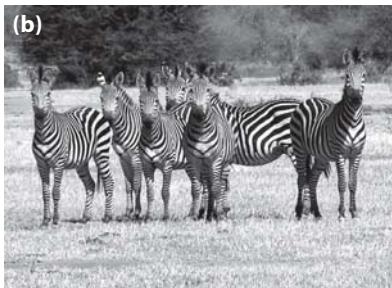
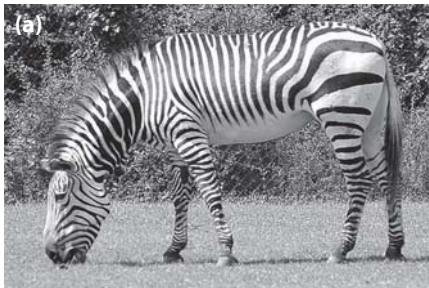
3. Satuan Organisasi dalam Ekosistem

Ekosistem merupakan suatu kesatuan fungsional yang cukup kompleks. Di dalamnya terdapat komponen abiotik dan biotik yang saling berhubungan atau berinteraksi. Di dalam suatu ekosistem terdapat satuan organisasi yang berbeda. Satuan organisasi yang menyusun ekosistem terdiri atas **individu**, **populasi**, dan **komunitas**.

Individu merupakan satuan fungsional yang paling kecil di dalam suatu ekosistem. Individu adalah organisme yang hidupnya berdiri sendiri dan secara fisiologi bersifat bebas, misalnya satu ekor monyet. Satu ekor monyet ini merupakan organisme yang hidupnya berdiri sendiri. Dapatkah Anda menyebutkan contoh individu lainnya?

Tingkat organisasi selanjutnya dalam suatu ekosistem, disebut populasi. Apakah Anda mengetahui pengertian populasi? Anda perhatikan hewan piaraan yang ada di rumah Anda, misalnya ayam. Di kandang ayam terdapat beberapa ekor ayam. Sekumpulan ayam itulah yang dinamakan populasi. Jadi, populasi adalah sekumpulan individu yang sejenis atau satu spesies yang menempati habitat tertentu dalam satu waktu tertentu.

Adapun tingkat organisasi tertinggi dari suatu ekosistem, yaitu komunitas. Komunitas merupakan sekelompok populasi dari berbagai spesies yang menghuni suatu daerah. Misalnya, komunitas sawah. Di dalam sawah terdapat berbagai macam populasi, seperti populasi padi, populasi ular, populasi katak, dan populasi burung. Sekarang, dapatkah Anda membedakan antara individu, populasi, dan komunitas?



Gambar 8.4
Satuan organisasi dalam ekosistem, yaitu
a) individu,
b) populasi, dan
c) komunitas.

Sumber: www.shoarns.com; www.wildlife-pictures-online; www.andreamarangoni.it

Tes Kompetensi Subbab A

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Apakah yang dimaksud dengan ekosistem?
2. Tuliskan oleh Anda komponen-komponen abiotik pada suatu ekosistem.
3. Tuliskan oleh Anda komponen-komponen biotik pada suatu ekosistem.

B. Tipe-Tipe Ekosistem

Ekosistem tersusun atas berbagai komponen dan satuan organisasi yang menyusunnya. Di dalam ekosistem terjadi interaksi antar komponen yang menjadikan ekosistem memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Oleh karenanya, ekosistem terdiri atas beberapa tipe.

Ekosistem terdiri atas ekosistem darat, ekosistem air tawar, dan ekosistem air laut. Untuk lebih jelasnya pelajari uraian berikut.

1. Ekosistem Darat

Ekosistem darat atau dikenal juga ekosistem terestrial, merupakan wilayah atau lingkungan fisiknya berupa daratan. Pengelompokan ekosistem darat didasarkan atas tipe struktur vegetasi yang dominan hidup atau dinamakan **bioma**.

Jenis bioma terdiri atas bioma gurun, bioma padang rumput, bioma tundra, bioma savana, bioma hutan hujan tropis, bioma taiga, dan bioma tundra.

Kata Kunci

- Bioma
- Gurun

Kata Kunci

- Bioma hutan hujan tropis
- Bioma padang rumput
- Bioma savana
- Bioma taiga
- Bioma tundra
- Tundra alpin
- Tundra artik

a) Bioma gurun

Gurun merupakan daerah kering yang curah hujannya hanya 20 cm per tahun. Vegetasi dominan pembentuk bioma gurun adalah kaktus. Adapun hewan yang hidup di bioma ini umumnya aktif pada malam hari atau nokturnal. Hal tersebut merupakan adaptasi terhadap suhu lingkungan yang sangat panas dan untuk mengurangi kehilangan cairan tubuh.

b) Bioma padang rumput

Bioma ini memiliki karakteristik beriklim sedang, dengan curah hujan berkisar antara 25–75 per tahun dan vegetasi dominannya adalah rumput. Sistem perakaran rumput bercabang-cabang sehingga apabila terjadi kemarau bioma ini akan tetap berwarna hijau karena akarnya bercabang banyak di dalam tanah untuk mengambil air. Adapun hewan yang hidup di bioma ini adalah kelinci, serigala, dan kuda.

c) Bioma savana

Savana merupakan padang rumput yang didominasi oleh rumput dengan semak serta pohon yang terpencar. Savana memiliki curah hujan sekitar 90–150 cm per tahun. Hewan yang hidup di dalamnya, antara lain gajah, kuda, dan zarafah.

d) Bioma hutan hujan tropis

Bioma ini terdapat di daerah khatulistiwa termasuk sebagian besar wilayah Indonesia. Bioma hutan hujan tropis memiliki suhu rata-rata 25°C dan curah hujan yang cukup tinggi, yaitu antara 200–400 cm per tahun. Vegetasi yang hidup di daerah ini sangat heterogen atau beraneka ragam. Hewan yang hidup di dalamnya, antara lain monyet, harimau, dan serangga.

e) Bioma tundra

Tundra memiliki dua jenis, yaitu **tundra artik** dan **tundra alpin**. Tundra artik adalah tundra yang berada dekat daerah kutub utara sedangkan tundra alpin adalah tundra yang terdapat di dataran tinggi atau puncak gunung. Vegetasi yang dominan di bioma tundra adalah rumput

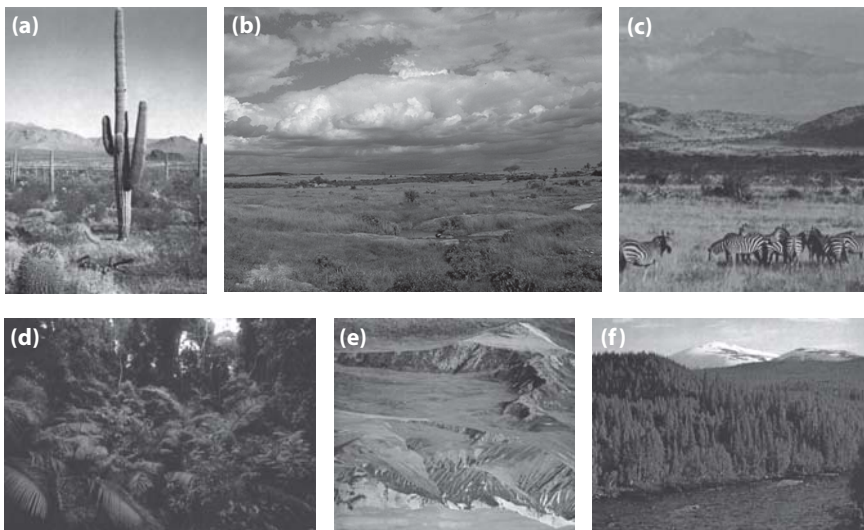
alang-alang dan lumut daun. Adapun hewan yang terdapat pada bioma ini, antara lain kelinci dan serigala.

f) Bioma taiga

Taiga merupakan bioma yang memiliki ciri beriklim musim dingin yang panjang. Taiga disebut juga hutan konifer (pinus). Hutan ini selalu hijau oleh karenanya konifer disebut juga tumbuhan *evergreen*. Vegetasi yang dominan pada bioma ini adalah tumbuhan pinus. Adapun hewan yang hidup pada bioma ini, antara lain kelinci, serangga, dan beruang.

Gambar 8.5

Ekosistem darat terdiri atas (a) bioma gurun, (b) bioma padang rumput, (c) bioma savana, (d) bioma hutan hujan tropis, (e) bioma tundra, dan (f) bioma taiga.



Sumber: *Biological Science*, 1986

2. Ekosistem Air Tawar

Ekosistem ini memiliki beberapa karakteristik, seperti variasi suhu yang perubahannya tidak menyolok, tumbuhan yang dominannya alga, dan keadaan lingkungannya dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.

Ekosistem air tawar dibagi menjadi dua, yaitu **lotik** dan **lentic**. Ekosistem air tawar lotik merupakan perairan berarus, contohnya adalah sungai. Adapun ekosistem air tawar lentic memiliki ciri airnya tidak berarus. Contoh perairan lentic adalah danau. Danau memiliki tiga wilayah horizontal, yaitu **zona limnetik**, **zona litoral**, dan **zona profundal**.

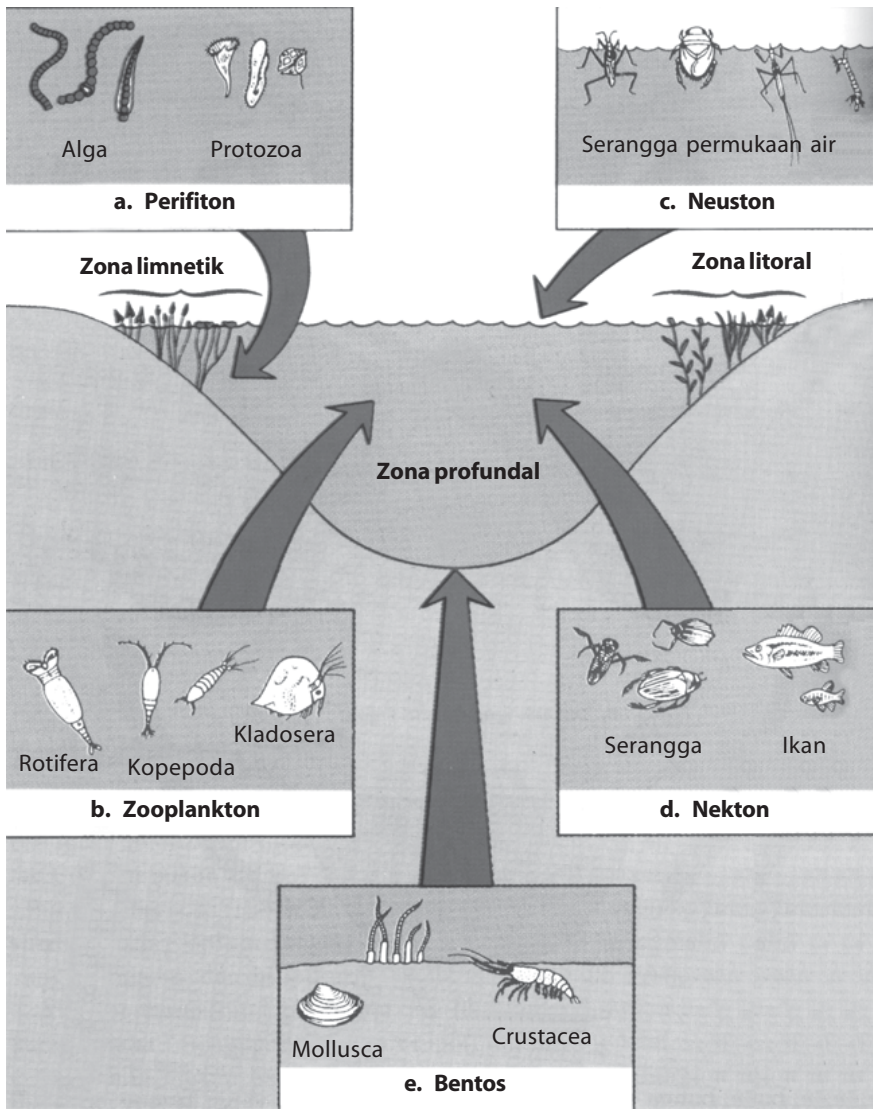
Zona limnetik adalah wilayah perairan yang masih bisa di tembus oleh cahaya matahari. Di zona ini banyak didominasi oleh zooplankton dan nekton. Zona litoral merupakan wilayah tepi pada danau dan sungai. Organisme yang hidup di dalamnya adalah katak, serangga, dan *Hydrilla*. Adapun zona profundal adalah daerah dasar pada suatu danau atau kolam. Organisme yang hidup di dalamnya adalah dekomposer. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: www.shastalake.com

Gambar 8.6

Danau merupakan salah satu contoh ekosistem air tawar.



Sumber: *Biologi: Evolusi, Kepelbagian, dan Persekitaran*, 1995

Kata Kunci

- Lentic
- Lotik
- Neritik
- Pelagik
- Zona limnetik
- Zona litoral
- Zona profundal

Gambar 8.7

Zona-zona yang terdapat pada ekosistem air tawar.

3. Ekosistem Air Laut

Ekosistem air laut merupakan ekosistem yang paling luas di bumi ini. Ekosistem air laut memiliki tiga jenis zona, yaitu zona **litoral**, **neritik**, dan **pelagik**. Zona litoral merupakan daerah pantai yang terletak di antara pasang tertinggi dan surut terendah. Zona neritik adalah daerah laut dangkal yang selalu tertutup air meski pada waktu surut.

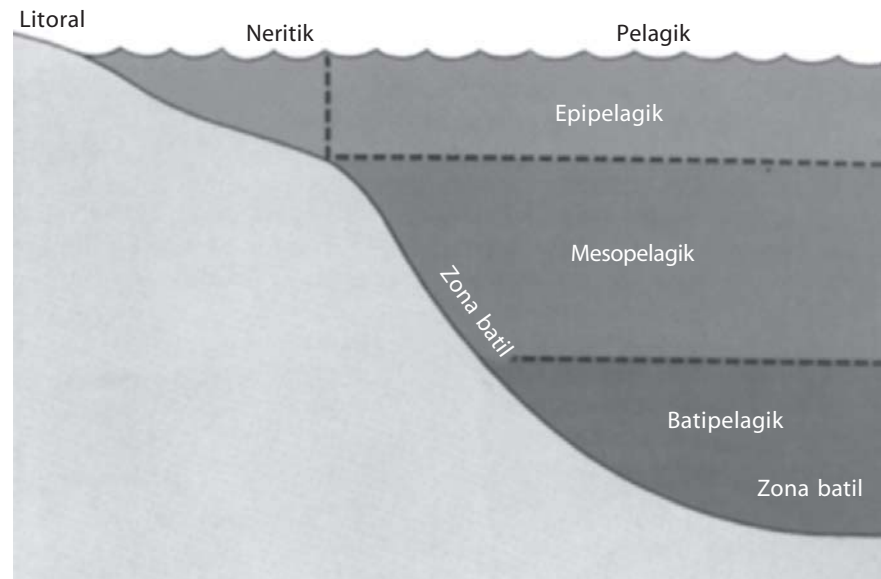
Adapun zona pelagik adalah daerah perairan terbuka yang memiliki kedalaman 6.000–10.000 m. Zona pelagik terdiri atas daerah epipelagik, mesopelagik, dan batipelagik. Perhatikan gambar berikut.

Kata Kunci

- Suksesi primer
- Suksesi sekunder

Gambar 8.8

Zona-zona yang terdapat pada ekosistem air laut.

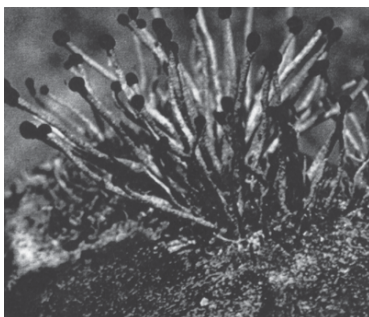


Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagian, dan Persekitaran, 1995

Tes Kompetensi Subbab B

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Tipe ekosistem terbagi menjadi tiga macam. Sebutkan oleh Anda.
2. Apakah yang dimaksud dengan zona litoral, zona neritik, dan zona profundal?
3. Tuliskan zona-zona yang terdapat pada ekosistem air laut.



Sumber: Biological Science, 1986

Gambar 8.9

Lichens merupakan organisme perintis di suatu ekosistem.

C. Suksesi

Suatu komunitas keadaannya tidak akan selalu tetap, tetapi selalu mengalami perubahan. Perubahan ini biasanya terjadi dari suatu komunitas menuju bentuk komunitas lainnya. Misalnya, perkebunan kelapa sawit yang dibiarkan setelah masa panen dan tidak ditanami lagi, apabila dibiarkan akan tumbuh tanaman spesies lain yang akan menggantikan formasi kelapa sawit. Hal tersebut menyebabkan perubahan di komunitas tersebut. Perubahan atau perkembangan suatu komunitas melalui tahap-tahap tertentu disebut **suksesi**. Terdapat dua tipe suksesi, yaitu **suksesi primer** dan **suksesi sekunder**.

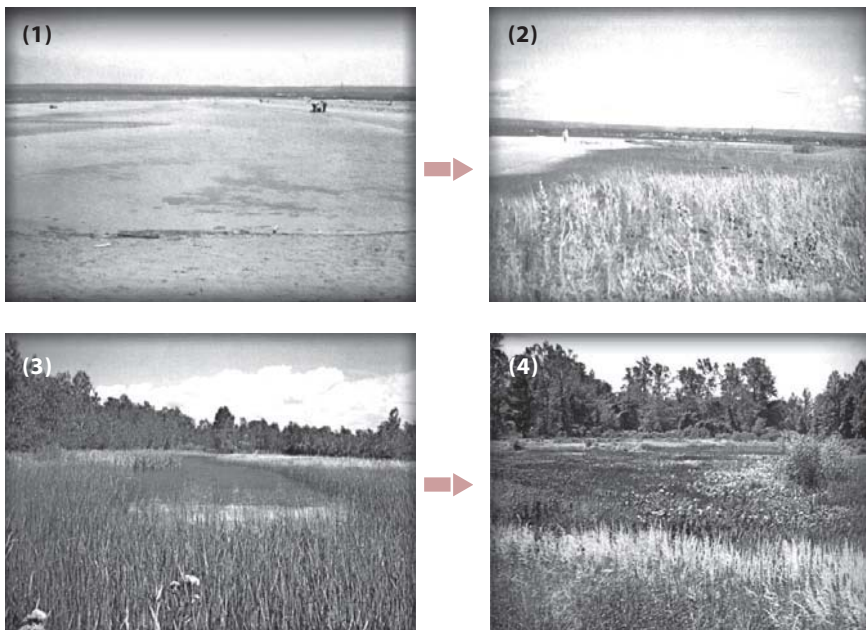
1. Suksesi Primer

Suksesi primer merupakan munculnya suatu komunitas baru pada suatu daerah yang sebelumnya tidak terdapat komunitas. Contoh suksesi primer terjadi pada gunung berapi yang telah meletus. Daerah sekitar akan mengalami kerusakan dan tidak terdapat organisme. Lama-kelamaan daerah sekitarnya tersebut akan ditempati kembali oleh organisme. Organisme awal atau pionirnya adalah lichenes (lumut kerak).

2. Suksesi Sekunder

Suksesi sekunder merupakan pembentukan suatu ekosistem yang telah rusak ke keadaan awalnya sebelum terganggu. Suksesi ini dapat terjadi karena kebakaran, perusakan oleh manusia, dan gempa bumi.

Proses suksesi sekunder ini lebih cepat dibandingkan dengan suksesi primer. Hal ini dikarenakan pada suksesi sekunder tidak diperlukan lagi adanya tahapan pembentukan komunitas pionir.



Sumber: *Biological Science*, 1986

Keterangan:

- (1) Sebuah kolam kecil terbentuk di dekat pesisir pantai dan memiliki penghalang (*barrier*) berupa pasir pantai.
- (2) Setelah dua tahun, tumbuh formasi suatu vegetasi tumbuhan.
- (3) Setelah 50 tahun kemudian, tumbuhan yang tumbuh adalah pohon-pohon yang berukuran besar. Sedimen yang dihasilkan sangat besar sehingga kolam menjadi dangkal.
- (4) Setelah 150-250 tahun kemudian, kolam tersebut menjadi komunitas baru, yaitu padang rumput.

Tes Kompetensi Subbab C

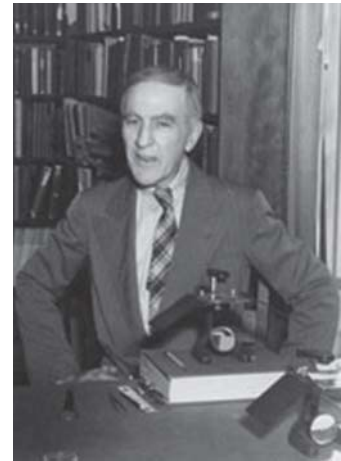
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Apakah yang dimaksud dengan suksesi? Tuliskan dua jenis suksesi.
2. Di antara kedua jenis suksesi yang Anda sebutkan, manakah suksesi yang prosesnya lebih cepat? Mengapa?



Sekilas Biologi

Frederic E. Clements
(1874-1926)



Beliau adalah seorang ahli ekologi dari Amerika. Ahli ekologi ini menunjukkan bahwa di setiap wilayah geografis tanaman tumbuh secara bergantian dalam jangka waktu tertentu berkembang mencapai "titik klimaks" yang menjadi ciri khas wilayah tersebut

Sumber: *Jendela Iptek: Ekologi*, 1997

Gambar 8.10

Contoh suksesi sekunder yang terjadi pada suatu perairan menjadi daratan.

D. Peran Komponen Ekosistem

Komponen abiotik maupun komponen biotik memiliki perannya masing-masing di dalam suatu ekosistem. Telah Anda ketahui sebelumnya, bahwa di dalam ekosistem, terjadi interaksi antarkomponen ekosistem. Terdapat beberapa jenis interaksi yang berlangsung di dalam ekosistem, yaitu interaksi antarindividu, interaksi antarpopulasi, dan interaksi antara komponen abiotik dan biotik.

Interaksi antarindividu merupakan interaksi yang dapat terjadi pada individu sejenis ataupun berbeda jenis. Setiap organisme hidup di suatu tempat atau **habitat**. Organisme atau individu sejenis membentuk kumpulan atau kelompok dan dalam kurun waktu tertentu akan membentuk **populasi**.

Dari terbentuknya populasi akan timbul interaksi antarpopulasi. Interaksi antarpopulasi ini terjadi tidak hanya dengan populasi yang spesiesnya sama, tetapi juga dengan populasi dari spesies yang berbeda. Kumpulan berbagai macam populasi yang saling berinteraksi ini membentuk **komunitas**. Di dalam komunitas, interaksi tidak hanya terjadi antar komponen biotik saja, tetapi juga komponen biotik dan komponen abiotiknya.

Di dalam ekosistem, setiap komponen memiliki peran. Individu, populasi, komunitas, serta lingkungan abiotiknya mampu menimbulkan aliran energi dan daur biogeokimia.

1. Peran Komponen Ekosistem dalam Aliran Energi

Di dalam suatu ekosistem, terjadi interaksi antara komunitas dan komunitas lainnya serta lingkungan abiotiknya. Interaksi ini dapat menyebabkan aliran energi melalui peristiwa makan dan dimakan (**predasi**). Pada peristiwa aliran energi ini, komponen ekosistem, khususnya komponen biotik, memiliki tiga peran dasar, yaitu sebagai **produsen**, **konsumen** dan **dekomposer**.

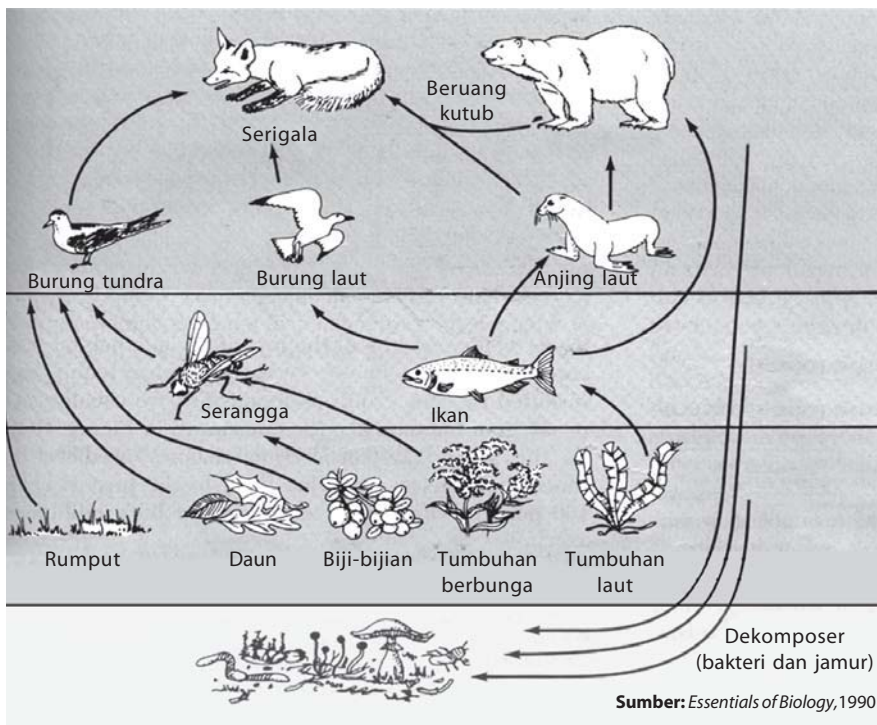
Menurut Campbell (1998: 1146), penyusun utama produsen dalam suatu ekosistem, khususnya di daratan adalah tumbuhan. Organisme ini mampu membuat makanannya sendiri dengan bantuan sinar matahari. Peristiwa ini disebut **fotosintesis**. Produsen merupakan organisme autotrof, yaitu organisme yang mampu menyusun atau membuat makanannya sendiri. Adapun konsumen adalah organisme heterotrof, yaitu organisme yang tidak dapat membuat makanannya sendiri. Untuk memenuhi kebutuhannya, organisme ini bergantung pada organisme lain.

Komponen biotik yang terakhir, yaitu dekomposer (pengurai). Dekomposer adalah organisme yang menguraikan sisa-sisa organisme yang telah mati menjadi zat-zat organik sederhana. Zat-zat sederhana ini akan digunakan kembali oleh produsen sebagai bahan nutrisi untuk membuat makanannya. Proses tersebut akan berlangsung terus-menerus di dalam suatu ekosistem.

Adanya peran komponen biotik sebagai produsen, konsumen, dan dekomposer menimbulkan aliran energi dari produsen, konsumen hingga ke dekomposer. Proses aliran energi ini terjadi pada peristiwa rantai makanan (**Gambar 8.11**).

Kata Kunci

- Habitat
- Komunitas
- Populasi
- Dekomposer
- Konsumen
- Produsen



Gambar 8.11

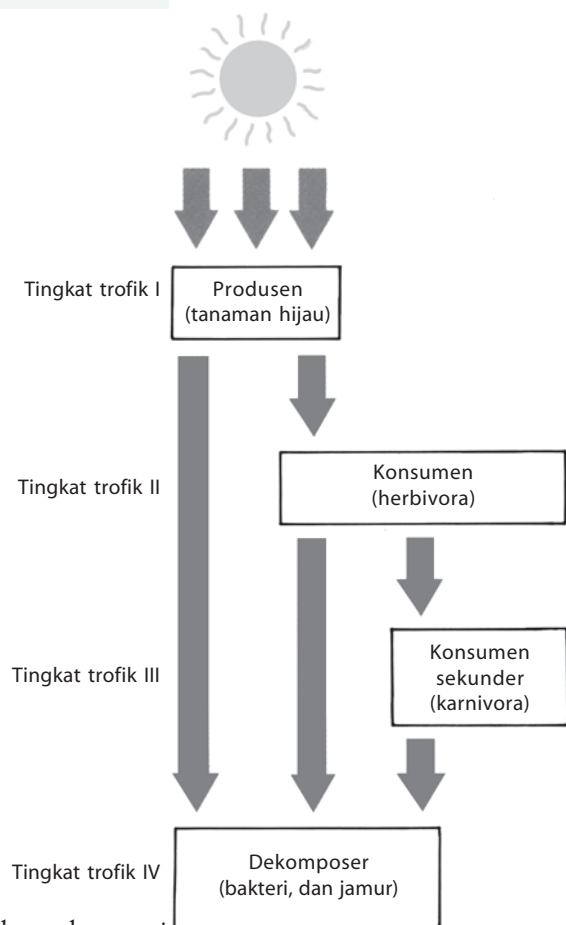
Beberapa rantai makanan membentuk jaring-jaring makanan

Peristiwa perpindahan energi terjadi melalui proses makan dan dimakan di dalam suatu rantai makanan. Peristiwa tersebut membentuk **struktur trofik**. Struktur trofik terdiri atas tingkat-tingkat trofik. Setiap **tingkat trofik** terdiri atas kumpulan berbagai organisme. Tingkat trofik pertama ditempati oleh produsen atau organisme autotrof. Pada tingkat ini, produsen ekosistem darat adalah tumbuhan, sedangkan pada ekosistem perairan adalah ganggang dan fitoplankton.

Tingkat trofik kedua ditempati oleh organisme heterotrof atau konsumen. Konsumen adalah organisme yang bergantung kepada organisme lain sebagai sumber makanannya. Konsumen pada tingkat trofik kedua ini adalah herbivora. Konsumen juga terdiri atas tingkat trofik ketiga, keempat, dan seterusnya.

Aliran energi tidak hanya terjadi pada tingkatan yang sederhana, yaitu rantai makanan, tetapi terjadi juga pada tingkatan yang lebih kompleks, yaitu pada **jaring-jaring makanan**. Jaring-jaring makanan ini tersusun oleh beberapa rantai makanan yang saling berhubungan. Aliran energi mulai dari produsen hingga konsumen, jumlah akhirnya tidak sama.

Apabila disusun secara berurutan mulai dari produsen hingga konsumen, jumlah energi yang ada akan berbentuk seperti piramida. Setiap potongan dalam piramida tersebut menunjukkan jumlah energi yang tersimpan. Kehilangan energi dari rantai makanan dapat digambarkan dalam bentuk **piramida energi**. Pada piramida energi,

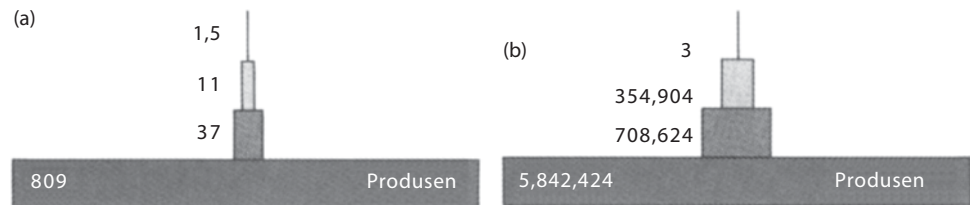


Sumber: *Biological Science*, 1986

Gambar 8.12

Tingkat-tingkat trofik pada rantai makanan

semakin ke puncak energi yang tesimpan semakin sedikit. Adapun berkurangnya transfer energi pada setiap tingkat trofik dapat digambarkan dengan **piramida biomassa**. Adapun, **piramida jumlah**, dapat menggambarkan perbedaan jumlah individu pada setiap tingkat trofik.



Gambar 8.13

a) Contoh piramida biomassa dan
b) piramida jumlah.

Sumber: Biological Science, 1986

Tugas Anda 8.1

Bersama teman kelompokmu, amatilah komponen biotik dan abiotik di lingkungan sekolah atau sekitar rumahmu. Caranya, tentukan tempat pengamatan, seperti di samping kolam, daerah rerumputan, atau di bawah pohon rindang. Buat area pengamatan sebesar 1×1 m, lalu amati berbagai komponen biotik dan abiotiknya. Buatlah jaring-jaring makanan dari komponen biotik yang ditemukan. Bandingkan dengan tempat lain. Diskusikan dan buatlah laporannya.

Kata Kunci

- Daur biogeokimia
- Evaporasi
- Jaring-jaring makanan
- Piramida energi
- Siklus air
- Siklus fosfor
- Siklus karbon
- Siklus nitrogen
- Transpirasi

2. Peran Komponen Ekosistem dalam Daur Biogeokimia

Unsur-unsur kimia baik organik maupun anorganik sangat dibutuhkan oleh setiap komponen dalam suatu ekosistem. Di dalam suatu ekosistem, jumlah unsur-unsur kimia tersebut terbatas. Oleh karenanya, harus ada daur ulang unsur-unsur kimia yang ada agar tetap tersedia dan kebutuhan organisme akan unsur-unsur kimia terpenuhi. Selain unsur-unsur kimia, air pun mengalami daur ulang.

Menurut Campbell (1998: 1153), daur ulang berbagai jenis unsur nutrien yang melibatkan komponen ekosistem baik komponen abiotik dan komponen biotik disebut juga **daur biogeokimia**. Nutrien disini mencakup air, karbon, nitrogen, dan fosfor.

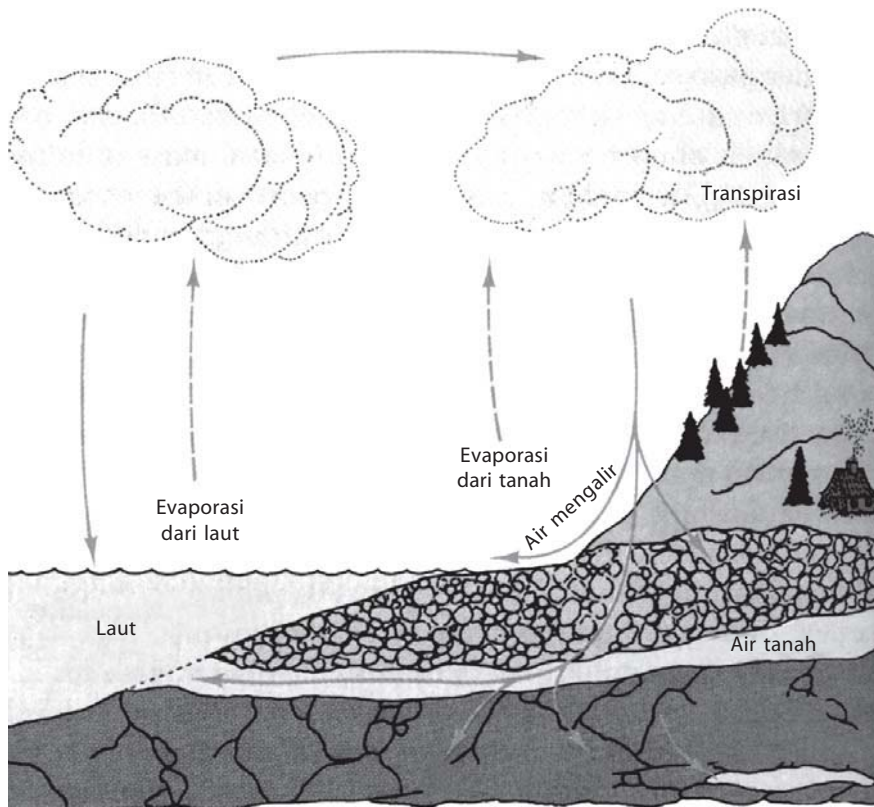
Setiap unsur nutrien mengalami berbagai jenis siklus. Siklus tersebut merupakan bagian dari daur biogeokimia. Daur biogeokimia ini dikenal ada beberapa macam, yaitu siklus air, siklus karbon, siklus nitrogen, dan siklus fosfor.

a. Siklus Air

Air merupakan materi yang sangat dibutuhkan oleh organisme hidup. Air ini dimanfaatkan oleh berbagai organisme dengan cara bermacam-macam. Pada tumbuhan, air di dalam tanah diserap melalui akar. Air digunakan untuk pertumbuhan, selebihnya air dilepaskan dalam bentuk uap air ke udara (atmosfer). Proses pelepasan air dari tanah ke udara dalam bentuk uap air disebut **evaporasi**. Adapun uap air yang dilepaskan oleh tumbuhan ke udara disebut **transpirasi**.

Pada manusia dan hewan, air diperoleh dengan cara meminumnya dan juga dari tumbuhan serta hewan yang dimakan. Air keluar dari tubuh manusia dan hewan dalam bentuk keringat dan urine. Air hasil dari evaporasi dan transpirasi organisme, terkumpul di udara sehingga

menyebabkan kelembapan di atmosfer meningkat. Akibatnya terbentuklah awan, kemudian turunlah hujan. Air hujan akan terus mengalir ke permukaan tanah dan digunakan kembali oleh seluruh organisme hidup (**Gambar 8.14**). Siklus ini akan terus berlangsung di dalam kehidupan.



Gambar 8.14

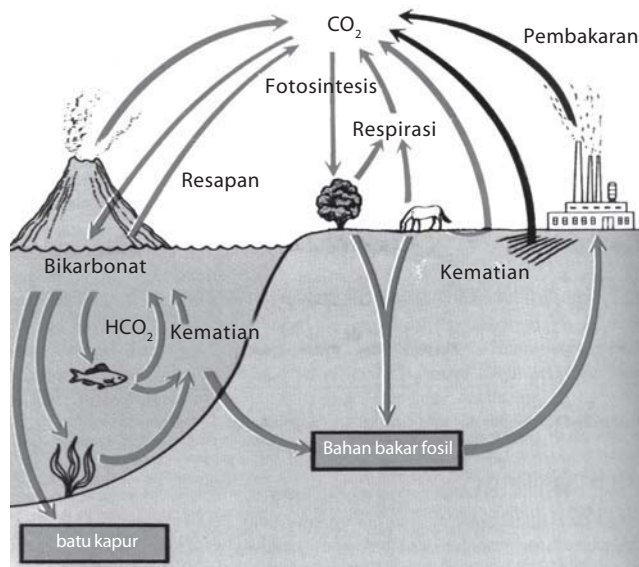
Siklus air yang terjadi pada suatu ekosistem.

Sumber: *Biological Science*, 1986

b. Siklus Karbon

Karbon merupakan unsur dasar dari semua senyawa organik. Di atmosfer, karbon terdapat dalam bentuk gas karbon dioksida (CO_2). Karbon dioksida dalam suatu lingkungan dibutuhkan oleh produsen, yaitu tumbuhan. Tumbuhan menggunakan karbon dioksida sebagai penyusun bahan organik melalui proses fotosintesis. Bahan organik tersebut berupa glukosa. Glukosa ini merupakan sumber energi bagi tumbuhan untuk pertumbuhannya. Kemudian, bahan organik dari tumbuhan digunakan oleh organisme lainnya melalui rantai makanan. Bahan organik pada tumbuhan banyak terkandung dalam batang. Adapun pada manusia dan hewan, bahan organik banyak terdapat pada bagian tulang.

Ketika organisme mati, baik manusia, hewan, ataupun tumbuhan, akan diuraikan menjadi karbon dioksida oleh dekomposer. Akibat proses perubahan suhu dan tekanan bumi, organisme yang membusuk ini dapat membentuk fosil. Proses pembentukan fosil berlangsung sangat lama hingga mencapai jutaan tahun. Fosil ini dapat membentuk bahan bakar fosil berupa batubara dan minyak bumi. Bahan bakar fosil digunakan sebagai bahan bakar kendaraan dan menghasilkan karbon dioksida. Karbon dioksida ini kembali memasuki siklus karbon dan akan berlangsung demikian seterusnya (**Gambar 8.15**).



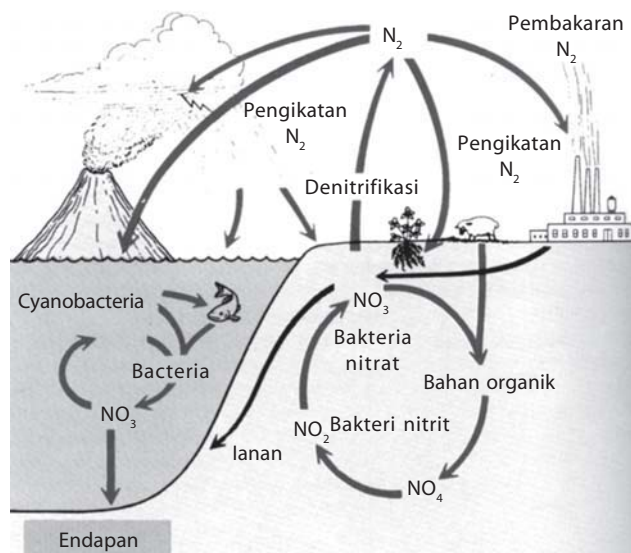
Gambar 8.15
Siklus Karbon

Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995

c. Siklus Nitrogen

Nitrogen merupakan salah satu unsur yang penting dalam ekosistem. Menurut Campbell (1998: 1156) jumlah nitrogen yang terdapat di atmosfer sekitar 80% dari berbagai gas-gas yang ada di atmosfer. Nitrogen ditemukan dalam semua asam amino, yang merupakan komponen penyusun protein pada organisme. Nitrogen yang tersedia bagi tumbuhan hanya dalam dua bentuk mineral tanah, yaitu amonia (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-).

Beberapa bakteri dapat mengikat nitrogen secara langsung dari udara, contohnya *Azotobacter*. *Azotobacter* mampu mengubah nitrogen menjadi amonia. Amonia kemudian akan diubah menjadi senyawa ion nitrit (NO_2^-) oleh bakteri nitrit. Ion nitrit ini diubah lagi menjadi ion nitrat (NO_3^-). Oleh tumbuhan, ion nitrat diubah menjadi molekul organik berupa asam amino. Tumbuhan sebagai produsen yang mengandung nitrogen ini akan dimanfaatkan oleh konsumen dan dekomposer. Dekomposer ini mampu mengubah senyawa amino menjadi amonia. Siklus ini akan berlangsung terus-menerus dalam suatu ekosistem.



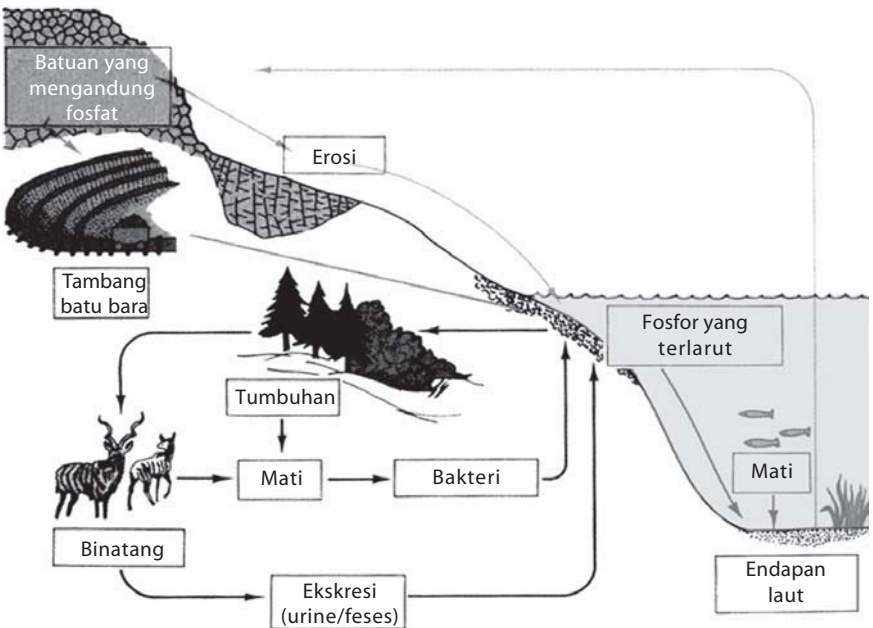
Gambar 8.16
Siklus nitrogen

Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995

d. Siklus Fosfor

Fosfor di alam terdapat dalam bentuk ion fosfat (PO_4^{3-}). Ion fosfat di alam terdapat dalam bebatuan. Ion fosfat dalam bebatuan ini akan terbawa menuju perairan melalui proses pelapukan bebatuan dan erosi. Di perairan ini, fosfat tersebut akan membentuk endapan. Oleh karena pergerakan dasar bumi yang tidak stabil, menyebabkan endapan ini muncul ke permukaan.

Adapun di darat, ion fosfat diserap oleh tumbuhan dari dalam tanah. Kemudian, tumbuhan tersebut dimakan oleh herbivora dan herbivora dimakan oleh karnivora. Pada hewan, fosfat dikeluarkan melalui urine dan feses. Oleh dekomposer, ion fosfat yang merupakan senyawa anorganik ini akan diuraikan dan menjadi fosfor (P) di dalam tanah. Fosfor di dalam tanah ini kemudian di ambil kembali oleh tumbuhan. Proses tersebut akan terus berlangsung membentuk suatu siklus, yang dinamakan siklus fosfor.



Gambar 8.17
Siklus fosfor

Sumber: Biological Science, 1986

Tes Kompetensi Subbab D

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Interaksi apa sajakah yang terjadi pada suatu ekosistem?
2. Tuliskan tiga peran dasar komponen biotik pada suatu ekosistem.
3. Apakah perbedaannya antara rantai makanan dan jaring-jaring makanan?
4. Jelaskan oleh Anda tentang siklus air.

E. Pemanfaatan Komponen Ekosistem bagi Kehidupan

Seperti yang telah Anda pelajari sebelumnya, bahwa komponen ekosistem yang terdiri atas komponen biotik dan komponen abiotiknya memiliki manfaat penting bagi kehidupan ini. Komponen abiotik, contohnya air, merupakan materi yang tidak dapat dipisah dari kehidupan ini. Air merupakan komponen yang penting dalam siklus biogeokimia.

Logika Biologi

Beberapa jenis organisme, seperti jamur dan bakteri berperan sebagai pengurai. Apakah yang akan terjadi jika di muka Bumi ini tidak ada organisme tersebut?



Sekilas Biologi

Greenpeace merupakan organisasi yang bergerak dalam bidang lingkungan. Organisasi ini merupakan organisasi yang murni mengungkap permasalahan lingkungan global dan bertujuan menjaga bumi tetap hijau dan lestari. Target greenpeace sendiri adalah untuk memastikan kemampuan bumi untuk kelangsungan hidup bagi semua keanekaragamannya

Sumber: www.greenpeace.com

Banyak sekali manfaat air bagi kehidupan, contohnya sebagai sarana transportasi, pengairan persawahan, dan bahkan sebagai penggerak turbin Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).

Contoh komponen lainnya yang juga memiliki peran penting bagi kehidupan adalah cahaya matahari, tanah, dan suhu. Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi hampir seluruh makhluk hidup di bumi ini. Bagi tumbuhan, cahaya matahari digunakan untuk proses fotosintesis. Telah Anda ketahui pada subbab sebelumnya, bahwa fotosintesis bertujuan menghasilkan zat makanan bagi tumbuhan. Manusia memanfaatkan cahaya matahari untuk beberapa keperluan. Manusia umumnya memanfaatkan panas yang dihasilkan oleh radiasi cahaya matahari, seperti untuk menjemur pakaian, mengeringkan ikan asin, menguapkan tambak garam untuk diambil garamnya, bahkan untuk menggerakkan motor listrik tenaga surya.

Komponen abiotik lainnya dalam suatu ekosistem, contohnya tanah. Tanah bagi sebagian organisme sangatlah penting. Bagi tumbuhan, tanah merupakan tempat untuk menancapkan tubuhnya agar dapat tumbuh dan tegak. Selain itu, bagi tumbuhan, tanah juga merupakan tempat terdapatnya sumber makanan, seperti unsur-unsur nutrisi. Kemudian, tanah bagi hewan-hewan tertentu, berfungsi sebagai tempat tinggal dan pelindung dari pemangsa serta cuaca yang ekstrim.

Komponen biotik, seperti produsen, konsumen, dan dekomposer yang di dalamnya mencakup manusia, hewan, tumbuhan memiliki peran yang sangat penting bagi kehidupan. Masing-masing dari komponen tersebut dapat saling berinteraksi dan terlibat dalam proses perpindahan energi pada suatu rantai makanan. Apabila salah satu dari komponen tersebut punah atau langka maka akan terjadi ketidakseimbangan ekosistem, yang mana hal ini sangat merugikan bagi manusia.

Manusia sebagai makhluk Tuhan yang diberi akal dan pikiran, mencoba memanfaatkan berbagai komponen biotik bagi kesejahteraannya. Sejak lama, manusia telah memanfaatkan berbagai hewan untuk ditanam, diambil dagingnya, digunakan sebagai obat, bahkan sebagai alat transportasi. Selain hewan, manusia juga telah lama memanfaatkan berbagai tumbuhan untuk dibudidayakan sebagai sumber makanan dan obat-obatan.

Dapat disimpulkan bahwa setiap komponen biotik memiliki peran yang penting bagi kehidupan ini. Dari uraian yang telah dijelaskan, Anda pasti telah dapat menyimpulkan sesuai pemahaman Anda mengenai pemanfaatan komponen ekosistem bagi kehidupan ini, bukan? Sekarang dapatkah Anda menyebutkan contoh lainnya mengenai pemanfaatan komponen ekosistem bagi kehidupan ini?

Tes Kompetensi Subbab E

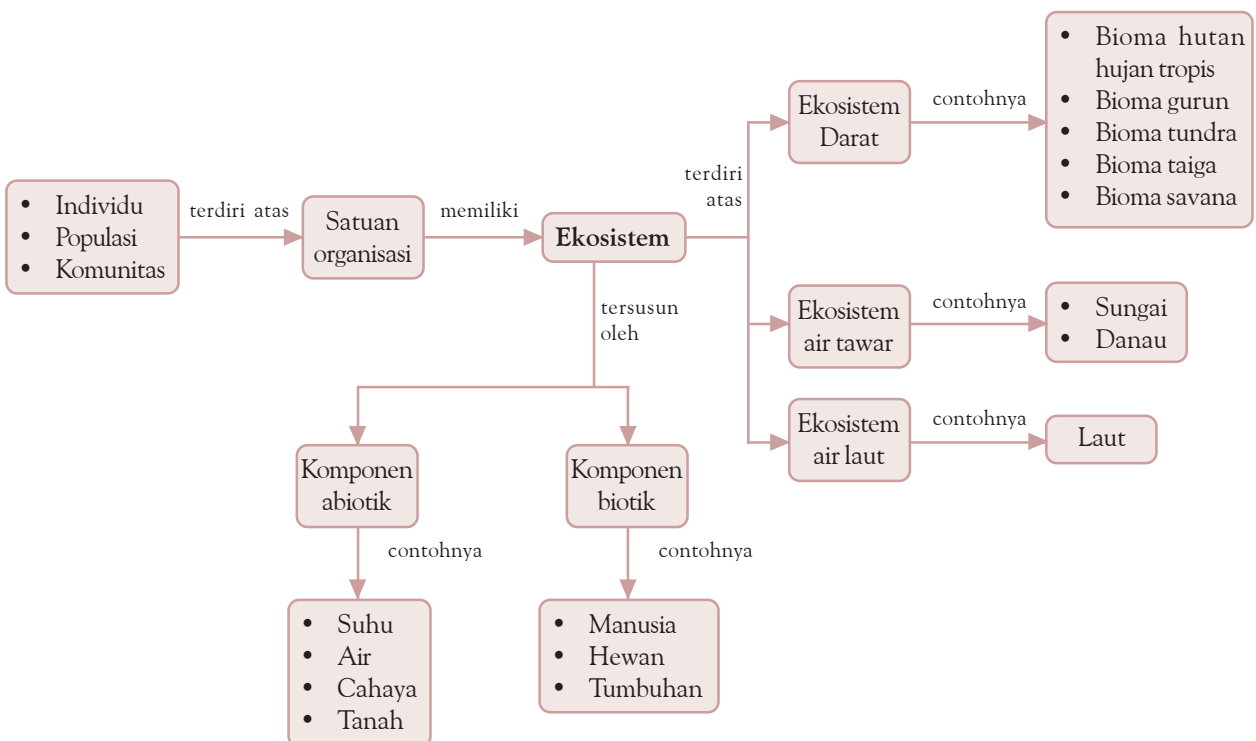
Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Jelaskan peran produsen pada suatu ekosistem.
2. Apakah peran dekomposer di suatu ekosistem?

Rangkuman

1. Ekosistem merupakan interaksi antara organisme hidup dan lingkungan abiotiknya yang terjadi di dalam suatu komunitas.
2. Komponen penyusun ekosistem terdiri atas dua macam, yaitu komponen abiotik dan komponen biotik.
3. Contoh komponen abiotik adalah suhu, cahaya, tanah, dan angin. Adapun contoh komponen biotik adalah manusia, hewan, dan tumbuhan.
4. Dalam sebuah ekosistem, komponen biotik memiliki tiga peran utama, yaitu sebagai produsen, konsumen, dan dekomposer.
5. Adanya interaksi antara kemampuan abiotik dan biotik menimbulkan daur biogeokimia yang terdiri atas siklus air, siklus karbon, siklus nitrogen, dan siklus fosfor.
6. Ekosistem terdiri atas sistem darat, ekosistem air tawar, dan ekosistem air laut.
7. Di dalam ekosistem terdapat proses perpindahan energi dan biomassa. Proses ini terjadi melalui peristiwa makan dan di makan, yaitu pada rantai makanan dan jaring-jaring makanan.

Peta Konsep



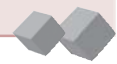
Refleksi

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Ekosistem** ini? Menarik, bukan? Banyak sekali hal yang bisa Anda dapatkan dari mempelajari bab ini. Misalnya, Anda dapat mengetahui komponen-komponen penyusun ekosistem serta pemanfaatan komponen ekosistem tersebut bagi kehidupan ini.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu mendeskripsikan peran komponen ekosistem dalam aliran energi dan daur biogeokimia serta

pemanfaatan komponen ekosistem bagi kehidupan. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut?

Apabila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, diskusikanlah bersama teman-teman Anda, kemudian bertanyalah kepada guru Anda untuk memecahkan permasalahan-permasalahan berkenaan dengan materi bab Ekosistem ini. Agar Anda dapat memahami lebih baik lagi, pastikanlah Anda menguasai materi bab ini dengan belajar yang giat.



Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

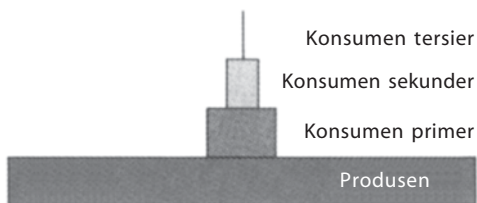
A. Pilihan Ganda

1. Makhluk hidup dan faktor biotik pada suatu lingkungan merupakan satu kesatuan yang disebut
 - a. populasi
 - b. komunitas
 - c. ekosistem
 - d. habitat
 - e. bioma
2. Koloni lebah terdiri dari bermacam-macam individu, masing-masing memiliki tugas tertentu. Di dalam sistem koloni tersebut merupakan suatu
 - a. komunitas
 - b. populasi
 - c. produsen
 - d. nisia
 - e. suksesi
3. Dalam ekosistem laut, Chlorophyta berperan sebagai
 - a. pengurai
 - b. konsumen
 - c. karnivora
 - d. konsumen primer
 - e. produsen
4. Jika di dalam suatu lingkungan terjadi kadar karbondioksida yang menurun, maka organisme yang pertama kali menerima dampaknya adalah
 - a. pengurai
 - b. produsen
 - c. konsumen primer
 - d. konsumen sekunder
 - e. karnivora
5. Dalam suatu ekosistem kolam, terdapat beberapa komponen
 1. Bakteri pengurai
 2. Zat organik
 3. Ikan herbivora
 4. Fitoplankton
 5. Ikan karnivora

Dari beberapa komponen-komponen tersebut, dapat disusun suatu rantai makanan. Susunan rantai makanan yang benar adalah

 - a. 2 – 4 – 3 – 5 – 1
 - b. 4 – 2 – 3 – 5 – 1
 - c. 2 – 3 – 4 – 5 – 1
 - d. 1 – 2 – 4 – 3 – 5
 - e. 4 – 5 – 1 – 3 – 2
6. Cahaya matahari sangat berperan langsung pada organisme
 - a. pengurai
 - b. konsumen tingkat 1
 - c. konsumen tingkat 2
 - d. produsen
 - e. zat organik
7. Tanah merupakan tempat hidup dan berpijak semua makhluk hidup. Berikut ini hal yang tidak perlu diperhatikan pada kondisi tanah adalah
 - a. struktur fisik
 - b. kandungan air
 - c. pH
 - d. komposisi mineral
 - e. ketebalan lapisan tanah
8. Salah satu fungsi angin sebagai faktor abiotik adalah dapat membantu penyerbukan pada tumbuhan. Penyerbukan oleh angin dapat disebut dengan
 - a. entomogami
 - b. ornitogami
 - c. anemogami
 - d. hidrogami
 - e. antropogami
9. Tumbuhan yang mendominasi bioma taiga adalah
 - a. rumput palem
 - b. palem
 - c. pinus
 - d. kaktus
 - e. lumut
10. Organisme yang dapat menguraikan sampah organik yang berasal dari tumbuhan mati dan bangkai hewan adalah
 - a. bakteri dan jamur
 - b. virus dan jamur
 - c. bakteri dan ganggang
 - d. jamur dan ganggang
 - e. virus dan bakteri
11. Berikut ini yang *bukan* merupakan ciri dari tumbuhan yang hidup di gurun adalah
 - a. daun bermodifikasi menjadi duri
 - b. batangnya mengandung spons
 - c. akarnya menyebar
 - d. batang berwarna hijau
 - e. pohonnya tinggi berbentuk kerucut dan daun seperti jarum
12. Berikut ini yang termasuk pada ekosistem buatan adalah
 - a. ekosistem danau
 - b. ekosistem sungai
 - c. ekosistem kolam
 - d. ekosistem laut
 - e. ekosistem padang rumput
13. Pada siklus karbon, sumber karbon dapat diambil dari
 - a. laut
 - b. fosil

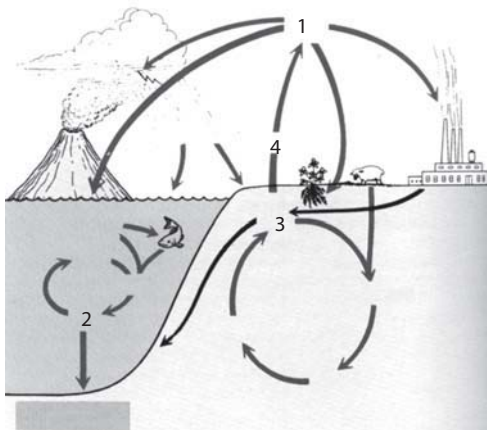
- c. letusan gunung merapi
 - d. hasil fotosintesis
 - e. protein dalam tubuh organisme
14. Fosfor di alam terdapat dalam bentuk
- a. ion karbonat
 - b. ion fosfat
 - c. ion nitrat
 - d. cair
 - e. padat
15. Piramida biomassa dibentuk berdasarkan perbandingan
- a. jumlah tiap tingkat trofik
 - b. pengeluaran energi setiap tingkat trofik
 - c. pemakaian energi setiap tingkat trofik
 - d. berat keseluruhan dari setiap tingkat trofik
 - e. berat keseluruhan hasil ekskresi dan sekresi setiap tingkat trofik
16. Perhatikan piramida jumlah berikut



Sumber: Biological Science, 1986

Jika konsumen primer berjumlah lebih sedikit dari konsumen sekunder, maka yang terjadi adalah

- a. produsen meningkat, konsumen sekunder menurun
 - b. produsen meningkat, konsumen sekunder meningkat
 - c. produsen menurun, konsumen sekunder meningkat
 - d. produsen menurun, konsumen sekunder menurun
 - e. produsen dan konsumen sekunder jumlahnya tetap
17. Perhatikan bagan berikut



Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995

Berdasarkan gambar tersebut, bakteri denitrifikasi bekerja pada no

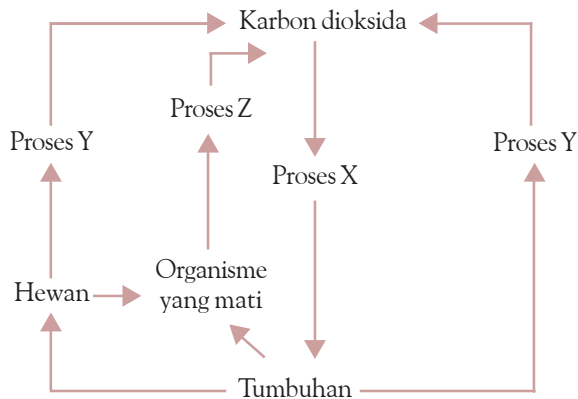
- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5
18. Pada piramida energi terjadi berturut-turut. Hal yang *bukan* penyebab berkurangnya energi pada tiap tingkatan trofik adalah
- a. selektivitas makanan oleh tingkat trofik selanjutnya
 - b. makanan yang dimakan tidak semua tercerna
 - c. hanya sebagian dari makanan itu menjadi energi
 - d. sebagian energi terlepas melalui proses ekskresi
 - e. setiap makhluk membutuhkan energi
19. Pada siklus nitrogen, proses penyusunan NO_3^- menjadi N_2 merupakan bagian dari proses
- a. posforisasi
 - b. nitrifikasi
 - c. denitrifikasi
 - d. amonifikasi
 - e. eutrofikasi
20. Setiap komponen dalam suatu ekosistem memiliki peran masing-masing. Berikut ini yang bukan manfaat tumbuhan dalam ekosistem adalah
- a. sumber makanan bagi herbivora
 - b. penghasil O_2
 - c. sebagai penahan jatuhnya air saat hujan
 - d. menghambat pergerakan hewan
 - e. menyimpan cadangan air

B. Soal Uraian

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan
 - a. interaksi
 - b. ekosistem
2. Tuliskan tiga faktor yang sangat berpengaruh dalam kehidupan organisme, dan sebutkan pengaruhnya setiap faktor biotik tersebut terhadap organisme.
3. Apa yang dimaksud dengan
 - a. individu
 - b. populasi
 - c. komunitas
4. Buatlah satu contoh jaring-jaring makanan (minimal 10 organisme yang terlibat di dalamnya).
5. Apa yang dimaksud dengan piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi.

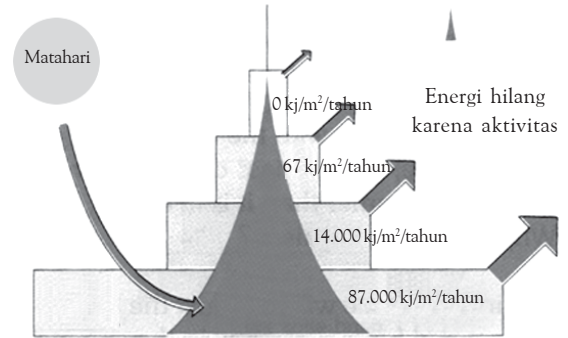
C. Soal Tantangan

1. Berikut adalah gambar siklus karbon



- Tuliskan proses yang terjadi pada X dan Y
- Karbon akan mengalami perpindahan dari tumbuhan hijau menuju hewan, bagaimanakah hal ini dapat terjadi.
- Tuliskan proses yang terjadi pada Z. Bagaimana mekanismenya?

2. Di dalam suatu ekosistem terjadi aliran energi. Perhatikan gambar berikut.



- Dari manakah sumber energi berasal?
- Berapakah energi yang sampai ke konsumen tingkat II?
- Pada tiap tingkat tropik terdapat energi yang terbang. Mengapa hal tersebut dapat terjadi?
- Mengapa energi yang diterima oleh tingkat tropik semakin tinggi, semakin berkurang?

Bab 9



Sumber: www.terraneet.or.id

Limbah pabrik sebagai salah satu penyebab pencemaran air.

Limbah dan Pencemaran

Hasil yang harus Anda capai:

menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi dan energi, serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem.

Setelah mempelajari bab ini, Anda harus mampu:

- menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah kerusakan/pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan;
- menganalisis jenis limbah dan daur ulang limbah;
- membuat produk daur ulang limbah.

Pernahkah Anda perhatikan kepulan asap yang dikeluarkan oleh suatu pabrik? Pernahkah juga Anda bayangkan berapa banyak pabrik yang ada di Indonesia dan di muka bumi ini? Jika setiap pabrik di Bumi ini menghasilkan asap hasil kegiatan industri dalam waktu yang sama, apa yang terjadi dengan kualitas udara yang ada di Bumi? Tentu akan kotor dan berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup.

Oleh karena itu, kita perlu mencari penyelesaian masalah untuk hal tersebut. Apa tindakan nyata yang sebaiknya kita maupun pemerintah lakukan? Apakah semua kegiatan manusia dalam kehidupannya menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan? Usaha apa sajakah yang dapat dilakukan untuk mencegah dan menangani masalah lingkungan.

Semua pertanyaan tersebut dapat Anda temukan jawabannya setelah Anda mempelajari bab Limbah dan Pencemaran ini. Oleh karena itu, pelajasilah bab ini dengan baik.

- A. Dampak Kegiatan Manusia**
- B. Limbah**
- C. Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah**
- D. Pencemaran**
- E. Penanganan Masalah Pencemaran Lingkungan**

Tes Kompetensi Awal

1. Menurut Anda, apakah yang dimaksud dengan pencemaran?
2. Apakah yang Anda ketahui tentang keterkaitan antara limbah dan pencemaran?

Kata Kunci

- Limbah
- Polutan

A. Dampak Kegiatan Manusia

Manusia hidup di lingkungan yang di dalamnya terdapat faktor biotik dan faktor abiotik. Manusia tidak bisa lepas dan sangat bergantung pada lingkungannya, karena manusia perlu berinteraksi dengan komponen lainnya untuk dapat hidup. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa manusia bukan pembentuk suatu ekosistem, tapi manusia merupakan bagian dari ekosistem itu sendiri.

Seperti kita ketahui, manusia merupakan makhluk yang berakal. Kelebihan manusia itu, memberikan kemampuan kepada manusia untuk dapat mengatur suatu lingkungan. Manusia merupakan makhluk hidup yang mendominasi kehidupan di Bumi. Akan tetapi, walaupun manusia memiliki kemampuan untuk mengolah lingkungan, bukan berarti dapat seenaknya mengolah lingkungan tanpa memikirkan organisme dan komponen lain yang menunjang kehidupan di Bumi.

Dalam menjalani kehidupannya, manusia melakukan berbagai jenis kegiatan yang secara langsung atau tidak langsung dapat memengaruhi lingkungan. Sebagian besar kegiatan manusia memberikan pengaruh negatif terhadap lingkungan, antara lain kegiatan industri, rumah tangga dan transportasi yang menghasilkan polusi dan limbah.

Setiap kegiatan tersebut memberikan dampak terhadap lingkungan, karena kegiatan tersebut sebagian besar menghasilkan sisa-sisa atau sampah yang tidak bermanfaat bagi lingkungan. Sisa-sisa atau sampah hasil industri dan rumah tangga yang sudah berubah dari fungsi awalnya disebut dengan **limbah**. Limbah terbagi ke dalam dua sifat yang berbeda, yaitu limbah yang tidak dapat dimanfaatkan kembali, dan limbah yang dapat dimanfaatkan kembali.

Limbah yang dapat dimanfaatkan kembali dapat memberikan nilai ekonomis bagi manusia. Akan tetapi limbah yang tidak dapat dimanfaatkan kembali bisa menjadi bahan pencemar (**polutan**) bagi lingkungan, yang akhirnya akan mengganggu keseimbangan lingkungan. Masuknya bahan pencemar (polutan) ke dalam suatu lingkungan disebut **pencemaran lingkungan**.

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa kegiatan manusia dapat memberikan pengaruh negatif terhadap lingkungan.

Tes Kompetensi Subbab A

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Tuliskan kegiatan manusia yang menyebabkan rusak dan terganggunya keseimbangan lingkungan.
2. Apakah yang dimaksud dengan limbah, pencemaran, dan polutan?

B. Limbah

Berdasarkan keputusan Menperindag RI No. 231/MPP/Kep/7/1997 Pasal I tentang prosedur impor limbah, menyatakan bahwa Limbah adalah bahan/barang sisa atau bekas dari suatu kegiatan atau proses produksi yang fungsinya sudah berubah dari aslinya, kecuali yang dapat dimakan oleh manusia dan hewan.

Limbah dibedakan menjadi 2 berdasarkan toksisitasnya, yaitu limbah non B3 dan limbah B3 (**Bahan Berbahaya dan Beracun**). Limbah non B3 adalah limbah yang tidak memberikan dampak bagi makhluk hidup. Sementara limbah B3 adalah limbah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun karena sifat, konsentrasi dan jumlahnya baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak, mencemarkan lingkungan hidup, dan dapat membahayakan manusia.

Berdasarkan asalnya limbah, dibagi ke dalam 3 kelompok, yaitu limbah rumah tangga, limbah pertanian, dan limbah industri.

1. Limbah Rumah Tangga

Limbah rumah tangga merupakan bahan sisa yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga. Contohnya adalah sampah, baik organik maupun anorganik, detergen, kotoran, dan asap hasil pembakaran. Limbah yang paling banyak diproduksi rumah tangga adalah sampah. Sampah ini merupakan masalah yang cukup pelik untuk diselesaikan, karena di negara kita belum mempunyai alat untuk mengolah sampah yang canggih dan ramah lingkungan. Akibatnya, yang terjadi adalah pembuangan sampah yang tidak teratur dan menyebabkan pencemaraan air, udara, dan tanah.

Selain pembuangan sampah, pembuangan limbah mandi, cuci, dan kakus masih banyak yang dibuang ke sungai. Jika Anda lihat sungai-sungai di perkotaan, Anda tidak akan menemukan sungai yang masih bersih. Hal tersebut akan mengganggu kehidupan organisme yang ada di dalamnya.



Sumber: enrin.grida.no; Tempo, Edisi 22-28 Mei 2006

2. Limbah Pertanian

Limbah pertanian biasanya memengaruhi kondisi air dan tanah. Limbah pertanian dihasilkan dari penggunaan pupuk, pestisida, atau bahan organik lainnya secara berlebihan. Apabila terjadi hujan, pupuk yang berlebihan ini akan terbawa air menuju sungai, kemudian berkumpul di danau atau bendungan. Pupuk akan mengendap sehingga membuat kandungan zat hara di perairan meningkat. Akibat meningkatnya zat hara dalam perairan, alga atau ganggang akan tumbuh dengan sangat subur. Peristiwa ini disebut juga dengan *blooming algae*.

Kata Kunci

- *Blooming algae*
- Limbah pertanian
- Limbah rumah tangga



Fakta Biologi

Waktu yang dibutuhkan untuk menguraikan sampah

Jenis sampah	Waktu yang diperlukan (tahun)
Botol kaca	1 Juta
Botol plastik	450
Popok	450
Kaleng minuman	80–200
Pelampung plastik	80
Sol sepatu	50–80
Gelas plastik	50
Kaleng timah	50
Kain nilon	30–40
Tas plastik	10–20
Filter rokok	1–2
Tripleks	1–3

Sumber: Koran Tempo, 25 September 2004

Gambar 9.1

- (a) Limbah rumah tangga yang memenuhi bendungan sungai
(b) Tempat pembuangan sampah yang tidak teratur

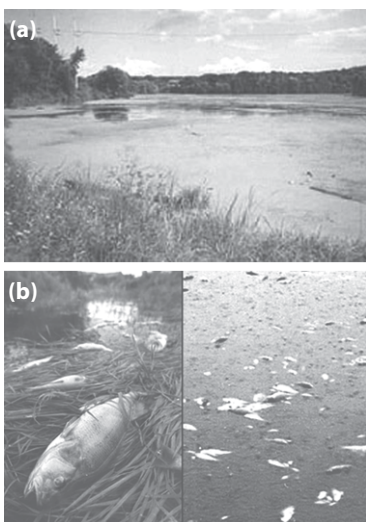
Oksigen pun banyak dibutuhkan oleh ganggang untuk pertumbuhannya serta penguraianya jika ganggang ini mati. Akibatnya, kadar oksigen di perairan sangat sedikit. Hal tersebut menjadikan kondisi di perairan tidak dapat ditinggali oleh organisme yang memerlukan oksigen. Fenomena ini disebut **eutrofikasi**.

Untuk lebih jelas perhatikan tahapan terjadinya eutrofikasi (**Gambar 9.2**), dan gambar lingkungan eutrofikasi serta efeknya (**Gambar 9.3**).

Kata Kunci

- Eutrofikasi
- Limbah B3
- Limbah Industri
- Limbah non B3

Gambar 9.2
Awal terjadinya eutrofikasi

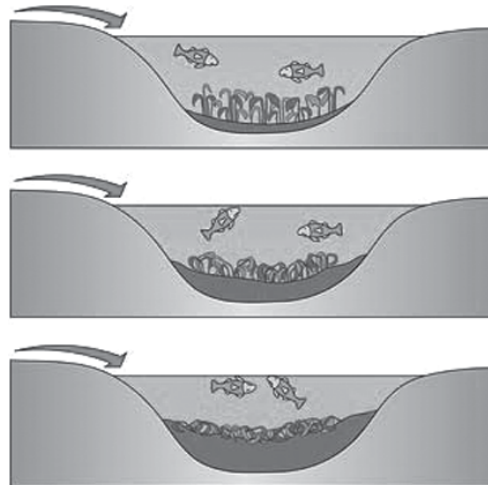


Sumber: www.greenfacts.org; www.ikzm-d

Gambar 9.3
(a) Perairan yang terkena eutrofikasi dan (b) efek dari eutrofikasi

Gambar 9.4
Pembuangan limbah dari sektor industri

Zat hara dari limbah pemupukan mengalir ke perairan



Sumber: www.bbc.co.uk

1. Alga tumbuh dengan cepat, menggunakan oksigen di perairan dan menutupi sinar matahari
2. Tumbuhan perairan mulai mati
3. Tumbuhan mati menjadi makanan mikroba
4. Terjadi kompetisi penggunaan oksigen
5. Air jadi kekurangan oksigen dan ikan-ikan mati

3. Limbah Industri

Selain kegiatan rumah tangga, kegiatan industri memberikan andil yang sangat besar dalam pencemaran dan perubahan lingkungan. Hal ini disebabkan karena kegiatan industri menghasilkan limbah yang banyak, baik dalam bentuk cair, padat, maupun gas.

Limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri kebanyakan tergolong ke dalam jenis limbah B3. Sehingga sebelum dilakukan pembuangan harus melalui pengolahan khusus dan penetralan agar pada saat dibuang, aman bagi lingkungan.

Banyak pabrik yang tidak memerhatikan faktor lingkungan ketika membuang limbah. Misalnya saja, limbah tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan. Hal ini sangat berbahaya bagi organisme yang hidup di perairan. Ikan-ikan akan mati karena terdapat bahan beracun dari limbah yang dibuang ke perairan. Berikut adalah gambar pembuangan limbah yang dilakukan oleh industri.



Sumber: www.jennitech.com

Tes Kompetensi Subbab B

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Tuliskan 3 kelompok limbah berdasarkan asalnya.
2. Jelaskan proses terjadinya eutrofikasi

C. Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah

Seperti kita ketahui limbah merupakan polutan suatu pencemaran lingkungan. Akan tetapi tidak semua limbah merupakan sampah yang tidak dapat dimanfaatkan kembali. Beberapa jenis limbah dapat dimanfaatkan kembali, bahkan dapat memiliki nilai ekonomis untuk menunjang kehidupan manusia.

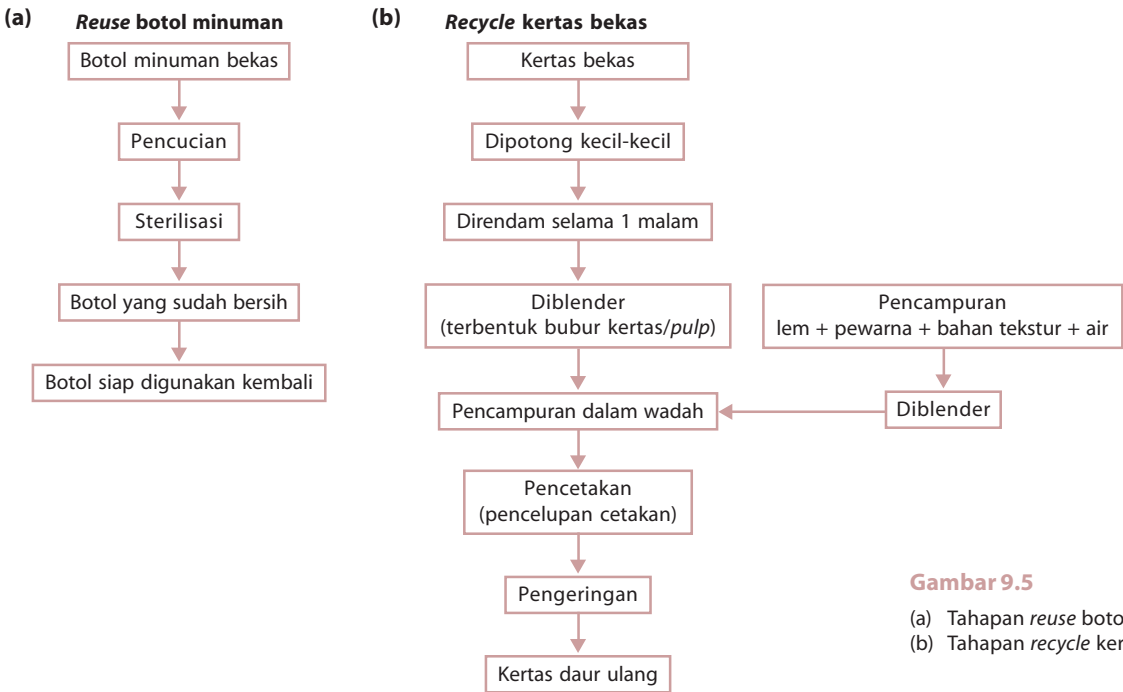
Usaha kita dalam mengurangi jumlah limbah yang banyak, dapat dilakukan dengan cara *reuse* atau (penggunaan kembali) dan *recycle* (daur ulang).

Reuse adalah penggunaan kembali sampah-sampah yang masih dan dapat dimanfaatkan tanpa dilakukan pengolahan khusus. Hasil akhirnya masih tetap barang yang sama dan memiliki fungsi yang sama atau berbeda. Contoh, sampah botol (yang masih utuh) dapat kita manfaatkan kembali hanya dengan membersihkannya dan tetap memiliki fungsi yang sama seperti fungsi sebelumnya.

Recycle adalah daur ulang atau penggunaan kembali limbah yang masih dapat dimanfaatkan, tetapi harus diberikan pengolahan tertentu sehingga hasil akhirnya menjadi barang yang berbeda dan fungsi yang sama atau berbeda. Contoh, sampah kertas dapat diolah kembali menjadi kertas daur ulang atau kertas hias dan memiliki nilai ekonomis. Berikut ini adalah contoh bagan tahapan suatu proses *reuse* botol dan *recycle* kertas.

Kata Kunci

- *Recycle*
- *Reuse*



Gambar 9.5
(a) Tahapan reuse botol bekas
(b) Tahapan recycle kertas bekas

Tugas Anda 9.1

Dari konsep *reuse* dan *recycle* yang telah dibahas, buatlah suatu barang hasil *reuse* dan *recycle* lengkap dengan alat, bahan, dan tahapan kerjanya.

Tes Kompetensi Subbab C

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Jelaskan pengertian *reuse* dan *recycle*.
2. Bagaimanakah sifat limbah yang dapat di *reuse* dan *recycle*.

D. Pencemaran

Semakin meningkatnya kebutuhan hidup manusia terhadap segala hal, menimbulkan berbagai dampak, khususnya terhadap lingkungan tempat manusia itu tinggal. Misalnya, kebutuhan manusia akan lahan dan bahan bangunan untuk membuat tempat tinggal secara langsung menyebabkan suatu lingkungan terganggu. Gangguan tersebut diakibatkan oleh timbulnya pencemaran. **Pencemaran** adalah masuknya zat, energi, partikel, atau komponen lainnya yang dapat menyebabkan perubahan tatanan suatu lingkungan akibat kegiatan manusia atau proses alam.

Dewasa ini, perkembangan industri di segala bidang semakin pesat. Tujuan dari semua itu adalah untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Akan tetapi, dalam pelaksanaan industri ini selain menghasilkan produk yang digunakan oleh manusia juga menghasilkan sisa produk atau limbah.

Meningkatnya jumlah limbah dalam suatu lingkungan dapat mengakibatkan pencemaran. Limbah ini banyak macamnya, ada yang berasal dari rumah tangga, industri, pertanian, dan peternakan. Limbah yang berasal dari berbagai sumber tersebut merupakan **polutan**. Polutan adalah komponen atau bahan yang menyebabkan pencemaran.

Berdasarkan wujud zatnya, polutan dibagi kedalam 3 jenis yaitu polutan padat, cair, dan gas. Ketiga jenis tersebut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, baik di darat, air, maupun udara. Pembagian pencemaran dibagi berdasarkan tempat terjadinya, yaitu pencemaran air, udara dan tanah.

1. Pencemaran Air

Pencemaran air dapat terjadi di sungai, air tanah, maupun laut. Menurut peraturan pemerintah (PP) No. 82 tahun 2001 mengenai lingkungan, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun hingga tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran air dapat bersumber dari limbah rumah tangga, limbah pertanian, dan limbah industri.

Polutan air yang berasal dari limbah rumah tangga, limbah pertanian, dan limbah industri dapat berwujud padat dan cair, ada yang bersifat organik dan juga yang anorganik.

Kata Kunci

- Pencemaran
- Polutan



Sekilas Biologi

Pencemaran yang terjadi di pantai utara, tepatnya di daerah kabupaten Indramayu sangat memprihatinkan. Pantai tersebut tercemari oleh ceceran minyak bumi dari kapal tanker. Pencemaran tersebut telah membunuh udang dan ikan yang terdapat di sekitar tambak. Minyak yang terapung di perairan tersebut mampu mengurangi kadar oksigen dalam air dan membuat organisme yang hidup di dalamnya mati.

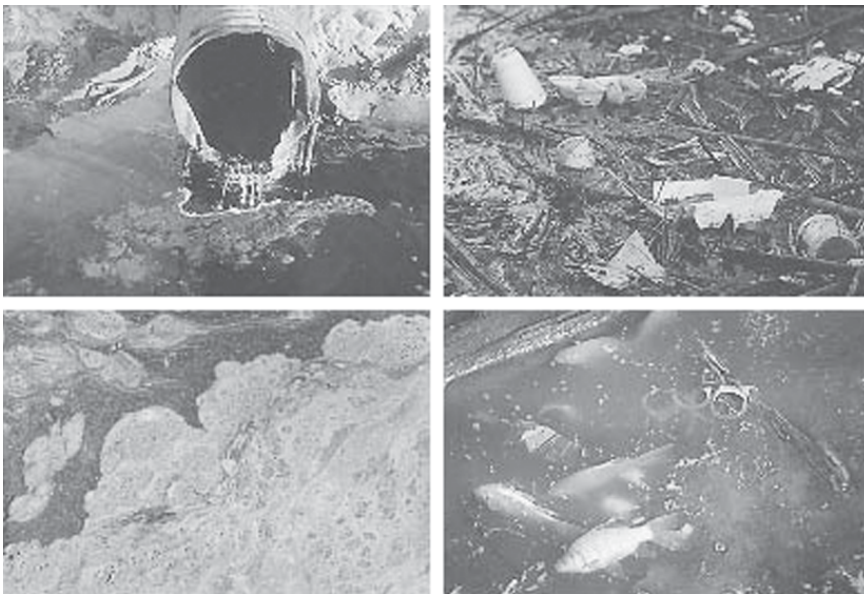
Sumber: *Pikiran Rakyat*, 31 November 2006

Kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Sebaliknya, kualitas air mengalami penurunan karena terkena dampak pencemaran. Apakah yang akan terjadi jika kondisi ini terus berlanjut?

Sampah atau polutan organik merupakan polutan yang mudah terurai. Polutan ini akan menyebabkan pendangkalan pada suatu perairan, karena setelah diuraikan oleh mikroorganisme polutan tersebut akan mengendap dan membentuk lapisan sedimen di dasar laut.

Sampah anorganik merupakan sampah atau polutan yang bersifat sulit terurai atau dapat terurai dalam jangka waktu yang sangat lama. Penumpukan sampah anorganik akan menyebabkan banjir dan aliran air akan terhalang karena lahan yang seharusnya untuk menampung air menjadi penuh oleh sampah anorganik.

Selain polutan yang berwujud padat, polutan cair juga dapat memberikan dampak langsung pada organisme. Di suatu perairan yang tercemar. Polutan cair ini dapat meracuni dan menyebabkan kematian pada organisme. Perhatikan **Gambar 9.6**. Gambar ini menunjukkan beberapa bentuk pencemaran air dan dampaknya bagi makhluk hidup.



Sumber: www.tssphoto.com

Gambar 9.6

Beberapa bentuk pencemaran air

2. Pencemaran Udara

Apakah Anda pernah pergi ke terminal bus? Kemudian, memperhatikan keadaan lingkungan di tempat itu? Apa yang Anda rasakan? Anda pasti merasa panas, sesak, dan bahkan merasa tidak nyaman untuk bernapas bukan? Hal tersebut disebabkan oleh banyaknya polutan di udara. Polutan ini berasal dari asap kendaraan bermotor. Pencemaran udara sebagian besar disebabkan oleh asap kendaraan bermotor serta industri-industri pabrik. Tingkat pencemaran udara yang tinggi banyak terdapat di wilayah kota-kota besar, terutama terminal bis, daerah industri, dan jalan raya.

Proses pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor menghasilkan asap yang mengandung gas karbon monoksida (CO). Selain karbon monoksida, sebagian besar kendaraan bermotor mengeluarkan asap yang mengandung logam timbal (Pb). Pada ambang batas tertentu, keduanya merupakan bahan yang berbahaya bagi tubuh kita. Pencemaran udara memberikan dampak yang sangat merugikan, terutama bagi manusia.



Sumber: bplhd.jakarta.go.id

Gambar 9.7

Asap kendaraan merupakan salah satu polutan pencemaran udara

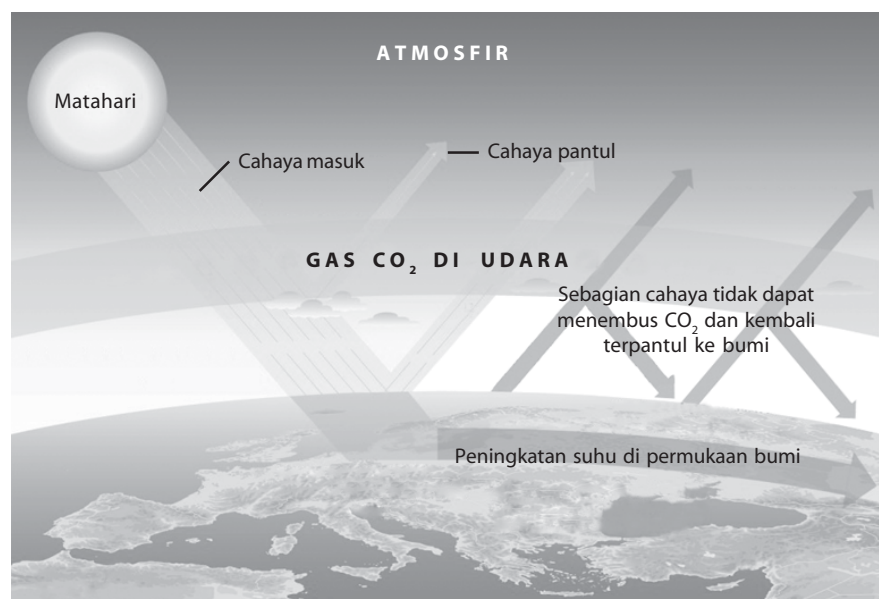
Kata Kunci

- Efek rumah kaca
- Pemanasan global

Rendahnya kualitas udara memberikan dampak langsung terhadap kesehatan. Karbon monoksida (CO) mampu berikatan dengan hemoglobin lebih kuat dibandingkan dengan oksigen. Pada saat konsentrasi gas CO dalam darah tinggi dapat menyebabkan kematian pada manusia. Dampak kesehatan lainnya yang dapat ditimbulkan dari pencemaran udara yang tinggi, antara lain adalah pusing, iritasi pada mata, tenggorokan gatal, batuk dan bahkan dapat memicu asma serta kanker paru-paru.

Bahan polutan lainnya yang menyebabkan pencemaran udara adalah karbon dioksida (CO_2). Kadar CO_2 yang tinggi di atmosfer dapat menyebabkan **efek rumah kaca**. Efek rumah kaca disebabkan oleh tingginya suhu di permukaan bumi karena kadar gas CO_2 di atmosfer meningkat. Mekanisme efek rumah kaca ini berasal dari panas matahari yang menembus lapisan atmosfer dan dipantulkan ke bumi. Oleh karena kadar CO_2 yang tinggi di atmosfer, panas matahari yang dipantulkan bumi terjebak di permukaan bumi. Akibatnya, suhu di dalam bumi meningkat. Jika keadaan tersebut terus berlangsung maka dampak jangka panjangnya adalah akan terjadi **pemanasan global**. Pemanasan global ini membuat gunung es di kutub selatan dan kutub utara mencair sehingga permukaan air laut naik.

Perhatikan **Gambar 9.8**, gambar ini menunjukkan proses terjadinya efek rumah kaca.

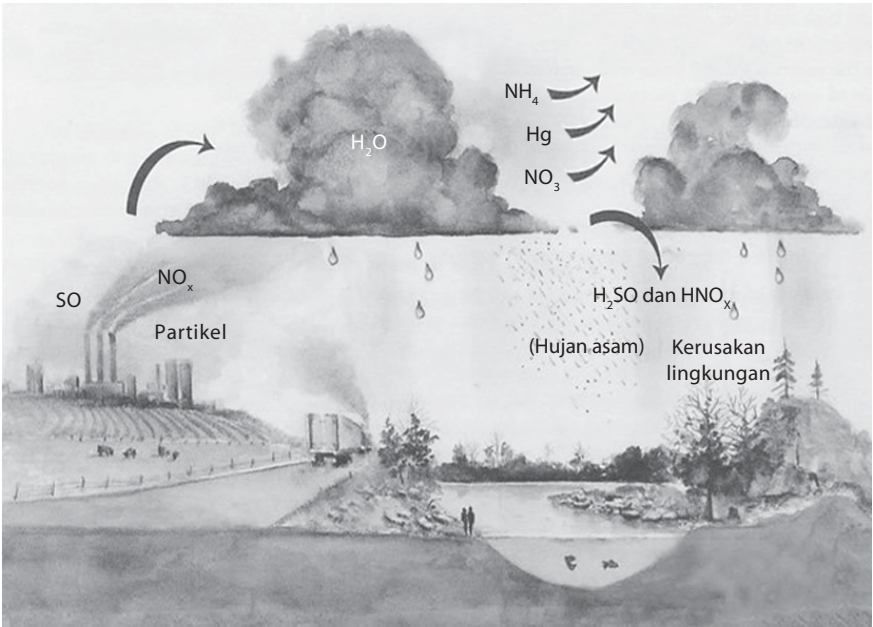


Gambar 9.8

Proses terjadinya efek rumah kaca

Sumber: maps.grida.no

Selain itu polutan yang lainnya adalah SO_x dan NO_x . Bila konsentrasi di udara terlalu banyak dan bereaksi dengan uap air (H_2O) maka akan membentuk senyawa H_2SO_x dan HNO_x yang menyebabkan hujan asam, sifat asam yang korosif akan memberikan dampak yang sangat berbahaya, antara lain kerusakan pada bahan bangunan, kerusakan pada kulit, bahkan kematian pada organisme. Perhatikan **Gambar 9.9**.



Gambar 9.9
Proses terjadinya hujan asam

Sumber: mainegov-images.informe.org

Untuk lebih jelas mengenai pengaruh polutan udara terhadap kesehatan organisme dapat dilihat dari Tabel 9.1 berikut.

Tabel 9.1 Indeks Standar Pencemaran Udara untuk Setiap Parameter Pencemaran

Kategori	Rentang (PPM)	Karbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO ₂)	Ozon (O ₃)	Sulfur Dioksida (SO ₂)	Partikel
Baik	0–50	Tidak ada efek	Sedikit berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan SO ₂ (selama 4 jam)	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O ₃ (selama 4 jam)	Tidak ada efek
Sedang	51–100	Perubahan kimia darah, tetapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Terjadi penurunan pada jarak pandang
Tidak sehat	101–199 200–299	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna. Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau, meningkatnya kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu di mana-mana
Sangat tidak sehat		Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit jantung dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronkhitis	Olahraga ringan mengakibatkan pengaruh pernapasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronkhitis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakitan asma dan bronkhitis
Bahaya	300-lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar				

Sumber: Bapedal

Selain zat-zat dan partikel yang menjadi polutan, pencemaran suara juga merupakan bagian dari pencemaran udara, karena udara merupakan media dalam perambatan gelombang suara. Pencemaran suara terjadi karena bunyi atau suara yang melebihi intensitas batas standar, yaitu 80 desibel (dB). Desibel merupakan satuan untuk mengukur kekuatan suara. Apabila kita mendengar suara melebihi 80 dB secara terus-menerus, kita akan mengalami gangguan pendengaran, tuli, gangguan keseimbangan, dan otak.

Sumber pencemaran suara di sekitar kita cukup banyak, di antaranya suara kendaraan bermotor, pesawat terbang, dan mesin-mesin. Semua sumber pencemaran adalah suara yang memiliki intensitas bunyi lebih dari 80 dB (**Gambar 9.10**).

Kata Kunci

- Pencemaran tanah



Gambar 9.10

Pada saat lepas landas, suara pesawat dapat menyebabkan polusi suara

Sumber: host212.ipowerweb.com

3. Pencemaran Tanah

Seperti pencemaran lainnya, pencemaran tanah juga disebabkan oleh berbagai macam limbah, contohnya limbah pertanian dan limbah rumah tangga. Limbah rumah tangga yang sering kita lihat adalah sampah. Sampah yang dibiarkan menumpuk akan menyebabkan pembusukan dan aroma tidak sedap. Pembusukan yang terjadi dapat mencemari tanah dan menimbulkan bibit penyakit. Misalnya, sampah plastik yang dibuang di tanah, dibutuhkan waktu lama untuk menguraikannya. Hal ini tentu saja memengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap air, dan kandungan oksigen dalam tanah pun menjadi berkurang.

Adapun limbah pertanian yang menyebabkan pencemaran tanah adalah penggunaan pestisida dan herbisida yang berlebihan. Hampir semua pestisida dan herbisida memiliki sifat sulit terurai. Oleh karena pestisida dan herbisida tertahan lama di dalam tanah, perairan yang berada di dekat wilayah tersebut juga akan tercemar.

Logika Biologi

Plastik dan kaca merupakan contoh polutan bagi tanah. Bagaimanakah cara membuang plastik dan kaca agar tidak mencemari tanah?

Tes Kompetensi Subbab D

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Tuliskan jenis-jenis pencemaran berdasarkan tempat terjadinya.
2. Sebutkan contoh-contoh penyebab terjadinya pencemaran

E. Penanganan Masalah Pencemaran Lingkungan

Banyaknya aktivitas hidup manusia yang menghasilkan limbah yang cukup memprihatinkan. Dampak negatif dari limbah ini cukup besar bagi lingkungan serta organisme hidup lainnya, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penanganan masalah pencemaran lingkungan perlu dilakukan sedini mungkin. Upaya yang dilakukan dalam penanganan pencemaran lingkungan berupa limbah, yaitu dengan mengelompokkan limbah berdasarkan komponen penyusunnya. Limbah dikelompokkan menjadi dua, yaitu limbah anorganik dan limbah organik. Bagaimanakah penanganan kedua jenis limbah tersebut?

1. Penanganan Limbah Anorganik

Limbah anorganik merupakan limbah yang tidak dapat diuraikan atau dapat diuraikan, tetapi dalam jangka waktu yang sangat lama. Contoh dari limbah anorganik adalah sampah plastik dan botol-botol kemasan. Akan tetapi, limbah anorganik dapat dimanfaatkan kembali melalui proses daur ulang. Daur ulang limbah anorganik dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan pembakaran, penghancuran, dan dikuburkan dalam tanah.

Limbah anorganik yang dibakar merupakan cara untuk mengurangi volume limbah. Kekurangan dari metode pembakaran ini menghasilkan residu berupa asap, yang akan menimbulkan pencemaran udara. Adapun dengan cara penghancuran (**Gambar 9.11**), sampah dipotong-potong kecil, kemudian didaur ulang menjadi barang-barang baru. Misalnya, plastik yang didaur ulang menjadi barang-barang plastik yang baru lagi. Sampah yang ditangani dengan cara dikuburkan dalam tanah, hanyalah cara untuk meratakan volume sampah. Penanganan dengan cara ini agak tidak bersahabat dengan lingkungan karena terurai dalam tanah cukup lama.



Sumber: *Tempo*, Edisi 22–28 Mei 2006

Kata Kunci

- Limbah anorganik
- Limbah organik

Gambar 9.11
Pengolahan sampah anorganik

Kata Kunci

- Biogas
- Pengomposan

2. Penanganan Limbah Organik

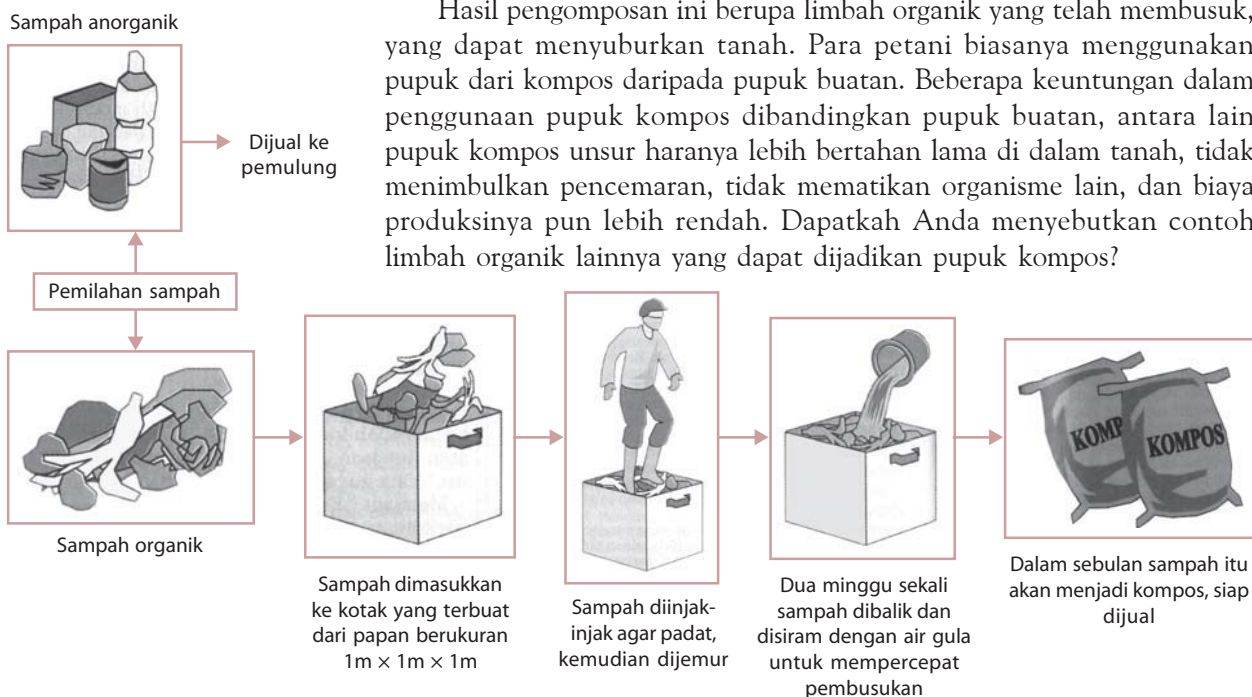
Sampah organik merupakan limbah yang mudah terurai melalui proses alami. Limbah organik mudah terurai karena tersusun dari bahan-bahan organik. Limbah organik berasal dari tumbuhan dan hewan. Contoh limbah organik adalah sayuran, batang pohon, dedaunan, kotoran hewan, dan lain-lain.

Untuk pengolahan limbah organik, relatif lebih mudah dibandingkan dengan penanganan limbah anorganik. Limbah organik pun dapat dimanfaatkan, misalnya dengan dijadikan kompos dan biogas.

a. Pengomposan

Pengolahan limbah organik menjadi kompos memberikan keuntungan dalam bidang pertanian atau perkebunan. Daun-daun yang gugur dari pohonnya, merupakan contoh limbah organik. Dedaunan tersebut dapat dijadikan kompos melalui proses **pengomposan** (Gambar 9.12). Pengomposan merupakan proses pengolahan limbah organik dengan menggunakan mikroorganisme pengurai. Limbah organik tersebut akan terurai menjadi bahan-bahan anorganik, yang mana dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi bagi tumbuhan.

Hasil pengomposan ini berupa limbah organik yang telah membusuk, yang dapat menyuburkan tanah. Para petani biasanya menggunakan pupuk dari kompos daripada pupuk buatan. Beberapa keuntungan dalam penggunaan pupuk kompos dibandingkan pupuk buatan, antara lain pupuk kompos unsur haranya lebih bertahan lama di dalam tanah, tidak menimbulkan pencemaran, tidak mematikan organisme lain, dan biaya produksinya pun lebih rendah. Dapatkah Anda menyebutkan contoh limbah organik lainnya yang dapat dijadikan pupuk kompos?



Gambar 9.12
Pembuatan pupuk kompos secara sederhana

b. Biogas

Contoh limbah organik yang seringkali menjadi permasalahan dalam menyelesaikannya adalah kotoran hewan. Kotoran hewan dapat menimbulkan masalah baru bagi lingkungan jika tidak ditangani dengan baik, seperti pencemaran tanah dan pencemaran udara. Akan tetapi, kotoran hewan ternyata dapat dimanfaatkan dalam pembuatan biogas. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari penguraian bahan organik, seperti kotoran hewan, melalui fermentasi oleh bakteri saprofit.

Hasil dari fermentasi limbah organik ini mampu menghasilkan gas metana. Gas metana dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Keuntungan dari pengolahan limbah organik menjadi biogas ini adalah volume sampah menjadi berkurang, di samping itu dapat menghemat energi.

Sumber: Tempo, Edisi 22–28 Mei 2006

Tes Kompetensi Subbab E

Kerjakanlah di dalam buku latihan.

1. Sebutkan contoh penanganan limbah organik.
2. Jelaskan proses pembuatan kompos dari sampah organik.

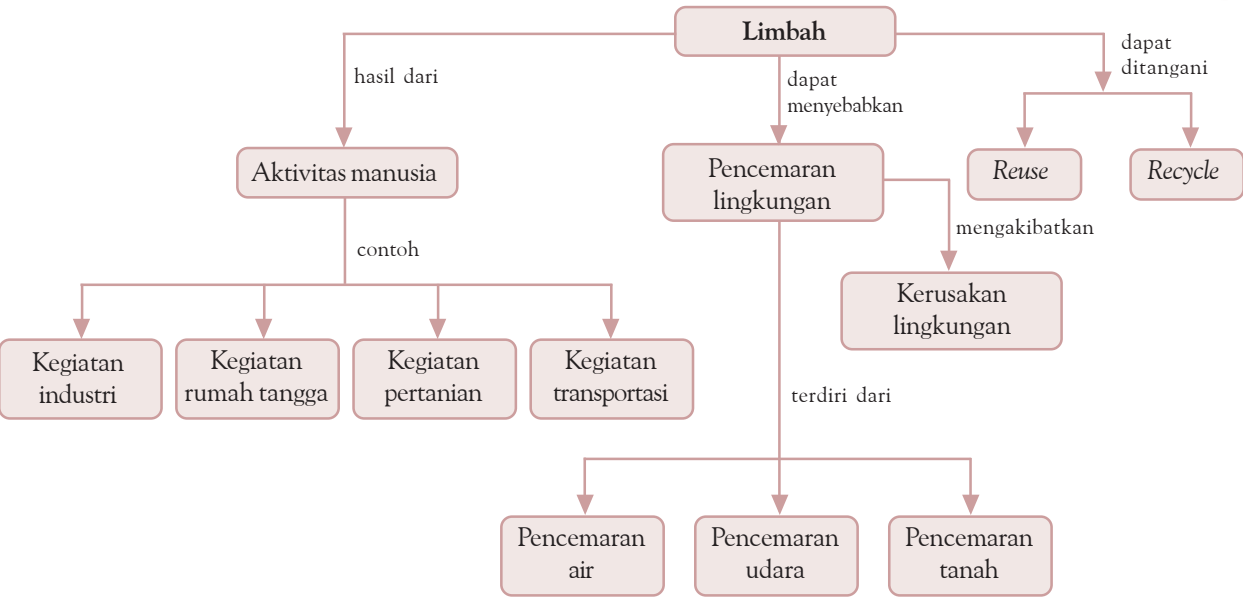
Rangkuman

1. Kegiatan manusia memberikan dampak yang memengaruhi lingkungannya. Dampak tersebut dapat mengganggu keadaan lingkungan yang ada. Contohnya, dihasilkannya limbah.

2. Limbah terdiri atas limbah rumah tangga, limbah pertanian, dan limbah industri. Setiap jenis limbah tersebut menghasilkan produk sisa yang berbeda serta menimbulkan dampak yang berbeda pula.
3. Pemanfaatan dan pengolahan limbah dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu reuse, dan recycle. Kedua cara ini memiliki ciri yang berbeda.

4. Penanganan jenis limbah anorganik dan limbah organik dapat memberikan manfaat lainnya. Selain diolah untuk didaur ulang, pada sampah organik dapat dihasilkan produk lain yang bermanfaat. Contohnya, pupuk kompos dan biogas.

Peta Konsep



Refleksi

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Limbah dan Pencemaran** ini? Menarik, bukan? Banyak hal yang bisa Anda dapatkan. Misalnya, Anda mampu mengenal jenis-jenis limbah, jenis-jenis pencemaran, dan cara menanggulangnya.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah kerusakan atau pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan; menganalisis jenis limbah dan

daur ulang limbah serta membuat produk daur ulang limbah. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut?

Apabila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini? Diskusikanlah bersama teman-teman Anda, kemudian bertanyalah kepada guru Anda untuk memecahkan permasalahan yang berkenaan dengan materi-materi Bab Limbah dan Pencemaran. Pastikanlah Anda menguasai materi bab ini dengan belajar yang giat.

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

- Berikut ini adalah dampak kerusakan lingkungan yang disebabkan murni oleh alam adalah
 - efek rumah kaca
 - pemanasan global
 - hutan gundul akibat pembalakan liar
 - kerusakan hutan akibat aliran lahar panas
 - kerusakan lapisan ozon
- Pengertian pencemaran lingkungan adalah
 - sisa hasil produksi yang fungsinya sudah tidak sesuai lagi dengan fungsi awalnya
 - bahan yang dapat menyebabkan perubahan dan kerusakan pada lingkungan
 - masuknya zat, energi, partikel, atau komponen lainnya yang menyebabkan perubahan tatanan lingkungan ke arah lebih buruk
 - masuknya bahan dan makhluk hidup ke suatu lingkungan yang menyebabkan membaiknya keseimbangan lingkungan
 - zat yang memengaruhi lingkungan
- Eutrofikasi mengakibatkan hewan air mati. Hal tersebut disebabkan karena air banyak mengandung
 - CO_2 dan sedikit O_2
 - senyawa organik
 - O_2 dan sedikit CO_2
 - oksigen
 - mineral
- Limbah rumah tangga yang dapat mencemari air dengan bakteri *E.coli* adalah
 - sampah organik
 - detergen
 - sampah plastik
 - sampah anorganik
 - kotoran manusia
- Berikut ini merupakan dampak dari gas CO adalah
 - gangguan respirasi manusia
 - peningkatan suhu udara
 - korosi pada logam
 - perubahan suhu udara
 - terbentuknya hujan asam
- Berikut ini yang *tidak* termasuk dampak kesehatan yang disebabkan oleh polusi dari asap kendaraan adalah
 - iritasi mata
 - sakit perut
 - pusing
 - batuk
 - tenggorokan gatal
- Komponen industri yang menyebabkan hujan asam adalah
 - limbah buangan industri
 - produk akhir suatu industri
 - pembakaran yang menghasilkan SO_2
 - CFC
 - hasil industri kosmetik dalam bentuk gas
- Meningkatnya CO_2 di udara menyebabkan
 - terbentuknya hujan asam
 - rusaknya lapisan ozon
 - penurunan suhu udara
 - korosi logam
 - terjadinya efek rumah kaca
- Eutrofikasi di suatu perairan diakibatkan oleh meningkatnya kadar senyawa organik dalam air, terutama senyawa
 - NO
 - NO_2
 - NO_3
 - SO
 - SO_2
- Polutan yang menyebabkan pencemaran pada tanah, biasanya bahan yang sulit terurai, contohnya adalah
 - sampah kayu
 - sampah organik
 - serasah
 - pestisida
 - pupuk
- Pencemaran suara disebabkan karena adanya bunyi atau suara yang melebihi standar intensitas suara secara terus-menerus. Batas intensitas suara yang aman untuk manusia adalah
 - 80 dB
 - 120 dB
 - 250 dB
 - 400 dB
 - 800 dB
- Berikut ini merupakan sifat dari limbah anorganik adalah
 - mudah terurai
 - berbau jika dibiarkan cukup lama
 - terurai dalam waktu yang sangat lama
 - dapat berfungsi sebagai habitat bakteri patogen
 - dapat dimanfaatkan sebagai pupuk
- Berikut ini yang termasuk sampah organik adalah
 - besi
 - kertas
 - plastik
 - kaca
 - fiber glass
- Perhatikan gambar berikut.
 - 
 - 
 - 
 - 
 - 

Urutan yang benar pada pengomposan tersebut adalah

- 1-2-3-4-5
- 2-4-1-3-5
- 2-4-5-1-3
- 4-2-1-5-3
- 2-1-4-5-3

15. Berikut ini jenis limbah yang tidak bisa dimanfaatkan sebagai kompos adalah

- serasah
- sayuran
- kotoran hewan
- sampah kayu
- sampah plastik

16. Salah satu bakteri yang dimanfaatkan dalam pembuatan biogas adalah

- E. coli*
- Cyanobacterium*
- Metanobacterium*
- Nitrobacter*
- Eubacteria*

17. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan Biogas adalah

- kotoran hewan
- sampah tumbuhan
- sampah organik
- sampah anorganik
- limbah cair

18. Gas yang dihasilkan dari proses pembuatan biogas adalah

- nitrat
- sulfat
- karbon dioksida
- metana
- nitrooksida

19. Jenis polutan air yang menyebabkan gangguan kesehatan, terutama diare adalah

- Plasmodium vivax*
- Escherichia coli*
- Metanobacterium*
- Nitrosomonas*
- Nitrococcus*

20. Berikut ini *bukan* merupakan usaha untuk mengurangi limbah padat adalah

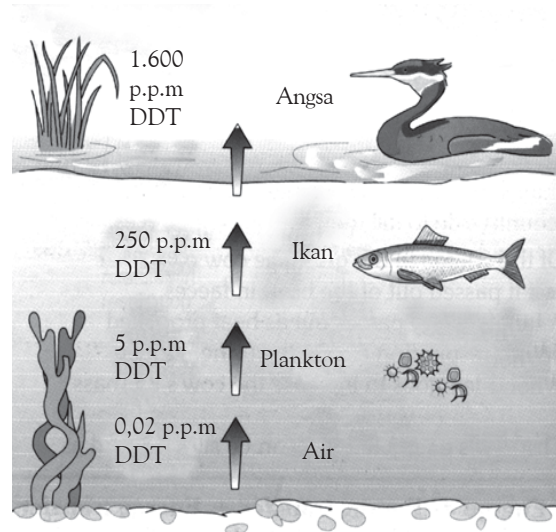
- dibakar dengan alat yang sesuai
- ditimbun dengan tanah
- didaur ulang
- dicairkan, lalu dilarutkan dalam air
- dimanfaatkan kembali

B. Soal Uraian

- Tuliskan kegiatan manusia yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan.
- Jelaskan jenis-jenis limbah berdasarkan wujudnya.
- Jelaskan dampak yang disebabkan oleh gas.
 - CO
 - CO₂
 - SO₂
 - CFC
- Apakah yang menyebabkan eutrikifikasi? Jelaskan.
- Jelaskan langkah pembuatan kompos.

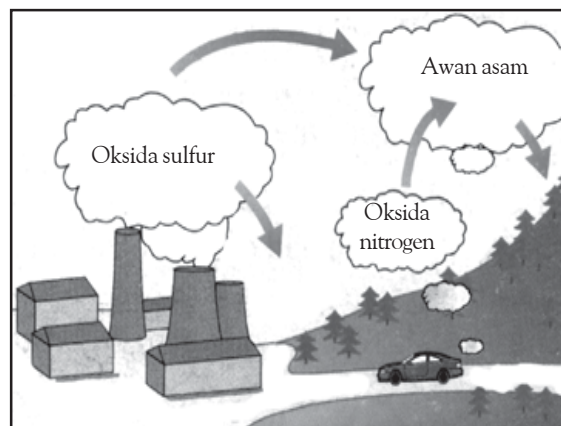
C. Soal Tantangan

- Salah satu contoh limbah pertanian adalah DDT (sejenis pestisida). Penggunaan DDT yang berlebihan akan memberikan dampak pada ekosistem. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: Biology for You, 2002

- Berapakah konsentrasi DDT pada ikan?
 - Di manakah konsentrasi DDT terkumpul paling banyak?
 - Apakah dampak DDT terhadap organisme-organisme tersebut?
- Tingginya kadar polutan di atmosfer dapat menimbulkan hujan asam. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: Biology for You, 2002

- Apakah polutan penyebab hujan asam tersebut?
- Dari manakah polutan tersebut berasal?
- Ceritakan proses hujan asam berdasarkan gambar tersebut.

Proyek Semester 2



Mendaur Ulang Sampah

Dalam Semester 2 ini, Anda telah mempelajari materi Keanekaragaman Hayati, Regnum Plantae, Kingdom Animalia, Ekosistem, serta Limbah dan Pencemaran. Materi tersebut merupakan materi yang aplikatif dan berada di sekitar kita. Pada tugas proyek semester 2 ini akan diberi tugas berkenaan dengan materi tersebut terutama dengan pencemaran.

Di lingkungan sekitar kita pasti terdapat limbah atau sampah kertas, seperti sampah kertas koran, kertas buku tulis, dan lainnya. Pada tugas proyek semester 2 ini Anda di tuntut untuk dapat mengolah sampah kertas dengan cara mendaur ulangnya.

Anda harus mengetahui cara pembuatan, alat dan bahan yang dibutuhkan, prosedur kerja, dan manfaatnya. Anda dapat mencari informasi mengenai hal tersebut pada literatur-literatur lain seperti buku teks, media surat kabar, dan media elektronik (internet). Tugas yang Anda kerjakan ini dilaporkan dalam sebuah laporan, sedangkan kertas hasil daur ulang dapat Anda jual dan dimanfaatkan untuk kegunaan yang lainnya. Diharapkan melalui tugas proyek ini Anda mampu berkarya serta berwirausaha dari hasil kerja Anda sendiri.

Laporan dibuat sebaik mungkin dengan mengacu kepada prinsip-prinsip metode ilmiah yang telah Anda pelajari pada semester 1 yang lalu. Gunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar. Apabila ada hal yang tidak Anda pahami, bertanyalah kepada guru Anda.

Menjelang Akhir semester 2, laporan dan hasil dari tugas proyek ini dikumpulkan. Setiap kelompok harus mempresentasikan hasil tugasnya. Hasil setiap kelompok dari tugas ini didiskusikan di depan kelas bersama rekan-rekan dan guru Anda.

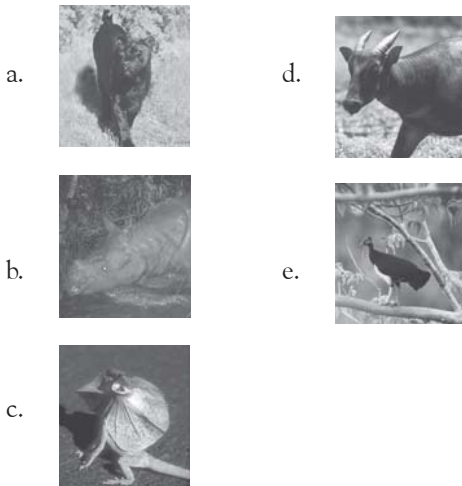
Evaluasi Kompetensi Biologi

Semester 2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

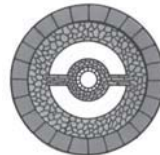
- Pada spesies anjing terdapat banyak variasi, seperti anjing buldog, anjing doberman, dan anjing colli. Variasi pada anjing tersebut menunjukkan keanekaragaman tingkat
a. gen d. keanekaragaman ras
b. spesies e. ekosistem
c. populasi
- Berikut ini merupakan keanekaragaman yang tidak ada di Indonesia, yaitu
a. savana d. hutan subtropis
b. padang rumput e. terumbu karang
c. hutan hujan tropis
- Berikut ini, manakah hewan yang berada di kawasan peralihan Indonesia adalah



- Berikut ini yang bukan termasuk dalam pelestarian *ex situ* adalah
a. taman safari d. kebun raya
b. kebun binatang e. taman nasional
c. kebun botani
- Keanekaragaman hayati dapat dimanfaatkan pada berbagai bidang untuk memenuhi kebutuhan manusia. Contoh keanekaragaman hayati yang dapat dimanfaatkan dalam bidang sandang dan papan adalah
a. rempah-rempah d. tanaman buah
b. pohon meranti e. tanaman temulawak
c. brotowali
- Struktur dasar tubuh Plantae terdiri atas
a. akar, batang, cabang batang
b. akar, batang, daun
c. batang, daun, buah

- akar, batang, buah
- akar, daun, buah

- Tanaman pakis termasuk dalam divisio
a. Coniferophyta d. Gnetophyta
b. Ginkgophyta e. Cycadophyta
c. Anthophyta
- Divisio yang tidak termasuk dalam golongan tumbuhan berpembuluh tidak berbiji adalah
a. Hepatophyta d. Sphenophyta
b. Psilophyta e. Pterophyta
c. Lycophyta
- Pernyataan yang benar mengenai homospora adalah
a. tumbuhan yang menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran yang berbeda
b. spora berukuran kecil dan berjenis kelamin jantan
c. tumbuhan yang menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran yang sama
d. spora berukuran besar dan berjenis kelamin betina
e. tumbuhan yang menghasilkan spora dengan bentuk dan ukuran yang sama, tetapi memiliki jenis yang berbeda
- Berikut ini yang termasuk ciri-ciri classis Dicotyledones adalah
a. berbiji tunggal
b. berakar serabut
c. kelopak bunga berkelipatan 4 atau 5
d. urat daun sejajar
e. jaringan pembuluh tersebar
- Perhatikan gambar berikut.

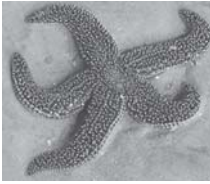


Berdasarkan rongga tubuhnya, gambar tersebut menunjukkan tipe rongga tubuh

- aselomata d. diploblastik
 - pseudoselomata e. triploblastik
 - selomata
- Organ yang berfungsi sebagai senjata untuk mengisap dan juga terdapat kait untuk menancap pada organ inangnya yang dimiliki cacing pita adalah
a. sucker d. scolex
b. proglotid e. mulut
c. proboscis

13. Phylum yang mengalami ecdysis pada fase hidupnya adalah
- Arthropoda
 - Annelida
 - Cephalopoda
 - Mematopoda
 - Mollusca

14. Hewan pada gambar berikut termasuk dalam classis



- Asteroidea
 - Ophiuroidea
 - Holothuroidea
 - Echinoidea
 - Crinoidea
15. Berikut ini yang termasuk ciri classis Agnatha adalah
- bertulang keras (sejati)
 - notochord berkembang digantikan vertebrae pada saat dewasa
 - mengalami metamorfosis
 - respirasi menggunakan paru-paru
 - tidak memiliki rahang dan bertulang rawan
16. Berikut ini yang termasuk salah satu fungsi angin sebagai faktor biotik dalam ekosistem adalah
- membantu penyerbukan tumbuhan
 - membantu proses fotosintesis
 - sebagai media pertumbuhan dan tempat hidup bagi makhluk hidup
 - membantu mengatur regulasi tubuh organisme
 - sebagai tempat menyimpan cadangan air
17. Jika terdapat 10 ekor rusa di tempat dan waktu yang sama maka akan terbentuk
- individu
 - populasi
 - komunitas
 - ekosistem
 - bioma
18. Berikut ini yang termasuk ekosistem buatan adalah
- hutan mangrove
 - danau
 - sungai
 - waduk
 - terumbu karang
19. Kehilangan energi dari rantai makanan pada masing-masing tingkat tropik dalam ekosistem dapat digambarkan dengan piramida
- biomassa
 - makanan
 - energi
 - biogeokimia
 - jumlah
20. Pada siklus karbon, sumber karbon di bumi dapat diambil dari
- letusan gunung
 - laut
 - bebatuan
 - fosil
 - hasil sekresi organisme
21. Limbah mengandung pengertian
- sisa proses produksi yang fungsinya sudah berubah dari aslinya
 - proses pembentukan sampah

- masuknya zat energi, partikel atau komponen lainnya yang dapat merubah tatanan dan keseimbangan lingkungan
 - komponen atau bahan yang menyebabkan pencemaran
 - hasil suatu produksi yang bisa dimanfaatkan
22. Pemupukan yang berlebihan akan menyebabkan
- sedimentasi
 - berkurangnya parasitas tanah
 - eutrofikasi
 - perubahan warna pada air
 - menurunnya kandungan unsur hara dalam tanah
23. Emisi gas buang dari alat transportasi didominasi oleh senyawa
- Pb dan CO
 - CO₂ dan O₂
 - H₂O dan CO₂
 - SO₃ dan NH₃
 - Pb dan SO₂
24. Polutan yang sangat berdampak negatif pada kualitas tanah adalah
- sampah organik
 - gas CO₂, CO, dan CFC
 - sampah organik
 - pupuk yang berlebihan
 - pestisida
25. Berikut ini contoh pemanfaatan limbah organik adalah
- daur ulang botol bekas
 - daur ulang besi bekas
 - daur ulang plastik
 - perlakuan kimiawi pada limbah cair bersifat asam
 - pengomposan

B. Soal Uraian

- Jelaskan keterkaitan gen, spesies, dan ekosistem, sehingga terbentuk suatu keanekaragaman hayati.
- Jelaskan pengertian pelestarian *in situ* dan *ex situ* beserta contohnya.
- Sebutkan anggota regnum Plantae yang termasuk dalam tumbuhan berpembuluh dan berbiji beserta contohnya.
- Jelaskan siklus hidup pada tumbuhan berpembuluh tidak berbiji.
- Jelaskan pengertian diploblastik dan triploblastik, sehingga dapat terlihat perbedaannya.
- Tuliskan perbedaan antara classis Chondrichthyes dan Osteichthyes.
- Buatlah contoh keterkaitan beberapa organisme dan faktor abiotiknya sehingga membentuk suatu ekosistem.
- Jelaskan pengertian individu, populasi, dan komunitas.
- Apa yang dimaksud dengan
 - pencemaran
 - limbah
 - polutan
- Tuliskan beberapa contoh penanganan limbah organik dan anorganik yang ada di lingkungan Anda.

Evaluasi Kompetensi Biologi

Akhir Tahun

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

A. Pilihan Ganda

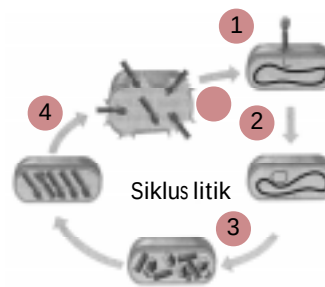
- Berikut adalah tahap-tahap dalam metode ilmiah.
 - melakukan penelitian/percobaan
 - merumuskan masalah
 - menemukan masalah
 - hasil penelitian
 - menarik kesimpulan
 - menentukan hipotesis

Urutan yang benar dalam melakukan metode ilmiah adalah

 - 3 2 6 1 4 5
 - 2 3 1 6 4 5
 - 1 2 3 4 5 6
 - 3 1 6 4 2 5
 - 2 3 1 4 6 5
- Kumpulan sel yang dapat melakukan tugas biologis yang sama adalah
 - molekul
 - sel
 - jaringan
 - organ
 - sistem organ
- Salah satu cabang Ilmu Biologi yang membahas tentang sel adalah
 - Limnologi
 - Botany
 - Fisiologi
 - Ornitologi
 - Sitologi
- Berikut ini peran biologi yang tidak bermanfaat bagi manusia adalah
 - pemanfaatan jamur *Penicillium* dalam membuat antibiotik
 - pengolahan makanan menggunakan mikro-organisme
 - penggunaan predator alami dalam membasmi hama
 - pembuatan bom Biologi
 - penggunaan organisme dalam bio indikator keadaan lingkungan
- Kata virus berasal dari bahasa Latin yang berarti
 - bibit penyakit
 - patogen
 - racun
 - makhluk renik
 - organisme aseluler
- Berikut ini yang bukan termasuk ciri-ciri virus adalah
 - untuk bereproduksi virus hanya memerlukan asam nukleatnya saja
 - dapat hidup dan memperbanyak diri dalam sel hidup dan sel mati organisme lain

- virus dibentuk oleh sebuah partikel yang disebut virion yang mengandung DNA atau RNA saja
- dapat dikristalkan, tetapi virus tersebut masih memiliki daya patogen apabila diinfeksi ke organisme hidup
- bersifat sel aseluler dan tidak memiliki organel-organel sel

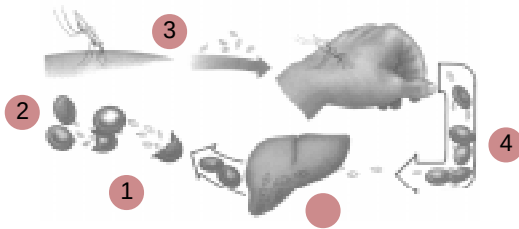
7. Perhatikan gambar berikut.



Saat virus mengambil alih fungsi DNA bakteri sehingga sel bakteri dikontrol oleh DNA virus ditunjukkan oleh nomor

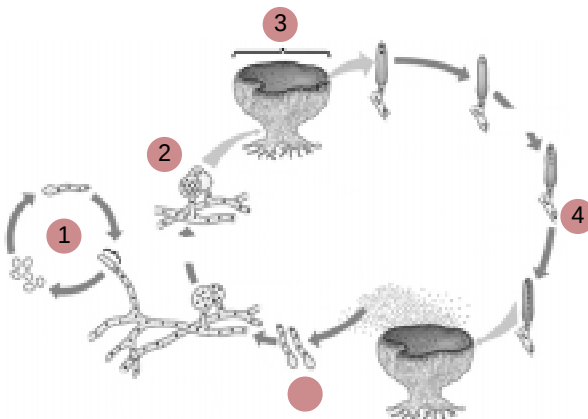
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Berikut ini yang termasuk dalam kelompok Archaeobacteria adalah
 - Protobacteria
 - Chlamydia
 - Spirochetes
 - Metanogenik
 - Cyanobacteria
 - Bakteri melakukan reproduksi dengan cara
 - pembelahan biner
 - endospore
 - mitosis
 - meiosis
 - tunas
 - Phylum Actinopoda memiliki ciri antara lain
 - memiliki alat gerak berupa kaki sama dan bentuk tidak beraturan
 - memiliki alat gerak berupa kaki semi yang memancar seperti jarum

- c. tubuh terlindung oleh kerangka luar yang tersusun atas CaCO_3
d. bergerak dengan menggunakan flagel
e. bergerak dengan menggunakan silia
11. Pengelompokan Alga pada umumnya didasarkan pada
a. alat gerak
b. dominasi pigmen
c. cara mendapatkan makanan
d. cara berkembang biak
e. habitat
12. Perhatikan gambar berikut.



Fase Sporozoit bereproduksi secara mitosis menjadi merozoit ditunjukkan pada nomor

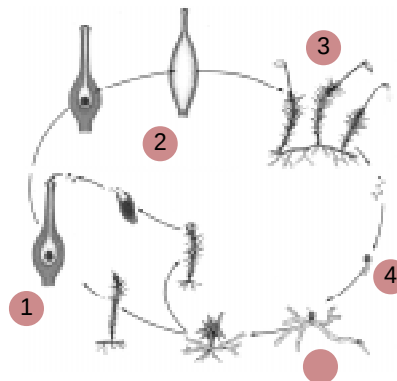
- a. 1
b. 2
c. 3
d. 4
e. 5
13. Diatom dimanfaatkan oleh manusia sebagai
a. alat gerak dan isolator panas
b. bahan pangan
c. bahan pembuat agar-agar
d. bahan kosmetik
e. bahan campuran pasta gigi
14. Bagian tubuh jamur yang berperan dalam menyerap makanan dari inangnya adalah
a. miselium
b. hifa koneositik
c. sporangiospora
d. hifa haustoria
e. konidiospora
15. Perhatikan gambar berikut.



Askokarp ditunjukkan oleh nomor

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

16. Pembagian kingdom fungi menjadi divisio didasarkan pada
a. bentuk dan letak spora
b. cara reproduksi
c. habitat
d. cara hidup
e. bentuk
17. Alat reproduksi seksual pada zigomycota adalah
a. hifa
b. fragmentasi miselium
c. askus
d. konidia
e. zigosporangium
18. Jika ada 4 ekor kucing dari satu keturunan memiliki warna yang berbeda-beda, maka keanekaragaman warna yang terdapat pada sejumlah kucing tersebut merupakan
a. keanekaragaman genis
b. keanekaragaman spesies
c. keanekaragaman varietas
d. keanekaragaman individu
e. keanekaragaman gen
19. Jenis keanekaragaman hewan yang berhabitat di Indonesia bagian timur adalah
a. orang utan
b. burung maleo
c. badak bercula satu
d. bekantan
e. anoa
20. Berikut ini contoh dari pelestarian in situ adalah
a. kebun binatang
b. kebun raya
c. taman nasional
d. penangkaran
e. kebun botani
21. Keanekaragaman hayati Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai obat-obatan adalah
a. daun singkong
b. jambu batu
c. bunga bangkai
d. pohon randu
e. meranti
22. Divisio yang termasuk dalam kelompok tumbuhan berpembuluh tidak berbiji adalah
a. Coniferophyta
b. Cycadophyta
c. Ginkgophyta
d. Gnetophyta
e. Pterophyta
23. Perhatikan gambar berikut.



Fase protonema ditunjukkan oleh nomor

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

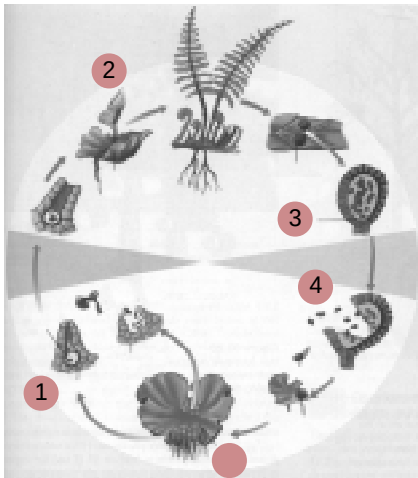
24. Struktur khas pada fase gametofit marchantia adalah

- a. sporofil
- b. arkegonia
- c. gemma
- d. antheridia
- e. zigot

25. Daun yang menghasilkan spora disebut

- a. sporogonium
- b. sporofit
- c. sporangium
- d. sporofil
- e. sporosit

26. Perhatikan gambar siklus hidup tumbuhan tidak berbiji homospora



manakah yang menunjukkan arkegonium

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

27. Suatu hewan diklasifikasikan dalam ertebrata jika

- a. memiliki rangka luar
- b. bentuk rongga tubuh aselomata
- c. memiliki tulang belakang
- d. tubuh bersegmen
- e. simetri tubuh radial simetris

28. Hewan yang memiliki ciri tubuh pipih secara dorsoventral, simetri tubuh bilateral, aselomata termasuk termasuk dalam phylum

- a. Rotifera
- b. Mollusca
- c. ematoda
- d. Platyhelminthes
- e. Polyplacophora

29. Perhatikan gambar berikut.



Hewan pada gambar tersebut termasuk pada kelas

- a. Policophora
- b. Gastropoda
- c. Chepalopoda
- d. Bivalvia
- e. Mollusca

30. Hewan yang memiliki ciri tubuh seperti bola dan ada pula yang berbentuk pipih, permukaan tubuh dipenuhi duri, memiliki kaki ambulakral, termasuk dalam kelas

- a. Echinoidea
- b. Holothuroidea
- c. Crinoidea
- d. Asteroidea
- e. Ophiuroidea

31. Classis Reptillia memiliki ciri

- a. tetrapoda, hidup di darat, kulit bersisik, respirasi menggunakan paru-paru dan telur terbungkus cangkang
- b. tetrapoda, berbulu, kaki depan termodifikasi, terlur terbungkus cangkang
- c. ertebrata tidak berahang, rangka bertulang rawan, memiliki notochord selama hidupnya
- d. bagian tubuh teradaptasi untuk bergerak di darat, sebagian besar mengalami metamorfosis
- e. hewan tetrapoda, mengandung kelenjar mammae, memiliki rambut, pembuahan dan embrio di dalam tubuh

32. Berikut ini bukan termasuk komponen abiotik adalah

- a. air
- b. angin
- c. tanah
- d. detritus
- e. suhu

33. Organisme yang termasuk produsen dalam ekosistem perairan adalah

- a. larva
- b. nekton
- c. zooplankton
- d. bentos
- e. fitoplankton

34. Pada daur biogeokimia, sumber fosfor dapat diambil dari

- a. bebatuan
- b. gunung meletus
- c. hasil pembakaran
- d. atmosfer
- e. air

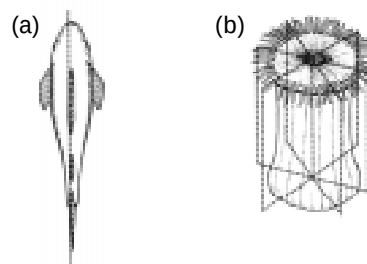
35. Sekumpulan hewan bisa dikatakan suatu populasi jika

- a. terdapat satu ekor hewan di suatu tempat dan waktu tertentu
- b. terdapat 10 ekor hewan dengan jenis yang sama di tempat yang sama dan waktu yang berbeda
- c. terdapat 5 ekor hewan dengan jenis yang yang berbeda di tempat yang sama dan waktu yang sama
- d. terdapat 100 ekor hewan dengan jenis berbeda di tempat yang berbeda dan waktu yang berbeda
- e. terdapat 7 ekor hewan dengan jenis yang sama di tempat dan waktu yang sama

36. Berikut ini adalah macam ekosistem yang tidak terdapat di Indonesia adalah
- ekosistem terumbu karang
 - ekosistem padang pasir
 - ekosistem padang rumput
 - ekosistem mangrove
 - ekosistem hutan hujan tropis
37. blooming algae disebabkan oleh
- limbah industri
 - limbah rumah tangga
 - limbah pertanian
 - hasil pembakaran
 - sampah anorganik
38. Gas penyebab rusaknya lapisan ozon adalah
- O_2
 - H_2S
 - CO_2
 - CFC
 - CO
39. Berikut ini yang merupakan penyebab efek rumah kaca adalah
- banyaknya bangunan rumah kaca
 - terakumulasinya CO_2 di atmosfer
 - pantulan sinar matahari dari gedung-gedung bertingkat
 - terakumulasinya gas CO di atmosfer
 - terlalu banyak penggunaan alat/bahan yang mengeluarkan CFC
40. Berikut ini yang merupakan contoh pemanfaatan sampah organik adalah
- pemanfaatan kaleng bekas menjadi alat rumah tangga
 - daur ulang kertas
 - daur ulang sampah plastik
 - peleburan kembali besi bekas
 - pemanfaatan kembali botol kaca

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar.

- Sebutkan 5 cabang ilmu Biologi dan apa yang dipelajari dalam ilmu tersebut.
- Sebutkan 5 ciri yang berkaitan dengan virus.
- Bakteri memiliki struktur tambahan berupa flagela dan pili. Jelaskan perbedaan di antara keduanya.
- Apa yang menjadi dasar bahwa protozoa digolongkan sebagai protista mirip hewan.
- Jelaskan ciri-ciri divisio Basidiomycota dan Ascomycota dan sebutkan contohnya.
- Jelaskan keterkaitan antara keanekaragaman gen, jenis, dan ekosistem.
- Jelaskan dua hal utama yang mendasari pengklasifikasian Regnum Plantae dan sebutkan 2 kelompok pengklasifikasian tersebut.
- Perhatikan gambar berikut.



Sebutkan dan jelaskan jenis-jenis simetri tubuh yang terdapat pada gambar tersebut.

- Jelaskan keterkaitan dan hubungan timbal balik antara faktor abiotik dan biotik, dan apa yang dibentuk dari hubungan timbal balik tersebut.
- Jelaskan proses terjadinya efek rumah kaca dan eutrofikasi.

Apendiks 1



Kunci Jawaban

Bab 1 Hakikat Biologi

Tes Kompetensi Subbab A

1. Biologi merupakan ilmu mengenai makhluk hidup dan kehidupannya.
3. Ciri-ciri Biologi, yaitu bersifat tentatif artinya hasil yang didapatkan berubah-ubah sesuai dengan perkembangan zaman dan universal atau menyeluruh.

Tes Kompetensi Subbab B

1. Dua, organisme hidup dan lingkungannya.

Tes Kompetensi Subbab C

1. Biologi berkembang menjadi cabang-cabang lainnya mengikuti perkembangan zaman dan permasalahan kehidupan yang setiap waktu selalu saja muncul yang baru terutama yang berhubungan dengan Biologi.

Tes Kompetensi Subbab D

1. Biologi memiliki peranan yang cukup besar dalam kehidupan ini. Peran Biologi dalam kehidupan ini mencakup berbagai aspek kehidupan.

A. Pilihan Ganda

1. e 11. a
3. a 13. a
5. e 15. c
7. d 17. d
9. c 19. b

B. Soal Uraian

1. Biologi merupakan ilmu mengenai kehidupan dan objek yang dipelajarinya terdiri atas komponen biotik dan komponen abiotik.
3. Molekul, sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, komunitas, ekosistem, dan Bioma.
5. Sesuai dengan pendapat siswa.

Bab 2 Virus dan Kingdom Monera

Tes Kompetensi Subbab A

1. irus dapat dikatakan sebagai makhluk hidup karena memiliki ciri makhluk hidup, yaitu mampu memperbanyak diri.
3. Perbedaannya adalah pada siklus litik, dinding sel inangnya akan mengalami lisis atau hancur.

Tes Kompetensi Subbab B

1. Terdiri atas tiga kelompok, yaitu metanogenik, halofilik, dan termofilik. Dasar pengelompokan tersebut adalah berdasarkan atas habitat tempat organisme tersebut hidup.
3. Perkembangbiakan paraseksual bakteri terdiri atas konjugasi, transduksi, dan transformasi.
5. Manfaat bakteri bagi kehidupan manusia adalah sebagai penghasil antibiotik, pengikat nitrogen bebas, penghasil biosida, dan pembusuk.

A. Pilihan Ganda

1. b 15. a
3. c 17. b
5. b 19. d
7. a 21. b
9. c 23. e
11. c 25. e
13. c

B. Soal Uraian

1.
 - hanya dapat hidup dan memperbanyak diri di dalam sel hidup organisme lain
 - untuk bereproduksi, virus hanya memerlukan asam nukleatnya saja
 - virus dibentuk oleh sebuah partikel yang disebut virion yang mengandung D A atau R A saja
 - dapat dikristalkan, tetapi virus tersebut masih memiliki daya patogen apabila diinfeksi ke organisme hidup
 - bersifat aselular (tidak memiliki sel) dan tidak memiliki organel-organel sel.
3. Perbedaannya adalah pada siklus litik pada akhirnya, inang akan mengalami lisis dan hancur sedangkan pada siklus lisogenik inangnya tidak akan mengalami lisis.
5. Tidak. Bakteri ada yang memiliki peran menguntungkan seperti sebagai pengikat nitrogen bebas, penghasil antibiotik, penghasil biosida, pembusuk sampah, dan sebagai vegetasi perintis di suatu ekosistem.

Bab 3 Kingdom Protista

Tes Kompetensi Subbab A

1. Ciri-ciri yang utama pada Protista adalah semuanya merupakan organisme eukariot.

Tes Kompetensi Subbab B

1. Protista dibedakan berdasarkan ciri yang dimilikinya. Ada yang bercirikan menyerupai hewan maka diklasifikasikan Protista mirip hewan begitu pula yang menyerupai jamur dan tumbuhan.
3. Apicomplexa
5. Berdasarkan pigmen yang dikandungnya.

Tes Kompetensi Subbab C

1. *Trypanosoma gambiense*, *Trichomonas vaginalis*, dan *Entamoeba histolitica*.

A. Pilihan Ganda

1. d 15. e
3. c 17. d
5. a 19. e
7. b 21. c
9. c 23. d
11. e 25. d
13. c

B. Soal Uraian

1. Ciri-ciri umum Kingdom Protista adalah
 - eukariot
 - bergerak menggunakan flagela, pseudopodia, atau silia
 - terbagi menjadi tiga macam, yaitu protista mirip tumbuhan, hewan, dan jamur.
3. Berdasarkan pigmen dominan yang dikandungnya. Contohnya alga hijau pigmen dominannya hijau alga merah pigmen dominannya fikoeritrin (merah) dan alga cokelat pigmen dominannya fukosantin (cokelat).
5.
 - *Gracilaria* bermanfaat sebagai bahan pangan
 - *Eucheuma* bermanfaat sebagai bahan kosmetik
 - *Iatom* bermanfaat sebagai alat gosok, bahan pembuat cat
 - *Gellidium* bermanfaat sebagai bahan pembuat agar-agar
 - *Chlorella* bermanfaat sebagai bahan pangan

Bab 4 Kingdom Fungi

Tes Kompetensi Subbab A

1. Jamur termasuk organisme heterotrof karena jamur tidak dapat membuat makanannya sendiri atau menyintesis makanannya sendiri.
3. Reproduksi jamur secara aseksual pada jamur uniselular dengan cara pembentukan tunas dan pragumentasi. Adapun pada jamur multiselular dengan cara Sporangiospora atau konidiospora.

Tes Kompetensi Subbab B

1. Lima divisio kingdom Fungi adalah Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, dan Deuteromycota.
3. Plasmogami adalah hancurnya dinding sel dan bercampurnya plasma sel.

Tes Kompetensi Subbab C

1. Jamur *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*.

A. Pilihan Ganda

1. d 15. c
3. a 17. b
5. d 19. a
7. c 21. e
9. a 23. a
11. e 25. a
13. d

B. Soal Uraian

1. Secara parasit, saprofit, dan mutualisme.
3. Perbedaan Chytridiomycota dengan divisio lainnya yaitu pada Chytridiomycota sporanya berflagel yang berfungsi untuk bergerak di air.
5. Peranannya jamur bagi kehidupan ini contohnya sebagai bahan obat-obatan, bahan makanan, dan sebagai dekomposer.

Evaluasi Kompetensi Biologi Semester 1

A. Pilihan Ganda

1. d 15. e
3. c 17. c
5. e 19. b
7. c 21. d
9. b 23. d
11. b 25. d
13. d

B. Soal Uraian

- Komponen biotik terdiri dari seluruh makhluk hidup yang termasuk dalam 5 kingdom seperti Monera, Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia.
 - Komponen abiotik terdiri dari air, tanah, udara, dan suhu.
- Virus disebut makhluk hidup karena virus dapat berkembang biak dan virus disebut makhluk tidak hidup karena virus dapat mengkristal jika tidak berada dalam sel hidup.
- Eubacteria Autotrof: mendapatkan makanan melalui fotosintesis
 - Eubacteria Kemoautotrof: energi diperoleh dari energi cahaya dan hasil oksidasi
 - Eubacteria kemoheterotrof: sumber energi dan karbon mengambil dari molekul organik
- Rhizopoda: memiliki pseudopodia yang muncul dari tubuh utamanya bentuk tidak tetap
 - Foraminifera: Hidup di laut dan memiliki rangka luar yang tersusun atas kalsium karbonat
 - Zoomastogofora: memiliki bulu cambuk untuk bergerak dan hidup secara heterotrof.
- Jamur bereproduksi secara seksual dan asexual. Secara asexual, pada jamur uniselular dengan cara pembentukan tunas dan fragmentasi. Pada jamur multiselular dengan cara sporangiospora atau konidiospora. Reproduksi secara seksual dilakukan oleh spora seksual yang haploid (n), berupa zigospora, askospora, atau basidiospora. Spora seksual dihasilkan dengan cara singami yang terjadi secara 2 tahap yaitu plasmogami dan kariogami.

Bab 5 Keanekaragaman Hayati

Tes Kompetensi Subbab A

- Keanekaragaman hayati merupakan pernyataan mengenai berbagai macam variasi atau bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat yang terdapat pada berbagai tingkatan makhluk hidup.

Tes Kompetensi Subbab B

- Karena Indonesia memiliki letak geografis yang strategis, yaitu di antara dua benua dan dua samudra yang memiliki perbedaan karakteristik keanekaragaman hayati selain itu Indonesia juga merupakan negara kepulauan yang memiliki iklim tropis.

- Persebaran hewan di Indonesia terbagi ke dalam tiga wilayah, yaitu wilayah barat, wilayah timur, dan wilayah peralihan.

Tes Kompetensi Subbab C

- Karena kerusakan lingkungan dan habitat semakin parah, oleh karenanya mulai dari sekarang usaha pelestarian keanekaragaman hayati harus dilakukan.
- Pelestarian in situ contohnya Taman Nasional Ujung Kulon dan Taman Nasional Kayan Kambas.
 - Pelestarian ex situ contohnya kebun binatang.

A. Pilihan Ganda

1. c 11. b
3. d 13. c
5. e 15. e
7. e 17. a
9. a 19. a

B. Soal Uraian

- Keanekaragaman gen merupakan keanekaragaman susunan gen yang dapat menimbulkan variasi dalam satu spesies.
- Hewan Indonesia bagian barat memiliki kemiripan hewan dari Asia, dengan ciri banyak terdapat mamalia besar. Hewan Indonesia bagian timur memiliki kemiripan dengan hewan dari Australia dengan ciri banyak terdapat hewan marsupialia.
- Beberapa keanekaragaman hayati dapat dimanfaatkan sebagai bahan sandang, pangan, papan, dan obat-obatan.

Bab 6 Regnum Plantae

Tes Kompetensi Subbab A

- Ciri-ciri umum Regnum Plantae adalah multiseluler eukariot memiliki klorofil memiliki organ yang terdiri atas akar, batang, dan daun. Serta mampu membuat makanannya sendiri dengan cara fotosintesis.

Tes Kompetensi Subbab B

- Divisio Bryophyta, Divisio Hepatophyta, dan Divisio Anthocerotophyta.

Tes Kompetensi Subbab C

- Peran Regnum Plantae menyentuh di berbagai bidang, yaitu obat-obatan, sandang, pangan, papan, dan sebagai penyedia oksigen di bumi ini.

A. Pilihan Ganda

1. d 15. c
3. a 17. b
5. c 19. d
7. a 21. c
9. d 23. d
11. c 25. e
13. e

B. Soal Uraian

1.
 - memiliki akar
 - memiliki batang
 - memiliki daun
 - mendapatkan makan dengan cara fotosintesis
3. kelompok tumbuhan yang perkembangbiakannya menggunakan biji
5.
 - bahan pangan: singkong, padi, jagung
 - bahan obat-obatan: jahe, ginkgo biloba
 - bahan sandang dan papan: meranti, jati, albasia

Bab 7 Kingdom Animalia

Tes Kompetensi Subbab A

1. Ciri-ciri umumnya adalah multiselular, eukariot heterotrof, dan melakukan pencernaan secara ingestion.
3. Perbedaannya adalah jumlah lapisan tubuh pada invertebrata terdiri atas dua lapisan (diploblastik) sedangkan vertebrata terdiri atas tiga lapisan (triploblastik).

Tes Kompetensi Subbab B

1. Perbedaannya adalah Cephalopoda alat Bergeraknya yaitu kaki berada di kepala sedangkan Gastropoda alat Bergeraknya menggunakan perutnya.
3. Ovipar, vivipar, dan ovovivipar.

Tes Kompetensi Subbab C

1. Manfaat Kingdom Animalia bagi organisme lain khususnya bagi tumbuhan adalah membantu dalam hal penyerbukan. Contohnya, oleh kupu-kupu yang hinggap pada sebuah bunga. Pada saat hinggap untuk mengambil sari bunga. Serbuk sari akan menempel pada badan akan mengenai bunga tersebut. Akhirnya terjadi penyerbukan.

A. Pilihan Ganda

1. b 15. e
3. e 17. e
5. d 19. c
7. a 21. b
9. d 23. e
11. b 25. c
13. e

B. Soal Uraian

1. Kingdom Animalia merupakan organisme multiselular dan eukariot heterotrof. Anggota kingdom ini tidak memiliki dinding sel.
3. Alur pencernaan dimulai dengan makanan secara fagositosis. Makanan kemudian masuk ke spongocoel. Setelah mengalami pencernaan, makanan akan digunakan oleh sel koanosit dan sebagian lagi di transfer ke sel-sel yang bergerak, yaitu sel amoebosit.

Bab 8 Ekosistem

Tes Kompetensi Subbab A

1. Ekosistem merupakan interaksi organisme hidup dengan lingkungan abiotiknya yang terjadi pada suatu komunitas.
3. Manusia, hewan, dan tumbuhan.

Tes Kompetensi Subbab B

1. Tiga macam ekosistem adalah ekosistem darat, ekosistem air tawar, dan ekosistem air laut.
3. Zona litoral, zona neritik, dan zona pelagik

Tes Kompetensi Subbab C

1. Suksesi merupakan perubahan atau perkembangan suatu komunitas melalui tahap-tahap tertentu.

Tes Kompetensi Subbab D

1. Interaksi antarindividu, interaksi antarpopulasi, dan interaksi antara komponen abiotik dan biotik.
3. Perbedaannya jaring-jaring makanan proses makan dan dimakannya lebih rumit dibandingkan dengan rantai makanan.

Tes Kompetensi Subbab E

1. Peran produsen pada suatu ekosistem adalah sebagai penyedia makanan dan umumnya sebagai organisme autotrof.

A. Pilihan Ganda

1. c 11. e
3. e 13. b
5. a 15. d
7. e 17. d
9. c 19. c

B. Soal Uraian

1. a) interaksi: hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan makhluk hidup atau makhluk hidup dengan lingkungannya.
b) ekosistem: suatu sistem yang di dalamnya terdapat interaksi antara setiap komponen baik biotik maupun abiotik.
3. a) individu: suatu unti terkecil makhluk hidup dalam suatu ekosistem.
b) populasi: sekumpulan individu sejenis di suatu tempat dan waktu tertentu.
c) komunitas: sekumpulan beberapa populasi dari berbagai spesies yang hidup di suatu area.

Bab 9 Limbah dan Pencemaran

Tes Kompetensi Subbab A

1. Kegiatan rumah tangga, kegiatan industri, kegiatan transportasi, kegiatan pertanian.

Tes Kompetensi Subbab B

1. Limbah rumah tangga, limbah industri, limbah pertanian.

Tes Kompetensi Subbab C

1. reuse : penggunaan kembali limbah yang masih dan dapat dimanfaatkan tanpa dilakukan pengolahan khusus dan hasil akhirnya tetap barang yang sama dan memiliki fungsi yang sama dan berbeda.
recycle : adalah daur ulang atau penggunaan kembali limbah yang masih dapat dimanfaatkan, tetapi harus diberikan pengolahan tertentu Sehingga hasil akhirnya menjadi barang yang berbeda dengan fungsi yang sama atau berbeda.

Tes Kompetensi Subbab D

1. Pencemaran air, pencemaran udara, pencemaran tanah.

A. Pilihan Ganda

1. d 11. a
3. a 13. b
5. a 15. e
7. c 17. a
9. c 19. b

B. Soal Uraian

1.
 - kegiatan industri
 - kegiatan rumah tangga
 - kegiatan transportasi
3. a. CO terlalu banyak akan dilihat oleh hemoglobin kemudian pusing dan dapat mengakibatkan kematian
b. CO₂ menyebabkan efek rumah kaca, dan dampak jangka panjang adalah pemanasan global.
c. SO₂ menyebabkan hujan asam
d. CFC menyebabkan kerusakan ozon
5. pemulihan sampah organik → penempatan dalam wadah → pemadatan → penyiraman air → inkubasi 1 bulan → pupuk kompos

Evaluasi Kompetensi Biologi Semester 2

A. Pilihan Ganda

1. a 15. e
3. d 17. b
5. b 19. c
7. e 21. a
9. c 23. a
11. a 25. e
13. a

B. Soal Uraian

1. Gen merupakan komponen pewarisan sifat yang dapat membentuk variasi dan spesies. Oleh karena itu keanekaragaman gen akan menyebabkan keanekaragaman spesies, kemudian spesies yang satu dan yang lainnya berinteraksi dan hidup di suatu lingkungan dan membentuk ekosistem yang beraneka ragam.
3. Berbiji terbuka
 - Divisio Coniferophyta → Conifer
 - Divisio Cycadophyta → Pakis
 - Divisio Ginkgophyta → Ginkgo
 - Divisio Gnetophyta → Gnetae

Berbiji tertutup

- Divisio Anthophyta → tanaman berbunga
5. • Triploblastik: terdiri dari 3 lapisan tubuh yaitu endoterm, mesoderm, dan eksoterm.
- Diploblastik: terdiri dari 2 lapisan tubuh, yaitu endoterm dan eksoterm.
7. Di suatu lingkungan padang rumput terdapat populasi rusa, babi hutan, singa dan anjing liar. Rumput dapat tumbuh dan berkembang karena ada tanah sebagai substrat dan air, kemudian angin membantu penyerbukannya. Setelah rumput tumbuh dimanfaatkan oleh herbivora yaitu rusa. Rusa merupakan mangsa bagi predator yang antara lain singa dan anjing liar, selain interaksi saling memakan antar faktor biotik, kehidupan faktor biotik di padang rumput tersebut dipengaruhi juga oleh suhu dan cuaca.
9. a) pencemaran → masuknya suatu zat, partikel atau makhluk hidup ke dalam suatu lingkungan yang menyebabkan keseimbangan lingkungan terganggu dan kerusakan lingkungan
- b) limbah → hasil produksi suatu kegiatan berupa zat yang fungsinya sudah berubah dari fungsi awalnya.
- c) polutan → zat atau partikel atau organisme yang mencemari suatu lingkungan

Evaluasi Kompetensi Biologi Akhir Tahun

A. Pilihan Ganda

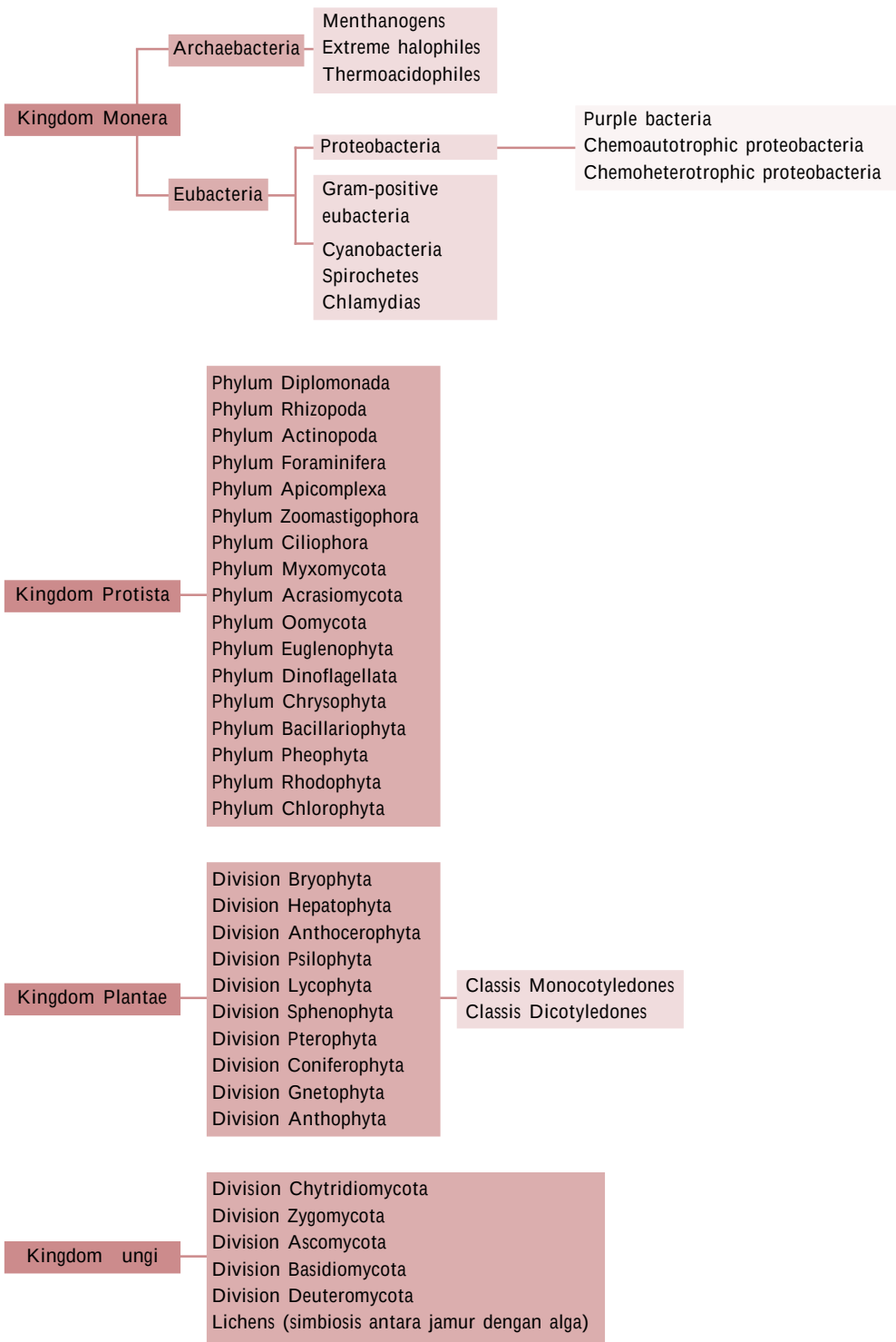
- | | |
|-------|-------|
| 1. a | 21. b |
| 3. e | 23. e |
| 5. c | 25. d |
| 7. c | 27. c |
| 9. a | 29. d |
| 11. b | 31. a |
| 13. a | 33. d |
| 15. c | 35. e |
| 17. e | 37. c |
| 19. b | 39. b |

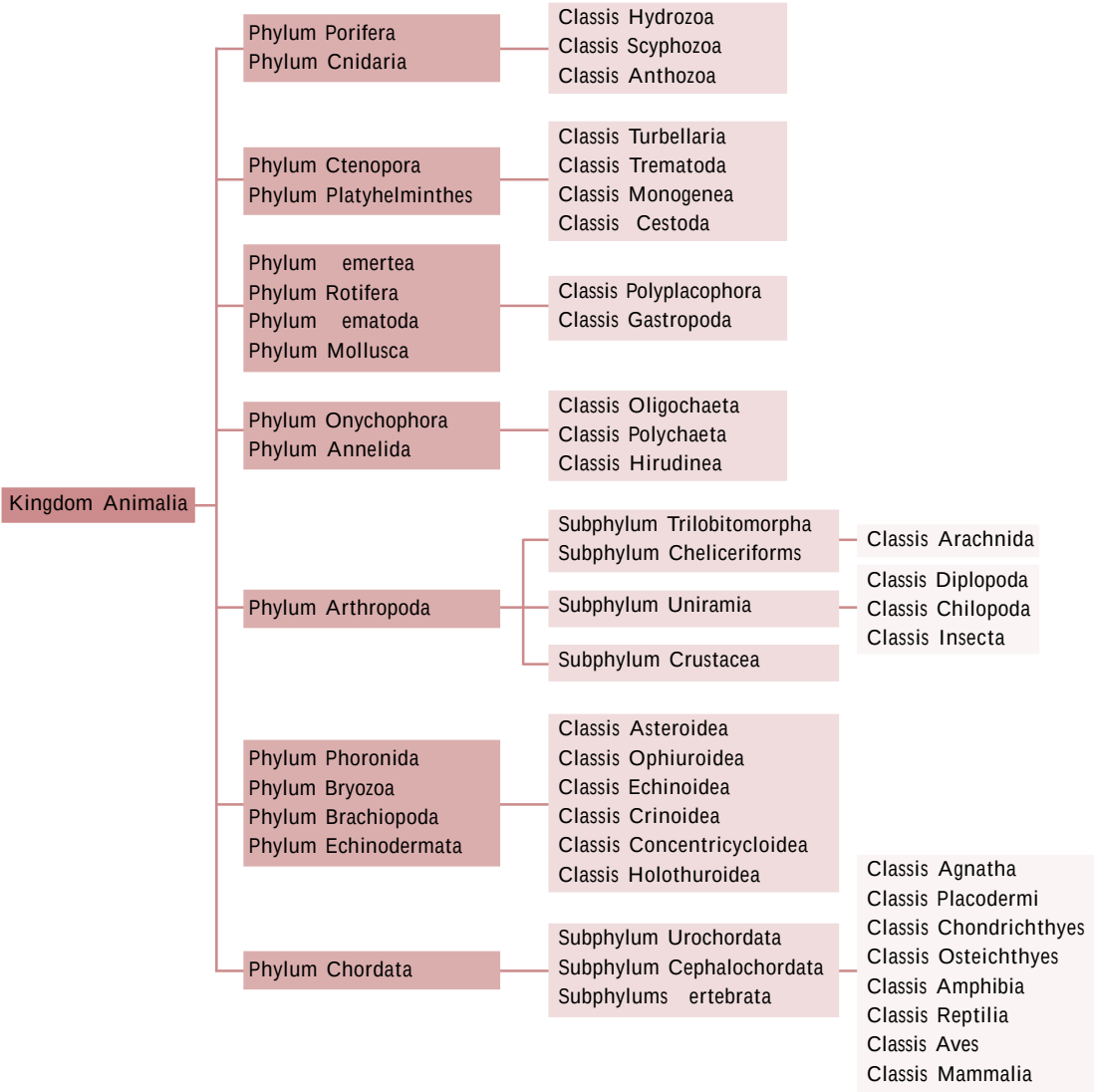
B. Soal Uraian

1. • Mikrobiologi: Ilmu biologi tentang organisme berukuran mikroskopik
- Botani: Ilmu biologi tentang tumbuhan
 - Zoologi: Ilmu biologi tentang hewan
 - Virologi: Ilmu biologi tentang virus
 - Bakteriologi: Ilmu biologi tentang bakteri
 - Sitologi: Ilmu biologi tentang sel
3. Flagela merupakan struktur tambahan pada bakteri yang berbentuk benang dan berfungsi dalam pergerakan bakteri.
- Pili merupakan struktur seperti rambut yang menyebar di seluruh permukaan tubuh bakteri dan berfungsi untuk menempel pada substrat atau inang bakteri.
5. Basidiomycota:
- hidup sebagai dekomposer pada kayu dan bagian lain
 - memiliki tubuh buah (basidiocarp)
 - tubuh terdiri atas 4 bagian yaitu tangkai buah, lamela tudung, dan vulva
 - contoh: *Volvariella volvacea*
- Ascomycota:
- bersifat saprofit
 - memiliki Askus (kantong) yang merupakan ujung hifa yang mengalami perubahan inti dan akan membentuk tubuh buah
 - contoh: *Morchella esculenta*
7. Ada tidaknya pembuluh dan biji (tipe biji)
- tumbuhan tidak berpembuluh
 - tumbuhan berbiji: berbiji terbuka dan berbiji tertutup
9. Faktor biotik yang terdiri dari hewan dan tumbuhan saling berinteraksi dan hidup di lingkungan yang terdiri dari faktor abiotik, antara lain tanah, air, udara, cahaya matahari dan suhu, kesemuanya saling tergantung dan terjadi hubungan timbal balik dan membentuk suatu ekosistem.

Apendiks 2

Klasifikasi Makhluk Hidup





Apendiks 3



Sistem Metrik

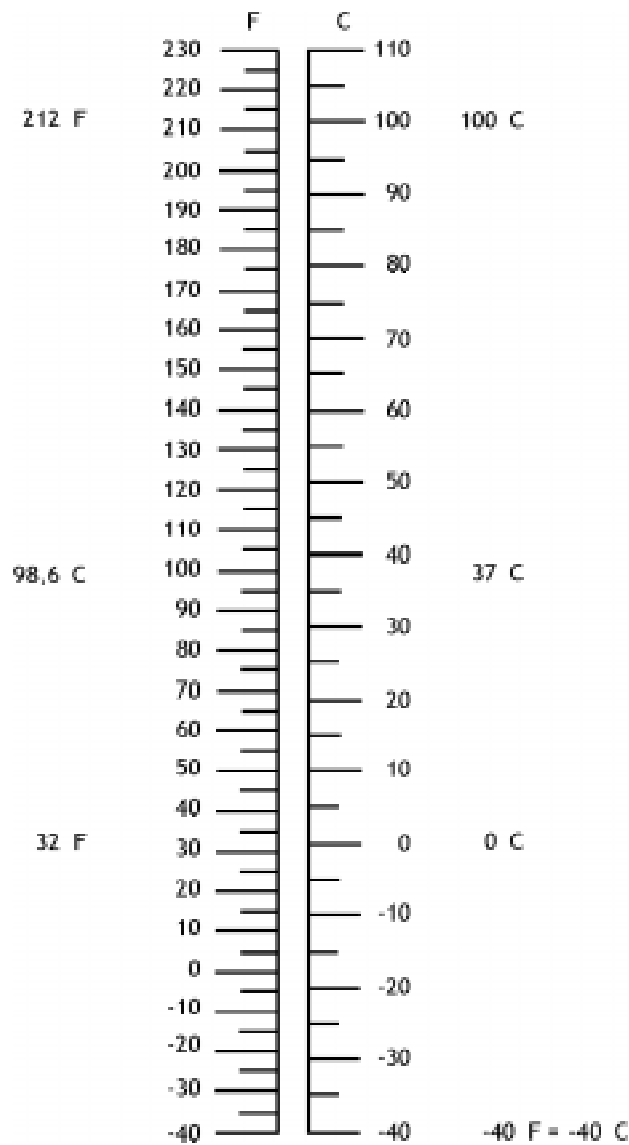
Ukuran	Satuan dan Singkatan	Persamaan Metrik	Konversi dari Metrik ke Satuan Inggris	Konversi dari Inggris ke Satuan Metrik
Panjang	1 kilometer (km)	1.000 (10 ³) meter	1 km 0,62 mile	1 mile 1,61 km
	1 meter (m)	100 (10 ²) sentimeter	1 m 1,09 yard	1 yard 0,914 m
		1.000 milimeter	1 m 3,28 eet	1 oot 0,305 m
			1 m 39,37 inches	
	1 sentimeter (cm)	0,01 (10 ⁻²) meter	1 cm 0,394 inch	1 oot 30,5 cm
				1 inch 2,54 cm
	1 milimeter (mm)	0,001 (10 ⁻³) meter	1 mm 0,039 inch	
	1 mikrometer (μm)	10 ⁻⁶ meter, (10 ⁻³ mm)		
	(dahulunya mikron, μ)			
	1 nanometer (nm)	10 ⁻⁹ meter (10 ⁻³)		
Lebar	(dahulunya milimikron, mμ)			
	1 angstrom ()	10 ⁻¹⁰ meter (10 ⁻⁴)		
	1 hektar (ha)	10.000 meter persegi	1 ha 2,47 acres	1 acre 0,0405 ha
	1 meter persegi (m ²)	10.000 sentimeter persegi	1 m ² 1,196 square yards	1 square yard 0,8361 m ²
Massa		100 milimeter persegi	1 m ² 10,764 square oot	1 square oot 0,0929 m ²
	1 sentimeter persegi (cm ²)		1 cm ² 0,155 square inch	1 square inch 6,4516 cm ²
	1 ton (t)	1.000 kilogram		
	1 kilogram (kg)	1.000 gram	1 kg 2,205 pounds	1 pound 0,4536 kg
olome (padat)	1 gram (g)	1.000 miligram	1 g 0,0353 ounce	1 ounce 28,35 g
	1 miligram (mg)	10 ⁻³ gram		
	1 mikrogram (μg)	10 ⁻⁶ gram		
olome (cair dan gas)	1 meter kubik (m ³)	1.000.000 sentimeter kubik	1 m ³ 1,308 cubic yards	1 cubic yards 0,7646 m ³
	1 sentimeter kubik (cm ³ atau cc)	10 ⁻⁶ meter kubik	1m ³ 35,315 cubic eet	1 cubic eet 0,0283 m ³
	1 milimeter kubik (mm ³)	10 ⁻⁹ meter kubik (10 ⁻³ sentimeter kubik)	1 cm ³ 0,061 cubic inch	1 cubic inch 16.387 cm ³
aktu	1 kiloliter (kl atau kL)	1.000 liter	1 kL 264,17 gallons	1 gallon 3,785 L
	1 liter (L)	1.000 mililiter	1 L 0,264 gallons	
	1 mililiter (mL)	10 ⁻³ liter		
	1 mikroliter (μl atau μL)	1 sentimeter kubik		
Suhu		10 ⁻⁶ liter (10 ⁻³ mililiter)		
	1 detik (s)	$\frac{1}{60}$ menit		
	1 milidetik (ms)	10 ⁻³ detik		
	derajat celsius (C)		F $\frac{9}{5}$ C 32	C $\frac{5}{9}$ (F 32)

Sumber: *Biology*, 1998

Apendiks 4



Konversi Fahrenheit-Celsius



Keterangan:
C derajat celsius
F derajat Fahrenheit
 $C = \frac{5}{9} (F - 32)$
 $F = \frac{9}{5} (C) + 32$
Kelvin (skala suhu absolut) : Kelvin (K) C 273,15

Senarai



A

Antibiotik suatu zat yang dihasilkan organisme hidup yang dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan sel hidup lain

Antiseptik mencegah pertumbuhan dan perbanyakan mikroba, seperti etil alkohol 70 dan hidrogen peroksida (H_2O_2). Bahan antiseptik ini disebut berefek bakteristatik. Lebih ringan daripada desinfektan, yang bekerja membunuh bakterinya

Askospora spora jamur Ascomycota yang dibentuk di dalam askus dengan cara meiosis

Askus kantung spora yang berbentuk panjang (tabung) dan di dalamnya berlangsung reproduksi seksual, terdapat pada jenis-jenis jamur Ascomycota

B

Bakteriophage virus atau organisme hidup lainnya yang memiliki kemampuan menghancurkan bakteri

Bakteriologi ilmu yang mempelajari tentang bakteri

Basidiokarp tubuh buah jamur Basidiomycota yang mengandung basidium

Basidiospora jenis spora pada jamur Basidiomycota, yang dibentuk di dalam basidium melalui pembelahan meiosis

Biotik formasi atau bentuk ekologi yang mencakup hewan dan tumbuhan dalam suatu lokasi tertentu, biasanya diidentifikasi berdasarkan vegetasinya yang khas. Misalnya, hutan bakau

Botani ilmu yang mempelajari tentang tumbuhan

C

DNA (deoxyribonucleic Acid) adalah senyawa kimia yang merupakan bahan genetik sebagai pembawa sifat keturunan. Berbeda dengan RNA, struktur RNA berbentuk untai tunggal

Dorsoventral istilah yang lazim dipakai untuk menunjukkan beberapa gradien atau ciri morfologi yang berkaitan dengan aksis (sumbu) yang menghubungkan bagian-bagian atas dan bawah suatu organisme atau bagian-bagiannya. Seperti dengan daun, istilah ini acap kali menunjukkan beberapa perbedaan dalam struktur sepanjang sumbu

E

Ecdysis pengelupasan eksoskeleton pada Arthropoda

Ekosistem suatu sistem kehidupan yang terdiri atas faktor abiotik dan biotik dalam suatu tempat tertentu

Endospora spora yang dibentuk dalam sel induknya atau bias diartikan juga untuk lapisan dalam pada dinding spora

Epiptera cangkang diatom yang terletak di bagian atas, juga sebagai tutup terhadap cangkang bawah

Ergot penyakit pada perbungaan tumbuhan tertentu yang disebabkan oleh jamur dan juga mengandung zat beracun bagi manusia dan hewan ternak. Beberapa dapat digunakan untuk keperluan medis

Evolusi proses perubahan organisme secara bertahap dalam jangka waktu yang lama. Perubahan tersebut terjadi secara alami sehingga menghasilkan organ/bentuk baru yang berbeda dari asalnya. Sifat perubahan ini menurun sehingga dapat menghasilkan

F

Fagositosis proses pengambilan makanan oleh membran plasma pada sel

Faktor abiotik komponen-komponen selain makhluk hidup di dalam suatu ekosistem

Faktor biotik komponen-komponen organisme hidup (gabungan flora dan fauna) sebagai penyusun suatu ekosistem

Fragmentasi suatu cara perkembangbiakan vegetatif dari potongan bagian tubuh

Fragmentasi terpotong-potong, suatu cara berbiak cacing pipih (planaria)

H

Haustoria bagian dari hifa jamur parasit yang terspesialisasi membentuk struktur khusus berfungsi menembus sel hidup inangnya dan menyerap makanan

Hemimetabola divisi dari Kelas Insecta yang metamorfosis berudu ke bentuk dewasa tidak sempurna karena berlangsung berangsur-angsur

Heterokista sel khusus yang terdapat pada beberapa alga hijau-biru dan terlibat dalam fiksasi nitrogen

Hifa bagian yang berupa benang-benang halus (filamen) pada jamur membentuk miselium

Hifa koenositik hifa yang selnya mengalami pembelahan inti (mitosis), tetapi bukan pembelahan sitoplasma sehingga membentuk hifa yang terdiri atas banyak inti (multinukleus)

Hipoteka cangkang pada bagian bawah diatomea.

Hipotesis pendapat sementara yang biasanya didasarkan pada data yang terkumpul secara umum, kemudian diuji secara eksperimen

Holometabola serangga yang metamorfosis larva ke bentuk dewasa berlangsung sempurna (mendadak)

I

Individu makhluk hidup tunggal yang secara fisiologi berdiri sendiri

Indusium cabang (tonjolan) bermembran dari permukaan bawah daun beberapa paku-pakuan, menutupi dan melindungi sekelompok sporangium (sporus) yang berkembang

Ingestion memasukkan makanan, minuman, atau bahan apa saja ke dalam tubuh lewat mulut lalu ditelan

Isomorfisme organisme hidup yang dapat mengalami pergiliran generasi

J

Jaringan sekumpulan sel yang memiliki bentuk atau struktur mirip dan fungsi keseluruhan yang sama

K

Kapsid selubung partikel virus, yang terdiri atas satu atau beberapa jenis protein

Kariogami penyatuan inti dari dua atau lebih sel (merupakan ciri reproduksi seksual eukariot)

Karsinogenik zat yang memiliki sifat dapat menyebabkan kanker. Bakteri usus dan organisme fermentasi seringkali menghasilkan zat karsinogen sebagai hasil samping

Klorofil zat hijau daun yang berperan dalam proses fotosintesis

Kloroplas butiran dalam sel tumbuhan hijau yang mengandung klorofil

Komunitas beberapa populasi organisme baik tumbuhan maupun hewan yang hidup bersama mendiami suatu wilayah tertentu dan saling berinteraksi

Konidia jenis spora aseksual pada jamur, yang strukturnya berbentuk untaian menjari dan dihasilkan oleh konidiopor

Konidiopor hifa khusus yang berfungsi menyangga sel-sel pembentuk konidia, yang menghasilkan konidia

Konjugasi reproduksi seksual antara dua individu sel, keduanya bergabung dan saling bertukar sebagian isi sel atau intinya

M

Mikrobiologi ilmu tentang mikroorganisme

Miselium sekumpulan benang-benang jamur (hifa) yang membentuk sebagian besar tumbuhan jamur dan merupakan fase vegetatif jamur

Molekul bagian terkecil suatu zat yang masih memiliki sifat-sifat kimia zat itu

Morfologi ilmu yang mempelajari bentuk atau struktur makhluk hidup serta hubungan antara bentuk dan fungsinya

N

Notochord chorda, sumbu penyangga tubuh primer. Terdapat masa embrio awal, kemudian mengalami penulangan, membentuk sumbu penyangga tubuh sekunder berupa tulang punggung

O

rgan bagian tubuh makhluk hidup yang memiliki bentuk/struktur dan fungsi tertentu. Misalnya, ginjal, hati, dan paru-paru

ornitologi Ilmu tentang burung

ostium lubang muara

P

Paraseksual daur reproduksi jamur, yaitu dua nukleus haploid hetero kariota yang kadang bergabung dalam miselium dan membentuk nukleus diploid heterozigot

Parasit organisme hidup yang hidup menumpang pada organisme hidup lain dan sifatnya merugikan. Umumnya merugikan organisme yang ditumpanginya (inang)

Patogen mikroorganisme yang hidup parasit dan menyebabkan penyakit

Pelikel suatu lapisan permukaan protein yang terdiri atas lembar-lembar yang saling tumpang tindih di bawah membran plasma dan dapat lentur ataupun kaku

Plasmalema membran luar pada sel

Plasmogami penyatuan dua atau lebih protoplasma, dan tidak disertai dengan penyatuan nukleus

Populasi sejumlah individu/spesies sejenis dalam tempat yang luasnya tertentu
Prokariot sel yang tidak memiliki membran inti.
Pseudopodia kaki semu pada beberapa sel, misalnya protozoa yang berfungsi sebagai alat gerak ataupun penangkap makanan

S

Saprofit organisme yang hidup mendapatkan bahan organik dari organisme yang telah mati atau membusuk. Biasanya, terjadi pada bakteri dan jamur yang penting dalam mekanisme daur ulang dan pembusukan
Sel unit/satuan kehidupan terkecil yang menyusun tubuh makhluk hidup
Septa bentuk jamak septum
Sitologi ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi sel

V

aksin bahan pada hewan atau manusia yang dapat menimbulkan reaksi imun (kekebalan tubuh) terhadap suatu organisme
akuola kontraktil organel di dalam sel yang berfungsi mengatur cairan sel atau membuang produk sampah dari sel
irologi ilmu yang mempelajari tentang virus
irus jasad yang ukurannya lebih kecil daripada bakteri.

Z

oologi ilmu tentang hewan



Indeks (Subjek dan Pengarang)



A

abdomen 135, 137
abiotik 5, 152, 165, 166
absorpsi 62
aflatoksin 71
AIDS 21
amfitrik 26
Animalia 4
anteridia 106
antiseptik 145
Archaeobacteria 22, 23
arkegonia 106
aselomata 125, 128
askokarp 68
askospora 65, 68
aspergillus 71
atrik 26
Auricularia polytricha 69, 72

B

bacillus 24, 25
bakteri halofilik 22, 23
bakteri metanogenik 22, 23
bakteri termofilik 22, 23
bakteriologi 10
basidiokarp 68
basidiospora 65
basidium 68
biodiversitas 85
biogas 182
bioma 5, 9, 11, 155, 156
bioma gurun 155, 156
bioma hutan hujan tropis 155, 156
bioma padang rumput 155, 156
bioma savana 155, 156
bioma taiga 155, 156
biosida 32
biosfer 5, 9
biotik 4, 152, 165, 166
booming alga 173
Botani 9
Brum 2, 5, 40, 41

C

Campbell 17, 19, 29, 45, 67, 71, 105, 107, 111, 117, 126, 152, 160, 162, 164
cawan gemma 107
cepal 137
cephatorak 136
circinnatus 112
Claviceps purpurea 71, 76
coccus 24, 25

D

daur biogeokimia 162
dekomposer 28, 35, 157, 160, 163, 165
deoksiribovirus 19
dimorphis 127
dikariotik 68
diploblastik 125, 127
D A 6, 17, 20

efek rumah kaca 178
eksospora 26
eksoskeleton 135
Ekologi 4, 8
ekosistem 5, 8, 9, 13, 14, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 158, 160, 162, 166
ektoderm 125
endemik 86
endoderm 125
endospora 26
endoskeleton 140, 141, 143
ergot 71
Eubacteria 22, 23, 24, 27, 28, 29
eukariot 40
evaporasi 162
Evolusi 10

fagositosis 42, 45, 47
faktor abiotik
fikoeritrin 49
Fisiologi 9

flagela 42, 45, 47, 51, 52
floem 104, 108
Fragmentasi 180, 166
fragmentasi 65, 128, 129
fukosantin 49, 50, 53, 54

G

Globigerina 43, 44

H

habitat 160
haustoria 64
herbivora 154, 166
heterokista 28
heterospora 109
heterotrof 47, 50, 56
hermafrodit 128
hifa 63, 64, 65, 66, 67, 68
hipoteka 54
HI 19, 21
holozoik 42, 58
homospora 109

I

individu 1, 5, 8, 9, 13, 154, 155
indusium 109
invertebrata 124
isogami 50

J

jaringan 1, 5, 7, 8, 13, 14
jaring-jaring makanan 161

K

kapsid 18
kalisera 137
kariogami 65
karnivora 166
karoten 53
Keeton 16
kitin 135
komunitas 5, 8, 9, 13, 152, 154, 155, 160
konidia 67, 68
konidiospora 65
konjugasi 50, 52
konsumen 160

L

lentik 157
limbah 172, 173, 175
limbah anorganik 181, 182
limbah industri 173
limbah organik 181, 182
limbah pertanian 173, 176
limbah rumah tangga 173, 176
litik 19, 20
lisogenik 19, 20
lotik 157

M

Mader 125
makronukleus 45, 46
medusa 127
megaspora 109
mesoderm 125
metagenesis 106
metamorfosis 136, 138
metamorfosis sempurna 138
metamorfosis tidak sempurna 138
metode ilmiah 3, 11
mikoriza 62, 63, 67
Mikrobiologi 9
mikronukleus 45, 46
mikroskop 3
mikrospora 109
miselium 62, 68, 69
Monera 4, 15
monotrik 26
Morfologi 10
mutualisme 62, 66
multiselular 124

N

nakreas 133
eurospora crassa 67, 72
notochord 142, 153, 156

oogami 50
Ornitologi 8
ovipar 143
ovovivipar 143

P

Paramaecium 40, 41, 45, 46
paramylon 50
paraseksual 27
parapodia 135
parasit 62, 64, 65, 66
pseudoselomata 125
patogen 70
pelestarian *ex situ* 97
pelestarian *in situ* 96
pencemaran energi 161
Penicillium 67, 72
peritrik 26
periostrakum 133
perkembangan generatif 127
perkembangan vegetatif 127
Plantae 4
plasmalema 24
plasmogami 65, 68
polip 127
polutan 172
populasi 5, 8, 9, 13, 152, 154, 155, 160
predasi 160
produsen 160, 166
prolitik 19, 20
prismatik 133
Protista 4, 39, 40, 41, 43, 47, 49, 55, 56, 57
Protista mirip hewan 39, 41, 56
Protista mirip jamur 41, 47, 55, 56
Protista mirip tumbuhan 41, 49, 55, 56
pseudopodia 42, 43

R

radula 132, 133
recycle 175
reuse 175
ribovirus 19
R A 17, 18

S

Saccharomyces 67, 72
saprofit 62, 67
sesil 140, 142
selomata 125, 140
septa 135

siklus air 162
siklus karbon 162, 163
silia 40, 42, 45
simetri bilateral 124, 125, 128
simetri radial 124, 125
Sitologi 7, 9
sifon 133
sorus 109
spermatium 55
spirillum 24, 25
spora aseksual 65, 67, 68
spora kembara 49, 50
strobilus 109, 111
suksesi 158
suksesi primer 158, 159
suksesi sekunder 158, 159

T

tentakatif 2
torak 135, 137
transparasi 162
triploblastik 125, 140
trofik 161
tropofil 109
tumbuhan tak berpembuluh 105

vakuola makanan 41, 42, 45
vertebrata 124, 130
 irologi 9
virus 2, 4, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
virus T4
vivipar 143
 olvariella volvaceae 69, 72

xilem 104, 108

zigospora 74
zigospora 65, 72
zigosporangium 65, 66
zigosporangium 66, 79
Zoologi 9

Daftar Pustaka



- Binney, R. (ed). 1995. The Plants World. New York: World Book.
- Brum, Gill., et al 1994. Biology Exploring Life. New York: John Wiley Sons, Inc.
- Burnei, David. 1994. Concise Encyclopedia Nature London: Dorling Kindersly.
- Campbell, J.A. 1998. Biology California: The Benjamin Cummings Publishing Company.
- Campbell, J.A., et al. 2006. Biology Concepts Connections. California: Benjamin Cummings Publishing Company.
- Guttman, B.S. 1999. Biology. New York: McGraw-Hill.
- Hopson, J.L. and Poeman K. Messells. 1990. Essentials of Biology New York: McGraw-Hill.
- James, E. Mc Laren and Lissa Rotundo. 1985. Heath Biology. Massachusetts: D.C. Heath.
- Keeton, William T. and James L. Gould. 1986. Biological Science. New York: John Wiley & Sons Company Ltd.
- Levine, Joseph S. and Kenneth R. Miller. 1991. Biology Discovering Life. Massachusetts: D.C. Heath and Company.
- Mader, Silvia S. 1995. Biology Evolusi, Reproduksi, dan Perserikatan. Malaysia: Mukim Perindustrian PK S Ampang Selangor Darul Ehsan.
- Pelczar, M.J. E.C.S. Chan. 1986. Dasar-dasar Mikrobiologi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Riky, Peter. 2004. Plants. British Library: Miles Kelly Publishing Ltd.
- Riley, Peter. 2004. Science Library Plants. British: Miles Kelly Publishing Ltd.
- Starr, Cecie and Ralph Taggart. 1990. Biology The Unity and Diversity of Life. California: Addison-Wesley Publishing Company.
- Tim Penyusun. 1996. Indonesian Heritage Plants. Jakarta: Buku Antar Bangsa.
- Tim Penyusun. 1996. Indonesian Heritage Wild Life. Jakarta: Buku Antar Bangsa.
- Williams, Gareth. 2002. Biology for Dummies. Cheltenham: Nelson Thornes.

Sumber lain

- | | |
|---|--|
| www.allbiographies.com , diakses November 2006 | www.aculity.clintoncc.suny , diakses November 2006 |
| www.amuseum.de , diakses September 2006 | www.bio.uh.cu.com , diakses November 2006 |
| www.anselm.edu diakses November 2006 | www.reemasomry.bcy.uv , diakses September 2006 |
| www.astrographics diakses November 2006 | www.genome.jgi.ps , diakses Oktober 2006 |
| www.bennettkids.homestead.com diakses Oktober 2006 | www.hidden.orest.co.nz , diakses November 2006 |
| www.biodidac.bio.uottawa , diakses Oktober 2006 | www.hknature.net , diakses November 2006 |
| www.biogra.iasyvidas diakses November 2006 | www.home.att.net diakses November 2006 |
| www.bio.miami diakses November 2006 | www.icp.ucl.ac.be , diakses November 2006 |
| www.blogs.ipswitch.com diakses November 2006 | www.iso.r , diakses Oktober 2006 |
| www.botan.hawaii.edu diakses November 2006 | www.in.usion.allconet.org , diakses November 2006 |
| www.botany.utoronto.ca , diakses November 2006 | www.io.uwinnipeg.ca , diakses November 2006 |
| www.btinternet.com , diakses November 2006 | www.kebumen.go.id , diakses November 2006 |
| www.cache.eib.com , diakses Oktober 2006 | www.kinysnake.com , diakses November 2006 |
| www.ciendening.kumdc.com , diakses November 2006 | www.mbari.com , diakses November 2006 |
| www.drnatuara , diakses November 2006 | www.micol.cien.edu.uv , diakses Oktober 2006 |
| www.earlham.edu , diakses November 2006 | www.micro.magnet.su.edu , diakses November 2006 |
| www.eebwep.arizona.edu , diakses Oktober 2006 | www.micrographia.com , diakses November 2006 |

www.microscopy.uk.org, diakses ovember 2006
www.mieliestronk, diakses ovember 2006
www.moremushroomhunting.com, diakses ovember 2006
www.mushroome.pert.com, diakses ovember 2006
www.natur.cuni, diakses ovember 2006
www.ies.go.jp, diakses Oktober 2006
www.nri.org, diakses ovember 2006
www.oio.upp.so.net.ne.jp, diakses ovember 2006
www.pestaeord.orkids, diakses ovember 2006
www.pir.com, diakses ovember 2006
www.republika.co.id, diakses September 2006
www.scienceandart.org, diakses ovember 2006
www.scienceti.ic.art.com, diakses ovember 2006
www.scilib.ucsd, diakses ovember 2006
www.seaweed.ie, diakses ovember 2006
www.shoarns.com, diakses ovember 2006
www.shastalake.com, diakses ovember 2006
www.smittskyddsinstitutet, diakses ovember 2006
www.ucmp.berkeley.edu, diakses ovember 2006
www.ucs.edu, diakses ovember 2006

www.uk.schulke.mayr.com, diakses ovember 2006
www.umanitoba.ca.com, diakses ovember 2006
www.unav.es, diakses ovember 2006
www.uni.koein.de, diakses ovember 2006
www.unizh.ch, diakses ovember 2006
www.user.chollion.net, diakses ovember 2006
www.uveltis.org, diakses ovember 2006
www.vietsciences.ree.r, diakses ovember 2006
www.webkwestie.nl, diakses ovember 2006
www.wikipedia.org, diakses September ovember 2006
www.wildli.e.pictures.online, diakses ovember 2006
www.web.mit.edu, diakses ovember 2006
www.mcdaniel.edu

ompas ebruari
 Pikiran akyat ovember
 epublika uli
 Tempo ovember
 Tempo Edisi Mei
 Microso Encarta e erence Library

ISBN 978-979-068-827-8 (no jld lengkap)
ISBN 978-979-068-828-5

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 Tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran Yang Memenuhi Syarat Kelayakan Untuk Digunakan Dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp13.883,-