



Praktis Belajar

# Biologi

untuk Kelas X  
Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah

Fictor Ferdinand P.  
Moekti Ariebowo

1



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

Praktis Belajar

# Biologi

untuk Kelas X  
Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah

Fictor Ferdinand P.  
Moekti Ariebowo

1



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-Undang

# Praktis Belajar Biologi 1

untuk SMA/MA Kelas X

Penulis : Fictor Ferdinand P.  
Moekti Ariebowo

Editor : Dadan Ahmad Sobardan

Desain kulit : Dasiman

Desain Isi : Ade Sutisna

Illustrator : Yudiana

Ukuran Buku : 21,0 x 29,7 cm

574.07

FIC FICTOR Ferdinand P  
p Praktis Belajar Biologi 1 : untuk Kelas X Sekolah Menengah Atas  
/ Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam / penulis,  
Fictor Ferdinand P, Moekti Ariebowo : penyunting Dadan Ahmad Sobardan  
: illustrator, Yudiana. — Jakarta : Pusat Perbukuan,  
Departemen Pendidikan Nasional, 2009  
viii, 178 hlm. : ilus. ; 30 cm

Bibliografi : hlm. 177-178

Indeks : hlm. 174

ISBN 978-979-068-823-0 (no. jilid lengkap)

ISBN 978-979-068-824-7

1. Biologi-Studi dan Pengajaran I. Judul
- II. Moekti Ariebowo III. Dadan Ahmad Sobardan

**Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional  
dari penerbit Visindo Media Persada**

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 27 Tahun 2007 Tanggal 25 Juli 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 (*download*), 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.

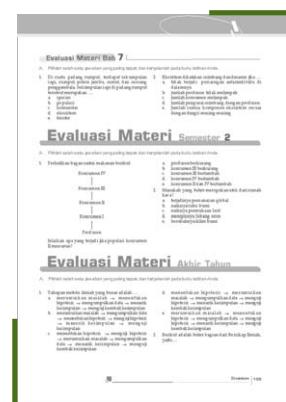
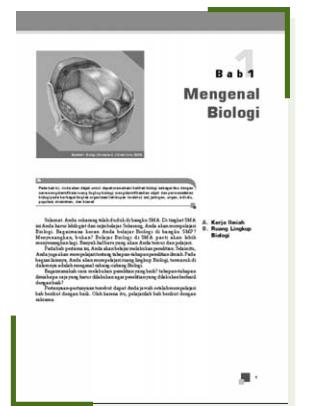
Jakarta, Juni 2009  
Kepala Pusat Perbukuan



# Petunjuk Penggunaan Buku

Buku **Praktis Belajar Biologi** untuk Kelas X ini terdiri atas tujuh bab, yaitu Mengenal Biologi, Virus dan Kingdom Monera, Kingdom Protista dan Kingdom Fungi, Keanekaragaman Hayati, Kingdom Plantae, Kingdom Animalia, dan Ekosistem. Berikut penyajian materi dan pengayaan yang terdapat dalam buku ini.

1. **Advance organizer** ini menyajikan contoh penerapan/manfaat dari materi yang akan dipelajari, bersifat dialogis dan terkini.
2. **Soal pramateri** merupakan uji awal pengetahuan umum Anda yang mengacu kepada materi bab tersebut.
3. **Gambar dan ilustrasi** ditampilkan dengan memadukan gambar dan ilustrasi yang bersesuaian dengan materi.
4. **Tugas Ilmiah** merupakan tugas yang diberikan kepada Anda berkaitan dengan materi yang akan dipelajari. Tugas ini mengajak Anda untuk berpikir kritis, kreatif, dan inovatif.
5. **Kegiatan** merupakan sarana untuk memperkuat dan memperdalam konsep yang Anda kuasai.
6. **Kegiatan Semester** merupakan tugas semester yang dikerjakan secara berkelompok.
7. **Soal Penguasaan Materi** berisi tentang pertanyaan yang terdapat di setiap akhir subbab.
8. **Peta Konsep** berguna sebagai acuan untuk Anda dalam mempermudah mempelajari materi dalam bab.
9. **Evaluasi Materi Bab** merupakan sarana evaluasi dalam memahami materi pelajaran dalam satu bab.
10. **Evaluasi Materi Semester** merupakan sarana evaluasi dalam memahami materi pelajaran dalam satu semester.
11. **Evaluasi Materi Akhir Tahun** merupakan sarana evaluasi dalam memahami materi pelajaran dalam satu tahun.
12. **Wawasan Biologi** berisi informasi menarik dan terkini yang berkaitan dengan materi bab.
13. **Tokoh Biologi** memuat ilmuwan Biologi yang berjasa di bidangnya.
14. **Kata Kunci** merupakan kunci dari suatu konsep dalam materi yang akan memudahkan Anda untuk mengingat konsep tersebut.
15. **Apendiks** merupakan lampiran yang berisi kunci jawaban dan klasifikasi makhluk hidup.
16. **Kamus Biologi** merupakan kamus kecil kata-kata penting dalam materi pada akhir buku. Anda dapat melihat penjelasan beberapa istilah di kamus kecil ini.
17. **Indeks** berisi rujukan kata-kata dalam bab yang memudahkan Anda dalam pencarian kata-kata penting.



# Kata Pengantar

Biologi merupakan ilmu yang sangat berkaitan dengan kehidupan. Makhluk hidup yang mencakup manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme beserta lingkungannya dipelajari dalam Biologi. Dengan mempelajari Biologi, Anda dapat memahami fakta-fakta kehidupan di lingkungan sekitar.

Melihat betapa pentingnya Biologi maka perlu adanya peningkatan kualitas pendidikan Biologi di sekolah agar membentuk siswa yang memiliki daya nalar dan daya pikir yang baik, kreatif, cerdas dalam memecahkan masalah, serta mampu mengomunikasikan gagasan-gagasananya. Atas dasar inilah, kami menerbitkan buku **Praktis Belajar Biologi** ke hadapan pembaca. Buku ini menghadirkan aspek kontekstual bagi siswa dengan mengutamakan pemecahan masalah sebagai bagian dari pembelajaran untuk memberikan kesempatan kepada siswa membangun pengetahuan dan mengembangkan potensi mereka sendiri.

Materi dalam buku ini diharapkan dapat membawa Anda untuk memperoleh pemahaman tentang ilmu Biologi sebagai proses dan produk. Materi pelajaran Biologi yang disajikan bertujuan membekali Anda dengan pengetahuan, pemahaman, dan sejumlah kemampuan untuk memasuki jenjang yang lebih tinggi, serta mengembangkan ilmu Biologi dalam kehidupan sehari-hari.

Oleh karena itu, mendudukkan Biologi hanya sebatas teori di dalam kelas, tidak saja akan membuat siswa kurang memahaminya, tetapi juga menghambat tercapainya tujuan pembelajaran. Melalui buku **Praktis Belajar Biologi** ini, Anda diharapkan dapat menyenangi pelajaran Biologi.

Materi-materi bab di dalam buku ini disesuaikan dengan perkembangan ilmu dan teknologi terkini. Selain itu, buku ini disajikan dengan bahasa yang mudah dimengerti dan komunikatif sehingga seolah-olah berdialog langsung dengan penulisnya.

Kami menyadari bahwa penerbitan buku ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan hati yang tulus, kami ucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan yang diberikan. Semoga buku ini dapat memberi kontribusi bagi perkembangan dan kemajuan pendidikan di Indonesia.

Jakarta, Juni 2007

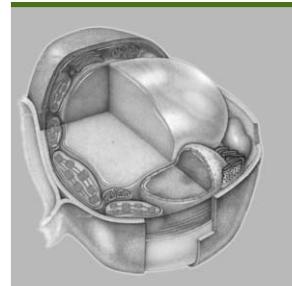
Penerbit

# Daftar Isi

Kata Sambutan	•	iii
Petunjuk Penggunaan Buku	•	v
Kata Pengantar	•	vi

## Semester 1

<b>Bab 1 Mengenal Biologi .....</b>	<b>1</b>
A. Kerja Ilmiah .....	2
B. Ruang Lingkup Biologi .....	13
Rangkuman .....	20
Peta Konsep .....	20
Evaluasi Materi Bab 1 .....	2



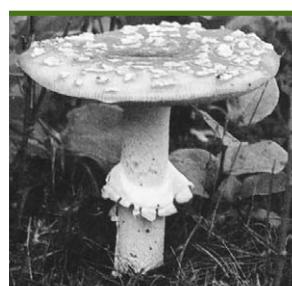
## **Bab 2 Virus dan Kingdom Monera ..... 23**

A. Virus .....	24
B. Kingdom Monera .....	30
Rangkuman .....	38
Peta Konsep .....	38
Evaluasi Materi Bab 2 .....	39
Kegiatan Semester 1 .....	41



## **Bab 3 Kingdom Protista dan Kingdom Fungi ..... 43**

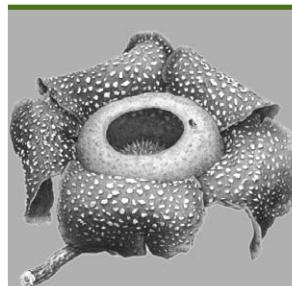
A. Kingdom Protista .....	44
B. Kingdom Fungi .....	55
Rangkuman .....	62
Peta Konsep .....	63
Evaluasi Materi Bab 3 .....	64
Evaluasi Materi Semester 1 .....	66

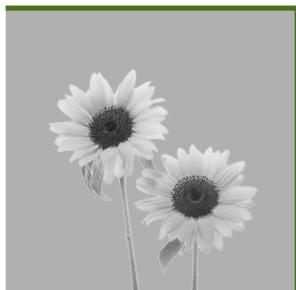


## Semester 2

## **Bab 4 Keanekaragaman Hayati ..... 69**

A. Tingkat Keanekaragaman Hayati .....	70
B. Keanekaragaman Hayati Indonesia .....	73
Rangkuman .....	81
Peta Konsep .....	82
Evaluasi Materi Bab 4 .....	83





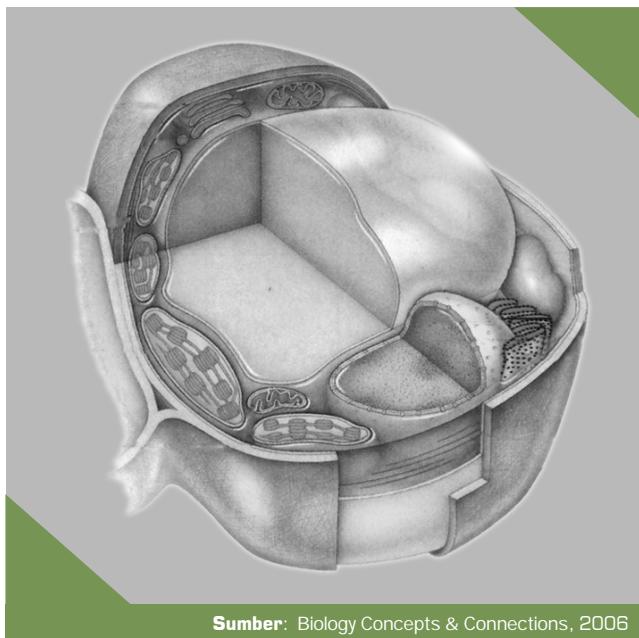
<b>Bab 5 Kingdom Plantae .....</b>	<b>85</b>
A. Klasifikasi Kingdom Plantae .....	86
B. Manfaat Kingdom Plantae .....	96
Rangkuman .....	97
Peta Konsep .....	98
Evaluasi Materi Bab 5 .....	99



<b>Bab 6 Kingdom Animalia .....</b>	<b>101</b>
A. Klasifikasi Kingdom Animalia .....	102
B. Manfaat Kingdom Animalia .....	124
Rangkuman .....	125
Peta Konsep .....	125
Evaluasi Materi Bab 6 .....	126
Kegiatan Semester 2 .....	128



<b>Bab 7 Ekosistem .....</b>	<b>129</b>
A. Komponen Penyusun Ekosistem .....	130
B. Tipe-Tipe Ekosistem .....	134
C. Suksesi .....	139
D. Aliran Energi dan Daur Biogeokimia .....	141
E. Aktivitas Manusia dan Pencemaran .....	146
F. Limbah .....	153
Rangkuman .....	155
Peta Konsep .....	156
Evaluasi Materi Bab 7 .....	157
Evaluasi Materi Semester 2 .....	159
Evaluasi Materi Akhir Tahun .....	162
Apendiks 1 .....	168
Apendiks 2 .....	171
Kamus Biologi .....	172
Indeks .....	174
Daftar Pustaka .....	177



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

## Bab 1

# Mengenal Biologi



Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami hakikat biologi sebagai ilmu. Syarat dapat memahaminya, Anda harus mampu mengidentifikasi ruang lingkup biologi, mengidentifikasikan objek dan permasalahan biologi pada berbagai tingkat organisasi kehidupan.

Selamat. Anda sekarang telah duduk di bangku SMA. Di tingkat SMA ini Anda harus lebih giat dan rajin belajar. Sekarang, Anda akan mempelajari Biologi. Bagaimana kesan Anda belajar Biologi di bangku SMP? Menyenangkan, bukan? Belajar Biologi di SMA pasti akan lebih menyenangkan lagi. Banyak hal baru yang akan Anda temui dan pelajari.

Pada bab pertama ini, Anda akan belajar melakukan penelitian. Selain itu, Anda juga akan mempelajari tentang tahapan-tahapan penelitian ilmiah. Pada bagian lainnya, Anda akan mempelajari ruang lingkup Biologi, termasuk di dalamnya adalah mengenal cabang-cabang Biologi. Menarik, bukan?

Bagaimakah cara melakukan penelitian yang baik? Tahapan-tahapan ilmiah apa saja yang harus dilakukan agar penelitian yang dilakukan berhasil dengan baik? Apakah yang dimaksud dengan Biologi? Apa sajakah cabang-cabang Biologi itu? Apakah peranan Biologi dalam kehidupan?

Pertanyaan-pertanyaan tersebut dapat Anda jawab setelah mempelajari dan memahami bab berikut dengan baik. Pelajarilah bab berikut dengan semangat dan rasa ingin tahu yang tinggi.

- A. Kerja Ilmiah**
- B. Ruang Lingkup Biologi**

## Soal Pramateri

- Apakah yang dimaksud dengan Biologi?
- Apa saja yang dipelajari dalam Biologi?



Sumber: Biologi Exploring Life, 1994

### Gambar 1.1

Penelitian dapat dilakukan di dalam laut.

## Wawasan Biologi

Untuk menggugah daya nalar pelajar SMP dan SMA, Departemen Pendidikan menggelar Lomba Penelitian Ilmiah Remaja (LPIR) setiap tahunnya. Ruang lingkup penelitian yang dilombakan antara lain pertanian, biologi, matematika, fisika terapan, sosiologi, antropologi, lingkungan, dan sosial-budaya.

Jika Anda memiliki ide dan tertarik mengikuti lomba ini, tanyakanlah kepada guru Anda cara mengikuti lomba ini. Mungkin saja Anda akan menjadi pemenang Lomba Penelitian Ilmiah Remaja selanjutnya.

## A Kerja Ilmiah

Rasa ingin tahu manusia terhadap alam semesta yang diciptakan Tuhan dan kehidupan yang terdapat di dalamnya dari zaman dahulu hingga sekarang seakan tidak ada habis-habisnya. Persoalan dan permasalahan yang ada di alam pun seakan tidak akan pernah habis untuk digali. Itulah sebabnya, ilmu pengetahuan terus berkembang dan penemuan-penemuan baru pun terus bermunculan. Anda juga dapat ikut berperan dalam perkembangan ilmu pengetahuan tersebut jika mempunyai keinginan untuk terus menggali ilmu pengetahuan dan terus mencoba memuaskan rasa keingintahuan yang Anda miliki.

Sampai saat ini banyak kasus mengenai penyakit yang sangat meresahkan masyarakat, yaitu flu burung. Pada mulanya apa yang menimbulkan penyakit ini tidak diketahui oleh masyarakat. Biologi mampu memecahkan masalah secara ilmiah, sehingga pada akhirnya dapat menjawab penyebab penyakit flu burung yang meresahkan tersebut, yaitu virus H5NI. Masih banyak hal lain yang dapat diselesaikan secara ilmiah, dapatkah Anda menyebutkan contoh lainnya?

Dengan demikian, Anda mungkin dapat menjadi seorang penemu baru yang berguna bagi masyarakat luas. Hal tersebut dapat terjadi jika Anda memahami bagaimana kerja ilmiah yang dilakukan oleh para ilmuwan terdahulu dan mengaplikasikannya pada kegiatan-kegiatan ilmiah yang Anda lakukan. Untuk itu, hal pertama yang harus dilakukan adalah melakukan penelitian ilmiah. Apa saja tahapan untuk melakukan penelitian ilmiah? Berikut akan diuraikan bagaimana penelitian ilmiah dapat dilakukan.

### 1. Merencanakan Penelitian

Apakah Anda pernah mengadakan penelitian? Disadari atau tidak, mungkin Anda pernah melakukan penelitian. Penelitian adalah suatu usaha yang cermat dan teratur untuk menemukan jawaban ilmiah terhadap suatu masalah. Penelitian dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja. Penelitian dapat dilakukan di daratan, lautan (**Gambar 1.1**), bahkan di luar angkasa sekalipun. Ketika Anda ingin mengetahui mengapa tanaman buah di rumah Anda harus disiram secara teratur agar tumbuh dengan baik, kemudian Anda berusaha mencari jawaban atas permasalahan tersebut. Berarti, Anda telah melakukan penelitian. Dengan catatan, usaha Anda untuk mencari jawaban atas permasalahan Anda dilakukan secara ilmiah. Bagaimana caranya?

Untuk melakukan suatu penelitian ada beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu, antara lain mengidentifikasi masalah, merumuskan tujuan penelitian, dan menetapkan jenis penelitian.

#### a. Mengidentifikasi Masalah

Langkah pertama untuk melakukan suatu penelitian adalah menyadari dan mengidentifikasi masalah yang dihadapi. Masalah dapat timbul secara sengaja atau tidak disengaja. Secara sengaja, maksudnya masalah yang timbul merupakan hal yang sengaja dicari untuk dipecahkan. Misalnya, seorang petani yang ingin mengetahui dosis pupuk yang tepat untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman sayurannya.

Kadang-kadang, masalah pun timbul secara tidak sengaja. Misalnya, seorang peternak domba melihat tanaman yang tumbuh dekat kandang domba tumbuh lebih baik daripada tanaman sejenis yang tumbuh di pekarangan rumahnya. Maka, dalam benak petani pun timbul pertanyaan mengapa hal tersebut terjadi.

Untuk membantu menemukan suatu masalah, kita dapat melihat berbagai penelitian yang telah dilakukan oleh penyelidik lain. Kita dapat menganalisis hasil penelitian tersebut dan menemukan permasalahan baru. Misalnya, dengan menggunakan alat dan bahan yang berbeda, tentu hasil penelitiannya pun akan berbeda. Masalah pun dapat ditemukan ketika kita melakukan studi kepustakaan dari berbagai referensi. Semakin banyak buku yang dibaca, akan semakin mudah menemukan sebuah permasalahan. Hal yang paling sering dilakukan untuk mencari sebuah masalah adalah dengan melakukan **pengamatan** atau **observasi**. Pengamatan terhadap berbagai objek dan fenomena (gejala) alam sering menjadi sumber inspirasi dalam penelitian Biologi.

### b. Merumuskan Tujuan

Untuk melakukan sebuah penelitian dari masalah yang dihadapi perlu dirumuskan tujuannya. Hal ini sangat penting dilakukan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan mencapai hasil yang maksimal. Sering terjadi, masalah yang dihadapi sangat luas ruang lingkupnya. Oleh karena itu, masalah yang dihadapi perlu dipersempit dengan merumuskan tujuan penelitiannya.

Terdapat dua hal yang harus diperhatikan ketika merumuskan tujuan penelitian, yaitu apa yang akan dilakukan dan pertanyaan apa yang ingin dijawab. Pengetahuan awal Anda terhadap suatu masalah yang akan diteliti sangat membantu dalam merumuskan tujuan penelitian.

### c. Menetapkan Jenis Penelitian

Setelah merumuskan tujuan penelitian, hal yang harus dilakukan berikutnya adalah memilih jenis penelitian yang akan digunakan. Jenis penelitian yang digunakan harus sesuai dengan masalah yang akan dipecahkan.

Terdapat banyak jenis penelitian yang dapat digunakan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Contoh dari jenis penelitian yang sering digunakan ini di antaranya **deskriptif** dan **eksperimental**.

#### 1) Deskriptif

Penelitian deskriptif bertujuan memberikan gambaran secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat objek yang diselidiki. Dengan penelitian ini, dapat diperoleh informasi atau data yang mendetail. Misalnya, penelitian untuk mengetahui populasi badak di Taman Nasional Ujung Kulon, Banten.

#### 2) Eksperimental

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh perlakuan tertentu kepada suatu objek penelitian dan membandingkan hasilnya dengan kelompok kontrol. Kelompok kontrol dijadikan sebagai pembanding. Dalam bidang Biologi, banyak dilakukan penelitian jenis ini. Misalnya, penelitian untuk melihat pengaruh pemberian pupuk atau hormon tertentu pada pertumbuhan jenis tanaman tertentu (**Gambar 1.2**).

## 2. Melakukan Penelitian

Seorang ilmuwan memiliki metode tertentu untuk menjawab permasalahannya. Metode yang digunakan oleh ilmuwan ini sistematis. Metode ini disebut **metode ilmiah**. Metode ilmiah digunakan oleh para ilmuwan untuk memecahkan persoalan yang dihadapinya. Selain itu, ilmuwan menggunakan metode ini untuk mengetahui dan membuktikan jawaban dari suatu permasalahan. Secara sederhana, metode ilmiah dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut.

## Kata Kunci

- Penelitian Deskriptif
- Penelitian Eksperimental

## Wawasan

### Biologi

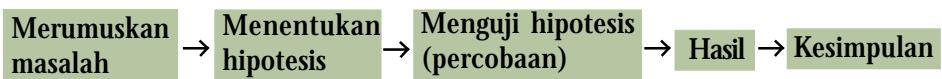
Para peneliti mengumumkan hasil penelitian mereka pada jurnal ilmiah. Beberapa lembaga keilmuan, lembaga pendidikan, dan lembaga milik pemerintah mengeluarkan jurnal berdasarkan bidangnya masing-masing. Jurnal dapat digunakan sebagai referensi peneliti lain untuk mendukung penelitiannya. Pernahkah Anda membaca sebuah jurnal penelitian?



Sumber: [www.rothamsted.bbsrc.ac.uk](http://www.rothamsted.bbsrc.ac.uk)

### Gambar 1.2

Perbedaan pertumbuhan pada tanaman yang diberi hormon giberelin dalam jumlah yang berbeda.



Berikut ini penjelasan lebih lanjut dari tahapan dalam metode ilmiah.

#### a. Merumuskan masalah



Sumber: www.kedah.edu.my

**Gambar 1.3**

Banjir yang terjadi di permukiman.  
Apa penyebab bencana di permukiman tersebut?

### Tokoh Biologi



**Francesco Redi  
(1626-1697)**

Dia adalah seorang ilmuwan berkebangsaan Italia. Redi adalah ilmuwan yang meragukan teori generasi spontan. Untuk membuktikannya ia melakukan percobaan yang membuktikan bahwa teori generasi spontan tidak benar.

Sumber: Jendela Iptek: Kehidupan, 1997

Masalah yang ditemukan harus dirumuskan secara konkret atau tergambar dengan jelas. Hal-hal yang tidak ada kaitannya dengan masalah dikesampingkan. Perhatikan contoh masalah berikut ini.

Sampai pada abad ke-16, sebagian orang, baik ilmuwan maupun bukan ilmuwan, percaya bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk tak hidup atau benda mati (teori generasi spontan). Mereka percaya bahwa belut berasal dari lumpur; katak berasal dari air hujan; atau tikus berasal dari kain kotor yang disimpan di gudang makanan. Mereka yang percaya teori generasi spontan juga mengamati bahwa lalat berasal dari daging busuk yang dipenuhi oleh belatung. Bagaimana menurut Anda?

Salah satu ilmuwan yang meragukan teori generasi spontan adalah **Francesco Redi**, seorang ilmuwan berkebangsaan Italia. Redi bersahabat dengan ilmuwan Inggris bernama **William Harvey**. William Harvey ini pernah melakukan pembedahan terhadap seekor rusa betina. Dia menemukan fetus (janin kecil) pada rahim rusa tersebut. Harvey mengamati bahwa bentuk fetus tersebut mirip dengan rusa dewasa. Harvey menyimpulkan bahwa hewan tumbuh dari biji atau telur yang sangat kecil untuk dilihat dengan mata telanjang.

Redi, sebagai ilmuwan yang memiliki keingintahuan yang tinggi, berkeinginan untuk memecahkan masalah kehidupan ini. Redi ingin menguji kebenaran dari teori generasi spontan. Dari cerita tersebut, dapatkah Anda merumuskan masalah yang dihadapi oleh Francesco Redi? Selain itu, rumusan masalah dapat dibuat dari kejadian di sekitar kita. Misalnya dari kejadian banjir (**Gambar 1.3**).

#### b. Menentukan Hipotesis

Melihat adanya kemungkinan kesalahan dalam teori generasi spontan, menunjukkan Redi telah memulai langkah untuk melakukan penelitian ilmiah. Hal ini, merupakan ciri khas ilmuwan untuk melakukan penelitian, yaitu mencari informasi tentang objek penelitian dan melakukan pengamatan (observasi). Redi mengamati bahwa belatung ditemukan bersamaan dengan adanya lalat pada daging busuk.

Observasi merupakan tahap awal yang sangat penting untuk dapat melakukan penelitian ilmiah seperti halnya yang dilakukan Redi. Oleh karena itu, agar data yang diperoleh tetap akurat, Anda harus selalu menuliskan hasil observasi Anda sesegera mungkin dalam sebuah buku. Setelah observasi dapat dilakukan dengan baik, Anda dapat menemukan pertanyaan atau permasalahan yang akan membawa Anda pada tahap selanjutnya, yaitu membuat hipotesis.

Berdasarkan hasil penemuan Harvey yang dipadukan dengan hasil pengamatannya, Redi mengajukan penjelasan alternatif tentang asal mula keberadaan belatung. Redi menyatakan bahwa dari daging yang segar tidak akan muncul belatung. Belatung muncul jika lalat dewasa menyimpan telurnya pada daging tersebut. Dugaan sementara Redi ini, dalam penelitian dikenal dengan hipotesis. Apakah itu hipotesis?

**Hipotesis** merupakan dugaan atau jawaban sementara dari suatu permasalahan. Ketika membuat hipotesis, Anda sedang memperkirakan jawaban sementara dari pertanyaan yang telah Anda buat ketika Anda melakukan observasi dan menggunakan informasi yang telah Anda miliki. Dari hipotesis ini timbul **prediksi**. Prediksi adalah hasil yang diharapkan diperoleh dari hipotesis.

## Tokoh Biologi



**Louis Pasteur  
(1822-1895)**

Louis Pasteur merupakan seorang ilmuwan perintis dalam ilmu Mikrobiologi. Ia meneliti fermentasi dan infeksi penyakit oleh mikroorganisme. Selain itu, ia membantu menumbangkan teori Spontaneus Generatio melalui percobaan labu leher angnsanya. Istilah pasteurisasi atau pemanasan susu untuk mematikan bakteri diambil berdasarkan namanya.

**Sumber:** Biology: Exploring Life, 1994

Kemampuan memprediksi sesuatu hal adalah keterampilan yang harus dimiliki oleh seorang ilmuwan. Anda mungkin pernah melihat atau mendengarkan prakiraan cuaca di televisi atau radio. Para ahli meteorologi dapat memprediksi cuaca yang akan terjadi pada suatu hari dengan melakukan observasi dan menggunakan ilmu pengetahuan yang mereka miliki. Dengan demikian, kemampuan memprediksi adalah keterampilan yang harus dimiliki oleh seorang ilmuwan. Melalui kemampuan memprediksinya, ilmuwan dapat menarik sebuah kesimpulan dari sebuah kejadian yang akan terjadi di masa yang akan datang dengan melihat kejadian-kejadian atau data yang ada di masa yang lalu.

Prediksi yang Anda buat mungkin saja salah. Untuk menguji apakah prediksi yang Anda buat salah atau benar, Anda harus melakukan sebuah eksperimen (percobaan).

### c. Menguji Hipotesis

Untuk menguji suatu hipotesis umumnya dilakukan percobaan (eksperimen). Akan tetapi, ada juga hipotesis yang diuji dengan pengamatan saja atau studi kepustakaan. Studi kepustakaan dilakukan dengan membandingkan berbagai sumber pustaka.

Dalam melakukan sebuah eksperimen, terdapat beberapa faktor yang memengaruhi eksperimen tersebut. Faktor tersebut antara lain **variabel**, **populasi** dan **sampel**; serta **rancangan penelitian**. Variabel merupakan suatu faktor entitas (berwujud) yang dapat memiliki nilai berbeda yang berpengaruh terhadap percobaan. Populasi dan sampel merupakan objek yang diamati di dalam suatu percobaan. Adapun rancangan penelitian adalah rencana dalam melakukan suatu penelitian, baik sebelum maupun sesudah penelitian dilakukan. Rancangan ini termasuk metode penelitian serta alat dan bahan yang akan digunakan.

Tahapan dalam eksperimen, yaitu merencanakan eksperimen, melakukan eksperimen, melakukan observasi dalam eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik kesimpulan, dan menguji kembali kesimpulan.

#### 1) Merencanakan eksperimen

Rencana eksperimen perlu dibuat serunut dan secermat mungkin agar data yang diperoleh akurat. Rancangan eksperimen meliputi penyediaan alat dan bahan, penentuan tempat dan waktu, serta cara kerja eksperimen. Alat dan bahan yang diperlukan perlu didaftar agar tidak ada yang terlewat.

Bahan adalah segala sesuatu yang digunakan dalam penelitian dan dapat habis. Adapun alat tidak akan habis digunakan. Dalam merancang percobaan Anda juga harus memperhatikan instrumen penelitian lain seperti biaya dan daftar *check list* peralatan yang akan digunakan.

Alat dan bahan apa yang digunakan oleh Redi untuk melakukan eksperimen? Redi menyiapkan dua buah stoples, dua potong ikan segar, tutup plastik, dan tali.

#### 2) Melakukan eksperimen

Redi melakukan eksperimen dengan menyimpan dua buah stoples pada tempat terbuka. Kemudian, pada setiap stoples dimasukkan potongan ikan segar. Stoples pertama dibiarkan terbuka, sedangkan stoples kedua ditutup dengan plastik dan diikat kuat. Redi membiarkan kedua stoples tersebut beberapa hari. Mengapa Redi menggunakan dua buah stoples yang diberi perlakuan berbeda?

Dalam melakukan eksperimen, kita harus menentukan kelompok percobaan, yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Fungsi kontrol adalah sebagai pembanding dalam percobaan yang sedang kita uji. Dalam membuat kontrol, keadaan perangkat uji dan perangkat kontrol sama, kecuali hal yang ingin dibandingkan.

## Kata Kunci

- Hipotesis
- Metode ilmiah
- Populasi
- Sampel
- Variabel



Dalam membuat kontrol ini, kita juga harus menentukan faktor peubah atau **variabel**. Variabel merupakan suatu faktor yang berpengaruh terhadap percobaan. Variabel tersebut dapat dibagi menjadi **variabel kontrol**, **variabel bebas**, dan **variabel terikat**.

Variabel kontrol adalah faktor yang dibuat sama. Dalam percobaan Redi, yang menjadi variabel kontrol adalah stoples yang sama, ikan segar yang sama, dan waktu serta penempatan yang sama.

Variabel bebas adalah faktor yang sengaja diubah. Pada percobaan Redi tersebut yang termasuk variabel bebas adalah ditutupnya stoples dengan plastik dan satunya lagi tidak ditutup. Perhatikan **Gambar 1.4**.

Variabel terikat adalah faktor hasil percobaan yang dipengaruhi oleh variabel bebas dan variabel kontrol. Apakah variabel terikat pada percobaan Redi?



**Sumber:** Biology: Exploring Life, 1994

**Gambar 1.4**

Percobaan Francesco Redi.  
Redi menutup salah satu stoples dari dua stoples yang diisi daging.  
Apa akibatnya?

### 3) Melakukan observasi dalam eksperimen

Observasi (pengamatan) dilakukan untuk memperoleh data yang akurat. Observasi tidak harus menggunakan indra penglihatan (mata) saja, tetapi juga alat indra yang lainnya. Semakin banyak indra yang terlibat dalam observasi, data yang diperoleh akan semakin lengkap. Observasi pun dapat menggunakan berbagai alat bantu, seperti mikroskop, meteran, timbangan, termometer, dan pH meter. Alat yang digunakan disesuaikan dengan data yang akan diukur.

Pengamatan dengan menggunakan alat ukur akan menghasilkan data kuantitatif. Adapun pengamatan yang hanya menggunakan alat indra akan menghasilkan data kualitatif. Apakah yang dimaksud dengan data kuantitatif dan data kualitatif?

Sebagai contoh, misalnya Anda akan mengamati buah durian. Data kuantitatif yang diperoleh dapat berupa berat buah durian dan diameter buah durian. Adapun data kualitatif yang diperoleh, misalnya warna buah, rasa buah durian, aroma buah durian, dan tekstur kulit durian.

## Wawasan Biologi

Pengamatan dalam ilmu Biologi merupakan hal yang sangat penting untuk menjelaskan berbagai gejala alam. Oleh karena itu, penggunaan alat bantu pengamatan menentukan hasil yang diperoleh. Penggunaan mikroskop contohnya, membantu mengungkap rahasia sel. Bahkan dapat dikatakan bahwa perkembangan biologi seluler bergantung pada perkembangan mikroskop.

## Tugas Ilmiah 1.1

Bersama kelompok Anda, kumpulkan lima jenis buah-buahan. Lalu, carilah data kuantitatif dan kualitatif buah-buahan tersebut. Kumpulkan hasil pengamatan Anda dalam bentuk laporan. Hasil pengamatan Anda ditulis seperti tabel berikut. Diskusikan dan presentasikan di depan kelas.

No.	Nama Buah	Data Kuantitatif		Data Kualitatif	
		Tinggi/Panjang	Diameter/Lebar	Warna	Rasa
1	Apel Malang	4,5 cm	6 cm	Hijau	Manis
2					
3					
4					
5					

## d. Mengumpulkan data

Hasil observasi adalah data, baik data kualitatif maupun data kuantitatif. Apakah data-data yang diperoleh dari percobaan Redi?

Data yang diperoleh dapat disajikan dengan berbagai bentuk, seperti tabel atau grafik. Penyusunan data yang benar akan memudahkan orang lain untuk membaca, menganalisis, dan menarik kesimpulan.

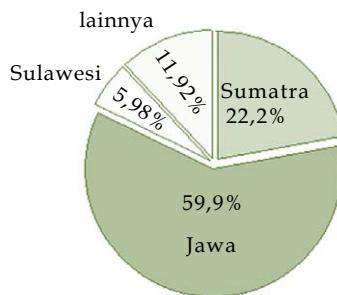
Data yang diperoleh itu kemudian dapat dijadikan bahan analisis. Meskipun analisis data sebaiknya dilakukan melalui metode statistik yang rumit, Anda cukup membandingkan rata-rata dan persentase. Setelah itu, Anda dapat menganalisis apakah hipotesis yang dibuat sesuai dengan hasil percobaan atau tidak.

Ada beberapa cara penyajian data yang dapat Anda buat. Perhatikan contoh **Gambar 1.5**, **1.6**, dan **1.7** berikut. Kesimpulan apa saja yang dapat Anda peroleh dari gambar-gambar tersebut?

(a) Tabel Produksi Kentang Tahun 1992

No.	Pulau	Jumlah (%)
1	Sumatra	22,2 %
2	Jawa	59,9 %
3	Sulawesi	5,98 %
4	Pulau lainnya	11,92 %

(b) Grafik Kue Pai Produksi Kentang Tahun 1992



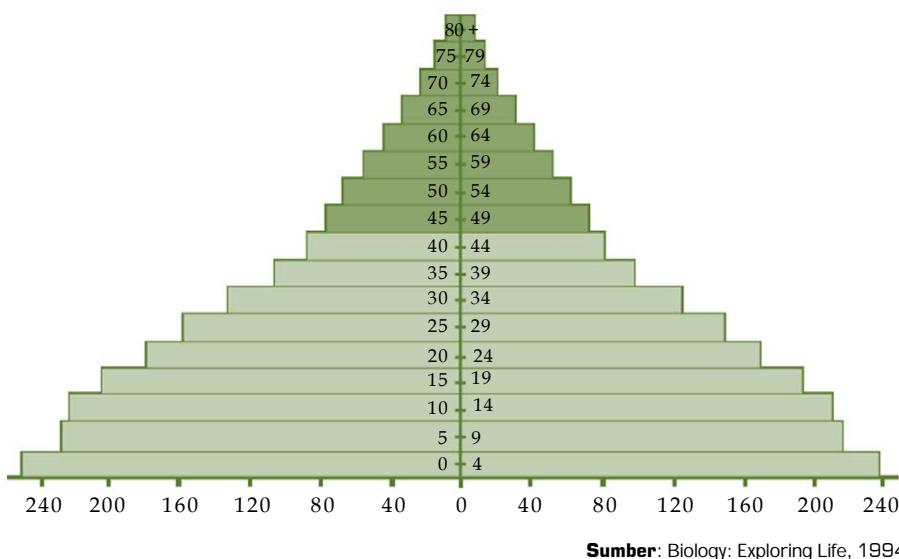
Sumber: Indonesian Heritage Plants, 1996

**Gambar 1.5**

Contoh bentuk penyajian data.  
Data dalam bentuk  
(a) tabel dan (b) grafik kue pai.

Piramida Penduduk pada Negara Berkembang

Laki-laki (dalam juta)      Umur      Perempuan (dalam juta)

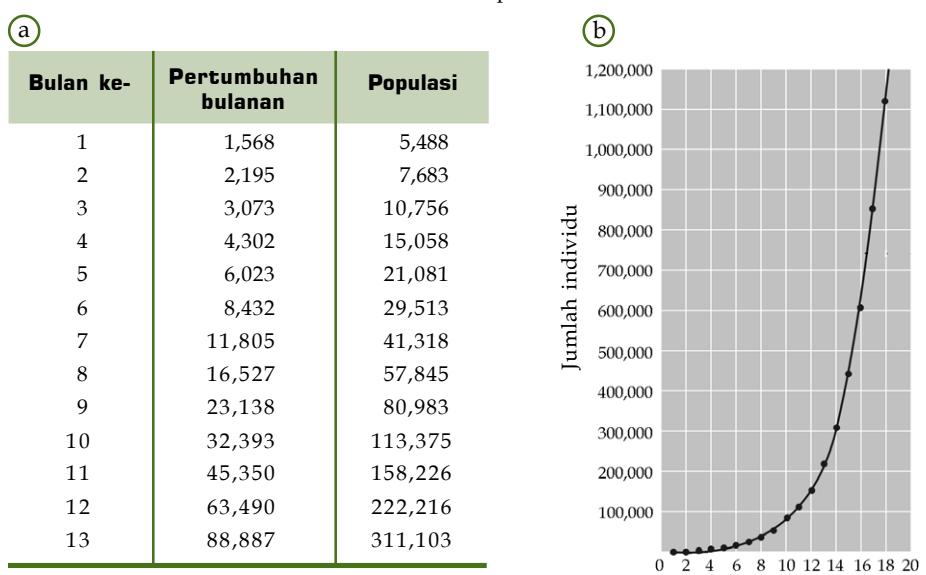


**Gambar 1.6**

Bentuk penyajian data dalam bentuk piramida.  
Jumlah perbandingan umur penduduk antara laki-laki dan perempuan.



Pertumbuhan Populasi Mencit



Gambar 1.7

Bentuk penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik.  
(a) Tabel pertumbuhan populasi mencit beserta (b) grafiknya.

Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

Dari beberapa jenis bentuk penyajian data, menurut Anda manakah yang paling mudah untuk dipahami dan digunakan? Buatlah salah satu jenis bentuk penyajian data dalam membahas suatu permasalahan.

#### e. Menarik Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil percobaannya, Redi menyimpulkan bahwa lalat bukan berasal dari benda mati, melainkan berasal dari lalat hidup yang sebelumnya. Apakah hal tersebut sebuah kesimpulan?

Apa yang dilakukan Redi adalah suatu usaha untuk menarik suatu kesimpulan. Begitu pun Anda, kesimpulan dapat Anda ambil setelah mendapatkan data dari hasil percobaan yang Anda lakukan.

Kesimpulan merupakan kalimat yang meringkas suatu hasil percobaan yang telah dilakukan. Ketika Anda menarik kesimpulan, Anda harus memutuskan apakah data yang Anda peroleh mendukung hipotesis yang dibuat atau tidak. Anda mungkin perlu mengulang beberapa kali percobaan untuk dapat menarik sebuah kesimpulan. Bahkan, terkadang kesimpulan yang Anda buat dapat mendorong Anda mengajukan pertanyaan baru dan rencana-rencana percobaan baru yang dapat Anda lakukan.

#### f. Menguji Kembali Kesimpulan

Apakah percobaan Redi dapat meyakinkan semua orang bahwa lalat tersebut berasal dari lalat, bukan berasal dari daging yang membusuk? Banyak orang, termasuk ilmuwan, yang meragukan penelitian Redi. Mereka juga menganggap tidak adanya belatung (cikal bakal lalat) di stoples yang ditutup rapat plastik karena tidak adanya udara. Mereka berpendapat bahwa diperlukan udara segar agar dari daging tersebut tumbuh belatung. Apakah reaksi Redi menghadapi hal tersebut?

Redi berpikir dan merancang ulang penelitiannya. Redi menjadikan udara sebagai variabel bebas. Bagaimanakah bentuk percobaan Redi berikutnya? Perhatikan **Gambar 1.8**.

Apakah Anda dapat menemukan perbedaan rancangan dari percobaan (a) dan (b)? Bagaimanakah hasil percobaan kedua Redi tersebut? Apakah kesimpulannya?



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

**Gambar 1.8**

Francesco Redi merancang ulang percobaannya, untuk meyakinkan teorinya. Bentuk percobaannya yaitu penutup stoples pada percobaan pertama (a) digantikan menjadi kain kasa (b).

Proses ilmiah merupakan suatu proses yang berulang. Ketidakberhasilan untuk membentuk hipotesis yang menarik, dapat membuat ilmuwan mempertimbangkan kembali objek yang sedang dipelajari. Ketidakberhasilan suatu hipotesis dalam menghasilkan prediksi yang menarik dan teruji dapat membuat ilmuwan mempertimbangkan hipotesis tersebut atau definisi subjek penelitian. Ketidakberhasilan eksperimen dalam menghasilkan sesuatu yang menarik dapat membuat ilmuwan mempertimbangkan ulang metode eksperimen tersebut, hipotesis yang mendasarinya, atau bahkan definisi subjek penelitian itu.

## Kegiatan 1.1

### Pengaruh Cahaya terhadap Pertumbuhan

#### Tujuan

Menyimpulkan pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan

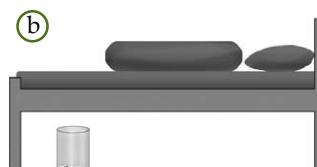
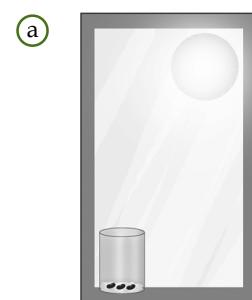
#### Alat dan Bahan

Penggaris, 2 stoples kecil transparan, kapas, air, dan 6 biji kacang merah.

#### Langkah Kerja

- Letakkan kapas basah dalam jumlah yang sama pada masing-masing stoples.
- Taruh 3 biji kacang merah pada stoples pertama, tandai dengan label A. Taruh 3 biji kacang merah pada stoples kedua, tandai dengan label B (lihat gambar).
- Simpan stoples A di tempat yang terkena banyak cahaya, misalnya di dekat jendela (lihat gambar).
- Simpan stoples B di tempat yang sama sekali tidak terkena cahaya, tetapi memiliki cukup udara, misalnya di bawah tempat tidur (lihat gambar).
- Periksa kapas di kedua wadah. Jika kapas mulai kering, tetesi dengan air agar tumbuhan mendapatkan cukup air.
- Periksa pertumbuhan setiap biji kacang merah di wadah A dan B. Ukurlah tinggi setiap kecambah kacang merah dalam setiap wadah setiap hari.
- Lakukan pengamatan selama 1 minggu.
- Tuliskan hasil pengamatan Anda dalam bentuk tabel, seperti di bawah ini.
- Diskusikan hasilnya bersama kelompok Anda dan buatlah kesimpulannya. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

Stoples	Biji	Tinggi Kecambah Hari ke- (cm)						
		1	2	3	4	5	6	7
A Terkena cahaya	1							
	2							
	3							
B Tempat gelap	1							
	2							
	3							





### Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Berapakah pertumbuhan tinggi rata-rata kecambah kacang merah pada wadah A dan B?
2. Pada wadah mana pertumbuhan kacang merah lebih cepat?
3. Selain tinggi tanaman, perbedaan apalagi yang dapat Anda amati?
4. Apa yang dapat Anda simpulkan dari percobaan ini?
5. Saran apa yang dapat Anda berikan untuk percobaan ini?
6. Diskusikan bersama guru kalian. Langkah ilmiah apa yang muncul dari kegiatan ini?

## 3. Mengomunikasikan Hasil Penelitian

Mengomunikasikan hasil penelitian sangat penting dalam bidang IPA. Mengapa demikian? Hal ini disebabkan pengomunikasian hasil penelitian sangat berguna untuk kemajuan dan perkembangan IPA.

Para saintis (ilmuwan) biasa melakukan penelitian yang merupakan kelanjutan dari hasil penelitian saintis sebelumnya. Para saintis juga banyak yang melakukan metode kerja dengan mengikuti langkah penelitian sebelumnya. Bagian yang dikomunikasikan tidak hanya hasil dari penelitian, tetapi juga metode penelitian. Saintis biasa mempublikasikan hasil karya ilmiahnya dalam jurnal, buku, atau internet. Selain itu, para saintis juga biasa bertemu dalam suatu forum dan saling mempelajari hasil penelitian saintis yang lain. Di sana, terjadi pertukaran informasi bahkan koreksi antarsaintis untuk mengetahui apakah hasil penelitiannya sudah layak atau belum.

Dalam mengomunikasikan hasil penelitian ini, Anda harus memiliki keyakinan bahwa apa yang telah Anda lakukan itu telah dikerjakan dengan baik. Dengan demikian, Anda dapat mempertahankan argumentasi Anda. Akan tetapi, jika memang hasil penelitian Anda perlu dikoreksi, Anda harus dapat menerimanya agar dapat melakukan penelitian yang lebih baik.

Bagaimana susunan laporan ilmiah itu? Pada dasarnya, karya ilmiah memiliki sistematika tertentu yang terdiri atas pendahuluan, kajian teori, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

### a. Pendahuluan

Pendahuluan berisi latar belakang penelitian, yaitu alasan mengapa Anda memilih tema tersebut dan juga manfaat dari penelitian. Pendahuluan juga berisi tujuan penulisan untuk menerangkan kepada sesama penyelidik mengenai maksud dari pembuatan penelitian. Di dalam pendahuluan ini dituliskan pula hipotesis dan pembatasan masalah yang hendak Anda selidiki.

### b. Kajian Teori

Bab ini berisi penjelasan dan teori yang berhubungan dengan penelitian. Berbagai variabel yang ada hubungannya dengan penelitian, dijelaskan dalam bab kajian teori.

### c. Metodologi Penelitian

Dalam metodologi penelitian, Anda menjelaskan alat dan bahan yang digunakan, lokasi, teknik penelitian, serta cara menganalisis data. Dalam menuliskan metodologi penelitian ini, Anda harus menuliskannya sedetail mungkin. Dengan demikian, orang lain dapat membaca dan mengerti apa yang Anda tulis. Dia mungkin dapat melakukan penelitian yang sama persis seperti yang Anda lakukan.

### d. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini, data yang diperoleh kemudian dianalisis. Data berupa tabel, grafik, dan diagram ditampilkan pada bagian ini. Bab ini juga berisi penjelasan mengenai hipotesis, analisis hipotesis, dan hasil penelitian.

Ketika menjelaskan hasil penelitian, jelaskanlah hasil penelitian Anda dengan terperinci. Dengan demikian, orang lain dapat mengerti hasil percobaanmu.

#### e. Kesimpulan dan Saran

Setelah data percobaan dianalisis, diperoleh suatu hasil yang merupakan kesimpulan. Jadi, kesimpulan adalah jawaban dari hasil pengujian hipotesis. Dalam bagian ini juga diberikan saran yang berhubungan dengan penelitian ini. Misalnya, saran untuk penelitian lanjutan atau rekomendasi dari hasil penelitian lainnya.

### Tugas Ilmiah 1.2

Berdasarkan hasil eksperimen dari **Kegiatan 1.1**, buatlah laporan ilmiah dengan mengikuti sistematika penulisan karya ilmiah. Lakukan kegiatan ini secara berkelompok. Gunakan berbagai referensi untuk mendukung data hasil percobaan Anda. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

## 4. Bersikap Ilmiah

Dalam melakukan kerja ilmiah, Anda harus memiliki sikap ilmiah atau sikap yang sesuai dengan kaidah ilmu pengetahuan. Sikap ini penting agar Anda dapat menjadi penyelidik yang baik dan menghasilkan karya yang baik. Sikap ini tidak hanya penting ketika melakukan kerja ilmiah, tetapi juga dalam melakukan kehidupan sehari-hari. Berikut ini beberapa sikap ilmiah yang perlu Anda miliki.

#### a. Membedakan Fakta dan Opini

Dapat membedakan antara fakta dan opini adalah salah satu sikap yang perlu dimiliki oleh seorang saintis. Fakta adalah kenyataan, sedangkan opini adalah pendapat. Fakta dapat dikenali oleh alat indra dan dapat diukur secara kualitatif. Pernyataan dalam bidang IPA haruslah berupa pernyataan eksak, yaitu tepat dan spesifik. Adapun opini merupakan tanggapan atau tafsiran seseorang. Berikut ini contoh fakta dan opini.

Fakta: Anak itu memiliki rambut hitam.

Opini: Anak itu memiliki rambut yang indah.

Fakta: Mawar memiliki bunga berwarna merah.

Opini: Mawar memiliki bunga yang menarik.

#### Kata Kunci

- Fakta
- Opini

Seorang saintis haruslah menyajikan faktor-faktor dalam bentuk data dan menghindari opini-opini yang tidak didukung fakta. Fakta yang diberikan haruslah sesuai dengan kenyataan karena seorang saintis harus jujur. Apa yang terjadi jika data yang digunakan tidak sesuai kenyataan?

#### b. Berpikir Kritis

Ketika Anda menilai dan menyaring suatu informasi yang diterima, Anda berarti telah berpikir kritis. Berpikir kritis berarti mengombinasikan apa yang telah Anda ketahui dengan fakta baru yang diberikan, misalnya apakah benar manusia berevolusi dari simpanse? Ataukah evolusi itu terjadi karena seleksi alam, sehingga manusia dan simpanse memiliki proses evolusi berbeda? Manakah yang Anda pilih? Setelah itu, baru Anda putuskan untuk mempercayainya atau tidak.

Berpikir kritis ini sangat penting karena tidak semua informasi yang kita terima itu benar. Kita perlu menyaringnya dan melihat dari berbagai sudut pandang sebelum mempercayainya. Berpikir kritis sangat penting



ketika sedang melakukan kerja ilmiah. Dengan demikian, Anda akan mendapatkan data penelitian yang akurat dan dapat dipertanggung-jawabkan.

#### c. Berani dan Santun dalam Mengajukan Pertanyaan

Berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan adalah sikap ilmiah yang perlu kita miliki. Terutama ketika kita bekerja sama dengan orang lain. Anda harus menjaga kekompakan dan kerja sama yang baik. Ketika menganalisis suatu penjelasan, mungkin ada hal-hal yang tidak dimengerti atau hal-hal yang dirasa janggal. Untuk itu, Anda perlu mengajukan pertanyaan untuk mendapatkan keterangan lebih lanjut. Jangan takut untuk bertanya, tetapi ingat pula untuk mengajukan pertanyaan secara santun. Mengapa? Karena seorang saintis yang baik adalah seseorang yang dapat menghargai orang lain.

### Wawasan Biologi

Diah Anisa Dwirini, siswi kelas III SMP Negeri 7 Yogyakarta meraih juara satu Lomba Penelitian Ilmiah Remaja (LPIR) tahun 2005 dengan karya ilmiah berjudul "Cara Semut Hitam Mengurangi Populasi dalam Masyarakatnya". Ketekunannya mengamati semut-semut selama dua tahun, menyisihkan 31 finalis lainnya. Sementara juara dua LPIR diraih Wahyu Budi Santosa siswa SMAN 1 Salatiga dengan judul karya ilmiah "Pemanfaatan Daun Pepaya Varietas Mexico sebagai Bahan Alternatif untuk Meningkatkan Kekebalan dan Mencegah Penyakit Flu Burung pada Ayam Kampung". Adapun juara ketiga LPIR diraih Maftuhkhim dari SMAN 1 Grabag Jawa Tengah dengan judul karya ilmiah "Menguak Kehidupan Pengemis di Dusun Wanteyan Desa Lebak Kecamatan Grabag Kabupaten Magelang Jateng".

Sumber: [www.republika.co.id](http://www.republika.co.id)

#### d. Memiliki Rasa Ingin Tahu

Dasar dari perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam adalah rasa ingin tahu terhadap alam semesta. Ahli sains selalu ingin tahu apa, bagaimana, mengapa, atau di mana terhadap segala sesuatu. Anda harus memiliki sikap ini sehingga timbul keinginan untuk melakukan kegiatan ilmiah. Dari sikap ingin tahu, akan timbul permasalahan yang mungkin membawa Anda pada penelitian yang berguna bagi masyarakat. Dengan memiliki rasa ingin tahu, kita akan berusaha menemukan jawaban dari berbagai permasalahan yang muncul di muka bumi ini.

#### e. Tekun dan Peduli Lingkungan

Dalam melakukan penelitian, ketekunan merupakan salah satu prasyarat dalam keberhasilan penelitian. Jangan Anda putus asa dalam melakukan penelitian, kegagalan merupakan bagian dari keberhasilan. Tidak sedikit penelitian yang gagal, namun akhirnya berhasil. Tidak sedikit juga penyelidik yang berhasil setelah mempelajari kegagalan dirinya sendiri maupun orang lain.

Sikap peduli lingkungan juga harus tertanam dalam jiwa saintis karena suatu penelitian akan sia-sia jika ternyata proses maupun hasilnya merusak lingkungan. Manusia sebagai makhluk ciptaan Tuhan yang memiliki akal, diberi kemampuan untuk memanfaatkan dan memelihara lingkungan. Oleh karenanya, sikap peduli terhadap lingkungan harus tetap dilakukan di manapun berada. Sudahkah Anda melakukannya?

### Tugas Ilmiah 1.3

Buatlah kuesioner yang membahas seberapa banyak siswa Kelas I di sekolah Anda yang memiliki sikap ilmiah. Kuesioner tersebut berisi pertanyaan bebas seputar sikap ilmiah.

Contoh pertanyaannya adalah sebagai berikut.

1. Apakah teman-teman di sekolah Anda selalu membaca bahan-bahan yang terdapat dalam kemasan makanan? (sikap kritis)
2. Apakah dalam setiap proses belajar-mengajar teman-teman sering mengajukan pertanyaan? (sikap ingin tahu dan berani mengajukan pertanyaan)
3. Apakah teman-teman selalu membuang bungkus permen pada tempatnya? (peduli lingkungan)

Lakukan kegiatan ini secara berkelompok. Kemudian, buat laporan hasil kuesioner tersebut dan presentasikan di depan kelas.



## Soal Penguasaan Materi 1.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Suatu penyelidikan dilakukan pada pertumbuhan kecambah yang ditumbuhkan pada tempat terang dan tempat gelap. Buatlah hipotesis berdasarkan penyelidikan tersebut.
2. Jelaskan tahapan-tahapan metode ilmiah.
3. Apa yang harus dilakukan jika hasil penyelidikan tidak sesuai hipotesis?

## B Ruang Lingkup Biologi

Apakah Biologi itu? Biologi adalah ilmu tentang makhluk hidup beserta lingkungannya. Biologi memiliki cabang-cabang tersendiri yang mempelajari lebih spesifik lagi tentang makhluk hidup. Apa manfaat dari mempelajari Biologi ini? Banyak sekali manfaat yang didapatkan. Selain manfaat, dampak dari perkembangan Biologi bagi kehidupan manusia dan alam sekitarnya memiliki nilai positif dan nilai negatifnya. Dari uraian tersebut, ruang lingkup Biologi dapat dikatakan cukup luas. Menarik, bukan?

### 1. Tingkatan Objek yang Dipelajari dalam Biologi

Kehidupan di bumi dibentuk oleh struktur hierarki yang sangat teratur. Tingkatan organisasi kehidupan ini dimulai dari tingkat molekul, sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, komunitas, sampai tingkat bioma.

#### a. Organisasi Fungsional Tingkat Molekul

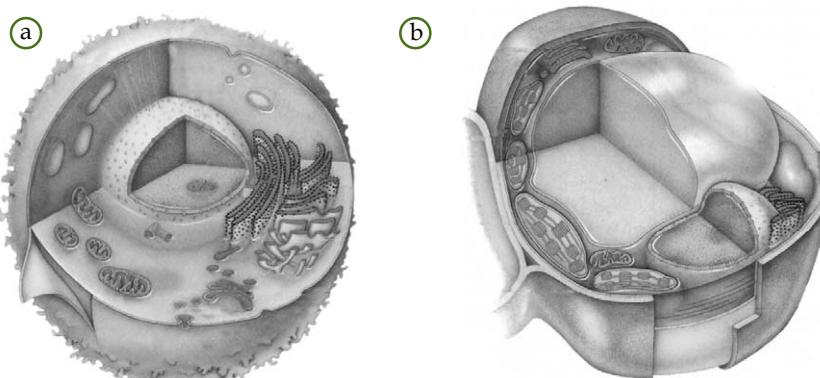
Pada pelajaran kimia, kita mempelajari bahwa tingkatan materi terendah adalah proton, neutron, dan elektron. Partikel proton, neutron, dan elektron bergabung membentuk atom (contohnya atom hidrogen, karbon, nitrogen, dan oksigen). Atom-atom lalu berikatan membentuk molekul, contohnya molekul air, glukosa, protein, dan DNA. Molekul-molekul ini saling berikatan dan membentuk ikatan yang lebih kompleks penyusun organel pada sel. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa molekul, atom, dan partikel subatomik merupakan organisasi fungsional tingkat biokimia (senyawa kimia penyusun makhluk hidup).

#### Kata Kunci

- Biokimia
- Ekosistem
- Individu
- Jaringan
- Komunitas
- Organ
- Populasi
- Sel
- Sistem organ

#### b. Organisasi Kehidupan Tingkat Sel

Berbagai jenis molekul saling berikatan dan membentuk organel. Organel adalah subunit sel dengan fungsi spesifik, contohnya ribosom sebagai tempat sintesis protein. Sintesis protein merupakan proses penyusunan protein. Berbagai senyawa serta organel berinteraksi satu sama lain membentuk suatu kesatuan yang disebut sel (**Gambar 1.9**).



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

**Gambar 1.9**

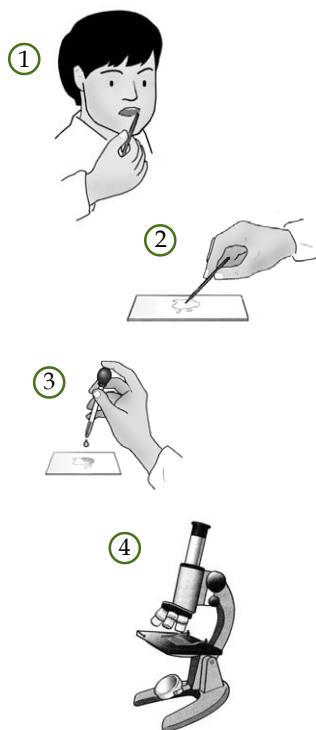
Gambar sel hewan dan sel tumbuhan. (a) Sel hewan dan (b) sel tumbuhan merupakan organisasi kehidupan tingkat sel.



Suatu sel tunggal memiliki karakteristik makhluk hidup. Setiap sel memiliki materi hereditas, melakukan aktivitas metabolisme, mampu tumbuh serta berkembang. Karena memiliki karakteristik yang dibutuhkan sebagai makhluk hidup, sel disebut sebagai satuan unit terkecil kehidupan. Ukuran sel sangat kecil sehingga untuk melihatnya dibutuhkan mikroskop. Anda dapat mengamati sel di dalam tubuh Anda sendiri melalui percobaan berikut ini.

## Kegiatan 1.2

### Mengamati Sel Pipi



#### Tujuan

Menyimpulkan bentuk sel pada tubuh kita

#### Alat dan Bahan

Kaca objek, kaca penutup, metilen biru, spatula atau tusuk gigi, dan mikroskop.

#### Langkah Kerja

1. Dengan menggunakan spatula atau tusuk gigi, gosok bagian dalam pipi dengan perlahan-lahan.
2. Letakkan cairan putih yang diperoleh di atas kaca objek. Ratakan dengan hati-hati. Untuk meratakannya, dapat menggunakan bantuan kaca objek sehingga tidak terjadi penumpukan. Usahakan agar diperoleh suatu lapisan yang tipis. Biarkan sampai kering.
3. Teteskan sedikit pewarna metilen biru di atasnya. Biarkan pewarna ini bereaksi selama 3 atau 4 menit. Kemudian, cuci dengan air.
4. Tesi dengan air dan tutuplah lapisan yang sudah terbuat dengan kaca penutup, kemudian tempatkan di atas meja objek mikroskop. Amati hasilnya. Apakah yang terlihat?
5. Diskusikan hasilnya bersama kelompok Anda. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

#### Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Sel yang Anda amati adalah sel rongga mulut. Gambarlah pada buku Anda bentuk sel yang Anda amati.
2. Apakah yang dapat Anda simpulkan dari kegiatan ini?

### c. Organisasi Kehidupan Tingkat Jaringan

Jaringan ditemukan pada organisme multiseluler (bersel banyak). Jaringan adalah kumpulan sel yang memiliki bentuk serta fungsi yang sama. Kelompok sel ini memiliki fungsi yang spesifik. Berikut ini contoh-contoh jaringan pada makhluk hidup.

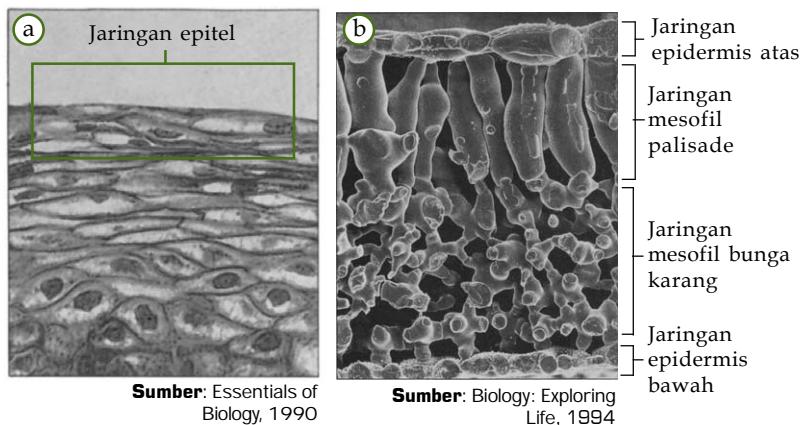
#### 1) Jaringan pada hewan

Jaringan pada hewan terdiri atas beberapa jenis. Jaringan-jaringan tersebut di antaranya adalah jaringan epitel (**Gambar 1.10a**), jaringan saraf, jaringan otot, dan jaringan darah. Jaringan epitel terdiri atas sel-sel epitel yang saling berhubungan. Jaringan saraf terdiri atas sel saraf yang berfungsi menerima serta merespons rangsangan. Jaringan otot merupakan serat panjang yang memiliki fungsi sebagai alat gerak aktif. Adapun jaringan darah terdiri atas sel-sel darah. Sel-sel darah ini memiliki fungsi yang berbeda. Ada yang mengedarkan oksigen, zat-zat makanan, ada pula yang berfungsi sebagai antibodi atau sistem kekebalan tubuh. Lebih jauh mengenai materi ini, akan dibahas di Kelas XI.

#### 2) Jaringan pada tumbuhan

Seperti jaringan pada hewan, jaringan pada tumbuhan (**Gambar 1.10b**) juga terdiri atas berbagai jenis. Jaringan yang terdapat pada tumbuhan di antaranya jaringan epidermis, jaringan pembuluh, jaringan penguat, dan jaringan meristem. Jaringan epidermis merupakan jaringan yang melapisi permukaan tumbuhan. Jaringan pembuluh terdiri atas xilem dan floem. Xilem

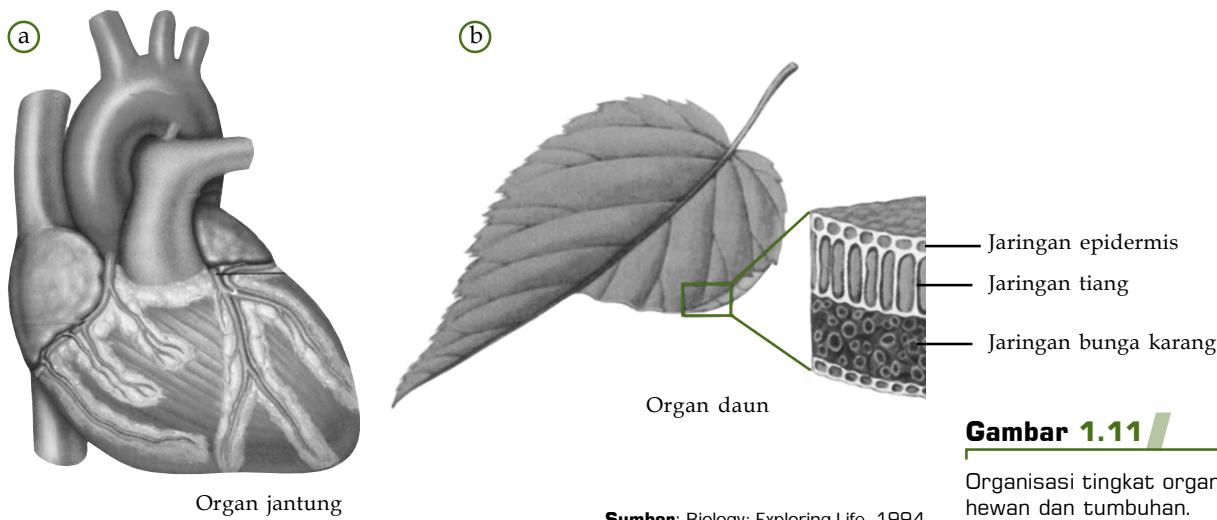
berfungsi mengangkut air dan zat hara tanah dari akar ke daun, sedangkan floem berfungsi mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan. Jaringan penguat pada tumbuhan terdiri atas sel-sel yang tebal dan kuat. Jaringan penguat ini berfungsi menyokong tubuh tumbuhan. Adapun jaringan meristem merupakan jaringan yang aktif membelah untuk menghasilkan sel-sel baru. Lebih jauh lagi tentang materi jaringan pada tumbuhan ini akan dibahas di Kelas XI.



#### d. Organisasi Kehidupan Tingkat Organ dan Sistem Organ

Organ hanya ditemukan pada organisme multiseluler. Organ merupakan struktur yang terbentuk dari beberapa jenis jaringan yang bekerja sama untuk menjalankan fungsi tertentu. Misalnya, jaringan saraf dan jaringan ikat menyusun organ otak dan bekerja sama untuk melaksanakan fungsi koordinasi. Jaringan epidermis, jaringan tiang, dan jaringan bunga karang menyusun organ daun dan bekerja sama untuk melaksanakan fungsi fotosintesis, transpirasi, serta pertukaran gas.

Contoh-contoh organ lainnya adalah organ jantung (**Gambar 1.11a**) yang berperan untuk memompa darah; organ paru-paru untuk pertukaran oksigen dan karbon dioksida; organ telinga untuk mendengar; dan organ mata untuk melihat. Organ-organ pada tumbuhan, contohnya daun (**Gambar 1.11b**) untuk pertukaran gas, bunga untuk perkembangbiakan, dan akar untuk menyerap air dan garam mineral.



Organ-organ yang melakukan fungsi dan tugas saling berkait disebut sebagai sistem organ. Sebagai contoh, sistem pernapasan terbentuk dari kerja sama organ hidung, faring, laring, trachea, bronkus, dan paru-paru untuk menjalankan fungsi respirasi. Sistem pencernaan terbentuk dari kerja sama organ mulut, kerongkongan, lambung, usus, hati, dan pankreas. Sistem pencernaan (**Gambar 1.12**) berfungsi menjalankan pencernaan dan penyerapan sari-sari makanan. Sistem gerak untuk menyokong dan menggerakkan tubuh terdiri atas otot dan rangka. Sebutkan oleh Anda contoh sistem organ lainnya beserta nama organ-organ penyusunnya.

#### Gambar 1.10

Organisasi kehidupan tingkat jaringan pada hewan dan tumbuhan. (a) Jaringan epitel pada manusia dan (b) jaringan pada daun.

#### Gambar 1.11

Organisasi tingkat organ pada hewan dan tumbuhan.  
(a) Organ jantung pada hewan dan (b) organ daun pada tumbuhan.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

**Gambar 1.12**

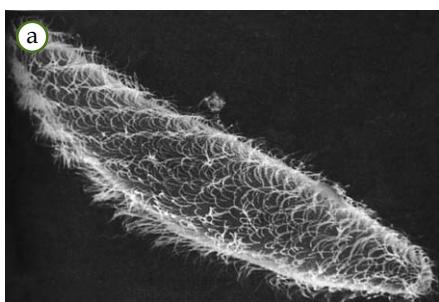
Sistem pencernaan manusia.  
Serangkaian organ-organ membentuk sistem pencernaan.

Pada tumbuhan, pembagian organ-organ untuk yang melakukan kerja spesifik dalam sistem organ tertentu tidak terlihat dengan jelas. Sistem organ pada tumbuhan itu sendiri di antaranya adalah sistem pernapasan, transpirasi, dan transportasi.

#### e. Organisasi Kehidupan Tingkat Individu

Individu dapat berupa organisme bersel tunggal (**uniseluler**) pada **Gambar 1.13a** atau bersel banyak (**multiseluler**) seperti pada **Gambar 1.13b**. Bakteri dan protozoa adalah contoh organisme bersel tunggal. Satu bakteri dan satu protozoa dikatakan sebagai satu individu. Manusia, kucing, pohon kelapa, dan tanaman melati merupakan contoh organisme multiseluler. Seorang manusia, seekor kucing, sebatang pohon kelapa, dan setangkai tanaman melati juga dikatakan satu individu.

Individu multiseluler terbentuk dari sistem organ-sistem organ yang bekerja sama dalam suatu kesatuan. Setiap sistem organ tidak dapat melaksanakan fungsinya sendiri-sendiri. Setiap sistem organ memiliki kebergantungan pada sistem organ yang lainnya. Contohnya pada manusia, sistem pernapasan, sistem peredaran darah, sistem pencernaan, sistem pengeluaran, sistem koordinasi, sistem gerak, dan sistem reproduksi memiliki saling kebergantungan.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

**Gambar 1.13**

Organisasi makhluk hidup.  
Makhluk hidup (a) uniseluler dan  
(b) multiseluler.

Sistem peredaran darah tidak akan berfungsi dengan baik jika terjadi gangguan pada sistem pernapasan. Karena untuk memompa darah, jantung membutuhkan energi yang didapat dari oksigen. Jika jantung tidak dapat bekerja secara optimal maka peredaran oksigen dan sari-sari makanan pada tubuh akan terganggu pula. Hal ini dapat berakibat fatal bagi tubuh secara keseluruhan. Apa yang dapat terjadi pada tumbuhan jika salah satu organnya tidak berfungsi dengan baik?

#### f. Organisasi Kehidupan Tingkat Populasi

Individu-individu sejenis yang berkumpul di suatu tempat tertentu pada waktu yang sama membentuk tingkat organisasi kehidupan yang disebut sebagai **populasi**. Murid-murid yang berada di sekolahmu dinamakan sebagai populasi manusia, kumpulan rumput yang ada di halaman sekolah dinamakan populasi rumput, kumpulan belalang dinamakan populasi belalang, kumpulan cacing tanah dinamakan populasi cacing, dan kumpulan lebah dinamakan populasi lebah (**Gambar 1.14**).

#### g. Organisasi Kehidupan Tingkat Komunitas

Umumnya di suatu tempat terdapat lebih dari satu macam populasi. Perhatikan halaman sekolah Anda. Di sana mungkin terdapat populasi rumput, populasi cacing, populasi belalang, dan populasi semut. Kumpulan populasi yang menempati area sama dan saling berhubungan disebut **komunitas**. Di dalam komunitas selalu ada interaksi, baik antaranggota spesies yang sama, maupun interaksi antarpopulasi yang berlainan.

Iklim di suatu daerah yang berinteraksi dengan komponen biotik di dalamnya akan menghasilkan satuan komunitas yang besar, bahkan menghasilkan komunitas dominan suatu vegetasi. Hal tersebut dapat disebut **bioma**. **Bioma** adalah salah satu komunitas utama dunia yang diklasifikasikan berdasarkan vegetasi dominan dan ditandai oleh adaptasi organisme



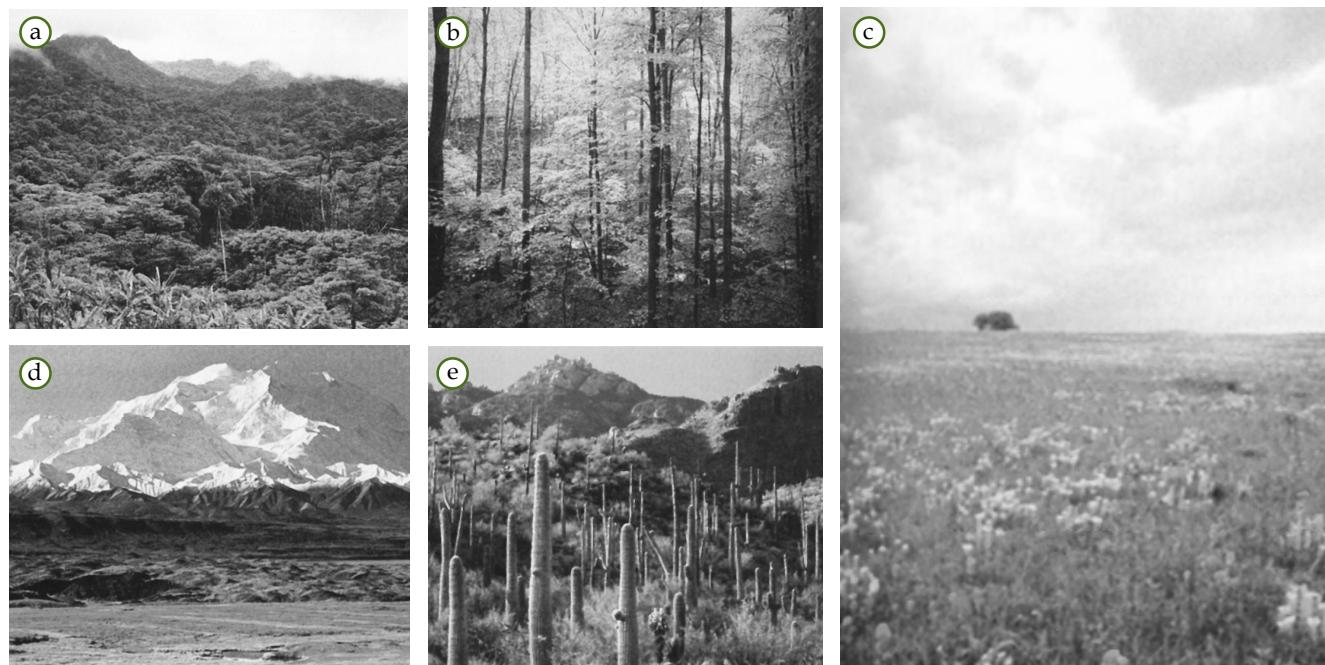
Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995

**Gambar 1.14**

Populasi lebah (*Apis indica*).  
Kumpulan lebah-lebah di sarangnya merupakan suatu populasi.



terhadap lingkungan suatu habitat tertentu. Contohnya, bioma tundra, bioma taiga, bioma gurun, bioma savana, bioma hutan hujan tropis, dan bioma hutan gugur. Perhatikan **Gambar 1.15**.



**Sumber:** Essentials of Biology, 1990; Botany, 1995

#### **h. Organisasi Kehidupan Tingkat Ekosistem**

Perhatikan kembali halaman sekolah Anda. Di manakah rerumputan menancapkan akarnya? Pada tanah, bukan? Dari mana rerumputan memperoleh karbon dioksida yang dibutuhkan untuk proses fotosintesisnya? Dari udara di sekelilingnya, bukan? Apakah syarat yang dibutuhkan selain ketersediaan karbon dioksida agar rerumputan dapat melakukan fotosintesis? Tentu sinar matahari dan air. Rerumputan juga membutuhkan senyawa anorganik yang didapatkan dari hasil penguraian, misalnya oleh cacing tanah, agar dapat melakukan fotosintesis dengan baik. Proses fotosintesis yang dilakukan rerumputan menghasilkan senyawa karbohidrat yang dibutuhkan makhluk hidup lainnya, misalnya oleh belalang. Belalang juga mendapatkan oksigen dari fotosintesis rerumputan tersebut.

Dari keterangan di atas, Anda dapat menemukan suatu organisasi kehidupan yang menunjukkan saling keterkaitan, kebergantungan, dan hubungan timbal balik antarmakhluk hidup dan antarmakhluk hidup dengan lingkungannya. Bentuk organisasi kehidupan ini dinamakan organisasi kehidupan tingkat ekosistem.

**Ekosistem** merupakan unit fungsional yang mencakup organisme (**biotik**) dengan lingkungannya yang tidak hidup (**abiotik**) dalam hubungan saling memengaruhi dan berinteraksi. Komponen biotik ekosistem terdiri atas produsen (tumbuhan), konsumen, dan pengurai. Pada contoh tersebut, yang bertindak sebagai produsen adalah rumput, konsumennya adalah belalang, dan pengurainya adalah cacing tanah. Adapun komponen abiotik pada contoh tersebut adalah tanah, udara, sinar matahari, zat anorganik, dan air.

Di dalam organisasi kehidupan tingkat ekosistem, kita juga dapat melihat adanya aliran energi dari organisme fotosintetik ke herbivora dan karnivora. Perhatikan kembali contoh di atas. Jelaskan bagaimana aliran energi yang terjadi pada contoh kasus di atas.

**Gambar 1.15**

Contoh jenis bioma.

- (a) Bioma hutan hujan,
- (b) bioma hutan gugur daun,
- (c) bioma savana, (d) bioma tundra, dan (e) bioma gurun.

## Kata Kunci

- Bios
- Cabang Biologi
- Logos

## 2. Cabang-Cabang Ilmu Biologi

Pertanyaan-pertanyaan umum seperti apa yang membedakan makhluk hidup dan benda mati; proses apa yang terjadi pada organisme agar dapat bertahan hidup dan berkembang biak; serta bagaimana berbagai makhluk hidup berinteraksi satu sama lain tercetus selama berabad-abad. Pertanyaan-pertanyaan ini kemudian menjadi fondasi ilmu pengetahuan alam, khususnya Biologi.

Biologi berasal dari bahasa Latin, *bios* yang berarti hidup dan *logos* yang berarti pengetahuan. Jadi, Biologi artinya ilmu tentang kehidupan. Biologi mengajari objek dan ragam persoalan dari berbagai tingkat organisasi kehidupan serta interaksinya dengan faktor lingkungan. Biologi merupakan bidang studi dengan cakupan yang luas, mulai dari proses kimia di dalam tubuh Anda hingga konsep mengenai ekosistem serta perubahan iklim global.

Objek atau kajian dalam Biologi sangat luas. Akan tetapi, pada dasarnya, persoalan yang dikaji dalam bidang Biologi meliputi beberapa tema dasar, yaitu biologi sebagai proses penemuan, sejarah konsep biologi, evolusi, keanekaragaman dan keseragaman, genetika dan kelangsungan hidup, organisme dan lingkungan, biologi perilaku (**Gambar 1.16**), struktur dan fungsi, serta regulasi. Kajian Biologi tersebut dipelajari lagi secara lebih mendalam pada cabang ilmu Biologi berikut.

- Morfologi, yaitu cabang Biologi tentang penampakan atau bentuk luar tubuh makhluk hidup.
- Anatomi, yaitu cabang Biologi tentang struktur dalam tubuh makhluk hidup.
- Fisiologi, yaitu cabang Biologi tentang fungsi alat tubuh makhluk hidup.
- Histologi, yaitu cabang Biologi tentang susunan dan fungsi jaringan tubuh makhluk hidup.
- Sitologi, yaitu cabang Biologi tentang struktur dan fungsi sel.
- Genetika, yaitu cabang Biologi tentang sifat-sifat keturunan beserta seluk-beluknya.
- Embriologi, yaitu cabang Biologi tentang perkembangan zigot sampai fetus serta faktor-faktor yang memengaruhinya.
- Teratologi, yaitu cabang Biologi tentang cacat perkembangan pada embrio.
- Patologi, yaitu cabang Biologi tentang penyakit dan pengaruhnya pada organisme.
- Endokrinologi, yaitu cabang Biologi tentang hormon.
- Ekologi, yaitu cabang Biologi tentang hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya.
- Taksonomi, yaitu cabang Biologi tentang pengelompokan makhluk hidup.
- Zoologi, yaitu cabang Biologi tentang dunia hewan.
- Botani, yaitu cabang Biologi tentang dunia tumbuhan.
- Mikrobiologi, yaitu cabang Biologi tentang mikroorganisme atau jasad renik.
- Entomologi, yaitu cabang Biologi tentang serangga.
- Ornitologi, yaitu cabang Biologi tentang burung.
- Mikologgi, yaitu cabang Biologi tentang jamur.
- Bakteriologi, yaitu cabang Biologi tentang bakteri.
- Virologi, yaitu cabang Biologi tentang virus.

Biologi merupakan ilmu murni yang mengembangkan ilmu-ilmu terapan seperti ilmu kedokteran, pertanian, perikanan, dan peternakan. Ilmu Biologi terus berkembang dan memunculkan cabang ilmu Biologi terapan, contohnya bioteknologi.



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

**Gambar 1.16**

Interaksi antarmakhluk hidup. Interaksi antara monyet yang disebut social grooming ini dipelajari dalam Biologi dan cabangnya.

### 3. Manfaat Biologi bagi Manusia dan Lingkungannya

Biologi mungkin merupakan ilmu sains yang memiliki cabang ilmu paling beragam. Pada saat beberapa ahli Biologi sedang meneliti kemungkinan diciptakannya makhluk hidup baru lewat proses rekayasa genetik, penyelidikan lain mungkin sedang meneliti cara kerja otak, mencari jawaban dari interaksi yang rumit dalam ekosistem, atau bahkan mencari spesies baru di tengah hutan belantara yang lebat atau di dasar lautan.

Dengan mempelajari Biologi, Anda akan lebih mengenal bagaimana bagian tubuh kita bekerja, bagaimana penyakit menyebar, atau bahkan cara melawan penyakit melalui berbagai pengobatan. Anda juga dapat mempelajari perkembangan sel hingga menjadi organisme utuh.

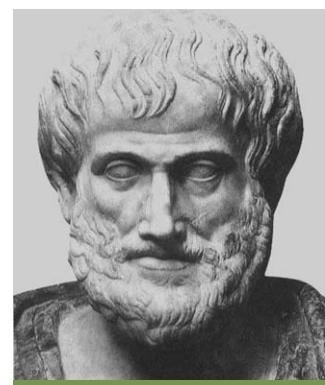
Dengan mempelajari interaksi antara manusia dan makhluk hidup lain, manusia dapat mempersiapkan langkah yang lebih baik ketika membuat keputusan mengenai penggunaan lahan, pembuangan sampah, jumlah keluarga, dan berbagai isu lain yang memengaruhi lingkungan kehidupan kita.

Biologi telah menolong manusia untuk mengatasi berbagai permasalahan seperti penyakit dan kelaparan. Biologi berperan penting dalam hal kesehatan, penyediaan pangan, papan, juga dalam kehidupan sosial. Berikut ini beberapa penemuan dalam bidang biologi yang berguna bagi umat manusia.

- Teknik transgenik, yaitu teknik penyisipan gen ke dalam sel lain untuk menghasilkan tumbuhan atau hewan yang lebih unggul.
- Fertilisasi *in vitro* untuk hewan ternak.
- Fertilisasi *in vitro* (bayi tabung) untuk pasangan suami istri yang sulit mendapatkan keturunan.
- Teknik superovulasi, yaitu teknik penyuntikan hormon reproduksi agar hewan ternak lebih subur sehingga dihasilkan embrio lebih dari satu dalam satu induk.
- Bank sperma, teknik penyimpanan sperma dalam jangka waktu tertentu pada nitrogen cair.
- Teknik inseminasi buatan (**Gambar 1.17**).
- Penemuan berbagai antibiotik, misalnya penemuan penisilin oleh Alexander Fleming.
- Penemuan teknik kultur jaringan untuk menghasilkan tumbuhan baru dalam waktu relatif cepat dan jumlah banyak.

Dampak buruk yang mungkin dihasilkan dari penggunaan produk Biologi telah lama menjadi wacana. Meskipun suatu teknologi telah melalui serangkaian penelitian dan dinyatakan baik, namun belum tentu dapat diterima masyarakat karena hal tersebut menimbulkan masalah sosial, misalnya tentang masalah kloning yang dipertentangkan oleh sebagian orang. Masalah sosial pada umumnya merupakan suatu faktor yang belum dapat diprediksikan secara pasti sebelum suatu produk teknologi diperkenalkan kepada masyarakat.

### Tokoh Biologi



Aristoteles  
(384-322 SM)

Aristoteles lebih banyak menghabiskan waktunya di kota Athena, Yunani. Ia merupakan orang yang melihat lingkungan secara ilmiah. Ia memerhatikan bahwa lumba-lumba lebih mirip mamalia dibandingkan ikan. Ia melakukan penyelidikan yang lebih dalam pada kehidupan laut.

Sumber: Biology: Exploring Life, 1994



Sumber: www.deliveri.org.com

**Gambar 1.17**

Inseminasi buatan.

### Soal Penguasaan Materi 1.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

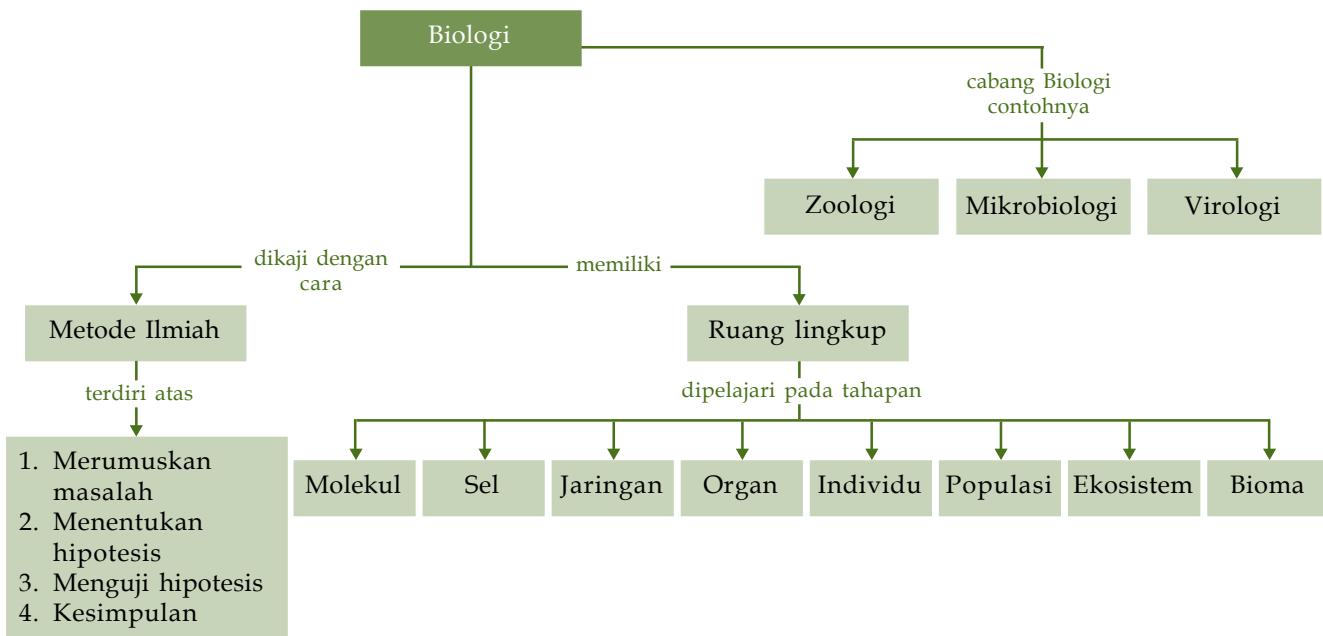
- Apa manfaat Biologi bagi manusia?
- Sebutkan satu contoh ekosistem serta sebutkan makhluk hidup yang menghuninya.
- Sebutkan tingkatan objek yang dipelajari dalam Biologi.



## Rangkuman

1. Kegiatan penyelidikan ilmiah dapat dilakukan kapan dan di mana saja. Tahapan dalam penelitian ilmiah, yaitu merumuskan masalah, menentukan hipotesis, mengaji hipotesis, menarik kesimpulan, dan menguji kembali kesimpulan.
2. Terdapat beberapa hal penting dalam laporan penelitian, yaitu pendahuluan, kajian teori, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.
3. Sikap ilmiah yang perlu dikembangkan seorang peneliti antara lain dapat membedakan opini dan fakta, berpikir kritis, berani dan santun, ingin tahu, tekun, dan peduli lingkungan.
4. Biologi merupakan suatu ilmu tentang makhluk hidup. Biologi memiliki cabang ilmu lainnya untuk menunjang pemahamannya.
5. Cakupan Biologi meliputi tingkat molekul sampai dengan tingkat bioma.
6. Biologi telah banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia, misalnya dalam bidang kesehatan dan pertanian

## Peta Konsep



## Kaji Diri

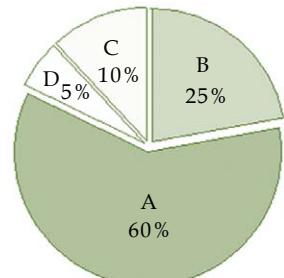
Dapatkan Anda memahami materi bab ini? Apakah Anda menemukan kesulitan dalam memahami bab ini? Jika menemukannya, diskusikan bersama guru Anda atau teman Anda.

Dengan mempelajari bab ini, Anda tentunya telah dapat mengenal Biologi lebih baik. Anda telah mengetahui cara

berpikir ilmiah yang telah memajukan ilmu pengetahuan. Anda juga telah mengetahui ruang lingkup Biologi serta cabang-cabang yang banyak membantu umat manusia. Dapatkan Anda menyebutkan manfaat lain mempelajari bab ini?

## Evaluasi Materi Bab 1

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Berikut ini yang *bukan* merupakan opini adalah ....
  - a. anak itu memiliki 12 butir kelereng
  - b. senyum anak itu sangat manis
  - c. Pak Dede mengenakan setelan yang rapi
  - d. Ibu Desi adalah guru yang sangat baik
  - e. rambut anak itu indah
2. Tahapan kerja ilmiah yang benar adalah ....
  - a. eksperimen-prediksi-kesimpulan-hipotesis
  - b. observasi-prediksi-hipotesis-kesimpulan
  - c. observasi-hipotesis-eksperimen-kesimpulan
  - d. hipotesis-observasi-prediksi-eksperimen
  - e. eksperimen-prediksi-hipotesis
3. Percobaan yang tepat untuk membuktikan bahwa gerak tumbuhan dipengaruhi oleh cahaya adalah ....
  - a. menyimpan beberapa tumbuhan berbeda di tempat yang terkena cahaya
  - b. menyimpan tiga tumbuhan yang sama di dekat jendela tempat masuknya cahaya
  - c. menyimpan tumbuhan di tempat yang gelap
  - d. menyimpan tumbuhan satu di tempat gelap dan satu lagi di tempat yang terang
  - e. menyimpan beberapa tumbuhan berbeda di tempat gelap dan tempat terang
4. Kesimpulan adalah ....
  - a. jawaban dari prediksi
  - b. jawaban dari eksperimen
  - c. jawaban dari hipotesis
  - d. jawaban dari pertanyaan
  - e. jawaban dari percobaan
5. Sebelum melakukan uji coba, sebaiknya dibuat ....
  - a. hipotesis
  - b. rumusan masalah
  - c. penyelesaian masalah
  - d. daftar pustaka
  - e. tinjauan pustaka
6. Cabang Biologi yang memegang peranan penting untuk mengetahui cara mengatasi permasalahan rayap di perumahan adalah ....
  - a. Taksonomi
  - b. Ornitologi
  - c. Zoologi
  - d. Entomologi
  - e. Herpetologi
7. Berdasarkan struktur dan fungsinya, *Amoeba* termasuk organisasi kehidupan tingkat ....
  - a. sel
  - b. jaringan
  - c. organ
  - d. organel
  - e. sistem organ
8. Kelompok padi, sekumpulan ulat, dan beberapa burung sawah yang hidup di sebidang sawah, berdasarkan konsep ekologi merupakan suatu ....
9. Berikut ini nama organ pada manusia
  1. alveolus
  2. kerongkongan
  3. tenggorokan
  4. rongga hidung
  5. bronkiolus
  6. epiglotis
10. Organ yang berfungsi membuang sampah yang mengandung nitrogen adalah ....
  - a. ginjal
  - b. hati
  - c. insang
  - d. kulit
  - e. paru-paru
11. Perhatikan gambar berikut.

Kategori	Persentase
A	60%
B	25%
C	10%
D	5%
12. Berikut yang *bukan* merupakan organ sistem pencernaan pada manusia adalah ....
  - a. lambung
  - b. usus
  - c. hati
  - d. trachea
  - e. pankreas

Penyajian data pada gambar tersebut merupakan penyajian data dalam bentuk ....

- a. grafik kue pai
- b. tabel
- c. grafik lingkaran
- d. grafik linear
- e. grafik garis

12. Berikut yang *bukan* merupakan organ sistem pencernaan pada manusia adalah ....
  - a. lambung
  - b. usus
  - c. hati
  - d. trachea
  - e. pankreas

13. Kumpulan semut di rumah Andi memiliki seekor ratu. Seekor ratu semut tersebut disebut ....
- populasi
  - komunitas
  - individu
  - ekosistem
  - satu populasi
14. Jumlah harimau sumatra kini hanya sekitar 45 ekor saja. Data tersebut termasuk data ....
- kuantitatif
  - kualitatif
  - mentah
  - sementara
  - dugaan
15. Pada sebuah laporan penelitian, latar belakang penelitian terletak di bagian ....
- kajian teori
  - hasil dan pembahasan
  - pendahuluan
  - kesimpulan
  - metodologi penelitian
16. Dampak positif dari perkembangan Biologi bagi manusia adalah ....
- sulitnya menemukan pemberantas hama
  - ditemukannya obat untuk kanker
  - ditemukannya organisme yang steril
  - berkembangnya teknik kloning manusia
  - ditemukannya senjata biologis
17. Seorang pengamat burung harus mengetahui terlebih dahulu dasar ilmunya. Untuk mempermudahnya, pengamat tersebut harus terlebih dahulu mempelajari cabang Biologi yang mendukungnya, yaitu ....
- a. Zoologi  
b. Ornitologi  
c. Teratologi  
d. Patologi  
e. Histologi
18. Dalam melakukan suatu penelitian, seorang saintis harus memperhatikan sikap peduli terhadap lingkungan. Hal tersebut bertujuan ....
- agar hasil penelitian tidak sia-sia
  - agar hasil penelitian tidak merusak lingkungan manusia
  - agar bermanfaat bagi semua
  - agar dapat menguntungkan secara ekonomi
  - agar hasilnya mampu bersaing dengan yang lain
19. Berikut yang *bukan* merupakan salah satu cara dalam mengomunikasikan suatu hasil penelitian, yaitu ....
- ikut serta dalam diskusi-diskusi
  - memublikasikannya di surat kabar
  - memublikasikannya di buku-buku
  - hasil penelitiannya disimpan dalam lemari
  - bertukar informasi dengan saintis lainnya
20. Dalam satu eksperimen terdapat faktor yang tidak diberi perlakuan dan berfungsi untuk membandingkan percobaan yang sedang diuji. Faktor tersebut disebut ....
- variabel bebas
  - variabel kontrol
  - variabel terikat
  - variabel manipulasi
  - variabel eksperimen

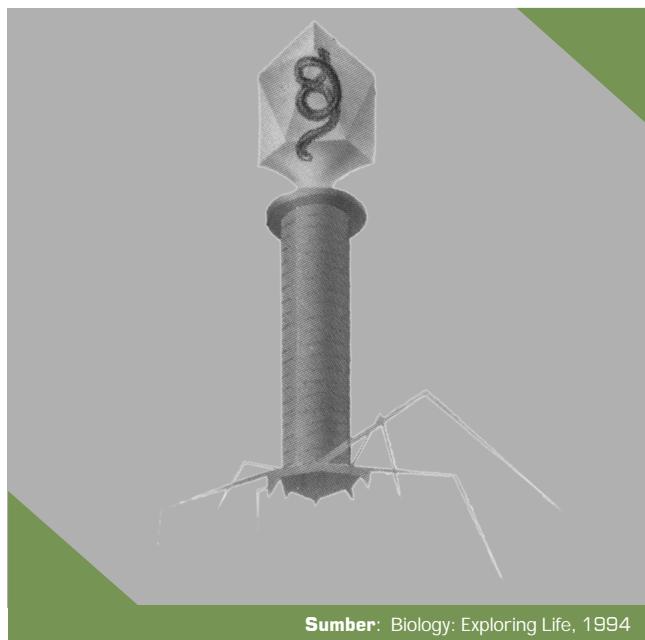
B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.

- Sebutkan cara dalam mengomunikasikan sebuah hasil penelitian. Jelaskan.
- Apakah dampak dari perkembangan Biologi bagi kehidupan manusia? Jelaskan.
- Sebutkan contoh cabang-cabang Biologi beserta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.
- Jelaskan perbedaan antara individu, populasi, komunitas, dan ekosistem.
- Apakah metode ilmiah dapat digunakan untuk memecahkan masalah di dalam kehidupan sehari-hari? Jelaskan contohnya.

### Soal Tantangan

Akhir-akhir ini jumlah kendaraan di setiap kota semakin meningkat. Akibatnya, asap yang ditimbulkan melebihi batas normal dan menyebabkan polusi udara. Tentunya, hal ini dapat membahayakan kesehatan masyarakat.

Biologi sebagai ilmu yang mampu menjawab permasalahan secara ilmiah dituntut untuk berperan serta dalam menyelesaikan masalah ini. Menurut Anda, bagaimana peranan Biologi untuk menangani masalah tersebut?



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

## Bab 2

# Virus dan Kingdom Monera



Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup. Hal ini dapat Anda kuasai salah satunya jika mampu mendeskripsikan ciri-ciri, replikasi, dan peran virus dalam kehidupan, serta mendeskripsikan ciri-ciri Archaeabacteria dan Eubacteria dan perannya bagi kehidupan.

### A. Virus B. Kingdom Monera

Pernahkah Anda mendengar tentang *Acquired Immune Deficiency Syndrome* (AIDS)? AIDS merupakan suatu sindrom yang disebabkan oleh virus *Human Immunodeficiency Virus* (HIV). Virus ini menyerang sistem kekebalan tubuh pada penderitanya. Akibatnya, jika penderita terserang penyakit, kekebalan tubuhnya tidak akan bekerja sehingga penderita dapat mengalami kematian.

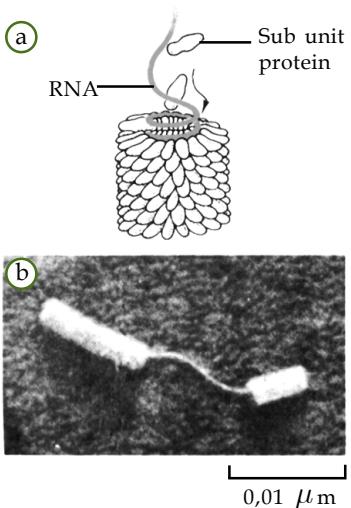
Virus sangat unik, mengapa? Karena virus dapat dikristalkan dan hanya melaksanakan aktivitas hidupnya pada sel hidup atau jaringan hidup. Jika virus terdapat di luar sel hidup, virus seperti benda mati karena tidak dapat melakukan aktivitas hidupnya. Adakah manfaat dari virus bagi kehidupan?

Pada bab ini akan dibahas tentang virus secara menyeluruh bagi kehidupan dan ciri-cirinya. Pada bab ini juga akan dibahas mengenai kingdom Monera.

Virus tidak termasuk klasifikasi makhluk hidup lima kingdom berdasarkan **Robert H.B. Whittaker** yang digunakan dalam buku ini. Klasifikasi lima kingdom terdiri atas **kingdom Monera** (bakteri), **kingdom Protista** (Alga), **kingdom Fungi** (jamur), **kingdom Plantae** (tumbuhan), dan **kingdom Animalia** (Hewan) (Campbell, 1998: 494). Kelima kingdom ini akan Anda pelajari pada bab dan subbab selanjutnya.

## Soal Pramateri

- Apakah yang dimaksud dengan virus?
- Apakah peranan virus bagi manusia?
- Apakah semua bakteri merugikan manusia?



Sumber: Biological Science, 1986

Gambar 2.1

Virus TMV yang ditemukan oleh Wendell M. Stanley.

(a) Struktur virus TMV yang tersusun atas RNA dan subunit protein. (b) Hasil pembesaran virus TMV menggunakan mikroskop elektron.

## A Virus

Penelitian tentang mikroorganisme diawali sejak ditemukannya mikroskop oleh **Antony van Leeuwenhoek** (1632-1723). Begitu pula dengan penelitian tentang virus. Pada abad XIX dan abad XX penelitian penyakit yang disebabkan oleh virus ditujukan pada materi yang terkandung dalam virus, misalnya substansi yang bersifat racun serta senyawa kimia dan enzim yang menimbulkan kerusakan organisme yang menjadi inangnya.

Pada tahun 1935 **Wendell M. Stanley**, seorang ahli biokimia Amerika, meneliti penyakit mosaik pada daun tembakau. Dalam penelitian tersebut digunakan satu ton daun tembakau yang terinfeksi oleh penyakit mosaik. Dari penelitian tersebut ditemukan kristal berbentuk jarum. Kristal tersebut disimpan dalam botol dan tidak menunjukkan adanya aktivitas kehidupan. Saat kristal tersebut dilarutkan, larutannya diusapkan pada permukaan daun tembakau yang sehat. Kemudian, daun sehat tersebut terserang penyakit mosaik. Stanley adalah orang yang menamakan virus itu "*Tobacco Mosaic Virus*" (TMV) (**Gambar 2.1**) dan penyakitnya dinamakan penyakit mosaik. Sebelumnya, orang tidak menyebutnya penyakit mosaik. Pada tahun 1946, Wendell M. Stanley menerima hadiah nobel dalam bidang kimia.

### 1. Ciri dan Struktur Virus

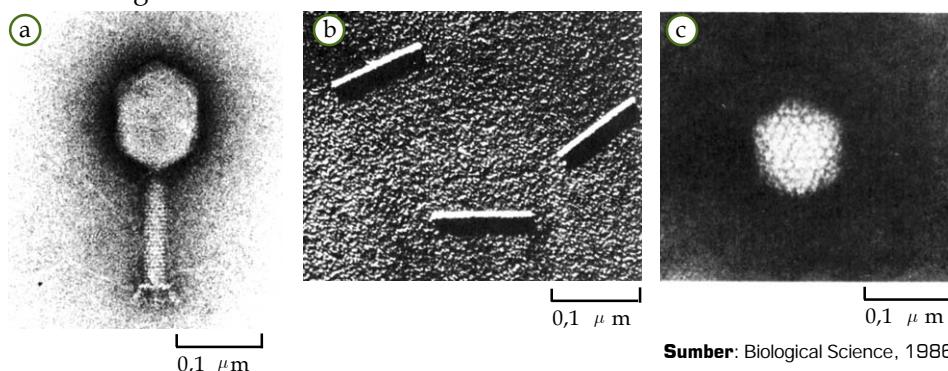
Apakah virus dikelompokkan sebagai makhluk hidup atau benda mati? Jika berada di luar sel hidup, virus tidak dapat bergerak, tumbuh atau bereproduksi sehingga di luar sel hidup virus dikelompokkan sebagai makhluk tak hidup. Sebaliknya, jika virus ada di dalam sel makhluk hidup lain, seperti tumbuhan, hewan, atau manusia, virus dapat tumbuh dan bereproduksi sehingga dikatakan bahwa virus adalah makhluk hidup. Oleh karena itu, virus dikategorikan sebagai peralihan dari makhluk tak hidup ke makhluk hidup.

Berikut adalah ciri-ciri umum yang dimiliki oleh virus.

- Virus berukuran sangat kecil, berkisar  $0,05\mu\text{m}$ - $0,2\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$ ). Oleh karena itu, virus hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron.
- Tubuh virus terdiri atas selubung dan bahan inti. Bahan inti berupa RNA (*Ribonucleic acid*) atau DNA (*Deoxiribonucleic acid*).
- Virus tidak mempunyai membran dan organel-organel sel yang penting bagi kehidupan.
- Virus hanya dapat bereproduksi jika berada dalam sel hidup atau jaringan hidup.
- Virus dapat dikristalkan layaknya benda mati.

Virus tersusun dari asam nukleat, yaitu asam deoksiribonukleat (DNA) atau asam ribonukleat (RNA) yang dibungkus oleh selubung protein yang disebut **kapsid**.

Bentuk virus bermacam-macam, ada yang berbentuk batang, bola atau bulat, berbentuk peluru, dan beberapa berbentuk huruf T seperti pada virus bakteriofage. Perhatikan **Gambar 2.2**.



Sumber: Biological Science, 1986

Gambar 2.2

Beberapa bentuk virus.

(a) Bakteriophage (virus T4) yang memiliki enam kaki,  
(b) virus TMV, yang berbentuk batang, dan  
(c) Adeno virus, yang berbentuk polyhedral.

Disebut bakteriophage karena virus ini menyerang bakteri. Tubuh virus bakteriophage terdiri atas kapsid, kepala, isi, dan ekor (**Gambar 2.3**).

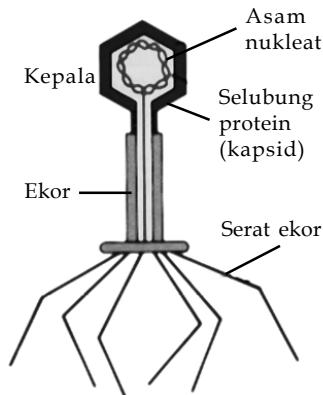
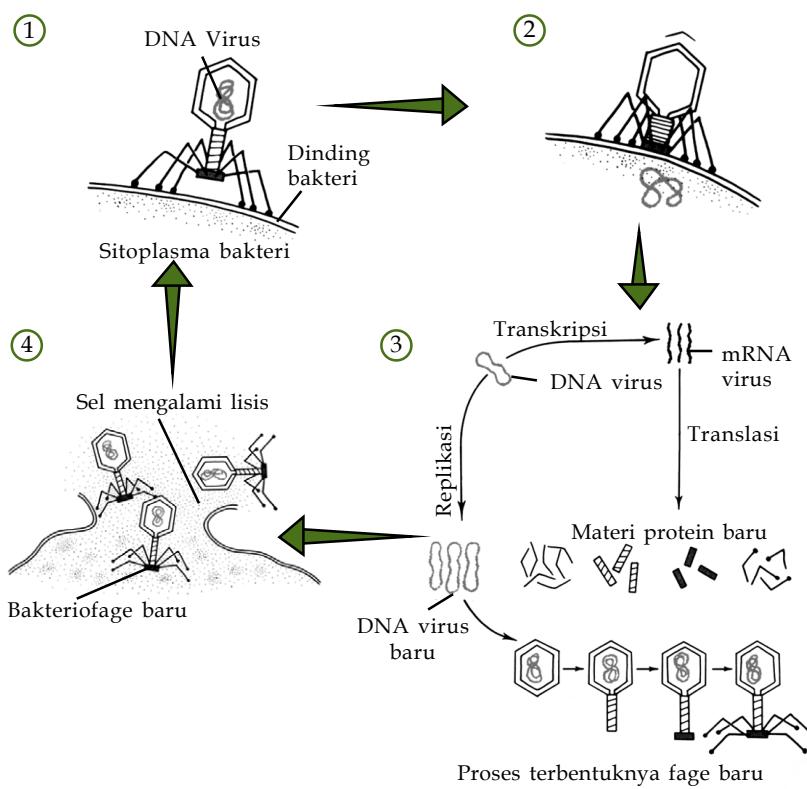
- Kapsid merupakan lapisan pembungkus tubuh virus yang berfungsi memberi bentuk tubuh virus dan melindungi virus dari kondisi lingkungan sekitarnya.
- Kepala virus berisi materi genetik (asam nukleat), yaitu DNA atau RNA.
- Ekor merupakan bagian tubuh virus yang penting untuk melekatkan diri dengan sel inang serta untuk memasukkan materi genetik virus ke dalam sel inang tersebut (Keeton and Gould, 1986: 734).

## 2. Reproduksi Virus

Virus hanya dapat bereproduksi dalam sel hidup atau jaringan hidup lain. Cara reproduksi virus ada dua macam, yaitu melalui **daur litik** dan **daur lisogenik**.

### a. Daur Litik

Daur litik yang dilakukan oleh virus adalah sebagai berikut (**Gambar 2.4**).



**Sumber:** Essentials of Biology, 1990

**Gambar 2.3**

Struktur tubuh virus bakteriophage.

## Wawasan Biologi

Sebuah virus pada tipe yang sama, mempunyai bentuk dan ukuran yang sama. Setiap virus tersusun atas bagian-bagian dengan banyak dan bentuk yang sama pula. Oleh karena itu, virus tidak memiliki ciri makhluk hidup yang penting, yaitu kemampuan untuk tumbuh dan berkembang.

**Sumber:** Heath Biology, 19 5

## Kata Kunci

- Daur lisogenik
- Daur litik

**Gambar 2.4**

Daur litik pada bakteriophage.

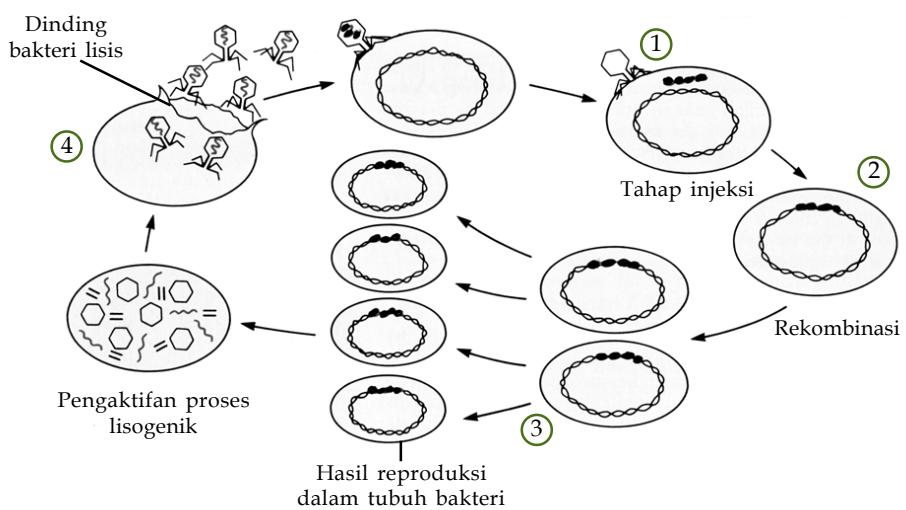
i manakah tahap translasi ter adi?

- 1) Virus menempel pada bakteri.
- 2) Dinding sel bakteri dilarutkan oleh enzim dari virus. Melalui lubang yang sudah dilarutkan oleh enzim virus tersebut, DNA virus dimasukkan ke dalam bakteri. Tahap ini disebut **penetrasi**.
- 3) DNA virus mengambil alih tugas DNA bakteri dan menggunakan metabolismik bakteri untuk menghasilkan komponen-komponen virus, seperti kapsid, ekor, serabut ekor, dan kepala. Setiap komponen fage kemudian bersatu dalam proses pematangan. Virus baru yang terbentuk dapat mencapai jumlah 200–1.000 virus.

- 4) Virus yang baru terbentuk mengeluarkan enzim lisozimnya untuk menghancurkan dinding sel bakteri. Setelah dinding bakteri hancur atau lisis, virus-virus baru dapat keluar dan menyerang sel-sel bakteri lainnya. Akhirnya, bakteri mengalami kematian. Virus yang telah menginfeksi sel lain pun mengulangi siklus litiknya kembali. Siklus litik yang menghasilkan virus-virus baru ini hanya membutuhkan waktu lebih kurang 20 menit untuk setiap siklusnya.

### b. Daur Lisogenik

Tidak semua virus yang masuk ke dalam sel makhluk hidup lain langsung menghancurkan dinding sel tersebut dan membuat sel tersebut lisis. DNA virus yang masuk dalam bakteri menjadi bagian DNA inang melalui rekombinasi. Meskipun menjadi bagian DNA inang, namun virus tidak langsung mengambil alih metabolisme sel inang. Siklus seperti ini disebut daur lisogenik (**Gambar 2.5**).



**Gambar 2.5**

Bakteriofage yang melakukan siklus lisogenik.  
Apa bedanya dengan siklus litik?

Sumber: Heath Biology, 1985

Urutan prosesnya adalah sebagai berikut.

- 1) Virus hidup pada tempat yang spesifik pada permukaan tubuh sel bakteri. Setelah melisiskan dinding sel, virus melakukan penetrasi materi genetik DNA ke dalam tubuh bakteri.
- 2) DNA kemudian menyisip ke dalam DNA bakteri dan membentuk profage.
- 3) Jika bakteri membelah diri, profage ikut membelah sehingga anakan sel bakteri pun mengandung profage. Hal ini berlangsung terus-menerus sehingga jumlah bakteri yang mengandung profage menjadi amat banyak. Jika keadaan lingkungan mendukung, virus akan mengalami pematangan sehingga memasuki keadaan litik.
- 4) Virus-virus baru pun dibentuk dan siap menyerang sel-sel lainnya.

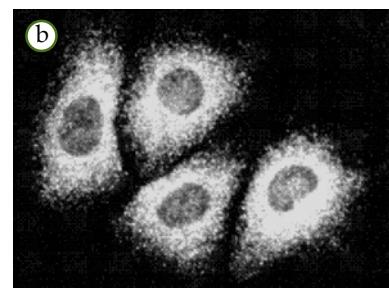
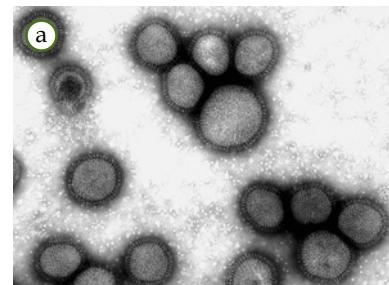
## 3. Klasifikasi Virus

Klasifikasi dan penamaan virus telah dirintis sejak 1966 oleh *International Committee on Taxonomy of Viruses* (ICTV) dan terpisah dari klasifikasi makhluk hidup. Taksonomi virus terdiri atas empat tingkat, yaitu ordo, famili, genus, dan spesies. Taksonomi adalah ilmu klasifikasi makhluk hidup, mengelompokkannya secara berurut sesuai dengan derajat persamaan dan perbedaan antara mereka, lalu memberinya nama ilmiah. Berikut contoh klasifikasi virus ebola berdasarkan ICTV.

- Ordo : Mononegavirales
- Famili : *Filoviridae*
- Genus : *Filovirus*
- Spesies : *Ebola virus zaire*

Sebagian ahli mengelompokkan virus berdasarkan jenis asam nukleat yang dimilikinya. Berikut adalah pengelompokan virus berdasarkan asam nukleat yang dimilikinya.

- a. **Ribovirus**, yaitu virus yang asam nukleatnya berupa RNA (**Gambar 2.6a**). Contoh virus yang termasuk kelompok ribovirus adalah
  1. virus toga (penyebab demam kuning dan ensefalitis);
  2. virus arena (penyebab meningitis);
  3. virus picorna (penyebab polio);
  4. virus orthomyxo (penyebab influenza);
  5. virus paramyxo (penyebab pes pada ternak);
  6. virus rhabdo (penyebab rabies);
  7. virus hepatitis (penyebab hepatitis pada manusia);
  8. retrovirus (dapat menyebabkan AIDS).
- b. **Deoksiribovirus**, yaitu virus yang asam nukleatnya berupa DNA (**Gambar 2.6b**). Contoh virus jenis deoksiribovirus adalah
  1. virus herpes (penyebab herpes);
  2. virus pox (penyebab kanker seperti leukemia dan limfoma, ada pula yang menyebabkan AIDS);
  3. virus mozaik (penyebab bercak-bercak pada daun tembakau);
  4. virus papova (penyebab kutil pada manusia/papiloma).



Sumber: www.rothamsted.bbsrc.ac.uk

**Gambar 2.6**

Klasifikasi virus berdasarkan asam nukleat. (a) Ribovirus, virus influenza, dan (b) Deoksiribovirus, virus herpes.

## 4. Virus dalam Kehidupan Manusia

Pada umumnya, virus dapat menyebabkan penyakit baik pada manusia, hewan, maupun tumbuhan. Selain itu, virus juga memiliki manfaat bagi manusia. Apa saja manfaat virus?

### a. Manfaat Virus bagi Manusia

Salah satu manfaat virus bagi manusia adalah adanya vaksin yang dapat mencegah suatu penyakit. Ilmuwan membuat vaksin dari virus yang dilemahkan atau virus yang tidak aktif.

Vaksin berasal dari virus yang dilemahkan. Vaksin tersebut disuntikkan ke tubuh manusia dan menyebabkan tubuh memproduksi **antibodi** atau zat lain yang membuat tubuh kebal (tahan) terhadap virus. Vaksin yang dibuat dari virus hidup dibuat oleh ahli virus dengan seleksi yang teliti. Vaksin tersebut merangsang pembentukan sistem kekebalan tubuh dan tidak membahayakan tubuh. Selain itu, virus dapat digunakan untuk membasi hama secara biologis. Pada waktu yang akan datang, bakteriofage diharapkan dapat dikembangkan menjadi obat untuk membunuh bakteri yang menimbulkan penyakit secara spesifik.

### b. Sifat Merugikan Virus bagi Manusia

Dari uraian sebelumnya, diketahui bahwa kebanyakan virus dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit dan dapat menimbulkan kanker. Penyakit yang disebabkan oleh virus dapat juga menimbulkan cacat fisik atau kematian karena banyak yang belum diketahui cara pengobatannya. Selain menyerang manusia, virus juga menyerang tumbuhan dan hewan. Pada gilirannya, dapat memberikan kerugian pada manusia.



## Wawasan Biologi

Hingga saat ini belum ada obat yang benar-benar mengobati influenza. Obat yang beredar saat ini hanya meningkatkan kekebalan tubuh dan meringankan gejala influenza yang mengganggu. Seluruh manusia di bumi terinfeksi virus ini, namun gejala infeksi akan terlihat jika kekebalan tubuh melemah. Bersin dan mengeluarkan lendir dari hidung merupakan beberapa cara pertahanan tubuh terhadap virus ini. Menjaga kondisi tubuh merupakan cara efektif mencegah gejala penyakit ini.

### 1) Virus yang Menyerang Manusia

Seperti halnya pada hewan, penyakit pada manusia pun banyak yang disebabkan oleh virus. Penularan oleh virus ini dapat melalui berbagai cara, antara lain melalui udara, cairan tubuh, dan air.

#### a) Influenza

Virus influenza hanya menyerang membran trachea. Virus ini bernama *Orthomyxovirus*. Virus ini menyebar melalui udara dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan.

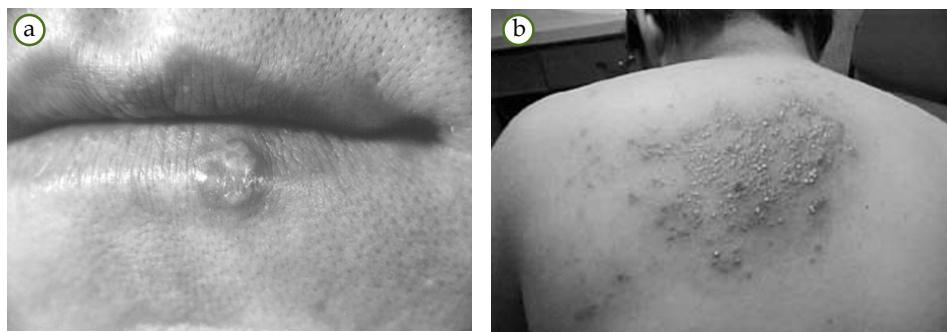
#### b) HIV (*Human Immunodeficiency Virus*)

HIV merupakan penyebab penyakit AIDS yang merupakan virus yang menyerang sistem kekebalan tubuh manusia atau menyerang sel darah putih. Sel darah putih ini mengontrol sistem kekebalan tubuh. Oleh karena itu, pada penderita AIDS sistem kekebalan tubuhnya kurang sehingga tubuhnya pun rentan terkena penyakit.

Virus HIV ditularkan melalui luka di kulit, selaput lendir, hubungan seksual, transfusi darah, dan penggunaan jarum suntik yang tidak steril. HIV banyak terdapat di darah dan cairan mani penderita.

#### c) Herpes

Herpes merupakan penyakit yang ditandai dengan adanya bintik merah nanah dan berkelompok di kulit, dan disertai oleh demam. Penyebab herpes adalah virus anggota famili *Herpetoviridae*. Virus herpes menyerang kulit dan selaput lendir (**Gambar 2.7**).



Sumber: [www.pathmicro.med.sc](http://www.pathmicro.med.sc) [www.surviveoutdoors.com](http://www.surviveoutdoors.com)

#### Gambar 2.7

Virus herpes dapat menyerang beberapa bagian tubuh, di antaranya bagian (a) mulut dan (b) punggung.

Ada tipe virus herpes yang hanya menyerang membran mukus di mulut dan bibir. Selain itu, ada pula tipe herpes yang hanya menyerang alat genital sehingga menyebabkan sakit pada alat kelamin. Virus memasuki tubuh melalui luka kecil dan bersarang di tubuh secara permanen. Oleh karena itu, herpes dapat kambuh sewaktu-waktu, biasanya jika seseorang sedang stres dan daya tahan tubuhnya menurun.

#### d) Cacar air

Cacar air disebabkan oleh *Varicella zoster virus*. Virus ini hanya menyerang kulit. Gejala yang ditimbulkan berupa demam, sakit kepala, serta timbul bintik kemerahan berisi cairan di kulit.

#### e) Kanker

Virus ada juga yang menyebabkan kanker, misalnya *T-cell leukemia* penyebab kanker pada sel darah putih. Selain itu, ada juga virus papilloma yang menyebabkan penyakit kanker pada genital.



## f) Polio

Virus yang menyebabkan polio hanya menyerang sel saraf. Virus polio masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman, atau melalui udara pernapasan. Kemudian, virus ini berkembang di jaringan getah bening saluran pencernaan dan memasuki kelenjar getah bening. Virus ini lalu masuk ke peredaran darah menuju sumsum tulang dan otak. Akhirnya, virus ini merusak sel saraf dan dapat mengakibatkan kelumpuhan bahkan kematian.

## 2) Virus yang Menyerang Tumbuhan

Virus yang menyerang tumbuhan dapat mengenai bagian daun, buah, dan batang. Virus biasanya menyerang tumbuhan berbunga. Virus yang menyerang tumbuhan ini dapat mengakibatkan kematian. Cara virus masuk ke dalam bagian tubuh tumbuhan, misalnya pada bagian daun, yaitu dengan bantuan serangga. Virus masuk pada saat serangga memakan daun. Virus ini tidak dibawa oleh serangga, tetapi melalui udara. Virus dapat masuk setelah dinding sel pada daun rusak karena dimakan serangga.

### a) Mosaik

Mosaik merupakan penyakit yang menyerang tomat, kentang, dan tembakau. Penyakit ini menyebabkan daun menjadi berbintik-bintik kuning. Disebabkan oleh *Tobacco Mosaic Virus* (TMV).

### b) Tungro

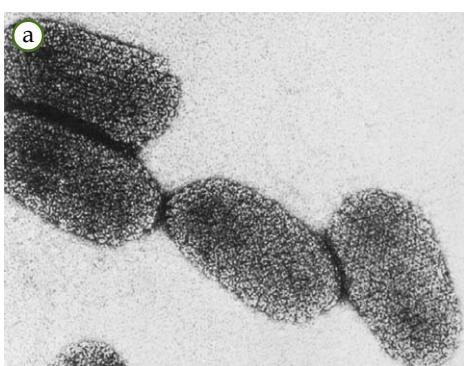
Tungro merupakan penyakit yang menyerang padi dan menyebabkan tanaman menjadi kerdil. Penyebabnya adalah virus tungro.

## 3) Virus yang Menyerang Hewan

Banyak penyakit pada hewan yang disebabkan oleh virus. Beberapa jenis virus yang menyerang hewan mengakibatkan kematian. Virus yang menyerang hewan ini dapat juga menyerang manusia. Misalnya, virus rabies yang ditularkan melalui gigitan anjing. Untuk lebih jelasnya, perhatikan uraian berikut.

### a) Rabies

Rabies merupakan virus yang menyerang sel saraf menyebabkan hewan takut air dan menyebabkan hewan tersebut menjadi agresif. Virus ini menyerang hewan seperti anjing, kucing, dan monyet. Akan tetapi, virus ini dapat ditularkan kepada manusia melalui gigitan hewan yang terinfeksi virus ini. Hal ini menyebabkan peradangan pada otak sehingga sel saraf terganggu. Rabies disebabkan oleh *Rhabdovirus* (**Gambar 2.8**).



**Sumber:** [www.fcps.k12.va.us](http://www.fcps.k12.va.us) [www.miamidade.com](http://www.miamidade.com)

## Wawasan Biologi

Polio masih menjadi masalah bagi negara berkembang. Pada 1988, diluncurkan inisiatif global membasmi polio. Sejak saat itu, kasus polio menurun 90 persen, dari 350 ribu pada 1988 menjadi 1.919 kasus pada 2002. Jumlah negara endemik pun menurun dari 125 negara menjadi tujuh negara. Saat ini, kasus tinggi terjadi di Afghanistan, Mesir, India, Nigeria, dan Pakistan.

**Sumber:** [www.tempointeraktif.com](http://www.tempointeraktif.com)

## Gambar 2.8

(a) Virus rabies yang menyerang saraf. Rabies ditularkan kepada manusia melalui (b) gigitan anjing yang terinfeksi virus. Bagaimanakah cara Anda mencegah rabies?

- b) Penyakit kuku dan mulut

Penyakit kuku dan mulut adalah penyakit yang menyerang ternak dan disebabkan oleh virus. Virus Coxsachie adalah penyebab penyakit ini. Hewan ternak yang terjangkit penyakit ini memiliki ciri, air liur yang banyak, demam dengan suhu badan yang tinggi, dan banyak keluar lendir di hidungnya.

## Soal Penguasaan Materi 2.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Sebutkan ciri-ciri virus.
2. Jelaskan cara replikasi pada virus.
3. Sebutkan beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus.

## B Kingdom Monera

Monera adalah makhluk hidup yang terdiri atas satu sel (uniselular) sesuai dengan asal kata dari bahasa Yunani, *moneres* yang berarti tunggal. Monera belum mempunyai membran inti sel, memiliki nukleoid (bagian sel yang mengandung DNA), dan belum memiliki organel bermembran, seperti mitokondria, kloroplas, dan badan Golgi. Dinding selnya terbuat dari peptidoglikan yang tahan terhadap tekanan osmotik hingga 25 kali tekanan atmosfer. Anggota kingdom ini secara umum disebut dengan bakteri.

Organisme utama yang termasuk dalam kingdom Monera adalah Eubacteria dan Archaebacteria. Keduanya merupakan organisme **prokariotik**. Kelompok yang paling primitif, Archaebacteria, saat ini mulai terbatas keberadaannya. Namun, tetap dapat ditemukan di tempat tertentu, seperti sumber air panas dan daerah yang konsentrasi oksigennya rendah.

Organisme prokariotik merupakan organisme yang inti selnya belum memiliki membran inti. Adapun organisme **eukariotik**, sudah memiliki membran inti. Untuk memperjelas perbedaan antara organisme prokariotik dan eukariotik, perhatikan **Tabel 2.1** berikut (Campbell, 1998: 509).

## Kata Kunci

- Archaebacteria
- Bakteri
- Eukariotik
- Prokariotik

Tabel 2.1 Perbedaan Ciri-Ciri Prokariotik dan Eukariotik

Karakter	Organisme Prokariotik (Monera)		Organisme Eukariotik
	Eubacteria	Archaebacteria	
Membran inti	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Organel sel bermembran	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Peptidoglikan pada dinding sel	Ada	Tidak ada	Tidak ada
Sensitivitas antibiotik	Pertumbuhan dihambat oleh Streptomycin dan Chloramphenicol	Tidak terhambat oleh antibiotik tersebut	Tidak terhambat oleh antibiotik tersebut
Membran lemak	Rantai karbon tunggal	Rantai karbon bercabang	Rantai karbon tunggal
RNA Polimerase	Satu macam	Beberapa macam	Beberapa macam
Asam amino inisiator untuk awal sintesis protein	Formyl methionine	Methionin	Methionin

Sumber: Biology, 1998

Oleh karena ukurannya yang kecil dan kemampuannya untuk bereproduksi dengan sangat cepat, anggota kingdom Monera menjadi makhluk hidup yang paling melimpah di bumi ini. Misalnya, *Escherichia coli* yang dapat bereproduksi melalui pembelahan biner setiap 15 menit sekali dan kisaran habitatnya yang luas.

Bakteri dapat ditemui hampir di setiap jenis lingkungan yang ada di bumi, mulai dari dasar laut, di dalam batuan karang, dan daratan. Struktur seperti bakteri telah ditemukan pada sebuah meteor Martian yang berusia lebih dari tiga miliar tahun yang lalu. Jika hal tersebut benar-benar fosil, maka diperkirakan bakteri telah hidup di Bumi dan Mars. Namun, hal tersebut masih harus diteliti lebih lanjut.

## 1. Eubacteria (Bakteri)

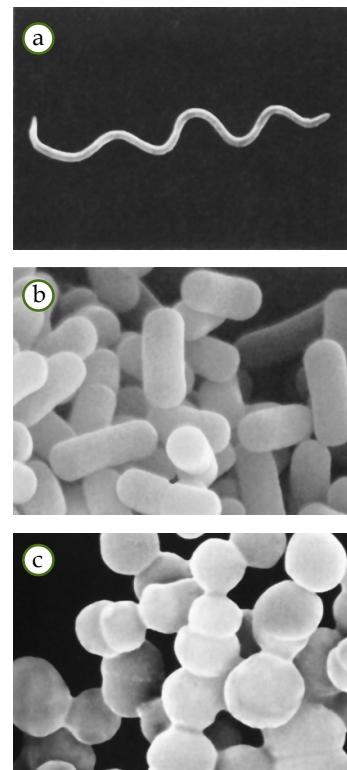
Bakteri merupakan organisme bersel tunggal yang hidup bebas di mana-mana. Bakteri berukuran sangat kecil, yaitu hanya 0,2–10 mikrometer (1 mikrometer = 1/1000 milimeter).

Bakteri memegang peranan penting dalam kehidupan di bumi. Kehidupan makhluk hidup lain, seperti hewan, tumbuhan, dan manusia sangat bergantung pada bakteri. Bakteri berguna dalam mendegradasi atau merombak sampah dan jasad mati. Bakteri juga berguna untuk mengubah komponen-komponen organik menjadi anorganik agar dapat diserap oleh tumbuhan.

### a. Bentuk Bakteri

Bakteri mempunyai bentuk yang bermacam-macam. Bentuk bakteri yang paling dikenal adalah batang atau **basil** (tunggal: *basillus*), bulat atau **cocci** (tunggal: *coccus*), dan spiral atau **spirila** (tunggal: *spirillum*) (Gambar 2.9).

Bakteri coccus ada yang tersusun sendiri (**monococcus**) atau berkelompok. Bentuk kelompok bakteri, yaitu bergandengan (**diplococcus**), untaian anggur (**staphylococcus**), rantai (**streptococcus**), dan tersusun delapan-delapan (**sarcina**). Bakteri bacillus ada yang berdiri sendiri (**monobacillus**), berpasangan (**diplobacillus**), dan membentuk rantai (**streptobacillus**). Bakteri spiral ada yang berbentuk koma (**vibrio**), spiral, dan spiroseta (**spirochete**). Perhatikan Gambar 2.10.



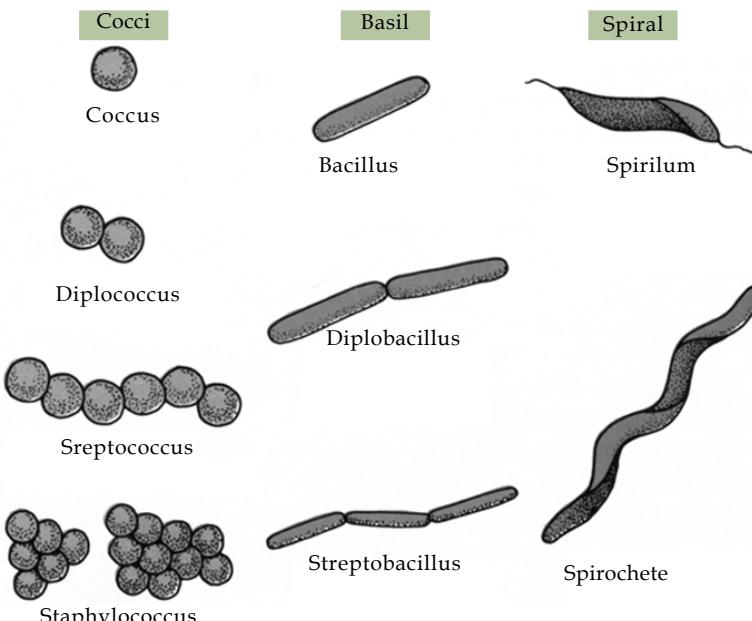
Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

**Gambar 2.9**

Bakteri mempunyai bentuk yang bermacam-macam, yaitu  
(a) spiral, (b) batang, dan  
(c) bulat.

## Kata Kunci

- Basil
- Cocci
- Spirila



Sumber: Heath Biology, 1985

**Gambar 2.10**

Berbagai bentuk pada bakteri.

## Tokoh Biologi



Hans Christian J. Gram  
(1853-1938)

Dia adalah seorang ahli bakteri dari Denmark. Gram berjasa dalam pewarnaan bakteri sehingga bakteri dapat dibedakan dari dinding selnya. Pewarnaan ini disebut pewarnaan Gram. Dari pewarnaan ini diklasifikasikan menjadi dua jenis bakteri, yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif.

Sumber: Concise Encyclopedia of Nature, 1994

## Kegiatan 2.1

### Pengamatan Bakteri

#### Tujuan

Mengamati bentuk bakteri

#### Alat dan Bahan

Tusuk gigi, kaca objek, kaca penutup, lampu spiritus, dan metilin biru

#### Langkah Kerja

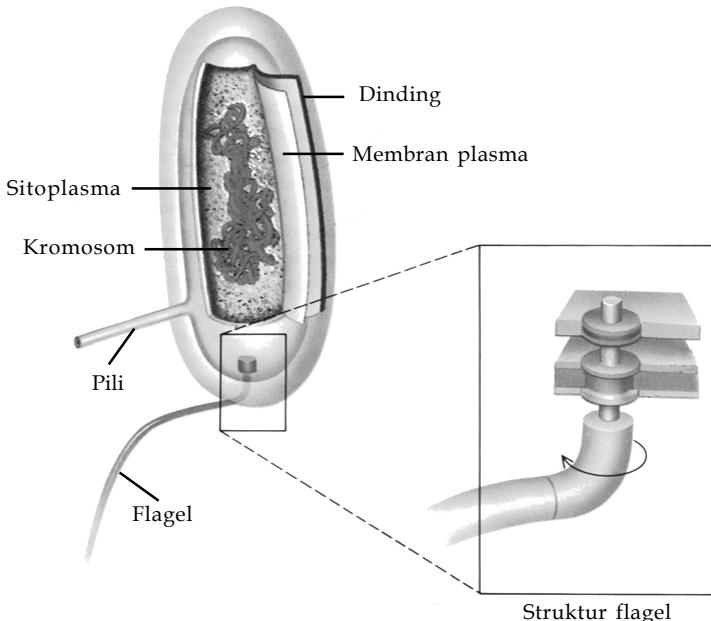
- Ambil kotoran gigi Anda menggunakan tusuk gigi. Lalu, oleskan pada kaca objek.
- Teteskan metilin biru dan diamkan selama 8 menit. Hangatkan preparat di atas api. Jangan terlalu panas, karena dapat merusak bentuk bakteri.
- Setelah dingin, bilas dengan akuades. Kemudian, keringkan dengan bantuan kertas tisu dan tutup dengan kaca penutup. Amati hasilnya dengan mikroskop. Gambarkan hasil pengamatan Anda dalam buku catatan.
- Diskusikan hasil yang Anda dapat bersama kelompok Anda. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

#### Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

- Bentuk bakteri apa yang Anda temukan?
- Lakukan kegiatan seperti ini dengan menggunakan kotoran gigi Anda. Apakah yang Anda temukan?

### b. Struktur Tubuh Bakteri

Bakteri mempunyai tiga komponen pada tubuhnya, yaitu dinding sel, membran plasma, dan sitoplasma (Gambar 2.11). Dinding sel bakteri mengandung material yang disebut peptidoglikan. Peptidoglikan disusun oleh rantai gula yang berikatan dengan peptida (rantai pendek asam amino).



## Kata Kunci

- Endospora
- Fimbriae
- Flagela
- Gram negatif
- Gram positif
- Peptidoglikan

Gambar 2.11

Struktur tubuh bakteri secara umum.

Apa manfaat flagel?

Sumber: Biology: the Unity & Diversity of Life, 1995

Pewarnaan Gram, salah satu teknik pewarnaan, dapat membedakan dua tipe dinding sel yang menyusun bakteri. Dari sistem pewarnaan ini dapat diklasifikasikan dua jenis bakteri, yaitu **bakteri Gram positif** dan **bakteri Gram negatif**. Dinding sel pada bakteri Gram negatif memiliki tambahan plasma membran dalam strukturnya. Membran luar ini terkadang toksik (beracun) bagi hewan dan dapat menimbulkan penyakit. Antibiotik penisilin bekerja paling baik untuk bakteri Gram negatif.



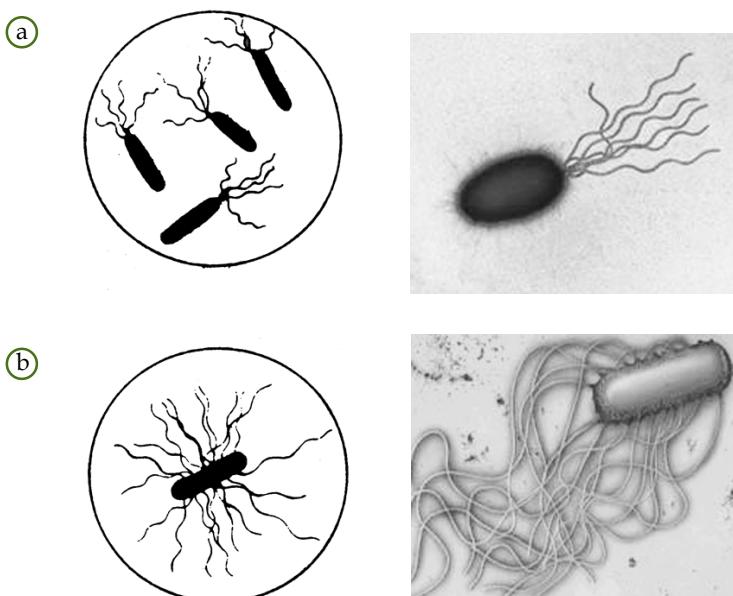
Pada dinding sel bakteri, terdapat kapsul atau lapisan berlendir yang tersusun atas polisakarida atau protein. Kapsul, lapisan berlendir, dan *pili* (fimbriae) membantu bakteri bertahan hidup dalam lingkungan tertentu. Kapsul membantu agar bakteri dapat bertahan dari sistem imun hewan inangnya. Lapisan berlendir memungkinkan bakteri dapat menempel dalam jumlah banyak pada permukaan halus gigi dan menimbulkan kebusukan gigi. Jenis bakteri berlendir ini menyebabkan *dental plaque* (plak gigi).

Beberapa bakteri memiliki semacam rambut halus di sekitar tubuhnya yang disebut *pili* (tunggal: *pilus*) atau **fimbriae** (tunggal: *fimbria*). Beberapa bakteri patogen menginfeksi sel inang dengan cara menempel pada membran sel inang menggunakan pilinya, misalnya bakteri penyebab gonorrhoe. Beberapa bakteri juga memiliki piliseksual yang digunakan untuk bereproduksi secara seksual (**gambar 2.12**).

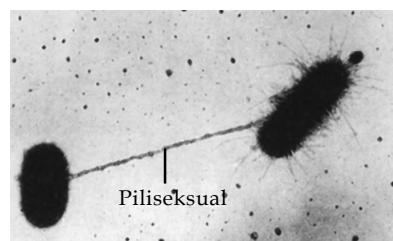
Beberapa bakteri dilengkapi dengan **flagela** (tunggal: *flagelum*). Dengan flagela memungkinkan bakteri menyebar di habitat baru, melakukan migrasi menuju sumber nutrisi, atau meninggalkan lingkungan yang tidak memungkinkan. Namun, terdapat beberapa bakteri yang bergerak tanpa flagela. Bakteri tanpa flagela bergerak dengan cara bergulung dan mengalir terbawa arus.

Jumlah dan letak flagela pada bakteri berbeda-beda. Berdasarkan hal tersebut, bakteri dibedakan sebagai berikut.

1. Monotrik, terdapat satu flagela pada salah satu ujung bakteri.
2. Amfitrik, terdapat flagela satu ataupun banyak pada kedua ujung bakteri,
3. Lofotrik, terdapat banyak flagela pada salah satu ujung bakteri (**Gambar 2.13a**).
4. Peritrik, terdapat banyak flagela di seluruh tubuh bakteri (**Gambar 2.13b**).



Sumber: www.ehagroup.com www.esmas.com



Sumber: Biology: the Unity & Diversity of Life, 1995

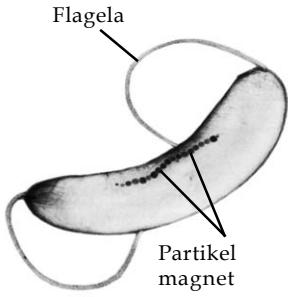
**Gambar 2.12**

Pili seksual pada bakteri berguna untuk melakukan reproduksi seksual.

Dengan adanya flagela, bakteri dapat merespons berbagai rangsang tingkah laku atau pergerakan yang disebut **taksis**. Beberapa jenis bakteri melakukan **kemotaksis**, bergerak menuju rangsang kimia yang diberikan oleh makanan atau menjauhi rangsang kimia yang diberikan oleh bahan kimia toksik. Beberapa bakteri melakukan **fototaksis**, bergerak menuju atau menjauhi cahaya, bergantung lingkungan yang mereka butuhkan. Beberapa bakteri flagelata adalah *magnetotactic*. Bentuk ini dapat mendekripsi daerah

**Gambar 2.13**

Bentuk dan jumlah flagela pada bakteri. (a) Flagela tipe lofotrik, contohnya pada *Pseudomonas fluorescens* dan (b) flagela tipe peritrik, contohnya *Salmonella* sp.



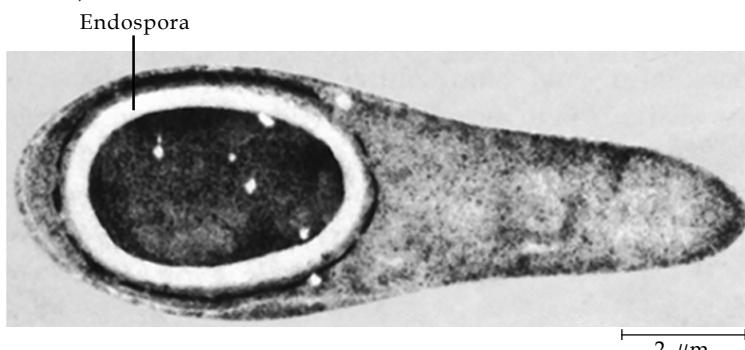
**Sumber:** Biology: Exploring Life, 1994

**Gambar 2.14**

Bakteri yang memiliki partikel magnetik, contohnya adalah *A. uaspirillum magnetotacum*.

magnetik pada bumi. Hal ini disebabkan adanya bentuk magnet kecil berupa kristal besi pada sitoplasma mereka (**Gambar 2.14**). Adanya alat sensor yang unik ini memungkinkan bakteri tersebut bergerak menurun menuju lingkungan sedimen aquatik dengan bantuan flagela mereka.

Ketika kondisi lingkungan sudah tidak mendukung lagi, pada banyak bakteri berbentuk batang, tubuh mereka dilindungi dengan struktur yang disebut **endospora**. Endospora artinya spora yang terbentuk di dalam bakteri (**Gambar 2.15**).



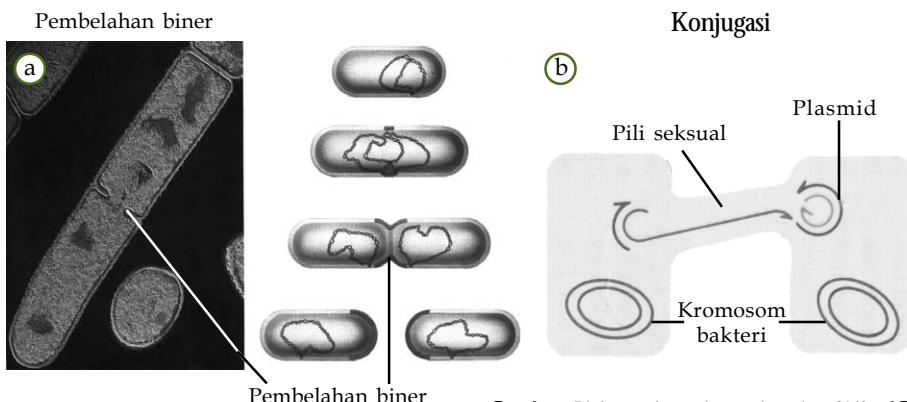
**Sumber:** Biology: he nity & iversity of Life, 1995

Dalam keadaan ini, aktivitas metabolisme terhenti. Endospora merupakan struktur resisten yang memungkinkan bakteri bertahan dalam kondisi yang tidak menguntungkan. Bahkan, beberapa bakteri dapat bertahan pada suhu mendidih dalam waktu satu jam atau lebih, sedangkan yang lainnya dapat tetap hidup di dalam usus mumi yang berumur 2.000 tahun. Endospora merupakan agen penyebaran bakteri karena mereka dapat terbawa dalam jarak yang jauh di udara atau air. Kemudian, memproduksi bakteri baru secara cepat ketika memasuki lingkungan yang menguntungkan.

### c. Reproduksi Bakteri

Sebagian besar bakteri melakukan reproduksi aseksual melalui proses pembelahan sederhana yang disebut **pembelahan biner** (**Gambar 2.16a**). Proses ini mampu mereproduksi salinan genetik dari sel induk secara tepat. Pada kondisi yang ideal, bakteri dapat membelah satu kali setiap 20 menit atau sekitar  $1 \times 10^{21}$  anak-anak baru setiap harinya. Reproduksi yang cepat ini memungkinkan bakteri dapat berkembang biak menjadi sangat banyak dalam lingkungan yang menguntungkan seperti di tempat berlumpur atau makanan yang lembap.

Bakteri juga dapat bereproduksi dengan cara **konjugasi**. Beberapa konjugasi bakteri menggunakan pili seksual. Proses konjugasi dapat memproduksi kombinasi genetik baru dan menghasilkan bakteri dengan sifat baru (**Gambar 2.16b**).



**Sumber:** Biology: he nity & iversity of Life, 1995

**Gambar 2.16**

Reproduksi pada bakteri.  
(a) Pembelahan biner pada bakteri *Bacillus*.  
(b) Perpindahan materi genetik yang terjadi selama konjugasi (reproduksi seksual).



## d. Pengelompokan Eubacteria

Menurut Campbell (1998: 510), Eubacteria dibagi menjadi lima kelompok, yaitu Proteobacteria, bakteri Gram positif, Cyanobacteria, Spirochetes, dan Chlamydias.

### 1) Proteobacteria

Proteobacteria dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu bakteri ungu kemoautotrof, Proteobacteria kemoautotrof, dan Proteobacteria kemoheterotrof.

### 2) Bakteri gram positif

Kelompok bakteri ini beberapa anggotanya dapat berfotosintesis dan sebagian lagi ada yang bersifat kemoheterotrof. Dapat berbentuk endospora ketika keadaan lingkungan kurang menguntungkan. Contoh bakteri ini misalnya *Clostridium* dan *Bacillus*.

### 3) Spirochetes

Bakteri ini memiliki bentuk sel heliks, memiliki panjang sampai 0,25 mm. Kelompok bakteri ini bersifat kemoheterotrof. Ada yang hidup bebas dan ada yang patogen seperti *Treponema pallidum* yang menyebabkan sifilis.

### 4) Chlamydias

Bakteri ini merupakan patogen beberapa penyakit. Energi untuk beraktivitas diperoleh dari inangnya. Contohnya adalah *Chlamydias trachomatis*.

### 5) Cyanobacteria

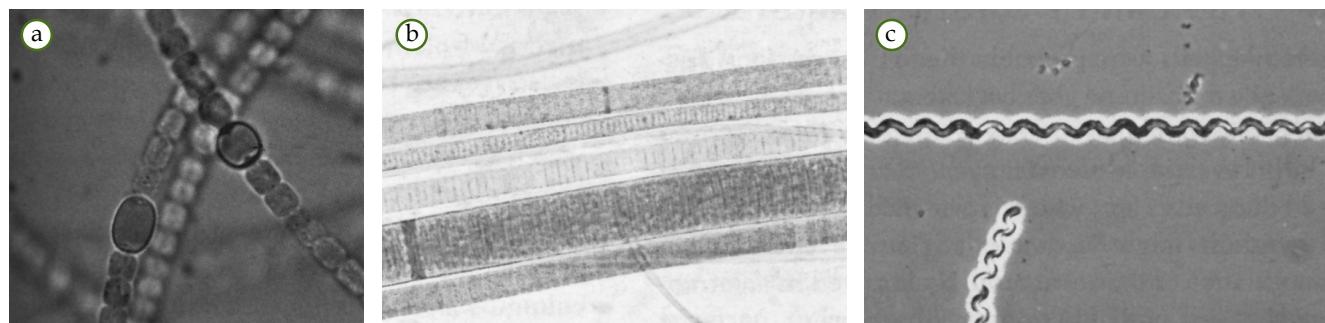
Cyanobacteria dahulu dikenal dengan nama ganggang hijau-biru (*blue-green algae*) serta dimasukkan dalam kelompok alga eukariotik. Akan tetapi, belakangan diketahui bahwa alga ini termasuk prokariotik. Oleh karena itulah, ganggang hijau-biru sekarang disebut Cyanobacteria dan di-kelompokkan ke dalam Eubacteria.

Cyanobacteria ada yang bersel satu dan ada yang bersel banyak. Cyanobacteria memiliki klorofil yang tersebar di dalam plasma sel dan berpigmen fikobilin, yaitu fikosianin (pigmen biru) dan fikoeritrin (pigmen merah). Akan tetapi, fikosianin lebih dominan sehingga Cyanobacteria dahulu disebut ganggang hijau-biru.

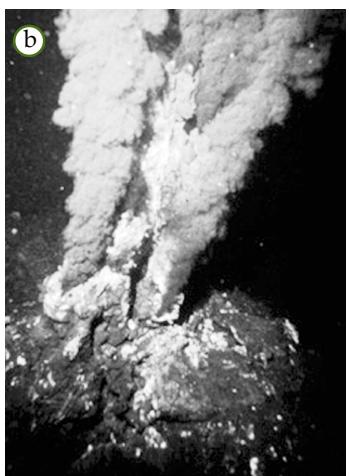
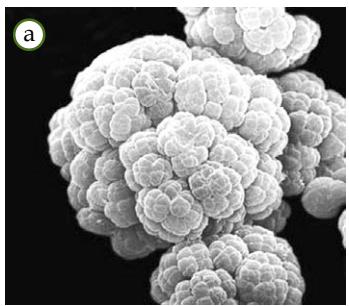
Cyanobacteria hidup di berbagai habitat. Ada yang hidup di air tawar dan air laut. Bahkan suhunya pun berbeda-beda, dari yang bersuhu dingin, tropis, bahkan ada yang tahan hidup di air panas. Cyanobacteria berkembang biak dengan membelah, fragmentasi, atau dengan spora. Contoh dari Cyanobacteria adalah *Nostoc*, *Chlorococcus*, *Oscillatoria*, dan *Anabaena*. Perhatikan **Gambar 2.17**.

**Gambar 2.17**

Contoh Cyanobacteria.  
(a) Anabaena, (b) Oscillatoria,  
dan (c) Spirulina.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006



Sumber: [www.visualunlimited.com](http://www.visualunlimited.com);  
[www.lbl.gov](http://www.lbl.gov)

Gambar 2.18

(a) Salah satu bakteri metanogenik, *Methanosaerina mazei*. (b) Bakteri Termofilik dapat hidup di rekahan dasar laut.

## 2. Archaebacteria

Kelompok Archaebacteria merupakan organisme yang menempati daerah yang ekstrim seperti sumber air panas dan air dengan kadar garam (salinitas) tinggi. Para ilmuwan mengelompokkan Archaebacteria ke dalam tiga kelompok, yaitu **Metanogenik**, **Halofilik** dan **Termofilik** (Start and Taggart, 1995: 352).

### a. Metanogenik

Kelompok Archaebacteria ini bersifat anaerobik dan kemosintetik. Bakteri ini memperoleh makanan dengan mereduksi  $\text{CO}_2$  menggunakan  $\text{H}_2$  menjadi metana ( $\text{CH}_4$ ). Hidup di rawa-rawa dan danau yang kekurangan oksigen karena konsumsi mikroorganisme lain. Metanogenik juga berperan dalam pembusukan sampah dan kotoran ternak. Metanogenik merupakan bakteri utama dalam pembentukan biogas atau gas metana. Beberapa bakteri metanogenik bersimbiosis dalam rumen herbivora dan hewan pengonsumsi selulosa lainnya. Contohnya *Methanosaerina mazei* (Gambar 2.18a).

### b. Halofilik

Bakteri Halofilik (*halo*: garam, *philis*: suka) ini hidup pada lingkungan dengan kadar garam tinggi dan sebagian memerlukan kadar garam 10 kali lebih tinggi daripada air laut untuk dapat hidup. Beberapa bakteri halofilik dapat ber fotosintesis dan memiliki zat warna yang disebut *bacteriorodhopsin*.

### c. Termofilik

Sesuai dengan namanya (*thermo*: panas, *philis*: suka), Archaebacteria ini hidup di tempat dengan suhu 60°C hingga 80°C. Beberapa bakteri termofilik mampu mengoksidasi sulfur, seperti *Sulfolobus* yang hidup di mata air sulfur. Bahkan, beberapa spesies mampu hidup dekat rekahan dasar laut dengan suhu 105°C (Gambar 2.18b).

## 3. Peranan Bakteri bagi Kehidupan Manusia

Bakteri pada umumnya adalah heterotrof. Namun, ada juga bakteri yang autotrof, seperti bakteri kemosintetik. Bakteri ini mendapat energi melalui reaksi kombinasi oksigen dengan molekul anorganik, seperti sulfur, nitrit, atau amonia. Dalam prosesnya, mereka melepaskan sulfur atau nitrat, yang merupakan nutrisi penting bagi tumbuhan, ke dalam tanah.

Beberapa bakteri juga memiliki kemampuan untuk memecah selulosa, komponen utama pembentuk dinding sel tumbuhan. Terdapat bakteri yang memiliki simbiosis (hubungan hidup bersama) dengan mamalia ruminansia (memamah biak, seperti sapi, kambing, domba). Bakteri ini hidup di saluran pencernaan hewan memamah biak dan membantu mencerna makanan berserat seperti rerumputan yang tidak dapat dicerna sendiri oleh hewan tersebut. Simbiosis bakteri ini juga terdapat di dalam pencernaan Anda. Bakteri ini menguraikan makanan yang tidak dapat tercerna dan mensintesis vitamin seperti vitamin K dan  $\text{B}_{12}$ .

Cyanobacteria mempunyai peranan dalam kehidupan manusia. Misalnya, dalam ekosistem, Cyanobacteria berperan sebagai produsen dan makanan bagi ikan-ikan kecil dan udang-udang kecil. Cyanobacteria juga dapat dijadikan makanan. Contohnya *Spirulina* yang dapat dijadikan sumber makanan alternatif dikarenakan kandungan proteininya yang tinggi.

*Anabaena*, Cyanobacteria bersel satu, dapat bersimbiosis dengan paku air *Azolla pinnata*. *Anabaena* mengikat nitrogen bebas dari udara sehingga perairan cukup mengandung senyawa nitrogen yang dapat langsung digunakan oleh tumbuhan lain. *Anabaena* dapat ditemukan di sawah-sawah yang berair atau kolam yang dangkal.

## Kata Kunci

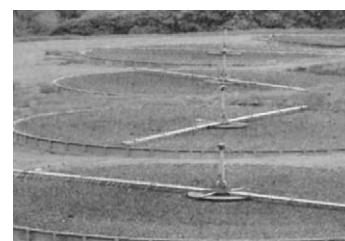
- Halofilik
- Metanogenik
- Termofilik

## Wawasan Biologi

Ketika kapal tanker Valdez menumpahkan 11 juta galon minyak mentah di Alaska, peneliti dari Exxon menyempatkan populasi bakteri pengurai kepada tumpahan minyak tersebut. Dalam 15 hari, tumpahan minyak tersebut sudah terdegradasi dengan baik.



Sumber: Biology: Concepts & Connections, 2006



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

### Gambar 2.19

Instalasi pembuangan limbah ini menggunakan bakteri sebagai pengurai limbah.

Bagaimana mekanismenya?

Jenis simbiosis lain terjadi pada tumbuhan Leguminoseae dengan bakteri pengikat nitrogen yang hidup pada nodul akar tumbuhan tersebut. Bakteri ini menangkap gas nitrogen ( $N_2$ ) yang tidak dapat digunakan secara langsung oleh tumbuhan dari udara dalam tanah. Kemudian, bakteri tersebut menggabungkan nitrogen dengan hidrogen untuk menghasilkan ammonium ( $NH_4^+$ ) yang merupakan nutrisi penting bagi tumbuhan.

Bakteri juga memiliki peranan yang penting dalam produksi makanan bagi manusia, seperti dalam pembuatan keju, yoghurt, cuka, dan asinan. Pada umumnya, proses produksi makanan dilakukan dengan bantuan bakteri melalui proses **fermentasi**. Proses fermentasi merupakan proses perombakan senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana secara enzimatik dan anaerobik. Dalam proses **anaerobik** tidak memerlukan oksigen, sedangkan **aerobik** memerlukan adanya oksigen.

Beberapa bakteri heterotrofik menggunakan energi dengan memecah molekul organik yang kompleks (molekul yang mengandung karbon). Manusia telah mampu memproduksi berbagai bahan berguna, namun dapat berbahaya pula bagi lingkungan, misalnya detergen dan larutan beracun benzen. Bakteri dapat mendegradasi bahan-bahan berbahaya ini. Istilah **biodegradable** (artinya dapat dipecah oleh makhluk hidup) menunjukkan hasil kerja dari bakteri pengurai bahan-bahan tersebut. Penggunaan agen hayati sebagai pengurai limbah disebut **bioremediasi** (Gambar 2.19).

Bakteri juga memegang peranan penting dalam siklus hidup ekosistem. Bakteri memecah sampah dan jasad mati dari tumbuhan dan hewan serta melepaskan nutrisi penting untuk digunakan kembali oleh makhluk hidupnya.

Selain memiliki berbagai manfaat, bakteri juga ada yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Bakteri penyebab penyakit disebut juga bakteri **patogen**. Bakteri ini menyintesis substansi beracun yang dapat menyebabkan penyakit. Contohnya, *Clostridium tetani* dan *Clostridium botulinum* yang menyebabkan tetanus dan botulism (keracunan makanan yang dapat menyebabkan kematian). Bakteri anaerob ini dapat bertahan hidup dalam bentuk spora apabila berada di lingkungan yang tidak menguntungkan.

Spora *Clostridium tetani* memasuki tubuh melalui luka atau tusukan. Setelah luka menutup, spora bakteri akan pecah. Ketika mereka melakukan perbanyak diri, bakteri melepaskan racun yang memasuki aliran darah.

Karena sifat patogen dan dapat menyebabkan kematian, banyak bakteri yang disalahgunakan. Penggunaan bakteri sebagai senjata biologis dikembangkan oleh militer dan telah banyak menimbulkan korban jiwa. Bakteri *Yersina pestis*, penyebab penyakit pes, telah digunakan pada perang pada abad pertengahan.

## Tugas Ilmiah 2.1

Bersama teman sebangku Anda, buatlah daftar tabel berbagai jenis bakteri yang menguntungkan serta manfaatnya. Carilah sumber dari buku, majalah, koran, dan internet. Anda juga dapat bertukar informasi dengan teman lainnya untuk melengkapi tabel yang Anda buat. Jangan lupa untuk mencantumkan sumber yang Anda gunakan. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

## Soal Penguasaan Materi 2.2

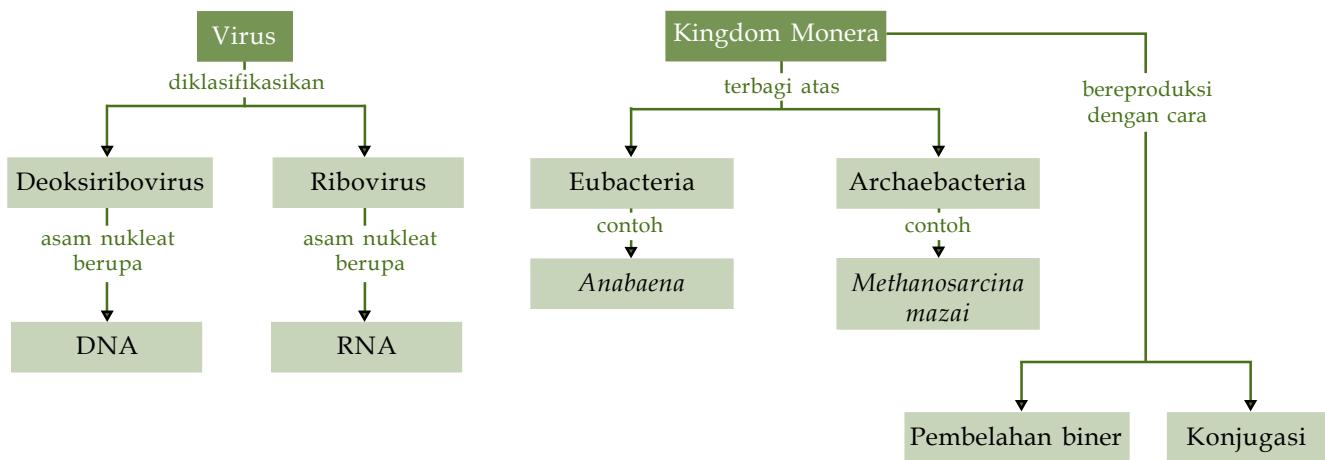
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Sebutkan ciri-ciri kingdom Monera.
2. Mengapa makanan harus dimasak matang?
3. Sebutkan salah satu penyakit dan bakteri yang menimbulkan penyakit tersebut.

## Rangkuman

1. Virus memiliki struktur tubuh sederhana yang terdiri dari DNA atau RNA. Oleh karenanya virus diklasifikasikan menjadi ribovirus dan deoksiribovirus.
2. Virus memiliki beberapa cara reproduksi, yaitu melalui daur litik dan daur lisogenik.
3. Virus dapat dikelompokkan berdasarkan tipe asam nukleat yang dimiliki menjadi deoksiribovirus yang mengandung DNA dan ribovirus yang mengandung RNA.
4. Kingdom Monera terdiri atas Eubacteria (bakteri) dan Archaeabacteria.
5. Monera merupakan makhluk hidup prokariot satu sel.
6. Eubacteria merupakan kelompok makhluk hidup satu sel prokariot yang memiliki peptidoglikan pada dinding selnya. Cyanobacteria termasuk dalam Eubacteria.
7. Archaeabacteria merupakan bakteri yang lebih primitif. Archaeabacteria adalah makhluk hidup satu sel prokariot yang tidak memiliki peptidoglikan pada dinding selnya. Archaeabacteria dapat dibedakan atas Metanogenetik, Halofilik, dan Termofilik. Sesuai dengan namanya, bakteri Metanogenik menghasilkan gas metana; bakteri Halofilik menyukai lingkungan dengan kadar garam tinggi; bakteri Termofilik menyukai lingkungan dengan suhu tinggi.

## Peta Konsep



## Kaji Diri

Dapatkah Anda memahami bab ini? Apakah Anda menemui kesulitan dalam memahami materi bab ini? Jika menemukannya, Diskusikan bersama guru Anda atau teman Anda.

Dalam bab ini, Anda telah mempelajari virus dan kingdom Monera yang didominasi oleh makhluk hidup mikroskopis. Tidak terbayangkan, bukan? Makhluk yang kecil dan kasar mata, seperti virus dan Monera ini banyak yang merupakan penyebab

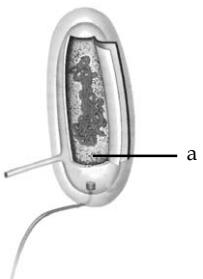
penyakit pada manusia. Oleh karena itu, jagalah lingkungan dan badan Anda agar tetap bersih dan terhindar dari berbagai penyakit yang disebabkan anggota kedua kingdom ini.

Akan tetapi, selain mengakibatkan berbagai penyakit. Anggota kingdom ini juga dapat membawa manfaat, seperti sebagai produsen di lautan dan pengurai berbagai limbah pencemaran lingkungan.

## Evaluasi Materi Bab 2

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Virus tergolong ke dalam makhluk tak hidup sebab virus ....
  - a. mempunyai RNA atau DNA
  - b. dapat dikristalkan
  - c. mampu mereplikasi diri
  - d. hidup pada jaringan hidup
  - e. terdiri dari senyawa organik
2. Vaksin yang diberikan melalui mulut berguna dalam meningkatkan imunitas terhadap penyakit cacar yaitu vaksin ....
  - a. rabies
  - b. campak
  - c. cacar
  - d. polio
  - e. influenza
3. Pendapat yang menyatakan bahwa virus merupakan benda mati disebabkan oleh faktor-faktor berikut, *kecuali* ....
  - a. tidak melakukan metabolisme
  - b. ukuran sangat kecil
  - c. dapat dibuat kristal
  - d. tidak berupa sel
  - e. perbanyak dengan replikasi
4. Fase lisogenik dalam tubuh bakteri disebabkan ....
  - a. profage tidak aktif
  - b. imunitas bakteri tinggi
  - c. fage aktivitasnya aktif
  - d. kelainan fungsi DNA
  - e. kelainan fungsi RNA
5. Orang yang menderita AIDS mudah terserang penyakit lain sebab ....
  - a. rapuhnya sistem kekebalan
  - b. virus HIV membantu penyakit lain
  - c. aktivitas antibodi meningkat
  - d. jumlah vaksin menurun
  - e. virus HIV cepat berkembang
6. *Lactobacillus thermophilus* adalah sejenis bakteri yang sangat menguntungkan, karena berguna untuk memproduksi ....
  - a. biogas
  - b. pupuk
  - c. kecap
  - d. yoghurt
  - e. nata de coco
7. Guna mencegah terjadinya pembusukan, pedagang ikan sering menyimpan ikannya dengan balok es. Penggunaan es ini bertujuan ....
  - a. mematikan bakteri dan spora
  - b. menghilangkan aktivitas bakteri
  - c. menetralkan racun yang dihasilkan oleh bakteri
  - d. membunuh bakteri patogen
  - e. mengurangi aktivitas bakteri
8. Gambar di bawah ini adalah bentuk bakteri ....
9. Kandungan spesifik dinding sel bakteri adalah ....
  - a. peptidoglikan
  - b. selulosa
  - c. kitin
  - d. pektin
  - e. lignin
10. Bakteriofage adalah virus yang menyerang ....
  - a. manusia
  - b. tanaman
  - c. tanaman dan manusia
  - d. hewan
  - e. bakteri
11. Pada bakteriofage, bagian yang berisi DNA adalah ....
  - a. kapsid
  - b. ekor
  - c. kepala
  - d. serat ekor
  - e. isi
12. Berikut ini yang *bukan* merupakan media bagi penularan virus adalah ....
  - a. makanan
  - b. minuman
  - c. udara pernapasan
  - d. transfusi darah
  - e. pakaian
13. Perbedaan antara Ribovirus dan Deoksiribovirus adalah ....
  - a. kepala
  - b. ekor
  - c. isi
  - d. asam nukleatnya
  - e. kapsid
14. Saat virus masuk ke dalam makhluk hidup atau jaringan hidup, bagian tubuh virus yang masuk adalah ....
  - a. kapsid
  - b. ekor
  - c. leher
  - d. kepala
  - e. DNA
15. Berikut adalah penyakit yang disebabkan oleh virus pada manusia, *kecuali* ....

- a. polio  
 b. influenza  
 c. HIV  
 d. herpes  
 e. tungro
16. Jika kondisi lingkungan *tidak* menguntungkan maka bakteri akan membentuk ....  
 a. kapsid  
 b. flagel  
 c. endospora  
 d. dinding sel  
 e. membran sel
17. Bakteri *Salmonella typhii* memiliki struktur flagella ....  
 a. amfitrik  
 b. monotrik  
 c. lofotrik  
 d. peritrik  
 e. simpatrik
18. Reproduksi seksual pada bakteri dengan cara ....  
 a. pembelahan biner  
 b. membelah diri  
 c. fragmentasi  
 d. duplikasi  
 e. konjugasi
19. Perhatikan gambar berikut.
- 
- Huruf a pada gambar adalah ...  
 a. membran plasma  
 b. dinding sel  
 c. flagela  
 d. sitoplasma  
 e. kromosom
20. Organisme yang mampu mengurai sampah atau bahan-bahan berbahaya adalah ....  
 a. *Escherichia coli*      d. virus  
 b. jangkrik                  e. kepiting  
 c. bakteri
- B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.
1. Sebutkan ciri-ciri virus.
  2. Jelaskan proses daur litik pada virus.
  3. Mengapa bakteri termasuk makhluk hidup prokariotik?
  4. Apakah perbedaan antara bakteri Gram negatif dan bakteri Gram positif?
  5. Jelaskan peranan bakteri bagi kehidupan manusia.

### Soal Tantangan

1. Penyakit tipus banyak melanda negara-negara berkembang. Setiap tahunnya 12,5 juta orang di dunia terserang tipus. Angka kejadian di Indonesia tidak jauh berbeda, yaitu mencapai 3-5 kasus per 1.000 penduduk setiap tahunnya. Sebanyak 10% dari jumlah kasus yang terjadi di Indonesia berakhir dengan kematian (Media Indonesia, 3 maret 2004). Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Apakah penyebab penyakit tipus? Bagaimana cara pencegahannya?
2. Ketika musim penghujan datang, penderita demam berdarah meningkat. Bahkan, rumah sakit harus menyediakan tambahan tempat tidur untuk pasien demam berdarah. Penyakit ini tidak kenal usia, dapat menyerang orang dewasa, anak-anak, maupun balita. Demam berdarah ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Apakah demam berdarah itu? Bagaimana menanganinya? Usaha apa yang dapat dilakukan untuk mencegah demam berdarah?

# Kegiatan Semester 1

## Membuat Yoghurt

Banyak orang suka minum susu tanpa gula, tetapi ada pula yang lebih suka minum air susu bergula. Di beberapa negara air susu sedikit masam merupakan minuman rakyat yang sangat digemari. Banyak orang yang beranggapan, bahwa minum susu sedikit masam menyebabkan awet muda. Air susu demikian itu di Mesir terkenal sebagai kumis, di Eropa Timur sebagai yoghurt.

Yoghurt adalah suatu minuman yang dibuat dari susu sapi dengan cara fermentasi oleh bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Bakteri ini adalah bakteri asam laktat yang mengubah laktosa dari susu biasa menjadi asam laktat.

Keasaman dari susu yang difermentasi pada umumnya cukup untuk mencegah kerusakan oleh bakteri proteolitik yang tidak tahan asam. Setelah mencapai tingkat keasaman dalam minuman tersebut maka dilakukan pendinginan.

Selain dibuat dari susu segar, yoghurt dapat juga dibuat dari susu krim (susu tanpa lemak) yang dilarutkan dalam air dengan perbandingan bergantung pada kekentalan produk yang diinginkan.

Yoghurt umumnya disajikan dengan menambah terlebih dahulu campuran lain, seperti gula, sirup, ataupun kopi (ekstrak kopi). Penambahan campuran-campuran ini tergantung selera. Adanya campuran-campuran tersebut selain menambah kelezatan sering kali memperindah penampakan sehingga mempertinggi mutunya. Kadang-kadang dalam pembuatannya dapat ditambahkan aroma vanili, mocca, durian, dan nanas. Iri yang disebut *flavoured yoghurt*. Pada *flavoured yoghurt* cukup ditambah gula dan bisa langsung disajikan.

Produk-produk yang telah habis masa inkubasinya sebaiknya disimpan di lemari pendingin, karena dengan demikian fermentasi tidak berlangsung sehingga produk dapat disimpan lebih lama. Produk yang telah jadi dan bagus, dapat digunakan sebagai *starter* pada pembuatan yoghurt selanjutnya.

### 1. Membuat Kelompok

Bentuklah kelompok yang terdiri atas 4–5 orang.

### 2. Menyusun Jadwal Kegiatan

Susunlah jadwal kegiatan pembuat yoghurt ini. Buatlah jadwal selama 4–5 minggu untuk persiapan alat dan bahan serta proses pengrajan.

### 3. Alat dan Bahan

- a. Panci penangas
- b. Seperangkat alat titrasi
- c. *Erlenmeyer* 500 ml
- d. Thermometer
- e. Pengaduk kaca
- f. Pembakar spiritus
- g. Gelas ukur
- h. Kertas *alumunium foil*
- i. Susu sapi



- j. Susu krim
- k. Bibit/starter *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*

l. NaOH

m. Indikator *Phenolphthalein*

#### 4. Cara Pengerjaan

##### a. Pembuatan yoghurt

- a. Panaskan 500 ml susu segar dengan cara memasukkan susu ke dalam *Erlenmeyer*. Kemudian, *Erlenmeyer* ini dimasukkan ke dalam paci besar yang telah berisi air (seperti membuat nasi tim) hingga suhunya kurang lebih 90°C selama 15 menit.
- 2. Susu didinginkan sampai suhu mencapai 45°C, lalu ditambahkan starter *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* sebanyak 3–5% sedikit demi sedikit sambil diaduk supaya larut.
- 3. Campuran diletakkan ke dalam wadah-wadah steril yang sudah disiapkan, kemudian tutup dengan alumunium foil dan diinkubasikan pada suhu 43°C selama 4 jam atau pada suhu kamar selama 18 jam.
- 4. Setelah inkubasi selesai, yoghurt yang dihasilkan segera didinginkan dalam lemari es atau dipastuerisasi pada suhu 65°C selam 30 menit agar fermentasi tidak terus berlanjut.
- 5. Pengamatan dilakukan dengan melihat harga pH, kandungan asam laktat, rasa, jumlah mikroba, protein, dan kandungan laktosanya.
- 6. Jika akan dikonsumsi bisa dicampur dengan sirup atau dengan gula secukupnya.

##### b. Pembuatan bibit (starter) yoghurt

- 1. Campurkan susu segar dan susu bubuk skim (7,5% dari susu segar) hingga merata.
- 2. Panaskan campuran susu tersebut dengan cara memasukkan susu ke dalam *Erlenmeyer*. Kemudian, *Erlenmeyer* ini dimasukkan ke dalam paci besar yang telah berisi air hingga suhunya kurang lebih 90°C selama 15 menit.
- 3. Selanjutnya, dilakukan pendinginan sampa suhu mencapai kurang lebih 43°C.
- 4. Masukkan bibit (starter) sebanyak 3–5% sedikit demi sedikit sambil diaduk supaya larut.
- 5. Tutup dengan *alumunium foil*, peram hingga terjadi gumpalan padat pada suhu 43°C selama 4 jam atau pada suhu kamar selama 18–20 jam.
- 6. Setelah pemeraman selesai, simpan dalam lemari es dan dikeluarkan hanya pada saat digunakan.

#### 5. Penyusunan Laporan

Susunlah kegiatan Anda dalam bentuk laporan tertulis dan presentasikan hasilnya di depan kelas.

# 3

## Bab 3

# Kingdom Protista dan Kingdom Fungi



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup dengan cara menyajikan ciri-ciri umum filum dalam kingdom Protista dan peranannya bagi kehidupan. Anda juga harus mampu mendeskripsikan ciri-ciri dan jenis-jenis jamur berdasarkan hasil pengamatan, percobaan, dan kajian literatur serta peranannya bagi kehidupan.

Pada bab sebelumnya, Anda telah mempelajari tentang virus dan kingdom Monera. Menarik, bukan? Keduanya merupakan makhluk hidup yang sangat kecil (mikroskopis). Adakah kelompok makhluk hidup lain yang beragam ukurannya?

Apakah Anda pernah mengonsumsi jamur? Bagaimana rasanya, enak bukan? Jika diolah dengan baik, masakan jamur akan terasa seperti daging ayam, terutama jamur tiram. Hal tersebut dikarenakan jamur memiliki protein glikogen yang mirip terdapat pada daging. Oleh karena itu, masakan jamur sering digunakan sebagai pengganti daging oleh para vegetarian atau orang yang tidak memakan daging.

Apakah manfaat kingdom Protista dan kingdom Fungi hanya sebatas untuk dikonsumsi manusia? Tentu tidak, masih banyak manfaat dari kingdom Protista dan kingdom Fungi.

Pada bab ini, Anda akan mengenal kedua kingdom tersebut lebih jauh, baik itu ciri-cirinya maupun manfaatnya. Oleh karenanya, pahamilah kandungan bab ini dengan penuh semangat.

- A. Kingdom Protista
- B. Kingdom Fungi

## Soal Pramateri

1. Apa perbedaan organisme prokariotik dan organisme eukariotik?
2. Apa yang Anda ketahui tentang jamur?
3. Apa manfaat jamur bagi manusia?

## Kata Kunci

- Autotrof
- Heterotrof
- Multiseluler
- Protista
- Uniseluler

## Wawasan Biologi

Pada klasifikasi dua kingdom (Hewan dan Tumbuhan), sebagian anggota Protista masuk ke dalam kingdom hewan karena dapat bergerak bebas dan heterotrof, sebagian lagi masuk ke dalam kingdom tumbuhan karena tidak bergerak bebas dan dapat berfotosintesis. Namun, para ilmuwan bingung ketika akan mengelompokkan Euglena sp. Karena, Euglena dapat berfotosintesis, dapat bergerak bebas, dan dapat mencerna makanan. Jadi, apakah Euglena hewan atau tumbuhan?

## A Kingdom Protista

Kingdom Protista sangat berbeda dengan kingdom lainnya. Beberapa Protista adalah autotrof dan beberapa lagi adalah heterotrof. Respirasi pada Protista terjadi secara aerobik. Hidup bebas di laut, air tawar, atau parasit pada makhluk hidup lain. Walaupun pada umumnya Protista adalah makhluk hidup uniseluler, namun terdapat juga Protista yang multiseluler, seperti ganggang laut. Apakah Anda tahu contohnya?

Anda mungkin bertanya-tanya mengapa Protista tidak dikelompokkan dalam kingdom Monera meski keduanya secara umum merupakan makhluk hidup satu sel. Hal ini dikarenakan Protista berbeda dengan Monera dalam hal struktur inti sel. Pada Protista, selnya sudah mempunyai membran inti atau disebut organisme eukariotik. Bagaimana dengan Monera?

### 1. Klasifikasi Protista

Organisme anggota Protista bersifat **autotrof**, **heterotrof**, dan ada juga yang mendapatkan makanannya secara bervariasi bergantung kondisi lingkungan saat itu. Protista dapat ditemukan di air tawar, air laut, dan bersimbiosis dengan makhluk hidup lain. Keanekaragaman habitat dan cara hidup Protista membuatnya sulit diklasifikasikan ke dalam kelompok hewan maupun tumbuhan. Saat ini, Protista dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu **Protista mirip jamur**, **Protista mirip tumbuhan**, dan **Protista mirip hewan** (Campbell, 1998: 522).

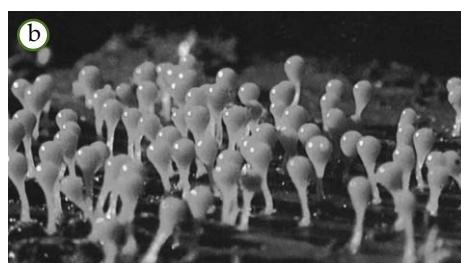
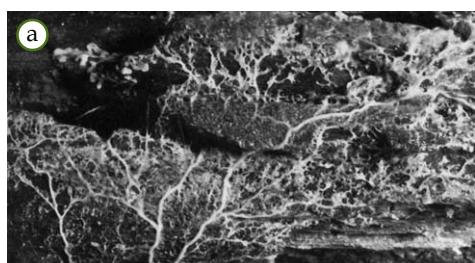
#### a. Protista Mirip Jamur

Dahulu Protista mirip jamur sering dikelompokkan ke dalam kingdom Fungi, namun sekarang pada umumnya para ahli telah mengelompokkannya ke dalam kingdom Protista. Protista mirip jamur menghabiskan sebagian besar waktu hidupnya dalam bentuk uniseluler. Akan tetapi, Protista mirip jamur dapat bergabung dan berkelompok sehingga membentuk organisme multiseluler. Dalam keadaan tersebut, Protista mirip jamur mengalami masa transisi dari uniseluler menuju multiseluler.

Protista mirip jamur atau yang lebih dikenal dengan jamur lendir memiliki susunan sel, cara reproduksi, dan siklus hidup yang berbeda dari jamur. Berdasarkan perbandingan molekuler, jamur lendir mirip dengan beberapa alga walaupun jamur lendir tidak memiliki kloroplas. Protista mirip jamur terdiri atas tiga filum, yaitu **Myxomycota**, **Acrasiomycota**, dan **Oomycota**.

#### 1) Myxomycota

Filum Myxomycota terdiri atas jamur lendir. Anggota Myxomycota biasanya memiliki pigmen kuning atau oranye dan bersifat **heterotrof**. Myxomycota memiliki fase amoeboid berinti banyak dan tidak dibatasi dinding kuat yang disebut **plasmodium** yang dapat dijumpai dalam siklus hidupnya. Plasmodium dapat bergerak seperti *Amoeba* di atas substrat dan mencerna makanan secara fagositosis, menelan partikel atau sel secara langsung. Contoh spesies Myxomycota adalah *Physarum* sp. (Gambar 3.1)



Sumber: Biology: Concepts & Connections, 2006

### Gambar 3.1

Jamur dari Filum Myxomycota. (a) *Physarum* merupakan salah satu contoh jamur lendir serta salah satu organisme perintis.

(b) Bentuk sporangium jamur lendir.



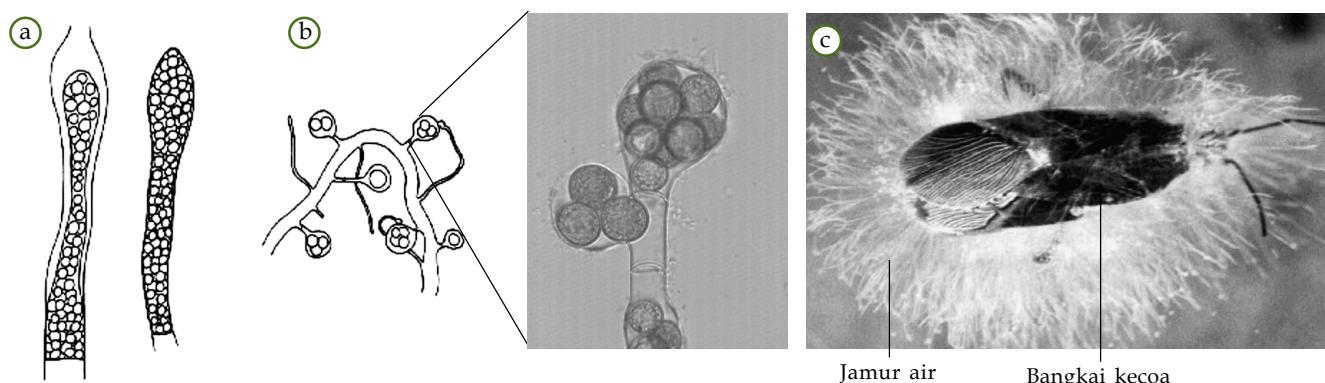
## 2) Acrasiomycota

Anggota Acrasiomycota atau yang disebut jamur lendir uniseluler, pada dasarnya lebih mirip dengan protozoa uniseluler. Fase vegetatifnya juga merupakan sel yang berfungsi sebagai individu. Jika makanan tidak tersedia, sel-sel akan membentuk agregat atau kumpulan yang berfungsi sebagai unit. Meskipun kumpulan selnya mirip dengan Myxomycota, sel-sel Acrasiomycota tetap mempertahankan identitasnya dan terpisah oleh membran mereka. Perbedaan lainnya, yaitu jamur lendir plasmodium memiliki fase haploid dan diploid. Acrasiomycota memiliki tubuh buah yang berfungsi sebagai alat reproduksi seksual.

## 3) Oomycota

Oomycota dikenal sebagai jamur air (*water molds*), karat putih (*white rust*), dan *downy mildew*. Organisme ini terdiri atas hifa (filamen atau benang halus yang membentuk bagian vegetatif jamur) yang terlihat seperti jamur pada umumnya. Oomycota memiliki dinding sel yang terbuat dari selulosa. Pada umumnya, jamur air merupakan pengurai yang tumbuh pada alga atau hewan mati. Beberapa lagi merupakan parasit pada ikan.

Anggota dari kelompok Oomycota sebagian besar bereproduksi menghasilkan oogonia. Beberapa yang lainnya bereproduksi secara aseksual dengan zoospora. Pada saat proses reproduksi, zoospora bergerak dengan berenang cepat. Peristiwa tersebut terjadi di dalam air. Contoh spesies Oomycota adalah *Saprolegnia* (Gambar 3.2).



**Sumber:** www.botany.utoronto.com www.saprolegnia.cave.com Biology Concepts & Connections, 2006

## b. Protista Mirip Tumbuhan

Protista mirip tumbuhan meliputi alga uniseluler dan multiseluler sederhana. Fosil alga yang pernah ditemukan diperkirakan berasal dari zaman Precambrian 1,2-1,4 miliar tahun yang lalu. Dengan demikian, tak dapat dipungkiri bahwa alga telah ada sepanjang zaman Paleozoic, yaitu sekitar 500 juta tahun yang lalu.

Protista mirip tumbuhan uniseluler sering disebut juga sebagai **fitoplankton**, sedangkan Protista mirip tumbuhan multiselular sering disebut **alga**. Protista fotosintetik ini tersebar secara luas di lautan dan danau-danau. Walaupun sebagian termasuk organisme mikroskopik, organisme ini memiliki peran yang sangat penting. Fitoplankton di lautan menyumbangkan sekitar 70% dari semua aktivitas fotosintesis yang ada di muka bumi ini, yaitu menyerap karbon dioksida, mengisi atmosfer dengan oksigen, dan menyokong siklus kehidupan dalam jaring-jaring makanan dalam kehidupan air.

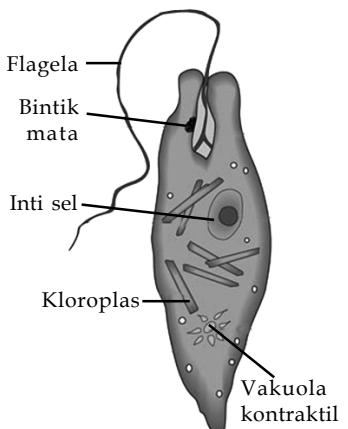
Protista mirip tumbuhan, dibagi menjadi 7 filum, yaitu **Euglenophyta**, **Chrysophyta**, **Bacillariophyta** (Diatomae), **Pyrrophyta** (Dinoflagellata), **Rhodophyta**, **Phaeophyta**, dan **Chlorophyta**.

**Gambar 3.2**

Contoh Protista dari kelompok Oomycota.

- (a) Bentuk zoosporangia pada *Saprolegnia* sp. yang akan menghasilkan zoospora,
- (b) bentuk oogonia pada *Saprolegnia* sp. yang menghasilkan oogonium, dan
- (c) jamur air yang tumbuh pada bangkai kecoa untuk dirombak atau diuraikan.



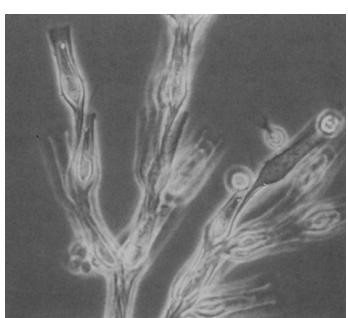
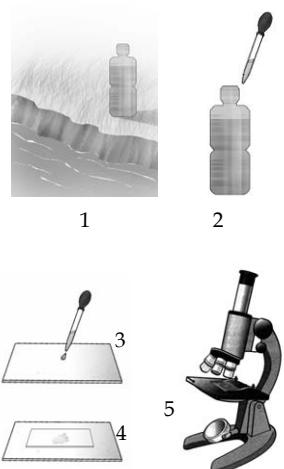


Sumber: Biological Science, 1986

**Gambar 3.3**

Gambar struktur tubuh Euglena.

Apa guna kloroplas bagi Euglena?



Sumber: Biology, 1998

**Gambar 3.4**

Dinobryon adalah contoh spesies Chrysophyta.

### 1) Euglenophyta

Filum Euglenophyta dinamai berdasarkan genus yang melimpah pada filum ini, yaitu *Euglena* (**Gambar 3.3**). Euglenophyta merupakan organisme uniseluler yang memiliki flagela, vakuola kontraktil, stigma yang dapat menangkap cahaya (*photoreceptive eyespot*), dan kloroplas. Euglenophyta dapat hidup secara autotrof atau heterotrof. Beberapa jenis *Euglena* yang autotrof dapat menjadi heterotrof ketika tingkat cahaya rendah.

Euglenophyta mengandung klorofil *a* dan *b* serta beberapa jenis karotenoid. Karbohidrat hasil fotosintesis disimpan dalam bentuk **paramilum**. Perkembangbiakan dilakukan secara aseksual melalui pembelahan biner.

### Kegiatan 3.1

#### Kehidupan Air

##### Tujuan

Mengamati mikroorganisme yang hidup dalam air sawah atau air kolam

##### Alat dan Bahan

Botol air mineral bekas, air kolam atau air sawah, air minum atau air yang bersih, pipet, mikroskop, dan kaca objek serta penutupnya

##### Langkah Kerja

1. Masukkan air kolam atau air sawah ke dalam botol air mineral.
2. Ambillah air kolam atau air sawah menggunakan pipet, kemudian teteskan ke kaca objek.
3. Setelah itu, tutup dengan kaca penutup objek.
4. Amatilah di bawah mikroskop dengan memulai dari perbesaran yang terkecil.
5. Apakah yang dapat Anda simpulkan dari kegiatan tersebut. Diskusikanlah bersama kelompok Anda. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

##### Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Setelah dilihat di bawah mikroskop, apakah yang Anda amati? Adakah organisme yang bergerak?
2. Jika ada, gambarlah bentuk organisme yang Anda amati tersebut.
3. Lakukanlah hal yang sama, seperti pada langkah kerja tadi, tetapi menggunakan air minum atau air yang bersih. Bagaimana hasil pengamatan Anda?

### 2) Chrysophyta (Alga cokelat-keemasan)

Chrysophyta kebanyakan hidup di air tawar, meskipun beberapa ada yang hidup di air laut. Alga kelompok ini mempunyai makanan yang disimpan sebagai laminarin, yaitu suatu polisakarida sebagai simpanan makanan pada alga ini, dan memiliki pigmen fotosintetik, yaitu klorofil *c*, klorofil *a*, xantofil, dan pigmen karoten.

Alga cokelat-keemasan memiliki variasi struktur dan bentuk. Sebagian tidak memiliki dinding sel dan dapat merayap seperti *Amoeba*. Sebagian lagi memiliki dinding sel yang terbuat dari selulosa. Biasanya, Alga cokelat-keemasan yang memiliki dinding sel pektin, memiliki dua flagel. Alga cokelat-keemasan memiliki klorofil *a*, klorofil *b*, pigmen karoten, dan pigmen *fucoxanthin* yang merupakan sumber warna keemasan alga ini. Contoh spesies anggota Chrysophyta adalah *Dinobryon* (**Gambar 3.4**).

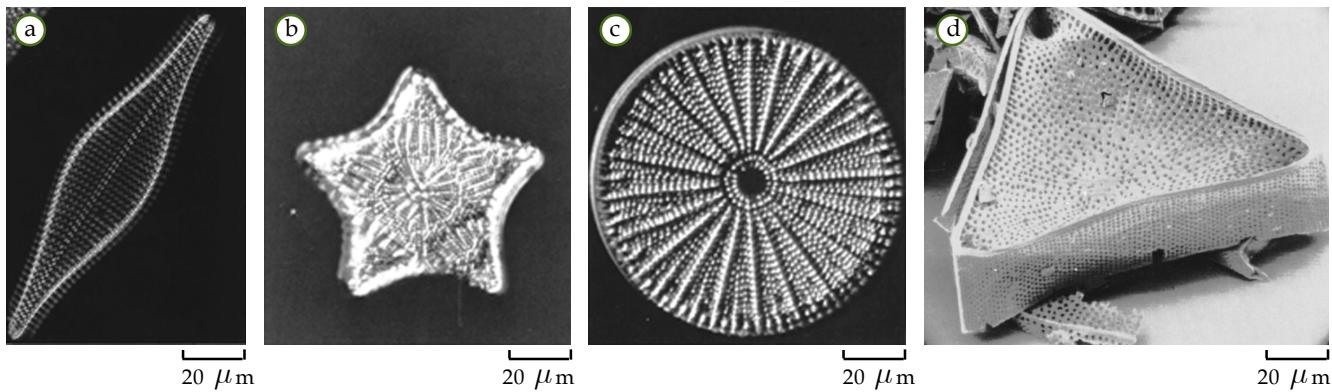
### 3) Bacillariophyta (Diatom)

Anggota kelompok ini dapat hidup di air tawar dan air laut. Bacillariophyta memiliki makanan yang disimpan sebagai leukosin dan memiliki pigmen fotosintetik, yaitu klorofil *a*, klorofil *c*, xantofil, dan karoten.

Diatom menyekresikan *dioksida silisium* (disebut juga sebagai *frustule*) yang kemudian membentuk deposit fosil yang dikenal sebagai tanah diatom. Tanah diatom dapat digunakan sebagai bahan pembuat saringan dan sebagai

bahan campuran penggosok. Beberapa anggota Chrysophyta merupakan organisme uniseluler dan sebagian hidup berkoloni. Umumnya berkembang biak secara aseksual, namun sebagian menghasilkan **gamet** dan melakukan reproduksi seksual.

Diatom dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok *pennalean* yang mempunyai tubuh yang simetri bilateral dan bentuk tubuh yang panjang; kelompok *centralean* dengan simetri radial dan bentuk bulat gemuk. Diatom dapat juga digunakan sebagai indikator untuk kualitas air, pasta gigi, dan sebagai penunjuk usia fosil. Beberapa contoh spesiesnya, antara lain *Rhaponeis* sp., *Triceratium pentacrinus*, *Arachnoidiscus ehrenbergi*, dan *Trinaria regina* (**Gambar 3.5**).



Sumber: Biological Science, 1986

#### 4) Pyrrophyta (Dinoflagellata)

Dinoflagellata diberi nama demikian karena pergerakan yang dibantu dua flagela mirip cambuk (dalam bahasa Latin, *dino* artinya pusaran air). Beberapa Dinoflagellata ditutup oleh membran sel, sedangkan lainnya ada yang ditutupi oleh dinding selulosa seperti halnya sel pada tumbuhan. Walaupun beberapa jenis Dinoflagellata hidup di air tawar, umumnya Dinoflagellata hidup di lautan contohnya *Ceratium* sp. (**Gambar 3.6**). Di lautan mereka adalah organisme yang penting sebagai makanan bagi organisme yang lebih besar. Di laut, banyak Dinoflagellata yang mengeluarkan cahaya (*bioluminesens*) berwarna hijau biru yang sangat indah pada malam hari.

Klorofil hijau Dinoflagellata biasanya ditutup oleh pigmen merah yang membantu menangkap energi cahaya. Ketika air dalam keadaan hangat dan kaya akan nutrisi, populasi Dinoflagellata akan meledak. Jumlah Dinoflagellata akan sedemikian banyaknya sehingga air akan berwarna merah oleh warna dari tubuh. Peristiwa ini dikenal dengan gelombang merah (*red tide*).

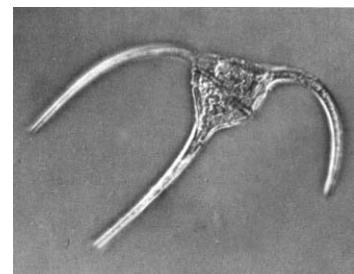
Ketika terjadi gelombang merah, ribuan ikan mati lemas akibat insang mereka tersumbat atau kekurangan oksigen oleh miliaran Dinoflagellata yang mati dan membusuk. Akan tetapi, tiram dan remis "berpesta" dengan menyaring jutaan makanan mereka dari air. Dalam proses ini, tubuh mereka akan mengumpulkan racun saraf yang diproduksi Dinoflagellata dalam jumlah yang cukup besar. Jika manusia memakan Molusca tersebut, dapat mengakibatkan keracunan akibat akumulasi racun saraf Dinoflagellata.

#### 5) Rhodophyta (Alga Merah)

Rhodophyta mempunyai pigmen berwarna merah (fikoeritrin) yang sangat banyak. Umumnya, Rhodophyta multiseluler, namun terdapat juga Rhodophyta yang uniseluler. Alga merah multiseluler umumnya makroskopis dan struktur tubuhnya menyerupai tumbuhan (**talus**). Talus pada Rhodophyta berupa helaian atau seperti tumbuhan. Siklus hidup Rhodophyta berbeda satu sama lain. Tidak seperti alga lainnya, Rhodophyta tidak

**Gambar 3.5**

Macam-macam kelompok diatom. (a) *haponeis*, (b) *riceratium pentacrinus*, (c) *Arachnoidiscus ehrenbergi*, dan (d) *rinacia regina*.



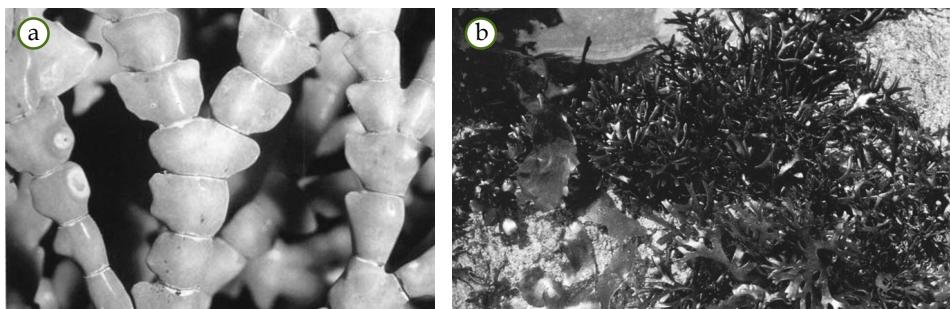
Sumber: Biological Science, 1986

**Gambar 3.6**

Salah satu jenis Dinoflagellata. Ceratium, Dinoflagellata ini dapat menyebabkan gelombang merah yang mematikan ikan-ikan.



memiliki fase berflagel dalam siklus hidupnya. Untuk kawin, gamet bergantung pada arus air. Banyak anggota Rhodophyta tubuhnya dilapisi kalsium karbonat, misalnya *Coralina* (**Gambar 3.7**).



Sumber: Botany, 1995

**Gambar 3.7**

(a) *Coralina* dan (b) *Chondrus* merupakan contoh alga merah.

Beberapa alga merah bermanfaat sebagai penyokong penting bagi batu karang tropis. Alga merah juga dapat menghasilkan *carrageenan*, suatu zat aditif yang dapat ditambahkan pada puding dan es krim. Selain itu, alga merah yang dikeringkan banyak digunakan dalam beberapa hidangan masakan Jepang.

## Tugas Ilmiah 3.1

Bersama teman sebangku Anda, carilah informasi mengenai spesies Protista yang menguntungkan. Pencarian dapat dilakukan melalui buku di perpustakaan, majalah, koran, dan internet. Kumpulkan informasi sebanyak-banyaknya dan jangan lupa menuliskan sumber literatur Anda. Buatlah laporannya. Setelah itu presentasikan di depan kelas Anda.

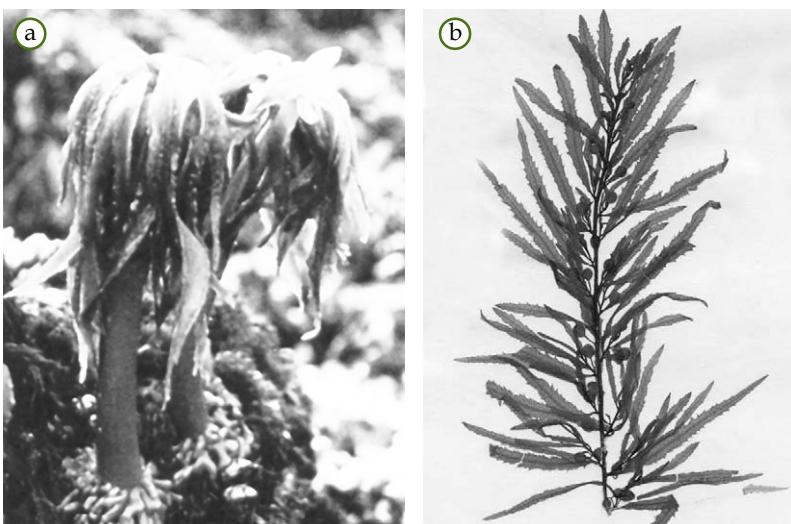
### 6) Phaeophyta (Alga Kecokelatan)

Phaeophyta atau alga cokelat, umumnya terdiri atas organisme multiseluler yang hidup di laut dan mempunyai pigmen xantofil (pigmen warna cokelat). Phaeophyta bersifat autotrof dan menyimpan cadangan makanannya dalam laminarin. Perkembangbiakannya dilakukan secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan pembentukan zoospora berflagel dan fragmentasi, sedangkan reproduksi seksual dilakukan dengan oogami atau isogami. Terdapat alga cokelat yang merupakan alga laut raksasa dan dapat mencapai panjang hingga lebih dari 100 meter. Alga cokelat digunakan sebagai makanan, pupuk, dan sebagai sumber pembuatan alginate atau bahan kosmetik.

*Fucus serratus* termasuk ganggang warna cokelat yang berdiferensiasi menjadi bentuk yang mengapung. *Postelsia* dan *Sargassum* merupakan contoh alga cokelat yang banyak dijumpai (**Gambar 3.8**).

**Gambar 3.8**

(a) *Postelsia* dan (b) *Sargassum* merupakan contoh alga cokelat.



Sumber: Biology: the Study of Life, 1995; www.huh.harvard.com

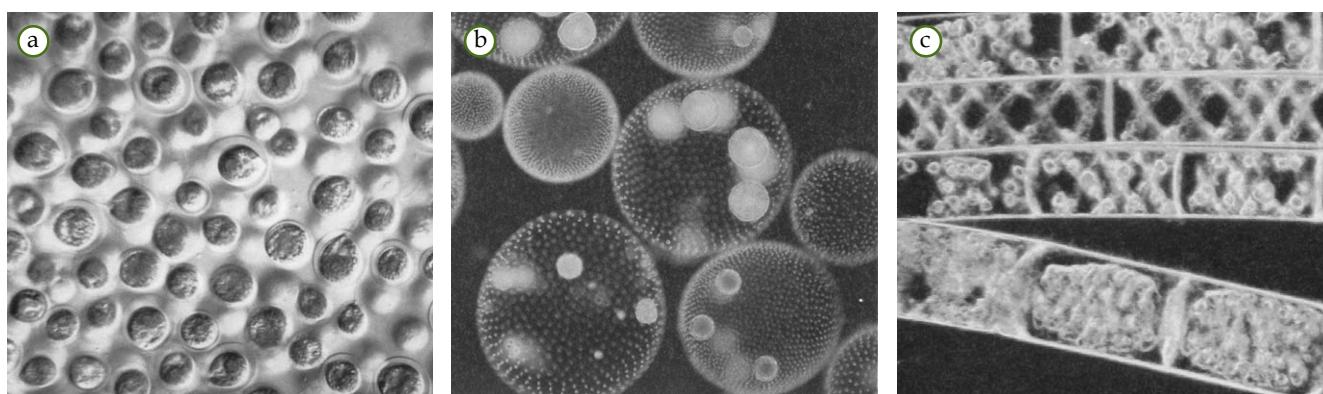


## 7) Chlorophyta (Alga Hijau)

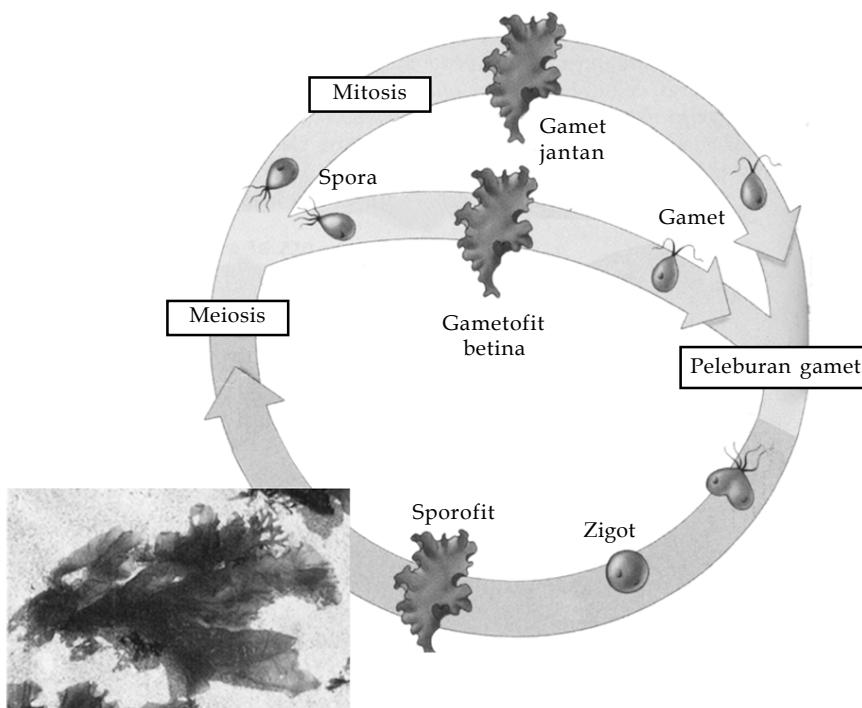
Chlorophyta atau alga hijau mempunyai dinding sel, klorofil a, klorofil b, dan betakaroten, serta menyimpan produk hasil fotosintesinya dalam bentuk pati (amilum). Alga hijau sudah tidak diragukan lagi sebagai nenek moyang dari tumbuhan. Alga hijau merupakan makhluk hidup uniseluler dan dapat berkoloni menjadi bentuk multiseluler sederhana.

Banyak spesies Chlorophyta uniseluler hidup sebagai plankton, mendiami tanah basah dan salju, atau bersimbiosis dengan organisme lain. Salah satu simbiosis mutualisme yang terkenal adalah simbiosis antara Chlorophyta dan Fungi (jamur), yang terkenal sebagai *Lichenes* (lumut kerak).

Chlorophyta paling sederhana adalah organisme satu sel dengan dua flagela, yaitu *Chlamydomonas*. *Chlamydomonas* dan Chlorophyta yang serupa dengannya merupakan bentuk awal dari alga hijau. *Chlamydomonas* hidup secara autotrof dengan kloroplas tunggal. *Chlamydomonas* juga mempunyai vakuola kontraktil dan pirenoid. Kelebihan gula hasil fotosintesis disimpan sebagai pati di sekitar pirenoid. Perhatikan **Gambar 3.9a**.



*Ulva* (selada laut) mengalami tahap pergiliran hidup dari bentuk talus haploid multiseluler menjadi diploid multiseluler. Perhatikan **Gambar 3.10** berikut.



Sumber: Biology: Concepts & Connections, 2006

Sumber: Essentials of Biology, 1990

**Gambar 3.9**

a) Chlamydomonas, (b) olvox, dan (c) Spirogyra sp. olvox merupakan koloni dari Chlamydomonas.

**Gambar 3.10**

Siklus hidup Ulva.

Talus haploid multiseluler disebut **gametofit**, sedangkan talus diploid multiseluler disebut **sporofit**. Sporofit dewasa akan membentuk zoospora. Zoospora-zoospora tersebut akan tumbuh menjadi gametofit jantan dan gametofit betina. Gametofit jantan setelah dewasa menghasilkan gamet jantan dan begitu juga dengan gametofit betina menghasilkan gamet betina. Kedua gamet ini akan melakukan fertilisasi dan menjadi zigot diploid. Kemudian, zigot diploid tersebut membelah secara mitosis dan tumbuh menjadi sporofit.

Ciri-ciri dan perbedaan antara Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Rhodophyta, Phaeophyta, dan Chlorophyta, dirangkum pada **Tabel 3.1** berikut.

**Tabel 3.1** Perbandingan Protista Mirip Tumbuhan

Filum	Warna Dominan dan Pigmen Fotosintesis	Cadangan Makanan	Penyusun Dinding Sel	Habitat
Euglenophyta	Hijau (klorofil a, b, karoten, xantofil)	Paramilum	Tanpa dinding sel; Protein submembran	Umumnya di air tawar
Pyrrophyta (Dinoflagellata)	Cokelat (klorofil a, klorofil c, karoten, xantofil)	Pati (amilum)	Selulosa Submembran	Di laut dan di air tawar
Chrysophyta	Keemasan (klorofil a, klorofil c, karoten, <i>fucoxanthin</i> )	Leukosin dan laminarin	Silika	Di laut dan di air tawar
Bacillariophyta	Kecokelatan (klorofil a klorofil c, karoten, xantofil)	Leukosin	Silika hidrat dalam matriks organik	Di air tawar dan air laut
Rhodophyta	Kemerahan (klorofil a, karoten, klorofil d pada beberapa spesies)	Pati	Matriks selulosa dengan polisakarida lain.	Kebanyakan di laut dan sebagian di air tawar
Phaeophyta	Kecokelatan (klorofil a, klorofil c, karoten, xantofil)	Laminarin	Matriks selulosa dengan polisakarida lain	Hampir semua di air tawar
Chlorophyta	Hijau (klorofil a, klorofil b, karoten)	Pati tumbuhan	Selulosa	Kebanyakan di air tawar, namun sebagian di laut

**Sumber:** Biology, 1998

### c. Protista Mirip Hewan (Protozoa)

Protozoa artinya hewan pertama (*protos* = pertama; *zoon* = hewan), digambarkan sebagai organisme mirip hewan karena dapat bergerak dan mengambil makanan dari organisme lain. Protozoa dibagi ke dalam 6 filum, yaitu **Zoomastigophora**, **Rhizopoda**, **Apicomplexa**, **Ciliophora**, **Foraminifera**, dan **Actinopoda**. Berikut adalah tabel ciri umum sebagian filum yang termasuk Protozoa.

**Tabel 3.2** Perbandingan Protista Mirip Hewan

No	Filum	Ciri Umum	Contoh Spesies
1	Zoomastigophora	Zooflagellata, menggunakan flagel untuk bergerak dan memangsa, umumnya uniseluler, beberapa berkoloni	<i>Triconympha</i> sp. dan <i>Trypanosoma</i> sp.
2	Rhizopoda	Pseudopodia untuk bergerak dan memangsa	<i>Amoeba proteus</i>
3	Actinopoda	Memangsa dengan axopodia (pseudopodia yang runcing dan menyebar), memiliki rangka silika	<i>Heliozoa</i> dan <i>Radiozoa</i>
4	Apicomplexa	Sebelumnya dikenal sebagai sporozoa, parasit pada hewan dan manusia dengan siklus hidup yang rumit	<i>Plasmodium</i>

5	Ciliophora	Cilia digunakan untuk bergerak dan memangsa, umumnya uniseluler, beberapa sesil dan berkoloni	<i>Stylonychia</i> sp., <i>Paramecium</i> sp.
6	Foraminifera	Memangsa dan bergerak menggunakan pseudopodia halus yang saling berhubungan	<i>Globigerina</i>

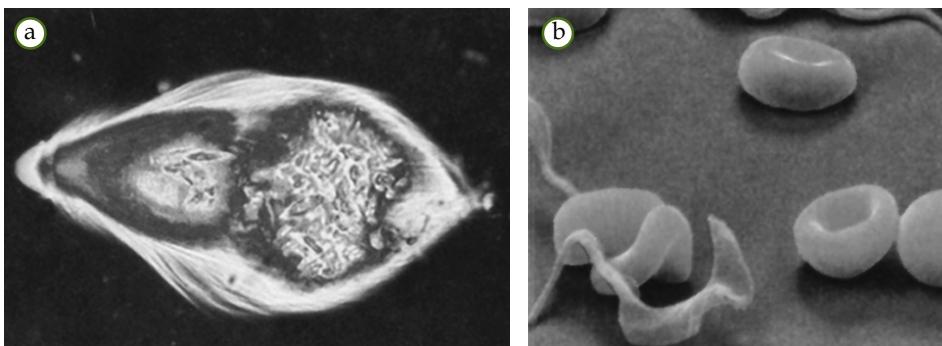
Sumber: Biology, 1998

Semuanya termasuk organisme uniseluler, eukariot, dan heterotrofik. Perbedaan utama enam filum ini hanya dalam cara pergerakannya.

### 1) Zoomastigophora (Zooflagellata)

Semua Zooflagellata memiliki minimal satu flagellum. Organel serbaguna ini dapat mendorong organisme bergerak, merasakan lingkungannya, dan menjerat mangsa. Zooflagellata sangat beragam, banyak yang hidup bebas di habitat tanah atau air, bersimbiosis, hidup di dalam organisme lain dengan hubungan mutualisme atau parasitik. Salah satu contoh simbiosis mutualisme yaitu *Triconympha* sp. yang hidup dalam usus rayap. Kemampuan *Triconympha* sp. mengurai selulosa, memberi kemampuan pada rayap untuk mengonsumsi kayu (**Gambar 3.11a**).

Zooflagellata dari genus *Trypanosoma* sp. bertanggung jawab terhadap penyakit tidur yang dapat menyebabkan kematian. Zooflagellata ini disebarluaskan melalui lalat tse tse (**Gambar 3.11b**).



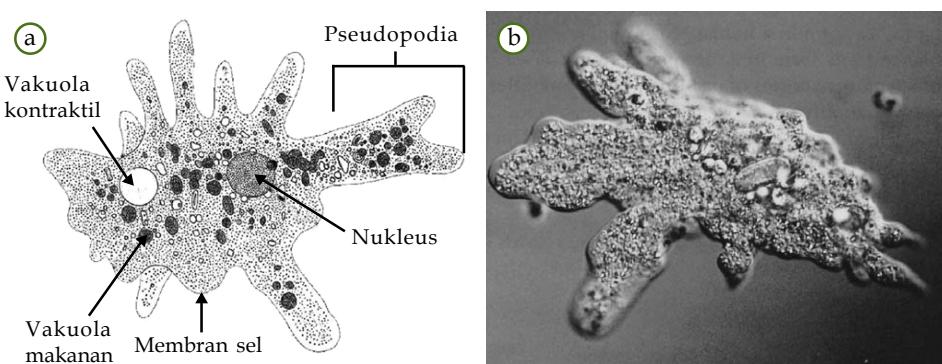
Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

**Gambar 3.11**

(a) *Triconympha* sp. hidup bersimbiosis pada rayap, sedangkan (b) *trypanosoma* sp. merupakan parasit pada manusia dan penyebab penyakit tidur.

### 2) Rhizopoda (Amoeba)

Rhizopoda memiliki membran plasma yang fleksibel dan dapat melebar ke arah mana pun, membentuk **pseudopodia** (kaki semu) yang digunakan untuk bergerak dan mendapatkan makanan. Rhizopoda yang dikenal dengan sebutan Amoeba biasanya ditemukan di danau atau di kolam. Amoeba tidak mempunyai organel-organel sel yang banyak, seperti pada Zooflagellata ataupun Ciliophora. Akan tetapi, Amoeba memiliki struktur internal kompleks dan memiliki kemampuan yang baik dalam merasakan serta menangkap mangsa (**Gambar 3.12**).



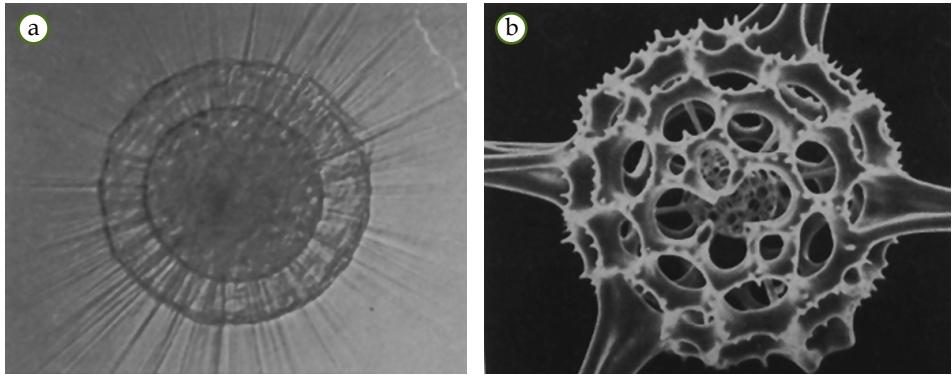
Sumber: www.shs.westport.k12.ct.us Biology Concepts & Connections, 2006

**Gambar 3.12**

Contoh Filum Rhizopoda.  
(a) Bagian-bagian tubuh pada Amoeba proteus. (b) Bentuk Amoeba proteus.

### 3) Actinopoda (Heliozoa dan Radiozoa)

Actinopoda artinya kaki sinar. Pemberian nama ini mengacu pada bentuk pseudopodia runcing yang memencar dari tubuh Actinopoda. Pseudopodia tipe ini disebut **axopodia**. Axopodia membantu organisme ini mengapung dan memangsa organisme yang lebih kecil. Heliozoa umumnya hidup di air tawar dan menggunakan axopodia untuk memangsa, sedangkan Radiozoa umumnya hidup di laut dengan cangkang bersilikat yang berbeda-beda pada setiap spesies. Perhatikan Gambar 3.13.



Gambar 3.13

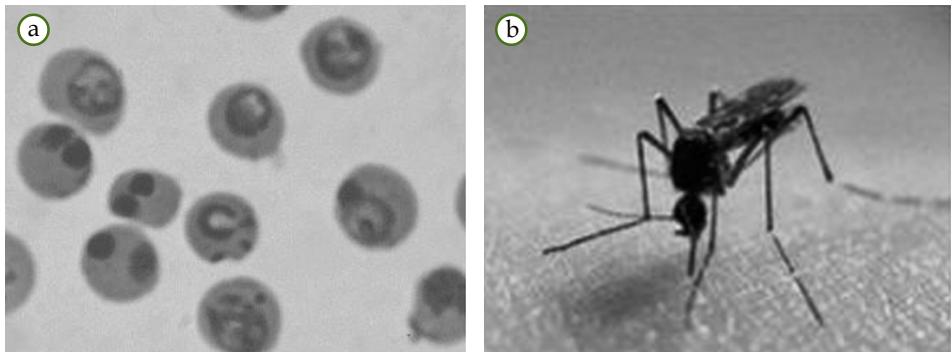
Contoh dari Filum Actinopoda.  
(a) Heliozoa dan (b) Radiozoa.

Sumber: Biology: the nature and diversity of Life, 1995

### 4) Apicomplexa (Sporozoa)

Semua organisme Apicomplexa, sebelumnya disebut sporozoa, bersifat parasitik dan hidup di dalam tubuh atau sel inang mereka. Mereka memiliki kemampuan membentuk spora, suatu struktur tetap yang penyebarannya melalui makanan, air, atau gigitan serangga. Sporozoa tidak memiliki alat gerak, namun mengandung organel kompleks yang membantunya menempel dan menyerang inang. Banyak anggotanya memiliki siklus hidup yang kompleks. Oleh karena itulah filum ini disebut Apicomplexa. Salah satu contoh Sporozoa yang terkenal adalah penyebab penyakit malaria, yaitu *Plasmodium* (Gambar 3.14). Terdapat beberapa spesies *Plasmodium*.

1. *Plasmodium falciparum* yang memiliki masa sporulasi tidak menentu, antara  $1-3 \times 24$  jam dan merupakan penyebab penyakit **malaria tropika**.
2. *Plasmodium vivax* yang memiliki masa sporulasi setiap  $2 \times 24$  jam dan merupakan penyebab penyakit **malaria tertiana**.
3. *Plasmodium malariae* yang memiliki masa sporulasi setiap  $3 \times 24$  jam dan merupakan penyebab penyakit **malaria kuartana**.



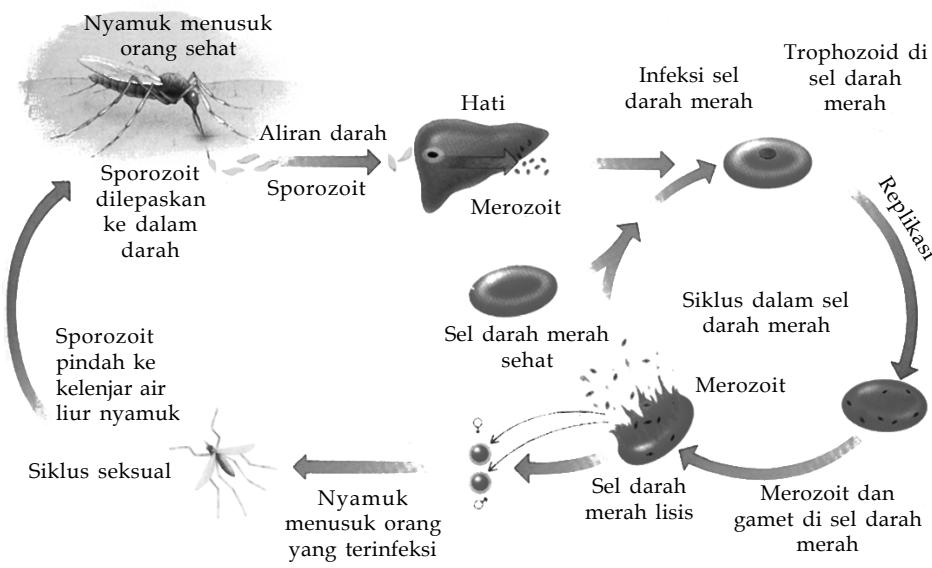
Gambar 3.14

Plasmodium yang hidup pada manusia. (a) Plasmodium yang terdapat dalam sel darah yang ditularkan oleh (b) tusukan nyamuk *Anopheles* betina.

Sumber: www.sorosoff.fr

Penyebaran *Plasmodium* terjadi ketika nyamuk *Anopheles* betina menusuk manusia yang terkena penyakit malaria. **Plasmodium** akan terbawa bersama darah bersama ke dalam tubuh nyamuk dalam bentuk **gametosit**. Di dalam tubuh nyamuk, gametosit berubah menjadi gamet jantan dan gamet betina, lalu terjadi fertilisasi. Zigot hasil fertilisasi merupakan fase haploid dari seluruh

siklus hidup **Plasmodium**. Zigot menerobos dinding usus dan mengisap makanan dari tubuh nyamuk. Zigot berkembang menjadi **oosista** yang mengandung ratusan sporozoit. Sporozoit yang terbentuk berpindah ke kelenjar air liur (saliva). Perhatikan **Gambar 3.15** (Burn, Kane, dan Karps 1994: 814).



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

Jika nyamuk betina mengisap darah manusia sehat, sporozoit akan dikeluarkan bersama zat **antikoagulan** (zat antipembekuan darah) dari nyamuk menuju peredaran darah manusia. Kemudian, menuju ke sel hati. Setelah beberapa hari, akan terjadi pembelahan dan terbentuklah **merozoit** yang menyerang sel-sel darah merah. Setelah sel-sel darah merah pecah (**sporulasi**), merozoit akan keluar dan mencari sel darah merah baru. Pada saat sel-sel darah merah pecah, penderita akan merasa demam. Siklus demam bergantung pada spesies *Plasmodium*.

Setelah mengalami beberapa kali pembelahan, beberapa merozoit berubah menjadi gametosit. Gametosit ini berada di dalam peredaran darah dan dapat terbawa oleh *Anopheles* betina lainnya.

Walaupun obat *chloroquinone* (kina) dapat membunuh parasit malaria, amat disayangkan parasit ini mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kekebalan tubuhnya terhadap *chloroquinone*. Program pemusnahan nyamuk *Anopheles* tidak berjalan dengan lancar karena nyamuk ini menjadi resisten atau tahan terhadap pestisida. Para peneliti berharap dapat menggunakan teknik rekayasa genetik untuk membuat nyamuk *Anopheles* memiliki kemampuan untuk membunuh parasit *Plasmodium*, bukan menyebarkannya.

## 5) Ciliophora (Ciliata)

Anggota Filum Ciliophora merupakan organisme uniseluler soliter yang umumnya hidup di air tawar. Ciliata memiliki banyak organel yang terspesialisasi, termasuk cilia (tunggal cilium), struktur mirip rambut pendek di luar tubuhnya. Cilia mungkin menutupi seluruh bagian tubuh Ciliata atau terlokalisasi. Pada genus *Paramecium* (**Gambar 3.16**), cilia menutupi seluruh bagian permukaan tubuh. Koordinasi yang baik pada cilia menyebabkan mereka dapat bergerak dengan cepat, sekitar satu milimeter per detiknya. Walaupun merupakan sel tunggal, *Paramecium* dapat merespons lingkungan sekitarnya dengan baik. Jika bertemu dengan bahan kimia berbahaya atau penghalang, sel secara cepat akan mundur dengan gerakan cilia menuju arah yang berbeda.

**Gambar 3.15**

Siklus hidup Plasmodium pada manusia yang disalurkan oleh nyamuk *Anopheles*.  
Kapankah sel darah merah mengalami lisis?

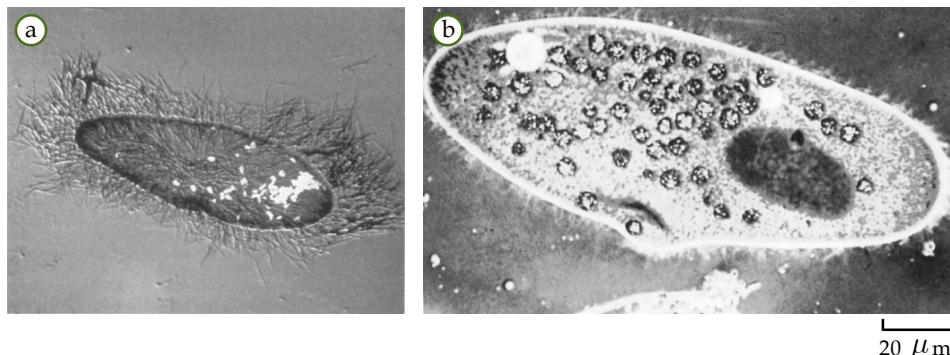
## Tokoh Biologi



**Ronald Ross  
(1857-1932)**

Ia merupakan seorang ahli kedokteran dari Inggris. Ia mengungkap siklus hidup Plasmodium, penyebab malaria.

Sumber: Concise Encyclopedia of Nature, 1994



**Gambar 3.16**

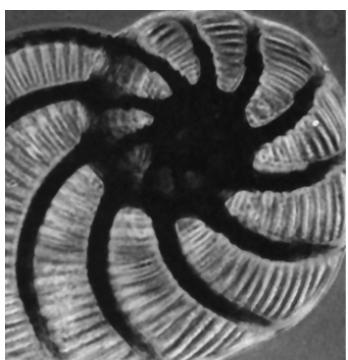
(a) Paramecium dengan trikosista dan (b) struktur tubuh dari Paramecium.

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

Ciliata adalah predator yang ulung. Beberapa Ciliata, termasuk *Paramecium* dan *Didinium*, membuat mangsa mereka tidak dapat bergerak dengan melepaskan jarum-jarum yang disebut *trikosista* yang menempel pada tubuh mereka. Mangsa kemudian dibawa ke dalam struktur mirip mulut dan dicerna pada vakuola yang sewaktu-waktu berfungsi seperti perut. Sisa makanan tersebut kemudian dikeluarkan melalui **eksositosis**. Air yang berlebihan diakumulasikan di dalam vakuola yang secara periodik berkontraksi untuk mengosongkan cairan melalui lubang yang disebut pori anal.

#### 6) Foraminifera

Foraminifera merupakan Protozoa yang hidup di air laut. Anggota filum ini umumnya hidup di pasir atau menempel pada batu dan alga. Akan tetapi, beberapa terdapat juga sebagai plankton. Foraminifera memiliki cadangan yang terbuat dari kalsium karbonat. Dari semua spesies Foraminifera yang teridentifikasi, 90% adalah fosil. Cangkang Foraminifera yang telah menjadi fosil, merupakan komponen penyusun sedimen laut (Gambar 3.17).



Sumber: Biological Science, 1986

**Gambar 3.17**

Cangkang Foraminifera yang dapat ditemukan di laut.

## 2. Peranan Protista dalam Kehidupan Manusia

Protista dalam kehidupan manusia dapat memberikan keuntungan dan kerugian. Banyak anggota dari kingdom ini bersifat parasit, baik bagi manusia maupun makhluk hidup lain. *Phytophthora infestans* merupakan Protista mirip jamur yang menginfeksi tanaman kentang sehingga menyebabkan gagal panen dan kelaparan yang hebat di Irlandia pada abad ke-19.

Protista mirip hewan juga kerap menyebabkan masalah bagi manusia. *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba coli*, dan *Entamoeba gingivalis* merupakan organisme penyebab beberapa penyakit sekitar mulut dan pencernaan. Chlorophyta dan Dinoflagellata mampu menyebabkan kematian ribuan ikan-ikan di danau atau sungai yang disebut *alga bloom* dan *red tide*. *Trypanosoma* merupakan parasit pada hewan dan manusia yang menyebabkan penyakit tidur di Afrika. Salah satu anggota kingdom Protista yang cukup berbahaya adalah *Plasmodium*, penyebab penyakit malaria.

Walaupun demikian, terdapat banyak manfaat dari anggota Protista. Manfaat terbesar adalah sebagai penghasil oksigen dan sebagai produsen terbesar di laut. Berikut pada Tabel 3.3 beberapa manfaat lain dari anggota kingdom Protista.

**Tabel 3.3** Beberapa Spesies Protista yang Bermanfaat

No	Jenis	Manfaat
1	<i>Diatom</i>	Bahan campuran penggosok, campuran pasta gigi
2	<i>Chlorella</i>	Makanan sumber protein tinggi dan vitamin
3	<i>Eucheuma</i>	Bahan pembuat agar-agar
4	<i>Paramecium</i>	Indikator air tawar yang tercemar
5	<i>Foraminifera</i>	Fosilnya sebagai petunjuk sumber minyak bumi



## Soal Penguasaan Materi 3.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Mengapa Protista dikelompokkan menjadi Protista mirip jamur, Protista mirip tumbuhan, dan Protista mirip hewan? Jelaskan.
2. Sebutkan Protista yang menguntungkan dan merugikan bagi manusia.
3. Mengapa Protista disebut sebagai produsen di laut?
4. Apa yang dimaksud dengan *red tide* (gelombang merah)?

## B Kingdom Fungi

Jamur tidak memiliki klorofil, tidak dapat membuat makanannya sendiri, dan tidak memiliki jaringan-jaringan yang terspesialisasi seperti halnya tumbuhan. Jamur bersifat heterotrof, mendapatkan makanan dari organisme lainnya dengan cara mensekresikan enzim yang menguraikan makanan menjadi molekul sederhana sehingga dapat diserap sel-sel jamur. Sebagian besar anggota kingdom Fungi hidup secara **saprofit**, mendapatkan makanan dari makhluk hidup yang telah mati atau bahan organik yang membusuk. Karena itulah, jamur memiliki kingdom tersendiri dan dipisahkan dari kingdom Plantae. Pernahkah Anda mengamati jamur?

### Kata Kunci

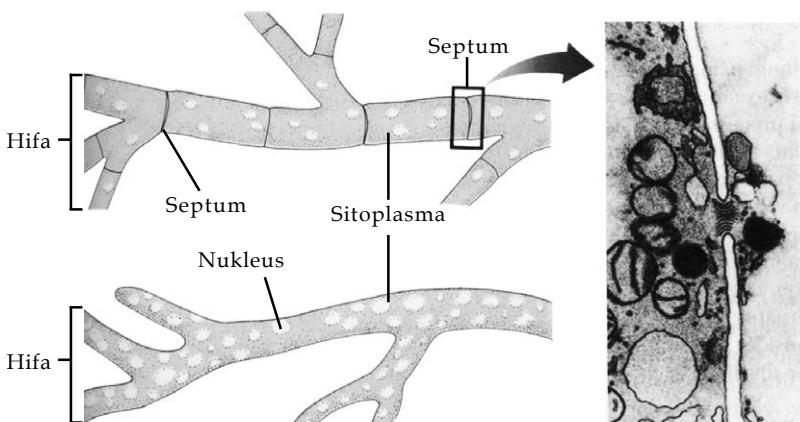
- Fungi
- Hifa
- Kitin
- Miselium
- Saprofit

### 1. Struktur Tubuh dan Cara Mendapatkan Makanan

Anggota kingdom Fungi terdiri atas organisme uniseluler dan multiseluler. Jamur yang terdiri atas banyak sel (multiseluler) diklasifikasikan berdasarkan sporanya dan bentuk tubuh setelah dewasa. Spora jamur mempunyai sifat dapat membentuk filamen multiseluler yang disebut dengan hifa. Sel jamur mempunyai dinding sel yang tersusun atas karbohidrat dan protein, disebut **kitin**.

Sebagian besar jamur mempunyai bentuk berupa filamen, sedangkan jamur yang sering kita lihat berbentuk **tubuh buah** jamur. Tubuh buah merupakan struktur reproduksi jamur yang bersifat sementara. Struktur ini berasal dari bagian utama tubuh jamur, yaitu **miselium**. Miselium terbentuk dari kumpulan **hifa** (jamak: *hyphae*), struktur jamur berupa lembaran-lembaran halus serupa benang.

Pada beberapa spesies, hifa memiliki sel memanjang dengan sejumlah nukleus yang dipisahkan menjadi beberapa bagian oleh **septa** (tunggal: *septum*). Namun, terdapat sebagian jamur yang tidak memiliki. Setiap septa memiliki satu atau banyak pori. Perhatikan **Gambar 3.18**. Pori-pori yang terdapat pada septa memungkinkan sitoplasma bergerak dari sel satu ke sel lainnya untuk mendistribusikan nutrisi.



**Gambar 3.18**

Hifa pada jamur. Sebagian jamur, tidak memiliki septa (sekat-sekat) pada hifanya.



Jamur tidak mempunyai kemampuan untuk bergerak. Namun, spora jamur banyak terdapat di udara dan dapat tumbuh dengan cepat di lingkungan yang menguntungkan, seperti pada roti yang lembap, batang yang membusuk, ataupun di tanah.

Seperti halnya hewan, jamur merupakan organisme heterotrof. Jamur bertahan hidup dengan menyerap nutrisi dari lingkungan atau tubuh hewan yang telah mati. Jamur lainnya mendapat nutrisi dari organisme yang masih hidup dan merupakan parasit penyebab penyakit. Ada pula jenis jamur yang melakukan simbiosis **mutualisme** dengan organisme lain, termasuk Lichenes dan mikoriza.

## 2. Cara Reproduksi Jamur

Cara reproduksi jamur sangat bervariasi, secara seksual maupun secara aseksual. Ketika bereproduksi secara aseksual, miselium terbagi-bagi menjadi bagian-bagian kecil yang nantinya tumbuh menjadi individu baru. Banyak spesies jamur yang melakukan reproduksi aseksual dan seksual menggunakan spora. Spora dibentuk di bagian atas miselium. Struktur ini memungkinkan spora menyebar dengan mudah, baik melalui angin atau perantara makhluk hidup lain. Terdapat juga jamur yang dapat menyemburkan sporanya meski oleh sentuhan air hujan, yaitu *Gastrum triple* (Gambar 3.19).



Sumber: Essentials of Biology, 1990

**Gambar 3.19**  
Cara jamur bereproduksi, contohnya pada *Gastrum triple*.  
(a) Semburan spora pada jamur *Gastrum triple* dapat terjadi oleh sentuhan air hujan. (b) Spora yang dihasilkan oleh *Gastrum triple*.

Tubuh jamur biasanya mengandung inti sel yang haploid. Pembelahan mitosis dari sel jamur yang haploid membentuk spora aseksual. Jika mencapai tempat yang menguntungkan, spora aseksual akan memulai pembelahan mitosis. Pembelahan ini menghasilkan miselium haploid baru yang secara genetis sama dengan induknya.

Adapun pembentukan spora seksual dimulai ketika dua inti haploid melakukan fusi dan menghasilkan zigot yang diploid. Zigot kemudian melakukan pembelahan miosis dan membentuk spora seksual yang haploid. Spora kemudian menyebar, berkecambah, dan membelah secara meiosis membentuk miselium haploid yang baru.

## Tugas Ilmiah 3.2

Bersama teman sebangku Anda, carilah literatur mengenai manfaat salah satu spesies kingdom Fungi. Kumpulkan data mengenai nama spesies, ciri morfologi, lingkungan tempat hidup, gambar, dan contoh pemanfaatannya. Pencarian literatur dapat dilakukan di perpustakaan sekolah, majalah, koran, dan melalui internet akan lebih baik. Tuliskan hasil temuan Anda dalam bentuk makalah. Penulisan makalah menggunakan kaidah-kaidah yang berlaku dan jangan lupa tuliskan sumber literatur Anda. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

### 3. Klasifikasi Jamur

Saat ini telah dikenal lebih dari 60.000 jenis jamur. Jamur diklasifikasikan berdasarkan cara reproduksinya menjadi tiga divisi, yaitu **Zygomycota**, **Ascomycota**, dan **Basidiomycota**. Berikut ini tabel ciri-ciri divisi pada jamur (Campbell, 1998: 576).

Tabel 3.4 Ciri-Ciri Kingdom Fungi

No	Divisi	Ciri
1	Zygomycota	Tidak bersepta, spora seksual dengan zigospora, dan spora aseksual dengan sporangiospora. Contohnya, <i>Rhizopus</i> .
2	Ascomycota	Bersepta, spora seksual dengan askospora, dan spora aseksual dengan konidiospora. Contohnya, <i>Saccharomyces</i> .
3	Basidiomycota	Bersepta, spora seksual dengan basidiospora, dan umumnya tidak memiliki spora aseksual. Contohnya, <i>Auricularia</i> .

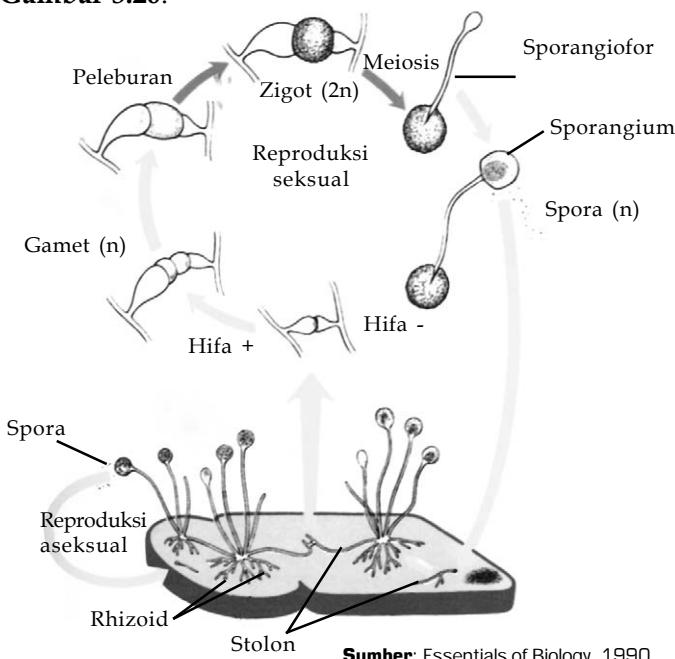
Sumber: Biology, 1998

#### a. Zygomycota

Zygomycota memiliki anggota sekitar 600 spesies. Genus Zygomycetes yang terkenal adalah *Rhizopus oryzae*. Jamur ini biasa dipergunakan untuk membuat tempe dan merupakan jamur hitam yang biasa tumbuh pada roti. Contoh spesies lain dari divisi ini, antara lain *Mucor* sp. dan *Pilobolus* sp.

Siklus hidup dari jamur *Rhizopus stolonifer* yang tumbuh pada roti, memperlihatkan siklus seksual dan aseksual Zygomycota. Hifa haploid dari Zygomycota tampak serupa, tetapi sebenarnya memiliki cara perkawinan yang berbeda.

Pada tipe perkawinan seksual, terjadi penggabungan dua nukleus memproduksi zigospora yang diploid. Struktur yang memiliki ketahanan terhadap lingkungan ekstrim ini menyebar melalui udara dan tetap berada dalam keadaan istirahat (**dorman**) sampai menemukan tempat yang memungkinkan untuk tumbuh. Zigospora kemudian melakukan meiosis dan membentuk sporangium yang berisi spora haploid. Spora haploid membentuk hifa baru. Hifa ini dapat berkembang biak secara aseksual dengan membentuk spora haploid atau melakukan perkawinan dengan membentuk zigospora. Perhatikan **Gambar 3.20**.



Sumber: Essentials of Biology, 1990

#### Kata Kunci

- Askospora
- Basidiospora
- Konidiospora
- Zigospora

Gambar 3.20

Siklus hidup hi opus sp.



## Kegiatan 3.2

### Jamur Roti

#### Tujuan

Menumbuhkan jamur pada roti dan mengamati beberapa faktor yang memengaruhinya

#### Alat dan Bahan

Lima buah kantung plastik transparan, lima potong roti tawar tanpa bahan pengawet, lup, air, kertas label, dan lemari pendingin.

#### Langkah Kerja

- Percikkan sedikit air pada lima potong roti. Masukkan potongan roti dalam setiap kantung plastik. Tutup atau ikat semua plastik sehingga kedap udara.
- Beri label plastik seperti berikut.
  - Kantung A, sedikit cahaya
  - Kantung B, cahaya kamar
  - Kantung C, cahaya terang
  - Kantung D, lemari pendingin
  - Kantung E, tempat hangat (di belakang lemari pendingin).
- Simpan kantung A pada tempat gelap, seperti di lemari atau di bawah tempat tidur. Simpan kantung B di meja kamar. Simpan kantung C di dekat jendela atau bawah lampu. Simpan kantung D di dalam lemari pendingin. Kantung E dapat disimpan di belakang lemari pendingin, pada tempat hangat.
- Periksa dan amati kantung setiap hari selama satu minggu. Gunakan lup (kaca pembesar) jika diperlukan.
- Perhatikan penampakan serta pertumbuhan jamur pada setiap kantung. Gambarkan serta tuliskan penampakan jamur tersebut dalam tabel seperti berikut.

Hari ke-	Kantung				
	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					

- Bagaimana hasil yang Anda peroleh? Diskusikan hasilnya bersama kelompok dan buatlah kesimpulannya. Presentasikan di depan kelas.

#### Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

- Pada kantung manakah perumbuhan jamur yang paling baik dan cepat?
- Jamur dengan warna apakah yang tumbuh pada potongan roti?
- Menurut Anda, jika roti yang tidak digunakan akan disimpan, tempat seperti apakah yang paling baik?
- Jamur berkembang biak menggunakan spora yang terbawa udara. Terangkan mengapa spora tersebut dapat memasuki kantung plastik yang tertutup.

#### b. Ascomycota

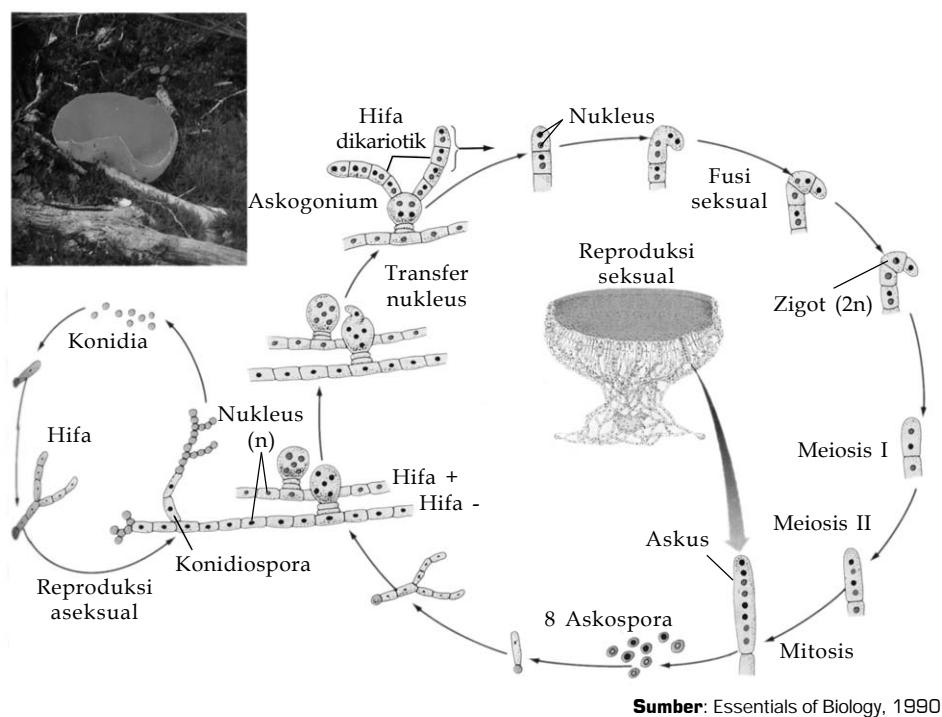
Ascomycota terdiri atas sekitar 30.000 spesies. Ascomycota disebut juga *sac fungi*. Diberi nama *sac fungi* karena memproduksi spora dari bagian reproduksi seksual yang berbentuk seperti kantung (*sac*). Beberapa Ascomycota hidup di dasar hutan yang berhumus tebal dan membentuk struktur reproduktif berbentuk mangkuk yang indah.

Siklus hidup Ascomycota terjadi secara seksual maupun aseksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan membentuk **konidia** yang merupakan hasil pembelahan ujung hifa. Ujung hifa membentuk

## Wawasan

### Biologi

Lichenes merupakan simbiosis dua organisme. Biasanya antara jamur Ascomycota dan alga hijau biru atau Cyanobacteria. Alga hijau memberikan nutrisi hasil fotosintesis kepada jamur, sedangkan jamur menjaga alga tetap menempel pada substrat dan terhindar dari kekeringan. Karena itulah, Lichenes mampu hidup pada tempat yang tidak dapat ditempati oleh organisme lain.



Divisi ini terdiri atas banyak jamur berwarna-warni yang tumbuh pada makanan, merusak buah, tanaman ladang, dan tumbuhan lain. Beberapa Ascomycota menyekresikan enzim selulase dan protease yang dapat merusak kain katun dan kain wool, terutama di tempat yang hangat dan lembap. Keadaan lingkungan tersebut dapat membuat jamur tumbuh dengan baik.

Akan tetapi, Ascomycota juga membawa keuntungan bagi tumbuhan melalui hubungan mutualisme dengan akar tanaman. Jamur *Neurospora*, di Jawa Barat dikenal sebagai jamur oncom untuk membuat oncom. *Aspergillus wentii* digunakan untuk mengubah amilum dan selulosa menjadi glukosa dalam pembuatan kecap dan tauco.

*Claviceps purpurea*, salah satu jamur anggota divisi Ascomycota, dapat menyerang tumbuhan dan memproduksi struktur yang disebut ergot. Struktur ini melepaskan mineral beracun yang salah satu bahan aktifnya adalah *lysergic acid diethylamide* (LSD). Jika zat halusinogen ini termakan oleh manusia, dapat menyebabkan orang tersebut tertawa terbahak-bahak, mengalami halusinasi, dan akhirnya mengalami kematian. *Saccharomyces* sp. (ragi) yang mengubah glukosa menjadi alkohol, serta *Penicillium notatum* termasuk anggota divisi ini.

#### c. Basidiomycota

Divisi Basidiomycota beranggotakan sekitar 25.000 spesies. Jamur ini mudah dikenal karena umumnya memiliki tubuh buah seperti payung. Walaupun sebagian jamur divisi ini dapat dikonsumsi, beberapa jamur dapat pula mematikan. Beberapa anggota dari genus *Amanita* (**Gambar 3.22a**) mengandung racun yang sangat mematikan. Beberapa jenis Basidiomycota juga dapat membahayakan tumbuhan, misalnya menyebabkan kematian pada tanaman ladang. Contoh Basidiomycota lainnya, yaitu *Auricularia polytricha* (jamur kuping), *Volvariella volvacea* (jamur merang), dan *Ganoderma*.

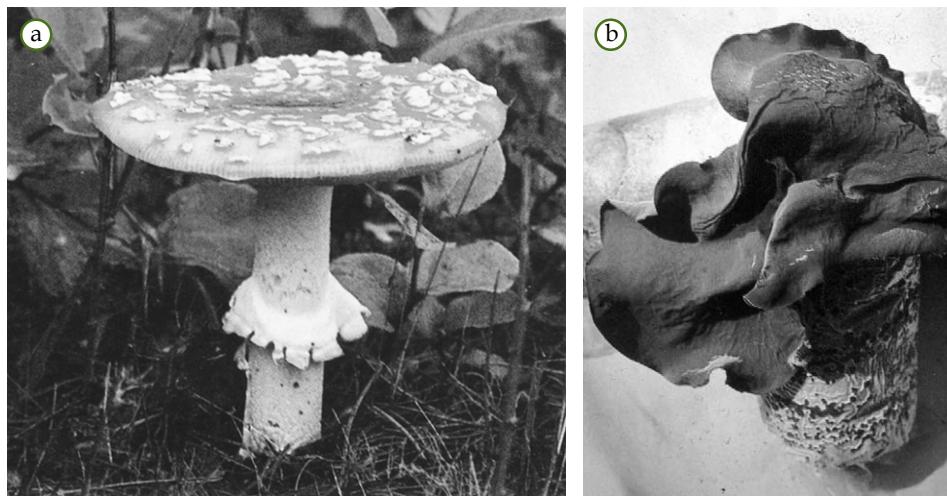
**Gambar 3.21**

Siklus hidup Ascomycota, yaitu *Pe i a aurantia*.

Apa yang membedakan reproduksi seksual dan aseksualnya?

## Kata Kunci

Askogonium  
Askokarp  
Konidiospora

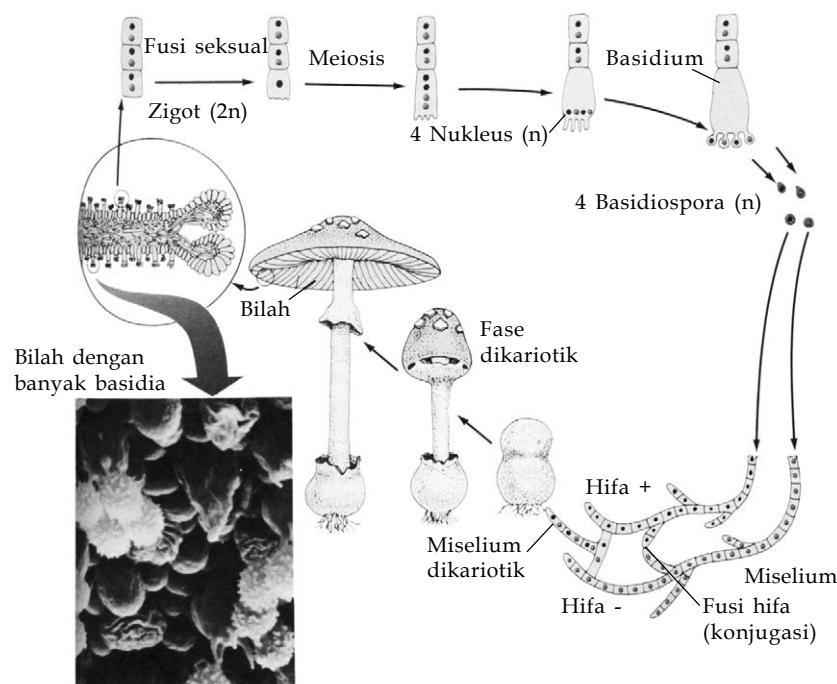


**Gambar 3.22**

(a) Amanita merupakan jamur beracun. (b) Jamur kuping (*Auricularia polytricha*) yang dapat dimakan.

Sumber: Biology: Concepts & Connections, 2006; rubus Galeri oto Jamur, 2001

Basidiomycota umumnya melakukan reproduksi secara seksual dalam siklus hidupnya. Basidiomycota melakukan konjugasi dalam kondisi yang menguntungkan dan membentuk miselium. Di bagian bawahnya terdapat bentuk seperti insang yang memproduksi sel diploid yang disebut **basidia**. Basidia membentuk basidiospora melalui meiosis dan melepaskan miliaran basidiospora ke udara atau ke air (Gambar 3.23).



**Gambar 3.23**

Siklus hidup Basidiomycota.

Sumber: Essentials of Biology, 1990

## Kegiatan 3.3

### Jamur pada Makanan

#### Tujuan

Mengamati bentuk jamur dari makanan

#### Alat dan Bahan

Mikroskop, kaca objek dan kaca penutup, pinset, air, tempe, roti berjamur (sebelum disimpan dalam tempat yang lembap 3-5 hari), dan nasi berjamur (sebelum disimpan dalam tempat yang lembap 3-5 hari).



### Langkah Kerja

1. Ambilah bagian jamur pada masing-masing makanan tadi (tempe, roti, dan nasi) yang seperti kapas, menggunakan pinset.
2. Letakkan jamur tersebut di atas kaca objek, kemudian tetesi dengan air.
3. Setelah itu, tutup dengan kaca penutup.
4. Amati jamur dari setiap makanan tadi di bawah mikroskop dengan perbesaran yang terkecil.
5. Diskusikan bersama kelompok Anda. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Apakah bentuk jamur dari setiap makanan memiliki bentuk yang sama?
2. Gambarkan dalam buku Anda bentuk tersebut jika berbeda.
3. Kesimpulan apakah yang dapat Anda ambil dari kegiatan tersebut?

## 4. Peranan Jamur bagi Manusia

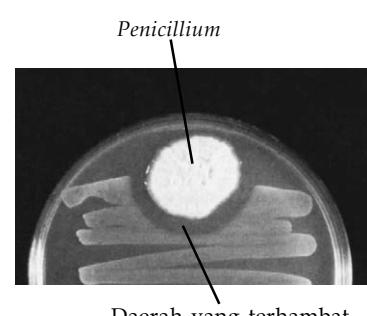
Jamur memiliki peranan yang cukup penting bagi manusia. Jamur kancing merupakan sumber protein bagi manusia. Ada pula fungsi jamur lain yang tidak terlihat, tetapi tak kalah pentingnya, yaitu sebagai pengurai. Peran ini sangat penting bagi ekosistem. Aktivitas ekstraselulernya membuat jamur berperan dalam menguraikan senyawa organik menjadi anorganik seperti karbon, nitrogen, fosfor, dan mineral lain yang dapat dipergunakan organisme lain.

Pada manusia, beberapa jamur dapat menyebabkan penyakit seperti jamur kaki, *histoplasmosis* (penyakit pada paru-paru), dan infeksi organ kelamin wanita. Jamur juga menyebabkan penyakit pada tanaman ladang. Jamur parasit dapat menyerang hama serangga atau Arthropoda lainnya sehingga dapat digunakan sebagai pengendali hama. Petani yang ingin mengurangi kebergantungan mereka terhadap pestisida yang beracun, berbahaya, dan mahal dapat mengganti metode menggunakan pengendali biologi yang berasal dari jamur.

Jamur dapat menghasilkan antibiotik (**Gambar 3.24**). Jamur juga berperan dalam memberikan nutrisi bagi manusia. Selain jamur yang dapat langsung dimakan, seperti jamur merang, jamur kuping, dan jamur *shitake*, jamur juga dapat digunakan untuk membuat roti, mengubah jus anggur menjadi minuman anggur, membuat tape, membuat keju, dan pembuatan tempe (**Gambar 3.25**).



Sumber: Dokumentasi Penerbit rubus Galeri oto Jamur, 2001; www.mykonet.com



**Sumber:** Biology: Concepts & Connections, 2006

**Gambar 3.24**

Penicillium mengeluarkan antibiotik penisilin yang menghambat pertumbuhan bakteri.

**Gambar 3.25**

Berbagai jenis jamur yang dapat dikonsumsi beserta hasil olahannya. (a) Tempe, (b) makanan kaleng, (c) jamur kuping, dan (d) jamur tiram.

Pernahkah Anda engomsumsinya?

## Tugas Ilmiah 3.3

Bersama kelompok Anda, carilah literatur mengenai budi daya jamur merang, tiram, kiping, atau kancing. Anda juga dapat mengunjungi tempat budidaya jamur tersebut. Kumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang cara pembudidayaan jamur. Kemudian, bersama kelompok Anda lakukan pembudidayaan jamur tersebut. Buatlah laporannya dan presentasikan di depan kelas.

## Soal Penguasaan Materi 3.2

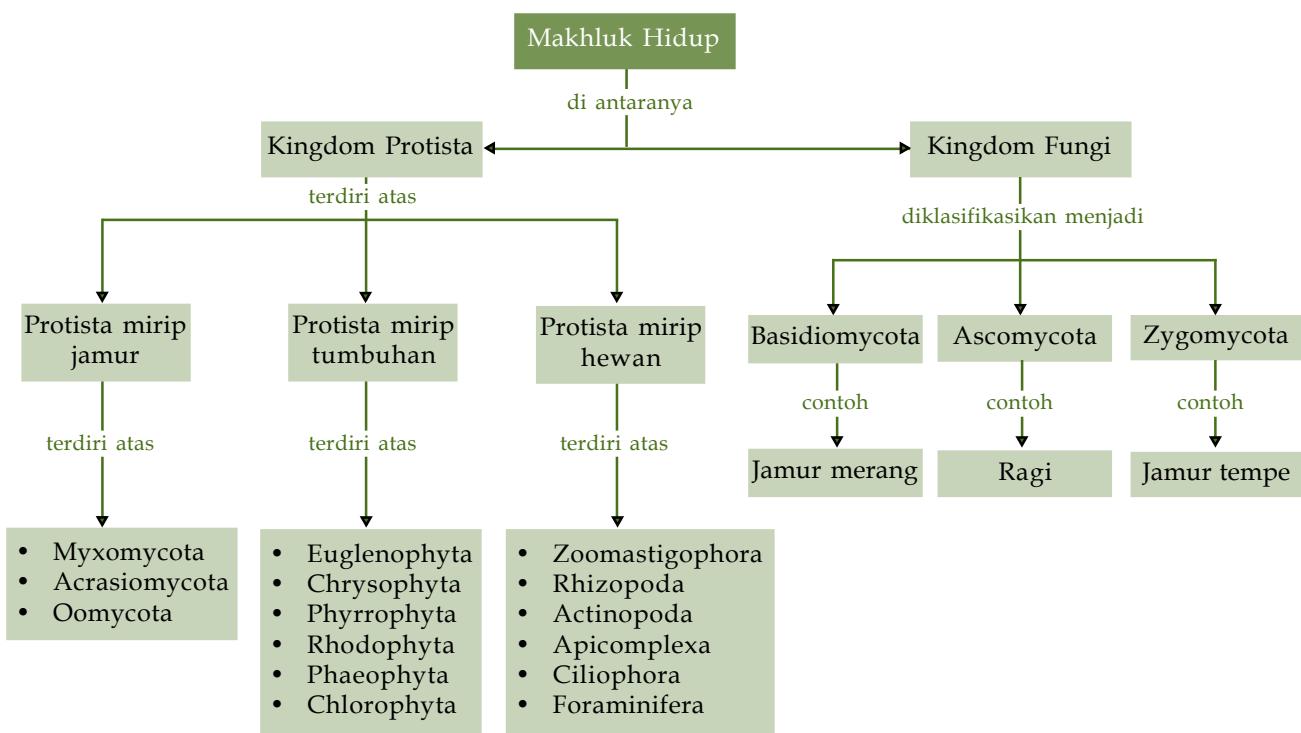
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Apa ciri-ciri Basidiomycota?
2. Sebutkan contoh jamur uniseluler dan multiseluler?
3. Jelaskan daur hidup jamur Zygomycota

## Rangkuman

1. Protista merupakan salah satu kingdom yang memiliki kelompok mirip dengan makhluk lainnya. Di antaranya adalah Protista mirip jamur, Protista mirip tumbuhan, dan Protista mirip hewan.
2. Anggota dari Protista mirip jamur terdiri atas Myxomycota, Acrasiomycota, dan Oomycota.
3. Protista mirip tumbuhan terdiri atas Euglenophyta, Chrysophyta, Phyrrophyta, Bacillariophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, dan Chlorophyta. Walaupun Protista mirip tumbuhan bersifat autotrof, banyak anggotanya merupakan organisme satu sel mikroskopis. Organisme makroskopisnya merupakan organisme multiseluler mirip tumbuhan, disebut talus.
4. Protista mirip hewan umumnya organisme satu sel mikroskopis yang bersifat heterotrof. Protista ini dapat bergerak aktif dan diklasifikasikan berdasarkan alat geraknya, antara lain menjadi Zoomastigophora, Rhizopoda, Actinopoda, Apicomplexa, Ciliophora, dan Foraminifera.
5. Fungi (jamur) merupakan makhluk hidup satu sel dan banyak sel yang bersifat heterotrof. Jamur mendapatkan makanan dengan mengeluarkan enzim untuk mengurai makanan menjadi zat-zat sederhana sehingga dapat diserap jamur. Berdasarkan septa dan cara reproduksinya, kingdom Fungi dibedakan menjadi Zygomycota, Ascomycota, dan Basidiomycota.

# Peta Konsep



## Kaji Diri

Dapatkah Anda memahami materi bab ini? Apakah Anda menemui kesulitan dalam memahami materi bab ini? Jika menemukannya, diskusikan bersama guru Anda atau teman Anda!

Dalam bab ini, Anda telah mempelajari dua kingdom, yaitu kingdom Protista dan kingdom Fungi. Telah Anda ketahui bahwa beberapa anggota dari kingdom Protista dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Oleh karena itu, jagalah

badan dan lingkungan sekitar Anda agar terhindar dari penyakit yang disebabkan oleh anggota kingdom Protista.

Akan tetapi, selain menyebabkan penyakit, beberapa anggota kingdom Protista dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan berprotein tinggi, seperti halnya beberapa anggota kingdom Fungi. Dapatkah Anda menyebutkan manfaat lain dari mempelajari bab ini?

## Evaluasi Materi Bab 3

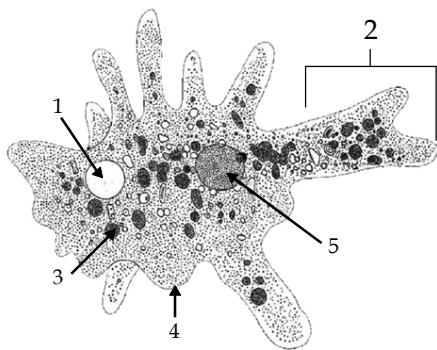
A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Alga merupakan Protista ....
  - a. besar
  - b. uniseluler
  - c. mirip hewan
  - d. multiseluler
  - e. amoeboid
2. Sel pada Protista telah memiliki membran inti atau disebut juga organisme ....
  - a. uniseluler
  - b. multiseluler
  - c. prokariotik
  - d. tingkat tinggi
  - e. eukariotik
3. Ciri-ciri Basidiomycota adalah ....
  - a. semua anggotanya bersifat mikroskopis dan saprofit
  - b. semua hifanya berinti satu dan bersifat diploid
  - c. hifanya bercabang-cabang tidak bersekat dan bersifat dikariotik
  - d. basidiospora dan konidiospora sebagai hasil reproduksi generatif dan vegetatif
  - e. basidium berbentuk papan, payung, benang, atau seperti kuping
4. Pembuatan tape dari beras ketan dengan bantuan ragi merupakan proses ...
  - a. fragmentasi
  - b. hidrolisis
  - c. fermentasi
  - d. degradasi
  - e. fosforilasi
5. Di bawah ini adalah daur hidup *Ulva*. Talus gametofit ditunjukkan oleh nomor ....
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
  - e. 5

The diagram illustrates the life cycle of Ulva. It shows a circular path with five numbered stages: 1. A large green oval representing the Gametophyte. 2. A small dark oval representing the Zygospore. 3. A small green oval representing the Gametophyte. 4. A small dark oval representing a Gamete. 5. A small green oval representing the Gametophyte. Arrows indicate a clockwise cycle between these stages.
6. Rhodophyta tampak berwarna merah karena pada alga tersebut terkandung pigmen ....
  - a. karoten
  - b. fikoeritrin
  - c. fikosianin
  - d. fikosantin
  - e. klorofil
7. Alga mempunyai klorofil sehingga dapat berfotosintesis. Dalam ekosistem perairan, alga berperan sebagai ....
  - a. produsen
  - b. saprofit
  - c. pengurai
  - d. konsumen
  - e. dekomposer
8. *Spirulina* adalah alga yang dapat digunakan sebagai sumber makanan pada masa yang akan datang. Alga ini termasuk kelompok alga ....
  - a. hijau-biru
  - b. hijau
  - c. merah
  - d. pirang
  - e. keemasan
9. Cara penyebaran Zygomycota adalah dengan ....
  - a. spora
  - b. sporangium
  - c. hifa
  - d. miselium
  - e. zoospora
10. Pembuatan tempe dari kedelai memerlukan bantuan jamur ....
  - a. *Rhizopus* dari divisi Zygomycota
  - b. *Mucor* dari divisi Zygomycota
  - c. *Rhizopus* dari divisi Ascomycota
  - d. *Mucor* dari divisi Ascomycota
  - e. *Neurospora* dari divisi Basidiomycota
11. Myxomycota memiliki fase amoeboid yang memiliki inti banyak. Fase ini disebut ....
  - a. zoospora
  - b. zigospora
  - c. plasmodium
  - d. hifa
  - e. miselium
12. Protista yang mirip tumbuhan uniseluler disebut juga ....
  - a. Dinoflagellata
  - b. Zooplankton
  - c. Fungi
  - d. Fitoplankton
  - e. Alga
13. Protista yang bergerak dengan menggunakan pseudopodia atau kaki semu adalah Protista dengan filum ....
  - a. Zoomastigophora
  - b. Rhizopoda
  - c. Ciliophora
  - d. Foraminifera
  - e. Actinopoda



14. Perhatikan gambar *Amoeba* berikut.



Bagian yang merupakan kantung makanan atau vakuola makanan adalah ....

- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
15. Berikut adalah jamur yang dapat dikonsumsi, *kecuali* ....
- jamur merang
  - jamur *Amanita*
  - jamur kuping
  - jamur tiram
  - jamur kancing
16. Pada Ascomycota, bagian yang menghasilkan konidia adalah ....
- sporangiofor
  - osteospora
  - hifa
  - nukleus
  - konidiospora
17. Berikut adalah salah satu contoh jamur genus Zygomycota ....
- Rhizopus oryzae*
  - Amanita muscaria*
  - Selaginella* sp.
  - Pleurotus ostreatus*
  - Volvariella volvacea*
18. Pada Ascomycota, peleburan askogonium dan anteridium menghasilkan hifa. Ujung hifa tersebut akan membentuk ....
- hifa yang baru
  - miselium
  - tudung jamur
  - batang
  - tubuh buah
19. Peranan jamur bagi manusia adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
- dekomposer
  - bahan makanan
  - sebagai pengendali hama
  - sebagai bahan material bangunan
  - bahan kosmetik
20. Salah satu manfaat jamur bagi manusia dalam hal makanan adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
- pembuatan tempe
  - pembuatan tape
  - pembuatan minuman anggur
  - pembuatan keju
  - sebagai bahan penjernih air

#### B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda

- Sebutkan manfaat Protista.
- Jelaskan cara penularan penyakit malaria.
- Jelaskan daur hidup Zygomycota.
- Sebutkan 3 jenis jamur beserta manfaatnya bagi manusia.
- Sebutkan tiga manfaat kingdom Fungi.

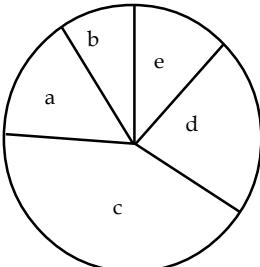
#### Soal Tantangan

- Dewasa ini banyak penelitian tentang manfaat *Chlorella sorokiniana*. Alga ini diprediksi mempunyai khasiat obat dan sebagai sumber makanan di masa depan. Menurut Anda, mengapa alga ini dapat dikatakan sebagai sumber makanan pada masa depan?
- Jamur dapat hidup diberbagai jenis habitat, termasuk di tubuh manusia. Oleh karena sifatnya yang parasit, kehadiran jamur di tubuh ternyata menimbulkan dampak negatif. Beberapa jenis penyakit, seperti panu, kadas, dan kurap disebabkan oleh jamur. Pada bagian tubuh mana saja jamur dapat berkembang biak? Bagaimana cara memelihara tubuh agar tidak ditumbuhi oleh jamur?



# Evaluasi Materi Semester 1

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Suatu populasi menempati daerah dataran rendah sampai dengan dataran tinggi. Dalam kondisi tersebut terjadi variasi ....
  - a. gen meningkat
  - b. gen menurun
  - c. jenis meningkat
  - d. jenis menurun
  - e. ekosistem konstan
2. Mikroorganisme dibahas lebih dalam pada cabang Biologi ....
  - a. Botani
  - b. Virologi
  - c. Mikrobiologi
  - d. Bioteknologi
  - e. Fisiologi hewan
3. 1. menentukan hipotesis  
2. kesimpulan  
3. menguji hipotesis  
4. merumuskan masalah  
Susunan dalam suatu penyelidikan ilmiah yang benar adalah ....
  - a. 1 – 3 – 2 – 4
  - b. 4 – 1 – 3 – 2
  - c. 4 – 3 – 2 – 1
  - d. 3 – 1 – 2 – 4
  - e. 3 – 4 – 1 – 2
4. Perhatikan diagram pai berikut tentang jumlah penduduk di suatu tempat.

Kategori	Persentase
a	30%
b	10%
c	40%
d	10%
e	10%

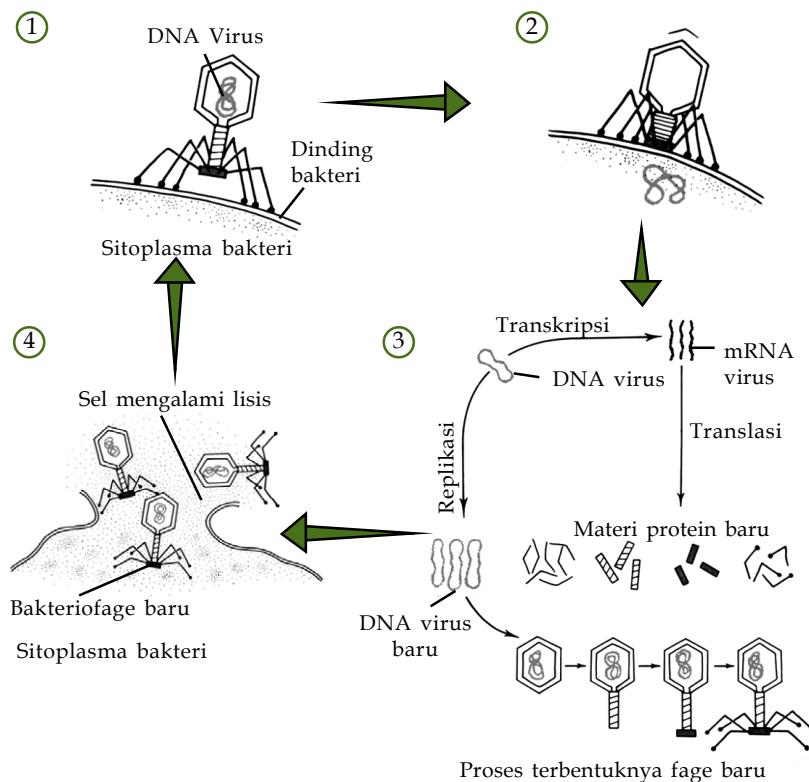
Dari grafik kue pie tersebut, jumlah penduduk yang terbanyak ditunjukkan oleh huruf ....
  - a. a
  - b. b
  - c. c
  - d. d
  - e. e
5. Berikut yang merupakan contoh dari satu biome adalah ....
  - a. kolam ikan
  - b. sawah
  - c. tundra
6. d. kebun kelapa  
e. danau
7. 6. Cabang Biologi tentang struktur dan fungsi sel adalah ....
  - a. sitologi
  - b. parasitologi
  - c. embriologi
  - d. organologi
  - e. fisiologi
8. 7. Berikut merupakan faktor abiotik pada suatu lingkungan, *kecuali* ....
  - a. tanah
  - b. suhu
  - c. angin
  - d. cacing
  - e. angin
9. 8. Cabang ilmu Biologi tentang burung adalah ....
  - a. Virologi
  - b. Entomologi
  - c. Sitologi
  - d. Ornitologi
  - e. Embriologi
10. 9. Pada manusia, virus influenza menyerang ....
  - a. kulit
  - b. organ vital
  - c. bagian rongga mulut
  - d. daya tahan tubuh
  - e. membran trachea
11. 10. Pemanfaatan bakteri untuk mendapatkan insulin secara teknologi bagi kehidupan manusia dapat dilakukan dengan cara ....
  - a. kultur jaringan
  - b. rekayasa genetika
  - c. pembuatan vaksin
  - d. mutasi dan hibridisasi
  - e. fermentasi
12. 11. Berikut ini adalah beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus, *kecuali* ....
  - a. influenza
  - b. herpes
  - c. AIDS
  - d. polio
  - e. malaria
13. 12. Pada reproduksi secara konjugasi, organisme yang dibentuk pada akhir proses tersebut berjumlah ....
  - a. satu organisme
  - b. dua organisme
  - c. tiga organisme
  - d. delapan organisme
  - e. enam belas organisme



13. Virus mempunyai ciri dan sifat berikut, *kecuali* ....
- tidak memiliki satu macam asam nukleat
  - tidak memiliki sitoplasma, inti, dan selaput plasma
  - bentuk dan ukurannya bervariasi
  - dapat aktif pada makhluk hidup tertentu
  - untuk reproduksinya hanya memerlukan bahan organik saja
14. Di bawah ini adalah penyakit yang disebabkan oleh virus.
- New Castle Disease (NCD)*
  - Citrus Vein Pholem Degeneration (CVPD)*
  - Foot and Mouth Disease (FMD)*
  - Tobacco Mosaic Virus (TMV)*
  - Tungro*
- Penyakit yang menyerang tumbuhan adalah ....
- 1, 4, dan 5
  - 2, 3, dan 4
  - 2, 4, dan 5
  - 3, 4, dan 5
  - 1, 2, dan 3
15. Bakteri Halofilik merupakan anggota Archaeabacteria yang memiliki ciri-ciri ....
- hidup pada lingkungan kadar garam tinggi
  - hidup pada lingkungan kadar garam rendah
  - hidup pada lingkungan dengan suhu tinggi
  - hidup pada lingkungan dengan suhu rendah
  - hidup pada lingkungan kadar asam tinggi
16. Kehidupan ganggang sangat dipengaruhi oleh keadaan cahaya, karbon dioksida, oksigen, dan suhu air. Faktor-faktor tersebut berkaitan dengan aktivitas hidup berupa ....
- pertumbuhan
  - reproduksi
  - gerak
  - metabolisme
  - perkembangan
17. Lichenes merupakan tumbuhan perintis karena memiliki sifat-sifat berikut, *kecuali* ....
- tahan kekeringan
  - membutuhkan mineral dari debu
  - menghasilkan enzim yang mampu mengurai batuan
  - tahan terhadap polusi udara
  - pada waktu kurang air mampu melakukan fotosintesis
18. Ciri-ciri Protozoa antara lain:
- uniseluler;
  - sel bersifat eukariotik;
  - mempunyai pseudopodia;
  - mempunyai alat gerak berupa rambut halus;
  - hanya mempunyai makronukleus saja.
- Dari ciri-ciri tersebut yang merupakan ciri kelas Ciliophora adalah ....
- 1,2, dan 4
  - 1, 4, dan 5
  - 2, 4, dan 4
19. Jamur berikut yang pembentukan sporanya dalam basidium adalah ....
- 
- (1) (2) (3) (4) (5)
- 2, 4, dan 5
  - 3, 4, dan 5
20. Eutrofikasi dalam suatu ekosistem air akan mengakibatkan kematian hewan air. Hal ini disebabkan air banyak mengandung ....
- oksigen
  - senyawa organik
  - $\text{CO}_2$  dan sedikit  $\text{O}_2$
  - $\text{O}_2$  dan sedikit  $\text{CO}_2$
  - mineral
21. Alga dapat meningkatkan kadar oksigen dalam air, karena alga ....
- memiliki talus
  - sebagai produsen
  - merupakan plankton
  - mampu menyerap sinar matahari
  - bertindak sebagai gulma air
22. Penyakit malaria disebabkan oleh gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang mengandung *Plasmodium*. *Plasmodium* merupakan Protista dari filum ....
- Zoomastigophora*
  - Rhizopoda*
  - Apicomplexa*
  - Actinophora*
  - Ciliophora*
23. Berikut adalah contoh jamur dari Basidiomycota, yaitu ....
- Peziza aurontia*
  - Auricularia polytricha*
  - Claviceps purpurea*
  - Rhizopus* sp.
  - Gastrum triple*
24. Yoghurt adalah salah satu minuman olahan yang pembuatannya dibantu oleh ....
- jamur
  - spora
  - virus
  - bakteri
  - ganggang
25. Protista yang dapat menyebabkan gelombang merah yang dapat mematikan ikan-ikan adalah ....
- plankton
  - Dinoflagellata
  - zooplankton
  - fitoplankton
  - Diatom

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar.

1. Mengapa Biologi perlu dipecah menjadi cabang-cabang Biologi yang lebih spesifik?
2. Di dalam suatu penelitian, hipotesis yang sedang diuji tidak sesuai dengan hasil yang didapatkan. Apa yang harus dilakukan?
3. Jelaskan tiga manfaat bakteri bagi kehidupan manusia.
4. Jelaskan secara singkat perbedaan Virus, Monera, Protista, dan Fungi.
5. Sebutkan ciri-ciri virus.
6. Berikut adalah gambar siklus litik pada virus.
7. Sebutkan pengaruh atau dampak positif maupun negatif virus bagi kehidupan manusia.
8. Jelaskan proses reproduksi seksual pada *Rhizopus*.
9. Sebutkan empat manfaat jamur bagi kehidupan manusia.
10. Apa perbedaan dan persamaan antara jamur dan tumbuhan tingkat tinggi?

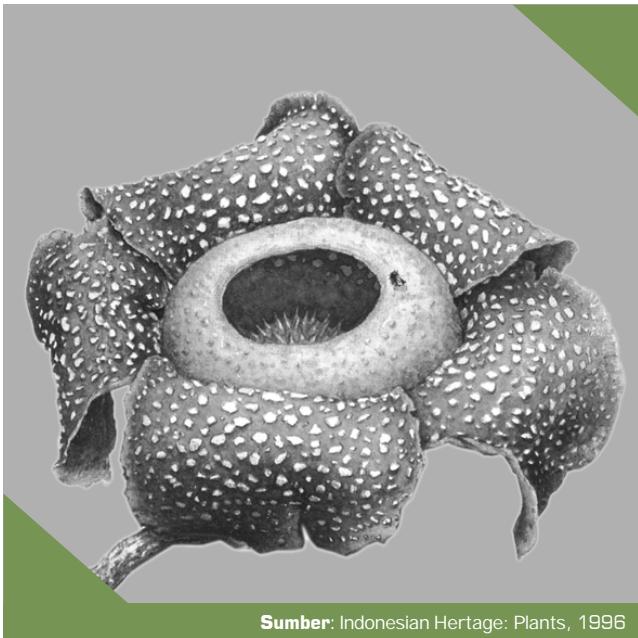


Berdasarkan gambar tersebut, jelaskan siklus litik pada virus.

# 4

## Bab 4

# Keanekaragaman Hayati



Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami manfaat keanekaragaman hayati. Hal itu dapat Anda kuasai jika dapat mendeskripsikan konsep keanekaragaman gen, jenis, dan ekosistem melalui kegiatan pengamatan.

- A. Tingkat Keanekaragaman Hayati**
- B. Keanekaragaman Hayati Indonesia**

Anda telah mempelajari tentang makhluk hidup yang berukuran kecil, pada bab ini Anda akan mempelajari hewan dan tumbuhan dengan ukuran yang beragam. Anda tertarik?

Apakah Anda sering memerhatikan kebun di dekat rumah atau sekolah Anda? Makhluk hidup apa sajakah yang terdapat di tempat tersebut? Beraneka ragam, bukan? Ada tumbuhan, kupu-kupu, burung, kumbang, dan lainnya. Semua jenis makhluk hidup tersebut merupakan contoh dari keanekaragaman hayati.

Indonesia memiliki hutan hujan tropis yang luas. Hutan hujan tropis terkenal dengan keanekaragaman hayati yang tinggi. Berapa banyak keanekaragaman hayati yang ada di tempat tersebut? Pastinya banyak dan beraneka ragam. Untuk menjaga serta melestarikan keanekaragaman hayati, usaha apa saja yang harus dilakukan? Langkah nyata apa yang dapat kita lakukan untuk berpartisipasi aktif menjaga keanekaragaman hayati ini?

Anda dapat menemukan jawaban semua pertanyaan tersebut dengan memahami bab ini. Pelajarilah bab ini dengan penuh semangat untuk manambah wawasan Anda sebagai wujud rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa.

## Soal Pramateri

1. Apa yang dimaksud dengan keanekaragaman?
2. Sebutkan beberapa contoh hewan khas Indonesia.
3. Bagaimana cara menjaga kelestarian alam?

## A Tingkat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati disebut juga **biodiversitas**. Kata ini merupakan serapan langsung dari kata *biodiversity*. Keanekaragaman hayati terbentuk karena adanya keseragaman (kesamaan) dan keberagaman (perbedaan) sifat atau ciri makhluk hidup. Keanekaragaman dapat dilihat antara lain dari perbedaan bentuk, ukuran, warna, jumlah, dan faktor fisiologis. Akan tetapi, apakah Anda mengetahui bahwa dalam setiap spesies yang sama juga masih terdapat perbedaan? Dapatkan Anda menyebutkan contohnya?

Makhluk hidup yang ada di dunia ini beraneka ragam dalam berbagai tingkatan. Makhluk hidup berbeda-beda pada tingkat genetik, spesies, bahkan pada tingkat yang lebih luas, yaitu pada tingkat ekosistem. Mengapa makhluk hidup berbeda-beda?

Sebelum lebih jauh mempelajari materi tentang keanekaragaman hayati, kerjakan aktivitas berikut agar Anda mengingat kembali materi keanekaragaman hayati.

### Kegiatan 4.1

#### Pengamatan Keanekaragaman Hayati

##### Tujuan

Menunjukkan keanekaragaman hayati di lingkungan sekolah

##### Alat dan Bahan

Tali plastik, alat tulis, dan buku tulis.

##### Langkah Kerja

1. Pilihlah suatu lokasi di halaman sekolah yang menurut Anda menarik dan memungkinkan untuk dilakukan pengamatan keanekaragaman hayatinya.
2. Batasi wilayah tersebut menggunakan tali plastik membentuk bujursangkar (berukuran  $10 \times 10$  meter).
3. Kemudian, amati jenis tumbuhan dan hewan yang ada pada wilayah tersebut. Amati ciri-cirinya dan tuliskan pada buku catatan hasil pengamatan Anda di dalam tabel seperti di bawah ini.

No	Nama Organisme	Ciri-Ciri Morfologi		
		Bentuk Tubuh	Ukuran Tubuh	Warna Tubuh
1	Semut hitam			
2				
3				

4. Kesimpulan apakah yang Anda peroleh dari kegiatan ini? Diskusikanlah bersama kelompok Anda. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

##### Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

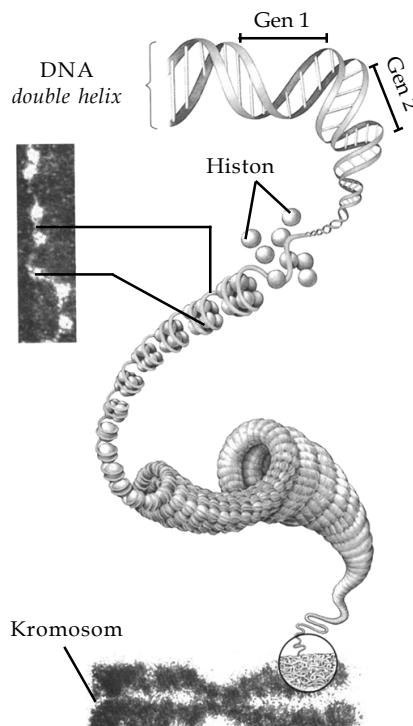
1. Berapakah jumlah spesies makhluk hidup yang Anda peroleh?
2. Samakah hasil pengamatan Anda dengan hasil pengamatan teman Anda?
3. Dapatkan Anda menjelaskan mengapa makhluk hidup yang Anda temukan tersebut beraneka ragam?

### 1. Keanekaragaman Tingkat Genetik

Gen adalah materi hereditas di dalam kromosom yang mengendalikan sifat makhluk hidup (**Gambar 4.1**). Gen terdapat di setiap inti sel makhluk hidup. Gen pada makhluk hidup memiliki perangkat dasar yang sama, tetapi memiliki susunan yang berbeda. Hal ini menyebabkan setiap makhluk hidup memiliki **fenotipe** maupun **genotipe** yang berbeda.



Sifat fenotipe makhluk hidup merupakan sifat hasil ekspresi gen yang terlihat. Misalnya, pada tumbuhan warna daun hijau tua, bentuk daun lebar, jenis batang melebar. Adapun sifat genotipe adalah tipe susunan gen yang dimiliki makhluk hidup tersebut. Contohnya, dua orang wanita yang memiliki rambut hitam keriting. Meskipun keduanya memiliki rambut hitam keriting, namun genotipenya mungkin saja berbeda. Misalnya, satu orang bergenotipe homozigot dan satu orang lagi bergenotipe heterozigot. Mungkin Anda ingat tentang homozigot dan heterozigot? Untuk mengingat materi tentang Genetika, Anda dapat membuka kembali buku pelajaran Biologi Kelas IX (SMP Kelas III).



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

#### Gambar 4.1

Gambar kromosom. Kromosom membawa rantai DNA (deoxyribonucleic acid) yang merupakan sumber keanekaragaman genetik. Suatu susunan DNA dapat terekspresikan sebagai gen yang berbeda.

Keanekaragaman tingkat gen menimbulkan **variasi** antarindividu dalam satu spesies. Contoh keanekaragaman tingkat gen yang mudah diamati adalah adanya perbedaan warna merah dan hitam pada ikan koi (Gambar 4.2); adanya buah manis dan buah asam pada satu pohon mangga yang sama; dan perbedaan warna kuning, merah, atau putih pada biji jagung.



Sumber: rubus, 1993

#### Gambar 4.2

Contoh keanekaragaman tingkat gen. Keanekaragaman genetik pada ikan koi terlihat dengan adanya perbedaan corak dan warna tubuh. Menarik, bukan?



## Kata Kunci

- Abiotik
- Biotik
- Keanekaragaman tingkat ekosistem
- Keanekaragaman tingkat spesies

Anda perlu memahami juga bahwa variasi gen dipengaruhi juga oleh lingkungan. Oleh karena itu, selain dipengaruhi gen, ciri fenotipe yang tampak dari suatu spesies juga dipengaruhi lingkungan. Oleh karena itu, dua individu dalam suatu spesies dengan susunan gen yang sama, belum tentu memiliki ciri yang sama pula.

## 2. Keanekaragaman Tingkat Spesies

Suatu individu dikatakan satu spesies dengan individu lainnya jika dalam kondisi alami keduanya mampu melakukan perkawinan. Selain itu, dari perkawinannya tersebut dapat dihasilkan keturunan yang **fertil** (subur).

Keanekaragaman tingkat spesies merupakan tingkatan keanekaragaman yang mudah dilihat. Keanekaragaman tingkat spesies ditunjukkan dengan adanya jenis-jenis tumbuhan, hewan, serta mikroorganisme yang berbeda-beda.

Saat ini di dunia terdapat lebih dari 325.000 spesies tumbuhan, 1.600.000 spesies hewan, dan 160.000 spesies mikroorganisme. Jumlah tersebut setiap tahunnya dapat terus berubah dengan terus dilakukannya penelitian-penelitian terhadap makhluk hidup dan penemuan spesies-spesies baru. Setiap spesies makhluk hidup tersebut memiliki ciri-ciri khusus yang membedakannya dengan spesies lainnya.

Contoh keanekaragaman spesies yang mudah untuk dipahami adalah keanekaragaman tingkat spesies yang ditemukan pada keluarga kucing-kucingan (famili Felidae). Dari keanekaragaman tersebut, kita mengenal adanya kucing, harimau, singa, dan cheetah (**Gambar 4.3**). Dapatkankah Anda menyebutkan contoh lainnya?

**Gambar 4.3**

Keanekaragaman yang terdapat pada Felidae. (a) Kucing, (b) harimau, dan (c) cheetah merupakan spesies yang berbeda.



**Sumber:** Biology: Exploring Life, 1999; Indonesian Heritage: Plants, 1996

## 3. Keanekaragaman Tingkat Ekosistem

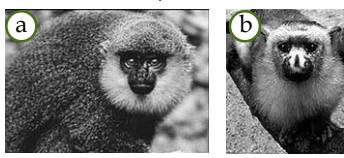
**Ekosistem** berarti suatu kesatuan yang dibentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup (**komponen biotik**) dan lingkungannya (**komponen abiotik**). Setiap ekosistem memiliki ciri-ciri lingkungan fisik, lingkungan kimia, tipe vegetasi, dan tipe hewan yang spesifik. Kondisi lingkungan makhluk hidup ini sangat beragam. Kondisi lingkungan yang beragam tersebut menyebabkan jenis makhluk hidup yang menempatinya beragam pula. Keanekaragaman seperti ini disebut sebagai keanekaragaman tingkat ekosistem.

Faktor abiotik yang memengaruhi faktor biotik di antaranya adalah iklim, tanah, air, udara, suhu, angin, kelembapan, cahaya, mineral, dan tingkat keasaman. Variasi faktor abiotik menimbulkan kondisi berbeda pada setiap ekosistem. Untuk mengetahui adanya keanekaragaman hayati pada tingkat ekosistem, dapat dilihat dari satuan atau tingkatan organisasi kehidupan di tempat tersebut.

## Wawasan

### Biologi

Hingga tahun 2002, telah ditemukan 13 spesies monyet baru di hutan Amazon, Brazil. Di antaranya adalah spesies  
a. *Collicebus bernhardi* dan  
b. *Caliceas stephennashi*.



**Sumber:** www.bbc.co.uk

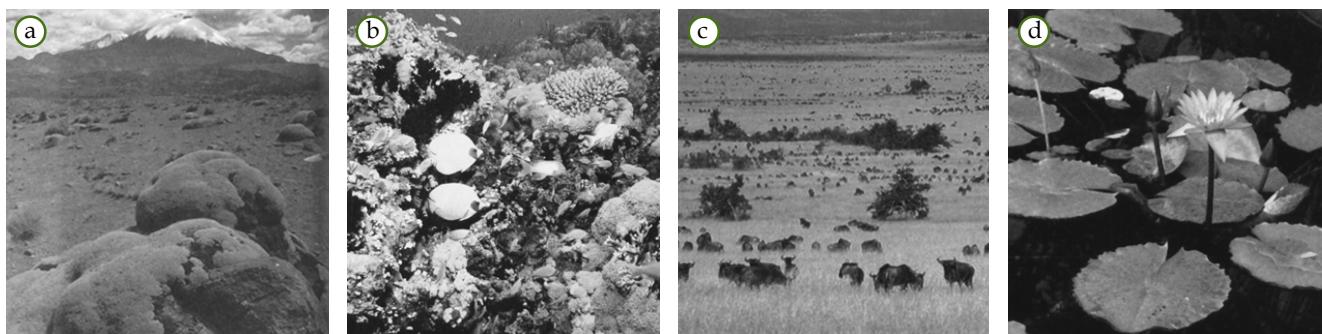


Secara garis besar, terdapat dua ekosistem utama, yaitu **ekosistem daratan** (eksosistem terestrial) dan **ekosistem perairan** (ekosistem aquatik). Ekosistem darat terbagi atas beberapa bioma, di antaranya bioma gurun, bioma padang rumput (savana), bioma hutan gugur, dan bioma hutan hujan tropis, bioma taiga, dan bioma tundra.

**Bioma** diartikan sebagai kesatuan antara iklim dominan dan vegetasi serta hewan yang hidup di dalam iklim dominan tersebut. Adapun ekosistem perairan dapat dibagi menjadi ekosistem perairan tawar, ekosistem laut, ekosistem pantai, ekosistem hutan bakau, dan ekosistem terumbu karang (**Gambar 4.4**). Pembahasan mengenai ekosistem dapat Anda pelajari lebih jelas pada Bab 7.

**Gambar 4.4**

Contoh beberapa jenis ekosistem di antaranya  
 (a) bioma tundra, (b) ekosistem air laut, (c) bioma savana, dan  
 (d) ekosistem air tawar.



Sumber: Essentials of Biology, 1990; Botany, 1995

## Soal Penguasaan Materi 4.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Jelaskan perbedaan keanekaragaman hayati pada tingkat gen, spesies, dan ekosistem.
2. Apa yang menjadi syarat utama suatu makhluk hidup tergolong dalam satu spesies?
3. Faktor apa yang paling besar pengaruhnya terhadap keanekaragaman tingkat ekosistem?

## B Keanekaragaman Hayati Indonesia

Indonesia terletak pada garis  $6^{\circ}\text{LU}$  -  $11^{\circ}\text{LS}$  dan  $95^{\circ}\text{BT}$  -  $141^{\circ}\text{BT}$ . Dengan demikian, Indonesia terletak di daerah beriklim tropis dan dilewati oleh garis khatulistiwa. Letak ini menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Indonesia pun memiliki berbagai jenis ekosistem, seperti ekosistem perairan, ekosistem air tawar, rawa gambut, hutan bakau, terumbu karang, dan ekosistem pantai.

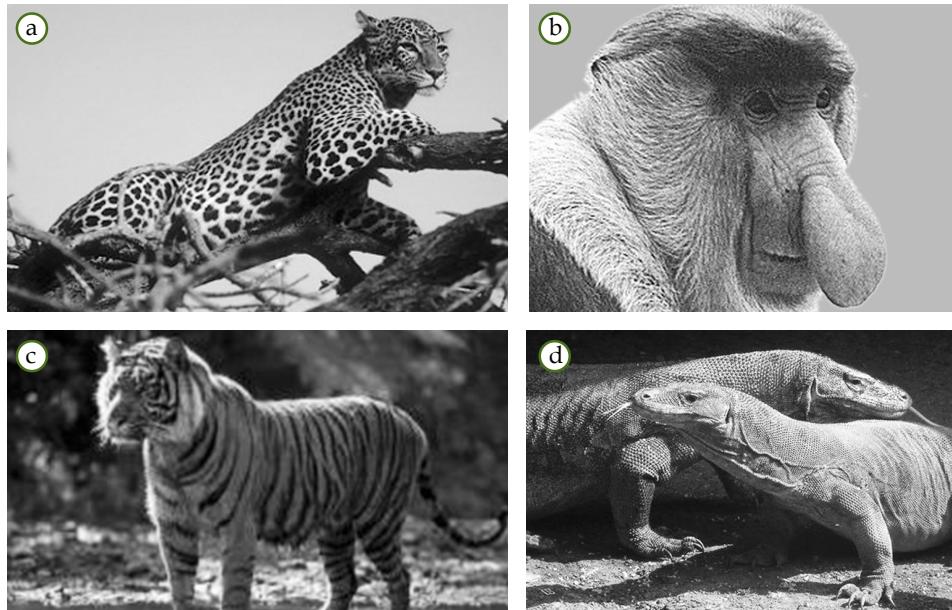
### 1. Penyebaran Keanekaragaman Hayati

Beragam tumbuhan, hewan, jamur, bakteri, dan jasad renik lain banyak terdapat di Indonesia. Sekitar 40.000 jenis tumbuhan, 350.000 jenis hewan, 5.000 jenis jamur, dan 1.500 jenis Monera berada di Indonesia. Bahkan banyak jenis makhluk hidup yang merupakan makhluk hidup **endemik** atau hanya ditemukan di suatu daerah saja. Misalnya, komodo (*Varanus komodoensis*) di Pulau Komodo; burung cendrawasih (*Paradisaea* sp.), walabi (*Makropus agilis*), kadal berjumbai (*Chlamydosaurus kingii*), dan kanguru pohon (*Dendrolagus inustus*) di Papua; bekantan (*Nasalis larvatus*) di Kalimantan; harimau sumatra (*Panthera tigris*) dan siamang (*Hylobates* sp.) di Sumatra; macan tutul jawa (*Panthera pardus*) di Jawa; serta anoa (*Bubalus depressicornis*) dan maleo (*Macrocephalon maleo*) di Sulawesi (**Gambar 4.5**).

### Wawasan Biologi

Berdasarkan laporan yang dilakukan International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), sedikitnya 15 spesies telah punah dalam 20 tahun terakhir dan 12 spesies dapat bertahan hidup karena dipelihara dan dikembangbiakkan

Sumber: Kompas, 26 November 2004



Gambar 4.5

Beberapa jenis hewan endemik

yang terdapat di Indonesia.

- (a) Macan tutul jawa,
- (b) bekantan, (c) harimau sumatra, dan (d) komodo.

Sumber: Encarta Encyclopedia, 2005; www.malawi.com. www.warsi.or.id. www.ai.univ paris .fr

Dua orang ilmuwan, yaitu **Alfred R.Wallace** dan **Weber** membagi wilayah persebaran hewan dan tumbuhan yang ada di Indonesia menjadi tiga kelompok berbeda. Wallace dan Weber membagi penyebaran hewan Indonesia menjadi tiga zona, yaitu **orientalis** (Asia), **peralihan**, dan **australis** (**Gambar 4.6**). Artinya, hewan dan tumbuhan di Indonesia ada yang mirip dengan hewan dan tumbuhan di benua Asia dan benua Australia.

## Kata Kunci

- Endemik
- Garis Wallace
- Garis Weber
- Keanekaragaman hayati Indonesia
- Zona orientalis
- Zona peralihan
- Zona australis



Gambar 4.6

Zona persebaran hewan dan tumbuhan menurut Wallace dan Weber.

Sumber: Iora auna usantara, 1995

Di wilayah Indonesia bagian barat (orientalis), hewan-hewannya mirip dengan hewan-hewan yang ada di Asia, namun tetap memiliki ciri khas yang hanya dimiliki oleh hewan di Indonesia. Hewan-hewan yang ada di Indonesia bagian barat, antara lain orangutan (*Pongo pygmaeus*), harimau jawa (*Panthera tigris sondaicus*), harimau sumatra (*Panthera tigris sumatrensis*),

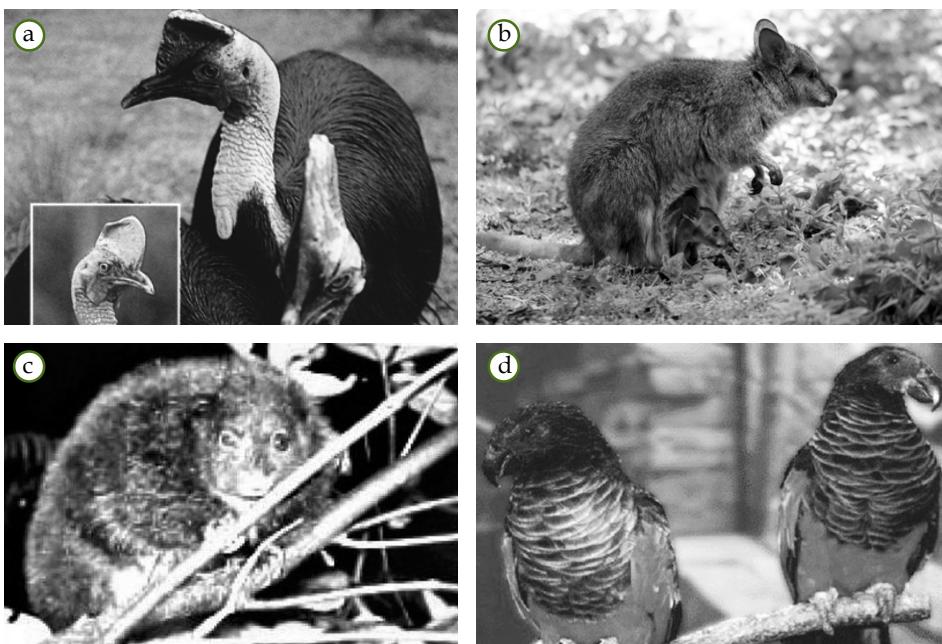


buaya muara (*Crocodylus porosus*), gajah (*Elephas maximus*), badak (*Rhinoceros sondaicus*), banteng jawa (*Bos javanicus*), rusa (*Cervus timorensis*), tapir (*Tapirus indicus*), burung rangkong (*Buceros rhinoceros*), ikan arwana (*Scleropages formosus*), dan biawak (*Varanus salvator*) (**Gambar 4.7**).



**Sumber:** www.ex ooberance.com www.flpa imageco.uk Encarta Encyclopedia, 2005

Di Indonesia bagian timur (australis) terdapat hewan-hewan khas Indonesia yang berbeda dengan hewan-hewan di Indonesia bagian barat. Contoh-contoh hewan yang terdapat di Indonesia bagian timur antara lain burung cendrawasih (*Paradisaea sp.*), burung kasuari (*Casuarius bennetti*), kakatua raja (*Probosciger aterrimus*), nuri (*Psittichas fulgidus*), kanguru pohon (*Dendrolagus inustus*), kuskus (*Phalanger sp.*), dan walabi (*Macropus agilis*) (**Gambar 4.8**).

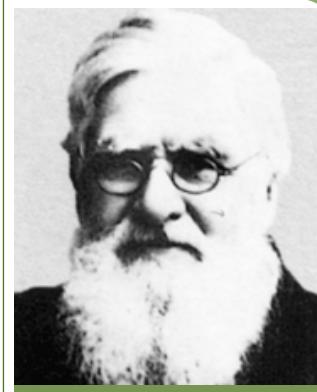


**Sumber:** Indonesian Heritage: illife, 1996; Encarta Encyclopedia, 2005

**Gambar 4.7**

Contoh hewan-hewan yang tersebar di Indonesia bagian barat. (a) Orangutan, (b) banteng jawa, (c) gajah, dan (d) tapir.

## Tokoh Biologi



**Alfred Russel Wallace  
(1823–1913)**

Alfred R. Wallace melakukan perjalanan panjang ke kepulauan Indonesia dan Malaysia. Catatannya mengenai keanekaragaman hewan telah menjadi pusat informasi penting bagi penelitian dan pelancong yang mengunjungi daerah tersebut.

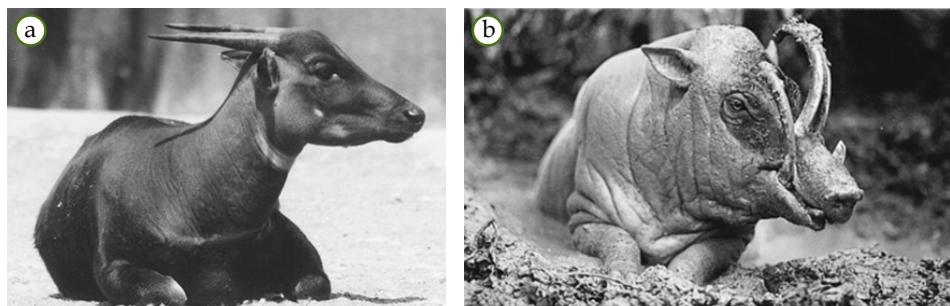
**Sumber:** Indonesian Heritage: illife, 1996

**Gambar 4.8**

Contoh hewan-hewan yang tersebar di Indonesia bagian timur. (a) Kasuari, (b) walabi, (c) kuskus, dan (d) nuri.



Di daerah peralihan terdapat hewan-hewan yang tidak ditemui di bagian barat maupun di bagian timur, contoh hewan-hewan yang terdapat di daerah peralihan ini adalah anoa (*Bubalus* sp.), komodo (*Varanus komodoensis*), burung maleo, dan babi rusa (*Babyroussa babyrussa*) (Gambar 4.9).



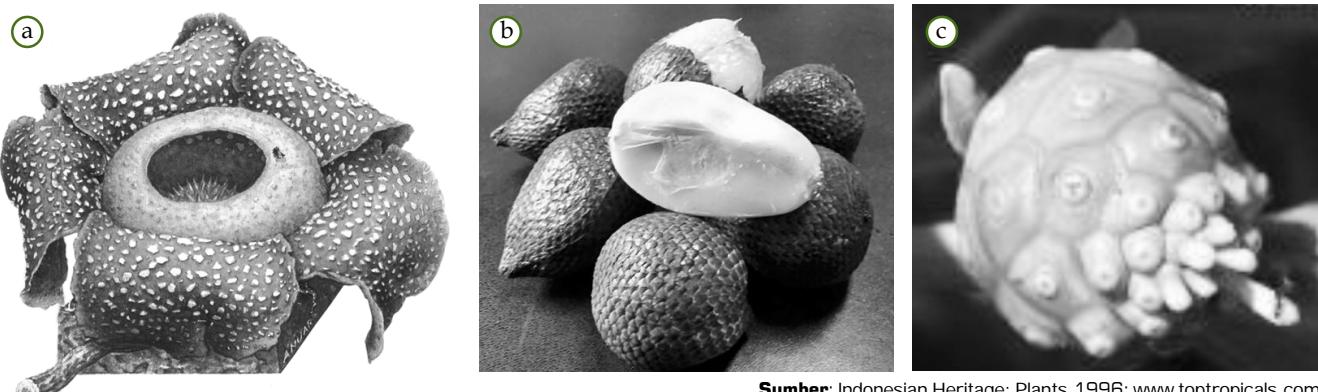
Gambar 4.9

Hewan Indonesia daerah peralihan. (a) Anoa dan (b) babi rusa.

Sumber: www.ultimateungulate.com Indonesia Heritage: ildlife, 1996

Selain hewan-hewannya, Indonesia juga memiliki tumbuhan yang tidak kalah beragam. Indonesia memiliki ekosistem yang memiliki tumbuhan yang beranekaragam jenisnya, seperti ekosistem hutan bakau, hutan hujan tropis, padang rumput, dan ekosistem pantai. Bahkan ada yang memperkirakan bahwa di hutan dengan luas sekitar 2 hektar terdapat sekitar 250 jenis tumbuhan. Jika demikian, dapatkah Anda membayangkan sebanyak apa jenis tumbuhan yang terdapat di seluruh hutan yang ada di Indonesia? Oleh karena itu, Indonesia sering juga disebut sebagai *Megabiodiversity Country*.

Mengapa keanekaragaman hayati di Indonesia berbeda dengan di negara-negara subtropis seperti negara Eropa? Banyak sekali tumbuhan khas yang dimiliki Indonesia, seperti salak (*Salacca zalacca*), durian (*Durio zibethinus*), kedongdong (*Canarium ovatum*), sukun (*Artocarpus altilis*), dan mengkudu (*Morinda citrifolia*). Selain itu, terdapat juga tumbuhan endemik Indonesia yang cukup terkenal, yaitu bunga bangkai (*Rafflesia arnoldii*) dan matoa (*Pometia pinnata*). Perhatikan Gambar 4.10.



Gambar 4.10

Keanekaragaman hayati di Indonesia. (a) aflesia salah satu tanaman langka endemik yang ada di Indonesia, (b) salak, dan (c) mengkudu merupakan tumbuhan khas Indonesia.

## Tugas Ilmiah 4.1

Bersama kelompok belajar Anda, carilah artikel-artikel tentang tumbuhan dan hewan khas Indonesia di koran, tabloid, majalah, atau situs internet. Kemudian, carilah keterangan lainnya yang menerangkan tentang manfaat dari hewan atau tumbuhan khas Indonesia tersebut. Berbagilah dengan teman-teman sekelas tentang artikel-artikel yang telah Anda peroleh. Anda bahkan dapat menampilkannya pada majalah dinding sekolah Anda.

## 2. Kegiatan Manusia yang Berpengaruh terhadap Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati di Indonesia sangat tinggi. Akan tetapi, keadaan tidak akan terus seperti itu. Keanekaragaman hayati ini dapat berkurang karena aktivitas manusia, misalnya akibat perburuan hewan. Kegiatan manusia terhadap keanekaragaman hayati ini dapat berdampak positif dan berdampak negatif.

Manusia melakukan banyak sekali kegiatan dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Terkadang kegiatan yang dilakukan tersebut dapat berakibat buruk terhadap keanekaragaman hayati. Contoh kegiatan manusia yang berakibat buruk terhadap keanekaragaman hayati antara lain sebagai berikut.

- 1) Perubahan hutan menjadi tempat pemukiman, pertanian, pertambangan, pabrik, dan jalan raya akibat semakin bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya kebutuhan masyarakat. Pembukaan hutan ini secara otomatis akan mengurangi keanekaragaman hayati karena hutan yang merupakan rumah bagi jutaan organisme menjadi lenyap.
- 2) Perburuan liar (**Gambar 4.11**), penangkapan ikan dengan menggunakan pukat harimau, penangkapan ikan dengan bom, dan perusakan terumbu karang merupakan kegiatan-kegiatan manusia yang secara langsung dapat merusak keanekaragaman hayati.
- 3) Industrialisasi, selain menyebabkan polusi (**Gambar 4.12**), juga mengambil lahan yang cukup besar untuk aktivitas manusia sehingga mengurangi habitat hewan dan tumbuhan.



Sumber: Koran empo, 26 November 2005

**Gambar 4.11**

Polisi hutan sedang memeriksa kulit harimau sumatra hasil perburuan liar yang sedang diawetkan oleh pencuri.



Sumber: www.fortigo.com immyaki.typepad.com

Kegiatan-kegiatan yang berdampak negatif ini dapat membahayakan ekosistem. Contohnya, jika perburuan liar marak terjadi hingga melenyapkan satu spesies makhluk hidup, predator atau konsumen tingkat tinggi, seperti harimau atau elang, keseimbangan ekosistem daerah tersebut akan terganggu. Populasi konsumen tingkat pertama seperti banteng, rusa, dan kelinci akan meningkat. Bahkan dapat merusak vegetasi hutan karena populasinya tidak terkendali. Bayangkan, apa yang terjadi jika hutan-hutan di Indonesia habis.

**Gambar 4.12**

Pencemaran udara berupa asap yang dihasilkan dari pabrik dan kendaraan bermotor.

Bagaimana solusinya?

## 3. Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Banyak kegiatan yang dapat kita lakukan untuk menjaga dan memelihara keanekaragaman hayati. Contohnya, ikut berpartisipasi ketika ada kegiatan penghijauan di daerah dekat rumahmu. Penghijauan dapat dilakukan dengan mudah, seperti menanam pohon di ruang terbuka di sekitar rumah Anda atau di taman perumahan Anda. Dengan menanam tanaman di tempat-tempat



tersebut, Anda telah ikut melestarikan jenis-jenis tanaman yang Anda tanam itu. Mungkin saja tanaman yang Anda tanam tersebut mulai jarang ditemui di masa yang akan datang.

Ada banyak contoh kegiatan-kegiatan lain yang dapat Anda lakukan dan dapat berakibat baik terhadap keanekaragaman hayati. Pemerintah kita juga telah mengeluarkan undang-undang tentang usaha perlindungan dan pengawetan alam atau konservasi untuk sumber daya hayati yang jumlahnya semakin menyusut.

Perlindungan alam itu sendiri dapat dikelompokkan menjadi **perlindungan alam umum** dan **perlindungan alam khusus**. Perlindungan alam umum berguna untuk menjaga alam sebagai satu kesatuan flora, fauna, dan tanahnya. Perlindungan alam umum terbagi menjadi perlindungan alam ketat dan perlindungan alam terbimbing.

Perlindungan alam ketat adalah perlindungan alam yang tidak memperbolehkan campur tangan manusia dalam usaha perlindungannya. Misalnya, di Taman Nasional Ujung Kulon. Sementara itu, perlindungan alam terbimbing adalah perlindungan alam di bawah bimbingan para ahli, misalnya di kebun raya dan taman nasional. Taman nasional memiliki area yang lebih besar dibandingkan kebun raya. Di daerah ini tidak diperbolehkan adanya bangunan rumah tinggal maupun industri.

Kebun raya maupun taman nasional selain sebagai tempat pelestarian juga dimanfaatkan untuk penelitian, pendidikan, atau tempat wisata. Contoh kebun raya adalah Kebun Raya Bogor. Adapun contoh taman nasional (**Gambar 4.13**) antara lain Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (+ 15.000 ha), Taman Nasional Kerinci Seblat (+ 1,5 juta ha), dan Taman Nasional Meru Betiri (+ 50.000 ha).



**Gambar 4.13**

(a) Taman Nasional Gunung Gede Pangrango di Jawa Barat dan (b) Taman Nasional Gunung Leuser di Sumatra Utara merupakan salah contoh Taman Nasional.

Sumber: [www.scince.edu.au](http://www.scince.edu.au) [www.bildungsservice.at](http://www.bildungsservice.at)

Sementara itu, perlindungan alam khusus melindungi unsur alam tertentu. Misalnya, perlindungan Botani untuk melindungi tumbuhan tertentu; perlindungan Zoologi untuk melindungi hewan tertentu; perlindungan Geologi untuk melindungi formasi geologi tertentu; perlindungan Antropologi untuk melindungi suku bangsa tertentu; dan perlindungan suaka margasatwa untuk melindungi hewan tertentu.

Perlindungan alam juga terbagi berdasarkan tempat dilakukannya perlindungan, yaitu menjadi perlindungan alam *in situ* dan *ex situ*. Pelestarian *in situ* merupakan pelestarian alam yang dilakukan di habitat aslinya. Pelestarian ini dapat berupa pembuatan taman wisata, taman nasional, dan hutan lindung.

Sementara itu, pelestarian *ex situ* merupakan pelestarian alam yang dilakukan bukan di habitat aslinya. Contoh pelestarian *ex situ* adalah kebun koleksi, kebun botani, kebun binatang, dan kebun plasma nutfah. Di kebun koleksi, dikumpulkan plasma nutfah unggul semua varietas dari spesies tertentu sesuai tujuan pelestarian. Contoh kebun koleksi adalah Kebun Koleksi Kelapa di Bone-Bone. Di kebun botani dikumpulkan berbagai jenis tumbuhan

sehingga di lahan yang terbatas dapat ditemukan ribuan jenis tumbuhan. Contoh kebun botani adalah Kebun Raya Bogor (**Gambar 4.14**), Kebun Raya Cibodas di Jawa Barat, dan Kebun Raya Purwodadi di Jawa Timur.

Di kebun binatang disimpan berbagai jenis binatang untuk keperluan pelestarian, pendidikan, dan rekreasi. Contoh kebun binatang adalah Kebun Binatang Ragunan, Kebun Binatang Bandung, dan Kebun Binatang Gembira Loka Yogyakarta. Di kebun plasma nutfah, plasma nutfah dari suatu spesies beserta kerabat-kerabatnya dilestarikan. Adapun contoh kebun plasma nutfah adalah kebun plasma nutfah di Cibinong.



Sumber: Indonesian Heritage: Plants, 1996

**Gambar 4.14**

Kebun Raya Bogor merupakan salah satu contoh kebun botani sebagai tempat pelestarian ex situ.

## Tugas Ilmiah 4.2

Carilah tanaman yang tergolong rempah-rempah dan tanaman obat, seperti jahe, lengkuas, kumis kucing, pandan, dan jeruk nipis. Kemudian, tanam tanaman tersebut di pekarangan rumah Anda. Sebelumnya, Anda harus mencari tahu mengenai cara perawatan tanaman-tanaman tersebut dan informasi tentang manfaat tanaman yang Anda tanam tersebut. Lalu, buatlah laporannya. Kumpulkan hasilnya kepada guru Anda, dan presentasikan di depan kelas.

### 4. Manfaat Keanekaragaman Hayati bagi Manusia

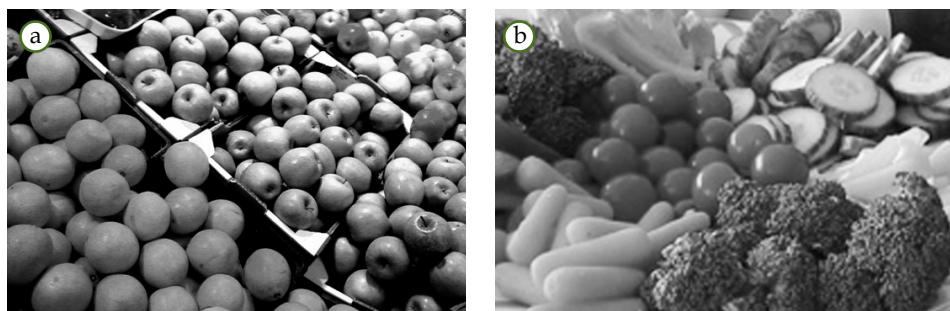
Untuk dapat memanfaatkan kekayaan alam yang telah kita miliki ini, kita harus memiliki pengetahuan yang memadai terhadap sumber kekayaan alam di Indonesia. Dengan begitu, kita dapat memanfaatkannya sebaik mungkin untuk kemajuan bangsa, bahkan mungkin untuk dunia.

Pengetahuan tentang kekayaan alam tersebut tentunya harus diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, kita juga memiliki pengetahuan tentang bagaimana memanfaatkan kekayaan yang kita miliki tersebut. Karena jika pemanfaatannya dilakukan secara sembarangan, bukan tidak mungkin kekayaan alam yang kita miliki menjadi berkurang ataupun hilang.

Keanekaragaman hayati dalam kehidupan sehari-hari oleh manusia dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, di antaranya kebutuhan sandang, pangan, papan, dan obat-obatan. Pemanfaatan untuk kebutuhan, pangan atau sebagai bahan makanan, contohnya sebagai sayuran, buah-buahan, dan daging (**Gambar 4.15**). Adapun untuk kebutuhan sandang sebagai bahan



pakaian. Contohnya kapas, bulu hewan, dan kulit hewan. Pemanfaatan untuk pemenuhan kebutuhan papan atau tempat tinggal, contohnya kayu jati, meranti, dan albasia.



**Gambar 4.15**

(a) Buah-buahan dan (b) sayuran. Makanan merupakan contoh pemanfaatan keanekaragaman hayati.

Sumber: www.maxpe.alinetwork.com; www.healthcastle.com

Selain dimanfaatkan untuk sandang, pangan, dan papan, pemanfaatan keanekaragaman hayati dapat digunakan untuk obat-obatan dan kosmetik. Indonesia dengan hutan tropisnya menyimpan banyak potensi tanaman obat. Berikut tabel tanaman obat yang berpotensi sebagai sumber obat modern di Indonesia.

**Tabel 4.1** Tanaman yang Berpotensi sebagai Sumber Obat Modern

No	Spesies Tanaman	Bagian yang Digunakan	Indikasi Khasiat
1.	Benalu teh ( <i>Lorantus sp.</i> )	Tangkai	Antikanker
2.	Brotowali ( <i>Tinospora crispa</i> L.)	Tangkai daun	Antimalaria, kencing manis
3.	Bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.)	Umbi	Antijamur, penurun kadar lemak di dalam darah
4.	Cenguk/wudani ( <i>Quisqualis indica</i> L.)	Biji	Obat cacing
5.	Delima putih ( <i>Punica granatum</i> L.)	Kulit buah	Antikuman
6.	Dringo ( <i>Acorus calamus</i> L.)	Umbi	Obat penenang
7.	Handeuleum/daun wungu ( <i>Graptophyllum pictum</i> Griff.)	Daun	Wasir atau ambeien
8.	Ingu ( <i>Ruta graveolens</i> L.)	Daun	Antikuman, penurun panas
9.	Jahe ( <i>Zingiber officinale</i> Rosc.)	Rimpang	Penghilang nyeri, antipiretik, antiradang
10.	Jeruk nipis ( <i>Citrus aurantifolia</i> )	Daun	Obat batuk
11.	Jati belanda ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lamk.)	Daun	Penurun kadar lemak darah
12.	Jambu biji/klutuk ( <i>Psidium guajava</i> L.)	Daun	Antidiare
13.	Jambu mete ( <i>Anacardium occidentale</i> L.)	Daun	Penghilang nyeri
14.	Kunyit ( <i>Curcuma domestica</i> Val.)	Rimpang	Radang hati, radang sendi, antiseptik
15.	Kejibeling ( <i>Strobilanthes crispus</i> Bl.)	Daun	Obat batu ginjal, pelancar air seni
16.	Katuk ( <i>Sauvagesia androgynus</i> Merr.)	Daun	Pemacu produksi air susu ibu
17.	Kumis kucing ( <i>Orthosiphon stamineus</i> Benth.)	Daun	Pelancar air seni
18.	Legundi ( <i>Vitex trifolia</i> L.)	Daun	Antikuman
19.	Labu merah ( <i>Cucurbita moschata</i> Duch)	Biji	Obat cacing pita
20.	Pepaya ( <i>Carica papaya</i> L.)	Getah, daun, biji	Sumber enzim papain, antimalaria, kontrasepsi pria
21.	Pegagan/kaki kuda ( <i>Centella asiatica</i> Urban)	Daun	Pelancar air seni, anti kuman, anti tekanan darah tinggi

22.	Pala ( <i>Myristica fragrans</i> Houff.)	Buah	Penenang
23.	Pare ( <i>Momordica charantia</i> L.)	Buah, biji	Kencing manis, kontrasepsi pria
24.	Saga telik ( <i>Abrus precatorius</i> L.)	Daun	Sariawan usus
25.	Sembung ( <i>Blumea balsamifera</i> D.C.)	Daun	Penghilang nyeri, penurun panas
26.	Sidowayah ( <i>Woodfordia floribunda</i> Salisb.)	Daun	Antikuman, pelancar air seni
27.	Sambiloto ( <i>Andrographis paniculata</i> Ness.)	Seluruh bagian	Antikuman, obat kencing manis
28.	Seledri ( <i>Apium graveolens</i> L.)	Seluruh bagian	Antitekanan darah tinggi
29.	Sirih ( <i>Piper betle</i> L.)	Daun	Antikuman
30.	Temu lawak ( <i>Curcuma xanthorrhiza</i> )	Rimpang	Obat radang hati kronis
31.	Tempuyung ( <i>Sonchus arvensis</i> L.)	Daun	Pelancar air seni, obat penghancur batu ginjal.

**Sumber:** www.dephut.go.id

## Soal Penguasaan Materi 4.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Jelaskan pembagian wilayah penyebaran fauna Indonesia berdasarkan Wallace.
2. Usaha apa saja yang dilakukan manusia untuk memelihara keanekaragaman hayati?
3. Sebutkan lima contoh flora dan fauna endemik Indonesia.

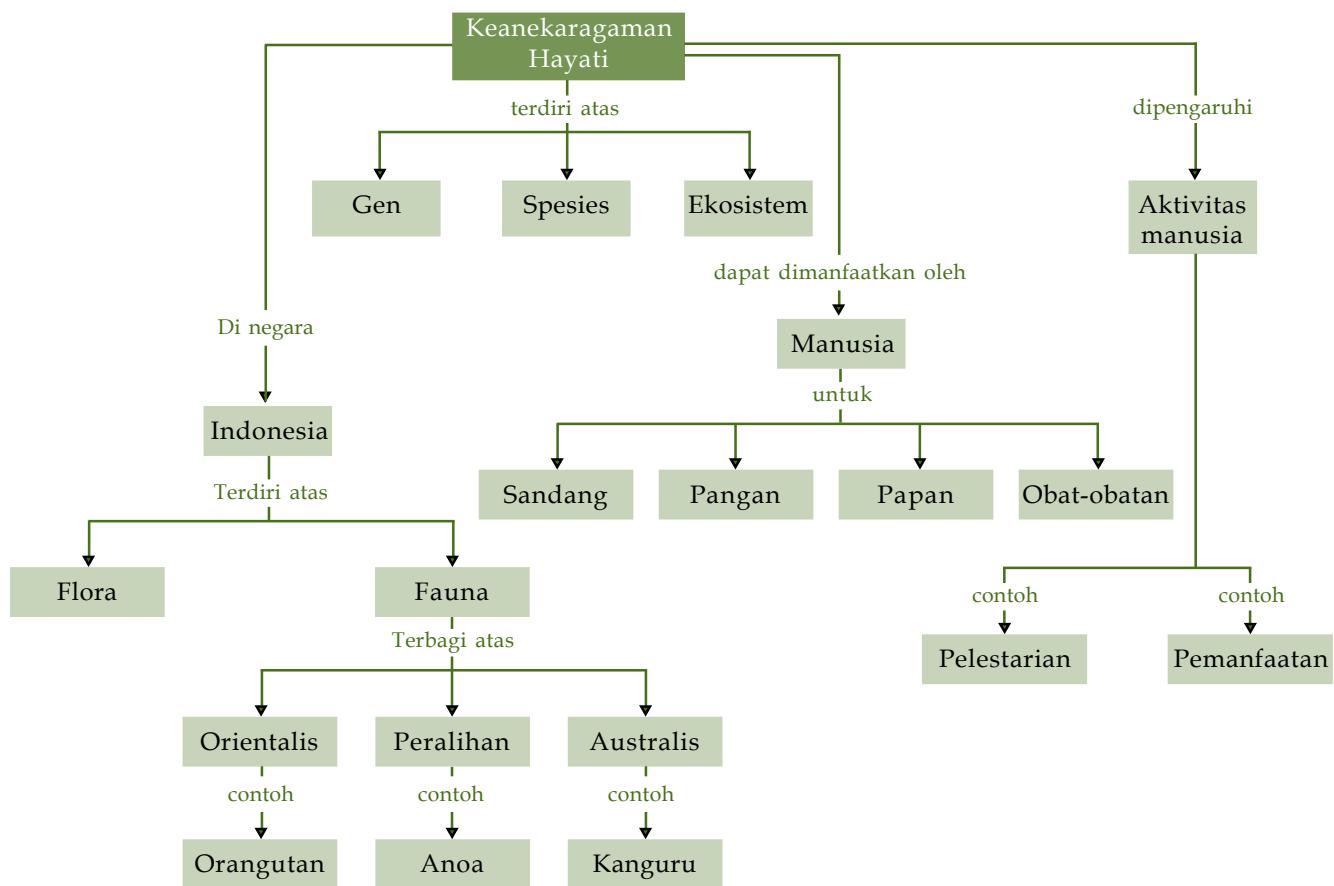
## Rangkuman

1. Keanekaragaman pada makhluk hidup terdiri atas keanekaragaman gen, spesies, dan ekosistem. Keanekaragaman tersebut menyebabkan terjadinya keanekaragaman hayati yang terdiri atas hewan dan tumbuhan.
2. Keanekaragaman fauna Indonesia terbagi menjadi hewan-hewan di Indonesia bagian barat, peralihan, dan bagian timur. Di wilayah Indonesia bagian barat, keanekaragaman faunanya mirip dengan fauna di Benua Asia. Adapun di bagian timur mirip

dengan hewan-hewan di Benua Australia. Fauna di wilayah peralihan memiliki ciri tersendiri dan berbeda dengan kedua wilayah lainnya.

3. Manusia memiliki peranan dalam menjaga dan melestarikan keanekaragaman hayati.
4. Keanekaragaman hayati dimanfaatkan manusia untuk kebutuhan sandang, pangan, papan, dan obat-obatan.

# Peta Konsep



## Kaji Diri

Dapatkah Anda memahami materi bab ini? Apakah Anda menemukan kesulitan dalam memahami materi bab ini? Jika menemukannya, disikusikan bersama guru Anda atau teman Anda.

Setelah mempelajari bab ini, tentunya Anda akan mengerti pentingnya menjaga kelestarian alam. Hilangnya satu komponen dalam ekosistem dapat menyebabkan perubahan yang besar, misalnya kerusakan lingkungan. Namun, manusia

dengan akalnya dapat berusaha. Anda dapat membantu kelestarian keanekaragaman hayati dengan menanam tanaman, tidak membuang sampah sembarangan, dan bahkan melakukan kampanye sadar lingkungan hidup di sekolah. Sebutkan hal lain yang dapat Anda lakukan untuk melestarikan keanekaragaman hayati.

## Evaluasi Materi Bab 4

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Keanekaragaman spesies dipengaruhi oleh ....
  - a. gen dan lingkungan
  - b. tingkah laku dan gen
  - c. gen dan faktor abiotik
  - d. faktor abiotik dan biotik
  - e. gen dan makanan
2. Kegiatan yang dapat menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati adalah ....
  - a. memburu hewan lindung
  - b. membuat hutan lindung
  - c. membuat undang-undang keanekaragaman hayati
  - d. melakukan reboisasi
  - e. melakukan penangkaran hewan langka
3. Garis khayal yang memisahkan fauna Indonesia bagian barat dan wilayah peralihan adalah ....
  - a. garis Weber
  - b. garis Wallace
  - c. garis khatulistiwa
  - d. garis lintang
  - e. garis bujur
4. Kegiatan berikut yang *bukan* merupakan contoh pemanfaatan keanekaragaman hayati adalah ....
  - a. pembuatan kursi rotan
  - b. memasak sayuran
  - c. pengeboran minyak
  - d. pembuatan benang kapas
  - e. berternak unggas
5. Pelestarian *in situ* dilakukan dengan pembuatan ....
  - a. penangkaran hewan
  - b. kebun raya
  - c. hutan lindung
  - d. taman kota
  - e. taman bermain
6. Berikut ini tujuan manusia melakukan perambahan hutan, *kecuali* ....
  - a. pembuatan daerah pemukiman
  - b. pembuatan jalan raya
  - c. pembuatan ladang
  - d. pelestarian hewan
  - e. diambil kayunya
7. Hewan berikut merupakan hewan yang hidup di wilayah ....
  - a. Indonesia bagian barat
  - b. Indonesia bagian timur
  - c. Peralihan
  - d. Australia
  - e. Asia Selatan
8. Pada tumbuhan berikut, yang merupakan tumbuhan endemik Indonesia adalah ...
  - a. *Hibiscus rosasinensis*
  - b. *Rafflesia arnoldii*
  - c. *Oryza sativa*
9. Berikut ini hewan yang umum diternakkan dan dimanfaatkan untuk konsumsi manusia, *kecuali* ....
  - a. ayam
  - b. sapi
  - c. burung elang
  - d. udang
  - e. kambing
10. Keanekaragaman gen dalam spesies terjadi antara ....
  - a. bunga mawar, bunga krisan, dan bunga matahari
  - b. ikan mas, ikan lele, dan ikan gurame
  - c. burung kakaktua raja, burung nuri, dan burung kakaktua jambul kuning
  - d. burung merpati hitam, burung merpati putih, dan burung merpati abu-abu
  - e. ular sanca, ular sendok, dan ular hijau
11. Berikut adalah contoh hewan yang berasal dari Indonesia bagian peralihan, yaitu ....
  - a. orangutan
  - b. babi rusa
  - c. biawak
  - d. kanguru
  - e. walabi
12. Berikut *bukan* merupakan kegiatan yang dapat mengganggu keanekaragaman hayati, yaitu ....
  - a. penangkapan ikan dengan peledak
  - b. memelihara hewan langka
  - c. mengeksplorasi terumbu karang semaksimal mungkin
  - d. menanam pepohonan di halaman
  - e. membuka lahan dengan membakar hutan
13. Manfaat keanekaragaman hayati bagi kehidupan manusia adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
  - a. untuk pemenuhan kebutuhan hidup
  - b. sebagai sumber kebutuhan sandang
  - c. sebagai sumber kebutuhan pangan
  - d. sebagai sumber kekayaan pribadi
  - e. sebagai sumber kekayaan papan
14. Salah satu peran pemerintah dalam menjaga keanekaragaman hayati adalah ....
  - a. memperbolehkan pemburuan asalkan membayar
  - b. memberi izin kepada pihak asing untuk mengelola suatu wilayah.
  - c. memberikan sanksi hukum kepada pemburu liar
  - d. menjadikan daerah pesisir pantai sebagai tempat wisata
  - e. memberi izin kepada warga untuk memelihara hewan langka



15. Berikut ini yang termasuk faktor abiotik suatu ekosistem adalah ....
- rumput
  - burung merpati
  - semak-semak
  - bebatuan
  - serangga
16. Keanekaragaman ekosistem *tidak* dipengaruhi oleh ....
- vegetasi tanaman
  - iklim
  - jenis hewan yang menempati
  - lingkungan abiotik
  - wilayah negara
17. Warna-warni yang terdapat pada ikan koi menunjukkan ....
- keanekaragaman individu
  - keanekaragaman fenotipe
  - keanekaragaman hayati
  - keanekaragaman gen
  - keanekaragaman spesies
18. Wilayah Indonesia bagian timur memiliki hewan-hewan yang mirip dengan wilayah ....
- Asia
  - Australia
  - Jepang
  - Amerika
  - Eropa
19. Tanaman sagu memiliki manfaat untuk memenuhi kebutuhan ....
- papan
  - sandang
  - pangan
  - obat-obatan
  - kosmetik
20. Pelestarian alam *ex situ* dilakukan di ....
- hutan lindung
  - taman nasional
  - kebun binatang
  - cagar alam
  - taman kota

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.

- Menurut Wallace, Indonesia dibagi menjadi tiga zona. Sebutkan tiga zona tersebut, bersama contoh hewannya.
- Apa yang menyebabkan negara Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi?
- Mengapa terjadi keanekaragaman tingkat ekosistem?
- Sebutkan lima jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat.
- Apa yang akan terjadi jika suatu populasi hewan punah? Jelaskan.

**Soal Tantangan**

- Indonesia kaya akan keanekaragaman hayati. Namun, negara kita memiliki daftar panjang tentang satwa liar yang terancam punah. Saat ini jumlah jenis satwa liar yang terancam punah adalah 147 jenis mamalia, 114 jenis burung, 28 jenis reptil, 91 jenis ikan, dan 28 jenis invertebrata (IUCN, 2003). Satwa-satwa tersebut akan menghilang dari alam jika tidak ada tindakan nyata untuk menyelamatkannya. Menurut Anda, sebagai seorang pelajar, apa yang harus dilakukan? Bagaimana peran pemerintah untuk menangani permasalahan tersebut?
- Luas hutan alam asli Indonesia menyusut dengan kecepatan yang sangat mengkhawatirkan. Hingga saat ini, Indonesia telah kehilangan hutan sebesar 72% (World Resource Institute, 1997). Penebangan hutan Indonesia yang tidak terkendali selama puluhan tahun menyebabkan terjadinya penyusutan hutan tropis secara besar-besaran. Menurut Anda, bagaimana dampak kerusakan hutan tersebut terhadap keanekaragaman hayati? Upaya apa yang dapat Anda lakukan sebagai seorang pelajar untuk mengatasi masalah tersebut?



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

## Bab 5

# Kingdom Plantae



Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami manfaat keanekaragaman hayati. Hal ini dapat Anda kuasai dengan cara mendeskripsikan ciri-ciri divisi dalam dunia tumbuhan dan peranannya bagi kelangsungan hidup di bumi.

- A. Klasifikasi Kingdom Plantae**
- B. Manfaat Kingdom Plantae**

Apakah Anda sering mengonsumsi sayuran dan buah-buahan? Selain banyak macamnya, sayuran dan buah-buahan memiliki kandungan protein nabati dan buah-buahan yang tidak terdapat pada daging. Tumbuhan dapat dimanfaatkan untuk beberapa kepentingan, misalnya bahan pangan dan obat-obatan. Obat-obatan yang berasal dari tumbuhan banyak digunakan sebagai obat alternatif penyembuh penyakit.

Berdasarkan klasifikasi makhluk hidup, tumbuhan dikelompokkan dalam kerajaan tersendiri, yaitu kingdom Plantae. Bagaimanakah pengelompokan kingdom Plantae? Sudahkah Anda menggali semua tentang kingdom Plantae? Dengan mempelajari kingdom Plantae, kita dapat menunjukkan rasa syukur kita kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah menciptakan tumbuhan di sekitar Anda.

Selain sebagai bahan pangan dan obat-obatan, masih banyak manfaat yang didapat dari kingdom Plantae bagi kehidupan manusia. Pada bab ini, akan dijelaskan pula ciri-ciri dan manfaat lain dari kingdom Plantae. Untuk itu, simaklah bab ini dengan saksama agar Anda dapat memahaminya dengan baik.



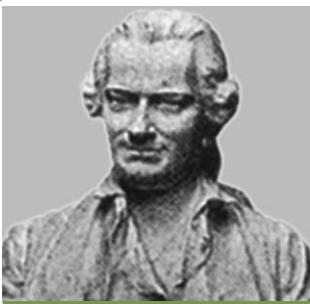
## Soal Pramateri

- Apakah ciri-ciri tumbuhan (Plantae)?
- Apakah manfaat tumbuhan bagi manusia?

## Kata Kunci

- Fotosintesis
- Tumbuhan berpembuluh
- Tumbuhan tidak berpembuluh

## Tokoh Biologi



**Jan Ingenhousz  
(1730-1799)**

Jan Ingenhousz adalah salah satu ilmuwan pertama yang meneliti fotosintesis pada tumbuhan. Pada tahun 1771, Joseph Priestly (1733-1804) menemukan bahwa tumbuhan dapat memberikan oksigen. Ingenhousz melanjutkan penelitian ini. Ia memperlihatkan bahwa tanaman mengambil karbon dioksida dan mengeluarkan oksigen. Pada saat gelap terjadi kebalikannya.

Sumber: Concise Encyclopedia of Nature, 1994

## A Klasifikasi Kingdom Plantae

Tumbuhan digolongkan ke dalam kingdom tersendiri, yaitu kingdom Plantae. Tumbuhan memiliki karakteristik istimewa, di antaranya adalah kemampuannya untuk melakukan fotosintesis. Fotosintesis adalah suatu proses pengubahan karbon dioksida dan air melalui bantuan matahari untuk membentuk senyawa karbohidrat yang dibutuhkan oleh makhluk hidup di bumi ini.

Kingdom Plantae merupakan organisme multiseluler atau terdiri atas banyak sel. Selain itu, kingdom Plantae merupakan organisme eukariot. Terdapat ciri khas pada sel kingdom Plantae yang tidak dimiliki oleh sel kingdom Animalia. Ciri tersebut adalah adanya dinding sel yang tersusun atas selulosa. Anggota kingdom Plantae memiliki klorofil, yaitu zat hijau daun yang berfungsi dalam proses fotosintesis. Adakah kingdom lain yang memiliki klorofil?

Kingdom Plantae memiliki anggota yang bermacam-macam, ada yang merupakan tumbuhan air dan tumbuhan darat. Anggota kingdom ini dapat beradaptasi terhadap lingkungannya dengan baik. Agar lebih memahami ciri-ciri kingdom Plantae, perhatikan **Tabel 5.1** berikut.

**Tabel 5.1** Ciri-Ciri Kingdom Plantae

No	Ciri-Ciri Kingdom Plantae
1	Eukariot
2	Terdiri atas banyak sel (multiseluler)
3	Memiliki dinding sel
4	Memiliki klorofil dan menyimpan cadangan makanan dalam bentuk amilum (pati)
5	Mengalami pergiliran keturunan dalam siklus hidupnya

Tumbuhan dapat dibagi menjadi tumbuhan tidak berpembuluh (**nontracheophyta**) dan tumbuhan berpembuluh (**tracheophyta**). Tumbuhan tidak berpembuluh hidup di antara habitat air dan darat. Adapun tumbuhan berpembuluh memiliki struktur yang telah teradaptasi sempurna dengan habitat darat. Menurut Campbell (1998: 550), anggota kingdom Plantae dapat diklasifikasikan ke dalam 12 divisio, yaitu:

- Tumbuhan tidak berpembuluh
  - Hepatophyta
  - Bryophyta
  - Anthocerophyta
- Tumbuhan berpembuluh
  - Psilophyta
  - Lycophyta
  - Equisetophyta (Sphenophyta)
  - Pterophyta
  - Pinophyta (Coniferophyta)
  - Cycadophyta
  - Ginkgophyta
  - Gnetophyta
  - Anthophyta

### 1. Tumbuhan Tidak Berpembuluh

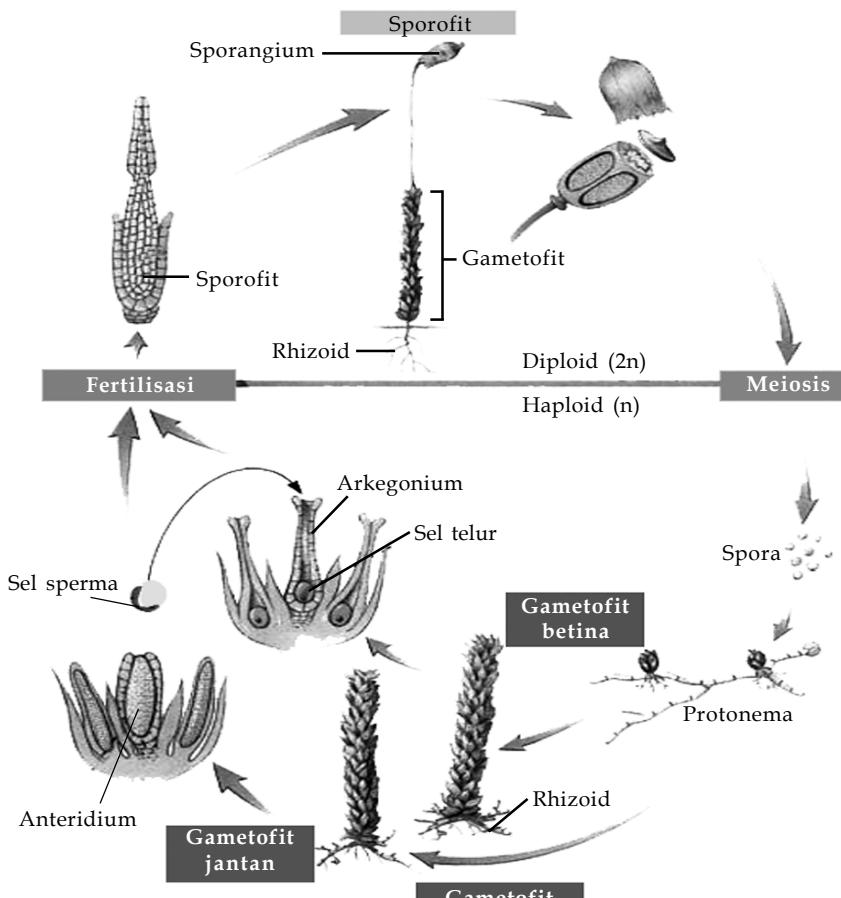
Tumbuhan tidak berpembuluh merupakan tumbuhan yang tidak memiliki pembuluh sehingga tidak memiliki jaringan yang berfungsi mengangkut zat makanan, air, dan mineral. Pengangkutan tidak dilakukan oleh pembuluh,

hanya melalui antarsel. Umumnya tumbuhan ini dikenal dengan nama lumut, dikelompokkan ke dalam tiga divisi, yaitu divisi lumut daun atau lumut sejati (**Bryophyta**), lumut hati (**Hepatophyta**), dan lumut tanduk (**Anthocerophyta**).

Lumut memiliki dua macam fase pergiliran keturunan, yakni **fase sporofit** dan **fase gametofit**. Pada fase sporofit dihasilkan spora haploid (aseksual), sedangkan pada fase gametofit dihasilkan gamet jantan dan gamet betina (seksual) (**Gambar 5.1**).

## Kata Kunci

- Arkegonium
- Anteridium
- ioecious
- Gametofit
- Lumut
- onoecious
- Rhizoid
- Sporofit



Sumber: www.universe review.ca

## Gambar 5.1

Pada siklus hidup lumut, fase gametofit lebih mendominasi.

anakah yang termasuk fase gametofit?

Lumut memiliki alat reproduksi berupa **arkegonium** (jamak: arkegonia) tempat sel telur dibentuk, dan **anteridium** (jamak: anteridia) tempat sperma dibentuk. Struktur arkegonia dan anteridia menjaga sel gamet tidak mengalami kekeringan. Pada beberapa lumut, arkeonia dan anteridia berada di dalam tumbuhan yang sama (*monoecious*). Pada beberapa spesies lainnya, arkeonia dan anteridia berada pada individu yang berbeda (*dioecious*).

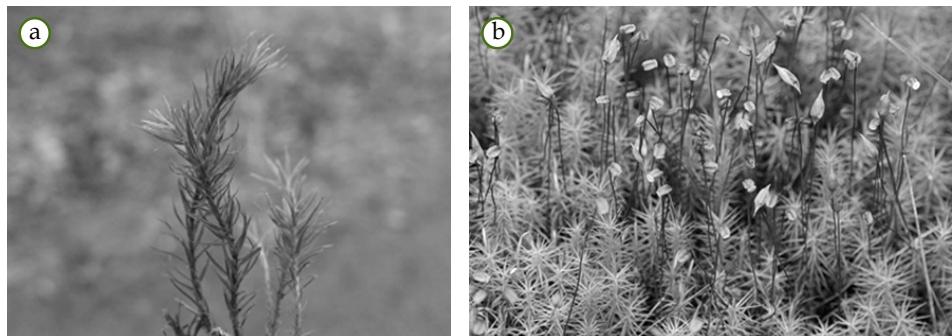
Pada semua lumut, sperma harus berenang untuk mencapai sel telur melalui lapisan air. Sel sperma dapat mencapai lokasi sel telur karena adanya penarik kimia. Lumut yang hidup di habitat kering harus menunggu jatuhnya hujan untuk menyalurkan gamet jantan hingga terjadi proses reproduksi.

### a. Bryophyta

Bryophyta belum memiliki akar, daun, dan batang yang jelas. Struktur mirip akar pada Bryophyta disebut **rhizoid**. Rhizoid membawa air dan nutrisi ke seluruh jaringan. Akan tetapi, rhizoid tidak memiliki pembuluh untuk mendistribusikan air dan nutrisi tersebut. Oleh karena itu, lumut dimasukkan



ke dalam jenis tumbuhan tak berpembuluh. Difusi air dan nutrisi pada lumut terjadi secara lambat melalui jaringan di tubuh lumut yang saling berhubungan. Oleh karena itu, ukuran tubuh mereka terbatas, hanya kurang dari 2 cm tingginya. Contoh Bryophyta adalah *Polytrichum* sp. (**Gambar 5.2**) dan *Sphagnum* sp.

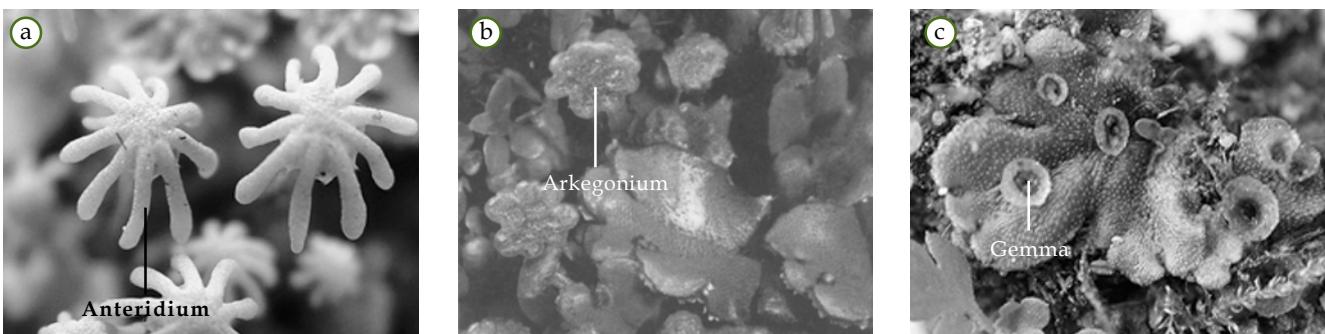


**Gambar 5.2**

Bentuk *Polytrichum* pada dua fase yang berbeda. Bentuk fase (a) gametofit dan (b) fase sporofit.

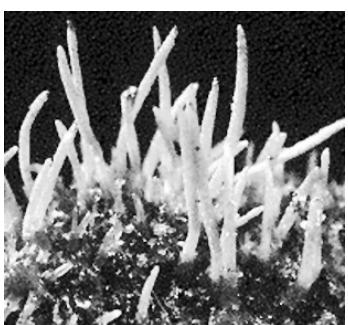
**Gambar 5.3**

(a) Anteridium, (b) Arkegonium, dan (c) Gemma cup.



### c. Anthocerophyta

Divisi Anthocerophyta memiliki struktur tubuh mirip tanduk sehingga dinamakan lumut tanduk. Anthocerophyta hanya memiliki satu kloroplas di dalam tiap selnya. Oleh karena itu, Anthocerophyta dianggap sebagai lumut primitif. Siklus hidupnya menyerupai divisi Bryophyta dan Hepatophyta. Fase gametofitnya lebih dominan dari sporofitnya. Contoh Anthocerophyta adalah *Anthoceros* sp. (**Gambar 5.4**).



**Sumber:** www.steve.gb.com

**Gambar 5.4**

*Anthoceros* sp. merupakan contoh anggota divisi Anthocerophyta.

## 2. Tumbuhan Berpembuluh

Tumbuhan berpembuluh atau **Tracheophyta** memiliki pembuluh pengangkut. Pembuluh pengangkut berfungsi mengangkut air, mineral, dan sari-sari makanan tidak melalui antarsel. Oleh karena itu, pembuluh pengangkut ini terdiri atas **xilem** berfungsi mengangkut air serta mineral dan **floem** yang berfungsi mengangkut hasil fotosintesis. Tumbuhan berpembuluh dibagi menjadi tumbuhan tidak berbiji dan tumbuhan ber biji.



### a. Tumbuhan Berpembuluh Tidak Berbiji

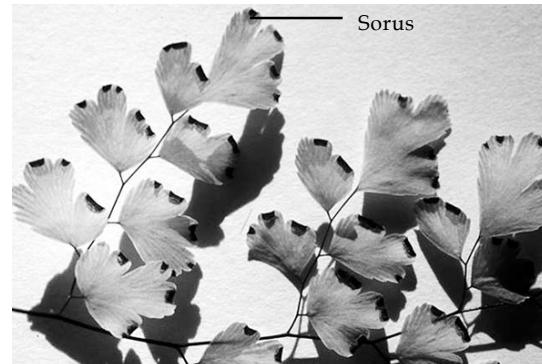
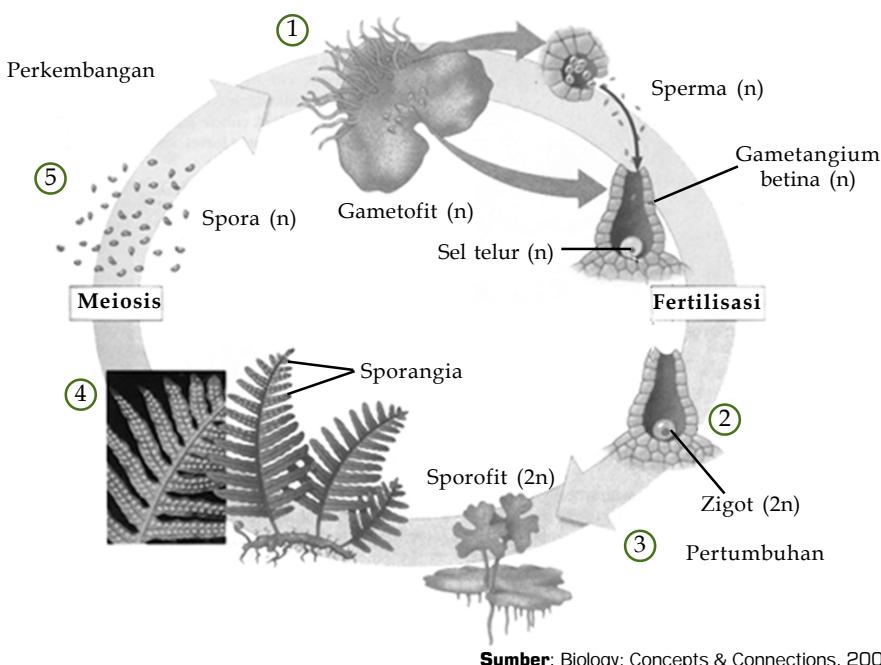
Anggota tumbuhan berpembuluh tidak berbiji adalah tumbuhan paku. Tumbuhan paku sudah termasuk ke dalam tumbuhan **kormus** (*Cormophyta*) karena sudah memiliki akar, batang, dan daun yang jelas. Akar pada paku bersifat seperti serabut yang ujungnya dilindungi oleh **kaliptra** (tudung akar). Batang pada sebagian besar paku tidak terlihat karena berada di dalam tanah dalam bentuk rimpang. Akan tetapi, ada pula yang memiliki batang di permukaan tanah yang bercabang, seperti pada *Cyathea*.

Daun pada tumbuhan paku tampak jelas. Daunnya selalu melingkar dan bergulung pada usia muda. Tumbuhan berpembuluh tidak berbiji memiliki dua macam bentuk daun, yaitu daun yang tidak mengandung spora (**tropofil**), dan daun yang mengandung spora (**sporofil**) (**Gambar 5.5**). Di bagian bawah sporofil terdapat banyak bulatan kecil berwarna kecokelatan. Bulatan tersebut berkumpul membentuk struktur yang disebut **sorus** (jamak: sori). Setiap sorus terdiri atas banyak kotak spora yang disebut **sporangium**.

Selain terdapat pada sorus, sporangium juga terkumpul pada strobilus dan sporokarpium. Strobilus ini merupakan sporangium yang membentuk struktur seperti kerucut.

Terdapat beberapa bentuk spora pada paku yakni, **paku homospora**, **paku heterospora**, dan **paku peralihan**. **Paku homospora** menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran yang sama, contohnya paku kawat (*Lycopodium* sp.). **Paku heterospora** menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran berbeda, contohnya *Selaginella* sp. **Paku peralihan** menghasilkan spora dengan bentuk dan ukuran sama, namun berjenis kelamin jantan atau betina, contohnya paku ekor kuda (*Equisetum* sp.).

Perkembangbiakan tumbuhan paku dilakukan secara seksual dan aseksual. Secara seksual melalui pembentukan gamet jantan dan betina oleh alat-alat kelamin (gametangium). Gametangium jantan (**anteridium**) menghasilkan spermatozoid dan gametangium betina (**arkegonium**) menghasilkan sel telur (ovum) (**Gambar 5.6**). Tumbuhan paku juga mengalami pergiliran keturunan (metagenesis). Metagenesis pada paku heterospora berbeda dengan paku homospora. Perhatikan bagan pada **Gambar 5.7**.



**Sumber:** www.botit.botany.wisc.edu

**Gambar 5.5**

Spora terletak di bawah daun supir (*Adiantum* sp.).

### Wawasan Biologi

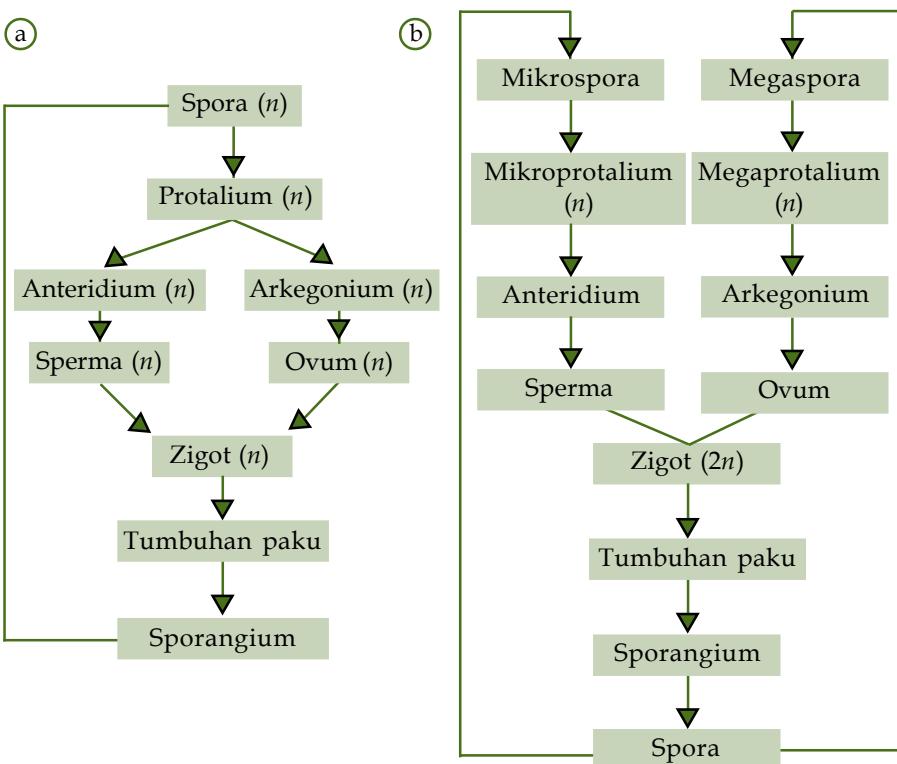
Meskipun tumbuhan paku dikenal dengan tumbuhan tingkat rendah, tidak berarti semua tumbuhan paku pendek dan kecil. Contohnya *Cyathea* sp. yang dapat tumbuh dengan tinggi lebih dari lima meter. Pohon paku ini tumbuh tinggi dan memiliki daun yang mengumpul di ujung, membuat paku ini selintas mirip pohon palem.

### Kata Kunci

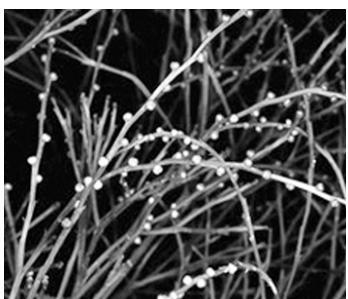
- Angiospermae
- Gymnospermae
- Paku homospora
- Paku heterospora
- Paku peralihan
- Sporofil
- Tropofil

**Gambar 5.6**

Daur hidup tumbuhan paku.

**Gambar 5.7**

Bagan daur hidup paku  
(a) homospora dan  
(b) heterospora.  
Apa perbedaannya?

**Sumber:** www.anbg.gov.au**Gambar 5.8**

Psilotum nodum merupakan contoh Psilophyta.

**Sumber:** www.anbg.gov.au**Gambar 5.9**

Selaginella merupakan salah satu contoh anggota Lycophyta.

Tumbuhan berpembuluh tidak berbiji (tumbuhan paku) diklasifikasikan berdasarkan perbedaan morfologi tubuh. Berdasarkan hal tersebut, tumbuhan paku dibagi menjadi empat divisi, yaitu **Psilophyta**, **Lycophyta**, **Equisetophyta**, dan **Pterophyta**.

### 1) Psilophyta

*Psilotum nodum* merupakan contoh paku dari Divisi Psilophyta (**Gambar 5.8**). Anggota ini belum memiliki struktur akar dan sebagian besar tidak memiliki daun. Struktur akarnya berupa rhizoma. Pada batangnya terdapat sporangia. Divisi ini dianggap sebagai divisi tumbuhan berpembuluh tidak berbiji paling primitif. Sebagian besar anggota divisi ini sudah punah.

### 2) Lycophyta

Lycophyta memiliki struktur daun berbentuk mirip rambut sisik dengan batang seperti kawat sehingga sering disebut paku kawat. Sporangiumnya tersusun dalam bentuk strobilus (jamak: strobili). Contoh tumbuhan dari divisi ini adalah *Lycopodium*, *Isoetes*, dan *Selaginella* (**Gambar 5.9**).

Umumnya Lycophyta adalah tumbuhan epifit. Akan tetapi, ada juga yang tumbuh di dasar lantai hutan di daerah tropis. Lycophyta memiliki spora dalam sporofit. Terdapat Lycophyta yang tidak berfotosintesis, namun bersimbiosis dengan jamur. *Lycopodium* sp. dapat menghasilkan spora tunggal yang nantinya berkembang menjadi gametofit yang memiliki organ jantan dan betina. Adapun *Selaginella* dapat menghasilkan dua spora, yaitu spora kecil (**mikrospora**) dan spora besar (**makrospora**).

### 3) Equisetophyta (Sphenophyta)

Divisi ini memiliki bentuk daun mirip kawat dengan susunan daun satu lingkaran. Kelompok ini memiliki homospora pada konus di ujung batang, memiliki banyak daun, batang berongga, dan beruas. Pada divisi ini terdapat silika yang terkonsentrasi di batang sehingga tumbuhan ini sering dijadikan sebagai bahan penggosok. Karena bentuknya unik, divisi ini sering disebut sebagai paku ekor kuda. Contohnya adalah *Equisetum debile* (**Gambar 5.10**).



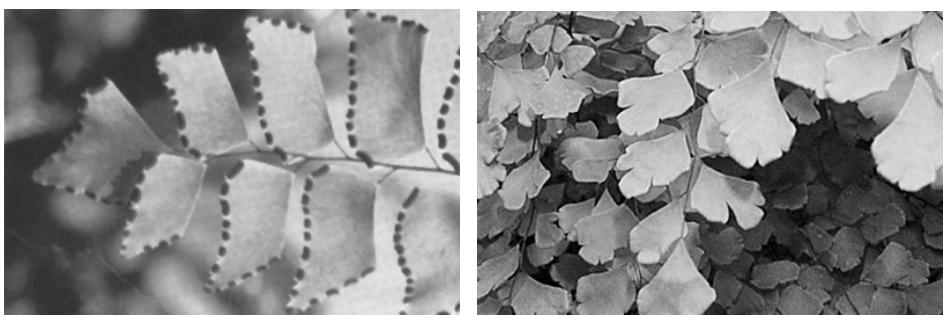
Sumber: www.ferniam.com Botany, 1995

**Gambar 5.10**

Contoh tanaman dari divisi Equisetophyta. (a) Paku ekor kuda (*Equisetum debile*) dan (b) bentuk strobila kotak sporanya.

#### 4) Pterophyta

Pterophyta dianggap sebagai paku sejati. Terdapat lebih dari 12.000 spesies Pterophyta hingga saat ini. Anggotanya ada yang memiliki panjang 9 meter. Pterophyta memiliki ciri-ciri daun yang besar dan sorus di bagian bawah daun. Contohnya *Azolla pinnata* dan *Adiantum* sp. (suplir). Perhatikan Gambar 5.11.



Sumber: Botany, 1995; www.science.siu.edu

#### b. Tumbuhan Berpembuluh dan Berbiji

Tracheophyta berbiji (Spermatophyta) dianggap sebagai tumbuhan yang tingkat perkembangannya paling tinggi. Tumbuhan ini menghasilkan biji yang merupakan alat perkembangbiakan generatif. Di dalam biji terdapat embrio yang merupakan calon individu baru. Spermatophyta dibagi menjadi dua kelompok, yaitu tumbuhan biji terbuka (Gymnospermae) dan tumbuhan biji tertutup (Angiospermae).

##### 1) Tumbuhan biji terbuka (Gymnospermae)

Tumbuhan Gymnospermae memiliki akar, batang, dan daun yang jelas. Akarnya merupakan akar tunggang. Pada akar tidak tampak pembatas yang jelas antara kaliptra dan ujung akar. Akar Gymnospermae juga dapat mengalami pertumbuhan menjadi semakin membesar karena memiliki kambium.

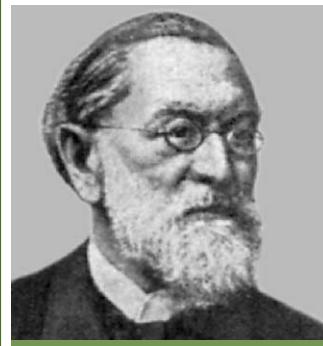
Daun Gymnospermae berbentuk pipih, lebar, dan lancip seperti jarum. Daun Gymnospermae yang pipih dan lebar, mengalami diferensiasi sehingga memiliki epidermis, mesofil, dan tulang daun. Contoh Gymnospermae adalah *Cycas revoluta*, *Ginkgo biloba*, *Pinus*, *Sequoia*, *Welwitschia mirabilis*, dan *Gnetum gnemon*.

Gymnospermae bereproduksi secara seksual. Gymnospermae belum memiliki bunga sesungguhnya. Bakal bijinya terletak pada daun buah atau makrosporofil yang disebut strobilus betina. Serbuk sari terletak pada mikrosporofil. Mikrosporofil itu sendiri, terletak pada bagian yang disebut strobilus jantan. Gymnospermae memiliki daur hidup yang mirip dengan paku heterospora (Gambar 5.12).

**Gambar 5.11**

Suplir (*Adiantum* sp.) merupakan contoh Pterophyta.

## Tokoh Biologi



**Nathanael Pringsheim  
(1823-1894)**

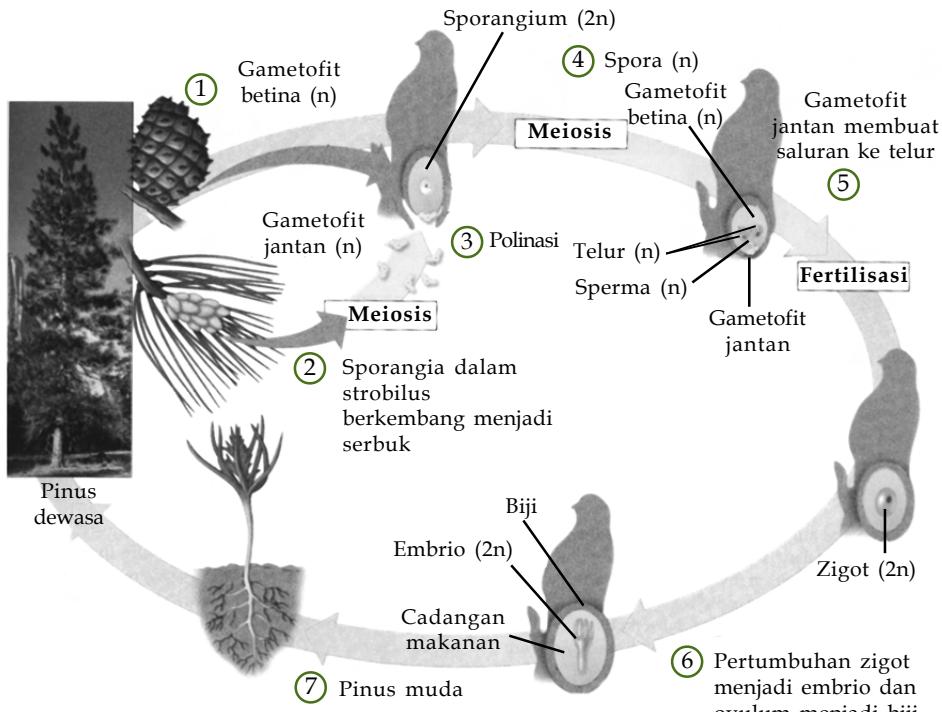
Ia adalah seorang ahli botani asal Jerman. Ia mengkhususkan diri dalam mempelajari tumbuhan tingkat rendah. Ia juga merupakan salah satu orang pertama yang meneliti kloroplas, struktur dalam tumbuhan yang menerima energi matahari.

Sumber: Concise Encyclopedia of Botany, 1994

## Wawasan Biologi

Banyak tumbuhan dari divisi Pinophyta yang menghasilkan cairan kental dan lengket yang disebut resin. Cairan ini dihasilkan agar serangga, seperti rayap tidak dapat merusak kayunya. Banyak serangga terperangkap dan menjadi fosil selama jutaan tahun. Hal ini membantu mengungkap kehidupan prasejarah.

**Sumber:** Concise Encyclopedia of Nature, 1994

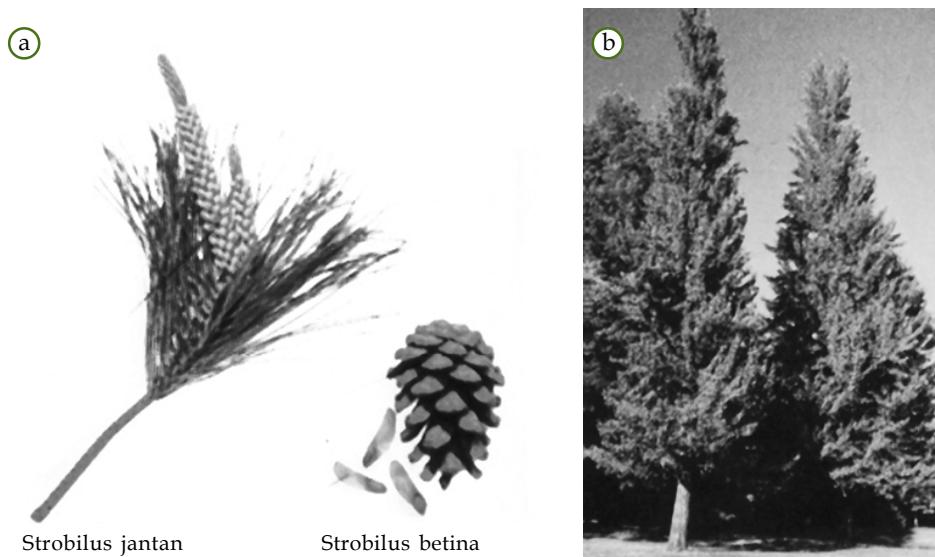


**Sumber:** Biology Concepts & Connections, 2006

Gymnospermae dikelompokkan menjadi empat divisi, yakni **Pinophyta**, **Cycadophyta**, **Ginkgophyta**, dan **Gnetophyta**.

### a) Divisi Pinophyta (Coniferophyta)

Anggota divisi ini sebagian besar berupa pohon dan memiliki daun tunggal berbentuk jarum atau linear. Strobilus jantan dan strobilus betina terdapat di ketiak daun dan pada cabang yang sama. Strobilus betina jika sudah matang akan membentuk runjung atau conus. Terdapat sejumlah sisik runjung yang sifatnya seperti kulit dan mengeras. Contoh spesies divisi ini adalah *Pinus merkusii*. Tumbuhan tersebut adalah tumbuhan asli Indonesia dari Sumatera Utara yang hijau sepanjang tahun (*evergreen*) (**Gambar 5.13**).



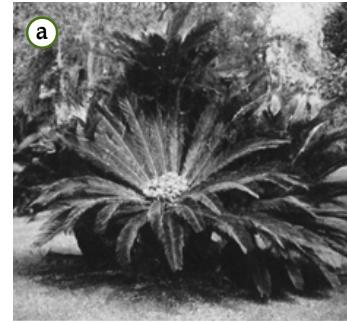
**Gambar 5.13**

Tanaman dari Divisi Pinophyta.  
(a) Strobilus jantan dan strobilus betina pinus.  
(b) Pinus dewasa.

**Sumber:** Concise Encyclopedia of Nature, 1994

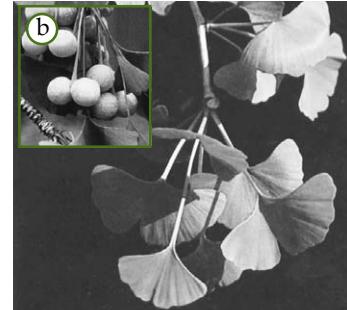
b) Divisi Cycadophyta

Tumbuhan divisi ini sebagian besar menyerupai pohon palem dengan daun majemuk menyirip dan terdapat pada bagian ujung dari batang utama sehingga membentuk mahkota daun. Umumnya berumah dua dan berkelamin satu. Strobilus atau runjung yang merupakan kumpulan mikrosporofil atau kumpulan megasporofil juga terdapat di bagian ujung dari batang dan diliputi daun majemuk. Contoh spesies divisi ini adalah *Cycas rumphii* (Gambar 5.14a). Pohon ini dapat memiliki ketinggian sekitar 6 m, batang berlendir, empulur banyak dan mengandung tepung. Daun mudanya menggulung seperti daun paku.



c) Divisi Ginkgophyta

Tumbuhan divisi ini hanya diwakili oleh spesies *Ginkgo biloba*. Daunnya mirip kipas dengan tangkai yang panjang tulang daun bercabang. Berumah dua dan mengeluarkan bau tidak sedap. Tumbuhan ini terkenal sebagai tanaman obat (Gambar 5.14b).



d) Divisi Gnetaophyta

Tumbuhan divisi ini dianggap paling tinggi tingkat perkembangan evolusinya dari Gymnospermae dan dianggap pula sebagai tumbuhan peralihan antara Gymnospermae dan Angiospermae. Anggotanya merupakan tumbuhan memanjang, liana, atau pohon. Berupa pohon berumah dua dan jarang yang berumah satu. Daunnya tunggal dan berhadapan letaknya dengan urat daun menyirip. Bunga betina berupa bulir yang tersusun dalam lingkaran. Buah mempunyai biji yang diliputi oleh integumen luar yang mengeras dan integumen dalam yang lembut. Di bagian luar diliputi oleh perhiasan bunga yang tebal atau berdaging. Contoh spesies divisi ini adalah *Gnetum gnemon* (melinjo) (Gambar 5.14c). Daun dan biji melinjo sering digunakan sebagai sayuran untuk dimakan.



## 2) Tumbuhan biji tertutup (Angiospermae)

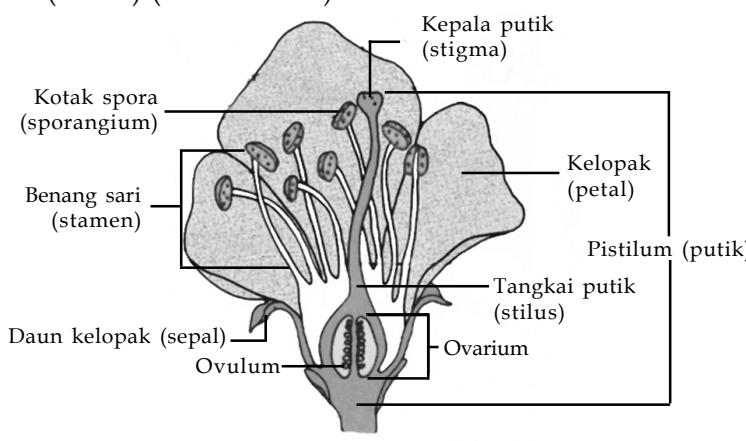
Angiospermae merupakan tumbuhan berbiji tertutup yang memiliki bunga. Ciri-ciri umum dari Angiospermae adalah memiliki akar, batang, daun, dan bunga yang sesungguhnya. Organ reproduksi terletak pada bunga. Selain itu memiliki bentuk daun yang bervariasi, seperti daun pipih, lebar, dan susunan tulang daun seperti menyirip, menjari, dan sejajar. Bakal biji atau bijinya terbungkus oleh daun buah sehingga disebut tumbuhan berbiji tertutup. Adapun waktu antara penyerbukan dan pembuahan relatif pendek. Proses fertilisasinya tidak memerlukan air sebagai medianya.

Bunga pada Angiospermae memiliki bagian steril, yaitu **sepal** (mahkota), dan **petal** (kelopak). Bagian reproduksinya adalah **stamen** (jantan) dan **pistilum** (betina) (Gambar 5.15).

**Sumber:** Botany, 1995; Essentials of Biology, 1990; www.science.siu.edu

**Gambar 5.14**

- (a) Salah satu contoh anggota Cycadophyta yaitu *Cycas rumphii* (pakis haji).
- (b) Anggota divisi Ginkgophyta yang masih ada, yaitu *Ginkgo biloba*.
- (c) Salah satu anggota divisi Gnetophyta, yaitu *Gnetum gnemon* (melinjo).



**Sumber:** Heath Biology, 1985

**Gambar 5.15**

Bagian-bagian bunga pada tumbuhan Angiospermae.

## Kata Kunci

- Dikotil
- Monokotil
- Petal
- Pistilum
- Sepal
- Stamen

Semua anggota Angiospermae ditempatkan dalam satu divisi, yakni divisi **Anthophyta**. Divisi Anthophyta dibagi menjadi dua kelas, yaitu:

1. kelas monokotil (tumbuhan biji berkeping satu);
2. kelas dikotil (tumbuhan biji berkeping dua).

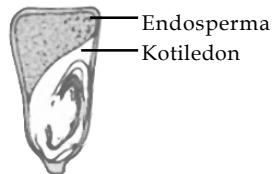
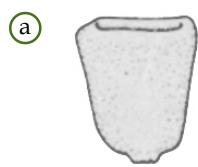
Berikut adalah **Tabel 5.2** memperlihatkan beberapa perbedaan antara tumbuhan monokotil dan dikotil. Perhatikan juga **Gambar 5.16**.

**Tabel 5.2** Perbedaan Tumbuhan Monokotil dan Dikotil

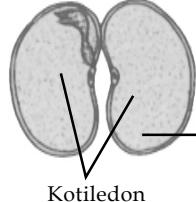
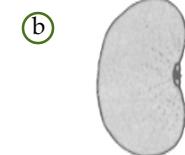
	<b>Biji</b>	<b>Tulang daun</b>	<b>Pembuluh</b>	<b>Bunga</b>	<b>Akar</b>
<b>Monokotil</b>	Satu kotiledon	Sejajar atau melengkung	Pembuluh tersebar	Petal kelipatan 3	Akar serabut
<b>Dikotil</b>	Dua kotiledon	Menjari atau menyirip	Pembuluh teratur dalam satu lingkaran	Petal 4,5, atau kelipatannya	Akar tunggang

**Sumber:** Biology Concepts & Connections, 2006

**Biji jagung (monokotil)**



**Biji kacang tanah (dikotil)**



**Gambar 5.16**

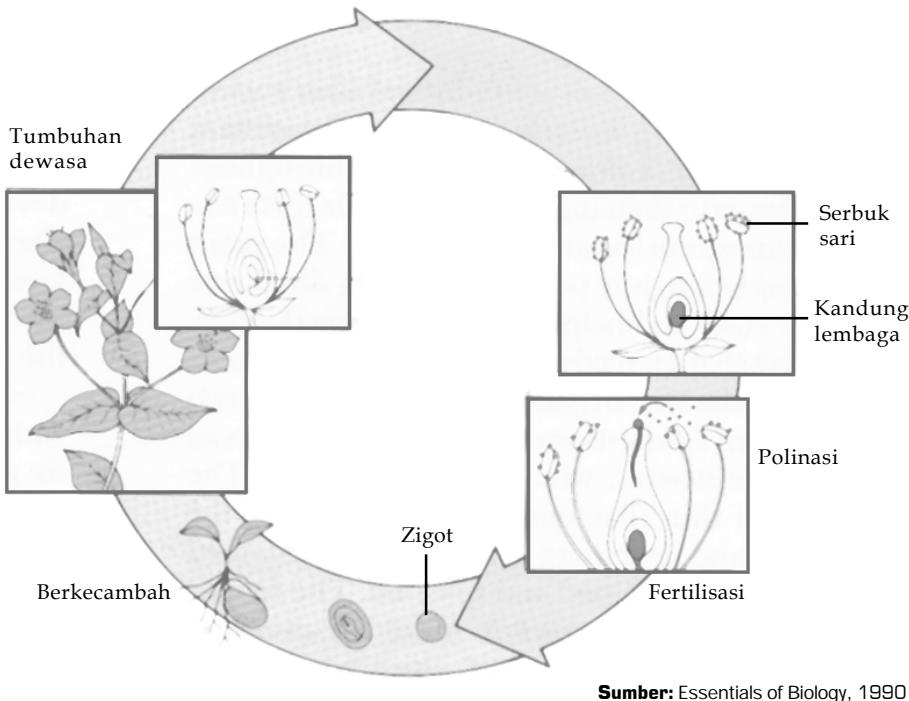
Perbedaan struktur biji tanaman monokotil dan tanaman dikotil.

- (a) Struktur biji jagung dan
- (b) struktur kacang merah.

Contoh tumbuhan yang termasuk ke dalam monokotil, antara lain bunga lili, palem, anggrek, iris, dan jagung. Adapun yang termasuk ke dalam kelompok dikotil, di antaranya adalah tumbuhan apel, stroberi, kacang-kacangan, dan mawar.

**Sumber:** Heath Biology, 1985

Tumbuhan Angiospermae memiliki daur hidup yang kompleks dan mengalami pergiliran keturunan. Daur hidupnya secara umum dapat dilihat pada **Gambar 5.17** berikut.



**Sumber:** Essentials of Biology, 1990

**Gambar 5.17**

Proses daur hidup tanaman Angiospermae.

Kapan terjadi fertilisasi?

## Kegiatan 5 .1

### Perkecambahan Monokotil dan Dikotil

#### Tujuan

Mengamati perbedaan pertumbuhan kecambahan monokotil dan dikotil

#### Alat dan Bahan

Kapas atau kertas tisu, botol selai, kacang merah dan biji jagung yang sudah tua, dan air

#### Langkah Kerja

1. Isi botol selai dengan kapas atau kertas tisu. Masukkan biji kacang merah pada sisi botol antara kapas dan kaca botol. Masukkan juga biji jagung pada sisi lain sehingga kedua biji mudah diamati.
2. Basahi kapas atau kertas tisu dengan air, jangan terlalu basah. Kemudian, simpan botol dalam ruangan dan amati serta gambarkan perubahan yang terjadi pada biji setiap hari dalam tabel berikut.

Hari Ke-	Perubahan	Gambar
1.		
2.		
...		

3. Apa yang terjadi setelah satu minggu? Catat hasilnya dan diskusikan bersama teman kelompok Anda. Buatlah kesimpulannya dan presentasikan di depan kelas.

#### Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Manakah yang lebih dahulu berkecambahan, biji kacang merah atau biji jagung?
2. Apa perbedaan perkecambahan antara monokotil dan dikotil?

## Soal Penguasaan Materi 5.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Apa perbedaan antara Bryophyta dan Pterophyta?
2. Sebutkan beberapa bentuk spora pada tumbuhan paku.
3. Jelaskan urutan perkembangbiakan pada Angiospermae.
4. Apa perbedaan antara Gymnospermae dan Angiospermae?

### B Manfaat Kingdom Plantae

Tumbuhan adalah makhluk hidup yang dapat membuat makanannya sendiri. Banyak makhluk hidup di alam bergantung pada tumbuhan. Melalui fotosintesis yang dilakukannya, tumbuhan menghasilkan berbagai zat yang dapat dijadikan makanan untuk makhluk lain (**Gambar 5.18**). Selain itu, tumbuhan juga menghasilkan oksigen yang diperlukan makhluk hidup untuk respirasi.



**Gambar 5.18**

Berbagai makanan yang didapat dari kingdom Plantae.

Sumber: Heath Biology, 1985

Kingdom plantae memiliki banyak manfaat bagi kehidupan makhluk hidup lainnya. Bagi manusia, kingdom Plantae dapat dimanfaatkan sebagai bahan sandang, pangan dan papan serta obat-obatan. Untuk lebih jelas, perhatikan **Tabel 5.3** berikut.

**Tabel 5.3** Manfaat Kingdom Plantae bagi Manusia

NO.	Nama Tumbuhan	Kegunaan
1.	Padi ( <i>Oryza sativa</i> )	Sumber makanan pokok dan sebagai sumber karbohidrat
2.	Kentang ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Sumber makanan yang mengandung karbohidrat
3.	Singkong ( <i>Manihot esculenta</i> )	Bahan makanan yang mengandung karbohidrat
4.	Kelapa ( <i>Cocos nucifera</i> )	Buahnya yang mengandung air dapat dikonsumsi dan batangnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan.
5.	Pohon jati ( <i>Tectona grandis</i> )	Bahan dasar bangunan dan peralatan rumah tangga
6.	Pohon jambu ( <i>Psidium guajava</i> )	Daun mudanya dapat dijadikan sebagai obat sakit perut dan buahnya dapat dijadikan sebagai buah-buahan
7.	Pohon pisang ( <i>Musa paradisiaca</i> )	Getah pada batangnya dapat dijadikan obat luka, buahnya dapat dijadikan sebagai buah-buahan

Dilihat dari **Tabel 5.3** tersebut, banyak sekali manfaat dari kingdom Plantae. dari bahan kebutuhan sandang yang merupakan sumber karbohidrat dan lainnya yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Selain itu, kingdom Plantae juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, bahan obat-obatan, dan lain sebagainya.

Manfaat lainnya dari kingdom Plantae yang sangat penting adalah tumbuhan mampu menyerap air serta menjaga kestabilan tanah yang berada di lereng-lereng gunung, sehingga tumbuhan ini bermanfaat dalam menjaga lingkungan dari banjir serta bahaya longsor. Melihat begitu besarnya manfaat kingdom Plantae bagi manusia, upaya pelestarian dari kingdom Plantae ini harus di mulai dari sekarang juga.

## Tugas Ilmiah 5.1

Banyak manfaat dari anggota kingdom Plantae, mulai dari sebagai pangan hingga obat-obatan. Sekarang, tugas Anda untuk lebih mengenal satu spesies tanaman lebih dekat. Buatlah sebuah karya tulis mengenai manfaat satu spesies tumbuhan. Pilihlah spesies tumbuhan yang Anda inginkan, lalu carilah nama daerah, habitat asli, ciri-ciri, serta manfaatnya. Apakah tumbuhan tersebut dapat dibudidayakan sebagai tanaman hias? Gunakan buku, majalah, koran, atau internet sebagai sumber literatur. Jangan lupa untuk mencantumkan sumber literatur Anda. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

## Soal Penguasaan Materi 5.2

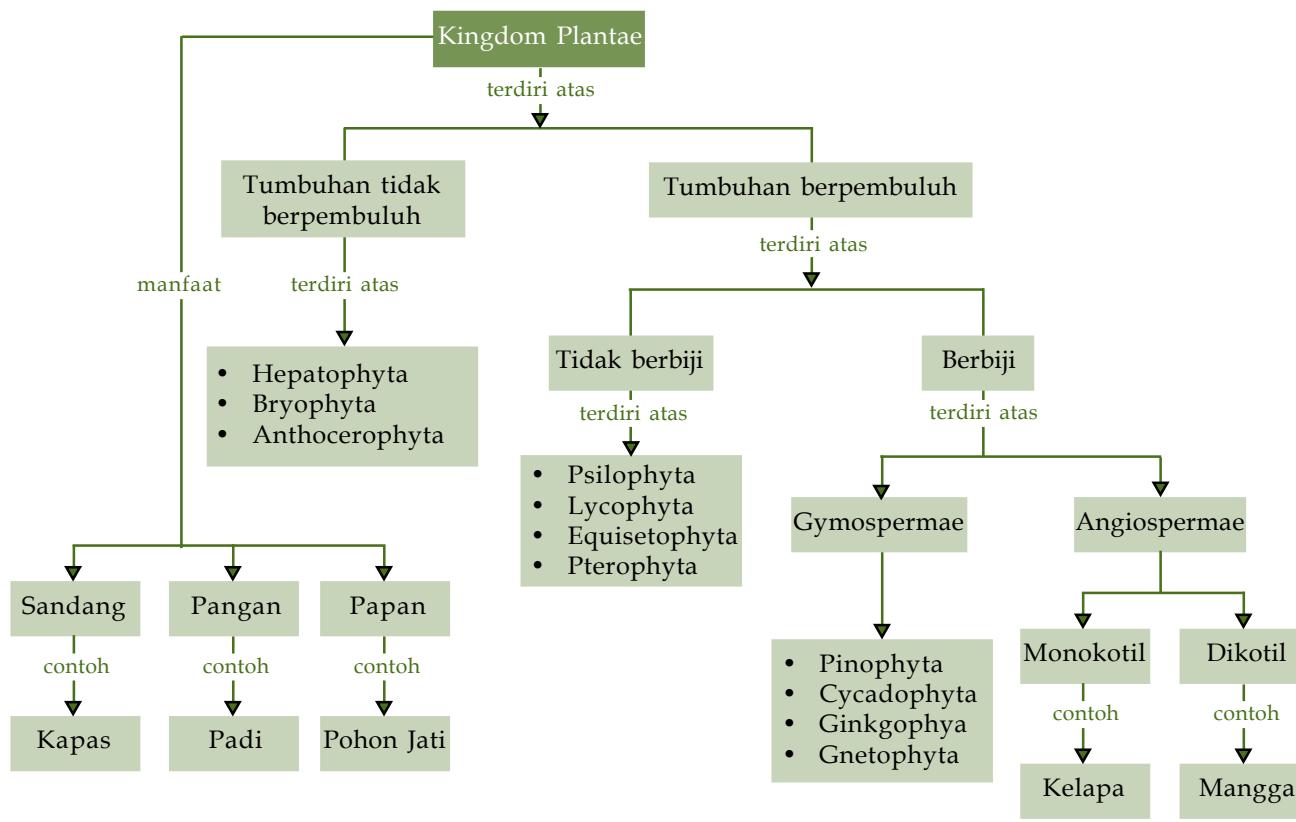
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Sebutkan empat manfaat tumbuhan bagi manusia.
2. Sebutkan beberapa jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan sandang.
3. Mengapa melestarikan tumbuhan penting bagi kehidupan? Jelaskan.

## Rangkuman

1. Kingdom Plantae merupakan salah satu makhluk hidup yang cukup beragam jenisnya. Secara garis besar, kingdom Plantae dapat dibedakan atas tumbuhan tidak berpembuluh dan tumbuhan berpembuluh.
2. Anggota dari tumbuhan yang tidak berpembuluh merupakan lumut yang dapat dibedakan atas Hepatophyta, Bryophyta, dan Anthocerophyta. Lumut belum memiliki daun, akar, dan batang sejati.
3. Anggota dari tumbuhan berpembuluh dapat dibedakan menjadi tumbuhan tidak berbiji (paku-pakuan) dan tumbuhan berbiji. Paku dapat dibedakan menjadi Psilophyta, Lycophyta, Sphenophyta, dan Pterophyta.
4. Tumbuhan berbiji dapat dibedakan atas tumbuhan berbiji terbuka dan tumbuhan berbiji tertutup. Tumbuhan berbiji terbuka terdiri atas empat divisi, yaitu Pinophyta, Ginkgophyta, Cycadophyta, dan Gnetaophyta.
5. Tumbuhan biji tertutup (Angiospermae) di-kelompokkan ke dalam satu divisi, yakni divisi Anthophyta. Divisi ini dibagi menjadi dua kelas, yakni kelas dikotil dan kelas monokotil. Contoh tumbuhan monokotil adalah bunga lili, palem, dan jagung. Adapun contoh tumbuhan dikotil adalah apel, dan mawar.

# Peta Konsep



## Kaji Diri

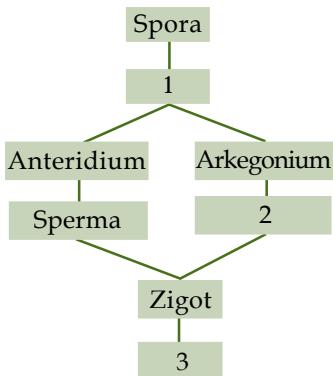
Dapatkah Anda memahami materi bab ini? Apakah Anda menemukan kesulitan dalam memahami bab ini? Jika menemukannya, diskusikan bersama guru Anda atau teman Anda. Dalam bab ini, kamu telah mempelajari salah satu kingdom yang anggotanya memiliki banyak manfaat, yaitu kingdom Plantae. Selain bermanfaat sebagai bahan pangan, anggota

dari kingdom ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, kosmetik, obat-obatan, bahan kertas, bahan pembuat baju, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, sudah sepatasnya kita menjaga dan melestarikan keanekaragaman kingdom Plantae yang dimiliki oleh negara kita ini. Dapatkah Anda menyebutkan manfaat lain dari mempelajari bab ini?

## Evaluasi Materi Bab 5

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

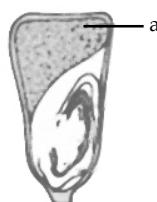
1. Bryophyta merupakan tumbuhan yang masih memiliki ciri tumbuhan talus, yaitu ....
  - a. tidak mempunyai pembuluh
  - b. tidak mempunyai alat kelamin
  - c. tidak mempunyai akar, batang, dan daun yang jelas
  - d. mengalami pertumbuhan membesar
  - e. tidak berfotosintesis
2. Protalium termasuk generasi paku yang menghasilkan ....
  - a. spora
  - b. gamet
  - c. biji
  - d. kromosom haploid
  - e. sorus
3. Jika spora paku jatuh di tempat yang sesuai, akan tumbuh menjadi ....
  - a. protalium
  - b. protonema
  - c. sporangium
  - d. sporofil
  - e. tanaman paku
4. Bagian bunga tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) tempat terjadinya penyerbukan disebut ....
  - a. serbuk sari
  - b. mikrofil
  - c. bakal buah
  - d. kotak sari
  - e. kepala putik
5. Perhatikan bagan keturunan tanaman paku berikut.



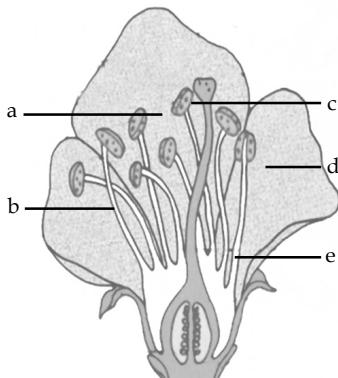
Nomor 1, 2, dan 3 adalah ...

- a. gametofit, sporofit, dan ovum
  - b. sporofit, protalium, dan ovum
  - c. protalium, ovum, dan sporofit
  - d. sporofit, ovum, dan mikrosporofit
  - e. protalium, sporofit, dan mikrosporofit
6. Monokotil dapat dibedakan dari dikotil berdasarkan ciri-ciri khas yang terdapat pada semua struktur di bawah ini, *kecuali* ....
7. Kesamaan antara tumbuhan lumut dan tumbuhan paku adalah ....
    - a. kormofita sejati
    - b. struktur sporofit
    - c. struktur gametofit
    - d. rhizoid pada sporofit
    - e. metagenesis
  8. Pembuluh angkut *tidak* ditemukan pada ....
    - a. Pteridophyta
    - b. Bryophyta
    - c. Monokotil
    - d. Dikotil
    - e. Gymnospermae
  9. Tumbuhan manakah yang memiliki kambium ....
    - a. pisang
    - b. padi
    - c. jagung
    - d. singkong
    - e. kacang tanah
  10. Pipa kapiler yang berfungsi untuk pengangkutan air di dalam tubuh tumbuhan adalah ....
    - a. xilem
    - b. floem
    - c. berkas pembuluh
    - d. trakeid
    - e. trachea
  11. Tumbuhan paku yang menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran berbeda disebut ....
    - a. paku peralihan
    - b. paku heterospora
    - c. paku tidak sempurna
    - d. paku homospora
    - e. paku sempurna
  12. Pada Bryophyta, struktur mirip akar yang berfungsi membawa air dan nutrisi ke jaringan adalah ....
    - a. rhizoma
    - b. anteridia
    - c. arkegonia
    - d. protonema
    - e. rizoid
  13. Sporangium adalah ....
    - a. daun yang tidak mengandung spora
    - b. daun yang mengandung spora
    - c. kotak spora yang menghasilkan spora
    - d. pelindung spora
    - e. spora yang berukuran kecil

14. Bagian alat reproduksi jantan pada angiospermae adalah ....
- stamen
  - pistilum
  - ovulum
  - stilus
  - sepal
15. Berikut yang *bukan* merupakan ciri-ciri umum dari tumbuhan dikotil adalah ....
- berkeping dua
  - tulang daun menjari atau menyirip
  - memiliki akar serabut
  - memiliki kambium
  - memiliki bunga dengan kelipatan 4 atau 5
16. Perhatikan gambar berikut.



- Bagian a memiliki fungsi sebagai cadangan makanan untuk tumbuh. Bagian tersebut adalah ....
- endospermae
  - kotiledon
  - hipokotil
  - radikula
  - epikotil
17. Perhatikan gambar berikut.



#### B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.

- Sebutkan ciri-ciri kingdom Plantae.
- Jelaskan ciri-ciri lumut dan sebutkan contoh spesiesnya.
- Sebutkan ciri-ciri umum Angiospermae.

- Alat perkembangbiakan betina yang terdapat pada gambar bunga tersebut ditunjukkan oleh bagian ....
- a
  - b
  - c
  - d
  - e
18. Pinus merupakan anggota Gymnospermae dari divisi ....
- Pteridophyta
  - Equisetophyta
  - Lycopodophyta
  - Cycadophyta
  - Pinophyta
19. Tumbuhan lumut merupakan tumbuhan kosmopolit, sebab ....
- hidupnya epifit
  - hidupnya di tempat yang lembap
  - hidupnya dapat di mana saja
  - hidupnya di air
  - hidupnya parasit di daerah dingin
20. Berikut adalah contoh spesies dari kingdom Plantae yang biasa dijadikan sebagai sumber karbohidrat utama, yaitu ....
- Cocos nucifera*
  - Ficus benjamina*
  - Salacca* sp.
  - Psidium guajava*
  - Oryza sativa*

#### Soal Tantangan

Saat ini banyak sekali penelitian mengenai tanaman obat di Indonesia. Tak jarang dijumpai tumbuhan yang memiliki khasiat seperti obat hasil industri. Hal ini menjadikan beberapa jenis tanaman digunakan sebagai obat alternatif, misalnya lidah buaya. Lidah buaya sudah dikenal dapat menyembuhkan beberapa penyakit. Bahkan, Cleopatra menggunakanannya untuk merawat

kecantikan kulit wajah dan tubuhnya. Begitu pula dengan batuk dan flu, penyakit ini dapat disembuhkan dengan lidah buaya karena mampu meluruhkan dahak (Pikiran Rakyat, 29 April 2004). Jika Anda harus memilih untuk pengobatan menggunakan obat alternatif atau obat hasil industri, manakah yang akan Anda pilih? Mengapa?

# 6

## Bab 6

# Kingdom Animalia



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



Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami manfaat keanekaragaman hayati. Setelah itu Anda diharapkan dapat mendeskripsikan ciri-ciri filum dalam dunia hewan dan perannya bagi kehidupan.

Perhatikan oleh Anda semut, kucing, cecak, katak, dan kupu-kupu yang diciptakan Tuhan Yang Maha Esa. Mungkin Anda telah mengetahui bahwa semua organisme tersebut termasuk hewan. Akan tetapi, dapatkah Anda temukan kesamaan mendasar dari keempat hewan tersebut?

Jika Anda amati secara saksama, terdapat beberapa kesamaan dari organisme tersebut. Semuanya merupakan organisme multiseluler, mendapatkan makanan secara heterotrof, dan mampu berpindah tempat secara aktif. Hal tersebut merupakan ciri-ciri umum dari kingdom Animalia. Meskipun begitu, tidak semua anggotanya dapat berpindah tempat secara bebas, misalnya hewan anggota filum Porifera.

Pada bab ini, Anda akan diperkenalkan pada kelompok-kelompok dari kingdom Animalia yang beraneka ragam. Anggota kingdom ini merupakan organisme penguasa berbagai ekosistem di bumi. Mereka juga merupakan karnivora yang menempati tingkat trofik atas. Beberapa hewan merupakan sahabat terdekat manusia yang dibesarkan dan dipelihara manusia.

Bagaimanakah klasifikasi kingdom Animalia? Adakah peran positif kingdom Animalia terhadap kehidupan manusia? Untuk itu, simaklah bab ini untuk menjawab pertanyaan seputar kingdom Animalia.

- A. Klasifikasi Kingdom Animalia**
- B. Manfaat Kingdom Animalia**



## Soal Pramateri

1. Sebutkan ciri-ciri hewan.
2. Sebutkan beberapa hewan yang Anda ketahui.
3. Menurut Anda, apakah perbedaan hewan dan tumbuhan?

## A Klasifikasi Kingdom Animalia

Kingdom Animalia yang kita kenal sebagai hewan, memiliki bentuk yang beraneka ragam. Mulai dari Porifera yang sederhana hingga paus biru yang merupakan Mammalia terbesar.

Semua anggota kingdom Animalia merupakan organisme multiseluler. Tidak seperti Protista yang melakukan semua aktivitas biologisnya dalam satu sel, Animalia memiliki sel-sel yang telah terspesialisasi. Sel-sel yang telah terspesialisasi ini hanya mampu melakukan fungsi tertentu dan tidak dapat melakukan fungsi yang lain. Sel hewan yang berfungsi sebagai penyusun alat gerak atau sistem pencernaan, memerlukan sel lainnya untuk dapat melaksanakan fungsinya. Contohnya, sel darah merah yang memberikan suplai oksigen bagi sel saraf.

Anggota kingdom Animalia bersifat **heterotrof**. Dapatkah Anda menjelaskan mengapa hewan bersifat heterotrof? Hewan tidak dapat memproduksi makanan sendiri, hanya dapat memperoleh makanan dari organisme lain. Hewan merupakan organisme multiseluler dan sel-selnya telah terspesialisasi, anggota kingdom Animalia memiliki sistem pencernaan dan sistem transpor. Makanan yang didapat kemudian dicerna menjadi molekul sederhana dan disalurkan ke seluruh sel tubuh melalui sistem transpor. Agar lebih jelas memahami ciri-ciri kingdom Animalia secara umum, perhatikan **Tabel 6.1** berikut.

**Tabel 6.1** Ciri-Ciri Kingdom Animalia

No	Ciri-Ciri Kingdom Animalia
1	Makhluk hidup multiseluler
2	Memperoleh makanan secara heterotrof
3	Memerlukan oksigen
4	Reproduksi secara seksual, pada beberapa filum secara aseksual
5	Bentuk dewasanya selalu diploid ( $2n$ )

Dari sekitar dua juta spesies kingdom Animalia, 97 persen merupakan kelompok **invertebrata**, yaitu hewan yang tidak memiliki tulang belakang. Adapun, tiga persen sisanya merupakan kelompok **vertebrata**, hewan yang memiliki tulang belakang. Namun, perlu diingat bahwa pembagian hewan ke dalam dua kelompok tersebut bukanlah pembagian secara formal berdasarkan taksonomi, melainkan peninggalan sistem klasifikasi terdahulu.

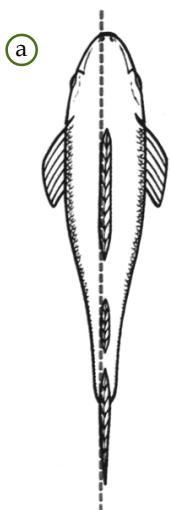
Dari sekian banyak anggota kingdom Animalia, para ahli taksonomi melakukan klasifikasi berdasarkan empat hal, yakni simetri tubuh (**Gambar 6.1**), rongga tubuh, jumlah lapisan tubuh, dan segmentasi tubuh.

Berdasarkan simetri tubuhnya, terdapat hewan yang memiliki simetri tubuh **bilateral** dan simetri tubuh **radial**. Pada simetri tubuh bilateral, hanya terdapat satu bidang pembelahan khayal yang membagi tubuh sama besar sehingga memiliki bagian tubuh **anterior** (depan), **posterior** (belakang), **dorsal** (atas), dan **ventral** (bawah). Pada simetri radial, hanya memiliki bagian dorsal (atas) dan ventral (bawah) saja.

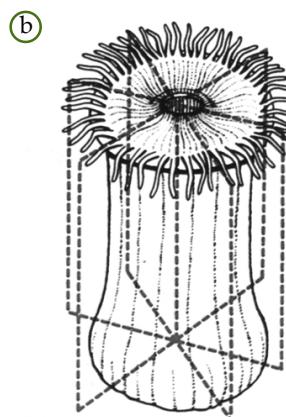
## Kata Kunci

- Heterotrof
- Invertebrata
- Vertebrata

Simetri bilateral



Simetri radial



**Sumber:** Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995

### Gambar 6.1

Bentuk simetri pada hewan. (a) Simetri bilateral pada ikan dan (b) simetri radial pada anemon laut.

Berdasarkan jumlah lapisan tubuhnya, hewan terbagi menjadi hewan **diploblastik** dan **triploblastik**. Hewan diploblastik merupakan hewan yang tubuhnya memiliki lapisan **ektoderm** dan lapisan **endoderm**. Contoh hewan kelompok ini adalah Porifera. Adapun hewan triploblastik adalah hewan yang tubuhnya memiliki tiga lapisan yaitu lapisan paling luar (**ektoderm**), lapisan tengah (**mesoderm**), dan lapisan dalam (**endoderm**). Hewan triploblastik ini terbagi menjadi tiga macam, yaitu **Acoelomata**, **Pseudocoelomata**, dan **Coelomata**.

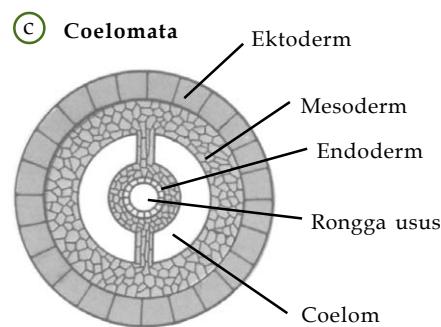
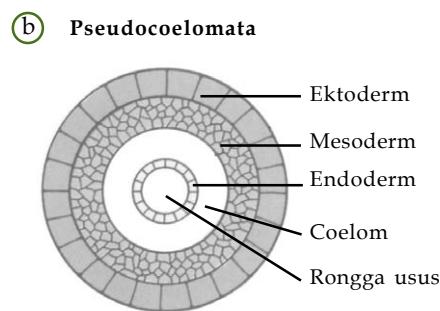
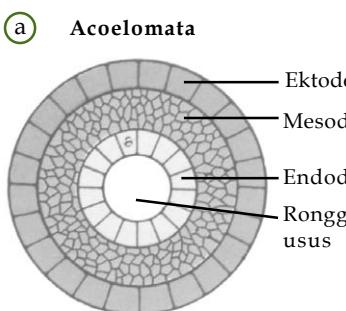
Acoelomata adalah hewan yang bertubuh padat tanpa rongga (**coelom**) di antara usus dan tubuh bagian luarnya. Contoh dari hewan ini antara lain anggota Platyhelminthes (cacing pipih) (Gambar 6.2a).

Pseudocoelomata adalah hewan yang memiliki rongga (**coelom**) di dalam saluran tubuhnya (Gambar 6.2b). Rongga tersebut berisi cairan, yang memisahkan alat pencernaan dengan lapisan mesoderm dan ektoderm. Contoh hewan dari kelompok ini adalah Nematoda (cacing gilig) dan Porifera.

Adapun Coelomata merupakan hewan yang memiliki rongga tubuh (**coelom**) berisi cairan dan memiliki sekat. Sekat-sekat tersebut berasal dari jaringan mesoderm (Gambar 6.2c).

### Kata Kunci

- Acoelomata
- Coelomata
- Diploblastik
- Ektoderm
- Endoderm
- Mesoderm
- Pseudocoelomata
- Simetri Bilateral
- Simetri Radial
- Triploblastik



**Sumber:** Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995

### Gambar 6.2

(a) Bentuk lapisan tubuh triploblastik acoelomata.  
(b) Susunan tubuh pada pseudocoelomata. (c) Susunan tubuh pada coelomata.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, kingdom Animalia dikelompokkan antara lain menjadi 14 filum. Keempat belas filum tersebut terdiri atas dua kelompok besar, yaitu invertebrata (tidak bertulang belakang) dan vertebrata (hewan bertulang belakang).



**Tabel 6.2** Klasifikasi Kingdom Animalia

Kelompok	Filum
Invertebrata	1. Porifera 2. Cnidaria 3. Ctenophora 4. Platyhelminthes 5. Nemertea 6. Rotifera 7. Nematoda 8. Mollusca 9. Onychophora 10. Annelida 11. Arthropoda 12. Phorozoa 13. Bryozoa 14. Brachipoda 15. Echinodermata
Vertebrata	16. Chordata Subfilum Urochordata Subfilum Cephalochordata Subfilum Vertebrata Kelas Chondrichtyes Kelas Osteichthyes Kelas Amphibia Kelas Reptilia Kelas Aves Kelas Mammalia

**Sumber:** Biology, 1998

Berikut akan dijelaskan mengenai beberapa filum dari kingdom Animalia baik dari kelompok invertebrata maupun vertebrata. Filum-filum tersebut adalah **Porifera**, **Cnidaria**, **Plathyhelminthes**, **Nematoda**, **Annelida**, **Mollusca**, **Echinodermata**, **Arthropoda**, dan **Chordata**. Anda tertarik? Simaklah penjelasan selanjutnya.

## 1. Filum Porifera

Porifera sulit dikenali sebagai hewan. Filum Porifera disebut juga hewan spons. Porifera merupakan hewan multiseluler yang paling sederhana, mereka tidak memiliki kepala atau anggota badan lain layaknya hewan. Oleh karena itu, banyak yang keliru mengidentifikasi Porifera sebagai tanaman laut.

Tubuh Porifera dihubungkan oleh saluran-saluran. Saluran-saluran tersebut terbuka di ujungnya dan membentuk pori-pori. Pori-pori inilah yang membuat filum ini dinamakan filum Porifera. Sesuai dengan asal kata *porus* yang memiliki arti lubang kecil dan *faro* yang memiliki arti mengandung atau membawa. Porifera dapat diartikan sebagai hewan yang tubuhnya memiliki lubang-lubang kecil.

Porifera memiliki sekitar 10.000 spesies yang kebanyakan hidup di air laut. Hewan ini merupakan hewan *sessile* (hidup melekat pada substrat). Spesies tersebut bervariasi dalam hal bentuk, ukuran, dan warna. Porifera biasanya dikelompokkan berdasarkan materi yang ditemukan di dalam



**Baron Georges Cuvier  
(1769-1832)**

Ia adalah seorang ahli Biologi asal Perancis. Ia merupakan seorang perintis dalam rekonstruksi hewan punah dari fosil yang tidak lengkap. Ia juga memberi pengaruh penting terhadap klasifikasi hewan.

**Sumber:** Concise Encyclopedia of Nature, 1994

rangkanya. Porifera yang terkenal adalah bunga karang yang memiliki serat fleksibel dalam mesenkimnya. Serat tersebut dibuat dari protein yang disebut **spongin**.

Beberapa Porifera memiliki **spikula** yang terbuat dari kalsium karbonat, silika maupun keduanya (**Gambar 6.3**). Mineral rangka Porifera sangat mudah menempel bersama batuan karang. Oleh karena itu, rangka Porifera banyak ditemukan di batuan karang. Rangka tersebut dapat bertahan hingga 500 juta tahun lamanya.

### a. Ciri-Ciri Porifera

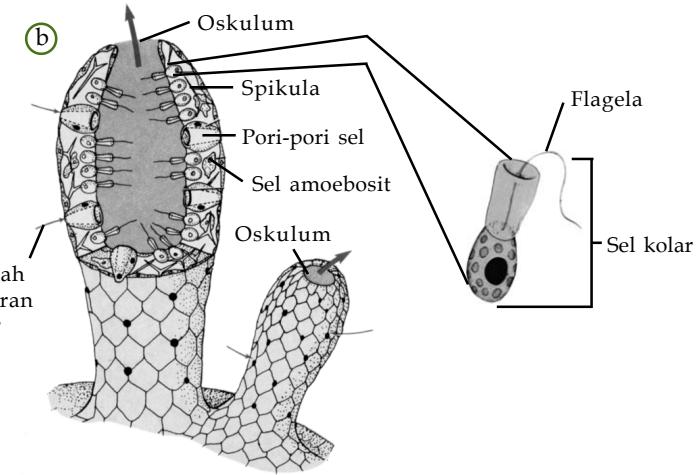
Beberapa Porifera memiliki tubuh simetri radial, namun pada umumnya tubuh Porifera asimetrik (tidak memiliki bidang pembelahan yang sama besar). Porifera merupakan hewan yang memiliki jaringan primitif dan belum memiliki organ.

Ciri-ciri Porifera secara umum memiliki empat tipe sel dasar yang terorganisasi menjadi dua lapisan tubuh. Lapisan yang paling luar disebut epidermis. Pada epidermis, sel-sel silindris yang disebut **porosit** membuat air dapat masuk ke rongga tubuh Porifera.

Di bagian dalam epidermis terdapat material seperti jeli yang disebut **mesenkim**. Di dalam mesenkim terdapat struktur yang disebut spikula. Spikula memiliki dua fungsi, yaitu memberi bentuk pada sel, dan melindungi Porifera dari predatornya.

Bagian dalam rongga tubuh Porifera dilapisi jaringan yang terdiri atas sel-sel berflagel yang disebut **sel kolar**. Sel kolar menyaring partikel-partikel makanan, seperti alga dan sisa-sisa bahan-bahan organik dari air. Dengan cara inilah, sel kolar menyuplai makanan untuk dirinya sendiri dan sel-sel lainnya. Sisa makanan akan dibuang melalui **oskulum** yang terdapat pada ujung rongga tubuh. Perhatikan **Gambar 6.4**.

Tipe sel yang keempat dari Porifera adalah sel-sel yang mirip dengan *Amoeba*. Sel-sel ini disebut **sel amoebosit** yang dapat bergerak menggunakan pseudopodia. Amoebosit memiliki beberapa fungsi, seperti mencari partikel-partikel makanan dari sel-sel kolar ke sel-sel epidermal dan porosit.



**Sumber:** Biological Science, 1986; Biologi: Evolusi, Kepelbagaian, dan Persekitaran, 1995

### b. Reproduksi Porifera

Porifera dapat bereproduksi baik secara seksual maupun aseksual. Secara aseksual, Porifera bereproduksi dengan cara bertunas. Cara reproduksi aseksual lainnya adalah dengan memproduksi amoebosit yang dikelilingi oleh suatu "dinding". Struktur ini dinamakan *gemule*. *Gemule* dapat bertahan di cuaca yang sangat dingin atau di musim dingin. Pada saat musim semi, dinding *gemule* terurai dan amoebosit berdiferensiasi menjadi individu baru.



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

### Gambar 6.3

Bentuk spikula yang terdapat pada Porifera.

### Gambar 6.4

(a) Koloni Porifera yang terdapat di laut. (b) Aliran udara Porifera terjadi dari luar tubuh dan keluar melewati oskulum.

Bagian mana yang berfungsi mencari partikel makanan?



Pada umumnya, Porifera adalah **hermafrodit** (memiliki dua alat kelamin dalam tubuhnya). Porifera memproduksi baik sel telur maupun sperma. Sel telur dan sel sperma diproduksi oleh amoebosit atau sel-sel kolar melalui meiosis. Pembuahan pada Porifera terjadi di luar tubuh atau disebut **pembuahan luar**. Hasil pembuahan menghasilkan zigot yang akan membelah dan membentuk larva berflagel. Larva tersebut berada di permukaan air dan akan tumbuh menjadi bentuk dewasa yang sesil (menempel). Beberapa spesies Porifera, antara lain *Spongia* sp. dan *Sycon* sp..

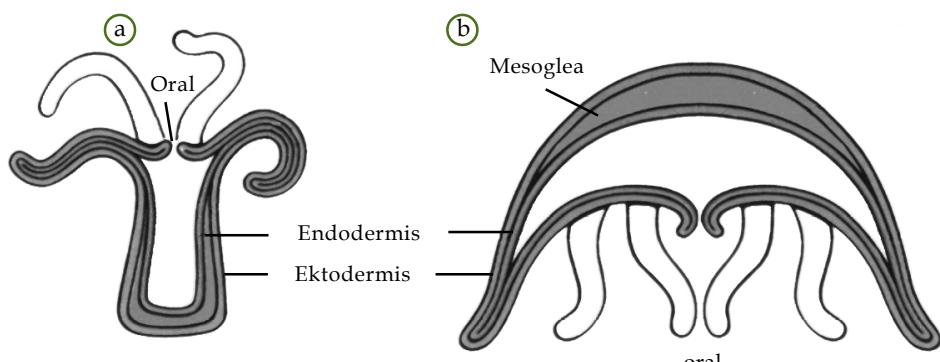
## Kata Kunci

- Hermafrodit
- Medusa
- Pembuahan luar
- Planula
- Polip

## 2. Filum Cnidaria

Filum Cnidaria adalah kumpulan binatang menarik yang ada di perairan. Ubur-ubur, anemon laut, dan korl yang anggun merupakan contoh makhluk hidup yang termasuk ke dalam kelompok filum ini.

Semua Cnidaria, tubuhnya simetri radial dan memiliki dua lapisan tubuh, endodermis dan ektodermis. Di antara dua lapisan tersebut terdapat materi seperti jeli yang disebut **mesoglea**. Sel-selnya lebih terspesialisasi dibandingkan Porifera. Umumnya Cnidaria memiliki daur hidup yang terdiri atas **medusa** dan **polip** (**Gambar 6.5**).



**Gambar 6.5**  
(a) Polip dan (b) medusa pada Cnidaria.

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

Kebanyakan Cnidaria hidup di air laut. Dari 10.000 jenis Cnidaria, hanya beberapa yang hidup di air tawar. Pada umumnya, Cnidaria adalah karnivora, tetapi tidak aktif mencari makanan atau mengejar mangsanya. Cnidaria menangkap makanannya secara tiba-tiba melalui sel-sel penangkap istimewa mereka berupa lengan-lengan halus yang mengelilingi tubuh (tentakel).

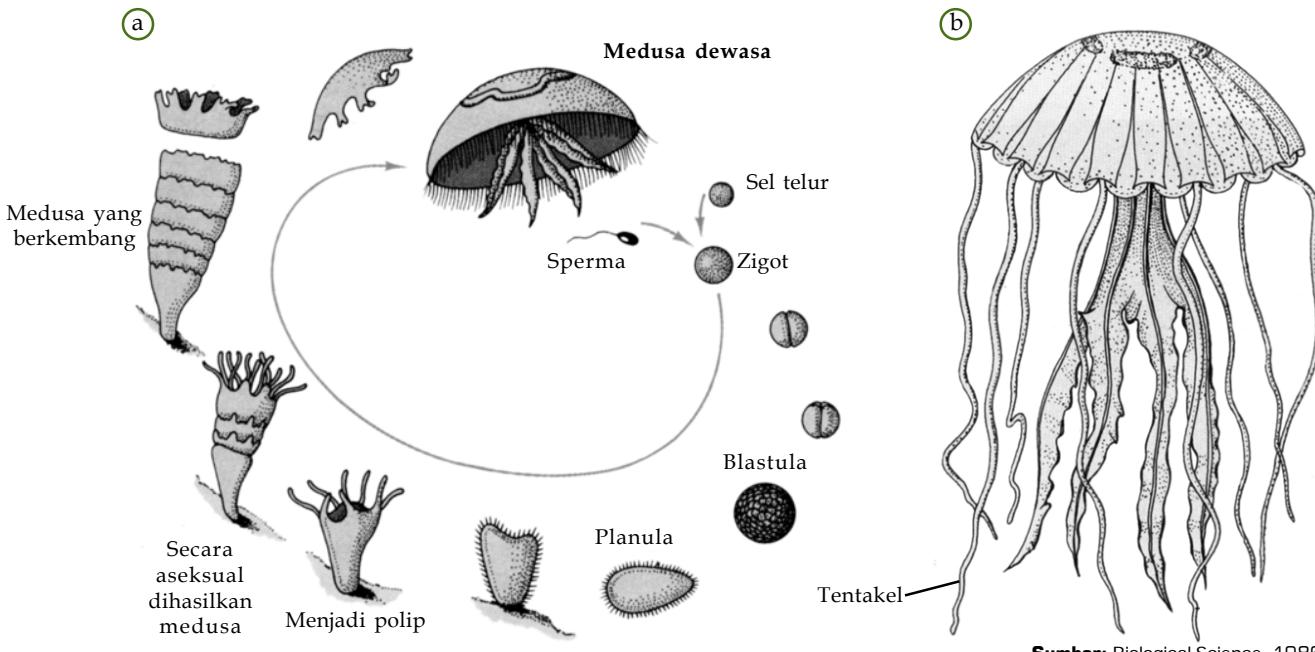
Tentakel Cnidaria memiliki sel **knidoblas** yang mengandung kapsul penyengat **nematosis**. Sel tersebut berguna dalam pertahanan tubuh dan mencari makan.

### a. Kelas Scyphozoa

Cnidaria ini hidup dengan dua bentuk tubuh, yaitu polip dan medusa. Polip adalah bentuk yang tidak bergerak seperti vas bunga menempel di dasar perairan. Medusa adalah bentuk yang dapat berenang bebas. Medusa bereproduksi secara seksual dengan menghasilkan sel telur dan sel sperma. Setelah pembuahan, zigot berkembang menjadi blastula yang diperpanjang membentuk larva bersilia yang disebut **planula**.

Planula biasanya menempel di dasar air dan akan tumbuh menjadi polip. Polip bereproduksi secara aseksual dengan membentuk medusa.

Pergiliran tahap seksual dan aseksual pada Coelenterata mirip pergiliran keturunan pada tumbuhan. Akan tetapi, pada Coelenterata tidak ada generasi haploid. Baik medusa maupun polip adalah diploid (**Gambar 6.6**). Contoh spesies kelas Scyphozoa, yakni *Aurelia* sp. dan *Pelagia* sp..

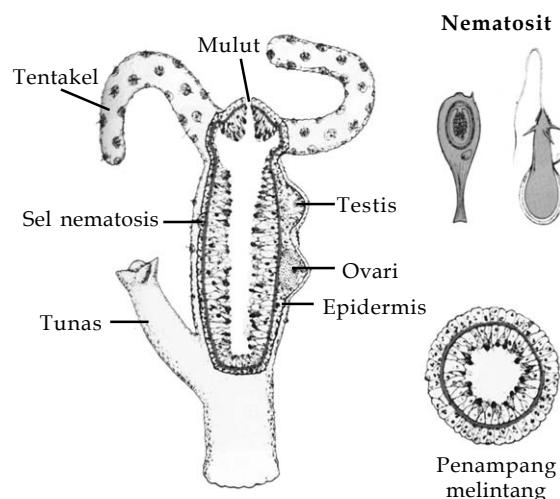


Sumber: Biological Science, 1986

### b. Kelas Hydrozoa

Salah satu contoh Hydrozoa yang terkenal adalah *Hydra*. *Hydra* adalah Cnidaria yang umum dan hidup di air tawar. Struktur *Hydra* mirip dengan polip Coelenterata. *Hydra* tidak memiliki tahapan medusa.

*Hydra* sangat kecil, kira-kira panjangnya 0,5 cm. Tubuh *Hydra* berbentuk silinder dengan dua lapis sel. Lapisan dalam adalah endoderm dan lapisan luar adalah ektoderm. Di antara dua lapisan tersebut, terdapat mesoglea. *Hydra* umumnya memiliki tentakel yang berfungsi menangkap mangsa yang mengapung di permukaan air. Perhatikan **Gambar 6.7**.



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

*Hydra* bereproduksi secara aseksual dengan membentuk tunas, beberapa spesies *Hydra* adalah hermafrodit. Contoh Hydrozoa lainnya, yakni *Obelia* sp. dan *Gonionemus* sp.

### Gambar 6.6

(a) Siklus hidup dari ubur-ubur (*Aurelia* sp.).

Pada fase mana terjadi reproduksi aseksual dan seksual?

### Gambar 6.7

Struktur tubuh *Hydra*.



### c. Kelas Anthozoa



Sumber: Biological Science, 1986

#### Gambar 6.8

Contoh spesies dari kelas Anthozoa, yaitu anemon laut, Stephanauge.

Anemon laut dan koral merupakan anggota dari kelas Anthozoa. Mereka hidup hanya dalam bentuk polip. Bentuk polip dari anemon laut, lebih kompleks daripada struktur *Hydra*. *Gastrovaskuler* anemon laut dibagi menjadi bagian-bagian kecil. Anemon laut memakan binatang-binatang kecil, termasuk ikan-ikan kecil.

Bentuk polip dari koral menyekresikan kalsium karbonat di sekitar tubuhnya. Kebanyakan koral berukuran kecil, berkoloni, dan bersatu membentuk massa yang besar. Generasi polip baru tumbuh di atas generasi lama. Koral bervariasi dalam hal warna dan bentuk.

Beberapa jenis koral, melakukan simbiosis mutualisme dengan Dinoflagellata. Koral dengan polipnya melindungi dinoflagella, sedangkan dinoflagella menyediakan oksigen dan mendaur ulang sisa metabolisme koral. Koral terkadang dapat hidup berkelompok dalam jumlah yang banyak dan membentuk susunan yang disebut *coral reef*. Contohnya adalah *The Great Barrier Reef* di Australia yang panjangnya hampir 2.000 km. Contoh spesies Anthozoa, yakni *Stephanauge* sp. (Gambar 6.8), *Tubifora musica*, dan *Acropora*.

## 3. Filum Platyhelminthes

Anggota filum Platyhelminthes tidak memiliki rongga tubuh dan terdiri atas tiga lapisan tubuh (**triploblastik**). Oksigen berdifusi secara langsung melalui kulit. Demikian juga karbon dioksida, berdifusi dari tubuh langsung ke lingkungannya.

Cacing pipih adalah hewan primitif yang sudah dapat dibedakan bagian kepalanya. Tubuhnya simetri bilateral. Hewan ini memiliki sensor yang berada di bagian ujung anterior dan dapat merespons perubahan lingkungan dengan cepat. Dengan sensor cahaya dan kimiawi, hewan ini dapat bergerak menuju sumber makanan berada.

Sel-sel saraf Platyhelminthes terkonsentrasi di organ sensor yang terletak di bagian tepi tubuhnya. Sel-sel saraf menerima informasi dari organ sensornya dan mengirim informasi tersebut ke bagian lain dari tubuh. Sistem saraf Platyhelminthes membentuk sistem saraf tipe tangga tali dan memiliki ganglion otak yang terletak di anterior. Filum Platyhelminthes dapat dikelompokkan dalam beberapa kelas, antara lain **Turbellaria**, **Trematoda**, dan **Cestoda**.

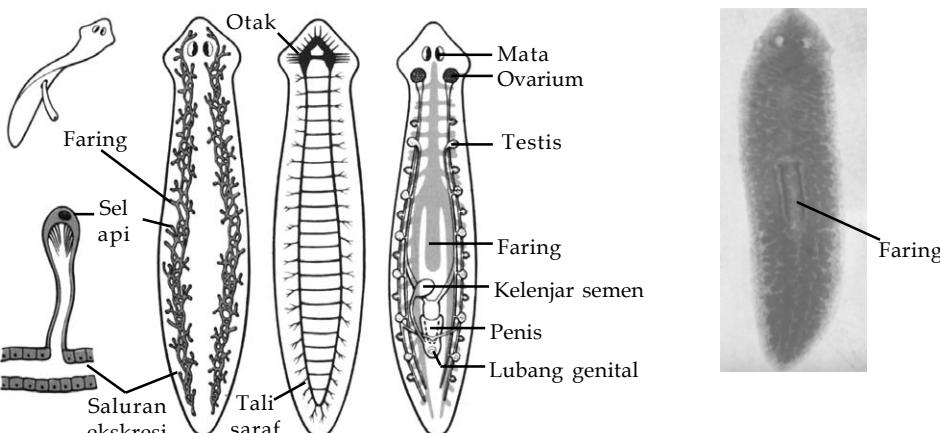
Filum Platyhelminthes bereproduksi secara aseksual dan seksual. Anggotanya termasuk hermafrodit. Reproduksi aseksual terjadi secara fragmentasi dan secara seksual terjadi dengan penyatuan sperma dan ovum.

### a. Kelas Turbellaria

Turbellaria umumnya hidup bebas di air asin dan air tawar. Salah satu contohnya, yaitu planaria (*Dugesia* sp.) yang hidup di aliran sungai dan dasar danau. Planaria biasanya memiliki panjang 1–2 cm. Planaria seperti kebanyakan Turbellaria lainnya, hidup bebas dan bukan parasit (Gambar 6.9).

Planaria memakan protista dan hewan-hewan kecil lainnya. Planaria memakan mangsanya menggunakan faring. Faring memecah makanan dan mendorongnya masuk ke lambung. Umumnya planaria melakukan reproduksi seksual, meskipun memiliki dua jenis alat kelamin (hermafrodit).

Planaria tidak melakukan pembuahan sendiri sehingga tetap membutuhkan planaria lainnya. Kadangkala, planaria bereproduksi secara aseksual. Planaria dapat membelah menjadi dua. Setiap belahan akan tumbuh menjadi cacing dewasa. Setiap planaria tersebut memiliki kemampuan untuk beregenerasi. Adapun reproduksi seksualnya terjadi fertilisasi secara silang antara planaria satu dan planaria yang lain.



Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagai dan Persekutuan, 1995

**Gambar 6.9**

Bentuk tubuh planaria

### b. Kelas Trematoda

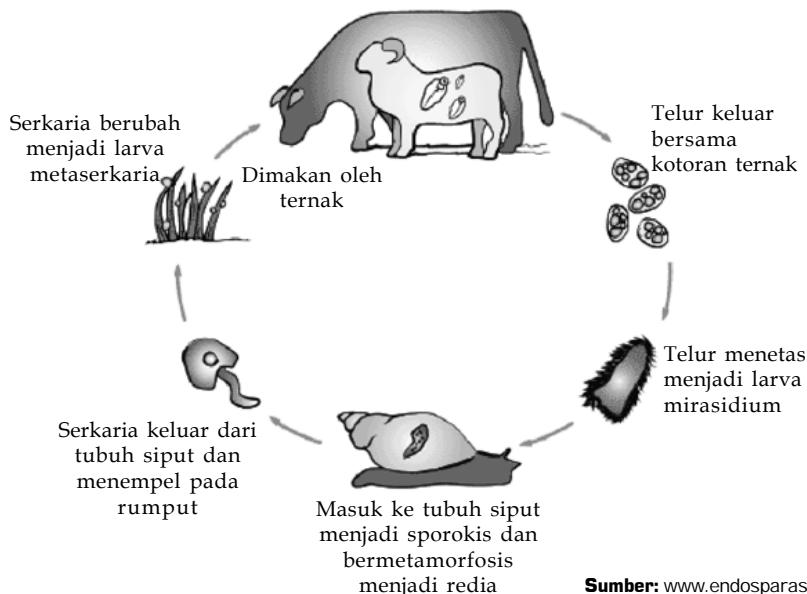
Trematoda dikenal juga sebagai cacing pipih yang parasit. Trematoda memiliki organ dan sistem organ yang mirip dengan Turbellaria.

Kebanyakan Trematoda hidup parasit. Permukaan tubuh Trematoda dilindungi oleh **kutikula**. Kutikula melindungi Trematoda dari enzim penghancur yang dikeluarkan oleh organisme inang. Selain itu, Trematoda memiliki alat isap (**sucker**) yang berfungsi sebagai pengisap cairan tubuh inangnya. Trematoda menyerap makanan yang sudah dicerna dari usus inangnya.

Meskipun Trematoda merupakan cacing hermafrodit, namun tetap harus melakukan fertilisasi silang. *Fasciola hepatica* merupakan contoh Trematoda yang cukup dikenal (**Gambar 6.10**). Cacing parasit umumnya memerlukan lebih dari satu inang dalam siklus hidupnya.

### Kata Kunci

- Metaserkaria
- Mirasidium
- Redia
- Sporokis



Sumber: www.endosparasite.net

**Gambar 6.10**

Siklus hidup *asciola hepatica*.

Siklus hidup cacing hati kambing, dimulai ketika cacing dewasa bereproduksi secara seksual dan melepaskan telurnya bersama feses kambing. Jika telur sampai ke kolam atau danau, telur-telur akan menetas menjadi larva **mirasidium**. Dalam 8 jam, larva-larva tersebut harus menemukan inang sementara, yaitu siput. Larva akan masuk ke dalam tubuh siput dan tumbuh menjadi **sporokis**. Sporokis berkembang menjadi **redia**

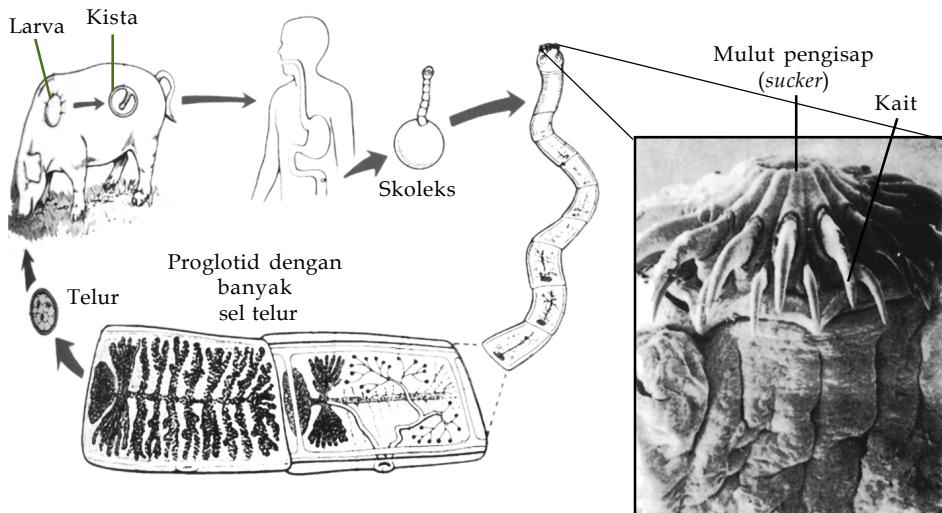


atau larva II secara **partenogenesis** (perkembangan menjadi individu baru tanpa dibuahi). Redia bermetamorfosis menjadi serkaria. Kemudian, serkaria akan keluar dari tubuh siput dan menempel di rerumputan membentuk **metaserkaria** (kista) yang mampu hidup beberapa bulan. Jika termakan kambing atau ternak, kista akan pecah dan larva masuk ke usus. Setelah itu larva menembus usus menuju hati, kemudian tumbuh dan berkembang biak menghasilkan telur.

Anggota kelas Trematoda lainnya adalah *Schistosoma*, *Chlonorchis sinensis*, *Fascioliopsis buski*, dan *Paragonimus westermani*. Semuanya merupakan parasit dan memiliki inang tetap maupun sementara.

### c. Kelas Cestoda (Cacing Pita)

Cestoda atau cacing pita merupakan cacing berbentuk pipih yang hidup parasit. Di kepala cacing pita terdapat kait yang mengait pada usus organisme inang. Tidak seperti cacing lainnya, cacing pita memiliki tubuh yang terbagi-bagi menjadi beberapa bagian yang disebut **proglotid**. Cacing pita terus membuat proglotid-proglotid baru di belakang kepalanya. Proglotid adalah calon individu baru, sama dengan satu individu yang utuh. Cacing pita bervariasi dalam hal panjang dan banyaknya proglotid. Beberapa cacing pita memiliki ribuan proglotid.



Gambar 6.11

Siklus hidup *Taenia solium*.

Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995

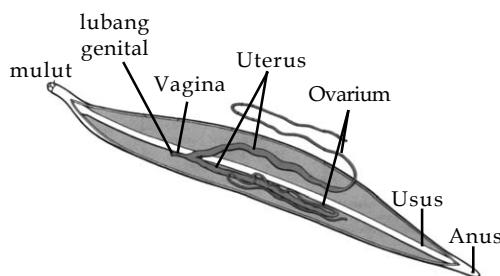
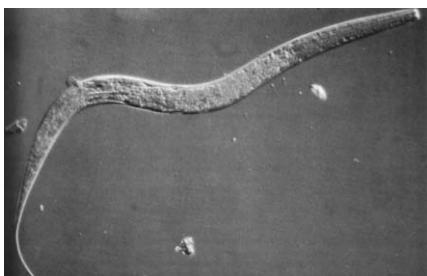
Siklus hidup cacing pita mirip dengan cacing pipih (**Gambar 6.11**). Mereka melibatkan satu, dua, atau tiga organisme inang. Beberapa cacing pita pada manusia dapat ditularkan melalui daging babi atau daging sapi yang terinfeksi atau tidak dimasak dengan baik. Daging-daging tersebut mengandung larva cacing pita.

Contoh cacing pita yang biasa dikenal adalah *Taenia solium* dan *Taenia saginata*. Larva *Taenia solium* hidup di tubuh babi, sedangkan larva *Taenia saginata* hidup di tubuh sapi.

## 4. Filum Nematoda

Nematoda merupakan cacing silindris tidak bersegmen, memiliki rongga tubuh **triploblastik** (**pseudocoelom**), dan hidup bebas maupun parasitik. Cacing Nematoda disebut juga cacing gilig. Dapat ditemukan pada perairan, tanah basah, jaringan tumbuhan, dan jaringan hewan atau manusia. Memiliki sistem pencernaan sempurna dan cairan tubuh pada *coelom* yang berfungsi sebagai sistem peredaran darah.

Cacing jantan umumnya lebih kecil daripada cacing betina. Reproduksi dilakukan secara seksual dan terjadi di dalam tubuh (internal). Zigot yang dihasilkan pada hampir semua spesies tahan terhadap kondisi buruk. Contoh spesies filum ini, antara lain cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*) (**Gambar 6.12**), cacing tambang (*Ancylostoma duodenale*), cacing kremi (*Oxyuris vermicularis*), dan cacing filaria (*Wuchereria bancrofti*).



**Sumber:** Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995

Cacing gelang atau yang disebut juga cacing perut, merupakan parasit pada usus halus manusia. Cacing dengan panjang 15 cm –35 cm ini memiliki warna tubuh putih kekuning-kuningan, mulut di bagian anterior, dan dilengkapi 3 buah bibir. Cacing betina mampu menghasilkan sekitar 200 ribu telur dalam satu kali pengeluaran.

Telur terbawa bersama feses dan dapat masuk tubuh melalui makanan atau telapak kaki. Dalam usus halus, telur menetas dan menjadi larva kecil. Setelah menembus dinding usus, larva terbawa aliran darah sampai jantung dan paru-paru. Dalam paru-paru, larva dapat mencapai trachea sehingga tertelan kembali ke usus halus dan tumbuh dewasa. Cacing gelang ini merupakan penyebab penyakit *ascariasis*.

Cacing tambang hidup di usus manusia dan dapat mengisap darah dan cairan tubuh manusia. Cacing filaria (*Wuchereria bancrofti*) hidup di pembuluh darah dan dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh getah bening yang mengakibatkan penyakit kaki gajah (*elephantiasis*) (**Gambar 6.13**). Cacing ini disebarluaskan oleh tusukan nyamuk *Culex*.

**Gambar 6.12**

Struktur cacing *Ascaris lumbricoides*.



**Sumber:** Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995

**Gambar 6.13**

Penyempitan pembuluh limfa oleh cacing filaria yang menyebabkan penyakit kaki gajah (*elephantiasis*).



**Sumber:** Biological Science, 1986

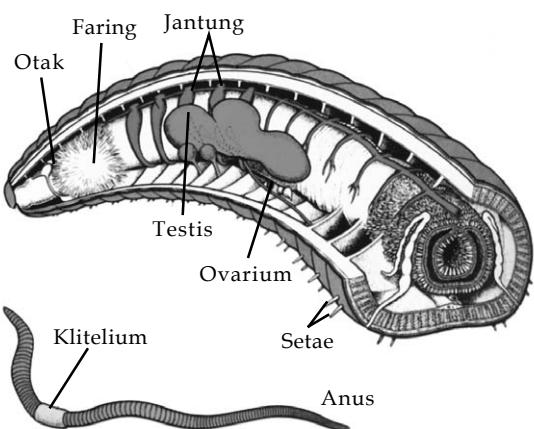
**Gambar 6.14**

*Nereis virens* merupakan contoh spesies dari kelas Polychaeta.

## b. Kelas Oligochaeta

Oligochaeta berasal dari kata *oligos* yang artinya sedikit dan *chaeta* yang artinya rambut. Anggota Oligochaeta hidup di tanah dan beberapa spesies hidup di air.

Cacing tanah (*Pheretima* sp.) adalah spesies yang paling dikenal dari sekitar 2500 spesies Oligochaeta (Gambar 6.15). Cacing tanah bereproduksi secara seksual. Seperti pada cacing-cacing lainnya, cacing tanah adalah hermafrodit. Perkembangan cacing tanah terjadi secara internal dan dibantu oleh **klitelium** yang berfungsi sebagai organ seksual. Klitelium adalah penebalan segmen cacing, yaitu antara segmen ke 32-37. Sel telur diproduksi di ovarium yang berada di segmen ke-13. Testis yang memproduksi sperma dapat ditemukan di segmen ke-10 dan ke-11.



Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995

Gambar 6.15

Struktur tubuh cacing tanah  
(*Pheretima* sp.).

Ketika kawin, dua cacing tanah akan berdampingan. Sperma pindah dari satu cacing tanah ke cacing tanah lainnya. Sperma disimpan untuk sementara waktu pada *klitelium*. Setelah berpisah, setiap cacing tanah menyekresikan lendir yang setelah kering disebut kapsul (*coccon*). Kapsul tetap berada di sekitar klitelum. Sel telur bergerak menuju kapsul dalam tubuh cacing. Sperma yang disimpan juga dilepaskan ke dalam kapsul maka terjadilah fertilisasi. Kapsul dilepaskan oleh cacing dan dibiarkan di atas tanah. Telur tersebut akan tumbuh menjadi cacing-cacing kecil.

## c. Kelas Hirudinea

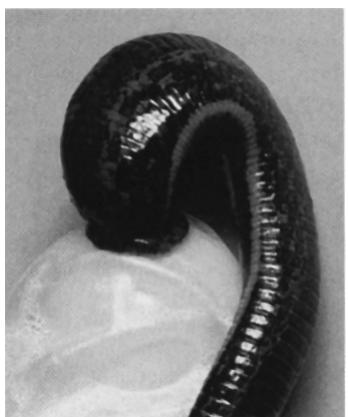
Hirudinea atau lintah dikenal sebagai parasit pengisap darah (Gambar 6.16). Lebih dari 300 spesies hidup bebas di alam. Lintah yang tidak parasit, memakan cacing, siput, dan larva-larva serangga. Lintah parasit menempel di permukaan tubuh binatang, seperti ikan. Lintah mengisap darah inang dan menyekresikan substansi yang dapat membuat darah tidak membeku (**hirudin**).

Selama makan, lintah parasit menjadi beberapa kali lebih besar dari tubuhnya oleh darah yang diisapnya. Anggota Hirudinea, antara lain *Hirudo medicinalis* (lintah) dan *Haemodipsa javanica* (pacet).

## 6. Filum Mollusca

Mollusca merupakan kelompok hewan yang bertubuh lunak. Mollusca berasal dari bahasa latin *molluscus* yang artinya lunak.

Tiram, siput, dan cumi-cumi adalah hewan-hewan yang termasuk dalam Filum Mollusca. Di antara Mollusca, terdapat bentuk-bentuk yang sangat bervariasi. Selain di laut, banyak pula Mollusca yang terdapat di air tawar. Sementara itu, terdapat pula Mollusca yang hidup di darat. Bagaimana



Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995

Gambar 6.16

Lintah yang mengisap darah manusia atau vertebrata lainnya.

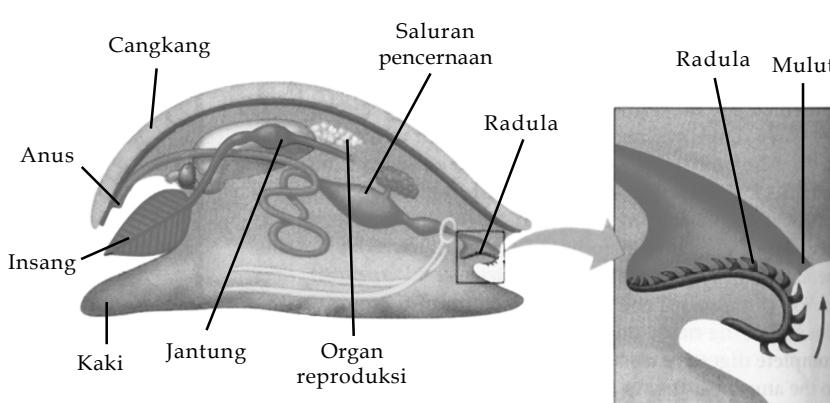


organisme yang bervariasi tersebut berada pada filum yang sama? Mollusca dikelompokkan dalam lima kelas, yaitu kelas **Polyplacophora**, **Gastropoda**, **Bivalvia**, dan **Cephalopoda**. Namun, kali ini hanya akan dibahas 3 kelas terbesar, yaitu Gastropoda, Bivalvia, dan Cephalopoda.

### a. Kelas Gastropoda

Gastropoda merupakan kelompok Mollusca yang paling banyak, yaitu lebih dari 35.000 spesies. Kelompok ini memiliki variasi bentuk dan cara hidup dibandingkan dengan kelompok Mollusca lainnya. Ada yang hidup di laut dan ada yang hidup di air tawar. Selain itu, ada pula yang hidup di daratan.

Gastropoda memiliki sistem pencernaan makanan yang lengkap dan mulut yang dilengkapi struktur gigi yang disebut **radula** (**Gambar 6.17**). Gastropoda termasuk herbivora. Namun, tidak semua Gastropoda adalah herbivora. Beberapa Gastropoda bersifat karnivora, saprofit, dan parasit. Gastropoda memiliki sistem peredaran darah terbuka.

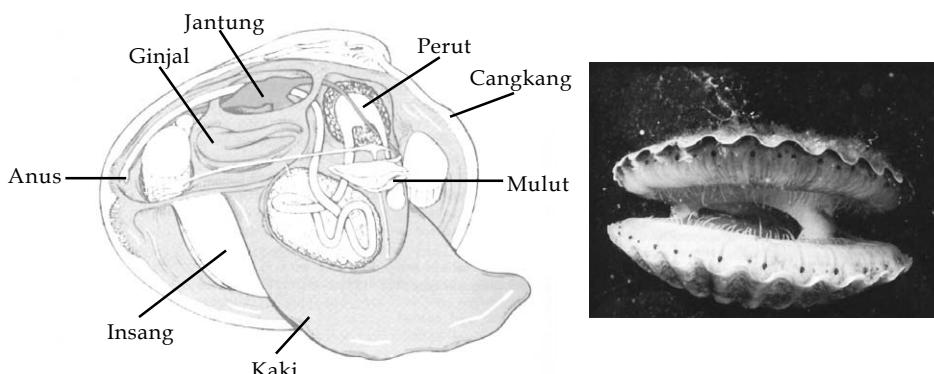


**Sumber:** Biology Concepts & Connections, 2006; [www.kompas.com](http://www.kompas.com)

Gastropoda air memiliki alat kelamin yang terpisah. Beberapa spesies melepaskan telur dan sperma langsung ke dalam air. Pada beberapa spesies, alat kelaminnya terpisah dan fertilisasi terjadi di dalam tubuh betina. Adapun pada beberapa spesies lainnya, perkembangan sel telur yang telah dibuahi terjadi di dalam induk betina. Contoh spesies Gastropoda adalah bekicot (*Achatina fulica*). Selain itu, terdapat Gastropoda yang tidak memiliki cangkang, antara lain *Eubranchius* dan *Kimax*.

### b. Kelas Bivalvia

Bivalvia adalah Mollusca yang memiliki dua cangkang. Dua cangkang tersebut terkunci seperti engsel sehingga dapat terbuka atau tertutup dengan bantuan beberapa otot yang besar. Ketika menutup, cangkang melindungi bivalvia dari predatornya (**Gambar 6.18**).



**Sumber:** Biologi: Evolusi, Kepelbagai, dan Persekutuan, 1995

**Gambar 6.17**

(a) Struktur tubuh Gastropoda yang hidup di perairan. (b) bekicot.

### Kata Kunci

- Gigi radula
- Nefridia
- Siphon

**Gambar 6.18**

Bivalvia memiliki cangkang dan kaki pedal.



Kaki dari kebanyakan Bivalvia terspesialisasi untuk hidup pada lumpur halus atau pasir. Air yang membawa makanan dan oksigen mengalir ke dalam cangkang melalui **siphon**. Silia di insang menciptakan aliran air dalam rongga mantel. Mucus di insang menjebak plankton dari air. Silia menyapu mucus dan partikel makanan ke dalam mulut. Oksigen dari air berdifusi dari air ke darah dan sebaliknya. Selain itu, Bivalvia memiliki organ ekskresi yang disebut **nefridia**.

Umumnya, Bivalvia hanya memiliki satu alat kelamin, jantan atau betina. Sperma dan sel telur dikeluarkan ke dalam air dan fertilisasi terjadi di luar tubuh induk. Larva berenang bebas pada fase ini dan menetap di dasar, kemudian berkembang menjadi dewasa. Contoh spesies Bivalvia, antara lain *Chlamys opercularis*, kerang (*Anadara* sp.), tiram mutiara (*Pinctada maxima*), dan kerang hijau (*Mytilus viridis*).

### c. Kelas Cephalopoda

Cephalopoda berasal dari kata *cephalo* yang artinya kepala dan *podos* yang artinya kaki. Cumi-cumi dan gurita adalah Cephalopoda yang cukup dikenal. Pada cumi-cumi, rangka dalam tubuhnya dihasilkan dari zat hasil sekresi internal oleh mantel. Adapun, gurita tidak memiliki rangka sama sekali.

Pada Cephalopoda, kaki telah berevolusi menjadi lengan yang panjang dekat kepala. Cumi-cumi memiliki 10 lengan, sedangkan gurita memiliki 8 lengan. Cephalopoda menggunakan lengannya ini untuk menangkap mangsanya dan memasukkannya ke dalam mulut. Semua Cephalopoda adalah karnivor. Dalam mulutnya, terdapat beberapa pasang struktur seperti gigi yang digunakan untuk menggigit dan merobek mangsanya.

Pada kulit Cephalopoda mengandung **kromatofor**, yaitu pigmen yang memungkinkan tubuhnya berubah warna. Cephalopoda sudah memiliki sistem peredaran darah tertutup dan sistem pencernaan yang sempurna. Contoh spesies Cephalopoda antara lain, gurita (*Octopus* sp.), sotong (*Sepia officinalis*), cumi-cumi (*Loligo indica*), dan *Nautilus* sp. (Gambar 6.19).

## Wawasan Biologi

Siput yang hidup di perairan umumnya memiliki cangkang lebih berat daripada siput di daratan. Akan tetapi, siput air dapat bergerak dengan baik karena air membuat cangkang lebih ringan.

Gambar 6.19

(a) Gurita dan (b) cumi-cumi termasuk dalam kelas Cephalopoda.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

## 7. Filum Echinodermata

Semua Echinodermata hidup di laut. Ada lebih dari 5.000 spesies dalam filum ini, seperti bintang laut, *sea urchin*, dan timun laut. Echinodermata sama seperti Mollusca, memiliki coelom dan sistem pencernaanya sudah lengkap.



Umumnya Echinodermata memiliki tubuh simetri radial. Selama perkembangannya, Echinodermata melewati tahapan larva **bipinnaria**. Bipinnaria memiliki bentuk simetri bilateral.

Selain bipinnaria, dua ciri unik Echinodermata lainnya adalah sistem kaki tabung dan endoskeletonya. Kaki tabung (*tube feet*) digunakan untuk bergerak dan mendapatkan makanan. Kaki tabung ini digerakkan oleh sistem pompa air tabung yang unik. Endoskeleton Echinodermata melindungi dan menyokong jaringan hewan yang lunak. Endoskeleton terbuat dari kalsium yang terbentuk di jaringan sebelum epidermis.

Filum Echinodermata dibagi ke dalam lima kelas, yaitu kelas **Asteroidea**, **Ophiuroidea**, **Echinoidea**, **Crinoidea**, **Concentricycloidea**, dan **Holothuroidea**. Namun kali ini, hanya akan dibahas empat kelas terbesar, yaitu Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, dan Holothuroidea.

#### a. Kelas Asteroidea

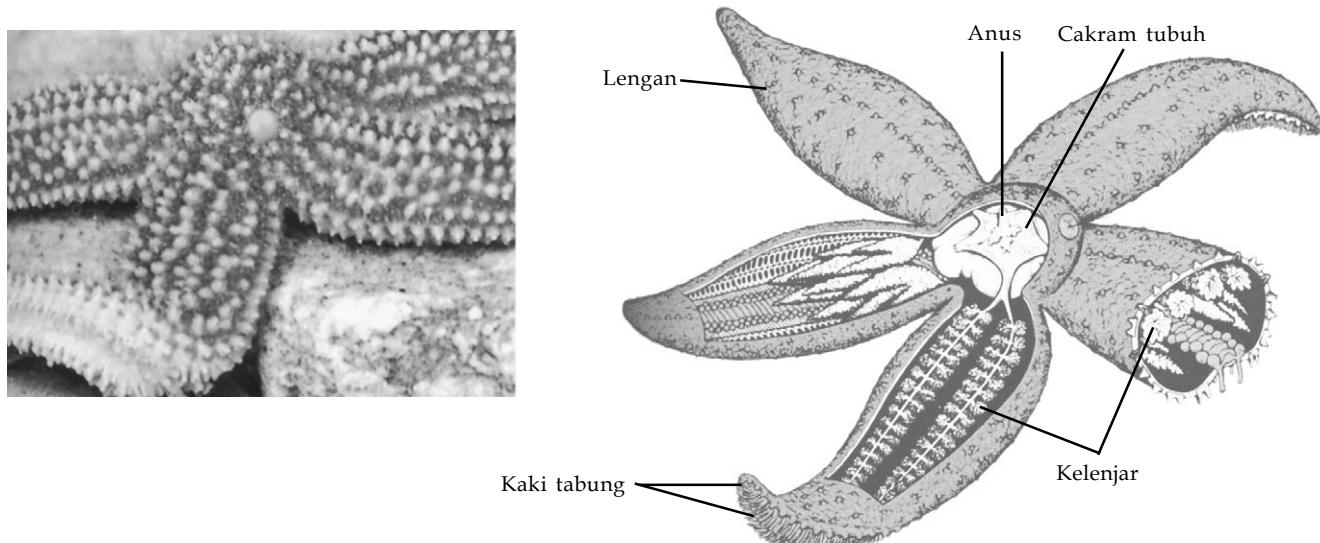
Bintang laut merupakan anggota dari Kelas Asteroidea. Makhluk hidup ini menunjukkan banyak ciri umum Echinodermata. Bintang laut memiliki lima tangan. Lapisan permukaan paling luar dari bintang laut terdiri atas lapisan sel epidermal yang bersilia. Di bawah kulit terluar terdapat endoskeleton.

Kebanyakan bintang laut adalah karnivora. Makanan diambil ke dalam mulut yang berlokasi di permukaan bawah bintang laut. Dari mulut, makanan masuk ke esofagus lalu ke perut, tempat pencernaan berlangsung. Enzim pencernaan diproduksi oleh kelenjar pencernaan yang berada di setiap lengannya. Sisa makanan yang tidak dapat dicerna dikeluarkan melalui anus yang terdapat di permukaan atas bintang laut.

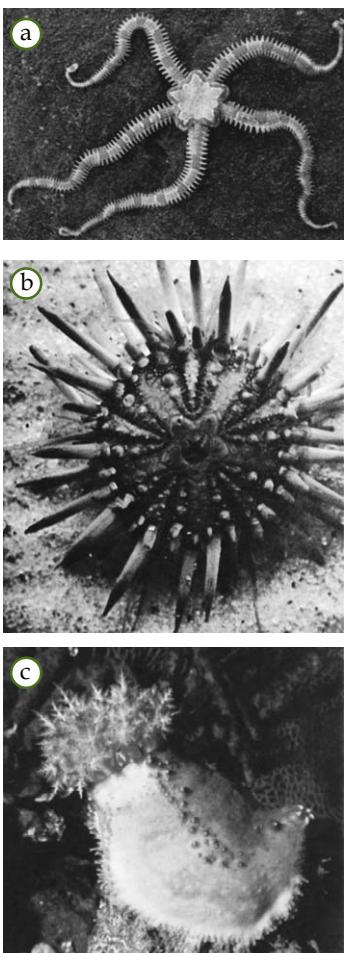
Biasanya, bintang laut bereproduksi secara seksual. Bintang laut betina dan jantan mengeluarkan sel telur dan sel sperma ke dalam air. Fertilisasi terjadi di dalam air. Bintang laut juga sangat terkenal dengan kemampuan regenerasinya. Beberapa spesies bintang laut bereproduksi secara aseksual dengan melepaskan lengannya. Contoh spesies kelas ini, antara lain *Astropeten irregularis* dan *Celeita* sp. Perhatikan **Gambar 6.20**.

**Gambar 6.20**

Struktur tubuh bintang laut. Bintang laut memiliki bentuk tubuh yang simetri.



**Sumber:** Biology Concepts & Connections, 2006; Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995



**Sumber:** Biologi: Evolusi, Kepelbagaiaan, dan Persekitaran, 1995; Biological Science, 1986

**Gambar 6.21**

(a) Salah satu anggota kelas Ophiuroidea, yakni *Ophiopholis aculeata*. (b) Contoh spesies dari kelas Echinoidea, yaitu bulu babi. (c) Contoh spesies dari kelas Holothuroidea, yaitu mentimun laut (*Pseudocolochirus* sp.).

### b. Kelas Ophiuroidea

Ophiuroidea merupakan hewan berbentuk bintang dengan lengan lurus, panjang, dan fleksibel. Sering juga disebut sebagai bintang ular laut. Cakram tubuhnya terlihat jelas. Anggota kelas ini memiliki kaki ambulakral pada lengan pipanya yang lebih sedikit dibandingkan anggota kelas Asteroidea. Pergerakan ular bintang laut ini dilakukan dengan kibasan lengan. Cara makan anggota kelas ini berbeda pada setiap spesies. Contoh spesies ini antara lain *Ophiotrix flagilis* dan *Ophiopholis aculeata* (Gambar 6.21a).

### c. Kelas Echinoidea

Echinoidea yang terkenal adalah bulu babi. Bulu babi tidak memiliki lengan, tetapi memiliki lima baris kaki tabung yang berfungsi sebagai alat gerak yang lambat. Bulu babi memiliki duri-duri yang berguna untuk bergerak. Bagian oval bulu babi terdapat mulut yang dikelilingi oleh mulut tajam untuk memakan rumput laut dan makanan lainnya. Contoh spesies ini adalah bulu babi (*Diadema* sp.). Perhatikan Gambar 6.21b.

### d. Kelas Holothuroidea

Secara sekilas, anggota Holothuroidea tidak seperti anggota Echinodermata lainnya. Salah satu anggota Holothuroidea, mentimun laut, tidak memiliki duri dan eksoskeleton. Tubuhnya lunak dan seperti mentimun. Alat pencernaannya sudah lengkap dan memiliki mulut dengan tentakel. Contoh kelas ini, antara lain teripang laut (*Holothuria atra*) dan mentimun laut (*Pseudocolochirus* sp.) (Gambar 6.21c).

## 8. Filum Arthropoda

Udang merupakan salah satu makanan yang digemari. Pernahkah Anda memakannya? Udang merupakan salah satu anggota kelas Crustacea dari filum Arthropoda.

Arthropoda merupakan filum yang paling kaya akan jenis spesiesnya. Jumlah spesiesnya diduga sebanyak 75% dari hewan-hewan yang ada di dunia. Tempat hidupnya tersebar dari daratan, air tawar, dan air laut. Anggota Filum Arthropoda tubuhnya berbuku-buku dan memiliki **eksoskeleton**. Tubuhnya dilapisi oleh epikutikula yang terdiri atas **kitin** hasil sekresi hipodermis. Tubuh dan kakinya terbagi menjadi segmen-segmen. Pergantian kulit terjadi dalam interval waktu tertentu. Sistem sarafnya terletak di ventral. Peredaran darahnya terbuka dan jantung terletak di dorsal.

Arthropoda telah memiliki alat pencernaan yang sempurna. Alat respirasinya berupa insang, trachea, paru-paru buku, atau permukaan tubuh. Ekskresi dengan menggunakan organ **badan Malpighi** atau **nefridia**. Alat kelamin jantan dan betina terpisah pada masing-masing individu. Terdapat pula spesies yang mampu melakukan **partenogenesis**, yaitu sel telur yang mampu berkembang menjadi individu tanpa dibuahi.

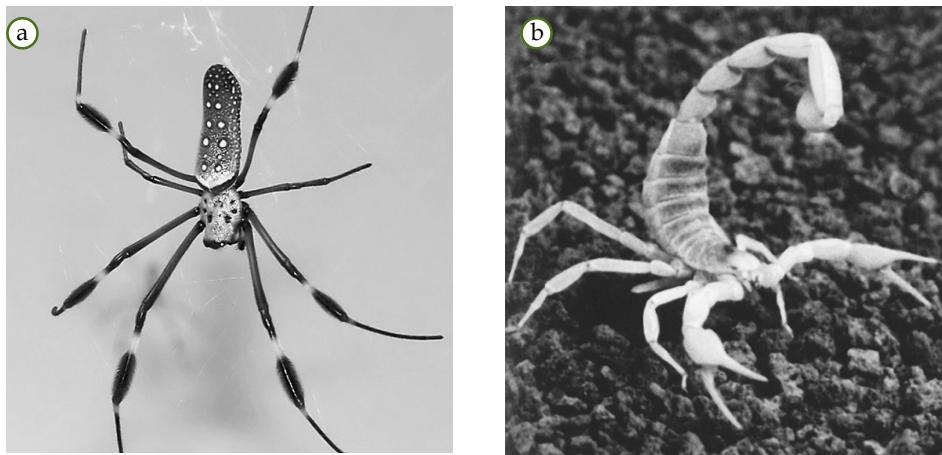
### a. Kelas Arachnida

Kata Arachnida berasal dari bahasa Yunani, yaitu *arachne* yang artinya laba-laba. Akan tetapi, bukan berarti anggota kelas ini hanya laba-laba. Umumnya anggota kelas ini hidup di darat. Tubuhnya terdiri atas dua bagian, yaitu tubuh depan dan tubuh belakang. Namun, pada kalajengking dibagi menjadi tiga bagian, yaitu tubuh bagian depan, tengah, dan belakang.

Pada tubuh depan, terdapat bintik mata dan bukan mata facet atau mata majemuk. Di tubuh bagian kepala, terdapat mulut yang berfungsi memegang atau menangkap mangsa dan disebut **kelisera**. Di belakang kelisera terdapat **pedipalpus** sebagai alat peraba dan pemotong. Terdapat empat pasang kaki,

namun pada larva *Acarina* terdapat tiga pasang. Bernapas dengan paru-paru buku. Darahnya mengandung hemoglobin. Arachnida dapat menjadi predator, parasit, atau pemakan bangkai.

Contoh hewan yang termasuk Arachnida adalah kalajengking (*Thelyphonus caudatus*), laba-laba *Nephila* (Gambar 6.22), kalajengking biru (*Heterometrus cyaneus*), dan *Boophilus annulatus* yang hidup parasit pada sapi.



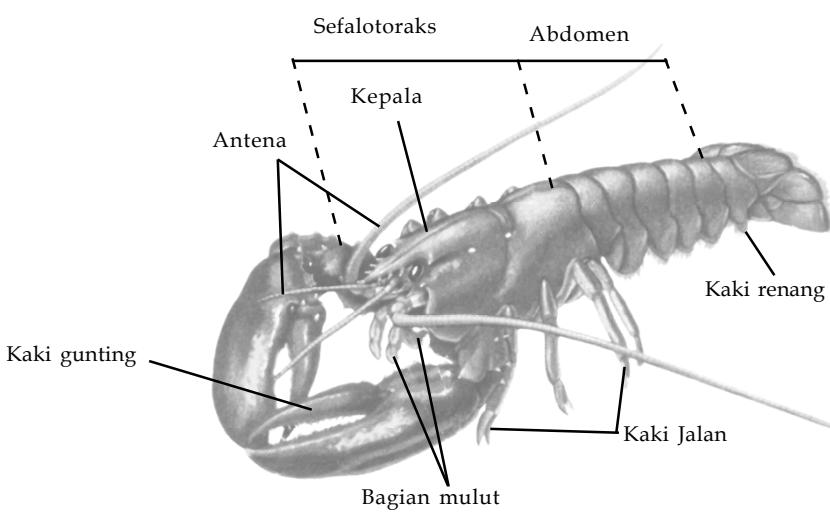
Sumber: www.digitalapoptosis.com Biology: Exploring Life, 1994

Gambar 6.22

a) Laba-laba *Nephila* dan  
b) kalajengking termasuk anggota Arachnida.

### b. Kelas Crustacea

Crustacea berasal dari bahasa latin *crusta* yang artinya cangkang. Terdapat lebih dari 20.000 spesies Crustacea yang telah diketahui. Sebagian besar Crustacea hidup di laut dan sebagian lagi di air tawar. Pada kepala terdapat dua pasang antena, yaitu sepasang antena panjang dan sepasang antena pendek. Tubuh udang terbagi menjadi **sefalotoraks** dan **abdomen**. Sefalotoraks adalah bagian kepala dan dada yang bersatu. Bagian ini dilindungi oleh eksoskeleton yang disebut **karapak**. Perhatikan Gambar 6.23.

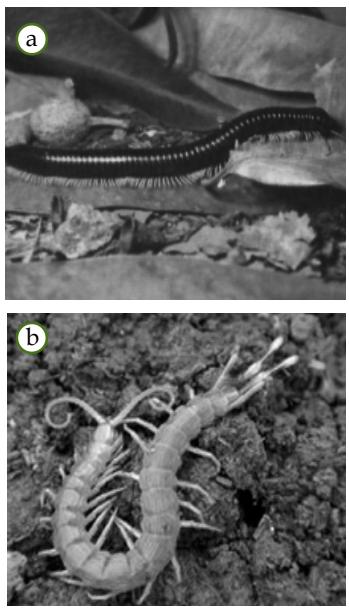


Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekitaran, 1995

Gambar 6.23

Contoh hewan kelas Crustaceae, yaitu udang dan bagian-bagian tubuhnya.

Contoh spesies yang termasuk dalam kelas Crustacea adalah kutu air (*Daphnia pulex*), udang galah (*Macrobrachium*), kepiting (*Portunus*), dan yuyu (*Parathelphusa maculata*).

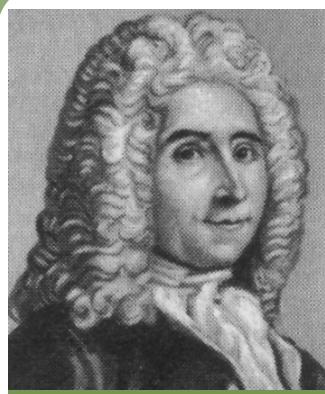


Sumber: Biological Science, 1986; www.wikipedia.org

**Gambar 6.24**

- (a) Diplopoda, yakni *Lulus* sp.  
dan (b) Chilopoda, yakni  
*Scutigera* sp.

## Tokoh Biologi



**Rene Antoine Reaumur (1626-1697)**

Ia adalah seorang naturalis dan ahli fisika. Ia melakukan penelitian mendalam terhadap invertebrata, terutama serangga.

Sumber: Concise Encyclopedia of Nature, 1994

**Gambar 6.25**

Belalang dan bagian-bagian tubuhnya.

### c. Kelas Myriapoda

Kata Myriapoda berasal dari bahasa Yunani, yakni *myria* artinya banyak dan *podos* artinya kaki. Myriapoda adalah hewan dengan banyak kaki. Bagian tubuh Myriapoda hanya dapat dibedakan atas kepala dan tubuh. Tubuhnya panjang seperti cacing dan bersegmen. Di bagian kepala terdapat sepasang antena dan mulut bertaring. Pada tiap segmen terdapat satu hingga dua pasang kaki.

Myriapoda dikelompokkan atas Ordo Diplopoda dan Ordo Chilopoda. Diplopoda memiliki dua pasang kaki pada setiap ruas dan berantena pendek. Contohnya, kaki seribu (*Lulus* sp.) (Gambar 6.24a). Adapun Chilopoda hanya memiliki satu pasang kaki pada setiap ruas dan berantena panjang. Contohnya kelabang (*Scutigera* sp.) (Gambar 6.24b). Beberapa ahli telah mengklasifikasikan Diplopoda dan Chilipoda menjadi kelas tersendiri karena perbedaannya tersebut.

### d. Kelas Insecta

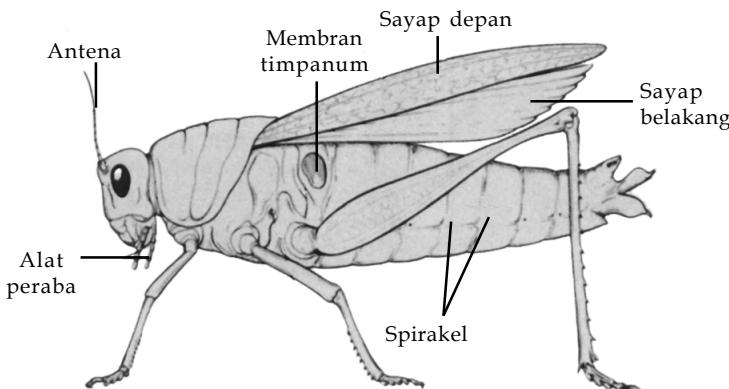
Insecta meliputi dua per tiga seluruh jumlah hewan-hewan. Anggota kelas Insecta yang telah diketahui namanya, berjumlah lebih dari 700.000 spesies. Dari jumlah tersebut yang memiliki jumlah spesies terbanyak adalah kelompok Coleoptera.

Pada umumnya, serangga hidup di tanah dan memegang peranan penting dalam menjaga keseimbangan biologis di tanah. Serangga ada yang merugikan dan ada yang menguntungkan. Serangga yang merugikan antara lain serangga yang bersifat hama, vektor penyakit (malaria, *Trypanosoma* sp., dan filariasis), dan parasit pada organisme lain. Sementara itu, serangga yang menguntungkan adalah serangga yang membantu penyerbukan pada tanaman, predator hama, dan serangga yang ikut ambil bagian dalam siklus materi di alam. Dapatkan Anda menyebutkan contoh-contoh serangga tersebut?

Ciri-ciri dari serangga antara lain sebagai berikut.

- 1) Tubuhnya terbagi menjadi kepala, dada, dan abdomen.
- 2) Memiliki tiga pasang kaki.
- 3) Tubuhnya dilindungi oleh kulit keras dari kitin yang berfungsi sebagai eksoskeleton.
- 4) Kepala terdiri atas bagian mulut, antena, mata majemuk, dan mata tunggal. Larva, pada umumnya bermata tunggal dan antena pada larva/nimpa tereduksi atau menjadi lebih kecil. Antena berfungsi sebagai reseptör kimia dan mekanik.
- 5) Umumnya memiliki sayap.
- 6) Bernapas menggunakan trakea.

Perhatikan Gambar 6.25.



Sumber: Biologi: Evolusi, Kepelbagai, dan Persekutuan, 1995



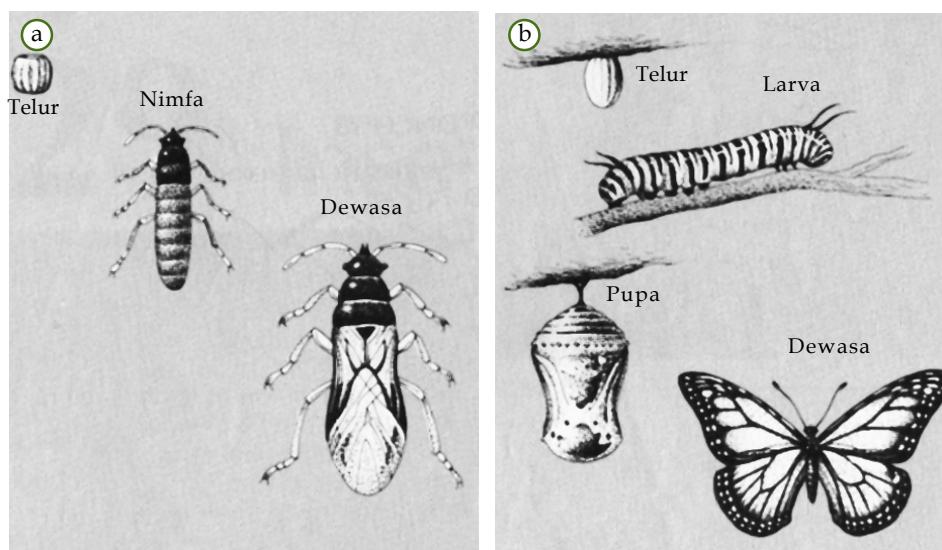
Sungut pada serangga memiliki beberapa bentuk dan fungsi, di antaranya sebagai alat untuk menusuk dan mengisap, misalnya pada nyamuk; sebagai alat untuk menjilat, misalnya pada lalat; sebagai alat untuk menggigit atau menggunting, misalnya pada belalang; dan sebagai alat mengisap, misalnya pada kupu-kupu.

Dada atau toraks pada serangga dibagi menjadi **protoraks**, **mesotoraks**, dan **metatoraks**. Sebelah lateral toraks disebut **pleura**, sebelah ventral toraks disebut **sternum**. Serangga memiliki dua pasang **spirakel** (*stigmata*) pada mesotoraks dan metatoraks. Namun, pada larva serangga hanya terdapat satu pasang spirakel pada toraks. Serangga memiliki anggota gerak berupa kaki pada setiap segmen toraks dan memiliki sayap yang terletak di antara mesotoraks dan metatoraks.

Berdasarkan metamorfosisnya, Insecta digolongkan menjadi **ametamorfosis (ametabola)**, **metamorfosis tidak sempurna (hemimetabola)**, dan **metamorfosis sempurna (holometabola)**. Pada kelompok Insecta ametamorfosis, bentuk tubuh larva hingga dewasa tidak berbeda, contohnya kutu buku (*Lepisma*). Bentuk tubuh kelompok metamorfosis tidak sempurna mengalami sedikit perubahan, yaitu saat tubuhnya mengalami **molting** (pergantian kulit) dan bersayap, contohnya capung. Insecta yang mengalami metamorfosis sempurna mengalami perubahan bentuk tubuh pada tiap fasenya, yaitu telur → larva → kepompong (pupa) → imago (dewasa). Contohnya pada kupu-kupu dan lalat. Perhatikan Gambar 6.26.

## Kata Kunci

- Ametamorfosis
- Eksoskeleton
- Metamorfosis tidak sempurna
- Metamorfosis sempurna
- Molting



Sumber: Heath Biology, 1985

## Gambar 6.26

Proses metamorfosis pada serangga.

- (a) Metamorfosis tidak sempurna dan
- (b) metamorfosis sempurna.

i mana perbedaannya?

Berdasarkan sayapnya, serangga dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu serangga tidak bersayap (**Apterygota**) dan serangga bersayap (**Pterygota**). Kelompok Apterygota merupakan serangga primitif, kecil, dan pada umumnya hidup di tanah. Contoh serangga Apterygota adalah kutu buku (*Lepisma saccharina*). Sementara itu, kelompok Pterygota adalah serangga bersayap. Meskipun demikian, terdapat juga kelompok Pterygota yang sayapnya rudimen atau tereduksi sama sekali, misalnya pada serangga yang bersifat parasit. Contoh serangga bersayap adalah lalat (*Musca domestica*) dan capung. Berikut ini Tabel 6.1 menjelaskan beberapa ordo dari Insecta.

**Tabel 6.1** Beberapa Ordo Insecta

<b>Ordo</b>	<b>Ciri-Ciri</b>	<b>Contoh</b>
Anoplura	Tidak bersayap; mulut menusuk dan mengisap; tubuh pipih, kecil, mata tereduksi; metamorfosis tidak sempurna; memiliki insang spesifik	Kutu rambut manusia ( <i>Pediculus humanus</i> )
Coleoptera	Dua pasang sayap, sayap perisai dan sayap selaput; mulut mengigit dan mengunyah; metamorfosis sempurna.	Kumbang tanduk ( <i>Claccosoma atlas</i> ), kepik, kunang-kunang
Diptera	Sepasang sayap; mulut mengisap, menusuk, dan atau menjilat; metamorfosis sempurna.	Lalat rumah ( <i>Musca domestica</i> ), nyamuk ( <i>Culex</i> sp.)
Hemiptera	Dua pasang sayap, depan dan belakang tidak sama; mulut menusuk dan mengisap; metamorfosis tidak sempurna.	Kutu busuk, walang sangit
Hymenoptera	Dua pasang sayap selaput; kepala bergerak bebas; mata berkembang biak; mulut mengunyah dan mengisap; menyengat; metamorfosis sempurna; banyak spesies hidup berkelompok	Semut ( <i>Oecophyla</i> sp.), lebah madu ( <i>Apis indica</i> ), tawon
Lepidoptera	Dua pasang sayap; tubuh berambut; lidah panjang untuk mengisap; metamorfosis sempurna	Kupu-kupu, ngengat, <i>Bombyx mori</i> (penghasil sutera)
Odonata	Dua pasang sayap; mulut mengigit; metamorfosis tidak sempurna	Capung
Orthoptera	Dua pasang sayap, sayap depan lebih tebal, sempit, dan kuat; mulut mengigit dan mengunyah pada dewasa.	Jangkrik, belalang, belalang sembah, kecoa

**Sumber:** Biology, 1998

## Kegiatan 6.1

### Serangga Tanah

#### Tujuan

Mengamati berbagai serangga tanah

#### Alat dan Bahan

Botol selai, sekop kecil, batu kecil, batu pipih atau ubin, kaca pembesar, buku petunjuk lapangan tentang serangga, kain jala, dan karet gelang.

#### Langkah Kerja

- Buatlah lubang di halaman rumah yang rimbun atau di sekitar sekolah Anda jika diizinkan. Lubang dibuat sebesar botol selai yang dimiliki.
- Simpan botol selai dalam lubang. Masukkan daun segar dan berukuran kecil dalam botol sebagai umpan.
- Letakkan empat buah batu sama besar di sekeliling lubang. Simpan batu pipih atau ubin di atas batu kecil sehingga menutupi lubang. Diamkan botol tersebut semalam.
- Keesokan harinya, angkat botol, lalu tutup botol dengan kain jala yang diikat karet gelang. Amati semua serangga yang kamu menggunakan kaca pembesar. Jenis serangga apa saja yang Anda dapatkan? Gunakan buku identifikasi atau buku petunjuk lapangan, jika kesulitan mengidentifikasi serangga yang didapat.
- Tuliskan hasilnya dalam tabel berikut.

No.	Nama Hewan	Jumlah Kaki	Jumlah Sayap	Ciri Lain
1	Kecoa			
2				
...				

- Setelah selesai pengamatan Anda, jangan lupa untuk melepaskan kembali serangga yang tertangkap di tempat Anda mendapatkannya.

7. Diskusikan bersama kelompok Anda hasil percobaan ini. Buatlah keimpulannya dan presentasikan di depan kelas.

**Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.**

1. Berapakah serangga yang Anda peroleh?
2. Jenis serangga apa yang paling banyak Anda peroleh?

## 9. Filum Chordata

Chordata meliputi sekitar 45.000 jenis hewan yang hidup di hampir semua jenis lingkungan. Terdapat tiga hal yang membedakan filum Chordata dengan filum yang lainnya, yaitu dalam hal perkembangannya.

- a. **Notochord**, yaitu suatu tangkai pendukung di bagian dorsal tepatnya di bawah susunan saraf. Notochord berfungsi sebagai pendukung. Pada hewan vertebrata semua embrionya memiliki notochord.
- b. Tali saraf (*nerve cord*), yaitu suatu cekungan saraf di bagian atas notochord.
- c. Kantung insang faring (*pharyngeal gill pouches*).

Chordata dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu Chordata yang bertulang belakang (**Chordata Vertebrata**) dan Chordata yang tidak bertulang belakang (**Chordata invertebrata**). Chordata yang bertulang belakang, yaitu Vertebrata. Adapun Chordata yang tidak bertulang belakang, antara lain, **Urochordata** dan **Cephalochordata**. Contoh spesies Urochordata adalah *Halocynthia*, sedangkan contoh Cephalochordata adalah *Branchiostoma*.

Pada bagian ini, hanya akan dibahas tentang Chordata Vertebrata. Hewan bertulang belakang (Vertebrata) adalah kelompok terbesar pada Chordata, yang terbagi menjadi lima kelas, yaitu kelas **Pisces**, **Amphibia**, **Reptilia**, **Aves**, dan **Mammalia**.

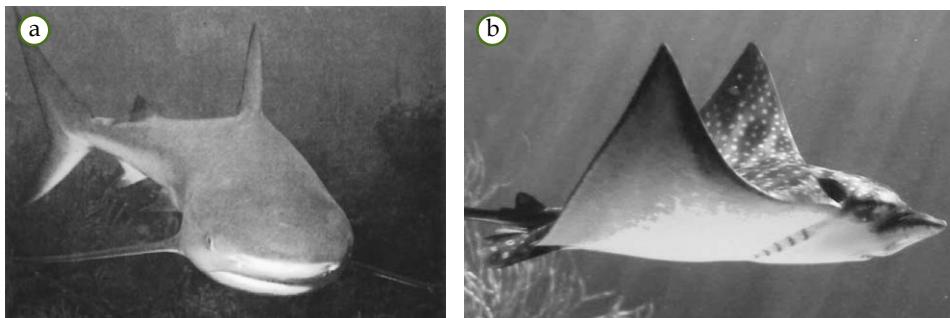
### a. Kelas Pisces

Berdasarkan jenis tulang yang membangun rangka tubuhnya, Pisces (ikan) dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu ikan bertulang rawan (**Chondrichthyes**) dan ikan bertulang sejati (**Osteichthyes**).

- 1) Ikan bertulang rawan (Chondrichthyes)

Kelas Chondrichthyes memiliki kira-kira 850 spesies ikan. Mereka memiliki rahang, gigi yang banyak, sirip yang berpasangan, dan rangka dalam yang terbuat dari tulang rawan. Ikan kelas ini dianggap fosil hidup karena merupakan keturunan hewan purba yang telah menghuni laut sejak ratusan juta tahun yang lalu.

Ikan Chondrichthyes memiliki lima sampai tujuh celah insang di kedua sisi pada faring dan tidak memiliki tutup insang seperti yang biasa ditemukan pada ikan bertulang sejati. Beberapa jenis ikan bertulang rawan yang sampai sekarang masih dapat ditemui adalah ikan hiu, ikan pari, dan ikan lamprey (**Gambar 6.27**).



**Sumber:** Biologi: Evolusi, Kepelbagai, dan Persekutuan, 1995; www.gowallpapers.com

### Kata Kunci

- Notochord
- Chondrichthys
- Invertebrata
- Osteichthyes
- Vertebrata

### Wawasan Biologi

Ikan hiu secara periodik menanggalkan gigi dan menumbuhkan gigi yang baru. Selama hidupnya, peristiwa tersebut dapat terjadi lebih dari 20.000 kali.

### Gambar 6.27

(a) Ikan hiu dan (b) ikan pari termasuk dalam Chondrichthyes.



Sumber: Jendela iptek: Kehidupan, 1997

Gambar 6.28

Ikan mas dan lele termasuk ke dalam kelompok Osteichthyes.

## 2) Ikan bertulang sejati (Osteichthyes)

Ikan bertulang sejati memiliki rangka yang terdiri atas tulang keras. Ada sekitar 20.000 jenis ikan bertulang sejati yang dapat ditemukan baik di laut maupun di air tawar. Osteichthyes dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu **Sarcopterygii** dan **Actinopterygii**. Spesies yang paling banyak pada ikan kelas Osteichthyes ini adalah ikan Actinopterygii. Beberapa ikan Actinopterygii diduga ada hubungannya dengan nenek moyang Amphibia. Contoh spesies ikan bertulang belakang sejati antara lain, lele (*Ameiurus melas*), belut (*Anguilla* sp), dan ikan mas (*Cyprinus caprio*). Perhatikan **Gambar 6.28**.

### b. Kelas Amphibia

Kelas ini meliputi 4.000 jenis binatang yang menjalani tahap larvanya di dalam air dan setelah dewasa hidup di daratan. Oleh karena itu, disebut Amphibia. Amphibia biasanya harus kembali ke air ketika akan kawin dan bertelur. Kebanyakan Amphibia dewasa memiliki kulit lembap yang berfungsi membantu paru-parunya yang kecil dan tidak efisien dalam pertukaran gas.

Istilah *Amphibi* berarti memiliki dua alam, yaitu di air dan daratan. Amphibia mengeluarkan telurnya ke dalam air ketika melakukan fertilisasi atau pembuahan eksternal, seperti yang terjadi pada ikan. Biasanya, telur Amphibia tidak dilindungi oleh suatu cangkang, tetapi dilindungi oleh suatu lendir. Larva pada umumnya mengalami perubahan bentuk ketika berkembang menjadi bentuk dewasa yang hidup di daratan.

Amphibia, seperti pada ikan, adalah hewan *poikiloterm*. Artinya, suhu tubuhnya dapat beradaptasi dengan lingkungannya. Jika suhu lingkungan terlalu rendah, hewan poikiloterm menjadi kurang aktif. Contoh spesies Amphibia antara lain kodok (*Bufo marmoratus*), katak hijau (*Rana pipiens*), dan salamander (*Axolotl*) (**Gambar 6.29**).



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

### c. Kelas Reptilia

Reptilia berasal dari bahasa latin, yaitu *reptile* yang berarti ular. Reptilia umumnya *poikiloterm*. Reptilia disebut juga sebagai binatang melata. Melata merupakan cara berjalan dengan menempelkan perut ke tanah. Reptilia terdiri atas kurang lebih 6.000 jenis hewan, meliputi ular, kadal, kura-kura, dan buaya. Reptilia menyimpan telurnya yang dilindungi oleh kulit tebal dan memiliki membran internal. Reptilia melakukan fertilisasi internal.

Seperti Amphibia, Reptilia juga merupakan hewan yang menyerap panas dari lingkungan luarnya. Oleh karena itu, Anda mungkin sering melihat kadal yang sedang berjemur. Contoh Reptilia, antara lain ular sanca (*Python reticulatus*), komodo (*Varanus komodoensis*) (**Gambar 6.30**) dan kadal (*Lacerta agilis*).



Sumber: Indonesian Heritage, 1996

Gambar 6.30

*Varanus komodoensis* salah satu Reptilia endemik Indonesia.



## d. Kelas Aves

Kelas Aves (burung) terdiri atas sekitar 9.000 jenis. Seluruh tubuh burung ditutupi oleh bulu, kecuali kaki dan paruhnya. Bulu dan paruh burung terbuat dari **keratin**. Burung tidak memiliki gigi untuk mengunyah makanannya, tetapi memiliki tembolok.

Burung memiliki sayap yang dapat membantunya terbang (**Gambar 6.31**). Akan tetapi, terdapat beberapa burung yang tidak dapat terbang, contohnya kasuari dan burung unta. Dapatkah Anda menyebutkan contoh lainnya?

Burung adalah hewan yang suhu tubuhnya tetap (*homoioterm*). Burung bernapas dengan paru-paru. Selain itu, pernapasan burung dibantu oleh pundi-pundi udara ketika terbang.

Burung melakukan fertilisasi di dalam tubuh betinanya. Setelah fertilisasi terjadi, burung akan bertelur dan akan mengerami hingga menetas. Contoh spesies kelas Aves antara lain, ayam kampung (*Gallus domesticus*), merpati (*Columba fasciata*), burung gereja (*Passer montanus*), dan angsa (*Cygnus sp.*).

## e. Kelas Mammalia

Mammalia berasal dari bahasa latin, yaitu *mammae* yang artinya kelenjar susu. Kelas Mammalia terdiri atas sekitar 5.000 jenis yang dikelompokkan menjadi 26 ordo. Karakteristik umum pada Mammalia adalah:

- 1) memiliki rambut;
- 2) memiliki tiga tulang di telinga bagian tengah;
- 3) memiliki kelenjar susu.

Mammalia memiliki volume otak yang lebih besar dibandingkan dengan hewan Vertebrata lainnya. Suhu badan Mammalia tetap atau tidak dipengaruhi oleh suhu lingkungan luarnya (*homoioterm*). Alat pernapasan Mammalia adalah paru-paru. Mamalia juga memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi.

Adaptasi Mamalia di antaranya adalah sebagai berikut.

- 1) Mammalia mengembangkan beberapa cara adaptasi tingkah laku yang membantunya sukses bertahan hidup.
- 2) Gigi Mammalia berfungsi memotong, merobek, dan mengunyah. Selain itu, giginya memiliki email tebal yang melindungi gigi.
- 3) Mammalia memiliki kemampuan untuk bergerak cepat.
- 4) Ukuran otaknya lebih besar dibandingkan dengan hampir semua binatang lain.
- 5) Mammalia memiliki kontrol kendali suhu tubuh yang efisien dibandingkan dengan kelompok burung.
- 6) Memiliki rambut yang berfungi sebagai isolasi atau penyekat panas.
- 7) Kelenjar susunya menyediakan susu untuk hewan yang masih muda.

Mammalia dikelompokkan dengan berbagai kriteria. Contohnya pengelompokan berdasarkan makanannya (contohnya karnivora) dan berdasarkan bentuk gigi (contohnya rodentia).

Mammalia memiliki banyak sekali ordo. Perhatikan **Gambar 6.32**. Berikut beberapa ordo pada Mammalia sebagai berikut.

- 1) Monotremata (Mammalia berparuh), contohnya Platypus (*Ornithorhynchus anatinus*).
- 2) Karnivora (Mammalia pemakan daging), contohnya kucing (*Felis domesticus*).
- 3) Rodentia (Mammalia penggerat), contohnya tikus mencit (*Mus musculus*).
- 4) Cetacea (Mammalia air), contohnya paus (*Balaenoptera borealis*).
- 5) Chiroptera (Mammalia besayap), contohnya kelelawar (*Myotis sp.*).



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

**Gambar 6.31**

Kelompok Aves memiliki kemampuan untuk terbang.

## Kata Kunci

- Homoioterm
- Poikiloterm

**Gambar 6.32**

Hewan-hewan Mammalia.

- (a) Mammalia penggerat (Rodentia), yaitu tikus,
- (b) Mammalia pemakan daging (Carnivora), (c) Mammalia berprobosis (Proboscidea), dan
- (d) Mammalia air (Cetacea).



Sumber: www.biology.plos.org/nats.com C Image: www.luteson.com Encarta Encyclopedia, 2005

- 6) Marsupialia (Mammalia berkantung), contohnya kanguru (*Macropus* sp.).
- 7) Probosoidea (Mammalia berprobosis), contohnya gajah (*Elephas maximus*).
- 8) Primata, contohnya bekantan (*Nasalis larvatus*).

## Soal Penguasaan Materi 6.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Sebutkan perbedaan antara kingdom Plantae dan kingdom Animalia.
2. Berdasarkan apakah kingdom Animalia diklasifikasikan?
3. Mengapa *Hydra* termasuk kingdom Animalia, meskipun tidak dapat bergerak bebas?

## B Manfaat Kingdom Animalia

Kingdom Animalia yang begitu berlimpah dan beraneka ragam di bumi ini tentu memiliki manfaat yang sangat banyak pula. Dari mulai Porifera hingga Mamalia, memiliki peran serta manfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pada Porifera, banyak organisme anggotanya yang memiliki peran bagi manusia, seperti menghasilkan spons yang dapat dipakai sebagai alat pembersih. Mollusca banyak yang menguntungkan, di antaranya sebagai sumber makanan bagi kita, seperti cumi-cumi dan kerang yang kaya akan protein. Selain itu, Mollusca juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi seperti pada kerang penghasil mutiara (**Gambar 6.33**).

Arthropoda memiliki peranan yang penting bagi kehidupan manusia. Beberapa dapat dijadikan sumber makanan bagi manusia, seperti udang dan kepiting. Kupu-kupu dan serangga lainnya pun sangat bermanfaat untuk membantu proses penyerbukan pada tumbuhan. Ada juga lebah yang menghasilkan madu yang dapat dikonsumsi dan menjadi obat untuk tubuh kita.

Pada Vertebrata, mulai dari Pisces hingga Mammalia, sudah memiliki manfaat yang jelas bagi manusia. Pisces merupakan sumber protein yang tinggi bagi manusia. Amphibia dan Reptilia juga memiliki peranan tersendiri dalam keseimbangan alam di bumi ini. Aves dan Mammalia sangat berguna untuk manusia karena dapat dimanfaatkan, baik telur maupun dagingnya. Sebutkan manfaat lain kingdom Animalia.



**Sumber:** www.marinethemes.com  
www.tuerler.ch

**Gambar 6.33**

Kerang mutiara dan mutiara yang dihasilkannya.

## Tugas Ilmiah 6.1

Buatlah karya tulis mengenai berbagai manfaat hewan bagi kehidupan manusia. Carilah literatur sebanyak-sebanyaknya untuk mendukung karya tulis Anda tersebut. Setelah itu kumpulkan ke guru Anda, lalu presentasikan di hadapan teman sekelas.

## Soal Penguasaan Materi 6.2

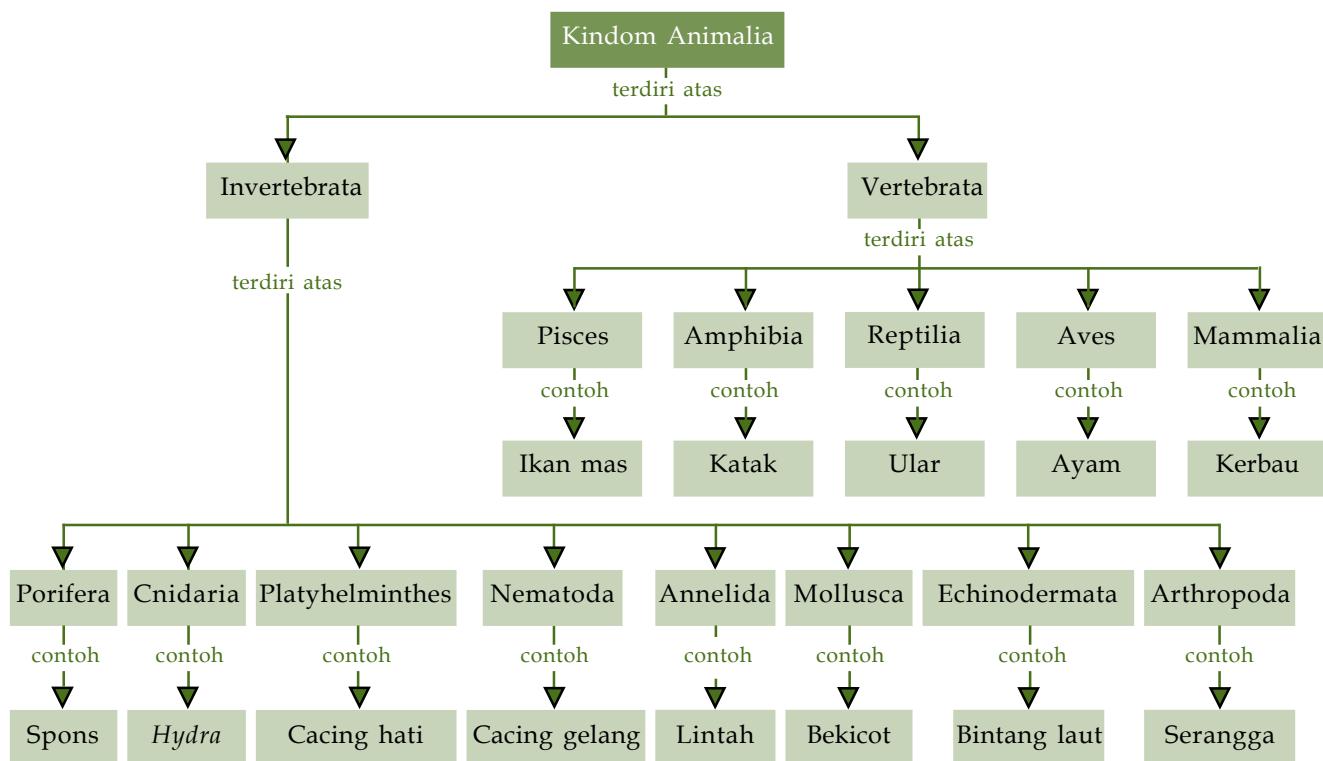
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Sebutkan 5 hewan yang bermanfaat bagi manusia. Mengapa?
2. Selain menguntungkan, adakah hewan yang merugikan manusia? Sebutkan contohnya.
3. Hewan apa saja yang bisa digunakan untuk konsumsi manusia?

## Rangkuman

1. Kingdom Animalia memiliki dua kelompok besar yaitu invertebrata dan vertebrata. Perbedaan tersebut didasarkan ada tidaknya tulang belakang pada hewan tersebut.
2. Porifera yang merupakan salah satu filum dari kingdom Animalia memiliki ciri yang khas, yaitu seluruh tubuhnya berpori. Hal ini pula yang menyebabkan filum ini disebut hewan Porifera.
3. Filum Cnidaria beranggotakan hewan dengan daur hidup dalam bentuk polip dan mendusa, seperti koran dan ubur-ubur, *Hydra* dan anemon termasuk dalam filum ini.
4. Platyhelminthes berupa cacing pipih. Anggota filum ini antara lain planaria, cacing hati, dan cacing pita.
5. Nematoda merupakan cacing silindris tidak bersegmen. Contoh anggotanya antara lain cacing gelang, cacing tambang, dan cacing filaria.
6. Annelida berongga tubuh sejati dan bersegmen. Contoh Annelida adalah cacing tanah dan lintah.
7. Hewan yang bertubuh lunak dikelompokkan dalam Filum Mollusca. Anggota filum ini antara lain bekicot, kerang hijau, dan cumi-cumi.
8. Filum Echinodermata memiliki simetri tubuh radial, kaki tabung, dan memiliki endoskeleton.
9. Arthropoda memiliki eksoskeleton, tubuh serta kakinya bersegmen. Serangga, udang, dan kepiting termasuk anggota filum ini.
10. Filum Chordata dapat dibedakan menjadi Chordata tanpa tulang belakang dan Chordata dengan tulang belakang (vertebrata). Vertebrata dapat dibedakan menjadi beberapa kelas, yaitu Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, dan Mammalia.
11. Manfaat Animalia antara lain sebagai sumber makanan dan alat transportasi bagi manusia.

## Peta Konsep



## Kaji Diri

Dapatkah Anda memahami materi bab ini? Apakah Anda menemukan kesulitan dalam memahami bab ini? Jika menemukannya, diskusikan bersama guru Anda atau teman Anda.

Dalam bab ini, kamu telah mempelajari kingdom Animalia beserta klasifikasinya. Setelah mempelajari bab ini, tentunya Anda telah memahami bahwa tidak semua hewan dapat bergerak bebas. Terdapat beberapa hewan yang pergerakannya

sedikit, bahkan menancap pada substrat. Hewan apakah itu? Masih banyak lagi hewan yang mengagumkan untuk Anda pelajari.

Anggota kingdom Animalia juga memberi manfaat besar bagi manusia. Anda perhatikan menu makan Anda sehari-hari. Ikan, telur, daging merupakan bahan makanan yang diperoleh dari anggota kingdom ini. Dapatkah Anda menyebutkan manfaat lain mempelajari bab ini?

## Evaluasi Materi Bab 6

- A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.
1. Seseorang akan terinfeksi cacing pita apabila memakan daging yang mengandung ....
    - a. larva sistiserkus
    - b. telur *Taenia saginata*
    - c. cacing pita dewasa
    - d. proglotid *Taenia saginata*
    - e. larva oskosfer
  2. Filum berikut semua anggotanya bersifat triploblastik dan memiliki rongga sebenarnya adalah ....
    - a. filum Coelenterata
    - b. filum Porifera
    - c. filum Nematoda
    - d. filum Platyhelminthes
    - e. filum Annelida
  3. Untuk membedakan hewan invertebrata, perlu diperhatikan hal-hal berikut, *kecuali* ....
    - a. rangka luar
    - b. simetri tubuh
    - c. segmentasi tubuh
    - d. warna eksoskeleton
    - e. tentakel dan antena
  4. Berikut adalah filum dari kelompok invertebrata, *kecuali* ....

a. Porifera	d. Annelida
b. Cnidaria	e. Mollusca
c. Chordata	
  5. Contoh Insecta yang mengalami metamorfosis sempurna adalah ....

a. capung	d. belalang
b. kutu buku	e. kecoa
c. lalat	
  6. Pada lebah, telur yang *tidak* dibuahi dapat tumbuh menjadi individu baru. Hal ini disebut ....

a. partenogenesis	d. metamorfosis
b. morfogenesis	e. ametabola
c. ekdisis	
  7. Vertebrata yang *tidak* termasuk kelas Mammalia adalah ....

a. paus	d. kuda nil
b. pesut	e. lumba-lumba
c. kuda laut	
  8. Nama ilmiah untuk harimau adalah *Felis tigris* dan singa adalah *Felis leo*. Dari nama ilmiahnya kita dapat mengetahui bahwa harimau dan singa termasuk dalam satu ....

a. spesies	d. habitat
b. populasi	e. genus
c. varian	
  9. Ular dan buaya keduanya termasuk kelas Reptilia, tetapi ular berbeda dari buaya karena ular ....
  10. Kelompok ikan di bawah ini yang termasuk Osteichthyes adalah ....
    - a. ikan mujair dan ikan pesut
    - b. ikan hiu dan ikan paus
    - c. ikan pari dan ikan mas
    - d. ikan koki dan ikan arwana
    - e. ikan arwana dan ikan pari
  11. Pada Porifera terdapat sel yang mirip dengan *Amoeba*. Sel ini dinamakan ....

a. sel pori	d. sel silindris
b. sel kolar	e. pseudopodia
c. sel amoebosit	
  12. Berikut adalah cacing yang menyebabkan penyakit kaki gajah pada manusia akibat penyumbatan pembuluh getah bening adalah ....

a. <i>Ascaris lumbricoides</i>	
b. <i>Taenia saginata</i>	
c. <i>Wuchereria bancrofti</i>	
d. <i>Ancylostoma duodenale</i>	
e. <i>Taenia solium</i>	
  13. Lintah merupakan hewan pengisap darah. Hewan tersebut berasal dari kelas ....

a. Hirudinea	d. Polychaeta
b. Cestoda	e. Oligochaeta
c. Turbinaria	
  14. Organ ekskresi pada Bivalvia adalah ....

a. sel amoebosit	d. siphon
b. pseudopodia	e. nefridia
c. sel kolar	
  15. Berikut adalah contoh hewan yang termasuk kelas Cephalopoda adalah ....

a. bulu babi	
b. bintang laut	
c. siput	
d. cumi-cumi	
e. teripang	
  16. Berikut ini adalah tahap dalam metamorfosis serangga.
    1. Larva
    2. Kepopong/pupa
    3. Telur
    4. Imago/dewasaUrutan terjadinya metamorfosis sempurna pada kupu-kupu adalah ....

- a. 1 - 2 - 3 - 4  
b. 4 - 3 - 2 - 1  
c. 2 - 3 - 4 - 1  
d. 3 - 1 - 2 - 4  
e. 1 - 3 - 2 - 4
17. Hewan memiliki ciri sebagai berikut.  
1. Memiliki kulit yang berlendir dan lembap  
2. Hidup di dua alam (air dan daratan)  
3. Mengalami perubahan yang jelas dari muda dengan dewasanya
- Hewan yang memiliki ciri tersebut adalah ....  
a. Amphibia  
b. Pisces  
c. Protozoa  
d. Aves  
e. Reptilia
18. Berikut yang *bukan* ciri dari kelas Insecta adalah ....  
a. tubuhnya terbagi menjadi kepala, dada, dan abdomen  
b. memiliki antena sebagai reseptor kimia dan mekanik
- B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.
1. Jelaskan perbedaan Vertebrata dan invertebrata.
  2. Anggota filum Porifera hidup sesil atau tidak aktif bergerak, tetapi mengapa termasuk kingdom Animalia?
  3. Mengapa Amphibia selalu memiliki kulit yang basah dan lembap? Jelaskan.
  4. Jelaskan daur hidup cacing *Fasciola hepatica*.
  5. Sebutkan contoh makhluk hidup bersimetri radial dan bilateral? Jelaskan pengaruh perbedaan simetri tubuh terhadap cara gerak makhluk hidup.

### Soal Tantangan

1. Papua memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Banyak spesies flora dan fauna yang belum diketahui oleh para ahli. Misalnya, hasil ekspedisi RAP (*Rapid Assessment Program*) di Wapoga menemukan sekitar 25 spesies katak baru (lebih dari 50% dari spesies yang berhasil dikoleksi selama ekspedisi). Salah satu spesies katak tersebut berasal dari genus *Nyctimystes*.

Katak ini merupakan Vertebrata terkecil di Papua. Katak ini hanya berukuran 1,5 cm. Begitu

- c. bernapas dengan trakea  
d. tipe kaki ada yang peloncat dan berjalan  
e. hermafrodit

19. Hewan yang suhu tubuhnya *tidak* dipengaruhi oleh suhu lingkungannya disebut ....  
a. homiooterm  
b. berdarah dingin  
c. osmoregulasi  
d. melata  
e. poikiloterm
20. Ikan bermanfaat bagi manusia. Manfaatnya terutama sebagai ....  
a. sumber makanan yang banyak mengandung karbohidrat  
b. sumber makanan yang banyak mengandung protein  
c. sumber makanan yang banyak mengandung lemak  
d. sumber makanan yang banyak mengandung vitamin  
e. sumber makanan yang banyak mengandung mineral

- kayanya Indonesia dengan kekayaan hayati (RAP, Konservasi Internasional, 2002 sampai dengan 2003). Bagaimana kita memanfaatkan keanekaragaman hayati tersebut? Bagaimana juga usaha kita untuk memelihara keanekaragaman hayati?
2. Saat berlibur ke pulau Bali, Anda menemukan sebuah rumah yang di dalamnya terdapat sangkar berisikan burung jalak bali. Hal apakah yang Anda harus lakukan? Dapatkan Anda menjelaskan klasifikasi jalak bali?

# Kegiatan Semester 2

## Observasi Kingdom Animalia

Kingdom Animalia memiliki anggota yang sangat beraneka ragam. Salah satu filum dari kingdom Animalia adalah Filum Chordata. Filum Chordata merupakan kelompok hewan yang sudah memiliki notochord, tali saraf, dan faring. Filum Chordata terdiri atas beberapa kelas, di antaranya Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves dan Mammalia. Setiap kelas tersebut memiliki spesies yang sangat beraneka ragam pula.

Untuk lebih menambah wawasan Anda mengenai klasifikasi kingdom Animalia (khususnya filum Chordata), sebagai kegiatan semester, Anda ditugaskan untuk melakukan observasi spesies dari filum Chordata di kebun binatang di kota Anda. Apabila di kota Anda belum terdapat kebun binatang, Anda dapat melalukan observasi di lingkungan sekitar.

Hal-hal yang perlu Anda amati (observasi) di antaranya adalah

- nama ilmiah hewan tersebut;
- klasifikasinya;
- makanannya;
- cara bergeraknya;
- habitatnya;
- ciri lain yang khas dari hewan tersebut.

Hasil observasi Anda tersebut, dapat dibuat dalam bentuk laporan atau karya tulis ilmiah. Buatlah laporan dengan memerhatikan aturan penulisan karya ilmiah yang telah Anda pelajari di Semester 1. Mintalah bantuan dan arahan dari guru Anda jika mengalami kesulitan. Jika perlu, Anda dapat menambah sumber literatur dari buku, majalah sains, internet. Pada akhir semester, hasil karya tulis Anda akan dipresentasikan dan didiskusikan di depan kelas.



Sumber: www.perhutnisukabumi.com

## Bab 7

# Ekosistem



Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat menganalisis hubungan antara komponen ekosistem. Hal itu dapat Anda pahami dengan cara mendeskripsikan peran komponen ekosistem dalam aliran energi dan pemanfaatan komponen ekosistem bagi kehidupan serta akibat yang ditimbulkannya.

*Greenpeace*, kelompok para pecinta lingkungan, pada tahun 1970-an menarik perhatian dunia melalui usahanya menyelamatkan paus. Dengan mengendarai perahu karet, para aktivis *Greenpeace* menghadang kapal-kapal besar penangkap paus yang bersenjatakan harpun (senjata pelontar panah besar). Para aktivis tersebut menemui para pemburu paus untuk mencegah mereka memburu paus. Akibat perburuan ini, beberapa spesies paus, seperti paus bongkok, paus biru, dan paus bersirip, keberadaannya di bumi terancam punah.

Mengapa ada kelompok orang yang begitu peduli terhadap kelestarian lingkungan hidup? Apa kerugiannya bagi manusia jika paus atau makhluk hidup lainnya punah dari muka bumi? Haruskah kita juga ikut mengenal, melestarikan, dan menjaga lingkungan hidup?

Hewan, tumbuhan, maupun manusia, dan semua makhluk hidup di dunia ini tidak dapat hidup sendiri. Semuanya akan saling berinteraksi, sesama makhluk hidup maupun dengan lingkungannya. Interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya akan membentuk suatu ekosistem.

Pada bab ini, akan dibahas mengenai ekosistem secara utuh, keseimbangan lingkungan hidup, aliran energi di dalamnya, serta pencemaran lingkungan dan upaya penanggulangannya. Anda diharapkan memiliki wawasan yang lebih luas tentang ekosistem setelah memahami bab ini.

- A. Komponen Penyusun Ekosistem**
- B. Tipe-Tipe Ekosistem**
- C. Suksesi**
- D. Aliran Energi dan Daur Biogeokimia**
- E. Aktivitas Manusia dan Pencemaran**
- F. Limbah**



## Soal Pramateri

- Apakah fungsi pengurai dalam ekosistem?
- Sebutkan jenis pencemaran yang Anda ketahui.
- Menurut Anda, apakah kegunaan daur ulang limbah?

## A Komponen Penyusun Ekosistem

Tidak ada satupun makhluk hidup yang dapat hidup tanpa bergantung terhadap makhluk hidup lain atau materi lain di dunia ini. Semua makhluk hidup, baik itu manusia, hewan, maupun tumbuhan membutuhkan energi dan berbagai materi dari lingkungannya untuk dapat bertahan hidup. Mungkin Anda bertanya-tanya, apa sebenarnya lingkungan hidup itu?

Lingkungan hidup adalah suatu ruang yang ditempati makhluk hidup beserta komponen abiotiknya. Cabang Biologi yang mempelajari hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya adalah **Ekologi**. Istilah Ekologi berasal dari dua suku kata dalam bahasa Yunani, yaitu *oikos* yang artinya rumah atau tempat tinggal dan *logos* yang artinya ilmu pengetahuan. Istilah tersebut pertama kali dikemukakan oleh **Ernst Haeckel** pada tahun 1869.

Secara umum, Ekologi adalah ilmu tentang hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya. Di alam, baik itu makhluk hidup yang hidup di darat maupun di air, berusaha memenuhi kebutuhan energinya. Makhluk hidup autotrof akan melakukan sintesis makanan untuk mendapatkan energi, sedangkan pada makhluk hidup heterotrof akan ada peristiwa memakan untuk mendapatkan energi. Pengurai (**dekomposer**) akan memecah materi organik kompleks menjadi lebih sederhana untuk dirinya dan dapat digunakan kembali oleh makhluk hidup autotrof.

Makhluk hidup dipengaruhi oleh lingkungannya. Lingkungannya tersebut terdiri atas lingkungan abiotik dan biotik. Lingkungan abiotik contohnya air, tanah, suhu, dan iklim. Adapun lingkungan biotik contohnya hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Interaksi antarmakhluk hidup di lingkungannya tersebut akan membentuk suatu sistem. Sistem ini fleksibel, selalu berubah-ubah. Namun selalu menuju ke arah keseimbangan. Sistem ini disebut **ekosistem**. Perhatikan **Gambar 7.1**. Ekosistem adalah kesatuan interaksi yang seimbang antara komponen biotik dan komponen abiotik dalam suatu habitat. Habitat adalah suatu daerah kediaman makhluk. Menarik, bukan? Simaklah penjelasan selanjutnya.

## Kata Kunci

- Abiotik
- Biotik
- Ekologi
- Ekosistem
- Komunitas
- Populasi

**Gambar 7.1**

Hubungan di dalam suatu ekosistem. Komponen biotik saling berhubungan dengan komponen abiotik di lingkungan tersebut.



Sumber: www.floridaoceanographic.com

### 1. Komponen Biotik

Komponen biotik adalah komponen hidup yang ada di alam meliputi semua makhluk hidup, seperti hewan, tumbuhan, mikroorganisme, dan manusia. Di dalam ekosistem, makhluk hidup autotrof berperan sebagai produsen.

## Kata Kunci

- Ekologi
- Komponen biotik
- Komponen abiotik

### a. Organisasi Kehidupan

Satuan organisasi kehidupan dalam Biologi dimulai dari yang kecil dan sederhana sampai yang besar dan kompleks. Urutannya adalah sel-jaringan-organ-sistem organ-organisme. Sementara itu, jika kita lihat satuan organisasi dalam ekosistem maka urutannya adalah individu-populasi-komunitas-ekosistem.

#### 1) Individu

Sama halnya dengan sel dalam organisasi kehidupan, individu merupakan satuan fungsional dan struktural terkecil dalam ekosistem. Individu adalah satu makhluk hidup tunggal. Contoh individu adalah seorang manusia, seekor ikan, seekor semut, seekor kupu-kupu (**Gambar 7.2a**), seekor sapi, satu pohon mangga, satu pohon kelapa, dan satu pohon beringin.

Oleh karena satu individu adalah satu makhluk hidup tunggal yang tidak dapat dipisah-pisahkan. Apakah menurut Anda sepasang kaki sapi adalah individu? Apakah satu tangkai bunga mawar, sepasang sayap burung, satu sel gamet, atau sehelai rambut merupakan individu?

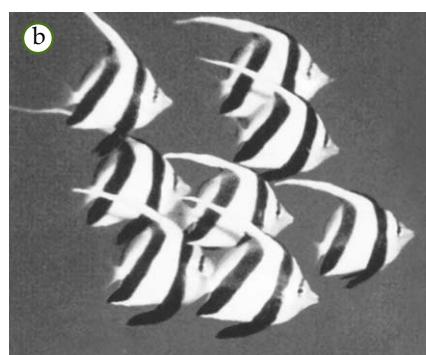
#### 2) Populasi

Populasi merupakan sekelompok individu dari spesies makhluk hidup sejenis yang menempati suatu kawasan tertentu. Dalam definisi tersebut yang sering dipermasalahkan adalah istilah spesies. Sebenarnya, ada berbagai macam definisi untuk spesies. Namun, dari begitu banyak definisi spesies tersebut, dapat disimpulkan bahwa spesies adalah jenis individu yang memiliki struktur fisiologi yang sama sehingga jika antarindividu tersebut melakukan perkawinan maka mereka dapat menghasilkan keturunan yang fertil (subur).

Kumpulan dari spesies sapi akan membentuk populasi sapi. Kumpulan dari spesies ikan akan membentuk populasi ikan (**Gambar 7.2b**). Begitu pula jika spesies rumput berkumpul, akan terbentuk populasi rumput.

#### 3) Komunitas

Perhatikan oleh Anda, pada suatu tempat tidak selalu dibentuk oleh satu populasi saja. Suatu tempat di alam akan dihuni oleh beberapa populasi yang beragam. Komunitas merupakan kumpulan bermacam-macam populasi yang saling berinteraksi dan menempati kawasan tertentu. Dalam arti luas, komunitas memang diartikan sebagai segala organisme yang menempati kawasan tertentu. Di dalam komunitas terjadi interaksi di antara organisme-organisme yang membentuk komunitas tersebut (**Gambar 7.2c**).



Sumber: Biology: iscovering Life, 1991; Biology Concepts & Connections, 2006; Concise Encyclopedia ature, 1994

#### 4) Ekosistem

Istilah ekosistem, pertama kali dikenalkan oleh Tansley pada tahun 1935. Menurut Tansley, hubungan timbal balik antara komponen biotik (komponen yang hidup) dan komponen abiotik (komponen tidak hidup) di alam,

## Tokoh Biologi



Ernst Haeckel  
(1834 – 1919)

Ernst Haeckel adalah seorang naturalis yang bijak dan menyenangi kehidupan bawah laut. Ia mengagumi Charles Darwin. Dia adalah orang yang pertama kali memperkenalkan istilah Ekologi.

Sumber: Concise Encyclopedia ature, 1994

### Gambar 7.2

(a) Individu kupu-kupu,  
(b) populasi ikan, (c) komunitas terumbu karang.



Sumber: Concise Encyclopedia of Marine Life, 199

Gambar 7.3

Ekosistem terumbu karang. Hubungan antara komponen abiotik dan komponen biotik membentuk suatu ekosistem.

tersusun dari apa sa akah ekosistem tersebut?

sebenarnya merupakan hubungan antarkomponen yang membentuk suatu sistem. Artinya, hubungan tersebut merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Oleh karena itu, gangguan pada satu komponen akan memengaruhi keseluruhan komponen tersebut. Sistem ini disebut sistem ekologi yang disingkat menjadi **ekosistem**. Contohnya adalah ekosistem terumbu karang (**Gambar 7.3**).

Setiap makhluk hidup dalam ekosistem menempati tempat tertentu yang disebut **habitat**. Habitat dapat diartikan sebagai tempat tinggal suatu organisme di alam. Suatu spesies memiliki habitat tertentu dalam ekosistem, misalnya berudu memiliki habitat di dalam air yang tenang dan banyak terdapat tumbuhan airnya.

Di samping habitat, dalam ekosistem dikenal juga istilah **nisia** (**nisia/relung**). Nisia merupakan status fungsional dari organisme dalam ekosistemnya, sehubungan dengan tempat tinggal, tingkah laku, dan sifat-sifat khas lainnya. Misalnya, nisia dari berudu dan siput pada air tenang yang banyak tumbuhan air. Berudu dan siput mungkin menempati habitat yang sama, tetapi nisianya tidak sama karena siput tidak dapat berenang bebas, serta memiliki sifat-sifat serta aktivitas yang berbeda dengan berudu.

Dalam ekosistem yang stabil, setiap spesies menempati nisia tersendiri. Bahkan dapat dikatakan bahwa dua spesies yang berbeda tidak mungkin menempati nisia yang sama dalam suatu ekosistem untuk jangka waktu yang lama. Ketika dua spesies menempati nisia yang sama dalam satu ekosistem, akan terjadi persaingan yang sangat kuat. Salah satu spesies akan kalah dan hilang dari ekosistem tersebut, bahkan mungkin akan mencari nisia yang baru. Gabungan dari ekosistem yang ada di bumi disebut **biosfer**.

### b. Interaksi Antarkomponen Biotik

Meskipun penyebaran makhluk hidup pada umumnya dipengaruhi oleh adaptasi terhadap lingkungan biotik, makhluk hidup juga dipengaruhi oleh interaksi biotik dengan individu lainnya. Dalam bahasan kali ini hanya akan dijelaskan mengenai interaksi antarspesies, yaitu interaksi antarpopulasi yang terjadi dalam suatu komunitas. Jika interaksi yang terjadi menyebabkan individu berbeda spesies tersebut hidup secara permanen dalam jangka waktu yang lama, dapat disebut **simbiosis**. Kemungkinan interaksi antarspesies yang hidup dalam suatu komunitas dirangkum dalam **Tabel 7.1** berikut.

Tabel 7.1 Interaksi yang Terjadi pada Makhluk Hidup

No	Interaksi	Spesies 1	Spesies 2	Keterangan	Contoh
1.	Predasi (termasuk parasitisme)	+	-	Hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator), merugikan salah satu pihak	Burung elang dan tikus
2.	Kompetisi	-	-	Hubungan yang merugikan pada kedua pihak	Macan tutul dan macan kumbang
3.	Komensalisme	+	0	Satu spesies diuntungkan, sedangkan spesies lainnya tidak dirugikan	Alga yang menempel di atas cangkang penyu
4.	Mutualisme	+	+	Hubungan yang saling menguntungkan pada kedua spesies	Lichenes

Keterangan + : untung

- : rugi

o : tidak berpengaruh apa-apa

## Kata Kunci

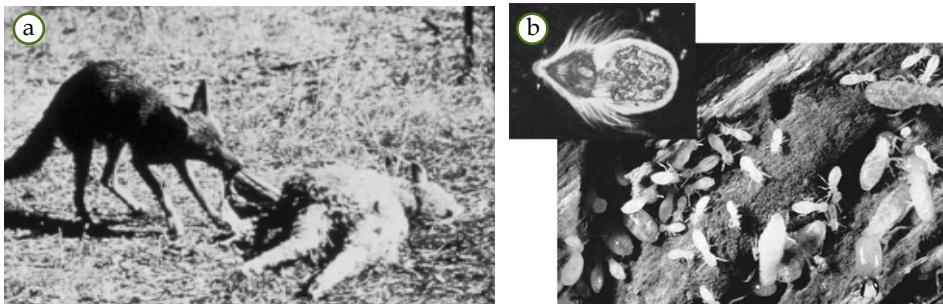
- Mutualisme
- Komensalisme
- Kompetisi
- Predasi

**Predasi** merupakan interaksi predator dan mangsa. Contoh predasi, yaitu hubungan antara serigala dan kambing (**Gambar 7.4a**). Pada predasi, terdapat individu yang diuntungkan dan yang dirugikan.

**Kompetisi** adalah interaksi yang menyebabkan persaingan pada kedua individu. Kompetisi yang terjadi pada hewan, contohnya macan tutul dan macam kumbang yang sama-sama memangsa kerbau liar. Apakah kompetisi juga terjadi pada tumbuhan?

**Komensalisme** merupakan interaksi antara dua individu yang menguntungkan salah satu pihak, namun yang lain tidak dirugikan maupun diuntungkan. Contohnya, alga yang hidup di atas cangkang penyu laut dan barnakel yang hidup di kulit ikan paus.

**Mutualisme** merupakan interaksi antara dua individu dan menguntungkan kedua belah pihak. Contohnya, interaksi antara *Triconympha* dan rayap. Dapatkah Anda menyebutkan contoh-contoh lainnya? Perhatikan **Gambar 7.4b**.



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994 [www.entm.purdue.edu](http://www.entm.purdue.edu)

## Gambar 7.4

(a) Predasi antara serigala dan kambing, (b) Simbiosis mutualisme antara riconymptha dan rayap.

## 2. Komponen Abiotik

Komponen abiotik merupakan segala sesuatu di luar makhluk hidup yang meliputi faktor fisik dan kimia. Apakah faktor-faktor abiotik memengaruhi faktor biotik dalam ekosistem?

### a. Cahaya

Sinar matahari merupakan faktor abiotik yang memengaruhi hampir semua makhluk hidup yang ada di bumi, terutama tumbuhan dan makhluk hidup berklorofil lainnya (**Gambar 7.5**). Selain sebagai faktor utama dalam fotosintesis, sinar matahari memiliki kaitan yang penting dengan faktor abiotik lain, yaitu suhu. Sinar matahari memengaruhi adaptasi hewan dengan adanya hewan yang melakukan aktivitas lebih banyak pada siang hari (**hewan diurnal**) dan pada malam hari (**hewan nokturnal**). Apakah kelelawar termasuk hewan nokturnal? Sebutkan contoh hewan diurnal.

### b. Suhu

Suhu memengaruhi makhluk hidup dalam ekosistem. Pada makhluk hidup yang motil (dapat bergerak), jika suhu lingkungan tidak sesuai, ia dapat berpindah tempat. Hal ini dilakukan contohnya pada burung alap-alap nippon (*Accipiter gularis*) yang melakukan migrasi pada saat musim dingin dari daerah Jepang menuju daerah Sumatra, Kalimantan, Jawa, dan Bali. Pada makhluk hidup yang sessil (tidak dapat bergerak), misalnya pada tumbuhan, jika suhu lingkungannya tidak sesuai, tumbuhan tersebut harus beradaptasi atau menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Hal tersebut dilakukan agar dapat bertahan dan tidak mati. Contohnya, pohon jati. Pohon ini saat suhu lingkungannya tinggi, akan beradaptasi dengan mengurangi daunnya yang bertujuan mengurangi penggunaan.



Sumber: [www.pei.hang.com](http://www.pei.hang.com)

## Gambar 7.5

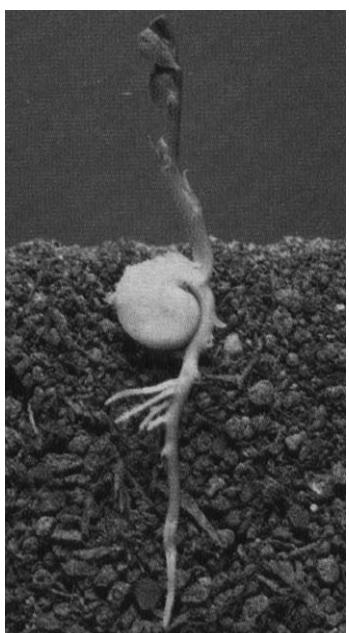
Cahaya matahari memengaruhi tumbuhan dan makhluk hidup lainnya.



Sumber: www.wateryear 00 .org

Gambar 7.6

Sebagian besar bumi terdiri atas air. Air merupakan salah satu faktor abiotik yang penting bagi makhluk hidup.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 199

Gambar 7.7

Tanah memberikan tempat hidup dan sumber nutrisi bagi tanaman

### c. Air

Air memengaruhi ekosistem karena diperlukan oleh makhluk hidup (**Gambar 7.6**). Tumbuhan yang hidup di tempat dengan curah hujan yang rendah, memiliki adaptasi akar yang panjang, lapisan lilin pada daun yang tebal, dan daun yang kecil untuk mengurangi penguapan. Bagaimana ciri-ciri tumbuhan yang hidup dengan curah hujan yang tinggi?

Pada hewan, ketersediaan air dapat menyebabkan hewan-hewan bermigrasi ke tempat yang lebih banyak air. Bagi hewan atau tumbuhan yang hidup di air, komposisi kimiawi dan kimia air sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidupnya.

### d. Udara

Faktor udara erat kaitannya dengan faktor abiotik lainnya, seperti suhu dan air. Udara yang bergerak (angin) dapat juga menjadi faktor yang memengaruhi dalam ekosistem. Suhu udara, kelembapan, dan angin, memengaruhi ekosistem secara bersamaan dan memengaruhi jenis makhluk hidup yang mendiami ekosistem tertentu.

### e. Topografi

Topografi atau ketinggian tempat berpengaruh langsung terhadap kadar oksigen dan tekanan udara. Semakin tinggi suatu tempat, tekanan udara dan kadar oksigen akan semakin berkurang. Kondisi ini sangat memengaruhi vegetasi tumbuhan yang mampu hidup pada keadaan tersebut. Hal ini berpengaruh juga terhadap hewan-hewan yang mampu beradaptasi pada lingkungan tersebut.

### f. Tanah

Tanah merupakan tempat hidup dan media bagi makhluk hidup (**Gambar 7.7**). Bagi tumbuhan, tanah merupakan substrat tempat hidup dan sumber nutrisi. Bagi hewan, terutama hewan yang hidup di darat, tanah merupakan tempat melakukan berbagai aktivitas hidup. Sifat-sifat tanah seperti keasaman, tekstur, dan kandungan unsur hara sangat memengaruhi jenis makhluk hidup yang menghuninya. Karena beberapa tumbuhan memiliki rentang hidup pada faktor kimia yang berbeda, beberapa spesies tumbuhan dapat digunakan sebagai **bioindikator**.

## Soal Penguasaan Materi 7.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Apa yang dimaksud habitat, nisia, komunitas, dan ekosistem?
2. Jelaskan hubungan faktor biotik dan abiotik dalam ekosistem.

## B Tipe-Tipe Ekosistem

Di muka bumi terdapat bermacam-macam tipe ekosistem. Namun secara garis besar, ekosistem dapat dibagi menjadi dua, yaitu **ekosistem darat** dan **ekosistem perairan**.

### 1. Ekosistem Darat

Ekosistem darat dibedakan berdasarkan iklim dan vegetasi dominan wilayah tersebut menjadi beberapa bioma. Meskipun batas wilayah penyebaran bioma-bioma di muka bumi tidak terlalu jelas, namun

berdasarkan vegetasi tumbuhan dominannya dapat dibedakan menjadi **bioma tundra**, **bioma taiga**, **bioma hutan hujan tropis**, **bioma savana** (padang rumput), **bioma gurun**, dan **bioma hutan gugur**.

#### a. Bioma Tundra

Bioma tundra terdapat di bumi bagian utara, yaitu di kutub utara yang memiliki curah hujan yang rendah. Oleh karena itu, hutan tidak dapat berkembang di daerah ini. Pada musim dingin, air dalam tanah dingin dan membeku sehingga tumbuhan tidak dapat tumbuh besar. Produsen utama di bioma ini adalah lichenes dan lumut. Binatang yang dapat ditemui di bioma ini, antara lain beruang kutub, *reindeer* (rusa kutub), serigala, dan burung-burung yang bermigrasi ketika musim-musim tertentu. Perhatikan **Gambar 7.8**.

#### b. Bioma Taiga

Bioma taiga dikenal sebagai hutan konifer, merupakan bioma terluas di bumi. Bioma ini memiliki curah hujan 35 cm sampai dengan 40 cm per tahun. Daerah ini sangat basah karena penguapan yang rendah. Tanah di bioma taiga bersifat asam.

Bioma taiga terdapat di daerah yang beriklim sedang, dengan curah hujan sekitar 100 cm per tahun. Terdapat di Amerika bagian utara dan selatan, Eropa bagian barat, dan Asia bagian timur.

Tumbuhan yang hidup di bioma taiga umumnya konifer dan pinus (**Gambar 7.9**). Hewan yang hidup di bioma ini di antaranya adalah rusa, beruang hitam, salamander, dan tupai.



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

**Gambar 7.8**

Bioma tundra di daerah pegunungan es.

### Kata Kunci

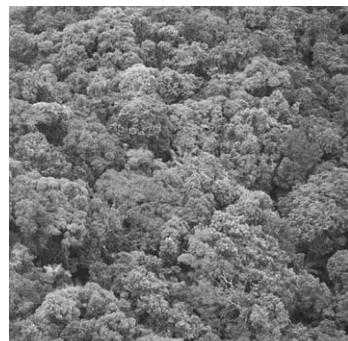
- Bioma gurun
- Bioma hutan gugur
- Bioma hutan hujan tropis
- Bioma taiga
- Bioma tundra
- Bioma savana
- Ekosistem



Sumber: Essentials of Biology, 1990

**Gambar 7.9**

Bioma taiga yang didominasi oleh vegetasi tanaman konifer atau pinus.



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

**Gambar 7.10**

Bioma hutan hujan tropis.



#### d. Bioma Savana

Bioma savana (padang rumput) terdapat di wilayah beriklim sedang sampai tropis dengan curah hujan 25 cm sampai 75 cm per tahun. Tumbuhan yang dominan di bioma ini adalah rumput (**Gambar 7.11**). Hewan yang hidup di bioma ini adalah hewan-hewan yang bisa bertahan di kondisi padang rumput, di antaranya adalah kuda, zarahaf, dan singa. Di Indonesia bioma savana dapat ditemukan di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat (NTB).



**Gambar 7.11**

Bioma padang rumput atau savana.

Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

#### e. Bioma Gurun

Bioma gurun terdapat di Asia, Afrika, India, Amerika, dan Australia. Tanah yang tandus dan kandungan air yang sangat rendah membuat tumbuhan dan hewan-hewan tertentu saja yang dapat bertahan di daerah ini. Tumbuhan yang dapat bertahan di gurun di antaranya kaktus, sedangkan hewan yang dapat bertahan di gurun di antaranya adalah unta dan ular. Perhatikan **Gambar 7.12**.



**Gambar 7.12**

(a) Keadaan gurun pada saat musim kering vegetasi sedikit dan (b) keadaan pada saat musim hujan bermunculan vegetasi yang beragam.

Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

#### f. Bioma Hutan Gugur

Bioma hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang dan tersebar di Amerika Timur, Eropa Tengah, dan Asia Timur. Bioma ini memiliki ciri-ciri suhu yang sangat rendah pada musim dingin dan sangat panas pada musim panas (-30°C hingga 30°C). Curah hujan tinggi dan merata, serta jenis pohon yang dapat menggugurkan daunnya pada saat musim panas (pada hutan gugur daerah tropis) dan pada saat musim dingin (pada hutan gugur iklim sedang). Hewan yang hidup di bioma ini antara lain tikus, beruang, bajing,



dan burung. Beberapa hewan pada bioma ini dapat melakukan **hibernasi**, yaitu tidur panjang selama musim dingin dengan terlebih dahulu mengonsumsi banyak makanan. Perhatikan **Gambar 7.13**.



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

**Gambar 7.13**

Daur tahunan pada hutan gugur sedang  
(a) musim gugur dan  
(b) musim dingin.

## 2. Ekosistem Perairan

Ekosistem perairan terbagi menjadi dua, yaitu **ekosistem air tawar** dan **ekosistem air laut**. Pembagian ini berdasarkan perbedaan fisik dan kimiawi yang memengaruhi komunitas perairan tersebut. Bioma air tawar umumnya memiliki konsentrasi garam kurang dari 1%, sedangkan bioma laut umumnya memiliki konsentrasi garam 3%.

### a. Ekosistem Air Tawar

Ekosistem air tawar umumnya dibagi menjadi dua kelompok yaitu **lentik** dan **lotik**. Lentik merupakan habitat air yang tidak terdapat arus air yang mengalir terus, contohnya adalah danau. Adapun lotik adalah habitat air yang mengalir, contohnya adalah sungai.

Danau memiliki ciri khas air yang tenang sehingga kondisi biotik dan abiotiknya relatif stabil. Daerah yang dapat ditembus cahaya matahari memungkinkan terjadinya fotosintesis disebut **daerah fotik**. Adapun daerah yang tidak dapat ditembus oleh cahaya matahari disebut **daerah afotik**.

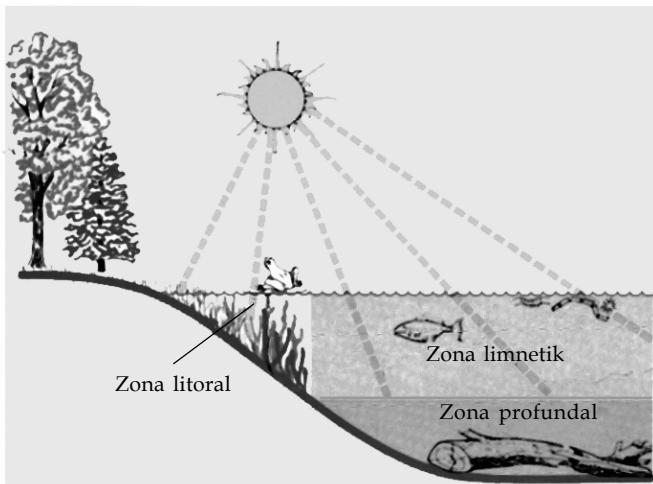
Pada umumnya, danau memiliki tiga zona, yaitu **zona litoral**, **zona limnetik**, dan **zona profundal**. Zona litoral merupakan daerah dangkal berdekatan dengan tepi danau dan dapat ditembus cahaya dengan optimal. Tumbuhan yang berakar dan alga yang mengapung merupakan ciri-ciri zona litoral.

Zona limnetik merupakan daerah yang jauh dari tepi danau, namun masih dapat ditembus cahaya. Pada zona ini, fitoplankton dan tumbuhan yang berfotosintesis menyediakan makanan bagi zooplankton, ikan-ikan, dan hewan lainnya.

Zona profundal merupakan daerah yang tidak dapat ditembus oleh cahaya matahari (afotik). Pada zona ini hidup predator heterotrof dan bentos (hidup di dasar air) yang mendekomposisi (menguraikan) limbah-limbah organik. Selain itu, pada zona profundal terdapat banyak bakteri dan makhluk hidup lain yang dapat hidup secara anaerob. Perhatikan **Gambar 7.14**.

### Kata Kunci

- Daerah afotik
- Daerah fotik
- Ekosistem air tawar
- Ekosistem laut
- Hibernasi



Sumber: Biology: the Diversity of Life, 1995

**Gambar 7.14**

Pembagian zona pada ekosistem danau.

Sungai merupakan air yang mengalir searah dari hulu menuju hilir. Aliran air yang konstan, mengikis tanah dan membentuk habitat unik yang menjadi penunjang kehidupan beberapa organisme. Selain itu, aliran sungai memengaruhi penumpukan sedimen, suplai oksigen, dan nutrisi.

Kecepatan aliran sungai dapat berbeda-beda pada beberapa titik. Gesekan pada dinding dan dasar sungai mengurangi kecepatan arus sehingga alga dapat menempel pada permukaan bebatuan, akar tanaman dapat menancap, dan hewan dapat hidup di dasar sungai tanpa terbawa arus.

### b. Ekosistem Laut

Ekosistem laut biasa juga dinamakan sebagai **ekosistem bahari**. Ekosistem bahari merupakan ekosistem paling luas di permukaan bumi. Lebih dari dua pertiga bagian bumi ini merupakan ekosistem laut. Ekosistem ini meliputi **ekosistem perairan laut dalam**, **ekosistem perairan laut dangkal (litoral)**, dan **ekosistem daerah pasang surut**.

#### 1) Ekosistem perairan laut dalam

Ekosistem ini memiliki ciri spesifik, yaitu tidak terjangkau oleh sinar matahari. Akibatnya, di ekosistem ini tidak ditemukan organisme fotoautotrof.

Di dalam ekosistem perairan laut dalam, jumlah detritivora (pengurai), karnivora (pemakan daging), dan saprofor (pemakan sampah) sangat melimpah. Oleh karena keadaannya yang gelap, banyak di antara jenisnya dilengkapi dengan organ yang bercahaya. Keterangan mengenai ekosistem ini belum begitu lengkap akibat kendala medan yang sulit diteliti. Penelitian tentang ekosistem ini memerlukan alat berat yang dapat menahan tekanan air yang besar.

#### 2) Ekosistem perairan laut dangkal

Ekosistem ini disebut juga ekosistem **litoral**. Ekosistem ini berada di daerah pantai yang tergenang air laut, kecuali pada saat air surut. Daerahnya terbuka dan relatif tidak terpengaruh oleh air sungai besar karena memiliki jarak yang cukup jauh. Ekosistem ini banyak ditemukan di pantai utara Jawa, Bali, Sumbawa, dan Sulawesi. Komunitas di daerah ini didominasi beberapa macam ganggang, misalnya *Sargassum*. Ekosistem perairan dangkal dapat dibedakan menjadi beberapa subekosistem, antara lain ekosistem terumbu karang, pantai batu, dan pantai lumpur.

## Kata Kunci

- Ekosistem bahari
- Ekosistem daerah pasang surut
- Ekosistem perairan laut dalam
- Ekosistem perairan laut dangkal
- Zona litoral
- Zona limnetik
- Zona profundal

### 3) Ekosistem terumbu karang

Ekosistem terumbu karang terbentuk di daerah perairan jernih, yaitu hasil aktivitas organisme hewan berongga (Cnidaria). Ekosistem ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena di dalamnya terdapat bermacam-macam ikan, udang, dan hewan laut lainnya. Ekosistem ini banyak terdapat di perairan Nusa Tenggara dan Maluku. Perhatikan **Gambar 7.15**.

### 4) Ekosistem pantai batu

Ekosistem ini didominasi batuan yang umumnya berukuran besar dan keras hasil penyatuhan (**konglomerasi**) batu-batu kecil dengan tanah liat dan kapur. Bebatuan tersebut dapat pula terbentuk dari bongkahan batu granit yang besar. Biasanya, ekosistem pantai batu banyak terdapat di pesisir pantai yang berbukit, seperti pantai selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara, dan Maluku. Vegetasi yang dominan antara lain *Eucheuma* dan *Sargassum*.

### 5) Ekosistem pantai lumpur

Ekosistem pantai lumpur terdapat di muara sungai yang menjorok ke laut dengan bentangan yang cukup luas. Ekosistem seperti ini banyak ditemukan di Jawa, Sumatra, Kalimantan, dan Papua. Komunitas pionir yang berkembang di komunitas ini, di antaranya api-api (*Avicennia*), bakau (*Sonneratia*), dan beberapa rumput laut seperti *Enhalus acoroides*. Ekosistem ini memiliki tipe estuaria atau muara sungai dan menjadi habitat ikan gelodok



**Sumber:** Biology: Exploring Life, 1994

**Gambar 7.15**

Ekosistem terumbu karang sering dijadikan objek wisata

## ■ Soal Penguasaan Materi 7.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Berdasarkan pada apa pembagian bioma di muka bumi?
2. Mengapa ekosistem terumbu karang memiliki nilai ekonomis yang tinggi?

## C Suksesi

Suatu komunitas akan mengalami perubahan ketika terjadi gangguan dan kerusakan yang parah, seperti gunung meletus, tanah longsor, banjir, atau akibat kegiatan-kegiatan manusia yang merusak alam.

Hancurnya komunitas ini akan menimbulkan suatu perubahan yang cukup besar. Misalnya saja permukaan tanah yang dulunya begitu rimbun akan berubah menjadi permukaan tanah yang terbuka. Keadaan ini akan membuat tempat tersebut menjadi habitat baru bagi suatu makhluk hidup. Makhluk hidup yang pertama kali datang biasanya tumbuh dan disebut **tumbuhan pionir** atau **perintis**.

Tumbuhan pionir ini adalah tumbuhan yang dapat hidup dalam kondisi lingkungan yang serba terbatas. Kehadiran makhluk hidup pionir ini akan menciptakan kondisi lingkungan tertentu yang membuat makhluk hidup lainnya dapat hidup di tempat tersebut. Proses ini akan terus berlanjut sejalan dengan waktu sehingga akhirnya tercipta komunitas tumbuhan yang makin lama makin padat dan kompleks mengarah pada pematangan suatu bentuk komunitas. Proses inilah yang dinamakan **suksesi**. Suksesi akan berakhir pada **ekosistem klimaks** yang telah mencapai keseimbangan.

Suksesi dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu **suksesi primer** dan **suksesi sekunder**.

### 1. Suksesi Primer

Suksesi primer merupakan pembentukan komunitas makhluk hidup yang sebelumnya tidak ada. Contohnya adalah suksesi di Gunung Krakatau yang telah meletus pada tahun 1883 dan melenyapkan seluruh populasi di pulau



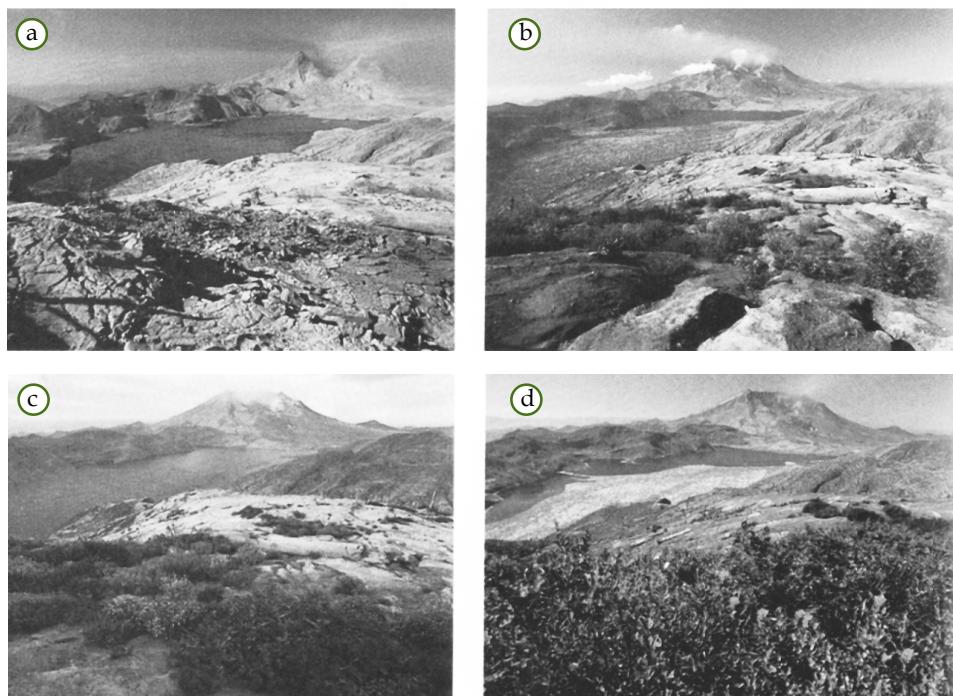
Sumber: Biological Science , 1986

#### Gambar 7.16

Tunas kelapa. Biji-bijian yang terbawa arus dapat tumbuh di pantai Krakatau.

tersebut. Organisme yang pertama muncul adalah Lichenes serta tumbuhan lumut. Tumbuhan perintis ini melakukan pelapukan dan memperkaya kandungan organik tanah. Bersamaan dengan ini, biji-bijian yang terbawa arus air dan angin dari tempat lain mulai tumbuh (**Gambar 7.16**). Rumput, paku-pakuan, dan tumbuhan pantai perlahan mampu menutupi lahan tersebut sehingga terbentuklah ekosistem klimaks.

Suksesi primer juga terjadi pada sebuah danau di wilayah pegunungan St. Helen di Amerika setelah letusan yang terjadi pada tahun 1980. Bersamaan dengan itu, suksesi sekunder juga terjadi pada lahan sekitarnya. Perhatikan **Gambar 7.17**.



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

## 2. Suksesi Sekunder

Suksesi sekunder merupakan perubahan yang terjadi karena terganggunya habitat. Gangguan ini dapat disebabkan oleh gangguan alam, seperti banjir, kebakaran (**Gambar 7.18**), dan penebangan liar. Namun, gangguan ini tidak merusak komunitas secara total. Suksesi sekunder berlangsung lebih cepat daripada suksesi primer karena komunitas tumbuhan perintis tidak diperlukan lagi. Laju suksesi sekunder pada setiap tempat berbeda-beda, bergantung pada kerusakan yang terjadi, iklim, dan jenis komunitas.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

#### Gambar 7.18

Suksesi sekunder yang terjadi setelah kebakaran hutan.

## Tugas Ilmiah 7.1

Carilah peristiwa suksesi alam yang terjadi, baik suksesi primer atau suksesi sekunder. Carilah di media surat kabar ataupun internet. Kerjakanlah bersama kelompok Anda. Buatlah sebuah laporan dari tugas tersebut.

### Soal Penguasaan Materi 7.3

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Apa yang dimaksud dengan suksesi primer dan sekunder? Sebutkan contohnya.
2. Lebih cepat suksesi primer atau suksesi sekunder? Jelaskan.

## D Aliran Energi dan Daur Biogeokimia

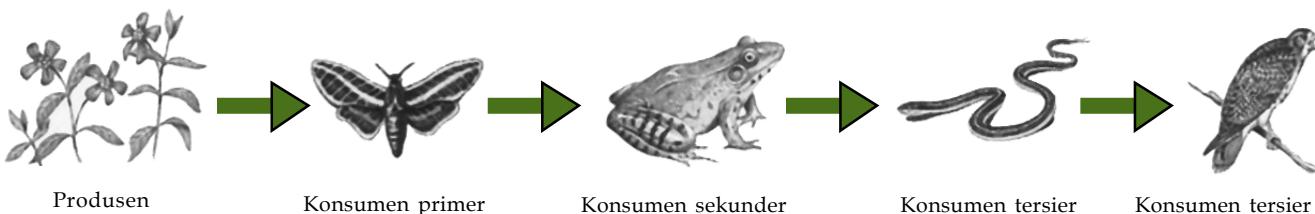
Komponen biotik dan abiotik memiliki banyak peran dalam ekosistem. Selain itu, kedua komponen tersebut berperan dalam proses aliran energi dan daur biogeokimia. Aliran energi merupakan proses berpindahnya energi dari satu organisme ke organisme lainnya. Aliran energi dapat berupa rantai makanan dan jaring-jaring makanan. Daur biogeokimia merupakan daur perpindahan materi dari komponen abiotik ke komponen biotik dan kembali lagi ke komponen abiotik.

### 1. Rantai Makanan dan Jaring Makanan

Dalam komunitas suatu ekosistem, terjadi proses-proses interaksi di antara anggota populasi-populasinya. Proses interaksi tersebut contohnya adalah proses saling makan dan saling dimakan.

Produsen yang berupa tumbuhan merupakan makanan bagi hewan-hewan herbivora. Hewan-hewan herbivora tersebut dinamakan **konsumen primer**. Selanjutnya, hewan-hewan herbivora akan dimakan oleh hewan-hewan karnivora. Hewan-hewan karnivora tersebut dinamakan **konsumen sekunder**. Hewan-hewan karnivora dapat dijadikan makanan oleh hewan-hewan karnivora lainnya. Kelompok hewan karnivora yang memakan hewan karnivora lainnya disebut **konsumen tersier**.

Proses makan dan dimakan pada serangkaian organisme disebut sebagai **rantai makanan** (**Gambar 7.19**). Dalam ekosistem, jumlah tingkatan konsumen yang terlibat dalam rantai makanan biasanya terbatas, pada umumnya empat sampai lima tingkat. Masing-masing tingkatan tersebut dinamakan **tingkatan trofik**.



Pada ekosistem, tumbuhan menempati tingkatan trofik pertama, hewan-hewan herbivora menempati tingkatan trofik kedua, hewan-hewan karnivora menempati tingkatan trofik ketiga, dan demikian seterusnya.

Dalam ekosistem, aliran energi biasanya tidak sesederhana seperti yang diuraikan dan digambarkan di atas. Proses makan dan dimakan pada umumnya tidak terjadi dalam urutan yang linier, tetapi terjadi dalam proses yang kompleks. Proses rantai makanan yang saling menjalin dan kompleks tersebut dinamakan **jaring makanan** (**Gambar 7.20**). Hal ini terjadi karena suatu organisme sering kali memiliki jenis makanan yang banyak.

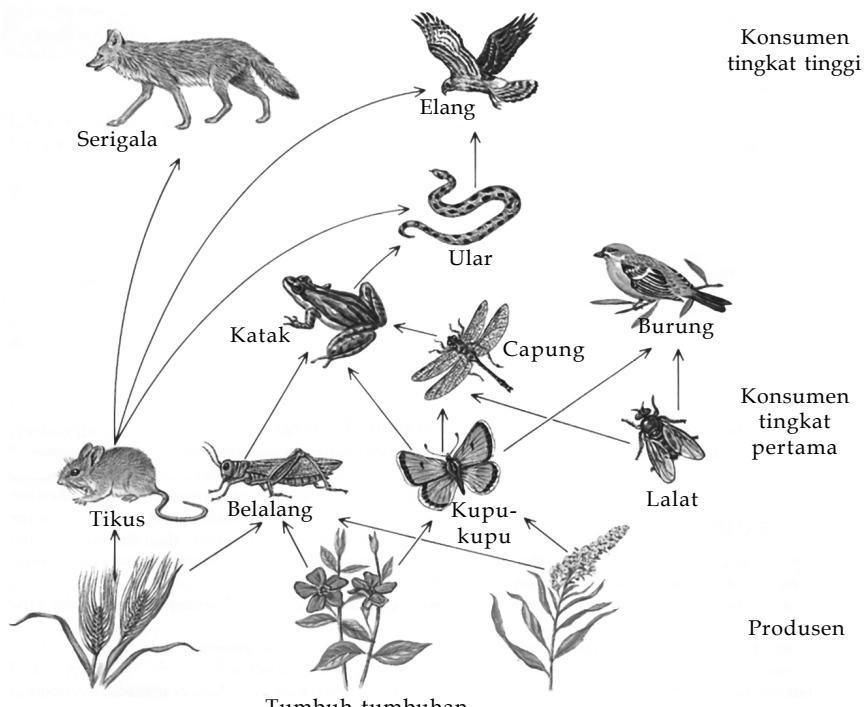
Sumber: Biologi: Exploring Life, 1994

**Gambar 7.19**

Rantai makanan.

## Kata Kunci

- Jaring-jaring makanan
- Piramida ekologi
- Rantai makanan



Gambar 7.20

Contoh jaring-jaring makanan.  
Jaring-jaring makanan yang dapat terjadi di alam.

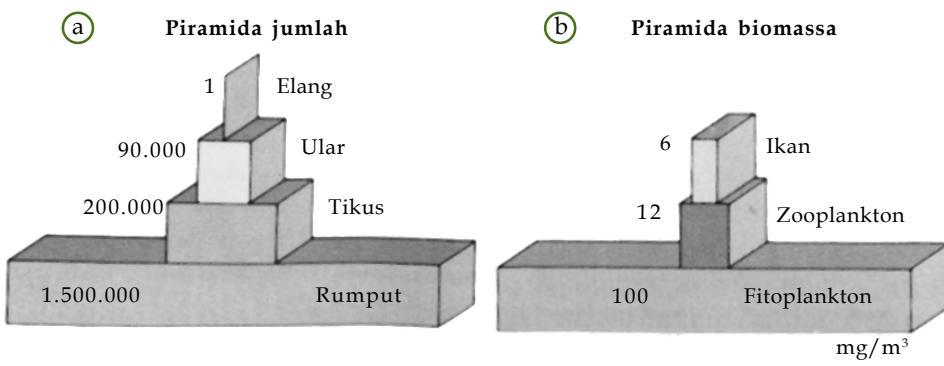
Apa yang terjadi jika tikus mati?

Sumber: Biologi: Exploring Life, 1994

## 2. Piramida Ekologi

Dalam rantai makanan, organisme pada tingkatan trofik rendah memiliki jumlah individu lebih banyak. Makin tinggi tingkatan trofik, makin sedikit jumlah individunya dalam ekosistem. Jika jumlah individu per satuan luas untuk masing-masing tingkatan tropik digambarkan dalam histogram, akan membentuk semacam piramida yang disebut **piramida jumlah** (Gambar 7.21a).

Piramida-piramida jumlah pada ekosistem-ekosistem yang berbeda tidak dapat dibandingkan satu dengan yang lain. Hal tersebut karena pada masing-masing ekosistem, individu-individu yang terlibat di dalamnya tidak sama. Oleh karena itu, muncul yang disebut **piramida biomassa** (Gambar 7.21b). Piramida biomassa berfungsi menggambarkan perpaduan massa seluruh organisme di habitat tertentu yang diukur dalam gram.



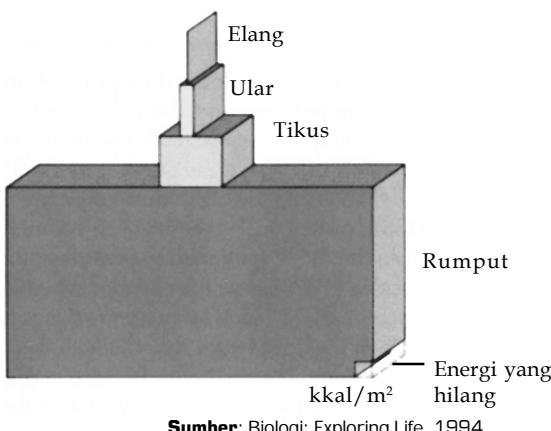
Gambar 7.21

a) Piramida jumlah dan  
b) piramida biomassa.

Sumber: Biologi: Exploring Life, 1994

Dari Gambar 7.21 tersebut, dapat diartikan bahwa semakin rendah tingkatan trofik, makin besar biomassanya. Suatu biomassa produsen yang besar, dapat menyokong hidup herbivora dengan biomassa yang lebih kecil.

Piramida biomassa terkadang tidak memberi informasi aliran energi yang cukup pada ekosistem tertentu. Oleh karena itu, **piramida energi** (**Gambar 7.22**) dibuat berdasarkan penelitian yang mendalam mengenai aliran energi dan mampu memberikan gambaran akurat mengenai aliran energi. Dalam piramida energi terdapat pengurangan energi dalam tiap tingkat trofik yang terjadi karena beberapa makanan tidak dicerna sempurna menjadi energi. Hanya bagian tertentu dari makanan yang dapat dimakan dan hanya sebagian makanan yang disimpan dalam tubuh karena sisanya digunakan sebagai energi.



**Sumber:** Biologi: Exploring Life, 1994

**Gambar 7.22**

Pada piramida energi terdapat energi yang hilang akibat digunakan pada setiap tingkat trofik.

### 3. Daur Biogeokimia

Pada waktu produsen dimakan oleh konsumen pertama, materi akan berpindah ke konsumen kedua. Dalam respirasi, karbohidrat akan diubah kembali menjadi  $\text{CO}_2$  dan air. Akan tetapi, mineral yang terikat dalam biomassa akan berpindah terus melalui masing-masing tingkatan trofik. Pada waktu organisme mati, kemudian diuraikan oleh pengurai, energinya akan habis, sedangkan mineral akan diubah menjadi bahan anorganik. Mineral anorganik ini kemudian akan dimanfaatkan kembali oleh produsen untuk membentuk biomassanya. Begitulah seterusnya terjadi berulang hingga membentuk suatu daur. Daur materi yang terjadi di alam disebut **daur biogeokimia**. Daur ini dapat dibedakan berdasarkan materi atau mineral anorganiknya menjadi **daur air**, **daur karbon**, **daur nitrogen**, dan **daur fosfor**.

#### a. Daur Air

Air sangat penting bagi kehidupan manusia, karena makhluk hidup umumnya mengandung air. Seperti daur lainnya, daur air tidak berawal dan tidak berujung. Air yang turun ke bumi berasal dari hujan maupun pencairan es yang membeku. Sebagian air tersebut diserap oleh tumbuhan melalui akar. Setelah beberapa waktu, air dilepaskan dalam bentuk uap air melalui proses **transpirasi** pada daun. Sebagian lagi diminum hewan dan manusia, kemudian dilepaskan selama respirasi dan ekskresi.

Sebagian air hujan jatuh di kolam atau sungai yang menuju lautan. Air hujan juga diserap oleh tanah dan mengalir di bawah tanah menuju laut. Sebagian besar air akan terkumpul di laut. Proses penguapan air atau **evaporasi** juga akan terjadi di laut. Melalui evaporasi, uap air akan berkumpul di udara dalam bentuk awan dan akan turun lagi dalam bentuk hujan atau salju. Perhatikan **Gambar 7.23**.

#### Kata Kunci

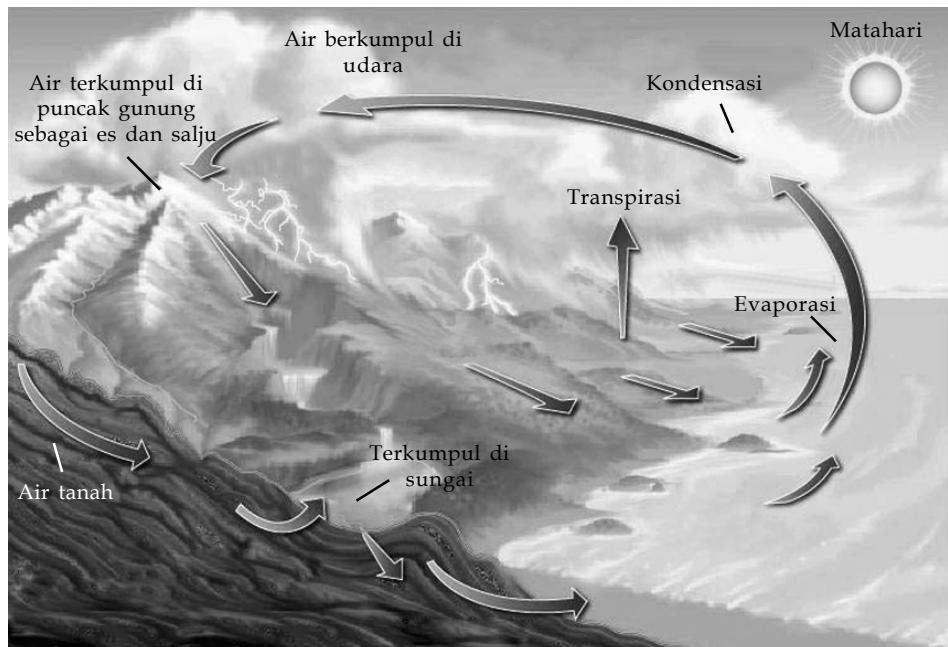
- Daur biogeokimia
- Daur air
- Daur fosfor
- Daur karbon
- Daur nitrogen

#### Wawasan

##### Biologi

Perubahan iklim akibat pemanasan global bisa menggiring jutaan spesies hewan dan tumbuhan di dunia menuju kepunahan pada tahun 2050, suatu kematian masal seperti saat dinosaurus musnah. Demikian diungkapkan dalam sebuah penelitian ilmiah yang di muat di Jurnal Nature.

**Sumber:** www.kompas.co.id



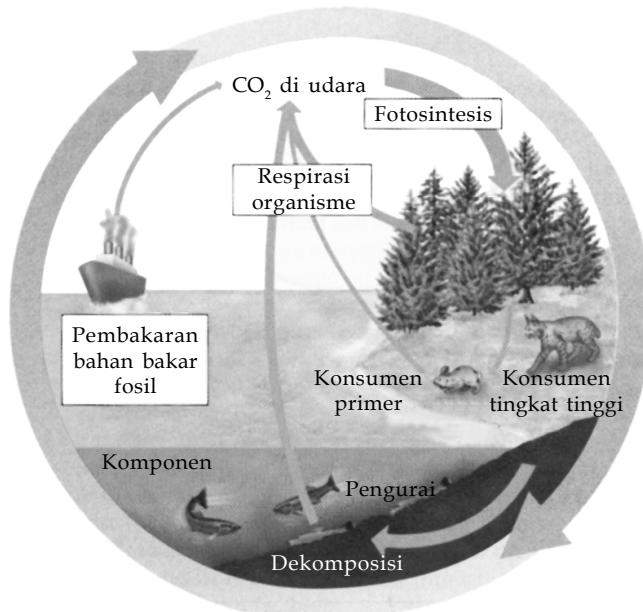
Gambar 7.23

Daur air yang dibantu oleh sinar matahari.

Sumber: [www.usgs.water\\_cycle.eo.ucar.com](http://www.usgs.water_cycle.eo.ucar.com)

### b. Daur Karbon

Karbon dioksida yang banyak terdapat di atmosfer merupakan hasil dari respirasi manusia, hewan, erupsi vulkanik (letusan gunung), dan hasil pembakaran. Fotosintesis pada tumbuhan menggunakan karbon dioksida sebagai bahan bakunya untuk membentuk molekul organik. Molekul organik, seperti selulosa dan karbohidrat lainnya akan digunakan oleh hewan dan manusia melalui proses. Jika hewan atau manusia memakan tumbuhan tersebut, komponen karbon menjadi bagian tubuhnya. Perhatikan Gambar 7.24.



Gambar 7.24

Pada daur karbon, keberadaan produsen sangat diperlukan.  
engapa?

Sumber: Biology: Concepts & Connections, 2006



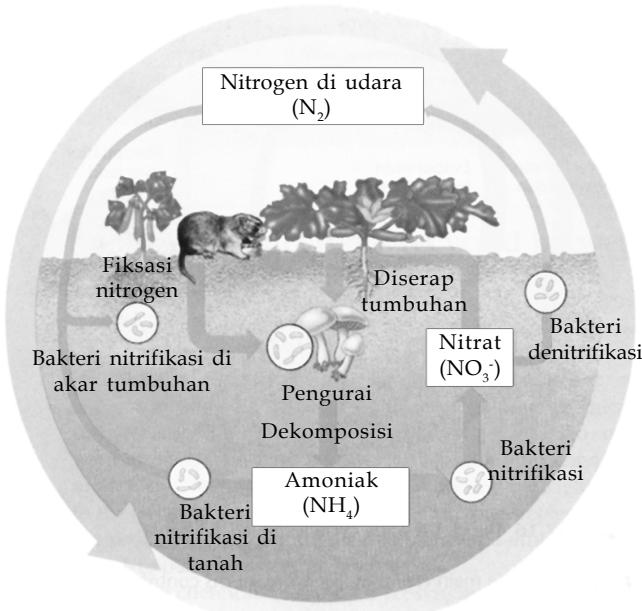
Sebagian karbon dikeluarkan hewan dan manusia melalui ekskresi dan defekasi. Jasad hewan maupun tumbuhan akan diuraikan oleh pengurai yang melepas karbon dioksida ke atmosfer. Terkadang tidak semua hewan dan tumbuhan terurai, namun menjadi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas. Bahan-bahan ini akhirnya kembali ke atmosfer karena pengeboran dan penggunaan oleh manusia.

### c. Daur Nitrogen

Nitrogen merupakan elemen penting bagi tubuh karena merupakan pembentuk protein dan asam nukleat. Meski 78% udara di atmosfer adalah nitrogen, namun secara biologis tidak aktif. Hanya sebagian organisme, seperti bakteri dan Cyanobacteria yang dapat menggunakan nitrogen bebas di udara.

Bakteri, seperti *Azotobacter* sp. mengubah nitrogen di atmosfer menjadi amonia ( $\text{NH}_3$ ). Amonia diubah menjadi senyawa ion nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) oleh bakteri tanah yang disebut juga bakteri nitrit. Kemudian, diubah lagi menjadi ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Kemudian, tumbuhan akan menyerap senyawa ion nitrit untuk diubah menjadi molekul organik, seperti nukleotida dan asam amino.

Jika tanaman dimakan hewan atau manusia, asam amino akan dimanfaatkan. Sebagian akan dikeluarkan dalam bentuk amino sebagai sisa katabolisme. Setelah hewan dan tumbuhan mati, nitrat diubah menjadi amino lalu menjadi nitrogen bebas oleh bakteri denitrifikasi, seperti *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*. Perhatikan **Gambar 7.25**.



Sumber: Biology: Concepts & Connections, 2006

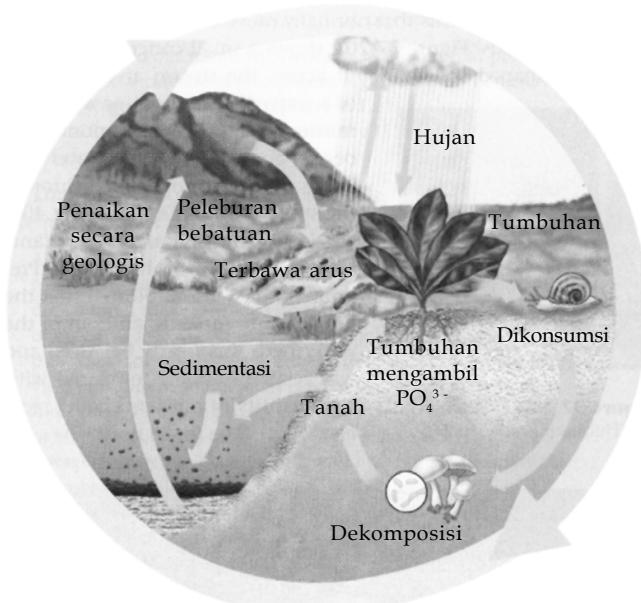
**Gambar 7.25**

Daur nitrogen dibantu oleh bakteri.

Bagaimana peran bakteri dalam daur nitrogen?

### d. Daur Fosfor

Makhluk hidup memerlukan fosfor sebagai pembentuk asam nukleat, fosfolipid, dan ATP, serta penyusun tulang dan gigi (pada hewan tingkat tinggi). Di alam, fosfat berada dalam dua bentuk, yaitu senyawa fosfor organik pada makhluk hidup dan senyawa fosfat anorganik ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) pada air dan tanah. Fosfat yang terkandung di bebatuan terkikis oleh air hujan dan mengendap di tanah. Tumbuhan menggunakan dan membentuknya menjadi senyawa organik bagi konsumen. Melalui ekskresi dan aktivitas dekomposer, fosfat tersebut kembali ke tanah. Perhatikan **Gambar 7.26**.



Gambar 7.26

Daur fosfor terjadi dengan bantuan hujan dan peningkatan geologis oleh peristiwa letusan gunung.

Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

## Soal Penguasaan Materi 7.4

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Buatlah jaring makanan antara padi, burung elang, burung pipit, tikus, ular, dan pengurai.
2. Mengapa akan selalu ada energi yang terbuang dalam aliran energi?
3. Jika terdapat banyak hama belalang di sawah, alternatif apa yang dapat digunakan selain menggunakan pestisida?

## E Aktivitas Manusia dan Pencemaran

Dalam memenuhi kebutuhannya, manusia memerlukan sumber daya yang ada di alam ini. Manusia menggunakan banyak sumber daya tersebut dan mengolahnya menjadi berbagai barang. Dalam usaha ini, manusia telah memengaruhi lingkungan. Pengaruh aktivitas manusia menyebabkan perubahan keseimbangan alam dan terjadinya pencemaran. Disadari maupun tidak, perubahan akibat aktivitas manusia ini membawa pengaruh terhadap manusia sendiri.

### 1. Perubahan Lingkungan karena Aktivitas Manusia

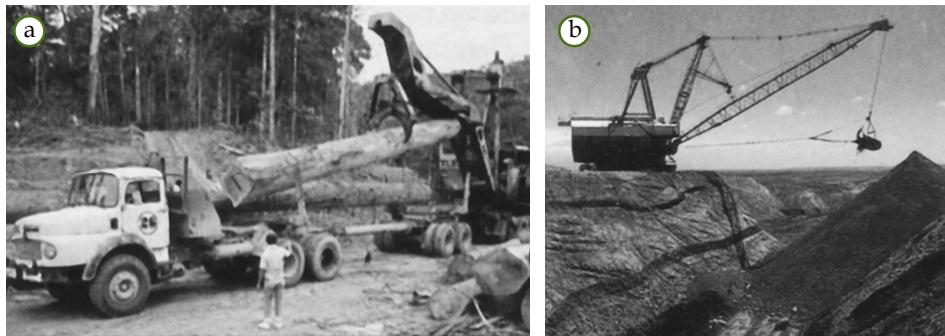
Manusia membutuhkan sumber daya alam untuk melangsungkan hidupnya. Namun, cara memperoleh sumber daya alam dapat menimbulkan perubahan terhadap alam. Aktivitas yang dapat menimbulkan perubahan terhadap alam antara lain penebangan hutan, perburuan liar, penebangan yang berlebihan, dan pembukaan lahan untuk pemukiman.

Penebangan pohon di hutan secara besar-besaran tanpa direncanakan secara baik dapat mengakibatkan rusaknya ekosistem hutan (**Gambar 7.27**). Hutan menjadi rusak dan tidak bisa menjalankan fungsinya. Dampak lainnya adalah terganggunya keanekaragaman yang terdapat di dalamnya.

Perburuan liar yang tidak terkendali dapat menyebabkan suatu hewan punah. Contoh penyebab perubahan lingkungan lainnya adalah pembukaan lahan untuk pemukiman. Dalam pelaksanaannya, perusakan yang dilakukan



membawa dampak buruk, seperti hutan yang gundul dan perusakan lahan resapan air di daerah perbukitan. Hal tersebut, dapat mengakibatkan banjir, erosi, dan rusaknya sumber mata air.



**Sumber:** Biology for ou, 2002; Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dikuasai manusia untuk kesejahteraan manusia sendiri. Namun, pada kenyataannya hasil kemajuan teknologi tanpa disadari telah menimbulkan gangguan terhadap lingkungan. Gangguan ini disebabkan oleh timbunan dan akumulasi bahan-bahan pencemar (polutan) di luar batas ambang. Aktivitas manusia sehari-hari tanpa sengaja telah mengganggu lingkungan hidup.

## 2. Pencemaran Lingkungan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup, **pencemaran** adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak berfungsi dengan peruntukannya. Zat atau bahan yang menyebabkan polusi disebut **polutan**.

### a. Pencemaran Udara

Pernahkah Anda melihat asap kendaraan (**Gambar 7.28**), asap pabrik, dan asap pembakaran limbah? Semua itu merupakan salah satu contoh pencemaran udara. Mungkin jika Anda melihat hanya satu atau dua orang menggunakan kendaraan bermotor yang mencemari udara, Anda akan berpikir hal tersebut biasa-biasa saja dan tidak akan menyebabkan perubahan pada lingkungan. Akan tetapi, apa yang terjadi jika terdapat seratus kendaraan? Seribu kendaraan, seperti di kota-kota besar? Jutaan kendaraan di seluruh dunia?

Udara yang dihirup manusia harus udara bersih. Bayangkan jika Anda menghirup karbon monoksida, Anda bisa mati. Sebab, gas tersebut di dalam tubuh bersifat mengikat darah, sehingga darah dalam tubuh dapat teracuni oleh gas karbon monoksida ( $\text{CO}$ ) ini.

Apa yang terjadi jika  $\text{CO}_2$  di udara meningkat? Peningkatan  $\text{CO}_2$  dapat menyebabkan pemanasan bumi melalui efek rumah kaca (*green house effect*) (**Gambar 7.29**). Efek rumah kaca terjadi karena gas  $\text{CO}_2$  yang lebih ringan dari udara, melayang di udara, berkumpul, dan membentuk suatu lapisan. Cahaya matahari menembus atmosfer dan memantul pada permukaan bumi untuk kembali ke luar angkasa. Proses ini menimbulkan energi panas di atmosfer bumi. Panas tersebut dapat dikeluarkan melalui atmosfer. Namun, adanya lapisan  $\text{CO}_2$  menyebabkan energi panas memantul kembali ke bumi, begitu juga dengan cahaya. Hal ini menyebabkan panas bumi meningkat dan disebut dengan pemanasan global (*global warming*). Akibat lebih jauh

**Gambar 7.27**

Perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia.

(a) Penebangan pohon yang tidak mempedulikan lingkungan sekitarnya dan (b) penambangan di bukit-bukit yang dapat menyebabkan longsor .

## Kata Kunci

- Efek rumah kaca
- Hujan asam
- Pencemaran
- Pencemaran air
- Pencemaran tanah
- Pencemaran udara
- Polutan



**Sumber:** www.kompas.com

**Gambar 7.28**

$\text{CO}_2$  dari kendaraan bermotor.





dari pemanasan ini antara lain naiknya permukaan laut karena melelehnya gunung-gunung es di kutub bumi, hilangnya pulau-pulau kecil, dan perubahan iklim dunia. Untuk menanggulanginya dapat dilakukan dengan pengurangan penggunaan barang-barang yang menghasilkan karbon dioksida yang tinggi, seperti penggunaan kendaraan bermotor.

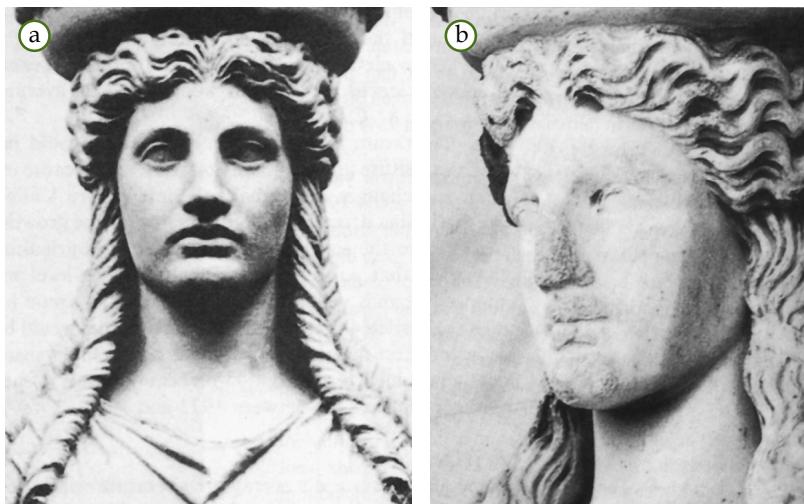


**Gambar 7.29**

Efek rumah kaca dan faktor yang memengaruhinya.  
Bagaimana efeknya terhadap kehidupan?

**Sumber:** Biology Concepts & Connections, 2006

Pembakaran lain seperti pembakaran batu bara, dapat menyebabkan hujan asam (*acid rain*). Batu bara, dengan kandungan sulfurnya yang tinggi, menyebabkan kandungan SO<sub>2</sub> di udara meningkat. Jika bergabung dengan uap air, akan menghasilkan uap H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang turun ke bumi dalam bentuk hujan asam. Hujan asam dapat membunuh tanaman, merusak nutrisi tanah, dan mengganggu fiksasi nitrogen oleh bakteri. Hujan asam yang jatuh ke danau dan sungai dapat membunuh ikan. Selain itu, dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan, batu, dan bahan logam. Perhatikan Gambar 7.30.



**Gambar 7.30**

Pengaruh hujan asam terhadap patung. (a) Bentuk patung pada tahun 1917 dan (b) bentuk patung pada tahun 1995.

**Sumber:** Biologi: Evolusi, Kepelbagaiannya, dan Persekutuan, 1995

Selain hal-hal tersebut, terdapat beberapa sumber pencemaran udara. Berbagai pencemar udara yang dianggap penting adalah sebagai berikut.

- a. Oksida karbon : karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).
- b. Oksida belerang : sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan sulfur trioksida (SO<sub>3</sub>)

- c. Oksida nitrogen : nitrit oksida (NO), nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), dan nitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ).
- d. Komponen organik volatil : metan ( $\text{CH}_4$ ), benzen ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), klorofluoro karbon (CFC), dan kelompok bromin.
- e. Suspensi partikel : debu, tanah, karbon, asbes, logam berat, nitrat, asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), dan pestisida.
- f. Substansi radioaktif : radon-222, iodin-131, dan radioisotop lainnya.
- g. Suara : dihasilkan oleh kendaraan bermotor, pesawat terbang, kereta api, mesin industri dan sebagainya.

Di Indonesia, kota besar seperti Jakarta, Medan, dan Surabaya, merupakan kota yang derajat pencemaran udaranya tertinggi, terutama berasal dari gas buang kendaraan bermotor. Dapatkah Anda menyebutkan dampak yang terjadi terhadap kesehatan manusia akibat pencemaran-pencemaran yang terjadi?

### b. Pencemaran Air

Air memiliki berbagai kriteria berdasarkan kegunaannya. Air yang tidak layak diminum mungkin lebih baik jika digunakan untuk keperluan mencuci. Demikian juga air yang tidak digunakan untuk berenang mungkin lebih baik jika digunakan untuk kolam ikan maupun irigasi sawah.

Secara garis besar, pencemaran air dapat disebabkan oleh mikroorganisme dalam air, limbah organik, dan limbah anorganik. Pencemaran oleh mikroorganisme, umumnya dapat menyebabkan penyakit pada manusia maupun hewan. Mikroorganisme yang sering dijumpai dan penularannya melalui air dapat disimak pada **Tabel 7.2** berikut.

**Tabel 7.2** Beberapa Mikroorganisme Penyebar Penyakit Melalui Air

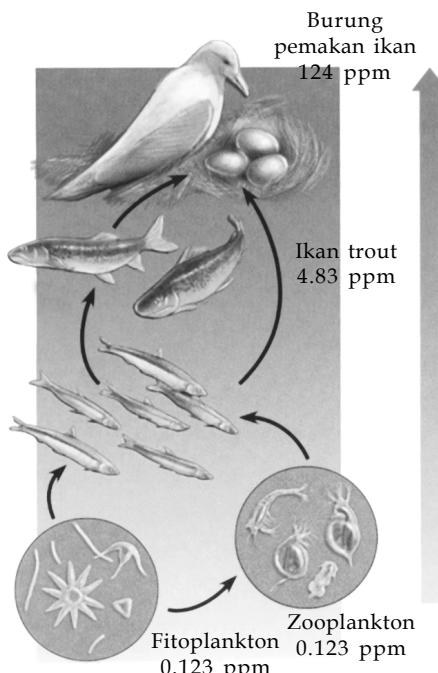
Jenis	Penyakit	Pengaruh
Bakteri	Tifoid	Diare, muntah, pembesaran limpa, dan radang usus
Virus	Kolera	Diare, muntah, dan dehidrasi
Protozoa	Disentri	Diare
	Hepatitis	Demam, sakit kepala
	Disentri Amoeba	Diare, sakit kepala, sakit perut

Limbah organik, seperti limbah rumah tangga, minyak, plastik, dan larutan pembersih, merupakan penyebab kematian pada ikan maupun organisme lainnya. Limbah organik akan mengalami degradasi dan dekomposisi oleh bakteri aerob yang menggunakan oksigen dalam air. Dengan demikian, oksigen terlarut (*dissolve oxygen*) dalam air lama-kelamaan akan berkurang. Dalam kondisi tersebut, banyak ikan-ikan yang mati karena kekurangan oksigen dan hanya beberapa organisme yang mampu hidup.

Limbah anorganik, seperti timbal (Pb), cadmium (Cd), amoniak, dan fosfat dalam kadar yang tinggi dapat menyebabkan kematian organisme air. Dalam kadar yang rendah, limbah organik seperti timbal, tidak akan menyebabkan kematian secara langsung pada organisme air. Namun, akan terjadi akumulasi pada organisme. Akumulasi ini akan semakin meningkat pada organisme pemangsa yang lebih besar. Peristiwa terakumulasinya suatu



zat kimia dalam tubuh organisme ini disebut *bioaccumulation* atau *bioconcentration* (William, 2002: 364). Adapun meningkatnya kandungan zat kimia pada konsumen puncak melalui peristiwa rantai makanan dinamakan *biological magnification* atau *biomagnification* (**Gambar 7.31**) (Campbell, et al, 2006: 769).



**Gambar 7.31**

Biomagnification yang terjadi akibat pencemaran polychlorinated biphenyls (PCB).

Sumber: Biology: Concepts & Connections, 2006



Sumber: Heath Biology, 1985

**Gambar 7.32**

Eutrofikasi yang terjadi pada sebuah sungai.

Apa akibatnya terhadap kehidupan sungai?

Selain itu, pencemaran limbah anorganik dapat menyebabkan terjadinya ledakan populasi alga (*blooming algae*). Fosfat dan nitrit yang berfungsi sebagai pupuk pada tanaman, dapat terbawa oleh aliran air hujan ke air sungai, danau, hingga ke laut. Melimpahnya nutrisi ini menyebabkan populasi alga dan beberapa produsen lainnya membesar dan tidak terkendali. Melimpahnya nutrisi di dalam air ini disebut **eutrofikasi** (*eutrophication*) (**Gambar 7.32**).

Eutrofikasi berasal dari bahasa latin *eutrophos* yang artinya pakan yang baik. Pengaruh negatif eutrofikasi ini adalah populasi alga yang rapat di atas permukaan air menghalangi sinar matahari sehingga terjadi kematian produsen di bawah air. Bakteri pembusuk akan menguraikan organisme yang mati dan banyak menggunakan oksigen terlarut. Akibatnya, kadar oksigen berkurang dan diikuti berkurangnya organisme perairan tersebut.

### c. Pencemaran Tanah

Pernahkah Anda melihat tumpukan limbah pada tempat limbah atau pembuangan limbah akhir? Berton-ton limbah yang dihasilkan masyarakat ini dapat menyebabkan pencemaran tanah.

Pencemaran tanah ini dapat disebabkan oleh bahan-bahan, seperti limbah plastik, botol kaca, kaleng, zat kimia, dan logam-logam berat (**Gambar 7.33**). Akibat dari pencemaran ini dapat mengganggu organisme tanah, bakteri yang berguna bagi fiksasi nitrogen sehingga mengubah komposisi tanah. Pencemaran tanah ini pun memengaruhi kandungan air tanah secara langsung. Biasanya beberapa jenis bakteri dan bahan partikel lainnya yang mencemari permukaan tanah dapat tersaring sehingga air tanah menjadi

cukup bersih. Akan tetapi, jika pencemarannya sangat berat dan melebihi kapasitas filtrasi tanah, polutan tersebut akan mencemari air tanah dan sulit untuk diperbaiki.

*Bioaccumulation* juga dapat terjadi pada organisme tanah. Organisme tanah, seperti cacing dapat menyerap polutan logam berat dalam kadar yang cukup besar. Melalui rantai makanan, hal ini dapat menyebabkan *biomagnification* dan dapat berujung pada manusia.



Sumber: Heath Biology, 1985; www.manad news.com

### Gambar 7.33

Bahan kimia buangan berbahaya dan limbah merupakan sumber pencemar tanah yang sering ditemukan.

## Tugas Ilmiah 7.2

Buatlah kelompok bersama teman Anda di kelas. Inventarisasi bahan-bahan yang ada di rumah, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan atau sebagai bahan polutan. Sebutkan jenis pencemaran dan zat pencemarannya. Laporkan hasil pengamatan Anda di dalam sebuah laporan.

## Kegiatan 7.1

### Pencemaran Air

#### Tujuan

Membuktikan dampak bahan polutan terhadap makhluk hidup

#### Alat dan Bahan

3 stoples, 6 ekor ikan seribu, detergen bubuk

#### Langkah Kerja

1. Siapkan tiga stoples, kemudian isi dengan 1 liter air.
2. Masukan masing-masing dua ekor ikan seribu ke dalam ketiga stoples tersebut.
3. Pada stoples I tidak diberi detergen, stoples II diberi 0,5 gram detergen, dan stoples III diberi 1 gram detergen.
4. Amati perilaku ikan seribu tersebut pada setiap stoples selama 1 jam membuka dan menutupnya insang setiap menit.
5. Catat hasil pengamatan Anda dan buatlah sebuah laporan.
6. Diskusikan bersama kelompok Anda dan presentasikan di depan kelas.

#### Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Perilaku apa yang terlihat pada ikan di ketiga stoples tersebut? Apakah terdapat perbedaan.
2. Dari ketiga stoples tersebut, stoples manakah yang ikannya masih bertahan hidup?
3. Kesimpulan apakah yang dapat Anda ambil dari kegiatan ini?



### 3. Usaha Manusia dalam Mencegah dan Memperbaiki Lingkungan Hidup

Telah Anda ketahui bahwa banyak aktivitas manusia yang dapat menyebabkan perubahan dan kerusakan pada lingkungan hidup. Apakah Anda tidak akan peduli dengan perubahan lingkungan tersebut dan tetap menggunakan sumber-sumber daya alam untuk kepentingan sendiri? Atau Anda akan berusaha untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan alam yang telah terjadi dan melakukan pencegahan-pencegahan agar tidak ada kerusakan alam yang lebih parah. Berikut adalah usaha-usaha yang dapat dilakukan manusia untuk memperbaiki dan mencegah kerusakan lingkungan hidup.

#### Kata Kunci

- Daur ulang
- Konservasi tanah dan air
- Limbah
- Reboisasi

##### a. Perlindungan dan Pengawetan Alam

Perlindungan alam dapat dilakukan dengan cara mengelola sumber daya alam berupa udara, air, tanah, dan termasuk kehidupan manusia untuk mencapai kualitas hidup yang lebih baik. Pengelolaan meliputi survei, penelitian, hukum, administrasi, pengawetan, pemanfaatan, pendidikan, dan latihan. Dari definisi tersebut, terlihat bahwa perlindungan satwa dan tumbuhan meskipun merupakan hal yang penting bagi pengawetan, tetapi bukan satu-satunya tujuan.

Di Indonesia, perlindungan alam telah dilakukan antara lain melalui:

1. Cagar Alam, yaitu perlindungan terhadap wilayah ekosistem yang memiliki nilai yang spesifik (khas) pada flora, tanah, dan keindahan untuk studi ilmiah dan budaya.
2. Suaka Marga Satwa, yaitu perlindungan terhadap wilayah ekosistem yang memiliki nilai yang spesifik (khas) pada fauna, tanah, dan keindahan alam untuk studi ilmiah dan budaya.

##### b. Konservasi tanah dan air

Konservasi tanah diartikan sebagai usaha penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukan agar tidak terjadi kerusakan. Konservasi tanah berhubungan dengan konservasi air karena setiap usaha atau upaya konservasi tanah akan secara langsung pula mengkonservasi sumber daya air. Sasaran yang hendak dicapai dalam upaya konservasi tanah adalah

1. mencegah erosi tanah dan melakukan konservasi air;
2. penggunaan lahan sesuai dengan peruntukannya;
3. pengelolaan tanah yang sesuai dan tidak menimbulkan kerusakan lingkungan.

##### c. Menyelesaikan Krisis Lingkungan

Berikut adalah hal-hal yang dapat dilakukan manusia untuk memperbaiki lingkungan.

1. Penanaman pohon-pohon di hutan (**reboisasi**) yang berfungsi sebagai penahan angin dan pengikat tanah.
2. Larangan internasional yang lebih keras dan usaha perlindungan untuk melindungi habitat alam dan mencegah pembunuhan dan perdagangan satwa liar.
3. Larangan produksi dan penggunaan *chlorofluorocarbon* (CFC), yaitu senyawa yang dapat membuat ozon berlubang.
4. Penghentian perusakan hutan-hutan.
5. Melakukan daur ulang materi, terutama yang tidak dapat diperbarui.

Segala hal yang telah dilakukan oleh pemerintah melalui berbagai kebijakan dan undang-undang kiranya tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya kesadaran dari masyarakat. Anda dapat membantu upaya pelestarian lingkungan melalui berbagai cara. Akan tetapi, yang paling penting adalah cara tersebut harus dimulai dari diri sendiri. Dimulai dari hal-hal kecil yang dapat Anda lakukan, seperti membuang limbah pada tempatnya, tidak mencoret-coret sembarangan, dan tidak merusak tanaman.

## **Soal Penguasaan Materi 7.5**

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Kemungkinan apa yang dapat terjadi jika  $\text{CO}_2$  di udara terus bertambah?
2. Mengapa proses pembusukan oleh bakteri di air dapat mematikan organisme air lainnya?
3. Apa yang dimaksud eutrofikasi?

## **F Limbah**

Sebagian besar kegiatan manusia selalu menyisakan bahan-bahan yang biasa kita sebut **limbah**. Limbah tersebut tidak hanya dihasilkan oleh kegiatan-kegiatan skala besar, seperti oleh industri tekstil dan industri kayu lapis, tetapi juga dihasilkan oleh kegiatan sehari-hari, seperti makan, minum, dan mencuci. Oleh karena jumlah penduduk Bumi yang mencapai miliaran, jumlah limbah yang dihasilkannya pun sangat banyak.

Limbah dapat dikategorikan menurut wujudnya menjadi limbah padat dan limbah cair. Apa saja yang termasuk limbah padat dan limbah cair?

a. **Limbah Padat**

Limbah padat berasal dari kegiatan industri maupun domestik. Pada umumnya, limbah domestik berbentuk limbah padat rumah tangga, limbah padat kegiatan perdagangan, perkantoran, perternakan, pertanian serta dari tempat-tempat umum. Beberapa contoh limbah padat, yaitu kertas, kayu, kain, karet, kulit tiruan, plastik, logam, dan kaca.

b. **Limbah Cair**

Menurut PP No. 82 Tahun 2001, limbah cair adalah sisa dari suatu hasil usaha atau kegiatan yang berwujud cair. Jenis-jenis limbah cair dapat digolongkan berdasarkan sifatnya, yaitu fisika dan sifat agregat, parameter logam, anorganik nonmetalik, organik agregat, dan mikroorganisme.

Apakah setiap limbah selalu berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia? Bisakah kita memanfaatkan limbah-limbah tersebut? Adakah cara atau teknik untuk mengolah limbah menjadi bahan-bahan yang berguna untuk manusia? Limbah masih bisa dimanfaatkan sebagai pupuk, sumber energi, reklamasi pantai, aneka macam kertas, kerajinan, bahkan sebagai bahan pembuat jalan dan jembatan.

Terdapat limbah-limbah yang dapat langsung digunakan kembali tanpa harus melalui proses daur ulang. Contohnya adalah botol atau kaleng-kaleng bekas makanan yang dapat Anda pakai kembali secara langsung untuk wadah-wadah. Sampah lain yang dapat langsung digunakan tanpa proses daur ulang adalah ampas tahu yang merupakan sisa pada proses pembuatan tahu. Ampas tahu dapat langsung digunakan, misalnya, untuk makanan ternak. Sisa-sisa sayuran atau limbah organik lainnya dapat digunakan kembali untuk dijadikan pupuk kompos, tanpa proses yang rumit, hanya ditimbun saja.



Ada juga limbah yang harus diproses daur ulang terlebih dahulu. Contohnya adalah limbah berupa logam dan gelas yang dapat digunakan untuk membuat barang-barang baru. Perhatikan **Gambar 7.34**.

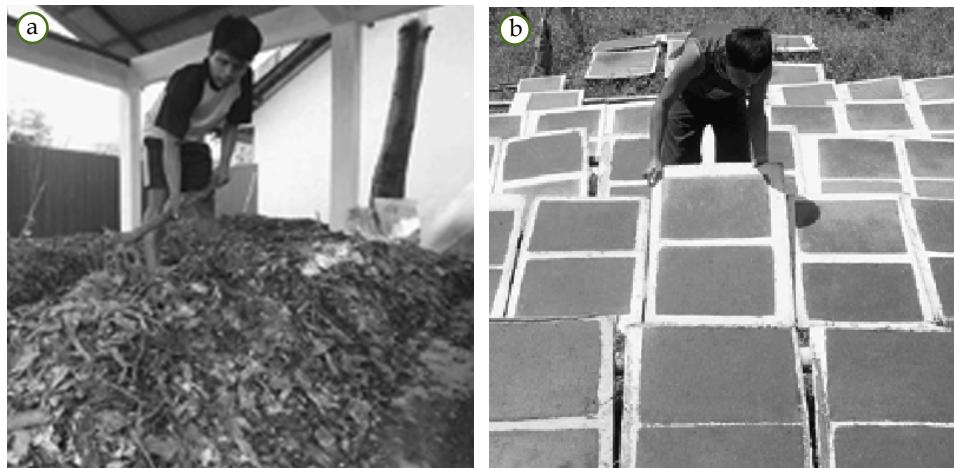


**Gambar 7.34**

Sebuah instalasi daur ulang aluminium.

Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

Kaleng-kaleng minuman dan makanan juga biasanya didaur ulang menjadi kaleng pengemas yang baru. Begitu juga dengan limbah berupa plastik atau baja. Bahkan, sekarang ini telah dikenal kertas daur ulang yang banyak dimanfaatkan untuk barang-barang yang bernilai seni, seperti kertas surat dan bungkus kado. Perhatikan **Gambar 7.35**.



**Gambar 7.35**

Produk daur ulang. (a) kompos dan (b) kertas daur ulang memanfaatkan limbah.

Sumber: www.pikiran rakyat.com

Banyak sekali manfaat yang dapat diperoleh dengan kita mendaur ulang limbah, di antaranya yaitu:

1. mencegah pencemaran yang lebih parah dari limbah yang dihasilkan;
2. menghemat penggunaan sumber daya alam;
3. memiliki nilai ekonomis, misalnya dengan menghasilkan kompos yang dapat dijual;
4. menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan hidup;
5. mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan.

## Kegiatan 7.2

### Kertas Daur Ulang

#### Tujuan

Mampu mendaur ulang kertas yang tidak terpakai atau bekas

#### Alat dan Bahan

Lem kayu, *blender*, kertas yang tidak terpakai misalnya koran, penyaring

#### Langkah Kerja

1. Rendamlah kertas dalam air, sampai kertas menjadi lunak.
2. Kemudian, buatlah bubur kertas menggunakan *blender* dan diamkan selama satu malam dalam rendaman air.
3. Setelah satu malam, rendaman bubur kertas tersebut diangkat dari rendaman air. Kemudian, campurkan sedikit lem kayu ke bubur kertas tersebut.
4. Saring bubur kertas menggunakan penyaring. Hasil saringan tersebut dihamparkan hingga terbentuk satu lapis tipis.
5. Keringkan di bawah sinar matahari.
6. Setelah kering, kertas daur ulang ini siap digunakan untuk membuat barang-barang kerajinan lainnya, seperti kertas kado, kertas surat, dan lainnya.

#### Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Dapatkah Anda melakukan kegiatan tersebut dengan baik?
2. Apa manfaat dari mendaur ulang suatu barang bekas atau limbah?
3. Kesimpulan apakah yang Anda dapatkan, dari melakukan kegiatan ini?

## Soal Penguasaan Materi 7.6

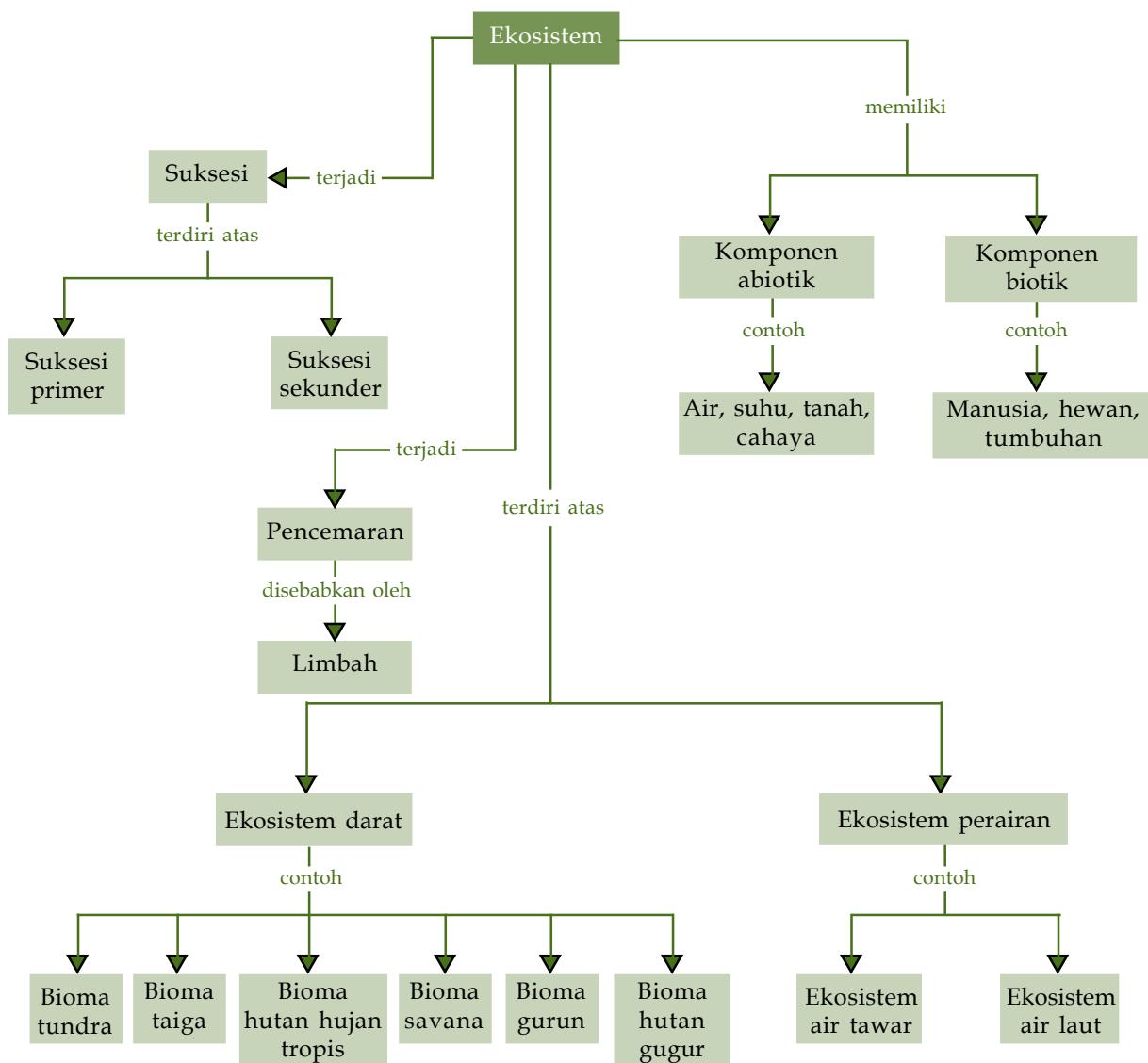
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Sebutkan limbah organik yang dapat dimanfaatkan tanpa proses daur ulang.
2. Limbah apa saja yang dapat di daur ulang?
3. Jelaskan pentingnya daur ulang limbah.

## Rangkuman

1. Ekosistem memiliki dua komponen yang sangat penting, yaitu komponen abiotik dan komponen biotik. Kedua komponen tersebut di dalam ekosistem saling berinteraksi dan saling memengaruhi satu sama lain.
2. Ekosistem dapat dibedakan menjadi dua tipe. Dua tipe tersebut, yakni ekosistem darat dan ekosistem perairan. Kedua ekosistem tersebut memiliki ciri-ciri masing-masing. Ciri-ciri tersebut memberikan karakter yang khas pada setiap tipe ekosistemnya.
3. Individu membentuk populasi. Kumpulan populasi dari spesies yang berbeda dan menempati suatu daerah tertentu disebut komunitas. Komunitas sebagai komponen biotik, bersama komponen abiotik membentuk suatu sistem, yakni ekosistem.
4. Predasi berupa interaksi pemangsa dan mangsa. Kompetisi terjadi pada dua individu dengan kepentingan yang sama. Komensalisme hanya menguntungkan satu pihak saja. Mutualisme menguntungkan kedua belah pihak.
5. Ekosistem darat dibedakan berdasarkan vegetasi dominan menjadi bioma tundra, bioma taiga, bioma savana, bioma hutan hujan tropis, dan bioma hutan gugur. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air laut.
6. Suksesi ekologi merupakan pembentukan komunitas menuju satu arah dan terjadi secara teratur.
7. Pada jaring makanan terjadi rantai makanan rantai makanan.
8. Daur biogeokimia dibedakan atas materi atau mineral anorganik yang terlibat menjadi daur air, daur karbon, daur nitrogen, dan daur fosfor.
9. Aktivitas manusia memengaruhi lingkungan. Pencemaran udara, pencemaran air, dan pencemaran tanah merusak lingkungan.
10. Aktivitas manusia sering menghasilkan sisa buangan yang disebut limbah. Daur ulang merupakan salah satu cara menanggulangi limbah yang cukup efektif.

# Peta Konsep



## Kaji Diri

Dapatkah Anda memahami materi dan peta bab ini? Apakah Anda menemui kesulitan dalam memahami materi bab ini? Jika menemukannya, diskusikan bersama guru Anda atau teman Anda.

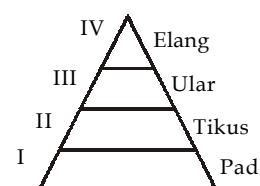
Dalam bab ini Anda telah mempelajari arti penting ekosistem serta segala faktor yang terlibat di dalamnya. Selain itu, Anda juga telah mempelajari aliran energi, daur biogeokimia, dan pencemaran lingkungan. Setelah mempelajari

bab ini, apakah Anda akan tetap membuang limbah sembarangan? Mempergunakan air secara boros dan berlebihan?

Jika Anda terus melakukannya, Anda akan memperburuk keadaan lingkungan bagi manusia. Mungkin akibat dari perbuatan itu tidak akan Anda rasakan sekarang. Akan tetapi, mungkin akan Anda rasakan kelak atau bahkan hanya akan dirasakan oleh generasi yang akan datang.

## Evaluasi Materi Bab 7

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Di suatu padang rumput, terdapat sekumpulan sapi, rumput, pohon jambu, semut, dan seorang penggembala. Sekumpulan sapi di padang rumput tersebut merupakan ....
  - a. spesies
  - b. populasi
  - c. komunitas
  - d. ekosistem
  - e. biosfer
2. Ekosistem dikatakan seimbang dan dinamis jika ....
  - a. tidak terjadi persaingan antarindividu di dalamnya
  - b. jumlah produsen tidak melimpah
  - c. jumlah konsumen melimpah
  - d. jumlah pengurai seimbang dengan produsen
  - e. jumlah semua komponen ekosistem sesuai dengan fungsi masing-masing
3. Suksesi adalah ....
  - a. proses perubahan yang memakan waktu sangat lama
  - b. proses perubahan ekosistem karena pengaruh lingkungan sekitar
  - c. proses perubahan menjadi ekosistem baru yang lebih sempit
  - d. proses perubahan yang melibatkan semua komponen
  - e. proses perubahan komunitas menuju satu arah secara teratur
4. Suksesi primer terjadi jika ....
  - a. komunitas asal terbentuk tanpa adanya perubahan
  - b. komunitas asal hilang karena perubahan alam yang alami
  - c. komunitas asal terganggu karena ulah manusia
  - d. komunitas asal tidak ada perubahan apa-apa
  - e. komunitas asal terganggu hewan predator
5. Berikut yang termasuk polusi udara adalah ....
  - a. asap dari kebakaran hutan
  - b. naiknya suhu bumi
  - c. blooming alga
  - d. suara bising di pabrik-pabrik
  - e. konsentrasi DDT dalam sayuran
6. Di antara tingkatan tropik berikut yang bebas dari pemangsa adalah ....
  - a. produsen
  - b. konsumen pertama
  - c. konsumen kedua
  - d. predator puncak
  - e. herbivora
7. Berikut ini merupakan ciri-ciri berbagai bioma:
  1. Curah hujan tinggi
  2. Curah hujan rendah
  3. Jenis tumbuhan heterogen
4. Tumbuhan kelas epifit
5. Matahari bersinar sepanjang tahun
6. Porositas dan drainase kurang baik  
Ciri bioma hutan hujan tropis adalah ....
  - a. 1, 2, 3, dan 5
  - b. 1, 3, 4, dan 5
  - c. 2, 3, 4, dan 5
  - d. 2, 3, 5, dan 6
  - e. 3, 4, 5, dan 6
8. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Proses perubahan bentuk energi dari satu bentuk ke bentuk lain disebut ....
  - a. daur materi
  - b. daur air
  - c. aliran energi
  - d. daur biogeokimia
  - e. efektivitas
9. Di dalam satu populasi terdapat banyak ....
  - a. genetik
  - b. ekosistem
  - c. habitat
  - d. spesies
  - e. individu
10. Perhatikan piramida ekologi berikut.

Jika populasi tingkat II punah, akan mengakibatkan populasi tingkat ....
  - a. III meningkat, I turun, IV meningkat
  - b. III turun, I meningkat, IV turun
  - c. III turun, I meningkat, IV turun
  - d. III turun, I meningkat, IV meningkat
  - e. III meningkat, I meningkat, IV turun
11. Berikut ini yang *bukan* merupakan komponen abiotik adalah ....
  - a. air
  - b. suhu
  - c. cahaya
  - d. rerumputan
  - e. tanah
12. Di dalam ekosistem terdapat
  1. Populasi
  2. Individu
  3. Ekosistem
  4. KomunitasUrutan satuan organisasi dalam suatu ekosistem dari yang sederhana sampai yang kompleks adalah ....
  - a. 4 - 1 - 3 - 2
  - b. 2 - 1 - 4 - 3
  - c. 1 - 2 - 3 - 4
  - d. 3 - 1 - 4 - 2
  - e. 4 - 2 - 3 - 1

13. Bencana alam merupakan penyebab utama terjadinya ....
- kerusakan piramida makanan
  - kerusakan ekosistem
  - suksesi sekunder
  - suksesi primer
  - kerusakan habitat
14. Pada daur air, terjadi proses penguapan air dari danau atau sungai dan berkumpul di udara. Proses ini disebut ....
- transpirasi
  - asimilasi
  - evaporasi
  - gutasi
15. Pada efek rumah kaca,  $\text{CO}_2$  dapat berkumpul di udara dan membentuk lapisan. Hal yang menyebabkan  $\text{CO}_2$  dapat melayang di udara dan berkumpul di atmosfer adalah ....
- $\text{CO}_2$  dapat berikatan dengan oksigen bebas udara
  - karena pencemaran udara yang tinggi
  - karena gas  $\text{CO}_2$  yang lebih ringan dari udara
  - tingginya radiasi ultraviolet di atmosfer
  - $\text{CO}_2$  mudah berikatan di udara dengan gas lainnya
16. Pemanasan global di bumi akibat efek rumah kaca menyebabkan hal berikut ini, *kecuali* ....
- meningkatnya suhu di bumi
  - naiknya permukaan air laut
  - rusaknya lapisan ozon
  - suhu di bumi akan dingin
  - mencairnya gunung es di kutub
17. Salah satu usaha yang dapat dimulai untuk mengurangi pencemaran udara adalah ....
- a. mengurangi penggunaan kendaraan bermotor  
b. tidak membuang limbah sembarangan  
c. memisahkan limbah organik dan anorganik  
d. mendaur ulang limbah atau barang bekas  
e. mengurangi penggunaan barang yang terbuat dari plastik
18. Di dalam suatu ekosistem, jika salah satu komponen biotiknya terganggu, hal yang akan terjadi adalah ....
- tidak akan berpengaruh apapun
  - terganggunya biomassa pada piramida makanan
  - terganggunya rantai makanan yang terdapat di ekosistem tersebut
  - adanya komponen abiotik yang tidak berfungsi
  - tetap stabilnya rantai makanan pada ekosistem tersebut
19. Manfaat dari mendaur ulang suatu barang bekas atau limbah adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
- mencegah pencemaran yang lebih parah dari limbah yang dihasilkan
  - menghemat penggunaan sumber daya alam
  - ikut menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan hidup
  - mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan
  - tingginya polusi yang dihasilkan dari daur ulang limbah tersebut sangat membahayakan
20. Pada peristiwa rantai makanan dan jaring makanan terjadi ....
- aliran energi
  - proses biomagnifikasi
  - aliran massa
  - bioakumulasi
  - daur biomassa

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.

- Jelaskan komponen-komponen yang terdapat dalam suatu ekosistem.
- Apakah yang dimaksud dengan ekosistem seimbang? Jelaskan.
- Jelaskan tentang piramida ekologi.
- Apa yang dimaksud dengan rantai makanan? Jelaskan.
- Mengapa limbah harus didaur ulang? Jelaskan.

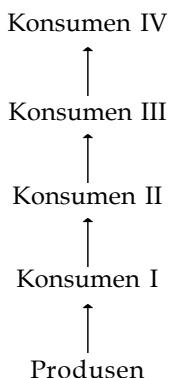
**Soal Tantangan**

- Masalah lumpur panas Sidoarjo hingga saat ini belum juga terselesaikan. Lumpur panas yang terus menerus menyembur dari perut bumi mengakibatkan ekosistem di daerah sekitar bencana banyak yang hancur. Bagaimana solusinya menurut Anda untuk menyelamatkan ekosistem di sekitar daerah bencana?
- Sejak tahun 1970-an, akibat keserakahan sebagian manusia, di kepulauan Riau, Bangka, Belitung, dan Singkep telah dilakukan penambangan pasir laut untuk diekspor ke Singapura. Aktivitas tersebut, telah menenggelamkan puluhan pulau dan menurunkan produktivitas penangkapan ikan. Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Bagaimana dampaknya terhadap ekosistem? Bagaimanakah cara penyelesaiannya menurut Anda?

# Evaluasi Materi Semester 2

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

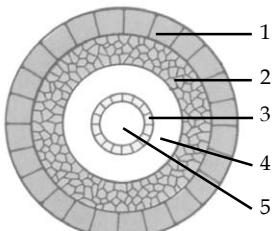
1. Perhatikan bagan rantai makanan berikut.



Jika populasi konsumen II menurun maka ....

- a. produsen berkurang
  - b. konsumen III berkurang
  - c. konsumen III bertambah
  - d. konsumen IV bertambah
  - e. konsumen II dan IV bertambah
2. Berikut ini yang *bukan* merupakan efek dari rumah kaca adalah ....
- a. terjadinya pemanasan global
  - b. naiknya suhu bumi
  - c. naiknya permukaan laut
  - d. menipisnya lubang ozon
  - e. berubahnya iklim bumi
3. Proses pembuatan makanan berikut yang *tidak* melibatkan mikroorganisme adalah pembuatan ....
- a. susu
  - b. tahu
  - c. nata de coco
  - d. keju
  - e. yoghurt
4. Berikut terdapat beberapa jenis hewan yang termasuk kelompok Arthropoda.
- 1. Belalang
  - 2. Semut
  - 3. Laba-laba
  - 4. Kupu-kupu
  - 5. Udang
  - 6. Lipan
  - 7. Kaki seribu
- Pasangan yang paling banyak memiliki kesamaan adalah ....

- a. laba-laba dan kupu-kupu
  - b. lipan dan belalang
  - c. semut dan belalang
  - d. kaki seribu dan udang
  - e. laba-laba dan lipan
5. Ciri Arthropoda antara lain:
- 1. kepala dan dada bersatu;
  - 2. tubuhnya ditutupi oleh rangka luar;
  - 3. kaki hanya terdapat pada segmen dada saja, berjumlah 4 pasang;
  - 4. sayap ditemukan berpasangan pada ruas dada
  - 5. matanya merupakan mata faset.
- Ciri-ciri yang dimiliki Insecta adalah ....
- a. 1, 2, dan 3
  - b. 1, 2, dan 4
  - c. 2, 3, dan 4
  - d. 2, 4, dan 5
  - e. 2, 3, dan 5
6. Dalam ekosistem air, terdapat interaksi antara hiu dan ikan remora yang dikenal dengan tipe komensalisme, yaitu ....
- a. hiu dan remora saling menguntungkan
  - b. remora mendapatkan keuntungan dan hiu tidak dirugikan
  - c. hiu sebagai pemakan remora yang bertubuh kecil
  - d. terjadi perebutan makanan antara hiu dan remora
  - e. remora memperoleh makanan dari dalam tubuh hiu
7. Di laut ditemukan komponen-komponen berikut:
- 1. ikan besar,
  - 2. ikan kecil,
  - 3. senyawa anorganik,
  - 4. zooplankton,
  - 5. pengurai, dan
  - 6. fitoplankton.
- Urutan rantai makanan di laut tersebut adalah ....
- a. 2, 1, 6, 5, 3, 6
  - b. 3, 6, 4, 2, 1, 5
  - c. 3, 4, 6, 2, 1, 5
  - d. 4, 3, 6, 2, 1, 5
  - e. 6, 4, 5, 3, 2, 1
8. Sistem sirkulasi pada planaria adalah ....
- a. difusi pada rongga gastrovaskular
  - b. difusi pada seluruh permukaan tubuh
  - c. sistem peredaran darah tertutup
  - d. sistem peredaran darah terbuka
  - e. sistem peredaran darah tunggal

9. Aktivitas manusia yang dapat menyebabkan gangguan keseimbangan lingkungan adalah ....
- ladang berpindah dan pertanian monokultur
  - pertanian organik dan hidroponik
  - kultur jaringan dan radiasi induksi
  - rotasi tanaman dan pembakaran hutan
  - menjaring ikan dengan sistem pukat harimau
10. Pada *Taenia*, proglotid atau segmen tubuh dibentuk oleh bagian tubuh yang disebut ....
- rostelum
  - scolex
  - strobilus
  - nepridia
  - cliterium
11. Di antara larva cacing parasit tersebut di bawah ini yang pengembaraannya dalam tubuh penderita sampai ke jantung adalah ....
- Ascaris*
  - Filaria*
  - Fasciola hepatica*
  - Taenia saginata*
  - Hirudo medicinalis*
12. Jika karbon dioksida dalam ekosistem jumlahnya makin berkurang, maka organisme yang pertama-tama akan mengalami dampak negatif adalah ....
- pengurai
  - produsen
  - herbivora
  - karnivora
  - karnivora puncak
13. Dasar pengelompokan kelas dalam filum Annelida adalah ....
- kerusakan segmen
  - tipe lapisan tubuhnya
  - sistem sarafnya
  - keberadaan setae-nya
  - habitatnya
14. Jika terjadi pencemaran lingkungan akibat penggunaan insektisida yang mengalir ke perairan. Akan mengakibatkan penumpukan racun dalam organisme. Organisme yang paling tinggi kadar racunnya setelah beberapa tahun adalah ....
- fitoplankton
  - zooplankton
  - serangga air
  - herbivora
  - karnivora
15. Ilmu yang paling mendasari rekayasa genetika adalah ....
- Fisiologi
  - Biokimia
  - Mikrobiologi
  - Biologi molekuler
  - Genetika molekuler
16. Jenis-jenis hewan berikut, yang hanya dijumpai di daerah Papua yang menjadi kekayaan alam Indonesia adalah ....
- anoa dan beruang
  - kasuari dan maleo
  - kasuari dan babi hutan
  - cendrawasih dan kasuari
  - anoa dan cendrawasih
17. Perhatikan hewan dibawah ini.
- 
- Hewan tersebut merupakan hewan khas atau endemik dari daerah ....
- Sulawesi
  - Kalimantan
  - Pulau Jawa
  - Pulau Komodo
  - Lampung
18. Paus merupakan Mammalia dari ordo ....
- Rodentia
  - Chiroptera
  - Cetacea
  - Probosoidea
  - Primate
19. Berikut adalah Aves yang memiliki sayap tetapi tidak dapat terbang adalah ....
- merpati
  - elang
  - burung unta
  - burung gereja
  - burung nuri
20. Berikut ini kingdom Plantae yang *bukan* merupakan tumbuhan berpembuluh adalah ....
- Gnetophyta
  - Ginkophyta
  - Cycadophyta
  - Psilophyta
  - Bryophyta
21. Perhatikan gambar berikut.
- 
- Bagian yang merupakan coelom adalah ....
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5

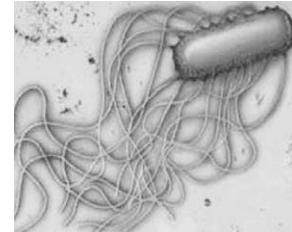
22. Pada Porifera rongga tubuhnya memiliki sel-sel yang berflagel. Sel tersebut adalah ....
- spikula
  - oskulum
  - planula
  - sel kolar
  - sel amoebosit
23. Dalam suatu bioma terdapat kumpulan kuda yang sedang makan. Seekor kuda tersebut disebut ....
- komunitas
  - populasi
  - ekosistem
  - individu
  - komponen abiotik
24. Berikut ini yang *bukan* merupakan contoh polutan air adalah ....
- asap kendaraan bermotor
  - tumpahan oli di laut oleh kapal tanker
  - detergen
  - membuang limbah ke sungai
  - penggunaan pupuk
25. Dalam rantai makanan, organisme yang menempati puncak dalam rantai makanan adalah ....
- rumput
  - belalang
  - burung pipit
  - burung elang
  - ular

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.

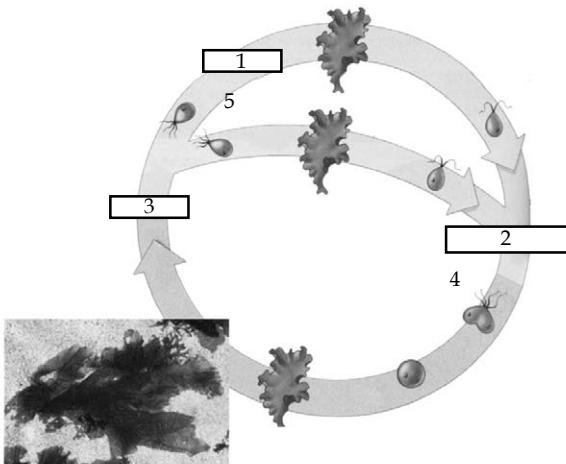
- Apakah yang membedakan antara tumbuhan Thallophyta dan Cormophyta?
- Tuliskan beberapa perbedaan tumbuhan dikotil dan monokotil.
- Jelaskan daur hidup *Fasciola hepatica*.
- Mengapa Porifera termasuk kingdom Animalia meskipun hidup menempel tertambat pada batuan dan memiliki tubuh yang keras menyerupai batu? Jelaskan.
- Salah satu cara untuk menghentikan penyebaran penyakit *elephantiasis* (kaki gajah) adalah dengan membasmi nyamuk atau memutuskan daur hidup nyamuk *Culex* sp. Jelaskan salah satu cara kontrol hayati untuk memutus daur hidup nyamuk tersebut.
- Dalam suatu ekosistem sawah terdapat berbagai jenis populasi sawah sebagai berikut.
  - tumbuhan padi,
  - pengurai,
  - burung elang,
  - ulat daun,
  - belalang,
  - burung pemakan biji,
  - burung pemakan serangga,
  - katak,
  - ular sawah, dan
  - tikus.
  - Buatlah jaring-jaring makanan yang mungkin terjadi pada ekosistem tersebut.
  - Dari jaring-jaring makanan tersebut, tentukanlah populasi yang menjadi konsumen tingkat II.
- Jelaskan apa yang dimaksud *bioaccumulation* dan *biomagnification*.
- Sebuah hutan mengalami kebakaran yang cukup hebat.
  - Suksesi apakah yang mungkin terjadi? Jelaskan.
  - Populasi apakah yang pertama-tama akan hadir di hutan tersebut.
- Seorang petani memiliki kebun yang ditanami dengan berbagai jenis tanaman, yaitu:
  - jambu biji,
  - kelapa,
  - singkong,
  - melinjo,
  - kunyit,
  - pepaya,
  - jagung,
  - mangga, dan
  - pisang.
  - Tanaman manakah yang termasuk dikotil?
  - Tanaman manakah yang termasuk monokotil?
  - Adakah tanaman yang tidak termasuk dikotil dan monokotil? Termasuk kelompok apakah tanaman tersebut.
- Mengapa penyakit cacingan lebih mudah menyerang anak-anak dibandingkan orang dewasa? Jelaskan.

# Evaluasi Materi Akhir Tahun

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Tahapan metode ilmiah yang benar adalah ....
  - a. merumuskan masalah → menentukan hipotesis  
→ menguji hipotesis → mengumpulkan data  
→ menarik kesimpulan → menguji kembali kesimpulan
  - b. merumuskan masalah → mengumpulkan data  
→ menentukan hipotesis → menguji hipotesis  
→ menarik kesimpulan → menguji kesimpulan
  - c. menentukan hipotesis → menguji hipotesis  
→ merumuskan masalah → mengumpulkan data → menarik kesimpulan → menguji kembali kesimpulan
  - d. menentukan hipotesis → merumuskan masalah → mengumpulkan data → menguji hipotesis → menarik kesimpulan → menguji kembali kesimpulan
  - e. merumuskan masalah → menentukan hipotesis  
→ mengumpulkan data → menguji hipotesis  
→ menarik kesimpulan → menguji kembali kesimpulan
2. Berikut ini yang *bukan* bagian dari sikap ilmiah, yaitu ....
  - a. membedakan fakta dan opini
  - b. berpikir kritis
  - c. sangat mempertahankan pendapat pribadi
  - d. memiliki rasa ingin tahu
  - e. tekun dan peduli lingkungan
3. Jika kita mempelajari tentang DNA, protein, dan glukosa, maka objek tersebut dalam Biologi berada pada tingkat ....
  - a. organisasi kehidupan tingkat individu
  - b. organisasi kehidupan tingkat organ
  - c. organisasi kehidupan tingkat jaringan
  - d. organisasi fungsional tingkat molekul
  - e. organisasi kehidupan sel
4. Morfologi merupakan cabang Biologi tentang ....
  - a. penampakan atau bentuk luar tubuh makhluk hidup
  - b. organ tubuh makhluk hidup
  - c. susunan dan fungsi jaringan tubuh makhluk hidup
  - d. struktur tubuh makhluk hidup
  - e. fungsi alat tubuh makhluk hidup
5. Berikut ini penerapan dari ilmu Biologi yang *tidak* bermanfaat dalam kehidupan manusia ....
  - a. teknik transgenik untuk mendapatkan bibit unggul
  - b. fertilisasi *in vitro* untuk memudahkan mendapatkan keturunan
  - c. inseminasi buatan untuk mendapatkan bibit unggul
6. Berikut yang *bukan* merupakan ciri virus adalah ....
  - a. virus yang berukuran sangat kecil dan mikroskop
  - b. virus memiliki membran dan organel-organel sel yang penting bagi kehidupan
  - c. tubuh virus terdiri atas selubung dan bahan inti
  - d. virus hanya dapat bereproduksi jika berada dalam sel hidup atau jaringan hidup
  - e. virus dapat dikristalkan layaknya benda mati
7. Berikut ini yang termasuk dalam golongan deoksiribovirus (virus DNA) adalah ....
  - a. virus *picorna* (penyebab polio)
  - b. virus *herpes*
  - c. virus *orthomyxo* (penyebab influenza)
  - d. HIV
  - e. Virus *hepatitis*
8. Gambar yang menunjukkan bentuk bakteri *streptococcus* adalah ....
  - a. 
  - b. 
  - c. 
  - d. 
  - e. 
9. Bakteri dapat dibedakan berdasarkan letak dan jumlah flagelnya. Gambar tersebut menunjukkan kelompok bakteri ....  

  - a. monotrik
  - b. lopotrik
  - c. peritrik
  - d. amfitrik
  - e. atrik

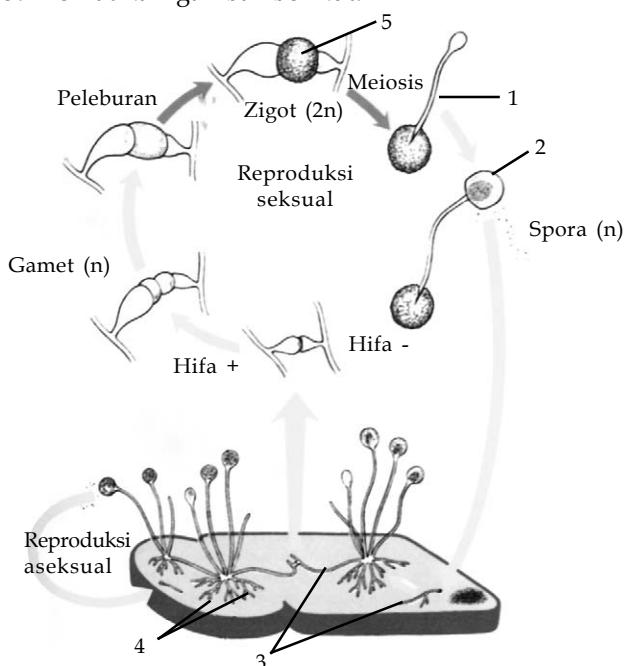
10. Berikut ini yang merupakan fungsi endospora adalah ....
- alat reproduksi
  - perlindungan dari bakterifage
  - bergerak
  - perlindungan saat kondisi lingkungan tidak mendukung
  - menyimpan cadangan makanan
11. Salah satu sifat Archaeabacteria kelompok metanogenik adalah ....
- hidup di lingkungan berkadar garam tinggi
  - memperoleh makanan dengan mereduksi  $\text{CO}_2$  menggunakan  $\text{H}_2$  menjadi metana ( $\text{CH}_4$ )
  - hidup di tempat bersuhu tinggi
  - beberapa dapat berfotosintesis
  - beberapa mampu mengoksidasi lumpur
12. Berikut ini spesies yang termasuk ke dalam filum Myxomycota adalah ....
- Saprolegnia* sp.
  - Auricularia* sp.
  - Amoeba* sp.
  - Plasmodium* sp.
  - Physarium* sp.
13. Perhatikan gambar berikut.



Pembelahan meiosis terjadi di nomor ....

- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
14. Berikut ini ciri umum filum Rhizopoda adalah ....
- menggunakan flagel untuk bergerak dan memangsa
  - memangsa dengan axopodia
  - bergerak dan memangsa dengan cilia
  - sebelumnya dikenal sebagai sporozoa dan parasit pada hewan
  - pseudopodia untuk bergerak dan memangsa

15. Perhatikan gambar berikut.



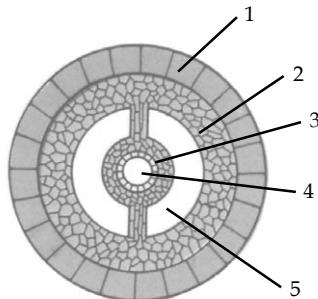
Sporangium ditunjukkan oleh nomor ....

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

16. Pada filum Basidiomycota, basidiospora berada pada bagian ....
- bilah bawah tudung
  - selaput penutup
  - atas tudung
  - tengah batang
  - pangkal batang
17. Pada saat nyamuk menghisap darah, *Plasmodium* masuk ke dalam tubuh manusia dalam bentuk ....
- sporozoit
  - merozoit
  - transpozoit
  - gametosit
  - ookinet
18. Timbulnya variasi antarindividu dalam satu spesies termasuk dalam ....
- populasi
  - gen
  - individu
  - spesies
  - ekosistem
19. Hewan yang terdapat di zona peralihan Indonesia adalah ....
- harimau
  - kasuari
  - babi rusa
  - badak
  - orang utan

20. Berikut ini yang termasuk hewan endemik di Indonesia adalah ....
- tapir
  - gajah
  - banteng
  - kuskus
  - bekantan
21. Berikut ini kegiatan manusia yang berpengaruh positif terhadap keanekaragaman hayati adalah ....
- membuat taman pelestarian *ex situ*
  - perubahan hutan menjadi lahan pertanian
  - perburuan liar
  - pembalakan liar
  - industrialisasi
22. Berikut ini tumbuhan Indonesia yang memiliki manfaat di bidang kecantikan adalah ....
- jahe
  - bengkoang
  - jambu kelutuk
  - jagung
  - brotowali
23. Daerah peralihan di Indonesia yang dibatasi oleh garis Wallace dan garis Weber antara lain adalah ....
- Papua
  - Sumatra
  - Sulawesi
  - Kalimantan
  - Jawa
24. Berikut ini yang termasuk tumbuhan *tidak* berpembuluh adalah ....
- Bryophyta
  - Pinophyta
  - Psilophyta
  - Lycophyta
  - Equisetophyta
25. Perhatikan bagan berikut.
- 
- ```

graph TD
    Mikrospora[Mikrospora] --> MikroprotaliumMikrospora[Mikroprotalium (n)]
    Megaspora[Megaspora] --> MegaprotaliumMegaspora[Megaprotalium (n)]
    MikroprotaliumMikrospora --> 1[1]
    MegaprotaliumMegaspora --> 2[2]
    1 --> 3[3]
    2 --> 4[4]
    3 --> Zigot[Zigot (2n)]
    4 --> Zigot
    Zigot --> TumbuhanPaku[Tumbuhan paku]
    TumbuhanPaku --> Spora[Spora]
  
```
- Anteridium ditunjukkan oleh nomor ....
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
26. Klasifikasi tumbuhan berpembuluh tidak berbiji didasari pada letak sporongiumnya. Divisi yang letak sporongiumnya di ketiak daun adalah ....
- Lycophyta
  - Equisetophyta
  - Cycadophyta
  - Pterophyta
  - Psilophyta
27. Salah satu divisi dari angiospermae yang dianggap paling tinggi tingkat perkembangan evolusinya dari Gymnospermae dan dianggap juga sebagai tumbuhan peralihan adalah ....
- Cycadophyta
  - Ginkgophyta
  - Pterophyta
  - Gnetophyta
  - Pinophyta
28. Pada tumbuhan paku, bagian yang memiliki jumlah kromosom 24 (diploid) adalah ....
- anteridium
  - zigot
  - spora
  - arkegonium
  - protonema
29. Berikut adalah gambar penampang melintang hewan coelomata.
- 

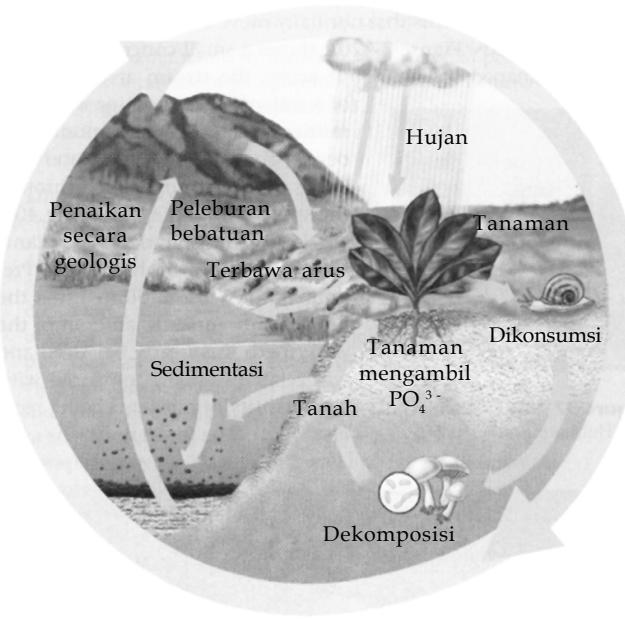


Mesoderm ditunjukkan oleh nomor ....

- 5
- 3
- 4
- 1
- 2

30. Cacing pita masuk ke dalam tubuh ternak dalam bentuk ....
- dewasa
  - kista
  - larva
  - telur
  - proglotid
31. Pengklasifikasian kingdom Animalia *tidak* didasari oleh ....
- simetri tubuh
  - tipe coelom
  - jumlah lapisan tubuh
  - cara berkembang biak
  - ada tidaknya segmentasi dalam tubuh

32. Hewan yang termasuk anggota hewan Arthropoda adalah ....
- kalajengking, cacing, lipan, dan belalang
  - udang, kepiting, kerang, lalat
  - lipan, kalajengking, laba-laba, dan belalang
  - laba-laba, cacing, kupu-kupu, kecoa
  - cacing, kerang, cumi-cumi, dan lebah
33. Hewan ini memiliki ciri sebagai berikut
- tubuh simetri radial
  - memiliki kaki tabung
  - memiliki endoskeleton
- Hewan tersebut termasuk ke dalam filum ....
- Mollusca
  - Echinodermata
  - Annelida
  - Arthropoda
  - Chordata
34. Berikut ini merupakan contoh hewan poikiloterm adalah ....
- katak
  - burung
  - Mammalia
  - penguin
  - paus
35. "Sekelompok hewan sejenis menempati suatu kawasan tertentu dan waktu tertentu". Pernyataan tersebut merupakan pengertian mendasar dari tingkat organisasi ....
- komunitas
  - individu
  - populasi
  - ekosistem
  - bioma
36. Suatu daerah memiliki ciri sebagai berikut.
- terdapat di bumi bagian utara
  - memiliki curah hujan yang rendah
  - produsen utama berupa lichenes dan lumut
- Dari ciri tersebut maka daerah ini termasuk ke dalam bioma ....
- hutan hujan tropis
  - taiga
  - savana
  - hutan gugur
  - tundra
37. Berikut adalah beberapa jenis hewan dalam suatu ekosistem.
- 1) Katak
  - 2) Belalang
  - 3) Rumput
  - 4) Kucing
  - 5) Ular
- Susunan suatu rantai makanan yang benar adalah ....
- 3 - 1 - 2 - 5 - 4
  - 3 - 1 - 2 - 4 - 5
  - 3 - 2 - 1 - 4 - 5
  - 3 - 2 - 1 - 5 - 4
  - 2 - 1 - 5 - 4 - 3
38. Berikut ini adalah dampak global dari konsentrasi CO<sub>2</sub> yang terlalu pekat di udara adalah ....
- pemanasan global
  - rusaknya lapisan ozon
  - hujan asam
  - kabut asam
  - kanker kulit akibat radiasi ultraviolet
39. Berikut ini yang *tidak* termasuk usaha menyelesaikan krisis lingkungan adalah ....
- penanaman kembali pohon-pohon di hutan
  - perlindungan habitat dan satwa liar
  - larangan produksi dan penggunaan CFC
  - melakukan daur ulang materi
  - pemanfaatan hutan untuk lahan pertanian
40. Perhatikan gambar berikut.



Gambar tersebut merupakan alur daur ....

- karbon
  - posfor
  - air
  - nitrogen
  - sulfur
41. Berikut pernyataan yang benar tentang zona limnetik adalah ....
- daerah yang tidak dapat ditembus oleh cahaya matahari
  - daerah dangkal berdekatan dengan tepi danau dan ditembus cahaya dengan optimal
  - daerah yang jauh dari tepi danau, namun masih dapat ditembus cahaya
  - daerah air yang mengalir
  - daerah air yang mengenang atau relatif diam
42. Bioma yang memiliki fungsi sebagai tempat berkembang biak beberapa jenis Arthropoda dan beberapa jenis ikan laut adalah ....



- a. tidak ditemukan organisme fotoautotrof
  - b. berada di daerah pasang surut
  - c. tidak tembus matahari
  - e. bersuhu relatif dingin
  - d. bagian dasar ditutupi oleh lumpur
43. Salah satu ciri ekosistem perairan laut dangkal adalah ....
- a. tidak ditemukan organisme fotoautotrof
  - b. berada di daerah pasang surut
  - c. tidak tembus matahari
  - e. bersuhu relatif dingin
  - d. bagian dasar ditutupi oleh lumpur
44. Piramida biomassa terbentuk karena ....
- a. adanya perbandingan jumlah individu pada setiap tingkat trofik
- b. adanya perbandingan kebutuhan makanan pada setiap tingkat trofik
  - c. adanya perbedaan kebutuhan energi pada setiap tingkat trofik
  - d. adanya perbedaan berat kering total pada setiap tingkat trofik
  - e. adanya perbedaan jenis makanan pada setiap tingkat trofik
45. Jenis penyakit yang disebabkan oleh bakteri yang disebarluaskan melalui air adalah ....
- a. hepatitis d. disentri
  - b. kolera e. tifoid
  - c. disentri amoeba

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.

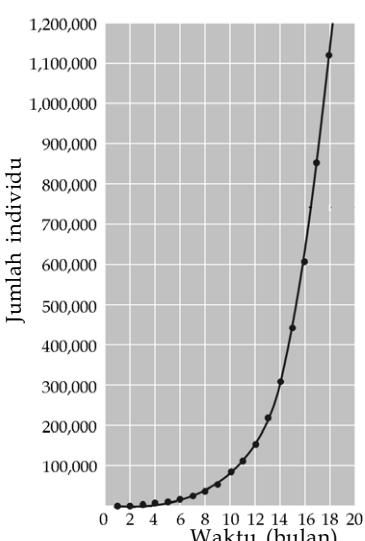
1. Perhatikan tabel dan grafik berikut.

(a)

Pertumbuhan Populasi Mencit

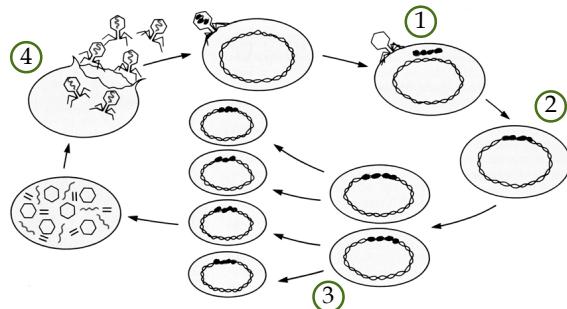
| Bulan ke- | Pertumbuhan (Bulanan) | Populasi |
|-----------|-----------------------|----------|
| 1         | 1,568                 | 5,488    |
| 2         | 2,195                 | 7,683    |
| 3         | 3,073                 | 10,756   |
| 4         | 4,302                 | 15,058   |
| 5         | 6,023                 | 21,081   |
| 6         | 8,432                 | 29,513   |
| 7         | 11,805                | 41,318   |
| 8         | 16,527                | 57,845   |
| 9         | 23,138                | 80,983   |
| 10        | 32,393                | 113,375  |
| 11        | 45,350                | 158,226  |
| 12        | 63,490                | 222,216  |
| 13        | 88,887                | 311,103  |

(b)



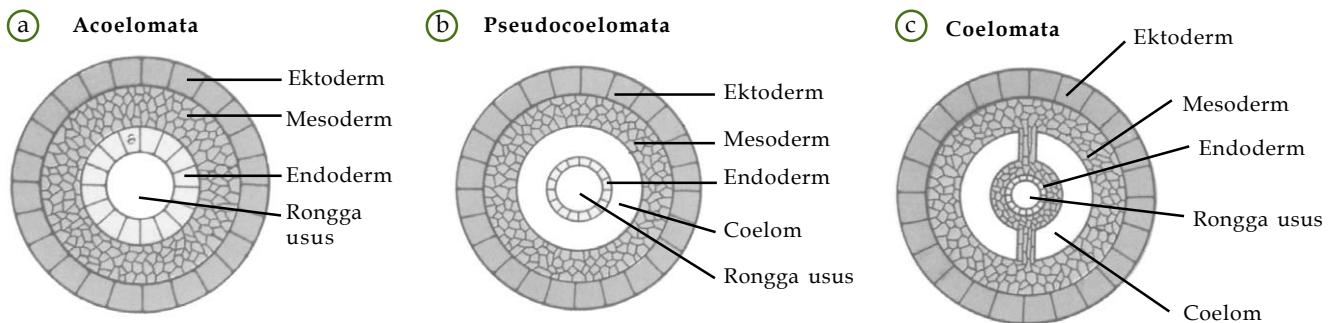
Buatlah kesimpulan dari data-data tersebut.

2. Jelaskan manfaat Biologi secara umum bagi manusia dan lingkungannya.
3. Jelaskan alur daur litik virus yang terdapat pada gambar berikut.



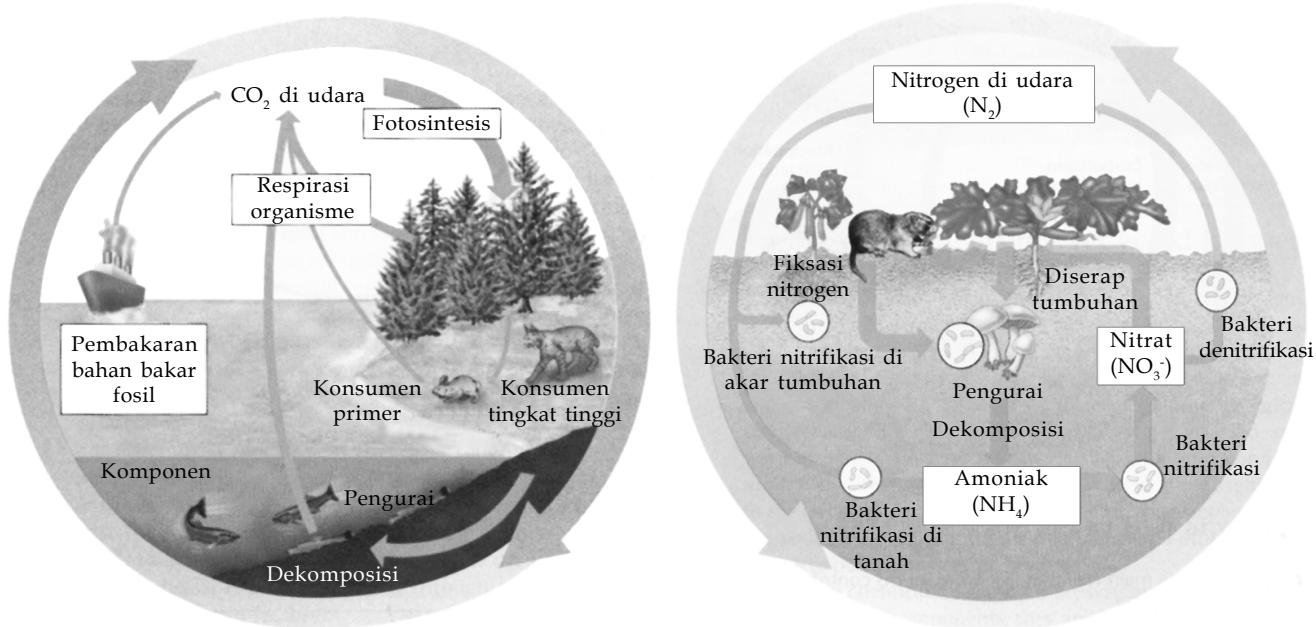
4. Sebutkan perbedaan protista mirip jamur dan protista mirip tumbuhan.
5. Jelaskan cara mendapatkan nutrisi pada jamur.
6. Sebutkan empat tingkat keanekaragaman hayati, dan jelaskan.
7. Sebutkan ciri-ciri kingdom Plantae.

8. Perhatikan gambar berikut.



Berdasarkan gambar tersebut, jelaskan perbedaan mendasar dari acoelomata, pseudocoelomata, dan coelomata.

9. Jelaskan perbedaan antara Chondrichthyes dan Osteichthyes.  
10. Perhatikan gambar berikut.



Sebutkan dan jelaskan alur dari daur biogeokimia pada gambar tersebut.

# Apendiks 1

## Kunci Jawaban

### Bab 1 Mengenal Biologi

#### Soal Penguasaan Materi 1.1

- Jawaban bergantung siswa. Contohnya, kecambah yang ditumbuhkan pada tempat terang tumbuh lebih pendek dibandingkan kecambah yang ditumbuhkan pada tempat gelap.
- Menguji kembali hipotesis. Jika tetap berbeda, kaji ulang metode ilmiah yang digunakan. Namun, jika masih tetap berbeda, gunakan hipotesis alternatif.

#### Soal Penguasaan Materi 1.2

- Membantu manusia memahami dan memanfaatkan sumber daya alam.
- Tingkat molekul, tingkat sel, tingkat jaringan, tingkat organ, sistem organ, tingkat individu, tingkat populasi, tingkat komunitas, dan tingkat ekosistem.

### Evaluasi Materi Bab 1

#### A. Pilihan ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. a | 11. a |
| 3. b | 13. c |
| 5. a | 15. c |
| 7. a | 17. b |
| 9. a | 19. d |

#### B. Esai

- Mengomunikasikan hasil penelitian penting agar penelitian dapat diperbaiki, diketahui, dan dapat memberikan ide bagi peneliti lainnya. Hasil penelitian dapat dikomunikasikan dalam bentuk laporan pada jurnal-jurnal ilmiah.
- Contohnya adalah mikologi. Aplikasinya adalah kita dapat mengetahui jenis jamur yang dapat digunakan untuk membuat tempe. Contoh lain, yaitu botani. Aplikasinya, kita dapat mengetahui cara yang tepat dalam memperbanyak tanaman yang dibutuhkan manusia.
- Dapat, misalnya jika akan mencari alamat seseorang. Sebelum membuat kesimpulan sementara (hipotesis), terlebih dahulu kita mencari referensi dengan bertanya. Setelah cukup referensi dan telah membuat hipotesis, dilakukan percobaan dengan mendatangi rumah yang dituju. Jika alamat keliru, dilakukan percobaan kedua dengan mendatangi rumah lainnya. Jika dapat rumah yang benar, kita akan menarik kesimpulan bahwa alamat sudah ditemukan.

### Bab 2 Virus dan Kingdom Monera

#### Soal Penguasaan Materi 2.1

- Ciri-ciri virus:  
berukuran kecil, 0,05–0,2  $\mu\text{m}$ , terdiri atas selubung dan bahan inti (DNA atau RNA), hanya bereproduksi jika berada dalam sel hidup, dapat dikristalkan layaknya benda mati.
- Contohnya, AIDS, cacar air, herpes, dan rabies.

#### Soal Penguasaan Materi 2.2

- Uniseluler dan prokariot
- Diare, oleh bakteri *Escherichia coli*.

### Evaluasi Materi Bab 2

#### A. Pilihan ganda

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. b | 7. c  | 13. d | 19. d |
| 3. b | 9. a  | 15. e |       |
| 5. a | 11. c | 17. d |       |

#### B. Esai

- Virus berukuran sangat kecil (0,05–0,2  $\mu\text{m}$ ), tubuhnya terdiri dari selubung dan materi inti (RNA atau DNA), tidak memiliki organel-organel sel, hanya bereproduksi di dalam sel makhluk hidup lain, dan dapat dikristalkan.
- Karena bakteri belum memiliki membran inti sel.
- Bakteri memiliki peranan dalam produksi makanan bagi manusia, seperti dalam pembuatan keju, dan yoghurt.

### Bab 3 Kindom Protista dan Kingdom Fungi

#### Soal Penguasaan Materi 3.1

- Karena terdapat Protista yang memiliki ciri-ciri seperti jamur, tumbuhan, dan hewan.
- Karena Protista mirip tumbuhan di laut bertindak sebagai fitoplankton, menghasilkan  $\text{O}_2$ , sumber karbon dan dikonsumsi oleh ikan-ikan.

#### Soal Penguasaan Materi 3.2

- Bersepta, spora dengan basidiospora, tidak memiliki spora seksual, dan umumnya memiliki tubuh buah.
- Daur hidup jamur ini dapat terjadi secara seksual dan aseksual. Secara seksual melalui peleburan gamet hifa yang haploid dan menghasilkan zigot yang diploid. Adapun secara aseksual dengan menghasilkan spora.

### Evaluasi Materi Bab 3

#### A. Pilihan ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. b | 11. c |
| 3. e | 13. b |
| 5. d | 15. b |
| 7. e | 17. a |
| 9. a | 19. d |

#### B. Esai

- Protista bermanfaat sebagai bahan makanan, bahan campuran penggosok, penunjuk sumber minyak bumi, dan lain-lain.
- Hifa haploid dari Zygomycota tampak serupa tapi sebenarnya memiliki cara perkawinan yang berbeda. Pada tipe perkawinan seksual, terjadi penggabungan dua nukleus memproduksi zigospora yang diploid. Struktur resisten ini menyebar melalui udara dan tetap berada dalam keadaan dorman sampai menemukan tempat yang memungkinkan untuk tumbuh. Zigospora kemudian melakukan meiosis dan membentuk sporangium yang berisi spora haploid. Spora haploid membentuk hifa baru.
- Jamur dapat menghasilkan obat-obatan seperti jamur *Penicillium* dan jamur lingzhi. Jamur juga dapat dimakan, seperti jamur merang, jamur tiram. Selain itu, jamur dapat digunakan dalam proses fermentasi seperti ragi (*Saccharomyces* sp.)

### Evaluasi Materi Semester 1

#### A. Pilihan ganda

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. a | 11. e | 21. c |
| 3. b | 13. a | 23. b |
| 5. c | 15. a | 25. b |
| 7. d | 17. b |       |
| 9. e | 19. c |       |

## B. Esai

1. Cabang-cabang biologi diperlukan manusia untuk lebih memahami gejala alam lebih baik. Cabang biologi mengkhususkan pada satu bidang biologi. Hal ini dapat meningkatkan pengetahuan biologi secara umum.
3. Bakteri dapat berperan sebagai pengurai, pembuatan bahan makanan tertentu, dan pengikat nitrogen bebas di udara.
5. Virus berukuran sangat kecil ( $0,05\text{--}0,2 \mu\text{m}$ ), tubuhnya terdiri dari selubung dan inti (RNA atau DNA), tidak memiliki organel-organel sel, hanya bereproduksi di dalam sel makhluk hidup lain, dapat dikristalkan.
7. Manfaat virus bagi manusia adalah adanya vaksin dari virus yang dapat mencegah suatu penyakit. Adapun kerugiannya yaitu virus dapat menyebabkan beberapa penyakit.
9. Jamur dimanfaatkan oleh manusia sebagai makanan, agen bioteknologi, penghasil antibiotik, dan lain-lain.

## Bab 4 Keanekaragaman Hayati

### Soal Penguasaan Materi 4.1

1. Keanekaragaman gen menyebabkan variasi dalam spesies dan keanekaragaman spesies. Keanekaragaman tingkat spesies menyebabkan keanekaragaman tingkat ekosistem. Jenis spesies pada suatu ekosistem akan berbeda pada ekosistem yang lain.
3. Faktor lingkungan abiotik

### Soal Penguasaan Materi 4.2

1. Keanekaragaman fauna Indonesia terbagi menjadi hewan-hewan Indonesia bagian barat, peralihan, dan bagian timur.
3. Flora endemik, contohnya bunga bangkai dan salak. Fauna endemik, contohnya anoa dan babi rusa.

## Evaluasi Materi Bab 4

### A. Pilihan ganda

1. a 11. b
3. b 13. d
5. c 15. d
7. a 17. d
9. c 19. c

### B. Esai

1. Zona Oriental, contohnya orangutan; zona peralihan, contohnya anoa; dan zona Australia, contohnya walabi.
3. Keanekaragaman tingkat ekosistem terjadi karena adanya keanekaragaman tingkat populasi penyusun suatu ekosistem.
5. Jika suatu populasi hewan punah maka akan terjadi ketidakseimbangan dalam ekosistem. Terutama meningkatnya jumlah populasi makanan (mangsa) spesies tersebut.

## Bab 5 Kingdom Plantae

### Soal Penguasaan Materi 5.1

1. Bryophyta belum memiliki pembuluh dan belum memiliki struktur batang, daun, dan akar yang jelas. Adapun Pterophyta sudah memiliki pembuluh sederhana serta struktur batang, daun, dan akarnya telah dapat dibedakan.
3. Perkembangan Angiospermae dimulai dari pematangan sel gamet jantan dan betina melalui meiosis. Dilanjutkan dengan proses polinasi dan fertilisasi atau pembuahan ganda. Setelah itu, terbentuk zigot (biji). Setelah biji terpisah dari tanaman induk dan jantan pada tempat yang sesuai, ia akan berkecambah dan tumbuh menjadi tanaman dewasa.

### Soal Penguasaan Materi 5.2

1. Sebagai bahan sandang, pangan, papan, dan kesehatan.
3. Karena tumbuhan merupakan produsen utama di daratan sehingga kelestariannya dapat memengaruhi kehidupan dan keseimbangan alam

## Evaluasi Materi Bab 5

### A. Pilihan ganda

1. c 11. b
3. a 13. c
5. c 15. c
7. e 17. c
9. e 19. c

### B. Esai

1. Eukariot, multiseluler, memiliki dinding sel, ada klorofil, mengalami pergiliran keturunan.
3. Memiliki akar, batang dan daun; organ reproduksinya bunga; bakal biji atau biji tidak tampak karena terbungkus daun buah; mengalami pembuahan ganda.
5. Sebagai bahan pembuat obat-obatan, misalnya pil kina dan minyak kayu putih.

## Bab 6 Kingdom Animalia

### Soal Penguasaan Materi 6.1

1. Perbedaan Kingdom Plantae dan Animalia

| Plantae                                       | Animalia                                            |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| • Memiliki klorofil dan mampu berfotosintesis | • Tidak memiliki klorofil dan tidak berfotosintesis |
| • Bersifat autotrof                           | • Bersifat heterotrof                               |
| • Tidak dapat bergerak bebas                  | • Dapat bergerak bebas                              |
| • Memiliki dinding sel                        | • Tidak memiliki dinding sel                        |

3. Karena *Hydra* memiliki ciri hewan lain, seperti bersifat heterotrof, multi seluler memiliki lapisan tubuh, tidak memiliki klorofil, dan tidak memiliki dinding sel.

### Soal Penguasaan Materi 6.2

1. Lima hewan bermanfaat:
  - Lebah madu, menghasilkan madu
  - Ayam, menghasilkan telur dan daging
  - Sapi, menghasilkan susu dan daging
  - Burung elang, penyeimbang populasi ekosistem
  - Kucing, hewan peliharaan manusia
3. Ayam, burung, sapi, kambing, dan kelinci

## Evaluasi Materi Bab 6

### A. Pilihan ganda

1. a 11. c
3. d 13. a
5. c 15. d
7. c 17. a
9. c 19. a

### B. Esai

1. Vertebrata memiliki tulang belakang, sedangkan invertebrata tidak memiliki tulang belakang.
3. Kulit basah dan lembap pada Amphibia membantu penyerapan oksigen oleh kulit.
5. Simetri radial contohnya landak laut. Simetri bilateral contohnya ikan. Pada hewan simetri radial, memiliki pergerakan yang lebih lambat daripada hewan simetri bilateral.



## Bab 7 Ekosistem

### Soal Penguasaan Materi 7.1

1. • Habitat : tempat atau lingkungan hidup organisme tertentu.
- Nisia : status fungsional organisme dalam ekosistemnya. Sehubungan dengan tempat tinggal, tingkah laku, dan sifat khas lainnya.
- Komunitas : kumpulan bermacam-macam populasi dalam satu kawasan tertentu dan saling berinteraksi.
- Ekosistem : kumpulan makhluk hidup dalam habitat tertentu yang saling berinteraksi dan dipengaruhi oleh faktor abiotik.

### Soal Penguasaan Materi 7.2

1. Berdasarkan iklim dan vegetasi dominan.

### Soal Penguasaan Materi 7.3

1. Suksesi primer adalah pembentukan komunitas yang sebelumnya tidak ada hingga terjadi keseimbangan ekosistem pada wilayah tersebut. Adapun suksesi sekunder adalah pembentukan komunitas yang seimbang dari komunitas yang terganggu.

### Soal Penguasaan Materi 7.4

1. 

```

graph TD
    Padi --> Pengurai
    Pengurai --> Tikus
    Tikus --> Ular
    Ular --> Elang
    Pipit --> Ular
    Pipit --> Pengurai
  
```
3. Menggunakan predator/pemangsa hama tersebut. Contohnya burung dan katak.

### Soal Penguasaan Materi 7.5

1. Terjadinya efek rumah kaca serta pemanasan global dan dampaknya.
3. Eutrofikasi adalah melimpahnya zat organik di air sehingga populasi alga yang sangat banyak menghalangi cahaya masuk ke kedalaman air.

### Soal Penguasaan Materi 7.6

1. Pupuk kompos, botol kaca, botol plastik, dan ampas tahu.
3. Untuk mengurangi pencemaran, sampah, dan memiliki nilai ekonomis.

## Evaluasi Materi Bab 7

### A. Pilihan ganda

1. b      11. d
3. e      13. d
5. a      15. c
7. b      17. a
9. d      19. e

### B. Esai

1. Dalam ekosistem terdapat komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik merupakan makhluk hidup yang hidup dalam ekosistem tersebut dan komponen abiotik merupakan komponen tidak hidup.
3. Piramida ekologi adalah struktur trofik pada ekosistem dengan bentuk piramid.
5. Sampah-sampah yang sulit diuraikan dan dapat digunakan kembali lebih baik didaur ulang. Karena selain menghemat sumber daya alam, juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

## Evaluasi Materi Semester 2

### A. Pilihan ganda

1. b      11. c      21. d
3. a      13. d      23. d
5. d      15. e      25. d
7. b      17. b
9. e      19. c

### B. Esai

1. Thallophyta termasuk tumbuhan yang memiliki akar, batang, dan daun yang belum jelas, sedangkan Cormophyta sudah memiliki akar, batang, dan daun yang jelas.
3. Cacing dewasa bertelur bersama feses kambing. Telur tersebut menetas menjadi larva mirasidium yang akan masuk ke dalam inang, yaitu siput. Larva tersebut akan tumbuh menjadi sporakis kemudian menjadi redia. Redia bermetamorfosis menjadi serkaria. Serkaria ini keluar dari tubuh siput.
5. Pemutusan siklus hidup nyamuk dilakukan dengan mendatangkan predator jentik nyamuk, antara lain ikan cupang yang dimasukkan dalam bak mandi atau kolam.
7. Bioaccumulation merupakan penumpukan bahan pencemar dalam tubuh organisme. Adapun biomagnification merupakan efek penumpukan polutan yang semakin membesar seiring semakin tinggi tingkat trofik organisme tersebut.
  - a. Jambu biji dan mangga
  - b. Jagung, pepaya, pisang, kelapa, dan kunyit
  - c. Ada, melinjo. Tumbuhan tersebut termasuk gymnospermae atau tumbuhan biji terbuka.

## Evaluasi Materi Akhir tahun

### A. Pilihan ganda

1. a      11. B      21. a      31. d      41. c
3. d      13. c      23. c      33. c      43. b
5. e      15. b      25. a      35. c      45. c
7. b      17. a      27. d      37. d
9. e      19. c      29. e      39. e

### B. Esai

1. Jumlah individu akan terus meningkat sejalan dengan pertambahan waktu.
3.
  - Virus melisis dindng sel bakteri dan melakukan penetrasi materi genetik DNA/RNA ke dalam tubuh bakteri.
  - DNA virus kemudian mengisap ke dalam DNA bakteri dan membentuk profage.
  - Jika bakteri membelah diri, profage ikut membelah sehingga anakan sel bakteri pun mengandung profage. Jika keadaan lingkungan mendukung virus akan mengalami pematangan sehingga memasuki keadaan litik
  - Virus-virus baru pun dibentuk dan siap menyerang sel-sel lainnya.
5. Jamur merupakan organisme heterotrop. Jamur bertahan hidup dengan menyerap nutrisi dari lingkungan atau organisme mati. Jamur lain mendapat nutrisi dari organisme hidup (parasit) dan ada juga yang bersimbiosis.
7.
  - eukariot
  - multiseluler
  - memiliki dinding sel
  - memiliki klorofil dan menyimpan makanan cadangan dalam bentuk pati.
  - mengalami pergiliran keturunan dalam siklus hidupnya.
  - Chondrichthyes
    - Rangka dalam tersusun atas tulang rawan
    - Memiliki 5-7 pasang celah insang
  - Osteichthyes
    - Rangka dalam tersusun atas tulang sejati
    - Hanya memiliki satu pasang celah insang

# ■ | Apendiks 2

## Klasifikasi Makhluk Hidup

### Kingdom Monera

- Archaeabacteria
  - Metanogenik
  - Halofilik
  - Termofilik
- Eubacteria
  - Proteobacteria
  - Bakteri gram positif
  - Spirochetes
  - Chlamydias
  - Cyanobacteria

### Kingdom Protista

- Filum Rhizopoda
- Filum Actinopoda
- Filum Foraminifera
- Filum Apicomplexa
- Filum Zoomastigophora
- Filum Ciliophora
- Filum Myxomycota
- Filum Acrasiomycota
- Filum Oomycota
- Filum Euglenophyta
- Filum Dinoflagellata
- Filum Chrysophyta
- Filum Bacillariophyta
- Filum Phaeophyta
- Filum Rhodophyta
- Filum Chlorophyta

### Kingdom Fungi

- Divisi Chytridiomycota
- Divisi Zygomycota
- Divisi Ascomycota
- Divisi Basidiomycota
- Divisi Deuteromycota
- Lichenes

### Kingdom Plantae

- Divisi Bryophyta
- Divisi Hepatophyta
- Divisi Anthocerophyta
- Divisi Psilophyta
- Divisi Lycophyta
- Divisi Sphenophyta
- Divisi Pterophyta
- Divisi Coniferophyta
- Divisi Cycadophyta
- Divisi Ginkgophyta
- Divisi Gnethophyta

- Divisi Anthophyta
  - Kelas Monokotiledon
  - Kelas Dikotiledon

### Kingdom Animalia

- Filum Porifera
- Filum Cnidaria
  - Kelas Hydrozoa
  - Kelas Scyphozoa
  - Kelas Anthozoa
- Filum Ctenophora
- Filum Paltyhelminthes
  - Kelas Turbellaria
  - Kelas Trematoda
  - Kelas Monogenea
  - Kelas Cestoda
- Filum Nemertea
- Filum Rotifera
- Filum Nematoda
- Filum Mollusca
  - Kelas Polyplacophora
  - Kelas Gastropoda
  - Kelas Bivalvia
  - Kelas Cephalopoda
- Filum Onychophora
- Filum Annelida
  - Kelas Oligochaeta
  - Kelas Polychaeta
  - Kelas Hirudinea
- Filum Arthropoda
  - Kelas Arachnida
  - Kelas Diplopoda
  - Kelas Chilopoda
  - Kelas Insecta
- Filum Phorozoa
- Filum Bryozoa
- Filum Brachipoda
- Filum Echinodermata
  - Kelas Asteroidea
  - Kelas Ophiuroidea
  - Kelas Echinoidea
  - Kelas Crinoidea
  - Kelas Concentricyloidea
  - Kelas Holothuroidea
- Filum Chordata
  - Kelas Chondrichthyes
  - Kelas Osteichthyes
  - Kelas Amphibia
  - Kelas Reptilia
  - Kelas Aves
  - Kelas Mammalia

Sumber: Biology, 1998

### Keterangan

Tidak semua filum atau kelas dibahas pada buku ini

# Kamus Biologi

## A

**Abiotik:** faktor-faktor lingkungan.

**Aerobik:** mengandung oksigen; mengacu pada suatu organisme, lingkungan, atau proses seluler yang memerlukan oksigen.

**Amoeboid:** bergerak seperti *Amoeba* dengan pseudopodia.

**Anatomi:** struktur dalam tubuh; dari anatome (Yunani), artinya memotong; maksudnya melihat bagian dalam tubuh dengan memotong-motongnya.

**Anaerobik:** tidak mengandung oksigen; mengacu pada suatu organisme, lingkungan, atau proses seluler tanpa oksigen.

**Antibodi:** protein yang bereaksi terhadap zat asing bagi tubuh suatu individu. Protein ini disebut *imunoglobulin* (immunoglobin). Adapun zat asing yang merangsang pembentukan antibodi disebut antigen (*antibodi generator*).

**Arkeonium:** tempat perkembangan gamet betina.

**Autotrof:** organisme yang mendapatkan molekul makanan organik tanpa harus memakan organik lain.

## B

**Bioma:** salah satu komunitas utama dunia yang diklasifikasikan berdasarkan vegetasi dominan.

**Biomassa:** total berat, volume, atau padanan energi dari suatu organisme.

**Biotik:** berkaitan dengan organisme hidup di dalam lingkungan.

## D

**Daur biogeokimia:** siklus yang melibatkan senyawa kimia yang berpindah dengan menggunakan organisme perantara dan kemudian senyawa ini kembali pada lingkungannya.

**Dekomposer:** fungsi dan bakteri yang menyerap nutrien dari materi organik yang tidak hidup seperti bangkai dan mengubahnya menjadi bentuk anorganik.

**Denitrifikasi:** proses penguraian senyawa nitrit berakibat pembebasan gas nitrogen ke atmosfer oleh aktivitas bakteri.

**Detritivora:** organisme yang mengonsumsi bahan-bahan sisa organisme mati atau sisa penguraian.

**DNA:** *Deoxyribonucleic Acid*, materi genetik yang terdapat di sel.

## E

**Ekosistem:** unit fungsional yang mencakup organisme (biotik) dengan lingkungannya yang tidak hidup (abiotik) dalam hubungan saling memengaruhi dan berinteraksi.

**Eksositosis:** sekresi seluler makromolekul-makromolekul akibat fusi atau penyatuhan vesikula dengan membran plasma.

**Eksoskeleton:** pembungkus keras pada permukaan hewan.

**Endoskeleton:** kerangka keras yang tertanam di dalam jaringan lunak suatu hewan.

**Endospora:** sel resisten berlapis tebal yang dihasilkan di dalam sel bakteri yang terpapar ke lingkungan yang ekstrim.

**Eukariotik:** tipe sel dengan nukleus terbungkus membran dan organel-organel terbungkus membran.

**Eutroifikasi:** peningkatan kadar garam suatu habitat air.

## F

**Fenotipe:** ciri fisik dan fisiologi pada suatu organisme

**Fermentasi:** perubahan enzimatik dan anaerobik dari substansi organik oleh mikroorganisme untuk menghasilkan produk-produk organik yang lebih sederhana.

**Fertilisasi:** pembuahan (singami) atau peleburan dua gamet untuk membentuk sel tunggal (zigot).

**Fiksasi nitrogen:** proses pengikatan nitrogen yang ada di atmosfer oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur.

**Floem:** bagian sistem pembuluh dalam tumbuhan yang terdiri atas sel-sel hidup yang tersusun menjadi pipa memanjang yang mengangkut gula dan nutrien organik lainnya di seluruh tumbuhan.

**Fotosintesis:** proses pengubahan karbon dioksida dan air melalui bantuan matahari untuk membentuk senyawa karbohidrat.

## G

**Gametofit:** bentuk haploid multiseluler dalam organisme yang sedang mengalami pergantian generasi.

**Gen:** penggalan DNA yang menerjemahkan suatu sifat.

**Generatif:** perkembangbiakan secara seksual.

**Genotipe:** kandungan genetik suatu organisme



## H

**Habitat:** tempat hidup suatu populasi organisme

**Hermafrodit:** suatu individu yang berfungsi sebagai jantan maupun betina dalam reproduksi seksual.

**Heterotrof:** organisme yang mendapatkan molekul makanan organik dengan cara memakan organik lain.

**HIV:** *Human Immunodeficiency Virus*, virus yang menyebabkan penyakit AIDS termasuk dalam RNA retrovirus.

## J

**Jaringan:** kelompok terpadu sel-sel dengan struktur dan fungsi yang sama.

## K

**Kapsid:** kulit protein yang membungkus genom virus.

**Klorofil:** pigmen hijau yang terdapat di dalam kloroplas.

**Kloroplas:** organel yang hanya ditemukan dalam tumbuhan; menyerap cahaya matahari dan menggunakan untuk fotosintesis.

**Komunitas:** kumpulan populasi-populasi dari spesies-spesies yang berbeda yang hidup saling berdekatan dan berinteraksi.

**Konjugasi:** transfer DNA di antara dua sel bakteri yang bersambungan.

**Konservasi:** usaha pengamatan atau pelestarian sumber daya alam dan lingkungan.

## M

**Metamorfosis:** proses yang dialami organisme yang mengakibatkan organisme itu mengalami perubahan yang mencolok dari larva sampai bentuk dewasa.

## O

**Organ:** pusat fungsi tubuh tertentu yang terdiri atas beberapa jenis jaringan yang berbeda.

## P

**Partenogenesis:** Perkembangan gamet dari telur yang tidak terfertilisasi menjadi individu baru.

**Patogen:** parasit yang dapat menyebabkan penyakit. Biasanya mikroorganisme.

**Peptidoglikan:** suatu jenis polimer dalam dinding sel bakteri yang terdiri atas gula termodifikasi.

**Pistilum:** organ reproduktif betina pada bunga.

**Plasma nutfah:** substansi yang terdapat dalam setiap kelompok makhluk hidup dan merupakan sumber sifat keturunan yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan untuk menciptakan jenis unggulan.

**Populasi:** kelompok individu dari satu spesies yang hidup dalam suatu daerah tertentu.

**Prokariotik:** tipe sel yang tidak memiliki nukleus terbungkus membran dan organel terbungkus membran.

## R

**Rizoid:** struktur, mirip rambut yang terdiri atas satu atau beberapa sel yang berfungsi sebagai akar.

## S

**Simbiosis:** Suatu hubungan ekologis antara organisme-organisme dari dua spesies yang berbeda yang hidup bersama dalam satu lingkungan.

**Sporangium:** suatu kapsul pada fungi atau tumbuhan, tempat perkembangan spora.

**Sporofit:** bentuk diploid multiseluler dalam organisme yang sedang mengalami pergantian generasi.

**Stamen:** organ reproduktif jantan penghasil serbuk asri pada bunga.

## T

**Taksis:** pergerakan mendekati atau menjauhi sumber stimulus.

## V

**Vaksinasi:** pemberian antigen suatu penyakit sehingga tubuh menghasilkan antibodi terhadapnya. Hal ini membangkitkan sistem kekebalan tubuh terhadap penyakit tersebut.

**Variasi:** keragaman genetik

## X

**Xilem:** bagian tidak hidup dari sistem pembuluh pada tumbuhan yang berbentuk pipa, yang membawa air dan mineral dari akar ke bagian tumbuhan yang lain.

**Vas deferens:** saluran dalam sistem reproduksi jantan di mana sperma berkelana dari epididimes sampai uretra.

# ■ Indeks (Subjects dan Authors)

## A

- abiotik 17, 72, 130, 131, 133, 134, 141, 156, 157, 158, 161
- Acrasiomycota 44
- aerobik 37
- air 130, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 143, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 157, 158, 159, 160, 161
- Amphibia 121, 122, 124, 127
- anaerobik 36, 37
- Angiospermae 91, 93, 925
- Animalia 102, 103, 104, 124, 125, 127
  - ciri-ciri 103
  - lapisan tubuh 105, 106, 108
  - manfaat 124
  - simetri tubuh 102, 126, 127
- Annelida 104, 111, 125, 126
- Anthocerophyta 86, 87, 88
- Anthophyta 86, 94
  - dikotil 94
  - monokotil 94
- antikoagulan 53
- Arthropoda 104, 116, 124, 125
- autotrof 46, 48
- Aves 104, 121, 123, 127

## B

- bakteri 37
  - gram 32, 35
  - Halofilik 36
  - Metanogenik 36
  - peranan 31, 36, 37
  - Termofilik 36
- bakteriofage 27
- biodiversitas 70
- bioma 13, 16, 73, 134, 135, 136, 137, 157, 160
  - gurun 73
  - hutan gugur 73
  - hutan hujan tropis 73, 76
  - padang rumput 73, 76
  - taiga 73
  - tundra 73
- bioremidiasi 37
- biotik 16, 17, 72, 130, 131, 133, 137, 141, 156
- Bryophyta 86, 87
- Burn 51

## C

- Campbell 30, 35, 44, 57, 86, 150
- Chlorophyta 45, 49, 50, 54
- Chordata 104, 121, 126
  - invertebrata 103, 104, 126, 127
  - vertebrata 121, 124, 126, 127
- Chrysophyta 45, 47, 50
- Cnidaria 104, 106, 107, 125, 126
  - daur hidup 106
- Cormophyta 89

## D

- data 3, 4, 5, 6, 10, 11
  - kualitatif 6
  - kuantitatif 6
- daur biogeokimia 141, 143, 157
- daur ulang 152, 154, 158
- dekomposer 130, 145
- deskriptif 3
- diagram 10

## E

- Echinodermata 104, 114, 115, 116
- ekologi 130, 132, 157
- ekosistem 18, 19, 70, 72, 73, 76, 77, 84, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 139, 141, 142, 143, 146, 152, 154
  - darat 73, 130, 134, 156
  - interaksi 130
  - konservasi 152
  - perairan 73
    - air laut 137, 158
    - air tawar 137
    - hutan bakau 73, 76
    - laut 73
    - pantai 73, 76
    - tawar 73
    - terumbu karang 77
  - suksesi 158, 161
    - primer 139, 141, 144, 156, 157, 158, 167
    - sekunder 141, 156, 158
- eksositosis 54
- eksoskeleton 116, 117, 118, 126
- eksperimental 3
- endemik 73, 76
- epifit 90
- Euglenophyta 45, 50
- eukariotik 30, 35



## F

fermentasi 37  
 fitoplankton 45  
 fotosintesis 45, 49, 86, 90, 96  
**Fungi** 43, 44, 49  
 hifa 45, 55  
 klasifikasi 44, 57  
 miselium 55, 56, 60  
 peranan 54, 61  
 perkembangbiakan 46, 48, 59  
 saprofit 55

## G

gametofit 50  
 gametosit 52  
 global warming 147  
 grafik 7, 10  
*green house effect* 147  
**Gymnospermae** 91, 92, 93

## H

habitat 132, 137, 138, 139, 140, 142, 152, 157, 158  
**Haeckel** 130  
**Harvey, William** 4  
**Hepatophyta** 86, 87, 88  
 heterotrof 44, 46, 51, 55, 56  
 hifa 45  
 hipotesis 4, 7, 9, 10, 11

## I

**Insecta** 118, 119, 126, 127

## J

jaring makanan 141, 161  
 jaringan 13, 19  
 darah 14  
 epidermis 14  
 epitel 14  
 hewan 14  
 meristem 14  
 otot 14  
 pembuluh 14  
 penguat 14  
 saraf 14, 15  
 tumbuhan 14

## K

**kaliptra** 89, 91  
**Kane** 53  
**Karp** 53

keanekaragaman 70, 71, 72, 76, 77, 79  
 ekosistem 70, 72, 73, 76, 77  
 genetik 70  
 spesies 70, 71, 77

**Keeton** 25  
 kerja ilmiah 2, 11, 12  
 kesimpulan 5, 10  
 klitelium 112  
 klorofil 46, 49, 55, 86  
 komunitas 13  
 konservasi 78

## L

**Leeuwenhoek** 24  
**Linnaeus, Carolus** 23  
 lumut 87, 88  
 alat reproduksi 87  
 fase gametofit 87  
 fase sporofit 87  
 hati 87, 88  
 tanduk 87, 88

## M

makrospora 90  
**Mammalia** 123, 124, 126  
 merozoit 53  
 metagenesis 89  
 metamorfosis 119, 126  
 metaserkaria 108, 110  
 mikrospora 90  
 mirasidium 108, 109  
 molting 119  
**Monera**

Archaeabacteria 30, 36  
 Eubacteria 30, 35

multiseluler 14, 15, 16

**Myxomycota** 44

## N

**nefridia** 114, 116, 126  
**nisia** 132

## O

observasi 3, 4, 6  
**Oomycota** 44, 45  
 oosista 53  
 organ 13, 16, 18



## P

paku 89, 90, 91, 93, 164  
  heterospora 89, 91  
  homospora 89, 90  
  peralihan 89, 93  
paramilum 46  
parapodia 111  
partenogenesis 110, 116, 126  
patogen 37  
pedipalpus 116  
pelestarian 78, 79, 83  
  *ex situ* 78, 84  
  *in situ* 78, 83  
pencemaran 129, 147, 148, 149, 150, 154, 158, 160  
  tanah 135, 136, 146, 150, 156, 164  
  udara 145, 147, 148, 152, 157  
Phaeophyta 45, 48, 60  
piramida ekologi 157  
plasmodium 44  
Platyhelminthes 103, 108, 125, 126  
populasi 3, 5, 13, 77  
Porifera 102, 103, 104, 105, 106, 124, 125, 126, 127  
porosit 105  
prediksi 4, 9  
prokariotik 30, 35  
Protista 44, 45, 50, 54  
  mirip hewan 44, 50, 54  
  mirip jamur 44, 54  
  mirip tumbuhan 44, 54  
pseudopodia 51  
Pyrrophyta 45, 47, 50

## R

rantai makanan 141, 142, 150, 151, 158, 159, 161  
Redi, Francesco 4  
redia 109  
reproduksi 87, 88, 93, 105, 108  
Reptilia 121, 122, 124, 126, 127  
Rhodophyta 45, 47, 50

## S

sampel 5  
sel 13, 14, 15, 18, 19  
  amoebosit 105, 126  
  kolar 105, 106, 126  
serkaria 110  
symbiosis 44, 49, 51, 56  
sorus 89, 91  
Spermatophyta 91  
spikula 105

spongin 105  
spora 87, 89, 90, 92  
sporofil 89  
sporofit 50  
sporokis 109  
sporulasi 52  
Stanley 24  
Start 36  
strobilus 89, 90, 91, 92

## T

tabel 7, 10  
Taggart 36  
Tansley 131  
tropofil 89

## U

uniseluler 16

## V

variabel 5, 6, 8, 10  
  bebas 6  
  kontrol 6  
  terikat 6  
variasi 71  
virus 24, 25, 26, 27, 29  
  bakteriofage 25  
  bentuk 25, 31  
  ciri-ciri 24  
  daur lisogenik 25  
  daur litik 25  
  deoksiribovirus 27  
  herpes 27, 28  
  *Human Immunodeficiency Virus* 28  
  influenza 27, 28  
  klasifikasi 26  
  mosaik 24, 29  
  polio 27, 29  
  rabies 27, 29  
  ribovirus 27  
  struktur 24

## W

Weber 74  
Whittaker, Robert H.B. 23  
Wiliam 150

## Z

zoospora 45, 48, 50

# | Daftar Pustaka

- Aberchrombie, M., et al. 1997. *Kamus Lengkap Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Burn, G.D., Larry Mc Kane, and Gerry Karp. 1994. *Biology: Exploring Life*. New York: John Wiley & Sons.
- Burnei, David. 1994. *Concise Encyclopedia Nature*. London: Dorling Kindersler.
- Campbell, N. A. 1998. *Biology*. California: The Benjamin/Cummings Publishing.
- Campbell, N.A., et al. 2006. *Biology Concepts & Connections*. California: The Benjamin/Commings Publishing Company.
- Gutman, B.S. 1999. *Biology*. New York: Mc Graw Hill.
- Indonesian Heritage*. 1996. Jakarta: Buku Antar Bangsa.
- Keeton, W.T. and Gould, J.L. 1986. *Biological Science*. Edisi ke-4. New York: W.W. Norton.
- Mader, S. Sylvia. 1995. *Biology: Evolusi, Kepelbagai dan Persekitaran*. Kuala Lumpur: Wm. C. Brown Publisher.
- McLaren, James E. and Lissa Rotundo. 1985. *Heath Biology*. Massachusetts: D.C. Heath and Company.
- Moore, Randy, et al. 1995. *Biology*. Indiana Polis: Brown Publisher.
- Starr, Cacie and Ralph Taggart. 1995. *Biology; The Unity dan Diversity of Life*. Edisi ke-7. California: Wadsworth.
- William, Gareth. 2002. *Biology for You*. United Kingdom: Stanley Thomas Ltd.

## Sumber lain:

- Encarta Encyclopedia, 2005  
CD Photo Image  
Republika, 26 November 2005  
[www.4apes.comphotosnry1.com](http://www.4apes.comphotosnry1.com), Juni 2006  
[www.ai.univ-paris8.fr](http://www.ai.univ-paris8.fr), Maret 2006  
[www.anatol.org](http://www.anatol.org), Maret 2006  
[www.anbg.gov.au](http://www.anbg.gov.au), Juli 2006  
[www.bbc.co.uk](http://www.bbc.co.uk), Juni 2006  
[www.bildungsservice.at](http://www.bildungsservice.at), Maret 2006  
[www.biology.armstrong.edu](http://www.biology.armstrong.edu), Mei 2006  
[www.biology.plosjournals.com](http://www.biology.plosjournals.com), Maret 2006  
[www.boga.ruhr-uni-bochum.de](http://www.boga.ruhr-uni-bochum.de), Juni 2006  
[www.botany.utoronto.com](http://www.botany.utoronto.com), Maret 2006  
[www.botit.botany.wisc](http://www.botit.botany.wisc), Mei 2006  
[www.cdisland.com](http://www.cdisland.com), April 2006  
[www.deliveri.org.com](http://www.deliveri.org.com), Juli 2006
- [www.dgm.informatik.tu-darmstadt.de](http://www.dgm.informatik.tu-darmstadt.de), April 2006  
[www.digitalapoptosis.com](http://www.digitalapoptosis.com), Mei 2006  
[www.ebl.gou](http://www.ebl.gou), Maret 2006  
[www.ehangroup.com](http://www.ehangroup.com), Juli 2006  
[www.estomas.com](http://www.estomas.com), Maret 2006  
[www.esmas.com](http://www.esmas.com), Juli 2006  
[www.endosparasite.net](http://www.endosparasite.net), Juni 2006  
[www.entm.purdue.edu](http://www.entm.purdue.edu), Mei 2006  
[www.exzooberance.com](http://www.exzooberance.com), Mei 2006  
[www.fcps.k12.va; www.miamidade.com](http://www.fcps.k12.va; www.miamidade.com), Maret 2006  
[www.fernсиам.com](http://www.fernсиam.com), April 2006  
[www.flpa-imageco.uk](http://www.flpa-imageco.uk), Maret 2006  
[www.forumhardware.fr](http://www.forumhardware.fr), Juli 2006  
[www.gowallpapers.com](http://www.gowallpapers.com), April 2006  
[www.huh.harvard.com](http://www.huh.harvard.com), Juni 2006  
[www.kompas.com](http://www.kompas.com), Juli 2006



- www.kulak.ac.be, Maret 2006  
www.leda.lycaeum.com, Maret 2006  
www.malawi.com, Juli 2006  
www.manad-news.com, Juni 2006  
www.mykonet.com, Juli 2006  
www.news.wisc.edu, April 2006  
www.nparks.gov.sg, Maret 2006  
www.pathmicro.med.sc, Juli 2006  
www.photo.net, Maret 2006  
www.plantoftheweek.org, Juni 2006  
www.rothamsted.bbsrc.ac.uk, Juni 2006  
www.saprolegnia\_cave.com, Juni 2006  
www.sb-roscoff.fr, April 2006  
www.science.siu.edu, Mei  
www.science.siu.edu, April 2006  
www.scince.edu.au, April 2006  
www.shs.westport.k12.ct.us, Juni 2006  
www.steve.gb.com, Juli 2006  
www.surviveoutdoors.com, Juni 2006  
www.tanzania\_serengeti\_accacia.com, Juli 2006  
www.totropicals.com, Maret 2006  
www.ultimateungulate.com, Mei 2006  
www.universe-review.ca, Mei 2006  
www.usgs\_water\_cycle(eo.ucar.com, Maret 2006  
www.visualunlimited.com, Mei 2006  
www.warsi.or.id, Mei 2006  
www.wateryear2003.org, Mei 2006  
www.web.ics.purdue, Maret 2006  
www.zlutejslon.comg, Maret 2006







## Praktis Belajar Biologi

Disajikan untuk menambah wawasan siswa tentang makhluk hidup serta interaksi dengan lingkungannya. Buku ini dapat mengarahkan siswa untuk berpikir cerdas dan kreatif dalam memecahkan masalah di lingkungan sekitar.



ISBN 978-979-068-823-0 (no. jilid lengkap)

ISBN 978-979-068-824-7

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 27 Tahun 2007 Tanggal 25 Juli 2007 tentang Penetapan Buku Tekst Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp12.049,-