

Hakikat Biologi dan Keanekaragaman Hayati

Dra. Tri Wahyuningsih, M.Pd.



PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati selama 30 tahun terakhir ini diangkat sebagai topik utama dalam pengelolaan sumber daya global selain air, energi, kesehatan, dan pertanian karena masalah ini merupakan masalah lingkungan dan pengelolaan sumber daya alam yang dihadapi manusia secara global.

Sampai tahun 2000 untuk kekayaan jenis hayati Indonesia menduduki urutan kedua setelah Brasil. Tingginya keanekaragaman ini ditentukan oleh wilayah Indonesia terletak pada dua kawasan biogeografi, yaitu oriental dan Australasia, merupakan negara kepulauan yang memiliki berbagai tipe topografi yang dapat berfungsi sebagai penghalang perpindahan anggota berbagai jenis hayati, terletak di daerah tropika yang merupakan salah satu sasaran migrasi satwa dari belahan bumi utara dan belahan bumi selatan sehingga Indonesia mendapat tambahan kekayaan jenis hayati dari pelaku migrasi.

Keuntungan dari tingginya jenis hayati tersebut, seperti memiliki manfaat sebagai bahan makanan, bahan obat, bahan bangunan, bahan dasar industri maupun bahan-bahan lain yang sangat diperlukan baik oleh Indonesia sendiri maupun oleh negara lain. Jenis-jenis lain yang secara langsung tidak atau kurang bermanfaat bagi kehidupan manusia ternyata secara langsung sangat berguna untuk mendukung kehidupan jenis yang diperlukan oleh manusia. Oleh karena itu, masing-masing jenis hayati yang dimiliki Indonesia perlu dijaga kelestariannya sehingga selain tetap dapat kita manfaatkan secara berkelanjutan juga tetap dapat berfungsi sebagai pendukung kelestarian jenis lainnya yang berarti juga mendukung berlangsungnya hidup manusia.

Ada beberapa kelompok jenis hayati rawan punah tersebut, seperti jenis populasi yang rendah, jenis yang daerah sebarannya sempit (endemik), jenis pemangsa puncak, jenis megaherbivora, jenis yang berbiak dalam kelompok, dan jenis yang melakukan migrasi.

Selain itu, juga jenis yang dimanfaatkan secara besar-besaran sampai melampaui daya reproduksinya, dan jenis yang hidup di tengah rimba, dan jika terjadi fragmentasi hutan akan mempersempit hewan rimba sehingga pendukung kehidupan jenis bersangkutan akan berkurang.

Kita sebagai makhluk hidup yang ada di muka bumi wajib menjaga kelestarian dari keanekaragaman hayati yang ada di muka bumi ini, agar tidak semakin banyak hewan dan tumbuh-tumbuhan menjadi punah.

Dalam modul ini, Anda akan mempelajari tentang hakikat biologi, keanekaragaman hayati, usaha pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya alam. Modul ini akan disajikan dalam 3 kegiatan belajar sebagai berikut.

Kegiatan Belajar 1: *Hakikat Biologi sebagai Ilmu.*

Kegiatan Belajar 2: *Prinsip Pengelompokan Makhluk Hidup.*

Kegiatan Belajar 3: *Keanekaragaman Hayati, Pemanfaatan dan Usaha Pelestarian Sumber Daya Hayati.*

Setelah mempelajari modul ini, Anda akan dapat menjelaskan tentang Hakikat Biologi, Prinsip Pengelompokan Makhluk Hidup, dan Keanekaragaman Hayati.

Secara lebih rinci, setelah mempelajari modul ini Anda akan dapat menjelaskan:

1. hakikat biologi sebagai ilmu;
2. cabang-cabang ilmu biologi;
3. manfaat biologi dalam kehidupan;
4. sistem klasifikasi makhluk hidup;
5. sistem tata nama makhluk hidup;
6. keanekaragaman gen;
7. keanekaragaman jenis;
8. keanekaragaman ekosistem;
9. keanekaragaman hayati di Indonesia;
10. pemanfaatan sumber daya alam;
11. pelestarian sumber daya alam.

Agar semua tujuan tersebut dapat tercapai. Anda diharapkan mempelajari modul ini dengan saksama, lakukan diskusi bersama teman-teman Anda dan mengerjakan setiap latihan dan tes formatif untuk setiap kegiatan belajarnya.

Selamat Belajar, Semoga Kesuksesan Menyertai Anda!

KEGIATAN BELAJAR 1**Hakikat Biologi****A. PENGERTIAN**

Biologi berasal dari gabungan dua kata Yunani, yaitu *bios* yang berarti hidup dan *logos* yang berarti ilmu. Jadi, Biologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang kehidupan. Secara harfiah biologi diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang seluk-beluk makhluk hidup. Mengapa kita perlu mempelajari tentang biologi? Karena dalam kehidupan sehari-hari kita selalu berhubungan dengan biologi, mulai dari hubungan kita dengan lingkungan sekitar, bagian-bagian tubuh kita sendiri makanan yang kita makan, penyakit yang dapat menyerang kita hingga sistem yang terjadi dalam tubuh kita semuanya berhubungan erat dengan biologi.

B. RUANG LINGKUP BIOLOGI

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, Biologi juga mengalami perkembangan yang sangat pesat. Untuk memudahkan mempelajarinya maka para ahli membagi biologi menjadi beberapa cabang ilmu yang mengkhususkan diri dalam bidang-bidang tertentu.

Cabang biologi dapat dipilah berdasarkan kriteria tertentu. Kriteria pemilahan cabang-cabang biologi, antara lain berdasarkan tingkat organisasi kehidupan, kelompok organisme, aspek kehidupan atau kaitannya dengan ilmu lain (sebagai ilmu campuran dan terapan).

Berdasarkan tingkat organisasi kehidupan, biologi mencakup berbagai bidang ilmu yang mempelajari tingkat molekuler hingga tingkat bioma. Berikut ini diuraikan sebagian dari cabang-cabang biologi berdasarkan kriteria tersebut.

1. Biologi molekuler, biokimia dan genetika mempelajari tentang kehidupan pada tingkat molekuler.
2. Sitologi mempelajari kehidupan pada tingkat sel.
3. Histologi mempelajari kehidupan pada tingkat jaringan.
4. Anatomi dan fisiologi mempelajari kehidupan pada tingkat organ dan sistem organ. Contoh cabang biologi terapan (kedokteran) yang mempelajari organ atau sistem organ pada manusia adalah berikut ini.

- a. Pulmonologi mempelajari tentang paru-paru pada manusia.
 - b. Kardiologi mempelajari tentang jantung manusia.
 - c. Neurologi mempelajari tentang sistem saraf manusia.
 - d. Endokrinologi mempelajari tentang sistem endokrin manusia.
5. Biologi perkembangan mempelajari tentang kehidupan pada tingkat individu.
 6. Biologi populasi, biogeografi, dan genetika populasi mempelajari tentang kehidupan pada tingkat populasi.
 7. Ekologi, ilmu lingkungan, toksikologi, biologi kelautan dan limnologi mempelajari tentang kehidupan pada tingkat ekosistem.
 8. Biologi tropis mempelajari tentang kehidupan pada tingkat bioma, yaitu bioma tropis.

Cabang-cabang biologi yang mempelajari tentang kehidupan pada kelompok organisme diantaranya sebagai berikut.

1. Taksonomi mempelajari tentang pengelompokan organisme berdasarkan persamaan dan perbedaan.
2. Mikrobiologi mempelajari tentang mikroorganisme, termasuk bakteriologi yang mengkaji bakteri.
3. Virologi mempelajari tentang virus.
4. Mikologi mempelajari tentang jamur, ragi, dan kapang.
5. Botani mempelajari tentang tumbuhan, termasuk berikut ini.
 - a. Pteridologi mempelajari kelompok tumbuhan paku.
 - b. Bryologi mempelajari lumut.
6. Zoologi mempelajari tentang hewan, termasuk berikut ini.
 - a. Entomologi mempelajari tentang serangga.
 - b. Iktiologi mempelajari tentang ikan.
 - c. Ornitologi mempelajari tentang unggas.
 - d. Herpetologi mempelajari tentang biologi reptilia dan amfibi.
 - e. Mamologi mempelajari tentang mamalia.

Cabang-cabang biologi berdasarkan aspek kehidupan, antara lain berikut ini.

1. Biologi perkembangan mempelajari perkembangan individu organisme
2. Embriologi mempelajari tentang perkembangan embrio

3. Anatomi mempelajari struktur internal organisme, contohnya bagaimana bentuk jantung, hati, ginjal dan mata pada manusia; struktur akar, batang dan daun pada tumbuh-tumbuhan.
4. Fisiologi mempelajari tentang fungsi-fungsi yang terjadi pada kehidupan organisme, misalnya pada proses respirasi, fotosintesis dan proses pencernaan pada hewan dan manusia.

Cabang-cabang biologi yang merupakan kelompok ilmu campuran dan terapan, antara lain sebagai berikut.

1. Biokimia mempelajari proses-proses kimia dalam sistem kehidupan.
2. Biofisika mempelajari proses-proses fisika dalam sistem kehidupan.
3. Bioteknologi mempelajari tentang teknologi yang memanfaatkan organisme.
4. Paleontologi mempelajari tentang perkembangan sejarah kehidupan berdasarkan catatan fosil.

C. KEDUDUKAN BIOLOGI DENGAN ILMU-ILMU LAIN

Dalam perkembangannya biologi tidak dapat berdiri sendiri, tetapi selalu berhubungan dengan ilmu-ilmu lain, diantaranya sebagai berikut.

1. Fisika

Dengan ditemukannya alat-alat yang bekerja berdasarkan prinsip-prinsip fisika, seperti mikroskop, termometer, dan alat-alat listrik, biologi dapat berkembang dengan pesat terutama yang berhubungan dengan mikrobiologi. Di samping prinsip-prinsip fisika dapat membantu menjelaskan gejala biologi yang bersifat fisis, misalnya:

- a. peristiwa osmosis, difusi dalam proses penyerapan air dan hara yang dilakukan oleh tumbuhan;
- b. Penggunaan kaca mata, untuk membantu manusia yang mengalami cacat mata, seperti *myop* (mata dekat), merupakan cacat mata yang dapat disebabkan oleh lensa mata terlalu cembung atau terlalu panjang sehingga benda-benda yang dekat akan terlihat dengan jelas, sedangkan benda-benda yang jauh akan terlihat kabur. Untuk membantu penderita mata *myop* diperlukan kaca mata yang berlensa cekung. *Hypermiop* (mata jauh), merupakan cacat mata yang disebabkan oleh lensa mata terlalu pipih atau bola mata terlalu pendek sehingga benda-benda yang

dekat terlihat kabur. Penderita hypermiop dapat dibantu dengan kaca mata yang berlensa cembung. *Presbiop*, merupakan cacat mata di mana lensa mata kehilangan elastisitasnya karena bertambahnya usia seseorang sehingga lensa mata kurang berakomodasi. Untuk membantu digunakan kaca mata lensa cembung (positif).

2. Kimia

Dengan bantuan ilmu kimia, prinsip kerja enzim dan hormon menjadi mudah untuk dipahami. Demikian juga pada peristiwa fotosintesis, respirasi, dan pencernaan makanan mudah untuk dipahami.

3. Matematika

Matematika sangat membantu dalam penelitian-penelitian biologi, terutama dalam menafsirkan hasil penelitian. Misalnya, dalam percobaan genetika yang dilakukan oleh Mendel pada saat menghitung perbandingan dari hasil persilangan tanaman ercis.

4. Ilmu-ilmu Sosial

Pada ilmu ekonomi, misalnya untuk meningkatkan hasil pertanian kita mengenal kebijakan oleh pemerintah, yaitu intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian. Intensifikasi pertanian adalah usaha untuk meningkatkan produksi pertanian dengan jalan mengoptimalkan penggunaan lahan yang telah ada, misalnya dengan pemupukan, irigasi, dan penggunaan bibit unggul. Ekstensifikasi adalah usaha meningkatkan hasil pertanian dengan jalan memperluas lahan pertanian. Usaha ini dilakukan pada daerah-daerah yang tanahnya masih luas, seperti di daerah-daerah transmigrasi.

D. MANFAAT BIOLOGI

Jika kita perhatikan dengan cermat, sebagian besar aspek kehidupan kita tidak terlepas dari ilmu biologi. Dari mulai lingkungan tempat tinggal kita, kebutuhan, seperti makan, obat-obatan hingga bahan pakaian yang kita pakai, semuanya memanfaatkan ilmu biologi. Berikut ini beberapa contoh pemanfaatan ilmu biologi bagi umat manusia.

1. Manfaat Biologi dalam Bidang Pertanian dan Peternakan

Meningkatnya jumlah populasi manusia memerlukan jumlah makanan yang sangat banyak. Untuk meningkatkan mutu dan jumlah makanan

diperlukan bibit-bibit unggul tanaman maupun hewan ternak. Penerapan ilmu botani, anatomi tumbuhan, fisiologi tumbuhan, dan genetika telah mampu menciptakan bibit-bibit unggul tanaman, misalnya telah diciptakan buah-buahan tanpa biji, seperti semangka, pepaya, dan anggur tanpa biji.

Dengan menggunakan teknik kultur jaringan, tanaman dapat dibudidayakan dalam waktu singkat dan dengan jumlah yang banyak, misalnya pada tanaman anggrek, pisang dan kelapa sawit.

Melalui perkembangan bioteknologi dan biologi molekuler, telah berhasil ditemukan rekayasa genetika untuk tanaman, misalnya diciptakannya tanaman budi daya yang mampu menghasilkan insektisida sendiri sehingga tanaman tidak perlu disemprot dengan insektisida.

Begitu pula dengan penerapan ilmu zoologi, anatomi hewan, fisiologi hewan dan genetika, dan embriologi hewan telah menghasilkan bibit-bibit unggul hewan, dengan telah berhasil ditemukan inseminasi buatan (kawin suntik). Teknik ini bertujuan untuk memperoleh hewan ternak dengan kualitas yang diinginkan serta produksi meningkat. Selain teknik inseminasi, dewasa ini telah dikembangkan teknik *fertilisasi in vitro*. Pada teknik ini, embrio dapat dihasilkan di luar uterus (kandungan) induk betina dalam jumlah tertentu. Sebelum embrio bibit unggul diimplantasikan (ditanam dalam uterus betina), embrio dapat disimpan dalam jangka waktu tertentu pada nitrogen cair bersuhu 196°C. Embrio dari jenis unggul ini, kemudian dapat diimplantasikan ke induk sapi betina yang tidak unggul dari spesies yang sama. Dengan demikian, akan cepat diperoleh banyak sapi unggul.

2. Manfaat Biologi dalam Bidang Kedokteran

Dalam dunia kedokteran, biologi memberikan peranan yang sangat besar, terutama dalam penanganan penyakit. Beberapa contoh manfaat biologi dalam bidang kedokteran.

- a. Teknik bayi tabung, membantu masalah bagi pasangan suami istri yang tidak mempunyai anak.
- b. Transplantasi (pencangkokan) organ seperti pada pencangkokan jantung, dan ginjal, memberikan pemecahan masalah bagi manusia yang mengalami kerusakan organ jantung atau ginjal.
- c. Dengan teknik genetika digunakan untuk mendiagnosis suatu penyakit yang bersifat menurun atau tidak.

3. Manfaat Biologi dalam Bidang Industri

Pada bidang industri makanan telah ditemukan mikroorganisme *Lactobacillus bulgaricus* digunakan untuk pembuatan yoghurt, *Acetobacter xylinum* yang membantu pembuatan nata de coco, *Rhizopus oryzae* digunakan dalam pembuatan tempe, *Streptococcus cremoris* digunakan dalam pembuatan keju Cheddar, dan *Saccharomyces cerevisiae* digunakan dalam pembuatan roti serta beberapa minuman alkoholik dengan menggunakan sejenis khamir, yaitu *Saccharomyces cerevisiae* atau *Saccharomyces carisbergensis*.



Gambar 1.1.

Beberapa produk makanan fermentasi A. Tempe, B. Nata de coco, C. Keju

Dalam industri obat-obatan digunakan jamur *Penicillium notatum* untuk pembuatan penisilin. Streptomycin, dihasilkan dari jamur *Streptomyces sp.* dan Chloromycetin dihasilkan oleh jamur *Chloromycetes sp.* Dalam dunia kedokteran, antibiotika tersebut sudah lama dipakai untuk mengobati jenis penyakit yang disebabkan oleh bakteri, hanya yang perlu diperhatikan adalah dosis dan lamanya penggunaan antibiotika tersebut. Penggunaan dosis yang tidak tepat akan menyebabkan beberapa jenis bakteri menjadi kebal terhadap beberapa jenis penyakit.



LATIHAN

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

- 1) Guna penelitian tentang virus flu burung yang akhir-akhir ini ramai diperbincangkan, cabang biologi apa saja yang diperlukan?
- 2) Fisika sangat membantu dalam berkembangnya biologi. Coba Anda jelaskan beserta contohnya!

- 3) Berilah contoh pemanfaatan biologi dalam bidang pertanian dan industri!
- 4) Berikan contoh penemuan rekayasa genetika yang bermanfaat bagi kehidupan manusia!
- 5) Coba Anda jelaskan, cabang-cabang biologi apa saja yang perlu dipelajari ketika seorang siswa akan mengidentifikasi suatu hewan?

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Coba Anda kaji kembali kajian ilmu yang termasuk dalam cabang biologi.
- 2) Coba Anda pelajari kembali kedudukan biologi dengan ilmu-ilmu yang lain, berikan contohnya dalam hal dukungan ilmu fisika terhadap perkembangan biologi.
- 3) Coba Anda cari pemanfaatan biologi dalam bidang pertanian dan industri yang mungkin ada di daerah Anda.
- 4) Dengan rekayasa genetika manusia dapat memperoleh sifat-sifat baru yang menguntungkan. Contoh yang telah kita rasakan manfaatnya adalah penemuan bibit unggul. Cobalah Anda cari contohnya!
- 5) Untuk menjawab pertanyaan ini, coba Anda pelajari kembali cabang ilmu yang termasuk dalam biologi.



RANGKUMAN

Biologi merupakan suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang seluk-beluk makhluk hidup. Untuk lebih mendalami bagian-bagian dari makhluk hidup, akhirnya biologi berkembang menjadi beberapa cabang ilmu seperti botani, fisiologi, anatomi, ekologi, mikrobiologi, parasitologi, sitologi, paleontologi dan sebagainya. Hasil-hasil penelitian biologi ternyata sekarang telah banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhannya, misalnya dalam pertanian, peternakan, kedokteran, dan industri.

Dalam perkembangannya lebih lanjut ternyata biologi tidak dapat berkembang sendiri, tetapi senantiasa berhubungan dengan ilmu-ilmu lainnya seperti fisika, kimia, dan matematika.

Hasil-hasil penelitian biologi telah melahirkan produk-produk yang sangat bermanfaat bagi manusia, seperti dalam dunia pertanian dan peternakan. Dengan dihasilkannya bibit-bibit unggul, dalam dunia

kedokteran telah ditemukan teknik dalam transplantasi organ, bayi tabung serta antibiotika sebagai pengobatan penderita penyakit yang disebabkan oleh bakteri. Dalam dunia industri terutama pangan, telah ditemukan berbagai mikroorganisme dalam pembuatan makanan dan minuman.



TES FORMATIF 1 _____

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Sitologi merupakan cabang biologi yang mempelajari kehidupan pada tingkat
 - A. sel
 - B. jaringan
 - C. organ
 - D. sistem organ

- 2) Beberapa orang anak balita pada suatu daerah terserang penyakit campak. Penyebab penyakit ini dipelajari dalam cabang biologi yang disebut
 - A. bakteriologi
 - B. patologi
 - C. virologi
 - D. parasitologi

- 3) Suatu teknologi yang memanfaatkan mikroorganisme dikaji dalam
 - A. bioteknologi
 - B. mikrobiologi
 - C. biokimia
 - D. sanitasi

- 4) Mikroorganisme berikut ini yang bermanfaat dalam pembuatan keju adalah
 - A. *Rhizopus oryzae*
 - B. *Streptococcus cremoris*
 - C. *Saccharomyces cerevisiae*
 - D. *Saccharomyces carisbergensis*

- 5) Pada akhir abad ini, penduduk dunia diguncangkan oleh perasaan cemas akan tertularnya penyakit AIDS (*Aquired Immune Deficiency Syndrome*). Penyakit ini menjadi garapan biologi khususnya bidang
 - A. bakteriologi
 - B. sitologi
 - C. virologi
 - D. histologi

- 6) Sekelompok siswa sedang mengamati ruas-ruas pada tubuh serangga. Objek yang sedang diamati oleh kelompok siswa tersebut dipelajari dalam salah satu cabang biologi, yaitu
 - A. zoologi
 - B. morfologi
 - C. anatomi
 - D. entomologi

- 7) Cabang biologi yang memegang peranan penting dalam penelitian mengenai penyakit jantung adalah
 - A. pulmonologi
 - B. kardiologi
 - C. endokrinologi
 - D. neurologi

- 8) Perubahan struktur tubuh kuda primitif yang hidup jutaan tahun yang lalu sampai terbentuknya individu yang modern seperti sekarang ini dikaji dalam cabang biologi
 - A. paleontologi
 - B. ekologi
 - C. genetika
 - D. evolusi

- 9) Prinsip-prinsip fisika yang dapat membantu menjelaskan gejala biologi adalah
 - A. kapilaritas
 - B. penurunan sifat
 - C. kerja hormon
 - D. kerja enzim

- 10) Penyakit muntaber sering menyerang pada saat awal musim hujan, terutama di daerah yang padat penduduknya. Ilmu yang mempelajari perkembangan suatu wabah adalah
- A. patologi
 - B. histologi
 - C. entomologi
 - D. epidemiologi

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

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

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

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

KEGIATAN BELAJAR 2

Prinsip-prinsip Pengelompokan Makhluk Hidup

Ⓑ egitu beragamnya makhluk hidup di alam ini sehingga menuntut adanya suatu sistem untuk mengenal dan mempelajarinya. Beberapa ahli biologi mencoba menciptakan suatu sistem untuk mempermudah mengenal dan mempelajari makhluk hidup yang beraneka ragam melalui suatu cara pengklasifikasian, misalnya berdasarkan persamaan dan perbedaan dalam ciri morfologi, fisiologi, anatomi, dan tingkah laku. Persamaan dan perbedaan ini dapat dijumpai pada tingkat spesies, genus, dan famili dan juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan habitatnya.

Klasifikasi merupakan suatu cara yang sistematis dalam mempelajari suatu objek, misalnya makhluk hidup, dengan memperhatikan persamaan dan perbedaan ciri dan sifat yang tampak. Dalam klasifikasi diperlukan suatu metode penamaan (*nomen klatur*) sehingga objek studi dapat disederhanakan. Ilmu yang mempelajari klasifikasi disebut taksonomi. Pengetahuan taksonomi dapat dimanfaatkan untuk memahami arti keanekaragaman yang ada pada masa lalu dan masa sekarang. Secara umum klasifikasi dapat diartikan sebagai suatu proses menggolong-golongkan sesuatu berdasarkan aturan tertentu.

Tujuan dilakukannya klasifikasi untuk mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan tiap-tiap jenis agar mudah dikenal, mengetahui hubungan kekerabatan antarmakhluk hidup serta mempelajari evolusi makhluk hidup atas dasar kekerabatannya. Sebagai contoh, macan kumbang memiliki hubungan kekerabatan dengan kucing daripada dengan buaya karena macan kumbang dan kucing memiliki banyak persamaan ciri-ciri seperti sama-sama menyusui, bertulang belakang, berkaki empat, karnivora dan berambut. Sedangkan buaya bertelur, berkaki empat, kulit bersisik, dan melata.

1. Tahapan dalam Klasifikasi

Klasifikasi makhluk hidup dapat dilakukan melalui beberapa tahap, antara lain berikut ini.

a. *Pencandraan sifat-sifat makhluk hidup*

Pencandraan sifat-sifat makhluk hidup atau identifikasi ciri-ciri (sifat-sifat) organisme merupakan proses awal dalam klasifikasi. Identifikasi dimulai dari ciri-ciri yang tampak dan mudah diamati, seperti ciri-ciri morfologi, anatomi, dan fisiologi bagian-bagian tubuh. Misalnya, jumlah sayap, warna tubuh, jumlah ruas dada, dan cara makan.

b. *Pengelompokan berdasarkan ciri yang diamati*

Setelah masing-masing organisme diidentifikasi ciri atau sifatnya, selanjutnya dilakukan pengelompokan berdasarkan persamaan ciri atau sifat organisme tersebut. Contoh: burung, bebek dan ayam dikelompokkan dalam satu kelompok karena memiliki ciri-ciri yang sama yaitu: tubuh ditutupi bulu, memiliki paruh, bernapas dengan paru-paru, dan jantung terdiri dari empat ruang.

c. *Pemberian nama*

Pemberian nama takson merupakan hal yang sangat penting dalam klasifikasi. Misalnya, ayam dan itik dikelompokkan dalam kelompok unggas atau burung/aves berdasarkan ciri yang ada.

2. Urutan Tingkatan Takson dalam Klasifikasi

Kegiatan pengelompokan makhluk hidup menghasilkan kelompok-kelompok takson (jamak = taksa). Banyak dan sedikitnya persamaan atau perbedaan ciri antar anggota suatu kelompok makhluk hidup akan menentukan jenjang takson dan juga menunjukkan jenjang kekerabatannya. Kelompok makhluk hidup yang anggotanya memiliki sedikit persamaan berada pada takson yang lebih tinggi dibandingkan kelompok makhluk hidup yang anggotanya memiliki banyak persamaan. Semakin sedikit persamaan ciri antara makhluk hidup, semakin jauh kekerabatannya.

Untuk memudahkan dalam pengelompokan organisme disusunlah suatu aturan pengelompokan, yang dimulai dari yang paling rendah, yaitu spesies sampai ke tingkatan yang paling tinggi, yaitu Kingdom.

a. *Spesies (jenis)*

Spesies merupakan unit dasar dari klasifikasi. Dua organisme atau lebih dimasukkan dalam satu spesies yang sama jika organisme-organisme tersebut dapat melakukan perkawinan alami dan menghasilkan keturunan yang fertil,

artinya keturunan (anak-anak) yang dihasilkan dapat kawin sesamanya dan dapat menghasilkan anak.

Di dalam satu spesies sering terdapat berbagai macam makhluk hidup yang memiliki ciri khusus, yang disebut *varietas* atau *ras*. Varietas biasanya dipakai untuk menyebut variasi dalam satu spesies tumbuhan dan ras untuk hewan. Pada tumbuhan, di bawah spesies ada tingkatan takson yang setara dengan varietas, yaitu *kultivar*.

b. *Genus (marga)*

Genus adalah tingkatan takson yang memiliki beberapa spesies yang memiliki kesamaan ciri. Misalnya, bawang merah (*Allium cepa*) dan bawang putih (*Allium sativum*) merupakan dua spesies berbeda, namun masih dalam satu genus yaitu *Allium*

c. *Famili (suku)*

Famili adalah tingkatan takson yang anggotanya terdiri dari beberapa marga atau genus. Ketentuan untuk nama takson tingkat suku ialah terdiri atas satu kata, dibentuk dari salah satu nama takson tingkat marga yang dibawah dan dipilih sebagai tipe tata namanya ditambah dengan akhiran *aceae*, tidak dicetak miring.

Contoh, **Solanaceae** dibentuk dari kata **Solanum** + **aceae**

Namun, ada nama beberapa takson tingkat tumbuhan yang menyimpang dari ketentuan itu karena sudah sejak dulu digunakan.

Misalnya, Graminae, nama lain dari Poaceae. Compositae, nama lain dari Asteraceae.

Untuk hewan, dibentuk dengan cara, seperti pada tumbuhan, yaitu dari nama takson tingkat marga yang dipilih sebagai tipenya ditambah dengan akhiran **idea**.

Misalnya, **Canidae**, dibentuk dari **Canis** + **idea**.

d. *Ordo (bangsa)*

Ordo adalah tingkatan takson yang menghimpun beberapa famili. Pada hewan, untuk nama-nama takson di atas kategori suku berlaku ketentuan: nama-nama itu terdiri atas satu kata berbentuk jamak, tidak terikat kepada tipe di bawahnya, biasanya bersifat deskriptif, tidak mempunyai akhiran tertentu.

Contohnya, Ordo Carnivora

Beberapa kelompok khusus menggunakan akhiran *iformes* di belakang nama takson tingkat ordo. Misalnya, nama-nama tingkat ordo dari burung-burung dibentuk dari nama takson tingkat genus ditambah akhiran **iformes**.

Misalnya: **Columbiformes**, dibentuk dari **Columba** + **iformes**
Passeriformes, dibentuk dari **Passer** + **iformes**

Untuk tumbuhan dapat diambil dari salah satu suku yang tergolong dengan mengubah akhiran **aceae** menjadi **ales**.

Misalnya: **Malvaceae** (suku)
Malvales (bangsa)

Nama bangsa dapat juga diambil dari ciri khas dari seluruh bangsa.
 Misalnya: **Tubiflorae** (golongan tumbuhan yang berbunga tabung).

e. Classis (kelas)

Beberapa ordo yang memiliki persamaan ciri dimasukkan dalam satu kelas.

Misalnya, berikut ini.

- 1) Ordo Carnivora, ordo Rodentia (binatang pengerat, misal tikus), ordo Primata (bangsa kera), ordo Chiroptera (bangsa kelelawar), dan ordo Insektivora mempunyai ciri-ciri yang sama, yaitu melahirkan anak, mempunyai kelenjar susu serta menyusui anaknya sehingga dimasukkan dalam satu kelas, yaitu Mamalia.
- 2) Dicotyledoneae (tumbuhan yang mempunyai lembaga dua).

f. Phylum (filum) atau divisio

Filum atau divisio merupakan tingkatan takson yang menghimpun beberapa kelas yang memiliki persamaan ciri. Filum digunakan untuk menunjuk takson hewan, sedangkan divisio digunakan untuk menunjuk takson tumbuhan. Untuk tingkat divisio, ditentukan bahwa nama takson itu harus menceminkan ciri khas seluruh warga divisio ditambah ahkiran **phyta** atau **mycota**

Contohnya: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
 Eumycota (jamur sebenarnya)

g. Kingdom (kerajaan) atau regnum (dunia)

Semua hewan dimasukkan dalam kingdom animalia, sedangkan semua tumbuhan dimasukkan dalam kingdom Plantae.

Contoh Klasifikasi

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Kelas	: Dicotyledoneae (tumbuhan berkeping dua)
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae (getah-getahan)
Genus	: <i>Ricinus</i>
Spesies	: <i>Ricinus communis</i> (jarak)
Nama daerah	: jarak, kaliki, kaleke
Asal usul	: Afrika Timur

3. Sistem Tata Nama Makhluk Hidup

Sebenarnya nama-nama tumbuhan dan hewan telah diberikan sejak manusia mengenal makhluk tersebut. Mereka memberi nama dalam bahasa mereka sendiri, misalnya orang Cina memberi nama dengan bahasa Cina, orang Mesir dengan bahasa Mesir tanpa adanya suatu pedoman. Maka timbullah nama daerah, yaitu nama sehari-hari yang diberikan oleh suatu daerah kepada hewan atau tumbuhan. Nama ini dirasa tidak praktis karena tiap-tiap daerah mempunyai nama-nama sendiri untuk setiap jenis tumbuhan dan hewan sehingga orang dari daerah lain tidak akan mengenal jenis tumbuhan dan hewan suatu daerah jika disebutkan hanya namanya. Misalnya, babi hutan di Jawa Barat disebut bagong, sedangkan di Jawa Timur dan Jawa Tengah disebut celeng. Bagi orang dari Jawa Tengah bagong merupakan salah seorang tokoh pewayangan kelompok Semar. Jadi, jauh sekali pengertiannya dengan babi hutan.

Dengan adanya hal-hal, seperti di atas maka perlu kiranya para ahli taksonomi untuk menciptakan suatu sistem tata nama yang mantap, praktis, dan dapat digunakan secara universal, selain itu untuk memudahkan dalam komunikasi maka dibuatlah suatu aturan dan bahasa yang dimengerti agar tidak menimbulkan kebingungan.

Carolus Linnaeus pada tahun 1735 menciptakan suatu sistem tata nama. Bahasa yang digunakan adalah bahasa latin karena pada masa Carolus Linnaeus bahasa tersebut merupakan bahasa ilmiah yang universal. Carolus Linnaeus memberikan nama dengan dua kata yang dikenal dengan istilah *binomial nomenklatur*. Ketentuan penamaan tersebut adalah sebagai berikut.

- Nama spesies terdiri atas dua kata yang dilatinkan. Misalnya, *Cyprinus carpio* (ikan mas), *Piper nigrum* (lada).

- b. Nama pertama menunjukkan genus, dan huruf pertama menggunakan huruf kapital, misalnya *Piper* dan *Cyprinus*.
- c. Nama kedua menunjukkan nama spesies atau penunjuk spesies, yang huruf awalnya ditulis dengan huruf kecil, misalnya *carpio* dan *nigrum*.
- d. Jika nama takson tingkat jenis untuk tumbuhan terdiri atas dua kata maka kata kedua dan berikutnya harus disatukan atau ditulis dengan tanda hubung.

Contohnya: *Hibiscus rosa sinensis* harus ditulis *Hibiscus rosinensis* atau *Hibiscus rosa-sinensis*.

- e. Nama takson tingkat jenis untuk tumbuhan tidak boleh merupakan suatu tautonim, yaitu nama yang terdiri atas dua kata yang persis sama atau kata yang hampir sama.

Contohnya,; *Hibiscus hibiscus* (dua kata yang sama) atau *Boldu boldus* (dua kata yang hampir sama).

Untuk hewan masih dibenarkan adanya tautonim.

Misalnya, *Gallus gallus* (ayam).

- f. Pada tumbuhan dalam pemberian nama takson tingkat jenis yang disusul dengan nama istilah takson anak jenis yang dimaksud diikuti oleh petunjuk takson di bawah tingkat jenis tadi. Contoh berikut ini menunjukkan nama suatu varietas rosella.

Hibiscus sabdariffa var. alba (rosela varietas putih).

- g. Untuk nama pencipta atau orang yang pertama mempublikasikan nama ilmiah suatu organisme, nama pencipta dapat dicantumkan.

Misalnya: *Cancer pagurus* Linneaus, Nama genus adalah *Cancer*, nama penunjuk spesies adalah *pagurus*, Pengidentifikasian pertama kali dilakukan oleh Linneaus maka nama ilmiahnya dapat ditulis, seperti berikut.

Cancer pagurus Lin atau *Cancer pegurus* L.

4. Sistem Klasifikasi

Sistem klasifikasi makhluk hidup pertama kali dipelopori oleh Carolus Linnaeus pada abad ke-18. Prinsip pengelompokan oleh Linneaus adalah pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri dan pemberian nama dengan sistem nama ganda.

Pengklasifikasian makhluk hidup pada umumnya dilakukan dengan menggunakan suatu sistem tertentu. Sistem klasifikasi yang dikenal sampai sekarang adalah sistem buatan, sistem alami, dan sistem filogenetik.

a. Sistem alami

Sistem alami merupakan cara pengelompokan organisme berdasarkan ciri morfologi, anatomi dan fisiologi yang dimiliki. Jika dua organisme memiliki banyak persamaan ciri maka ciri ini dikatakan sebagai penghubung kekerabatan sehingga kedua organisme tersebut dimasukkan dalam kelompok yang sama.

Klasifikasi sistem alami dikemukakan oleh Aristoteles, seorang ahli filsafat Yunani yang membagi makhluk hidup menjadi 2 kingdom, yaitu hewan dan tumbuhan. Aristoteles membagi hewan menjadi beberapa kelompok berdasarkan habitat dan perilakunya. Sedangkan tumbuhan dikelompokkan berdasarkan ukuran dan strukturnya. Sebagai contoh, kingdom tumbuhan dibagi menjadi tiga divisi, yaitu herba, semak, dan pohon.

Seorang murid Aristoteles bernama Theophrastus dijuluki sebagai *bapak botani* karena telah mengklasifikasikan tumbuhan dengan melalui pengamatannya sendiri dengan ketelitian yang sangat tinggi. Karya ilmiahnya yang terkenal *Historia Plantarum*, buku ini memberikan sumbangan yang besar dalam bidang botani. Sistem klasifikasi oleh Theophrastus, yaitu sistem alami, membagi tumbuhan menjadi empat kelompok, yaitu pohon, semak atau perdu, setengah semak atau setengah perdu, dan herba atau terna.

Walaupun klasifikasi sistem ini kurang berhasil dikembangkan, namun sistem alami ini memiliki kelebihan, yaitu identifikasinya mudah dan pengelompokan organisme yang kurang dikenal masih mungkin dilakukan dengan sistem klasifikasi ini.

b. Sistem buatan

Sistem buatan merupakan cara pengelompokan berdasarkan pada sejumlah kecil sifat-sifat persamaan ciri morfologi tanpa memandang kesamaan struktur yang mungkin memperlihatkan kekerabatan. Klasifikasi ini antara lain mengelompokkan tumbuhan berdasarkan dasar warna bunga, massa bunga, bentuk daun, jumlah benang sari, dan putik.

Sistem klasifikasi buatan ini diperkenalkan oleh Carolus Linnaeus yang menyusun klasifikasi yang lebih mudah dipahami dari pada sistem sebelumnya. Sistem klasifikasi tumbuhan yang dikemukakan oleh Linnaeus juga disebut dengan *sistem seksual* karena Linnaeus memusatkan perhatiannya pada alat reproduksi tumbuhan.

Karya Linnaeus yang sangat penting adalah *penamaan jenis (spesies)* dengan menggunakan bahasa latin. Bahasa Latin digunakan karena pada masa itu bahasa tersebut adalah bahasa ilmiah yang universal. Linnaeus memberikan sistem tata nama berupa nama ilmiah pada setiap spesies makhluk hidup yang terdiri atas dua bagian yaitu bagian pertama sebagai nama genus dan bagian kedua sebagai petunjuk spesies. Sistem penamaan dua bagian ini disebut *sistem tata nama ganda* atau *binomial nomenclature*.

Contoh penggunaan tata nama ganda ini adalah *Bambusa spinosa* (bambu berduri). Nama genus bambu adalah *Bambusa*, sedangkan penunjuk spesiesnya adalah *spinosa*.

c. Sistem filogenetik

Sistem klasifikasi filogenetik muncul setelah teori evolusi dikemukakan oleh para ahli biologi. Sistem ini disusun berdasarkan jauh dekatnya kekerabatan antara takson (kelompok yang terbentuk dari pengklasifikasian) yang satu dengan lainnya sekaligus mencerminkan perkembangan makhluk hidup. Pada sistem ini juga dijelaskan mengenai kesamaan susunan molekul dengan senyawa biokimia pada makhluk hidup yang memiliki fungsi yang berbeda pada setiap makhluk hidup. Pada dasarnya klasifikasi filogenetik disusun berdasarkan persamaan fenotip, faal, dan tingkah laku yang diamati.

Sistem ini diperkenalkan oleh Charles Darwin lewat bukunya yang berjudul *The Origin of Spesies by Means of Natural Selection*. Dalam buku tersebut Darwin menyatakan ada hubungan antara klasifikasi dan evolusi. Dasar pemikirannya bahwa organisme berubah sehingga berbeda sifat atau cirinya dengan sifat dan ciri nenek moyangnya.

Bertolak dari teori evolusi Darwin, muncullah sistem klasifikasi modern berdasarkan filogeni, yaitu klasifikasi yang disusun dengan melihat keturunan dan hubungan kekerabatan. *Filogeni adalah sejarah evolusi suatu kelompok organisme*. Klasifikasi yang berdasarkan filogeni disebut *klasifikasi filogenetik*. Sistem ini didasarkan pada jauh dekatnya kekerabatan antarorganisme atau kelompok organisme. Organisme-organisme yang berkerabat dekat memiliki persamaan ciri yang lebih banyak dibandingkan dengan organisme yang berkerabat jauh. Ciri-ciri yang digunakan dalam pengklasifikasian adalah ciri morfologi, anatomi, fisiologi, dan perilaku.

Klasifikasi yang didasarkan pada hubungan filogenetik mengalami berbagai perkembangan. Klasifikasi ini diakui dan dipakai secara internasional. Ada beberapa sistem klasifikasi yang pernah diperkenalkan oleh para ahli taksonomi, yaitu sebagai berikut.

1. Sistem Dua Kingdom

Sistem dua kingdom adalah sistem klasifikasi yang pertama dan dikemukakan oleh Aristoteles yang pada saat itu belum dikenal organisme mikroskopis.

Dalam sistem ini organisme dibedakan atas dua dunia, yaitu berikut ini.

- a. *Kingdom Plantae* (dunia tumbuhan). Dasar pengelompokan tumbuhan adalah semua organisme yang mempunyai dinding sel kaku atau keras karena tersusun dari selulosa dan mempunyai kemampuan melakukan fotosintesis. Meskipun tidak berklorofil, bakteri dan jamur dimasukkan dalam kingdom plantae. Alga, lumut, paku-pakuan dan tumbuhan berbiji juga dimasukkan pada kingdom tumbuhan.
- b. *Kingdom Animalia* (dunia hewan), dikelompokkan berdasarkan suatu ciri, yaitu mempunyai kemampuan berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain, tidak berklorofil dan tidak ber dinding sel. Misalnya, Protozoa, Porifera, Coelenterata, Arthropoda, Echinodermata sampai Chordata.

2. Sistem Tiga Kingdom

Sistem tiga kingdom muncul setelah adanya mikroskop, yang mengungkapkan adanya makhluk mikroorganisme bersel satu (uniseluler) dan bersel banyak (multiseluler) yang memiliki ciri hewan dan tumbuhan. Makhluk hidup tersebut dikelompokkan tersendiri, yaitu kingdom protista. Dengan demikian, makhluk hidup, kemudian dikelompokkan menjadi tiga kingdom, yaitu sebagai berikut.

- a. *Kingdom Protista*. Ciri-ciri adalah tubuh terdiri dari satu sel atau banyak sel yang belum terdiferensiasi. Contohnya, semua organisme yang bersel satu, misalnya alga dan diatom, serta organisme multiseluler sederhana seperti Paramecium dan alga.
- b. *Kingdom Plantae*. Terdiri dari organisme yang bersifat autotrof, eukariota multiseluler dan berreproduksi dengan spora. Contohnya, jamur, lumut, paku, dan tumbuhan biji.
- c. *Kingdom Animalia*. Terdiri dari organisme yang bersifat heterotrof dan multiseluler. Contohnya, Protozoa, Porifera, Coelenterata, Arthropoda, Echinodermata sampai Chordata.

3. Sistem Empat Kingdom

Sistem empat kingdom berkembang setelah dalam struktur sel ditemukan inti sel yang tersebar dalam sitoplasma. Hal ini terjadi karena tidak ada membran yang membungkus inti yang disebut *prokariotik*. Selain itu,

ditemukan juga organisme *eukariotik*, yaitu organisme yang inti selnya telah mempunyai membran inti. Berdasarkan hal tersebut maka organisme dikelompokkan menjadi empat kingdom, yaitu sebagai berikut.

- a. *Kingdom Monera*, memiliki ciri-ciri inti tanpa membran (prokariot).
- b. *Kingdom Protista*, terdiri dari organisme bersel satu dan organisme multiseluler yang belum terdiferensiasi.
- c. *Kingdom Plantae*, terdiri dari jamur, lumut, paku dan tumbuhan biji.
- d. *Kingdom Animalia*, semua hewan mulai dari Protozoa sampai Chordata.

4. Sistem Lima Kingdom

Sistem lima kingdom dikembangkan oleh R.H. Whittaker tahun 1969 dan banyak didukung oleh ilmuwan biologi. Pada sistem ini, jamur dipisahkan dari kingdom plantae berdasarkan ciri struktur sel dan cara memperoleh makanan, kemudian dikenal klasifikasi sistem lima kingdom yang terdiri atas berikut ini.

- a. *Kingdom Monera*, memiliki ciri-ciri sel yang prokariotik, artinya sel tersebut tidak memiliki membran sel, dan selain itu juga tidak memiliki mitokondria, retikulum endoplasma, badan golgi dan lisosom. Cara berkembang biak dengan membelah diri secara langsung (amitosis). Makhluk hidup yang termasuk Kingdom Monera adalah ganggang hijau-biru, Archaeobacteria dan Eubacteria.
- b. *Kingdom Protista*, memiliki ciri-ciri tubuh tersusun dari satu sel atau banyak sel, namun sel-sel tersebut sederhana dan tidak membentuk jaringan. Sel bersifat eukariotik, misalnya termasuk protozoa dan ganggang.
- c. *Kingdom Fungi/jamur*, memiliki ciri-ciri organisme eukariota, sebagian besar multiseluler, bersifat heterotrof dengan cara menyerap zat-zat makanan dari lingkungan. Makhluk hidup yang termasuk Kingdom ini adalah semua jamur, kecuali jamur lendir dan jamur air.
- d. *Kingdom Plantae*, memiliki ciri-ciri organisme eukariota, multiseluler, bersifat autotrof dan dapat melakukan fotosintesis. Organisme yang termasuk Kingdom ini adalah Bryophyta, Pterydophyta, dan Spermatophyta.
- e. *Kingdom Animalia*. Memiliki ciri-ciri eukariota bersel banyak yang bersifat heterotrof. Makhluk hidup yang termasuk kingdom ini adalah semua hewan mulai dari Protozoa sampai Chordata.

5. Sistem Enam Kingdom

Sistem enam kingdom pertama kali dikemukakan oleh Carl Woese, seorang ahli biologi molekuler dari *University of Illionis*, yang menemukan bahwa Archaeobacteria berbeda dengan Eubacteria (bakteri). Archaeobacteria berbeda dengan Eubacteria dalam hal proses transkripsi dan translasi genetiknya. Pada Archaeobacteria transkripsi dan translasinya lebih mirip dengan apa yang terjadi pada eukariotik. Selanjutnya para ahli biologi bersepakat memisahkan Eubacteria dan Archaeobacteria. Secara lengkap klasifikasi sistem enam kingdom adalah berikut ini.

- a. *Eubacteria* (bakteri), ciri-cirinya adalah prokariot bersel satu.
- b. *Archaeobacteria* (prokariot), ciri-cirinya mirip eukariot.
- c. *Protista*, (eukariot bersel satu), ciri-cirinya tidak memiliki jaringan atau sel yang terdiferensiasi.
- d. *Fungi*, ciri-cirinya bersifat eukariot osmotrofik bersel satu atau banyak.
- e. *Plantae* (tumbuhan), bersifat autotrof, eukariot multiseluler, dan bereproduksi dengan spora.
- f. *Animalia* (hewan), bersifat heterotrof dan eukariot multiselular.

Dari kelima sistem klasifikasi di atas, klasifikasi mana yang terbaik tergantung pada kesepakatan bersama. Tidak ada keputusan dari para ahli biologi dan taksonomi yang menentukan klasifikasi mana yang lebih baik karena masing-masing sistem memiliki dasar sendiri-sendiri. Namun, pada saat ini kecenderungan para ahli biologi menggunakan sistem klasifikasi lima atau enam kingdom.



LATIHAN

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

- 1) Coba Anda jelaskan apa tujuan dilakukannya pengklasifikasian makhluk hidup!
- 2) Jelaskan apa yang dimaksud dengan klasifikasi filogenetik!
- 3) Protista masuk ke dalam kingdom tersendiri sehingga muncul sistem klasifikasi lima kingdom. Jelaskan sistem klasifikasi lima kingdom dan sebutkan tiga kelompok organisme yang tergolong protista!
- 4) Sebutkan urutan tingkat takson dalam klasifikasi makhluk hidup!
- 5) Jelaskan dengan contoh cara penulisan nama spesies makhluk hidup!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Klasifikasi makhluk hidup memberi manfaat bagi orang-orang yang ingin mengetahui keanekaragaman hayati, di samping ingin mengenal berbagai spesies makhluk hidup.
- 2) Sistem klasifikasi filogenetik merupakan klasifikasi berdasarkan pengelompokan yang memperhatikan sejarah evolusi.
- 3) Anda dapat menjelaskan sistem klasifikasi lima kingdom dengan melihat uraian sistem klasifikasi filogenetik serta memberi contoh kelompok hewan yang tergolong protista.
- 4) Urutan tingkatan takson dalam klasifikasi makhluk hidup untuk hewan adalah kingdom, filum, kelas, ordo, famili, genus dan spesies. Untuk tumbuhan tentunya Anda dapat mengurutkannya.
- 5) Salah satu contoh spesies adalah pisang atau *Musa paradisiaca*, tuliskan dengan benar penulisan spesies menurut binomial nomenclature.



RANGKUMAN

Cara mempelajari dan mengenal organisme dapat dilakukan dengan menggunakan suatu sistem klasifikasi. Sistem klasifikasi yang dikenal sampai saat ini adalah sistem buatan, sistem alami dan sistem filogenetik. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, para ahli taksonomi mengklasifikasikan organisme berdasarkan sistem filogenetik dengan alternatif menggunakan sistem dua kingdom, sistem tiga kingdom, sistem empat kingdom, sistem lima kingdom dan sistem enam kingdom yang masing-masing sistem memiliki dasar sendiri-sendiri.

Untuk mengklasifikasikan organisme dilakukan tahap-tahap sebagai berikut: pencandraan sifat makhluk hidup, pengelompokan berdasarkan ciri yang diamati, dan pemberian nama. Dalam pemberian nama makhluk hidup, Carolus Linnaeus memperkenalkan tata nama ganda, yaitu nama pertama menunjukkan genus dan nama ke dua menunjukkan spesies. Pengelompokan makhluk hidup menggunakan takson-takson yang disusun dari yang mempunyai sedikit persamaan hingga ke yang mempunyai banyak persamaan sehingga dijumpai deretan takson berikut.

Hewan: kingdom → filum → kelas → ordo → famili → genus → spesies;

Tumbuhan: kingdom → divisi → kelas → ordo → famili → genus → spesies;

TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri disebut
 - A. taksonomi
 - B. sistematika
 - C. klasifikasi
 - D. takson

- 2) Cara pengelompokan makhluk hidup berdasarkan ciri morfologi, anatomi dan fisiologi adalah berdasarkan klasifikasi sistem
 - A. alami
 - B. taksonomi
 - C. filogenetik
 - D. buatan

- 3) Perhatikan nama hewan berikut ini, *Panthera leo*, *Panthera tigris*, *Panthera pardus*. Hal yang sama berdasarkan nama hewan tersebut adalah
 - A. mereka semua adalah macan
 - B. penunjuk spesies adalah sama
 - C. berada dalam takson genus yang sama
 - D. tergolong dalam famili Felidae

- 4) Salah satu alasan klasifikasi taksonomi dapat berubah adalah
 - A. berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan
 - B. adanya evolusi
 - C. ditemukannya spesies baru
 - D. punahnya suatu organisme

- 5) Urutan tingkat takson dari yang tertinggi sampai terendah adalah
 - A. kingdom – filum/divisi – kelas – ordo – genus – famili – spesies
 - B. kingdom – filum/divisi – kelas – famili – ordo – genus – spesies
 - C. kingdom – filum/divisi – kelas – ordo – famili – genus – spesies
 - D. kingdom – filum/divisi – ordo – kelas – genus – famili - spesies

- 6) Hypogea pada nama ilmiah kacang tanah *Arachis hypogaea* menunjukkan
 - A. nama spesies
 - B. penunjuk spesies

- C. nama genus
D. nama famili
- 7) Cara penulisan spesies yang benar adalah
A. Plasmodium vivax
B. *Plasmodium vivax*
C. *Plasmodium Vivax*
D. Plasmodium Vivax
- 8) Penulisan nama takson tumbuhan tingkat jenis tersebut di bawah ini yang menyalahi ketentuan adalah
A. *Ipomoea batalis*
B. *Tektona grandis*
C. *Linaria linaria*
D. *Mangifera indica*
- 9) Apabila suatu takson berakhiran *iformes*, ini menunjukkan bahwa takson tersebut berada pada tingkat kategori
A. ordo
B. varietas
C. genus
D. subspecies
- 10) Makhluk hidup yang mempunyai kekerabatan yang dekat adalah makhluk hidup yang memiliki
A. banyak persamaan ciri
B. sedikit persamaan ciri
C. tidak mempunyai persamaan ciri
D. persamaan dan pemanfaatannya

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

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

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3

Keanekaragaman Hayati, Pemanfaatan serta Pelestarian Sumber Daya Alam Hayati

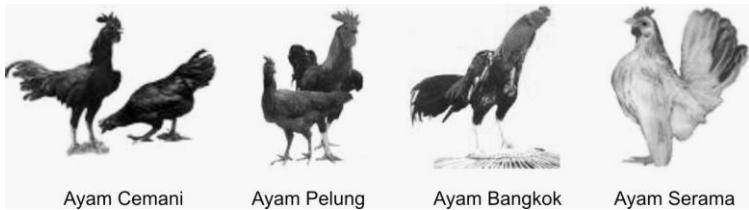
Pernahkah Anda memperhatikan tumbuhan, hewan bahkan manusia yang ada di lingkungan Anda? Tentunya Anda akan menemukan adanya persamaan dan perbedaan di antara makhluk hidup yang Anda amati. Setiap makhluk hidup yang Anda amati tentunya ada persamaan ciri, seperti bergerak, bernapas, tumbuh, berkembang biak, merespons terhadap rangsang dan lain-lain, namun selain mempunyai persamaan-persamaan makhluk hidup juga mempunyai perbedaan. Perbedaan tersebut sangat beragam, seperti perbedaan bentuk tubuh, cara memperoleh makanan, cara berkembang biak, tempat hidup, penampilan, dan sifat-sifat lainnya. Perbedaan-perbedaan pada makhluk hidup tersebut menunjukkan adanya keanekaragaman.

Keanekaragaman hayati menunjukkan adanya variasi makhluk hidup yang meliputi bentuk, penampilan, jumlah serta ciri-ciri lain, yang terlihat pada tingkat yang berbeda-beda. Dimulai dari tingkat genetik, tingkat jenis, sampai dengan tingkat ekosistem. Karena ketiga macam keanekaragaman itu saling kait-mengait dan tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya dan merupakan satu kesatuan (totalitas) keanekaragaman hayati.

Nah sekarang marilah kita membahas satu demi satu dari mulai tingkat genetik (gen), tingkat jenis dan tingkat ekosistem.

A. KEANEKARAGAMAN GENETIK

Kita barangkali pernah melihat atau sengaja mengamati keanekaragaman bentuk, penampilan dan sifat-sifat lain pada suatu makhluk hidup. Misalnya, pada durian untuk tumbuhan dan ayam untuk hewan, yang ternyata dalam jenis yang sama kita temukan banyak keragaman, baik dalam bentuk, penampilan, ukuran maupun sifat-sifatnya. Kita mengenal adanya durian petruk, durian montong, durian lampung, durian limau, durian timas dan sebagainya. Demikian juga pada hewan, seperti ayam, ada ayam cemani, ayam pelung, ayam bangkok, dan ayam serama, dan ayam negeri. Ini merupakan bukti terdapatnya keanekaragaman di dalam lingkungan jenis. Keanekaragaman ini dinamakan keanekaragaman genetik atau keanekaragaman plasma nutfah.

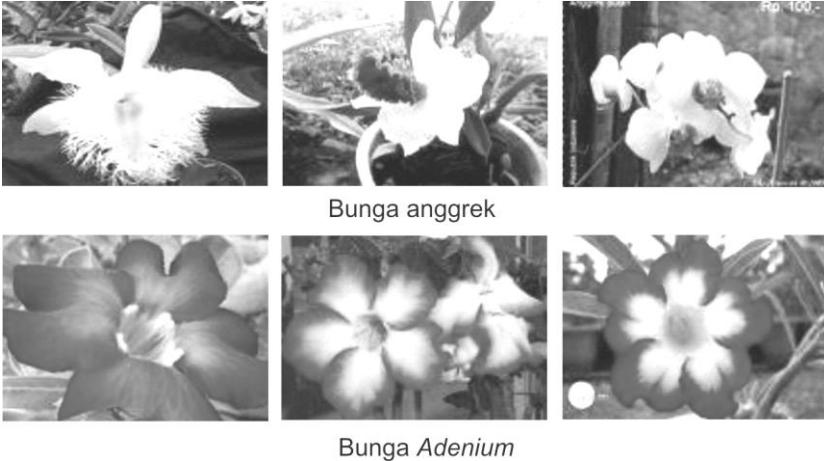


Gambar 1.2.
Keanekaragaman genetik

Pada keanekaragaman genetik, setiap jenis pada umumnya terdiri atas beberapa populasi yang tersusun dari sekumpulan individu yang banyak sekali jumlahnya. Seperti yang telah kita pelajari bersama bahwa seluruh warga suatu jenis itu memiliki kerangka dasar komponen genetik yang sama. Akan tetapi, setiap dasar tadi tersusun oleh ribuan faktor penyusun kebakaan. Faktor inilah yang menentukan apakah seekor ayam itu berbulu putih, berjengger tunggal, berparuh tajam, dan berbadan besar atau sifat lainnya. Untuk setiap yang tampak tadi atau yang tidak jelas terlihat, ada faktor pengaturnya yang disebut dengan gen. Sekalipun individu-individu satu jenis itu memiliki kerangka dasar komponen genetik yang sama, setiap individu ternyata memiliki komponen faktor yang berbeda, tergantung pada tetuanya. Susunan perangkat faktor genetik ini menentukan sifat yang disandang individu yang bersangkutan. Keanekaragaman genetik suatu jenis ditentukan oleh keanekaragaman susunan faktor genetik yang terkandung dalam jenis yang bersangkutan.

Jadi, masing-masing individu dalam suatu jenis mempunyai susunan faktor genetik yang tidak sama dengan susunan genetik individu yang lain, meskipun dalam jenis yang sama. Tetapi, walaupun masing-masing individu itu memiliki susunan genetik yang berbeda, di dalam tingkat jenisnya akan terdapat pengelompokan yang memungkinkan adanya kisaran kesamaan dalam taraf-taraf tertentu, membentuk *lingkang (pool)* individu yang mempunyai kesamaan dalam kisaran lingkungan itu.

Keanekaragaman gen dapat terjadi secara alami akibat perkawinan seksual maupun secara buatan dengan proses budi daya manusia. Hewan dan tumbuhan tertentu dibudidayakan untuk diambil manfaatnya, misalnya persilangan antara tanaman anggrek atau persilangan antara bunga kamboja jepang (*Adenium*) akan menghasilkan warna dan bentuk bunga yang beraneka ragam.



Gambar 1.3.

Hasil Persilangan Tanaman Bunga dapat Menghasilkan Warna dan Bentuk Bunga yang Beraneka Ragam

Untuk membuktikan adanya keanekaragaman genetik, Anda dapat melakukan suatu pengamatan di lingkungan tempat tinggal Anda. Carilah tanaman atau hewan yang pada satu jenis terdapat keanekaragaman, baik dalam penampilan, bentuk maupun sifat-sifat lainnya. Gunakan kamera untuk kegiatan ini. Kumpulkan dan tempelkan hasil foto Anda pada suatu kertas/buku untuk setiap keanekaragaman genetik yang Anda amati.

B. KEANEKARAGAMAN JENIS

Jenis merupakan suatu organisme yang dapat dikenal dari bentuk atau penampilannya dan terdiri atas pengelompokan populasi atau gabungan individu yang mampu saling berkawin sesamanya secara bebas (tetapi tidak dapat melakukannya dengan jenis yang lain) untuk menghasilkan keturunannya yang fertil dan menyerupai tetuanya. Untuk kelompok individu yang tidak berbiak secara kawin, misalnya jenis mikrobiota batasan jenis ditentukan oleh kemampuannya dalam menduduki relung yang sama.

Jenis itu dibentuk oleh kesesuaian kandungan yang mengatur sifat-sifat kebakaan dengan lingkungan tempat hidupnya. Oleh karena lingkungan tempat hidupnya itu beraneka ragam, jenis yang dihasilkan pun pasti akan beraneka ragam pula. Proses terjadinya jenis pada umumnya berlangsung secara perlahan-lahan dan dapat memakan waktu ribuan tahun, melalui

perubahan penyesuaian atau evolusi dari jenis lain yang ada sebelumnya. Selanjutnya, jenis yang terjadi ini juga mempunyai peluang untuk menjelmakan jenis-jenis lain. Selama ber miliar-miliar tahun melalui proses evolusi, telah terbentuk jutaan jenis yang berbeda-beda. Dengan demikian, proses berlangsungnya pembentukan jenis dengan cara di atas mengakibatkan adanya keterkaitan antara jenis yang satu dengan jenis yang lainnya. Keterkaitan inilah yang disebut **kekerabatan**.

Faktor kebakaan (susunan genetik) suatu jenis diturunkan dari suatu generasi ke generasi berikutnya. Oleh karena itu, anggota jenis yang sama akan memiliki kerangka dasar komponen genetik yang sama. Sebaliknya, kerangka dasar komponen genetik (kromosom) jenis yang berbeda akan berbeda pula. Perbedaan ini dalam rangka penyesuaian suatu jenis terhadap lingkungan tempat hidupnya. Jika lingkungan berubah pasti akan terjadi proses penyesuaian baru oleh jenis yang bersangkutan. Dalam skala waktu yang panjang, besar kemungkinan jenis yang mengalami penyesuaian ini akan berevolusi dan membentuk jenis-jenis baru. Dengan demikian, akan menambah keanekaragaman jenis atau punah karena tidak dapat menyesuaikan diri. Karena secara alami lingkungan terus-menerus mengalami perubahan maka proses penyesuaian diri (yang berarti proses pembentukan/pemusnahan jenis) pun akan terus-menerus terjadi.

Keanekaragaman jenis biasanya dijumpai pada suatu tempat tertentu yang dihuni kumpulan makhluk hidup dari berbagai jenis (komunitas). Sebagai contoh, di lapangan dijumpai rumput, kupu-kupu, katak, bunga pukul empat, belalang dan sebagainya.

Untuk membuktikan adanya keanekaragaman jenis, lakukanlah suatu pengamatan pada suatu ekosistem tertentu. Amati secara seksama jenis apa saja yang Anda dapatkan, kemudian tuliskan hasil pengamatan pada Tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1.1.

Ekosistem:

No.	Jenis Organisme yang Diamati		Keterangan
	Nama Latin	Nama Daerah	
1.
2.
3.
4.
Dst.
Kesimpulan:			
.....			

Bagaimana hasilnya? Dari hasil pengamatan di atas kita dapat membuat suatu kesimpulan bahwa suatu tipe ekosistem tertentu akan terdiri dari beberapa jenis organisme.

C. KEANEKARAGAMAN EKOSISTEM

Merupakan suatu satuan lingkungan yang terdiri dari unsur-unsur biotik (jenis-jenis makhluk hidup), faktor-faktor fisik (iklim, air, tanah udara) dan kimiawi (keasaman, salinitas) yang saling berinteraksi satu sama lainnya. Gatra yang dapat kita gunakan sebagai ciri keseluruhan ekosistem adalah energetikal (taraf trofi atau makanan, produsen, konsumen, dan reducen), pendauran hara (peran pelaksana trofi) dan produktivitas (hasil keseluruhan sistem).

Jika kita lihat dari komponen biotanya, jenis yang dapat hidup dalam satu ekosistem ditentukan oleh hubungannya dengan jenis yang tinggal dalam ekosistem tersebut. Selain itu keberadaannya ditentukan pula oleh lingkungan fisik dan kimia di sekitarnya. Dengan demikian, interaksi antarorganisme ditentukan oleh keseluruhan jenis, faktor-faktor fisik, dan kimia yang menyusun ekosistem itu.

Karena ekosistem terdiri atas perpaduan berbagai jenis, dengan berbagai macam kombinasi lingkungan fisik dan kimia yang berbeda, ekosistem yang dihasilkan pun akan berbeda pula. Perbedaan ini juga terlihat pada gatra pencirian ekosistem, yaitu perbedaan energetika, pendauran hara, dan produktivitasnya. Dari kenyataan di atas, memberikan kejelasan kepada kita adanya keanekaragaman ekosistem karena tidak mungkin suatu ekosistem yang ada itu tersusun dari jenis-jenis yang sama dengan unsur-unsur lingkungan fisik dan kimia yang sama pula. Dengan demikian, suatu tipe ekosistem tentu akan terdiri dari kombinasi jenis dan unsur lingkungan yang khas, yang berbeda dengan susunan kombinasi ekosistem yang lain. Paling sedikit terdapat 47 ekosistem di Indonesia. Di daratan mulai dari pantai sampai ke dataran tinggi (pegunungan) kita menjumpai berbagai ekosistem. Contoh ekosistem, antara lain Ekosistem gurun, ekosistem hutan hujan tropis, ekosistem pesisir, ekosistem sungai, ekosistem laut, dan ekosistem danau. Masing-masing ekosistem tersebut memiliki jenis tumbuhan dan hewan yang berbeda. Pada ekosistem gurun kita akan menemukan beberapa jenis hewan melata, serangga, dan beberapa tumbuhan seperti tumbuhan gurun, kaktus, rumput liar. Pada ekosistem danau kita akan menemukan beberapa jenis hewan seperti, berbagai jenis ikan, dan hewan invertebrata, dan beberapa tanaman air, seperti eceng gondok, ganggang, dan kiambang.



Ekosistem hutan hujan tropis

Ekosistem pesisir

Ekosistem hutan mangrove

Gambar 1.4.
Keanekaragaman Ekosistem

Nah untuk membuktikan apakah benar suatu tipe ekosistem terdiri dari kombinasi organisme dengan unsur lingkungan yang khas dan berbeda dengan susunan kombinasi ekosistem yang lain? Marilah kita melakukan survei lapangan.

Langkah pertama, kita tentukan terlebih dahulu dua ekosistem terdekat dari tempat tinggal kita. Kita dapat memilih misalnya ekosistem sawah dan ekosistem danau atau kolam. *Langkah kedua* adalah mengamati dan mencatat organisme-organisme yang ada pada kedua ekosistem tersebut, demikian juga unsur-unsur lingkungannya. Kemudian, kita buat kolom, seperti kolom di bawah ini. Bandingkan hasilnya! Adakah perbedaan kombinasi di antara keduanya?

Tabel 1.2.

Ekosistem:	Ekosistem:
1. Komposisi organisme (biotik)	1. Komposisi organisme (biotik)
a. Produsen:	a. Produsen:
.....
.....
b. Konsumen:	b. Konsumen:
.....
.....
c. Redusen:	c. Redusen:
.....
.....
2. Komposisi lingkungan (abiotik)	2. Komposisi lingkungan (abiotik)
.....
.....
Kesimpulan:
.....

Bagaimana hasilnya? berbeda bukan? Dari hasil pengamatan di atas kita dapat membuat suatu kesimpulan bahwa suatu tipe ekosistem tertentu akan terdiri dari kombinasi organisme dan unsur lingkungan yang khas dan berbeda dengan susunan kombinasi ekosistem yang lain.

D. KEANEKARAGAMAN HAYATI SEBAGAI SUMBER DAYA

1. Kekayaan Flora

Keanekaragaman hayati atau disebut juga keanekaragaman biologi merupakan istilah yang berkenaan dengan berbagai kehidupan yang ada di bumi. Istilah ini sering dikaitkan dengan jenis (spesies). Keanekaragaman kehidupan di bumi sampai saat ini telah dipertelakan sekitar 1,4 juta jenis tumbuhan dan hewan.

Tidak disangsikan lagi bahwa daerah tropik merupakan tempat keanekaragaman di planet bumi ini, keanekaragaman ekosistem dan jenis yang dimiliki tak dapat dibandingkan dengan daerah lainnya. Indonesia, Filipina, Malaysia dan Papua Nugini merupakan kawasan geografi tumbuhan Malesiana. Kawasan ini memiliki flora yang sangat kaya, diperkirakan terdapat sekitar 25.000 jenis tumbuhan berbunga (sekitar 10% flora dunia) dan sebagian besar diantaranya terdapat di Indonesia. Sekitar 40% marga di Malesiana adalah endemik dan memiliki persentase yang lebih besar lagi untuk tingkat jenis suku *Orchidaceae* (keluarga anggrek-anggrekan) memiliki sekitar 3000 – 4000 jenis. Pada tumbuhan berkayu suku *Dipterocarpaceae* merupakan salah satu suku yang besar memiliki sekitar 386 jenis. Kekayaan flora di Malesiana khususnya di Indonesia antara lain disebabkan oleh struktur vegetasinya yang kompleks. Pohon-pohon yang tinggi dengan berbagai lapisan stratanya menciptakan kondisi lingkungan yang memungkinkan tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan lain seperti lumut, liana, dan perdu dapat hidup di bawahnya.

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan flora, dibandingkan dengan apa yang terdapat di dunia sehingga dikenal dengan negara *megadiversitas*. Indonesia memiliki 11% jenis tumbuhan berbunga dan 10% jasad renik. Jumlah bakteri dan Cyanophyceae (ganggang biru) mencapai 300 jenis, jamur 12.000 jenis dan algae 1800 jenis. Jumlah tanaman yang dibudidayakan mencakup 400 jenis tanaman penghasil buah-buahan, 360 jenis tanaman sayuran, 70 jenis tanaman umbi, 60 jenis tanaman penyegar dan 50 jenis tanaman rempah. Sementara tanaman obat-obatan tradisional mencapai sekitar 940 jenis di mana 74% diantaranya masih hidup liar.

2. Kekayaan Fauna

Indonesia mempunyai beraneka ragam jenis fauna. Kepulauan Indonesia yang termasuk kawasan Malesiana secara geografis memiliki dua zona. *Pertama* zona orientalis di bagian barat mencakup Kepulauan Sunda Besar yang terdiri dari Pulau Sumatra, Kalimantan, Jawa, Madura, dan Bali. Zona ini bersama-sama daratan Asia tropis memiliki fauna, seperti harimau, macan kumbang, orang utan, banteng, gajah, babi hutan, dan musang. Jenis-jenis ini merupakan fauna khas zona oriental. *Kedua*, zona Australia yang meliputi Pulau Irian dan Kepulauan Aru yang terletak di paparan benua Australia. Dengan demikian, di kedua pulau tersebut dapat dijumpai hewan menyusui berkantung, burung kasuari, dara mahkota, kakatua, dan cendrawasih. Di antara kedua zona tersebut (orientalis dan australis) terdapat zona peralihan yang disebut Kepulauan Wallacea yang meliputi Pulau Sulawesi, Kepulauan Maluku, dan Nusa Tenggara. Di Sumatra dan Maluku sebelah barat dijumpai anoa, babirusa, maleo, dan monyet hutan Sulawesi. Sedangkan di Nusa Tenggara sebelah Timur dijumpai jenis hewan yang satu-satunya terdapat di dunia, yaitu biawak komodo di pulau Komodo, dan berbagai jenis burung parkit. Secara keseluruhan daratan di Kepulauan Indonesia memiliki paling sedikit 40 ribu jenis fauna dan di dalamnya terdapat lebih dari 800 jenis hewan menyusui.

E. PEMANFAATAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

Keanekaragaman hayati bermanfaat karena berperan sebagai sumber pangan, sumber sandang dan papan, sumber obat, serta mengandung nilai budaya.

1. Sebagai Sumber Pangan

Masyarakat Indonesia sebagian besar kebutuhan akan karbohidrat terutama tergantung pada beras. Sumber karbohidrat lain, seperti jagung, singkong, ubi jalar, sagu dan talas sebagai makanan pokok di beberapa daerah sudah mulai ditinggalkan. Ketergantungan akan beras ini menimbulkan krisis pangan yang seharusnya tidak terjadi.

Selain tumbuhan, berbagai satwa liar juga menjadi sumber pangan, diantaranya adalah rusa, kijang, babi hutan, dan berbagai jenis burung dan ayam hutan serta madu yang dihasilkan oleh lebah madu.

Indonesia memiliki perairan seluas 5,8 juta km², yang merupakan sumber protein. Diperkirakan potensi sumber daya perikanan laut saja sebesar 6,6 juta ton per tahun. Terumbu karang merupakan ekosistem subur dengan biomassa ikan berkisar 490-1450 kg/ha. Di bagian pantai perairan Indonesia telah dieksploitasi berbagai jenis kerang-kerangan dan kepiting. Juga dijumpai ikan teri (*Stolephorus*), ikan kemuru (*Sardinella*), dan ikan petek (*Letognathus sp.*). Budidaya bandeng dan udang juga sangat penting sebagai sumber pangan.

Rumput laut, salah satu sumber daya hayati laut Indonesia yang banyak tersebar di wilayah Indonesia Timur. Rumput laut merupakan sumber agar-agar, dan alginat. Dilaporkan bahwa dari 555 jenis rumput laut yang terdapat di Indonesia, baru 56 jenis telah dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan mulai bahan makanan ternak sampai bahan baku industri. Rumput laut yang bernilai komersial termasuk ke dalam suku Rhodophyceae, seperti *Racilaria*, *Gelidium*, *Hypnmea*, *Euchema*, dan *Glidiopsis*.

2. Sebagai Sumber Sandang dan Papan

Bahan sandang yang potensial adalah kapas, rami, serta ulat sutra. Tanaman dan hewan tersebut tersebar di seluruh Indonesia, terutama di Jawa, Kalimantan, dan Sulawesi. Beberapa suku di Kalimantan, Papua dan Sumatera menggunakan kulit kayu serta bulu-bulu burung sebagai asesori pakaian.

Lebih dari 100 jenis tumbuhan penghasil kayu dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, mebel dan alat musik, seperti berbagai marga dari Dipterocarpaceae, yaitu *Anisoptera*, *Dryobalanops*, *Shorea*, *Parashorea*, *Dipterocarpus*, dan *Hopea* banyak dijumpai di Kalimantan, Sumatra, dan Irian Jaya.

Penduduk pulau Timor dan pulau Alor menggunakan lontar (*Borassus sundaicus*) dan gebang (*Corypha utan*) sebagai atap dan dinding rumah. Beberapa spesies palem, seperti *Nypa fruticans*, *Oncosperma horridum*, *Oncosperma tigillarum* dimanfaatkan oleh penduduk Sumatra, Kalimantan, dan Jawa untuk bahan bangunan rumah.

Lebih dari 100 jenis bambu terdapat di Indonesia, sebagian dimanfaatkan untuk bahan bangunan, seperti *Bambusa arudinaceae* dan *B. stricta*, *Dendrocalamus asper*, *Gigantochloa arter*, dan *Bambusa vulgaris*.

3. Sebagai Sumber Obat dan Kosmetik

Besarnya jumlah jenis tumbuhan yang berkhasiat obat dan kosmetik di Indonesia merupakan kekayaan yang tak ternilai. Berbagai senyawa kimia yang dapat diekstrak dari tumbuhan hutan telah diproduksi secara komersial untuk bahan baku industri biokimia. Minyak atsiri yang dihasilkan dari tumbuhan hutan hujan, seperti jenis *Aquilaria*, *Cananga odorata* (*kenanga*), *Cinnamomum*, *Dryobalanops aromatica*, *Eucalyptus spp.*, *Gama motleyana*, *Lutsea spp.* Beberapa jenis alkaloid yang diekstrak dari Rutaceae diketahui berkhasiat anti tumor. Beberapa jenis pohon hutan yang menghasilkan minyak diantaranya jenis-jenis suku Areceaceae, Lauraceae, Rosaceae, Burseraceae dan Sapotaceae. Di Papua tumbuh tanaman sarang semut (*Myrmecodia sp*) mengandung antioksidan, flavonoida, glikosida dan polifenol yang diduga sebagai anti kanker. Antioksidan itulah yang berperan melawan radikal bebas pemicu tumbuhnya sel kanker. Selain itu, di Papua juga ditemukan buah merah (*Pandanus conoideus*) dengan kandungan karoten, tokoferol, dan betakaroten yang sangat tinggi dan sangat baik sebagai antioksidan dan antikanker.



Gambar 1.5.
Tanaman Buah Merah (*Pandanus conoideus*) dan Sarang Semut (*Myrmecodia pendans*) yang Banyak Tumbuh di Hutan-hutan Papua

Di pulau Lombok masyarakatnya telah mengenal 19 spesies tumbuhan sebagai obat kontrasepsi, antara lain pule, jahe, jarak, alang-alang, pepaya, laos, turi, lada, kopi, pisang, lontar, cemara bengkel, dan duwet. Bahan ini dapat diramu menjadi bermacam-macam obat-obatan. Masyarakat Jawa mengenal sedikitnya 77 spesies tanaman obat yang dapat diramu untuk pengobatan.

Potensi keanekaragaman hayati sebagai kosmetik tradisional telah lama dikenal, seperti bunga kenanga, melati, mawar, dan kemuning digunakan sebagai wewangian. Kemuning yang mengandung zat penyamak digunakan oleh masyarakat Jawa sebagai salah satu bahan kosmetik untuk pembuat lulur yang berkhasiat sebagai penghalus kulit.

Besarnya jumlah jenis tanaman yang berkhasiat obat dan kosmetik di Indonesia merupakan kekayaan yang tak ternilai. Oleh sebab itu, upaya pelestarian jenis tanaman tersebut perlu mendapatkan perhatian serius. Sesungguhnya pengetahuan masyarakat di pedesaan tentang pengalaman yang didapat secara turun-temurun terhadap kegunaan suatu jenis tanaman dalam pengobatan belum banyak dicatat. Sementara itu jumlah orang-orang pintar yang memahami tumbuhan sebagai obat semakin berkurang. Oleh sebab itu, upaya pencatatan pengetahuan masyarakat di pedesaan terus dilanjutkan dengan penelitian-penelitian ilmiah tentang fitokimia dari tumbuhan obat terhadap penggalan potensi tumbuhan sebagai tanaman obat perlu ditingkatkan dan dimiliki Indonesia.

Begitu banyak tanaman yang dapat digunakan sebagai obat-obatan dan kosmetik, tentunya Anda dapat menyebutkan tanaman di daerah Anda yang biasa digunakan sebagai obat-obatan dan kecantikan.

F. HILANGNYA KEANEKARAGAMAN HAYATI

Keanekaragaman hayati di Indonesia mengalami pengurangan terus-menerus hingga berada pada tingkat yang mencemaskan, yaitu kepunahan. Dalam catatan sejarah ditunjukkan bahwa ada organisme yang pernah hidup, tetapi sudah punah karena eksploitasi besar-besaran. Keberadaan organisme itu mestinya mempunyai peranan sebagai sumber daya hayati di zamannya.

Demikian juga di masa sekarang, manusia dengan tamaknya mengonsumsi sumber-sumber daya hayati dan bukan tidak mungkin pada suatu saat nanti ada organisme atau populasi yang hilang dari permukaan bumi. Berkurangnya keanekaragaman hayati menunjukkan ketidakseimbangan antara kebutuhan manusia dan kapasitas alam.

Beberapa penyebab hilangnya atau berkurangnya keanekaragaman hayati dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Bencana Alam

Gunung berapi meletus, material letusan gunung berapi dapat menimbun sejumlah makhluk hidup tertentu.

Kebakaran hutan juga dapat menyebabkan peristiwa menghilangkan sejumlah makhluk hidup. Bencana alam tidak dapat dielakkan oleh manusia sehingga yang dapat diharapkan adalah terjadinya suksesi.

2. Bencana oleh Manusia

a. Eksploitasi berlebihan pada spesies hewan dan tumbuhan

Penangkapan hewan (perburuan) secara liar dan tak terbatas serta penangkapan karena kebutuhan pangan dan ketamakan manusia. Walaupun sekali berburu tidak semua spesies habis, tetapi jika penangkapan lebih besar dari kelahiran maka lambat laun hewan tersebut akan punah. Contoh harimau Jawa, badak Jawa, dan berbagai jenis burung dan mamalia lainnya terancam kepunahan di beberapa pulau di Indonesia.

Penangkapan ikan dengan menggunakan tuba/racun dan bahan peledak yang dilakukan oleh masyarakat lokal, dan terutama diaplikasikan pada perairan dangkal dan sempit tidak saja meracuni biota air, baik biota sasaran (ikan), namun juga hewan-hewan non sasaran

Pada tumbuhan contohnya adalah anggrek *Phalaenopsis javanica* dan rotan *Ceratobilus glaucercens* adalah tumbuhan di dunia yang hanya memiliki beberapa individu di pantai selatan Jawa Barat. Jenis pakis haji *Cycas rumphii* sudah jarang ditemukan. Hampir 36 jenis kayu telah terancam kepunahannya, seperti kayu ulin di Kalimantan, keruing (*Dipterocarpus hasselti*) di Jawa, sawo kecil di Jawa Timur, kayu eben di Sulawesi, tembesu (*Fragrae fragran*) di Sumatra telah jarang ditemukan.

b. *Erosi nutfah* adalah terdesaknya tanaman lokal oleh bibit unggul dari luar. Masuknya bibit unggul dari luar menyebabkan jenis lokal yang dianggap tidak unggul tidak diusahakan lagi dan lambat laun akan hilang.

c. *Berubahnya ekosistem*, ekosistem yang belum terjamah manusia makin menyusut, seiring dengan bertambahnya populasi manusia dan kebutuhan pangan. Hutan merupakan ekosistem yang dihuni oleh berbagai flora dan fauna. Di samping sebagai tempat mengambil makanan, hutan adalah tempat berlindung bagi hewan yang hidup di dalamnya. Jika hutan menjadi gundul, sebagian tumbuhan akan hilang karena sengaja diambil, hewan-hewan yang berlindung di sana akan mati

karena tidak ada tempat berlindung dari faktor-faktor yang tidak menguntungkan. Penggundulan hutan akan mengubah ekosistem, mengubah rantai makanan, sekaligus mengganggu komponen pembentuk ekosistemnya.

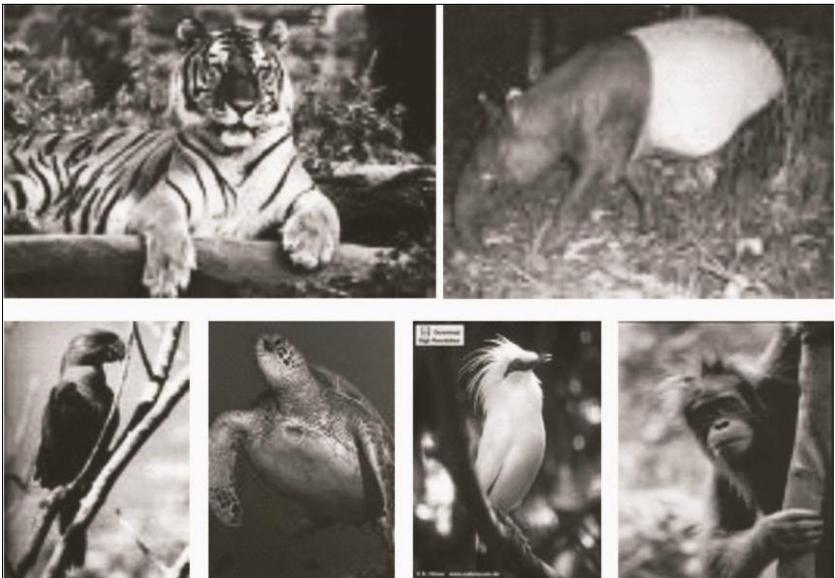
- d. *Perubahan sistem pertanian*, para petani dahulunya menanam tanaman yang beraneka ragam, misalnya tanaman padi. Namun, sekarang keanekaragaman tersebut menurun dengan cepat disebabkan adanya program pemuliaan tanaman secara modern. Program pemuliaan tanaman meningkatkan hasil pertanian dengan menggunakan varietas padi yang lebih sedikit. Selain itu penetapan sistem penanaman secara monokultur juga menyebabkan menurunnya keanekaragaman hayati di suatu daerah.
- e. *Pencemaran*, Kegiatan manusia akan menghasilkan banyak perubahan terhadap lingkungan, seperti pencemaran. Zat-zat pencemar dapat mencemari ekosistem dan dapat mengeliminasi populasi atau spesies yang sensitif. Seperti mikroorganisme tanah banyak yang mati akibat pencemaran limbah logam berat dari industri, serta banyaknya tumbuhan dan hewan yang mati karena hujan asam.

G. KONSERVASI SUMBER DAYA ALAM HAYATI

Telah dikemukakan di atas bahwa keanekaragaman hayati berkaitan dengan jumlah jenis makhluk hidup yang terdapat pada ekosistem bumi. Hilangnya jenis berarti kehilangan sumber genetik. Hal ini harus dicegah agar kekayaan hayati di Indonesia masih dapat menopang kehidupan. Konservasi sumber daya hayati di Indonesia diatur dalam UU N0.23 Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup. Asas yang digunakan dalam pengelolaan lingkungan hidup adalah asas tanggung jawab, berkelanjutan dan manfaat.

Berbicara tentang konservasi sumber daya alam hayati sama dengan pelestarian ekosistem, sebab komponen-komponen sumber daya alam hayati adalah bagian dari ekosistem. Usaha konservasi sumber daya alam hayati dapat dilakukan dengan cara, antara lain secara *in-situ dan ex-situ*. Cara *in-situ* dilakukan dengan memelihara/menanam kembali di habitat alaminya sehingga kepunahan dapat dihindari. Pemerintah Indonesia telah menetapkan 326 kawasan cagar alam, antara lain Cagar alam Kerinci Seblat, Cagar alam Tanjung Puting di Kalimantan, perlindungan komodo di pulau Komodo, dan

perlindungan bunga bangkai di Bengkulu. Sedangkan konservasi *ex-situ* dilakukan dengan cara memelihara di luar kawasan/di luar habitat aslinya. Cara ini terutama dilakukan terhadap spesies makhluk langka atau memiliki nilai ekonomi tinggi. Misalnya, penangkaran hewan-hewan langka seperti harimau Jawa, badak, jalak Bali, babi rusa, kura-kura, orang hutan. Tempat penangkaran *ex-situ*, seperti kebun raya atau kebun binatang, Taman Safari, kebun-kebun koleksi tanaman budi daya (karet, kopi, the, dan buah-buahan). Konservasi keanekaragaman hayati secara *in-situ* lebih efektif dan biayanya lebih efisien, namun pada ekosistem kota upaya *ex-situ* perlu dikembangkan terutama terhadap tumbuhan khas yang terdapat di ekosistemnya.



Gambar 1.6.
Beberapa jenis hewan yang dilindungi di Indonesia

Konservasi haruslah seiring dengan pembangunan, keduanya harus sejalan dengan saling menguntungkan dan timbal balik. Dengan demikian, manfaat dari keanekaragaman hayati dapat dirasakan baik generasi sekarang maupun yang akan datang. Banyak jenis yang telah punah dan terancam kepunahan sementara itu manfaatnya bagi manusia belum sempat diketahui. Untuk itu pelestarian keanekaragaman hayati bukan hanya peran pemerintah, tetapi juga peran swasta, ilmuwan, LSM, dan Masyarakat.



LATIHAN

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

- 1) Apa yang dimaksud dengan plasma nutfah? Mengapa plasma nutfah harus dilestarikan?
- 2) Akhir-akhir ini sering kita mendengar berita bahwa hewan-hewan buas, seperti harimau, babi hutan turun ke perkampungan memakan hewan-hewan ternak dan merusak kebun-kebun penduduk. Coba Anda jelaskan, mengapa hewan-hewan tersebut turun gunung ke perkampungan manusia!
- 3) Mengapa keanekaragaman gen dapat membentuk keanekaragaman hayati? Berikanlah satu contoh keanekaragaman gen sehingga terbentuk keanekaragaman hayati!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Plasma Nutfah merupakan substansi yang terdapat dalam setiap kelompok makhluk hidup dan merupakan sumber sifat keturunan yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan atau dirakit untuk menciptakan jenis unggul. Tentunya Anda bisa memberi alasan mengapa plasma nutfah ini harus dilestarikan dan jangan sampai musnah.
- 2) Coba Anda kaitkan masalah ini dengan hilangnya habitat dari hewan-hewan tersebut karena kegiatan manusia.
- 3) Keanekaragaman gen merupakan variasi susunan gen dalam suatu spesies. Keanekaragaman gen dalam suatu spesies makhluk hidup akan menimbulkan variasi. Dengan demikian, tentunya Anda dapat memberi contoh dengan mengamati hewan atau tumbuhan yang menunjukkan adanya keanekaragaman gen.



Keanekaragaman hayati menunjukkan berbagai variasi bentuk, penampakan, frekuensi, ukuran, dan sifat lainnya dalam tingkat yang berbeda-beda, yaitu tingkat gen, jenis, dan tingkat ekosistem. Dengan mempelajari keanekaragaman hayati, kita dapat lebih memanfaatkan sumber daya hayati yang mungkin berguna bagi kehidupan umat manusia. Sekitar 1,4 juta jenis organisme di bumi ini, pada masa ini sedang dipertelakan keberadaannya. Di Indonesia sendiri diketahui minimal terdapat 47 ekosistem dengan berbagai kekhususannya dan tersebar di seluruh propinsi, dari mulai laut, pantai, daratan sampai ke pegunungan. Begitu kayanya Indonesia dengan berbagai jenis tumbuhan, hewan maupun mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur membuat Indonesia terkenal sebagai negara megadiversitas di dunia. Namun demikian, kekayaan yang dimiliki ini dikhawatirkan akan berkurang dengan cepat diakibatkan ketidaktahuan dan terutama intervensi manusia yang tidak berwawasan lingkungan. Banyak sekali jenis tumbuhan, hewan yang langka dan bermanfaat atau belum sempat diketahui potensinya telah punah tanpa kita sadari. Oleh sebab itu, tindakan yang arif dan bijaksana akan menolong kita menjaga kelangsungan keanekaragaman hayati yang tidak saja berarti milik Indonesia, tetapi juga milik dunia, dan yang lebih penting adalah milik manusia di bumi ini.

**TES FORMATIF 3**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Keanekaragaman hayati tingkat gen dapat ditunjukkan pada variasi-variasi hewan, yaitu
 - A. ayam – burung
 - B. itik albino – itik bali
 - C. anak singa – induk singa
 - D. kucing – anjing

- 2) Keanekaragaman ekosistem terbentuk karena adanya
 - A. faktor biotik dan abiotik
 - B. lingkungan yang berbeda
 - C. karakteristik hewan dan tumbuhan yang berbeda
 - D. interaksi faktor biotik dan abiotik

- 3) Berikut ini yang merupakan jenis fauna yang hidup pada zona peralihan adalah
- A. kasuari
 - B. cendrawasih
 - C. komodo
 - D. anoa
- 4) Keanekaragaman hayati akhir-akhir ini cenderung menurun. Hal ini disebabkan oleh
- A. faktor alami
 - B. faktor manusia
 - C. pembuangan limbah
 - D. perburuan liar
- 5) Pelestarian sumber daya alam hayati secara *ex-situ*, antara lain
- A. perlindungan komodo di pulau Komodo
 - B. taman nasional di Ujung Kulon
 - C. perlindungan bunga bangkai di Kebun Raya Bogor
 - D. taman laut Bunaken
- 6) Buah mengkudu memiliki nilai manfaat keanekaragaman hayati berupa
- A. kosmetik
 - B. pangan
 - C. obat-obatan
 - D. sandang
- 7) Cagar alam dibuat dengan tujuan
- A. aspek etika alam
 - B. penyediaan tempat perburuan
 - C. mengurangi polusi
 - D. menjaga spesies yang hampir punah
- 8) Di Papua ditemukan adanya tanaman yang dapat digunakan sebagai obat kanker karena mengandung antioksidan dan antikanker adalah
- A. buah batu
 - B. buah merah
 - C. pandan
 - D. meniran

- 9) Kegiatan manusia berikut ini yang disebut erosi nutfah adalah
- A. membawa suatu spesies lokal ke daerah asalnya
 - B. menyilangkan dua spesies untuk mendapatkan spesies baru
 - C. mendatangkan spesies asing ke wilayah yang sudah memiliki spesies lokal
 - D. mendatangkan spesies lokal untuk menambah populasi
- 10) Indonesia kaya akan plasma nutfah, namun banyak yang hampir punah karena
- A. dikonsumsi oleh manusia
 - B. nilai ekonomisnya rendah
 - C. tidak diperhatikan
 - D. terdesak oleh jenis unggul

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

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

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) A. Cabang biologi yang mempelajari kehidupan pada tingkat jaringan adalah histologi, pada tingkat organ dan sistem organ adalah anatomi dan fisiologi.
- 2) C. Penyakit campak disebabkan oleh virus.
- 3) A. Teknologi yang memanfaatkan mikroorganisme, seperti dalam pembuatan keju, yoghurt, roti dapat dipelajari pada bioteknologi.
- 4) B. *Streptococcus cremoris* digunakan dalam pembuatan keju Cheddar.
- 5) C. Penyebab penyakit AIDS adalah virus atau dikenal dengan virus HIV. Cabang biologi yang khusus mempelajari virus adalah virology.
- 6) D. Entomologi adalah cabang ilmu yang mempelajari tentang serangga.
- 7) B. Kardiologi merupakan ilmu yang mengkaji tentang penyakit jantung.
- 8) C. Paleontologi merupakan cabang ilmu biologi yang mengkaji tentang perkembangan sejarah kehidupan berdasarkan fosil.
- 9) A. Prinsip fisika, seperti kapilaritas telah banyak membantu menjelaskan proses biologi secara fisis.
- 10) D. Perkembangan suatu wabah penyakit menular menjadi garapan dari bidang biologi epidemiologi.

Tes Formatif 2

- 1) C. Klasifikasi merupakan makhluk hidup berdasarkan perbedaan dan persamaan pada makhluk hidup.
- 2) A. Pengelompokan dalam sistem klasifikasi alami berdasarkan ciri morfologi, anatomi dan fisiologi.
- 3) C. Genus sama sama Panthera.
- 4) C. Ditemukannya spesies baru dapat menyebabkan berubahnya klasifikasi taksonomi.
- 5) C. Sudah jelas urutan yang benar tingkat takson dari tertinggi sampai terendah.
- 6) B. *Arachis hypogaea*, nama genus kacang tanah adalah *Arachis* dan penunjuk spesiesnya adalah *hypogaea*.

- 7) B. Penulisan spesies adalah terdiri dari dua kata menggunakan bahasa latin, kata pertama adalah genus, huruf pertama menggunakan huruf kapital, kata kedua menunjukkan spesies ditulis huruf pertamanya kecil.
- 8) C. Pemberian nama spesies tidak dapat digunakan dua kata yang sama atau hampir sama.
- 9) A. Kategori ordo, untuk burung-burung. Sering kali juga akhiran iformes digunakan untuk kategori ordo bagi ikan, misalnya Cypriniformes.
- 10) A. Makin dekat kekerabatan suatu makhluk hidup, makin banyak persamaan yang dimiliki.

Formatif 3

- 1) B. Itik albino dan itik Bali menunjukkan adanya keanekaragaman gen.
- 2) B. Pengaruh lingkungan dapat menyebabkan terjadinya keanekaragaman ekosistem.
- 3) D. Yang termasuk Zona peralihan, antara lain Kepulauan Wallacea yang meliputi Pulau Sulawesi, Kepulauan Maluku dan Nusa Tenggara. Di Sumatra dan Maluku sebelah barat dijumpai anoa, babirusa, maleo, dan monyet hutan.
- 4) B. Menurunnya keanekaragaman hayati terutama ulah dari kegiatan manusia, seperti penggundulan hutan, penangkapan hewan secara liar, penangkapan ikan yang tak kenal batas dan waktu serta erosi nutfah.
- 5) C. Perlindungan bunga bangkai di Kebun Raya Bogor merupakan perlindungan tanaman ini di luar habitat aslinya, yaitu Bengkulu.
- 6) C. Mengkudu digunakan sebagai obat-obatan, terutama untuk penyembuhan beberapa jenis penyakit seperti Diabetes Melitus.
- 7) D. Tujuan cagar alam terutama diperuntukkan untuk pelestarian sumber daya alam hayati.
- 8) D. Buah merah, merupakan tumbuhan asli Papua yang dapat menyembuhkan penyakit kanker.
- 9) C. Mendatangkan spesies asing ke lokasi yang sudah mempunyai spesies lokal akan menyebabkan punahnya spesies lokal di lokasi tersebut.
- 10) D. Bibit unggul yang masuk dari luar menyebabkan jenis lokal yang dianggap tidak unggul lambat laun akan musnah.

Glosarium

- Plasma Nutfah : Substansi yang terdapat dalam setiap kelompok makhluk hidup dan merupakan sumber sifat keturunan yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan atau dirakit untuk menciptakan jenis unggul.
- Endemik : Jenis makhluk hidup yang terdapat pada daerah tertentu.
- Trofik : tingkat produsen atau konsumen di dalam rantai makanan.
- Habitat : tempat suatu organisme mempertahankan kehidupannya.
- Klasifikasi : Pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri.
- Spesies : organisme yang dapat melakukan perkawinan dengan sesamanya yang menghasilkan keturunan yang fertil.
- Suksesi : Proses perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah secara teratur, yang terjadi akibat dari modifikasi lingkungan fisik dalam komunitas atau ekosistem.
- Pelestarian *in-situ* : Pelestarian sumber daya alam hayati yang dilakukan di dalam habitatnya.
- Pelestarian *ex-situ* : Pelestarian sumber daya alam hayati yang dilakukan di luar habitatnya.
- Filogeni : sejarah evolusi suatu kelompok organisme.

Daftar Pustaka

Diah Aryulina, dkk. (2007). *Biologi SMA dan MA*. Jakarta: Erlangga.

Eugene P. Odum. (1994). *Dasar-dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Pramudya Sunu. (2001). *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.

Ronny Kountur. (2003). *Metode Penelitian*. Jakarta: PPM.