



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



RUANG LINGKUP BIOLOGI

BIOLOGI KELAS X

PENYUSUN

Artanti, S Si

SMAN 2 Cibinong

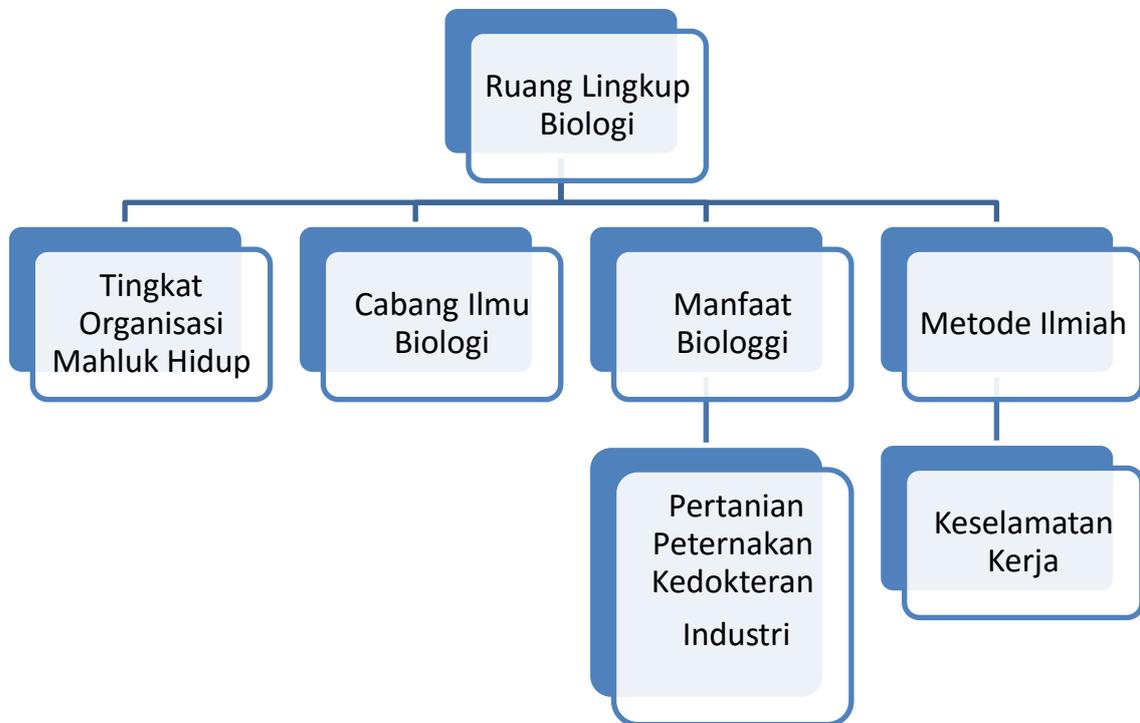
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
Objek Kajian Biologi	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman	15
D. Penugasan Mandiri	16
E. Latihan Soal	17
F. Penilaian Diri	19
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	20
Metode Ilmiah.....	20
A. Tujuan Pembelajaran	20
B. Uraian Materi.....	20
C. Rangkuman	23
D. Penugasan Mandiri	24
E. Latihan Soal	25
F. Penilaian Diri	27
EVALUASI	28
DAFTAR PUSTAKA	31

GLOSARIUM

Bioma	: Interaksi antarekosistem yang meliputi wilayah yang luas
Biosafety	: Keselamatan yang diperlukan untuk penanganan agen biologi, misalnya bakteri dan virus
Biosfer	: Interaksi antarbioma yang membentuk lapisan kehidupan bumi
Ekosistem	: Interaksi antarkomunitas dan antara komunitas dengan lingkungan abiotiknya
Jaringan	: Interaksi antarsel yang bentuk dan fungsinya sama
Komunitas	: Interaksi antarpopulasi di suatu lingkungan tertentu
Limbah	: Bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan praktikum
Molekul	: Gabungan unsur-unsur yang membentuk senyawa kimia
Organ	: Interaksi antarjaringan yang mempunyai fungsi tertentu.
Organisme/individu	: Interaksi antarsistem organ yang membentuk satu tubuh makhluk hidup
Populasi	: Interaksi antarindividu sejenis di suatu lingkungan tertentu.
Sel	: Interaksi antarmolekul yang membentuk unit terkecil dari kehidupan
Sistem organ	: Interaksi antarorgan yang menjalankan fungsi tertentu.
Variabel bebas	: Faktor yang dibuat bervariasi/mempengaruhi
Variabel terikat	: Faktor yang muncul akibat variabel bebas.
Variabel kontrol	: Faktor lain yang ikut berpengaruh yang dibuat sama

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 6 x 45 Menit
Judul Modul	: Ruang Lingkup Biologi

B. Kompetensi Dasar

- 3.1 Menjelaskan ruang lingkup biologi (permasalahan pada berbagai objek biologi dan tingkat organisasi kehidupan), melalui penerapan metode ilmiah dan prinsip keselamatan kerja
- 4.1 Menyajikan data hasil penerapan metode ilmiah tentang permasalahan pada berbagai obyek biologi dan tingkat organisasi kehidupan

C. Deskripsi Singkat Materi

Anak-anak yang hebat, kita akan memulai dengan istilah Biologi. Biologi diambil dari bahasa Yunani. Biologi terdiri dari dua kata yaitu **bios** dan **logos**. Bios diartikan sebagai hidup. Sedangkan, logos diartikan sebagai ilmu. Biologi diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan makhluk hidup, yaitu tumbuhan, hewan, manusia dan mikroorganisme. Salah satu objek permasalahan dalam bidang Biologi yaitu, tingkat organisasi kehidupan. Berdasarkan hal tersebut, semua makhluk hidup memiliki tingkatan kehidupan.

Penemuan tentang biologi menyebabkan semakin banyaknya objek yang harus dipelajari dari Biologi, sehingga seorang ilmuwan tidak sanggup lagi mempelajari secara mendalam seluruh objek kajian Biologi. Maka dari itu, cabang-cabang Biologi dikembangkan untuk mempermudah mempelajari masing-masing kajian objek Biologi.

Dalam kajian ilmiah yang dilakukan Biologi terdapat metode ilmiah dengan menggunakan berbagai peralatan. Metode ilmiah merupakan suatu prosedur (urutan langkah) yang harus dilakukan untuk melakukan proyek ilmiah (*science project*)

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi maka ikuti petunjuk langkah-langkah yang harus anda lakukan selama mempelajari modul ini :

1. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar
2. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, kalian dapat mendiskusikannya dengan teman-teman, dan apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
3. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang kalian dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.

4. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, kalian dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.
5. Rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar
6. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar kalian.
7. Periksa hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal kalian dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan kalian belum benar, maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.
8. Untuk keberhasilan belajar kalian, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, soal latihan dan soal evaluasi

Pertama : Objek permasalahan Biologi, tingkat organisasi sel dan cabang-cabang ilmu Biologi

Kedua : Metode ilmiah dan keselamatan kerja

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

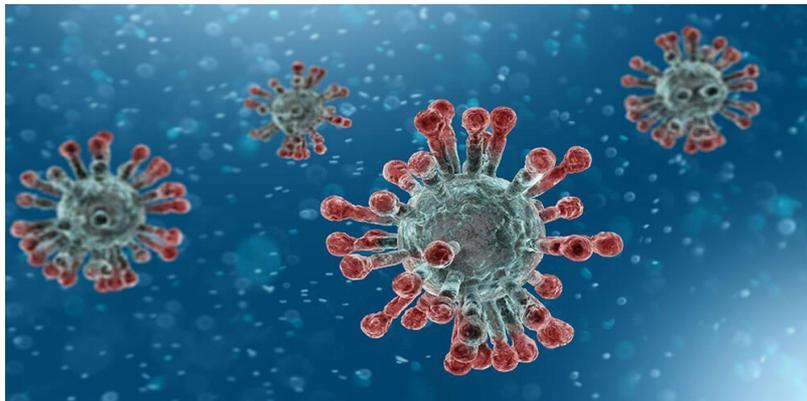
Objek Kajian Biologi

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 kalian dapat menjelaskan objek permasalahan Biologi pada tingkatan organisasi makhluk hidup dengan pendekatan cabang-cabang ilmu Biologi serta manfaat biologi dengan sikap teliti, tanggung jawab, mandiri dan disiplin serta bersyukur kepada Tuhan TME

B. Uraian Materi

Perhatikan Gambar berikut ini !



Gambar 1. Virus Corona
Sumber: National-Geografic Indonesia-Grid.ID

Ada apa dengan gambar virus di atas sehingga saat ini membuat kalian belajar di rumah?

Untuk memahaminya, kalian perlu menyimak uraian materi berikut ini!

1. Tingkat Organisasi Kehidupan

Pembelajaran kita kali ini diawali dengan membahas tentang tingkat organisasi kehidupan yang diawali dari tingkatan molekul – sel – jaringan – organ dan tingkat organ – individu – populasi – komunitas – ekosistem – bioma dan biosfer. Makhluk hidup memiliki karakteristik dasar, yaitu tersusun dari sel yang mengalami pertumbuhan dan perkembangan, bernapas, merespons rangsang, bereproduksi, dan beradaptasi terhadap lingkungan.

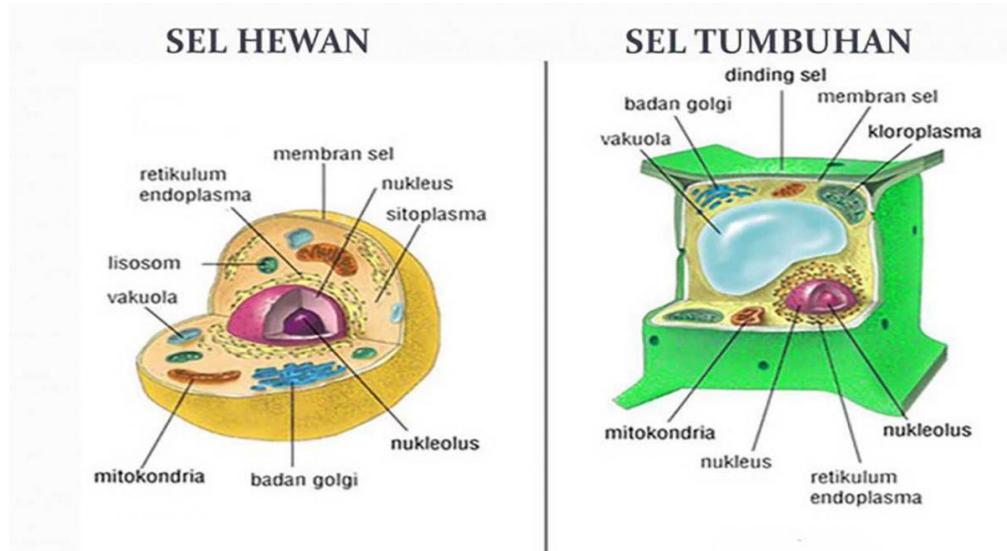
a. Tingkatan Molekul

Makhluk hidup membutuhkan molekul organik sebagai sumber energi untuk menjalankan proses kehidupannya. Ada 4 kelompok utama molekul yang dibutuhkan oleh makhluk hidup :

- 1) Karbohidrat
- 2) Lemak
- 3) Protein
- 4) Asam nukleat.

b. Tingkatan Sel

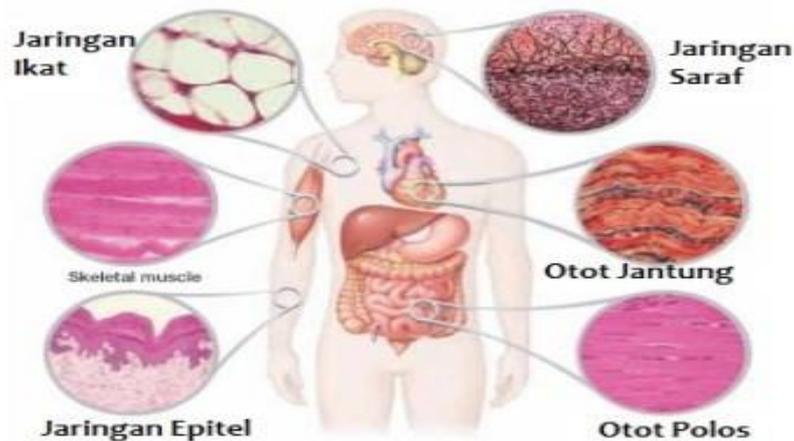
Sel merupakan bagian terkecil yang menyusun tubuh makhluk hidup. Sel tersusun atas tiga bagian utama, yaitu membran sel, sitoplasma, dan inti sel. Untuk lebih memahami penjelasan di atas, coba kalian perhatikan gambar bagian-bagian sel seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Sel Hewan dan Tumbuhan
 Sumber : Kompasiana.com

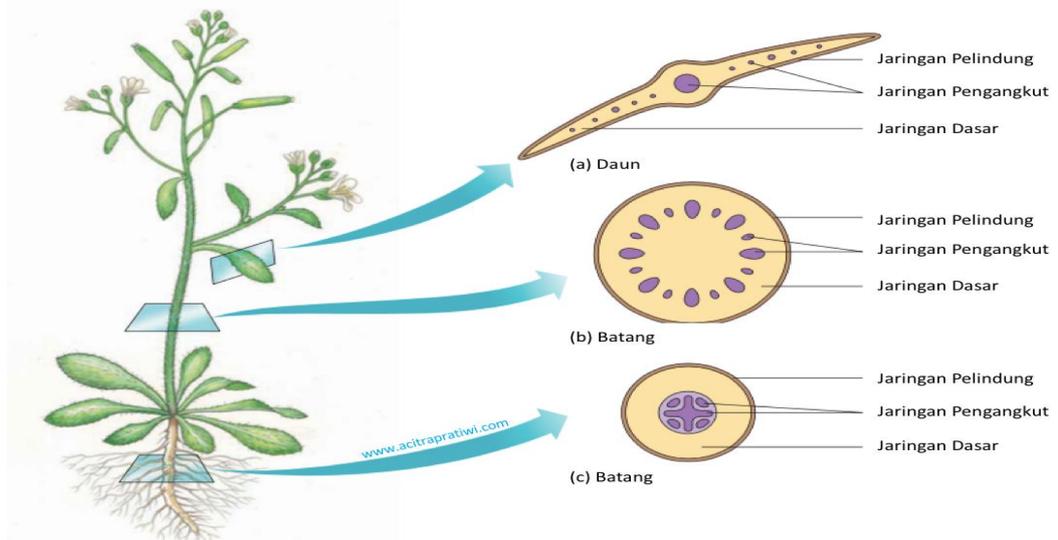
c. Tingkatan Jaringan

Jaringan pada hewan/manusia terdiri atas beberapa macam, diantaranya : jaringan epitel, jaringan saraf, jaringan otot, jaringan ikat, jaringan rangka, dan jaringan darah.



Gambar 3. Jaringan pada manusia
 Sumber: Jaringan Tubuh. Blogger (Google image)

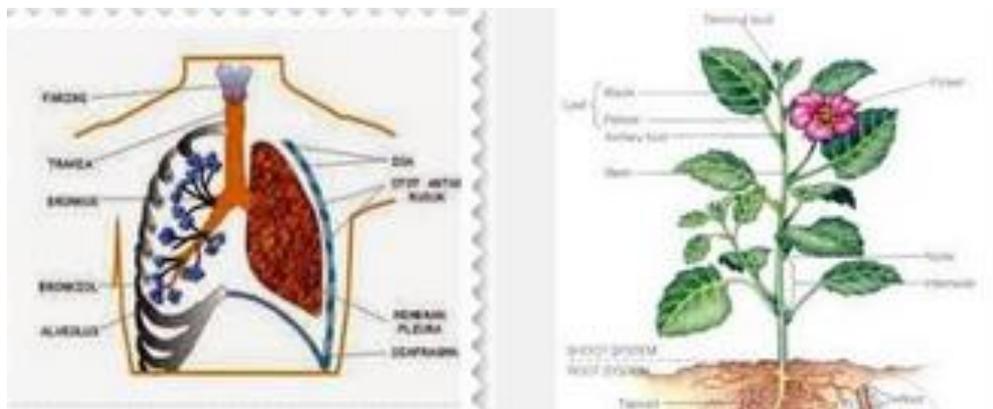
Sedangkan pada tumbuhan terdiri atas beberapa macam, diantaranya : jaringan epidermis, jaringan pengangkut, jaringan penguat, jaringan mesofil, jaringan parenkim, dan jaringan meristem.



Gambar 4 : Jaringan Tumbuhan
 Sumber : Cerita Cita.com (google.image)

d. Tingkatan Organ dan Sistem Organ

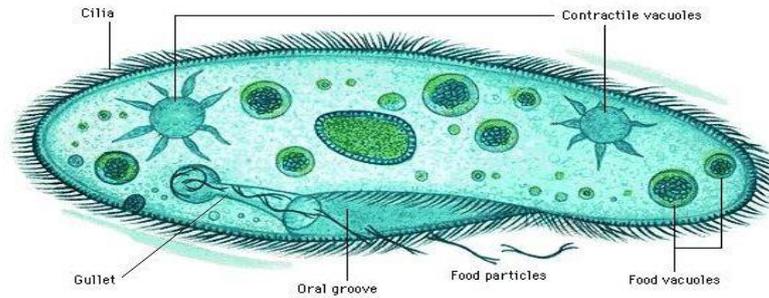
Adanya berbagai jaringan yang membentuk suatu organ, memungkinkan suatu organ tersebut mempunyai kemampuan untuk melaksanakan fungsi hidup yang beraneka ragam. Contoh organ adalah jantung yang berperan untuk memompa darah, organ paru-paru untuk pertukaran oksigen dan karbon dioksida, organ telinga untuk mendengar, dan organ mata untuk melihat. Organ-organ pada tumbuhan, contohnya daun untuk pertukaran gas dan berlangsungnya fotosintesis, bunga untuk perkembangbiakan, dan akar untuk menyerap air dan garam-garam mineral.



Gambar 5. Organ paru paru Manusia dan organ tumbuhan
 Sumber: Gudang makalah.blogger (google image)

e. Tingkat Individu

Individu dapat berupa organisme bersel tunggal (uniseluler), juga bersel banyak (multiseluler). Contoh organisme bersel tunggal yaitu bakteri dan protozoa. Satu sel bakteri dikatakan sebagai satu individu. Sementara itu, contoh organisme bersel banyak adalah manusia, hewan, dan tumbuhan. Seekor kelinci, satu pohon dan satu tanaman mawar dikatakan sebagai satu individu.



Gambar 6 : Organisme uniseluler Paramecium
 Sumber: Pelajaran Sekolah Umum.blogger (google image)

f. Tingkatan Bioma

Bioma adalah wilayah yang memiliki sifat geografis dan/atau iklim yang sama yang diklasifikasikan berdasarkan vegetasi dominan dan ditandai oleh adaptasi organisme terhadap lingkungan suatu habitat tertentu. Terdapat 9 macam bioma yaitu bioma hutan hujan tropis, bioma hutan bakau, bioma hutan lumut, bioma savana, bioma padang rumput (stepa), bioma padang pasir (gurun), bioma hutan gugur, bioma taiga, dan bioma tundra. Antara dua bioma dipisahkan oleh ecotone berupa suatu garis pembatas atau garis pemisah yang tidak begitu jelas tetapi dicirikan dengan adanya tumbuhan dan hewan yang khas.



Gambar 7. Ragam Bioma
 Sumber:Tutorialbhsinggris.co.id(google image)

2. Cabang-cabang Biologi

Ahli Biologi akan mempelajari struktur, fungsi, pertumbuhan dan perkembangan, evolusi, distribusi, identifikasi, hingga taksonomi. Ilmu biologi mengalami banyak kemajuan serta berkembang dengan pesat. Sehingga banyak cabang-cabang Biologi baru yang bermunculan.

Cabang-cabang Biologi akan dibagi berdasarkan objek kajiannya

- Agronomi : Ilmu tentang budidaya tanaman
- Akarplogi : Ilmu tentang hewan caplak
- Algologi : Ilmu tentang Alga
- Anatomi : ilmu tentang struktur tubuh bagian dalam dari mahluk hidup
- Andrologi : Ilmu tentang macam hormon
- Bakteriologi : Ilmu tentang bakteri
- Bioteknologi : Ilmu tentang penggunaan penerapan proses biologi secara terpadu meliputi proses biokimia, mikrobiologi, rekayasa kimia untuk bahan pangan dan kesejahteraan manusia
- Botani : Ilmu tentang tumbuhan
- Ekologi : Ilmu tentang hubungan timbal balik antara mahluk hidup dan lingkungan
- Embriologi : Ilmu tentang perkembangan Biologi
- Entomologi : Ilmu tentang serangga
- Enzimologi : Ilmu tentang enzim
- Epidemiologi; Ilmu tentang penularan penyakit
- Evolusi : Ilmu tentang perubahan struktur tubuh mahluk hidup secara perlahan-lahan dalam waktu yang lama
- Farmakologi : Ilmu tentang obat-obatan
- Fisiologi : Ilmu tentang ilmu faal
- Fisioterapi : Ilmu tentang pengobatan terhadap penderita yang mengalami kelumpuhan atau gangguan otot
- Genetika : Ilmu tentang pewarisan sifat
- Helmintologi : Ilmu tentang seluk beluk cacing (Vermes)
- Herpetologi : Ilmu tentang seluk beluk Amphibi dan Reptilia
- Histologi : Ilmu tentang jaringan
- Immunologi : Ilmu tentang kekebalan tubuh
- Klimatologi : Ilmu tentang iklim
- Malakologi : Ilmu tentang Molusca
- Mikrobiologi : Ilmu tentang mikroorganisma
- Mikologi : Ilmu tentang jamur
- Morfologi : ilmu tentang bentuk dan ciri luar hewan
- Organologi : Ilmu tentang organ
- Onthogeni : Ilmu tentang perkembangan mahluk hidup dari zigot menjadi dewasa
- Ornitologi : ilmu tentang burung
- Palentologi : Ilmu tentang fosil
- Patologi : Ilmu tentang penyakit dan pengaruhnya bagi manusia
- Phylogoni : Ilmu tentang perkembangan mahluk hidup
- Protozoologi : ilmu tentang protozoa
- Sanitasi : Ilmu tentang kesehatan lingkungan
- Sitologi : Ilmu tentang sel
- Taksonomi : Ilmu tentang penggolongan mahluk hidup
- Teratologi : Ilmu tentang cacat janin dalam kandungan
- Virologi : Ilmu tentang virus
- Zoologi : Ilmu tentang hewan

3. Manfaat Mempelajari Biologi

Biologi berada di tengah-tengah kita atau sebaliknya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya Biologi sangat besar manfaatnya dalam meningkatkan kesejahteraan manusia. Biologi dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti kedokteran, industri, pertanian, peternakan dan lain-lain. Bidang-bidang ilmu yang memanfaatkan Biologi antara lain sebagai berikut.

a. Bidang Pertanian

Dengan menerapkan ilmu botani, fisiologi, anatomi, dan genetika, petani dapat memilih dan menghasilkan jenis tumbuhan yang bersifat unggul. Melalui rekayasa genetika, produksi pangan dapat lebih meningkat. Misalnya buah tomat yang biasanya warna merah, hijau menjadi tomat warna ungu



Gambar 8. Tomat Ungu hasil Rekayasa Genetika
Sumber : Liputan6.com

b. Bidang Peternakan

Dengan menerapkan beberapa cabang Biologi seperti zoologi, fisiologi, anatomi, embriologi, taksonomi, dan genetika, para peternak dapat menghasilkan bibit unggul dengan cara kawin suntik (inseminasi) dan kawin silang (bastar). Contoh hewan jenis unggul adalah ayam ras, ayam broiler, sapi perah, dan sebagainya.



Gambar 9: Sapi penghasil susu lebih sehat
Sumber : Techno.okezone

c. Bidang Kedokteran

Anatomi, fisiologi, mikrobiologi, dan patologi, merupakan cabang-cabang ilmu Biologi yang membantu para dokter dalam mengusahakan penyembuhan suatu penyakit. Cabang-cabang biologi tersebut dapat membantu dokter untuk melakukan berbagai macam operasi, memperbaiki atau mengganti jaringan atau organ tubuh yang rusak.



Gambar 10. Proses transpalasi Kulit
Sumber : Media Indonesia

d. Bidang Industri

Berkembangnya cabang ilmu Biologi seperti zoology, botani, mikrobiologi, biokimia, taksonomi dan bioteknologi, manusia dapat memanfaatkan dan mengembangkan berbagai bagian tubuh tumbuhan dan hewan menjadi bahan baku indutri. Gambar berikut salah satu manfaat mikroorganisme dalam industri



Gambar 11. Proses Pembuatan Yoghurt
Sumber : Kabartani.com

e. Bidang Perikanan

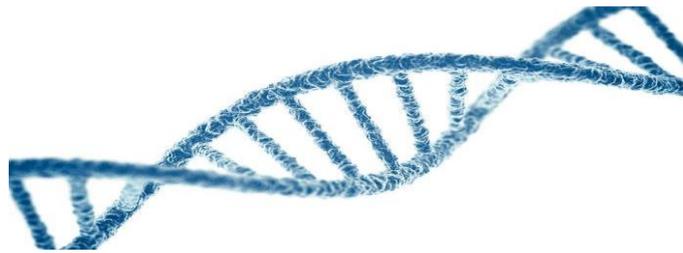
Pemanfaatan biologi dalam bidang perikanan tambak antara lain dalam upaya budi daya ikan dan dalam usaha pelestarian ekosistem perairannya. Contohnya yakni dalam pembuatan tambak-tambak, karambal jala apung (kajapung), maupun rumpon, terumbu karang, hutan mangrove, dan hutan bakau



Gambar 12. Integrasi mangrove dan tambak udang
Sumber: Regional kompas

f. Bidang Kriminologi

Molekul DNA dapat diisolasi dari sel, kemudian dideteksi sehingga memberikan gambaran enzim restriksi yang khas pada setiap orang. Contoh pada kasus perebutan anak di pengadilan dapat diselesaikan dengan adanya hasil tes DNA, karena anak memiliki kesamaan enzim restriksi dengan orangtuanya. Saat ini DNA banyak dimanfaatkan untuk tehnik forensic dalam mengungkap kejahatan.



Gambar 13. Struktur DNA
Sumber: Intisari online-Grid.ID

C. Rangkuman

1. Makhluk hidup memiliki karakteristik dasar, yaitu tersusun dari sel, mengalami pertumbuhan dan perkembangan, bernapas, melakukan metabolisme, merespons rangsang, bereproduksi, dan beradaptasi terhadap lingkungan.
2. Tingkatan organisasi kehidupan terdiri atas : tingkatan molekul, sel, jaringan, organ dan sistem organ, individu dan bioma.
3. Kemajuan ilmu biologi banyak memberikan sumbangan bagi kemajuan dan kesejahteraan manusia dalam berbagai bidang yaitu: Bidang pertanian, peternakan, perikanan, kedokteran, industri dan kriminologi.

D. Penugasan Mandiri

Setelah membaca uraian materi di atas, tentu kalian bisa menjawab pertanyaan dengan baik. Agar lebih paham coba kerjakan tugas berikut ini!

Virus Corona Covid 19 Menyerang Otak

(Koresponden BBC bidang medis)

2 Juli 2020

Stroke, delirium, kecemasan, kebingungan, kelelahan - daftarnya terus bertambah. Jika Anda berpikir Covid-19 hanyalah penyakit pernapasan, pikirkan lagi.

Setiap minggu berlalu, semakin jelas bahwa virus corona dapat memicu sejumlah besar masalah neurologis, yaitu penyakit yang ditimbulkan akibat kelainan pada sistem saraf manusia.

Beberapa orang yang memiliki penyakit relatif ringan menghubungi saya dan berbicara tentang dampak kognitif yang melekat akibat penyakit virus corona-terutama masalah terkait dengan ingatan, kelelahan, dan sulit fokus.

Sebuah studi yang dimuat jurnal *Lancet Psychiatry* menemukan komplikasi otak pada 125 pasien virus corona yang sakit parah di rumah sakit di Inggris. Hampir setengahnya menderita stroke karena pembekuan darah, sementara yang lain mengalami peradangan otak, psikosis, atau gejala mirip demensia.

Salah satu penulis laporan, Prof Tom Solomon dari University of Liverpool, mengatakan kepada saya, "Sudah jelas sekarang bahwa virus ini memang menyebabkan masalah di otak, padahal awalnya kami mengira itu semua tentang paru-paru. Sebagian disebabkan oleh kurangnya oksigen ke otak.

Di Kanada, ilmuwan saraf Prof Adrian Owen telah meluncurkan studi online global tentang bagaimana virus mempengaruhi kognisi. Owen mengatakan: "Kita sudah tahu bahwa para penyintas ICU rentan terhadap gangguan kognitif. Jadi, ketika jumlah pasien Covid-19 yang pulih terus meningkat, semakin jelas bahwa dipulangkan dari ICU bukanlah akhir bagi orang-orang ini. Ini hanya awal dari pemulihan mereka."

Sumber : <https://www.bbc.com/indonesia/majalah->

Setelah membaca artikel di atas coba kalian menjawab pertanyaan berikut ini!

1. Jelaskan menurut pendapat kamu di tingkat organisasi makhluk hidup yang mana yang diserang virus Covid 19 ?
2. Uraikan cabang-cabang ilmu biologi apa saja yang harus dipelajari seorang dokter untuk mengatasi penyakit tersebut?
3. Bagaimana manfaat ilmu Biologi dalam mengatasi pandemi Virus Covid 19?

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Ruang lingkup biologi yang dalam pengkajiannya memerlukan alat bantu mikroskop, misalnya....
 - A. Atom dan molekul
 - B. Organel, sel dan jaringan
 - C. Bioma dan biosfer
 - D. Membran Sel saja
 - E. Organ dan sistem organ
2. Dalam usaha meningkatkan produksi pangan para peneliti telah berhasil mengembangkan bibit unggul dengan cara hibridasi. Cabang biologi yang mendasarinya adalah...
 - A. Sitologi
 - B. Histologi
 - C. Taksonomi
 - D. Genetika
 - E. Botani
3. Kejadian berikut yang *bukan* merupakan objek kajian biologi adalah....
 - A. Pembuatan tempe dengan memanfaatkan bioteknologi konvensional
 - B. Pengamatan air kolam dengan mikroskop dan menemukan benda bergerak
 - C. Bangkai tikus yang membusuk setelah dibiarkan beberapa hari
 - D. Kandungan mineral sulfur pada batuan sekitar gunung berapi
 - E. Bintil akar pada tanaman polong-polongan
4. Objek dan kajian biologi yang diperlukan untuk mengembangkan obat penyakit flu burung (SARS) adalah....
 - A. Bakteri
 - B. Virus
 - C. Sanitasi
 - D. Parasite
 - E. Epidemiologi
5. Di suatu tempat terdapat kumpulan kelompok belalang, kelompok semut dan kelompok rumput. Kumpulan kelompok tersebut akan membentuk....
 - A. Ekosistem
 - B. Komunitas
 - C. Bioma
 - D. Biosfer
 - E. Lingkungan

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	B organel sel, sel dan jaringan	Mikroskop mempunyai benda untuk melihat benda-benda kecil (mikroorganisme). Mikroskop cahaya dapat memperbesar benda maksimal 1000X dan dapat melihat sel, sebagian organel sel dan jaringan. Untuk melihat keseluruhan organel sel diperlukan mikroskop electron yang bisa memperbesar maksimal hingga 2 juta kali.
2	D Genetika	Hibridasi adalah perkawinan silang yang sejenis dengan harapan menghasilkan keturunan yang unggul. Persilangan antar gen bertujuan menghasilkan bibit unggul
3	D Kandungan mineral sulfur pada batuan sekitar gunung berapi	Kandungan mineral sulfur terdapat pada ilmu yang mempelajari tentang batuan atau yang lebih dikenal dengan geologi
4	B Virus	Penyebab penyakit SARS (<i>Severe Acute Respiratory Syndrome</i>) adalah infeksi saluran pernapasan yang disebabkan oleh koronavirus
5	B Komunitas	Komunitas adalah kumpulan sejumlah populasi yang menempati suatu wilayah tertentu

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab dengan memberi tanda (v) pada jawaban Ya atau Tidak!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah saya sudah dapat menjelaskan tingkatan organisasi makhluk hidup dari tingkatan molekul sampai bioma		
2	Apakah saya sudah dapat memahami cabang-cabang ilmu biologi		
3	Apakah saya sudah dapat menjelaskan manfaat mempelajari biologi		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan pengulangan pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak". Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Metode Ilmiah

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 kalian dapat mengidentifikasi, menyebutkan dan menjelaskan pendekatan permasalahan biologi melalui metode ilmiah dengan prinsip keselamatan kerja dengan sikap teliti, tanggung jawab, mandiri dan disiplin serta bersyukur kepada Tuhan YME

B. Uraian Materi

1. Metode Ilmiah

Manusia seringkali memiliki rasa ingin tahu yang sangat besar terhadap suatu hal. Biologi ada karena rasa ingin tahu manusia yang sangat besar terhadap segala permasalahan yang seringkali ditemukan pada kehidupan sehari-hari.

Mempelajari biologi melalui suatu pendekatan ilmiah, yaitu metode ilmiah. Metode ilmiah merupakan suatu prosedur (urutan langkah yang harus dilakukan untuk melakukan suatu proyek ilmiah (*science project*). Adapaun orang yang melakukan penelitian disebut peneliti.

Metode ilmiah meliputi langkah-langkah sebagai berikut

- a. Memilih masalah. Masalah dapat diperoleh dari kehidupan sehari-hari atau kegiatan penelitian sebelumnya
- b. Mengumpulkan informasi Hal ini bertujuan untuk menentukan topik utama yang akan diteliti sampai analisisnya, serta dapat menelusuri kemungkinan atau faktor yang terlibat dalam penelitian.
- c. Merumuskan masalah. Masalah harus menyatakan adanya keterkaitan antara beberapa variabel atau lebih, masalah tersebut merupakan masalah yang dapat diuji dan dapat dipecahkan dan sebaiknya dalam bentuk pertanyaan yang singkat, padat, dan jelas. Misalnya, apakah pertumbuhan tanaman kacang hijau dipengaruhi oleh cahaya matahari?
- d. Merumuskan hipotesis Merupakan jawaban sementara terhadap permasalahan yang akan diteliti dan harus dibuktikan kebenarannya dengan melakukan eksperimen atau serangkaian observasi. Misalnya, cahaya matahari memengaruhi pertumbuhan tanaman kacang hijau.
- e. Melakukan eksperimen. Merupakan salah satu cara untuk menguji hipotesis. Eksperimen yang dilakukan akan menghasilkan data untuk memudahkan dalam penarikan kesimpulan.
- f. Mengolah dan menganalisis data. Hal ini dilakukan untuk memperlihatkan apakah terdapat bukti-bukti yang mendukung hipotesis atau tidak
- g. Membuat kesimpulan. Kesimpulan yang dibuat harus jujur dan objektif berdasarkan fakta yang terkumpul dari hasil percobaan atau eksperimen.
- h. Mempublikasikan hasil penelitian Ini bertujuan untuk menginformasikan hasil percobaan/eksperimen yang sudah diperoleh kepada khalayak umum atau peneliti yang lainnya.

Dalam melakukan penelitian diperlukan variabel sebagai bahan observasi. Ada 3 variabel yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol.

- a. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat dengan sengaja dibuat berbeda. Secara sederhananya variabel bebas adalah penyebab dalam percobaan

- b. Variabel terikat, adalah variabel yang dipengaruhi oleh variable bebas. Atau secara singkatnya variabel terikat adalah variable yang tengah diobservasi
- c. Variabel kontrol, adalah variabel yang dibuat sama dengan semua perlakuan.

Contoh dalam menentukan variabel dalam percobaan. “Pengaruh air terhadap pertumbuhan panjang daun tanaman bawang” Tentukan variable bebas dan terikatnya?

Jawab :

Variabel bebas adalah air alasannya, karena air yang menyebabkan perubahan pada daun tanaman bawang

Variabel terikat adalah daun tanaman bawang, karena perubahan pada daun tanaman bawang yang akan diamati

Variabel kontrol, adalah tanaman bawang

2. Keselamatan Kerja di Laboratorium

a. Kecelakaan di Laboratorium

Kecelakaan di laboratorium dapat disebabkan oleh banyak hal. Akan tetapi hal-hal berikut merupakan penyebab yang sering menimbulkan kecelakaan di laboratorium

- 1) Peserta praktikum kurang memiliki pengetahuan dan pemahaman tentang alat-alat dan bahan-bahan kimia yang digunakan saat melakukan kegiatan praktikum
- 2) Petunjuk untuk melakukan kegiatan praktikum kurang jelas
- 3) Pengawasan dan bimbingan yang kurang dari guru atau petugas laboran terhadap peserta praktikum yang sedang melakukan praktikum di laboratorium
- 4) Perlengkapan keamanan dan pelindung untuk kegiatan Laboratorium praktikum di laboratorium jumlahnya tidak memadai
- 5) Peserta praktikum tidak mengetahui dan mengikuti petunjuk keselamatan kerja di laboratorium
- 6) Peserta praktikum tidak menggunakan perlengkapan pelindung untuk bekerja di laboratorium
- 7) Peserta praktikum menggunakan alat-alat dan bahan- bahan kimia yang salah pada saat melakukan kegiatan praktikum
- 8) Peserta praktikum tidak mempunyai sikap tanggung jawab dan disiplin pada saat melakukan praktikum sehingga melakukannya dengan ceroboh atau tidak hati-hati

Kecelakaan di laboratorium dapat diminimalkan bila saat praktikum menggunakan laboratorium secara disiplin dan mengetahui tanggung jawabnya masing-masing. Jenis kecelakaan yang sering terjadi di laboratorium, meliputi luka bakar, luka karena benda tajam dan benda tumpul, cedera pada mata, dan keracunan.

Tabel 1 Simbol- symbol Keselamatan Kerja dan Maksudnya

No	Simbol	Makna	Contoh	Cara Penanganan
1		Mudah terbakar	Alkohol, minyak tanah, parfum	<ul style="list-style-type: none"> - Sediakan lap basah jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh alkohol dan minyak tanah - Gunakan tabung pemadam kebakaran untuk memadamkan api
2		Iritasi/berbahaya berbau tajam dan menyengat	Uap bromin, amonia, asam sulfat, kloroform	Pada saat menggunakan bahan ini tutuplah hidung dan mulut dengan kain kasa dan lakukan dalam lemari asam. Muntahkan jika tercium bau ini
3		Mudah meledak	Campuran hydrogen dan oksigen	Bahan-bahan yang mudah meledak jika terkena benturan, gesekan, panas atau kontak dengan api
4		Korosif	Asam dan basa kuat	Bahan-bahan yang dapat merusak jaringan hidup jika bersentuhan
5		Beracun atau toksik	Merkuri, Sianida, Gas Klorin, karbondioksida	Suatu zat yang dapat menimbulkan kecelakaan, penderitaan ataupun kematian apabila tertelan, terhirup, atau terserap melalui kulit. Jika terhirup atau tertelan segera muntahkan. Konsumsi susu setelah eksperimen dengan bahan-bahan bertanda ini
6		Radioaktif	Uranium, plutonium	Bahan yang dapat memancarkan sinar-sinar radioaktif atau radiasi dapat mengakibatkan efek racun dalam waktu singkat atau lama

b. Prosedur Keselamatan di Laboratorium

Beberapa hal yang harus dipersiapkan agar bekerja secara aman di laboratorium dengan membaca peraturan/prosedur keselamatan berikut.

1) Penanganan Limbah Laboratorium

Jenis limbah satu dengan jenis limbah lainnya memerlukan penanganan yang berbeda untuk membuangnya. Contohnya limbah zat kimia, limbah darah, urine, air ludah, sampah sisa bagian tumbuhan, dan bahan katak atau hewan lainnya. Limbah tersebut tidak boleh langsung dibuang, tetapi memerlukan penanganan khusus atau diolah terlebih dahulu melalui proses yang sesuai sehingga limbah

tersebut sudah tidak berbahaya lagi pada saat dibuang ke lingkungan. Untuk menghindari risiko yang membahayakan bagi manusia dan lingkungan pada saat disimpan, dipindahkan, dan dibuang merupakan aturan umum untuk menangani limbah berbahaya, contohnya simpan zat-zat kimia ke wastafel, pindahkan zat-zat kimia sisa tersebut ke botol-botol atau jerigen khusus untuk zat-zat sisa yang tersedia di laboratorium.

2) **Alat dan Bahan Laboratorium**

Pengenalan terhadap alat dan bahan yang akan digunakan, lebih jauhnya tentang prosedur penggunaan alat yang baik dan benar serta penggunaan bahan secara efektif dan efisien menjadi kunci keberhasilan kegiatan praktikum tersebut.

C. Rangkuman

1. Metode ilmiah meliputi kerja dan sikap ilmiah. Kerja ilmiah merupakan perangkat keterampilan kompleks yang digunakan dalam melakukan kegiatan penelitian. Sikap ilmiah merupakan sikap yang harus dimiliki untuk memahami fenomena alam yang terjadi. Dalam memahami dan meneliti fenomena tersebut, dibutuhkan kecerdasan, ketelitian, ketekunan, dan kesabaran yang tinggi
2. Laboratorium adalah suatu tempat dimana peserta didik, guru dan peneliti melakukan percobaan. Bekerja di laboratorium tak akan lepas dari kemungkinan bahaya dari berbagai jenis bahan kimia dan peralatan yang ada di dalamnya. Karena itu diperlukan pemahaman dan kesadaran terhadap bahaya di laboratorium. Telah banyak terjadi kecelakaan ataupun menderita luka serta kerusakan fasilitas kerja yang sangat mahal. Semua kejadian ataupun kecelakaan di laboratorium sebenarnya dapat dihindari jika mereka selalu mengikuti prosedur kerja yang aman di laboratorium.

D. Penugasan Mandiri

Quiz Bergambar Biosafety

Tujuan : Peserta didik menganalisis pentingnya menjaga keselamatan kerja dalam kegiatan di Laboratorium dan memahami rambu-rambu yang ada di Laboratorium sekolah

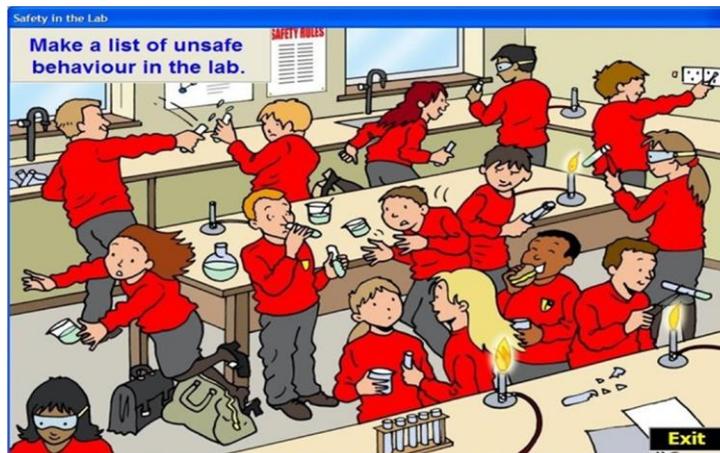
Alat dan Bahan :

1. Quiz Bergambar
2. Alat tulis
3. Buku referensi

Kegiatan inti :

Kuis Kesehatan Keselamatan Kerja

1. Amatilah gambar di bawah ini
2. Tandai gambar mana yang tidak sesuai dengan tata tertib/K3 dalam praktikum di laboratorium
3. Jelaskan kegiatan/ prilaku yang tidak sesuai tersebut
4. Berikan solusi kegiatan/ prilaku yang seharusnya
5. Peserta didik menyampaikan kesimpulan
6. Tuliskan 5 tanda/rambu/gambar yang berhubungan dengan keselamatan kerja di laboratorium beserta penjelasannya



E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

- Sebelum melakukan penelitian ilmiah, peneliti harus mempersiapkan hal-hal berikut, **kecuali...**
 - Alat dan bahan
 - Metode penelitian
 - Laporan penelitian
 - Objek penelitian
 - Variable data yang akan diukur
- Pada percobaan “Pengaruh zat pewangi pakaian terhadap kehidupan ikan”, digunakan ikan dengan jumlah dan berat ikan yang sama. Hal tersebut merupakan variable...
 - Terikat
 - Bebas
 - Control
 - Respon
 - Manipulasi
- Berikut ini yang **bukan** merupakan kegiatan observasi adalah...
 - Melihat
 - Mendengar
 - Mengukur
 - Membau
 - Meramalkan
- Pada penulisan makalah terdapat bab yang membahas pengolahan data, yaitu bagian ...
 - Abstrak
 - Pembahasan
 - Kerangkateori
 - Prakata
 - Metodologi penelitian
- Beras merupakan makanan pokok yang dikonsumsi sebagian besar orang Indonesia. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa konsumen pada umumnya mencari dan membeli beras yang putih dan bersih. Hasil sudah petugas BPOM menemukan beras yang mengandung zat pengawet, seperti formalin, boraks, dan zat pemutih seperti klorin. Hal ini tentu sangat merugikan konsumen dari segi kesehatan dan kualitas beras. Manakan langkah metode ilmiah yang dapat dilakukan konsumen untuk mengetahui kandungan zat pemutih pada beras?
 - Mengumpulkan sejumlah fakta dari berbagai sumber terpercaya, tentang bahayanya mengonsumsi beras yang mengandung zat pemutih.
 - Melakukan eksperimen dengan menggunakan mesin penggiling untuk mengetahui kandungan zat pemutih pada beras.
 - Membuat hipotesis tentang pengaruh penggunaan zat pemutih, seperti klorin dalam beras yang dapat membahayakan tubuh manusia.
 - Malakukan eksperimen untuk membuktikan kandungan zat pemutih pada beras dengan menggunakan iodine.
 - Menyediakan alat pendeteksi untuk membuktikan adanya kandungan zat pemutih pada beras di rumah masing – masing

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	C Laporan penelitian	laporan penelitian dilakukan setelah melakukan penelitian. Sedangkan pertanyaannya yang dipersiapkan sebelum penelitian
2	A. Variabel terikat	Ikan adalah variabel yang mengalami perlakuan (di observasi) atau yang diamati perubahannya karena sejumlah perlakuan
3	E Meramalkan	Metode ilmiah adalah langkah-langkah berfikir ilmiah tidak ada meramalkan, yang ada hipotesa atau dugaan sementara
4	B Pembahasan	Hasil observasi atau pengamatan akan diolah pada bagian pembahasan
5	E Menyediakan alat pendeteksi untuk membuktikan adanya kandungan zat pemutih pada beras di rumah masing – masing	Langkah – langkah metode ilmiah: 1. Observasi (identifikasi masalah) 2. Rumusan masalah 3. Hipotesis (dugaan sementara) 4. Eksperimen 5. Hasil (Analisis Data) 6. Kesimpulan Hasil akhir dari kesimpulan diharapkan dapat menghasilkan sebuah produk untuk permasalahan yang sedang diteliti. Jadi, langkah metode ilmiah yang dapat dilakukan konsumen untuk mengetahui kandungan zat pemutih pada beras <i>Menyediakan alat pendeteksi untuk membuktikan adanya kandungan zat pemutih pada beras di rumah masing – masing.</i> Alat pendeteksi ini lah yang disebut produk dari hasil melalui semua langkah metode ilmiah yang diberikan di atas.

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 Materi selanjutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab dengan memberi tanda (v) pada jawaban ya atau tidak!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah saya sudah dapat memahami langkah-langkah metode ilmiah		
2	Apakah saya sudah dapat melakukan penelitian sederhana		
3	Apakah saya sudah dapat menjelaskan keselamatan di laboratorium		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak". Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke tahapan Evaluasi.

EVALUASI

Pilih satu jawaban yang paling benar

1. Hingga kini penyakit AIDS belum ada obatnya. Penelitian dilakukan oleh para ahli untuk untuk mengetahui aktifitas Virus HIV pada tingkat organisasi kehidupan yaitu....
 - A. Molekul
 - B. Sel
 - C. Jaringan
 - D. Organ
 - E. Sistem organ
2. Pembuatan Film Hollywood terkenal Jurassic Park, menceritakan kehidupan hewan purba. Ilmu biologi yang berperan adalah...
 - A. Evolusi
 - B. Botani
 - C. Zoology
 - D. Palaentologi
 - E. Anatomi
3. Seseorang akan menjalani transpalasi hati. Hati dipelajari pada tingkat organisasi....
 - A. Sel
 - B. Jaringan
 - C. Organ
 - D. System organ
 - E. Individu
4. Berikut manfaat biologi di bidang peternakan adalah...
 - A. Memperbanyak dengan tehnik kultur jaringan
 - B. Membuat antibody monoclonal
 - C. Membuat vaksin pencegah penyakit virus SARS
 - D. Terapi gen transgenic menghasilkan susu sapi lebih berkualitas
 - E. Mengahsilkan insulin
5. Sekelompok peneliti melakukan pengamatan terhadap perilaku sekumpulan harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatrae*). Pengamatan yang dilakukan oleh sekelompok ini dilakukan pada tingkat
 - A. Ekosistem
 - B. Komunitas
 - C. Populasi
 - D. Individu
 - E. Bioma
6. Seorang peneliti mengamati lingkungan X, Ia menemukan bahwa banyak bayi yang terlahir cacat. Setelah ditelusuri, hal tersebut terjadi karena masyarakat mengalami kekurangan gizi serta lingkungannya yang kurang terjaga. Kasus tersebut berhubungan dengan bidang studi
 - A. Parasitology
 - B. Ginekologi
 - C. Teratologi
 - D. Genetika
 - E. Fisiologi

7. Dalam penelitian, eksperimen dilakukan untuk menguji
- Pengumpulan data
 - Rumusan masalah
 - Latar belakang
 - Kesimpulan
 - Hipotesis
8. Perhatikan tabel hasil panen tanaman jagung berikut!

Hasil Panen Jagung (kg)		
Petak I (diberi pupuk kompos)	Petak II (diberi pupuk NPK)	Petak III (diberi pupuk Urea)
42,5	45,7	45,2

- Berdasarkan tabel tersebut, kesimpulan yang sesuai adalah
- Untuk meningkatkan hasil panen terkadang tidak diperlukan pupuk
 - Penggunaan pupuk kompos memberikan hasil panen yang lebih produktif dibandingkan penggunaan pupuk NPK dan Urea
 - Penggunaan pupuk NPK memberikan hasil panen yang lebih produktif dibandingkan penggunaan pupuk Urea
 - Penggunaan pupuk Urea memberikan hasil panen yang lebih produktif dibandingkan penggunaan pupuk NPK
 - Setiap pupuk memberikan hasil panen yang sama terhadap tanaman jagung
9. Perilaku yang benar dan aman saat di laboratorium adalah ...
- Membawa bekal makanan
 - Mengenakan pakaian ketat
 - Serius dan tekun
 - Bersikap gembira dan bercanda
 - Menggunakan seragam sekolah
10. Perhatikan gambar berikut ini!



- Jika kalian memasuki laboratorium dan melihat gambar ini, berarti zat tersebut bersifat....
- Korosif
 - Beracun
 - Radioaktif
 - Mudah meledak
 - Mudah terbakar

Kunci Jawaban

No	Kunci Jawaban
1	B Sel
2	D Palaentology
3	C Organ
4	D Terapi gen transgenic menghasilkan susu berkualitas
5	C Populasi
6	C Teratologi
7	C Hipotesa
8	C Penggunaan pupuk NPK memberikan hasil panen yang lebih produktif dibandingkan penggunaan pupuk Urea
9	C serius dan tekun
10	A Korosif

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A, & Reece, Jane B. 2008. Biologi Ed. 9. Jakarta: Erlangga
- Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA*. Jakarta .CV.Ricardo
- Irningtyas, 2018, *Biologi SMA kelas X*, Jakarta: Erlangga
- Nurhayati, Nunung dan Resti Wijayanti, 2017, *Biologi SMA kelas X*, Bandung: YRama Yudha
- Pustaka Gama, Tim, *Kamus Lengkap Biologi*
- <https://www.bbc.com/indonesia/majalah>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



KEANEKARAGAMAN HAYATI
BIOLOGI
KELAS X

PENYUSUN
Artanti, S.Si
SMAN 2 Cibinong

DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
Tingkat Keanekaragaman Hayati	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	16
D. Penugasan Mandiri	17
E. Latihan Soal	17
F. Penilaian Diri	20
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	21
Penyebaran, Pelestarian dan Manfaat Keanekaragaman Hayati	21
A. Tujuan Pembelajaran	21
B. Uraian Materi	21
C. Rangkuman	30
D. Penugasan Mandiri	31
E. Latihan Soal	31
F. Penilaian Diri	34
EVALUASI	35
DAFTAR PUSTAKA	38

GLOSARIUM

- Abisal** : Daerah palung laut yang keadaannya gelap
- Biodiversitas** : Variasi organisme hidup pada berbagai tingkatan
- Ekosistem** : Hubungan timbal balik antara organisme dengan lingkungan abiotik
- Endemik** : Spesies lokal yang unik dan hanya ada pada daerah tertentu dan tidak ditemukan di daerah lain
- Konservasi** : Usaha yang dilakukan untuk melestarikan keanekaragaman hayati
- Plasma nutfah** : Bagian tubuh tumbuhan, hewan, atau mikroorganisme yang mempunyai fungsi dan kemampuan mewariskan sifat
- Variasi** : Perbedaan-perbedaan sifat yang terdapat pada makhluk hidup

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 6 x 45 menit
Judul Modul	: Keanekaragaman Hayati

B. Kompetensi Dasar

- 3.2 Menganalisis berbagai tingkat keanekaragaman hayati di Indonesia beserta ancaman dan pelestariannya beserta ancaman dan pelestariannya.
- 4.2 Menyajikan hasil observasi berbagai tingkat keanekaragaman hayati di Indonesia dan usulan upaya pelestariannya.

C. Deskripsi Singkat Materi

Keanekaragaman hayati (biodiversitas) adalah keanekaragaman organisme yang menunjukkan keseluruhan atau totalitas variasi gen, jenis, dan ekosistem pada suatu daerah. Keseluruhan gen, jenis, dan ekosistem merupakan dasar kehidupan di bumi. Keanekaragaman tersebut saling berhubungan satu sama lain sehingga tidak bisa dipisahkan satu sama lain.

Keanekaragaman hayati tersebar di seluruh permukaan bumi mewarnai keberagaman makhluk hidup dan memberi manfaat terutama kepada kehidupan manusia. Keanekaragaman hayati sangat diperlukan untuk kelestarian hidup organisme dan berlangsungnya daur materi (aliran energi). Namun demikian, kualitas dan kuantitas keanekaragaman hayati di suatu wilayah dapat menurun atau bahkan dapat menghilang. Keanekaragaman hayati dapat dijaga kelestariannya serta dapat dipulihkan kembali.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi maka ikuti petunjuk langkah-langkah yang harus anda lakukan selama mempelajari modul ini :

1. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar.
2. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, Anda dapat mendiskusikannya dengan teman-teman, dan apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
3. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang Anda dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.
4. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, Anda dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.

5. Rangkuman materi akan mempermudah Anda untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar.
6. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar Anda.
7. Periksa hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal Anda dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan Anda belum benar, maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan Anda. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka Anda dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.
8. Untuk keberhasilan belajar Anda, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, penugasan, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Tingkat keanekaragaman hayati

Kedua : Persebaran, pelestarian dan ancaman keanekaragaman hayati

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Tingkat Keanekaragaman Hayati

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1, diharapkan Anda dapat mengidentifikasi, menjelaskan, menganalisis tingkat keanekaragaman hayati dan mampu menyajikan hasil observasi berbagai tingkat keanekaragaman hayati di Indonesia dengan selalu berfikir kritis, kreatif, dan membisakan sikap jujur, disiplin, tanggung jawab serta tetap bersyukur kepada Tuhan YME.

B. Uraian Materi

Keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman pada makhluk hidup yang menunjukkan adanya variasi bentuk, penampilan, ukuran, serta ciri-ciri lainnya. Keanekaragaman hayati disebut juga biodiversitas (biodiversity), meliputi keseluruhan berbagai variasi yang terdapat pada tingkat gen, jenis, dan ekosistem di suatu daerah. Keanekaragaman ini terjadi karena adanya pengaruh faktor genetik dan faktor lingkungan yang memengaruhi fenotip (ekspresi gen). secara garis besar keanekaragaman hayati dibagi menjadi 3 tingkat yaitu sebagai berikut:

1. Keanekaragaman Gen

Perhatikan gambar berikut ini!



Gambar 1. Variasi ras manusia
Sumber : ashev-chenko.blogspot.com

Gen adalah substansi kimia sebagai factor penentu sifat keturunan. Gen terdapat dalam lokus kromosom, kromosom ada dalam inti sel. Semua makhluk hidup yang ada dipermukaan bumi ini mempunyai keanekaragaman komponen sifat menurun yang sama.

Keanekaragaman gen adalah keanekaragaman individu dalam satu jenis atau spesies makhluk hidup. Keanekaragaman gen menyebabkan bervariasinya susunan genetik sehingga berpengaruh pada genotip (sifat) dan fenotip (penampakan luar) suatu makhluk hidup. Keanekaragaman gen menunjukkan adanya variasi susunan gen pada individu-individu sejenis. Gen-gen tersebut mengekspresikan berbagai variasi dari satu jenis makhluk hidup, seperti tampilan pada warna mahkota bunga, ukuran daun, tinggi pohon, dan sebagainya. Variasi dalam spesies ini disebut varietas.

Setiap individu tersusun atas banyak gen, bila terjadi perkawinan atau persilangan antar individu yang karakternya berbeda akan menghasilkan keturunan yang semakin banyak variasinya. Hal ini terjadi karena pada saat persilangan akan terjadi penggabungan gen-gen dari masing-masing individu melalui sel kelamin. Hal inilah yang menyebabkan keanekaragaman gen semakin tinggi.



Gambar 2. Berbagai variasi warna bunga mawar
Sumber : seputarbahan.me

Perhatikan gambar tanaman mawar di atas dengan warna merah, putih dan kuning. Tanaman mawar ini merupakan contoh keanekaragaman gen. Tanaman mawar yang beraneka warna memiliki keanekaragaman tingkat gen dalam warna bunga. Contoh lain adalah warna kulit manusia yang beraneka ragam sesuai dengan sebaran mereka tinggal.

Tingkat keanekaragaman gen ternyata tidak terdapat pada gen saja, melainkan ada juga faktor lain yang berperan mempengaruhi keanekaragaman ini, yaitu lingkungan. Sifat yang muncul pada setiap individu merupakan interaksi antar gen dengan lingkungan. Dua individu yang memiliki struktur dan urutan gen yang sama, belum tentu memiliki bentuk yang sama pula karena faktor lingkungan mempengaruhi penampakan (fenotipe) atau bentuk. Contoh lingkungan mempengaruhi keanekaragaman tingkat gen dapat dilihat dari jumlah sel darah merah yang hidup di dataran tinggi dan yang hidup di pantai. Ternyata jumlah sel darah merah orang yang hidup di pegunungan lebih banyak dibandingkan dengan yang hidup di pantai. Mengapa hal ini terjadi? Karena jumlah oksigen di pegunungan lebih sedikit dari pantai. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan oksigen orang yang hidup di pegunungan memiliki sel darah merah yang lebih banyak. Sel darah merah berguna untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh.

2. Keanekaragaman Jenis

Jenis (spesies) diartikan sebagai individu yang mempunyai persamaan morfologis, anatomis, fisiologis dan memiliki kemampuan untuk melakukan perkawinan dengan sesamanya sehingga menghasilkan keturunan yang subur (fertile) untuk melanjutkan generasinya.

Keanekaragaman jenis menunjukkan seluruh variasi yang terdapat pada makhluk hidup antar jenis. Perbedaan antar jenis pada makhluk hidup yang termasuk pada satu keluarga (family) lebih mencolok sehingga lebih mudah diamati daripada perbedaan individu dalam satu spesies. Contoh keanekaragaman jenis dapat dilihat dari keluarga kacang-kacangan. Ada kacang kapri, kacang tanah, kacang hijau, kacang merah, kacang kedelai dan kacang panjang.



Gambar 3. Jenis-jenis kacang
Sumber : biologigonz.blogspot.com

3. Keanekaragaman Ekosistem

Ekosistem dapat diartikan sebagai hubungan atau interaksi timbal balik antara makhluk hidup yang satu dengan makhluk hidup lainnya dan juga antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Dalam aktivitas kehidupannya makhluk hidup selalu berinteraksi dan bergantung pada lingkungan sekitarnya. Ketergantungan ini berkaitan dengan kebutuhan akan oksigen, cahaya matahari, air, tanah, cuaca, dan faktor abiotik lainnya. Komponen abiotik yang berbeda menyebabkan adanya perbedaan cara adaptasi berbagai jenis makhluk hidup (komponen biotik). Hal ini menunjukkan adanya keanekaragaman ekosistem.

Keanekaragaman ekosistem merupakan keanekaragaman suatu komunitas yang terdiri dari hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme di suatu habitat. Keanekaragaman ekosistem ini terjadi karena adanya keanekaragaman gen dan keanekaragaman jenis (spesies). Contoh keanekaragaman ekosistem : sawah, hutan, pantai.

Tipe-Tipe ekosistem

a. Ekosistem Perairan (Akuatik)

Ekosistem perairan adalah komponen abiotiknya sebagian besar terdiri atas air. Makhluk hidup (komponen biotik) dalam ekosistem perairan dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu sebagai berikut.

- **Plaknton** terdiri atas fitoplankton dan zooplankton. Organisme ini dapat berpindah tempat secara pasif karena pengaruh arus air, misalnya ganggang uniseluler dan protozoa
- **Nekton** merupakan organisme yang bergerak aktif (berenang) misalnya ikan dan katak
- **Neuston** merupakan organisme yang mengapung dipermukaan air misalnya serangga, air, teratai, eceng gondok dan ganggang.
- **Bentos** merupakan organisme yang berada didasar perairan misalnya, udang, kepiting, cacing, dan ganggang.
- **Perifiton** merupakan organisme yang melekat pada organisme lain misalnya ganggang dan siput.

Ekosistem perairan dibedakan menjadi dua macam, yaitu ekosistem air tawar dan ekosistem air laut.

1) Ekosistem air tawar

Ekosistem air tawar memiliki ciri sebagai berikut:

- Memiliki kadar garam (salinitas) yang rendah, bahkan lebih rendah daripada cairan sel yang makhluk hidup.
- Dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.
- Penetrasi atau masuknya cahaya matahari dibagi menjadi beberapa zona yaitu :
 - Zona litoral, merupakan daerah dangkal yang dapat ditembus cahaya matahari hingga ke dasar perairan.
 - Zona limnetik, merupakan daerah terbuka yang jauh dari tepian sampai kedalaman yang masih dapat di tembus cahaya matahari.
 - Zona profundal, merupakan daerah yang dalam dan tidak dapat ditembus cahaya matahari. Di daerah ini tidak ditemukan organisme fotosintetik (produsen), tetapi dihuni oleh hewan pemangsa dan organisme pengurai.

2) Ekosistem Air laut

Ekosistem air laut memiliki ciri sebagai berikut :

- Memiliki kadar garam (salinitas) yang tinggi.
- Tidak dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.
- Habitat air laut saling berhubungan antara laut yang satu dengan laut yang lain.
- Memiliki variasi perbedaan suhu dibagian permukaan dengan di kedalaman.
- Terdapat arus air laut yang pergerakannya dapat dipengaruhi oleh arah angin, perbedaan densitas (masa jenis) air, suhu, tekanan air, gaya gravitasi, dan gaya tektonik batuan bumi.

Berdasarkan intensitas cahaya matahari yang menembus air, ekosistem air laut dibagi menjadi beberapa zona (daerah), yaitu:

- Zona fotik, merupakan daerah yang dapat ditembus cahaya matahari, kedalaman air kurang dari 200 meter. Organisme yang mampu berfotosintesis banyak terdapat di zona fotik.
- Zona twilight, merupakan daerah dengan kedalaman air 200- 2.000 meter. Cahaya matahari remang-remang tidak efektif untuk fotosintesis. Tidak dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.
- Zona afotik, merupakan daerah yang tidak dapat ditembus cahaya matahari sehingga selalu gelap. kedalaman air lebih dari 2.000 meter.

Pembagian zona ekosistem air laut dimulai dari pantai hingga ketengah laut, yaitu :

- **Zona litoral** (pasang surut), merupakan daerah yang terendam saat terjadi dan seperti daratan saat air laut surut.
- **Zona neritik**, merupakan daerah laut dangkal, kurang dari 200 meter. Zona ini dapat ditembus cahaya matahari dan dihuni ganggang laut dan ikan.
- **Zona batial**, merupakan memiliki kedalaman air 200-2.000 meter dan keadaannya remang-remang. Di zona ini tidak ada produsen, melainkan dihuni oleh nekton (organisme yang aktif berenang), misalnya ikan.

- **Zona abisal**, merupakan daerah palung laut yang keadaannya gelap. Kedalaman air di zona abisal lebih dari 2.000 meter. Zona ini dihuni oleh hewan predator, detritivor (permakan sisa organisme), misalnya pengurai.

Macam-macam ekosistem air laut adalah sebagai berikut:

1) Ekosistem laut dalam

Ekosistem laut dalam terdapat di laut dalam atau palung laut yang gelap karena tidak dapat ditembus oleh cahaya matahari. Pada ekosistem laut dalam tidak ditemukan produsen. Organisme yang dominan, yaitu predator dan ikan yang pada penutup kulitnya mengandung fosfor sehingga dapat bercahaya di tempat yang gelap.

2) Ekosistem terumbu karang

Ekosistem terumbu Karang terdapat di laut yang dangkal dengan air yang jernih. Organisme yang hidup di ekosistem ini, antara lain hewan terumbu karang (Coelenterata), hewan spons (Porifera), Mollusca (kerang, siput), bintang laut, ikan, dan ganggang. Ekosistem terumbu karang di Indonesia yang cukup terkenal di antaranya Taman Nasional Bawah Laut Bunaken.

3) Ekosistem Estuari

Ekosistem estuari terdapat di daerah percampuran air laut dengan air sungai. Salinitas air di estuari lebih rendah daripada air laut, tetapi lebih tinggi daripada air tawar, yaitu sekitar 5 – 25 ppm. Di daerah estuari dapat ditemukan tipe ekosistem yang khas, yaitu padang lamun (seagrass) dan hutan mangrove.

- Padang Lamun merupakan habitat pantai yang biasanya ditumbuhi seagrass. Tumbuhan ini memiliki rizom dan serabut akar, batang, daun, bunga, bahkan ada yang berbuah. Seagrass berbeda dengan alga karena mempunyai sistem reproduksi dan pertumbuhan yang khas. Seagrass tumbuh menyebar membentuk padang rumput di dalam air dengan perpanjangan rizom. Jenis hewan di padang lamun, antara lain kepiting renang (*Portunus pelagicus*), udang, dan penyu.
- Ekosistem hutan mangrove terdapat di daerah tropis hingga subtropis. Ekosistem ini didominasi oleh tanaman bakau (*Rhizophora* sp.), kayu api (*Avicennia* sp.), dan bogem (*Bruguiera* sp.). Tumbuhan bakau memiliki akar yang kuat dan rapat untuk bertahan di lingkungan berlumpur yang mudah goyah oleh hempasan air laut. Akar napasnya berfungsi untuk mengambil oksigen langsung dari udara. Tumbuhan bakau memiliki buah dengan biji vivipari yang sudah berkecambah dan berakar panjang saat masih di dalam buah sehingga langsung tumbuh ketika jatuh ke lumpur. Hewan-hewan yang hidup di ekosistem ini, antara lain burung, buaya, ikan, biawak, kerang, siput, kepiting, dan udang. Hutan mangrove banyak terdapat di pesisir pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan, Papua, Bali, dan Sumbawa.

4) Ekosistem pantai pasir

Ekosistem pantai pasir terdiri atas hamparan pasir yang selalu terkena deburan ombak air laut. Di tempat ini angin bertiup kencang dan cahaya matahari bersinar kuat pada siang hari. Vegetasi atau

tumbuhan yang dominan adalah formasi *pescaprae* dan formasi *barringtonia*. Formasi *pes-caprae* terdiri atas tanaman berbatang lunak dan berbiji (*terna*), misalnya *Ipomoea pes-caprae*, *Vigna marina*, dan *Spinifex littoreus*. Formasi *barringtonia* terdiri atas perdu dan pohon, misalnya *Barringtonia asiatica*, *Terminalia catappa*, *Erythrina*, *Hibiscus tiliaceus*, dan *Hernandia*. Hewan yang hidup di pantai pasir, misalnya kepiting dan burung. Pantai pasir antara lain terdapat di Bali, Lombok, Papua, Bengkulu, dan Bantul (Yogyakarta).

5) Ekosistem pantai batu

Sesuai dengan namanya, ekosistem pantai batu memiliki banyak bongkahan batu besar maupun batu kecil. Organisme dominan di sini yaitu ganggang cokelat, ganggang merah, siput, kerang, kepiting, dan burung. Ekosistem ini banyak terdapat di pantai selatan Jawa, pantai barat Sumatra, Bali, Nusa Tenggara dan Maluku.

b. Ekosistem Daratan

Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Ekosistem darat meliputi area yang sangat luas yang disebut bioma. Tipe bioma sangat dipengaruhi oleh iklim sedangkan iklim dipengaruhi oleh letak geografis garis lintang dan ketinggian tempat dari permukaan air laut. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma, yaitu sebagai berikut:

1) Hutan Hujan tropis

Hutan hujan tropis terdapat dalam wilayah Khatulistiwa, misalnya dalam lembah sungai Amazon, Amerika selatan, Asia tenggara (Malaysia, Indonesia, Thailand), dan lembah sungai kongo. Hutan hujan tropik mempunyai spesifikasi abiotik seperti di bawah ini. Memiliki siraman hujan yang sangat deras antara 200-450 cm/tahun. Setiap tahun Matahari bercahaya dengan temperatur lingkungan antara 21-30 derajat Celsius.



Gambar 4. Hutan Hujan Tropis
Sumber : diction.id

2) Bioma Gurun

Beberapa Bioma gurun terdapat di daerah tropika (sepanjang garis balik) yang berbatasan dengan padang rumput. Ciri-ciri bioma gurun adalah gersang dan curah hujan rendah (25 cm/tahun). Suhu siang hari tinggi (bisa mencapai 45°C) sehingga penguapan juga tinggi, sedangkan malam hari suhu sangat rendah (bisa mencapai 0°C). Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat besar. Tumbuhan semusim yang terdapat di gurun berukuran kecil. Selain itu, di gurun dijumpai pula tumbuhan

menahun berdaun seperti duri contohnya kaktus, atau tak berdaun dan memiliki akar panjang serta mempunyai jaringan untuk menyimpan air. Hewan yang hidup di gurun antara lain rodentia, ular, kadal, katak, dan kalajengking.



Gambar 5. Bioma Gurun
Sumber : ilmugeografi.com

3) Bioma Padang Rumput

Bioma ini terdapat di daerah yang terbentang dari daerah tropik ke subtropik. Ciri-cirinya adalah curah hujan kurang lebih 25-30 cm per tahun dan hujan turun tidak teratur. Porositas (peresapan air) tinggi dan drainase (aliran air) cepat. Tumbuhan yang ada terdiri atas tumbuhan terna (herba) dan rumput yang keduanya tergantung pada kelembapan. Hewannya antara lain: bison, zebra, singa, anjing liar, serigala, gajah, jerapah, kangguru, serangga, tikus dan ular.



Gambar 6. Padang rumput
Sumber : german.fansshare.com

4) Bioma Hutan Gugur

Bioma hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang. Ciri-cirinya adalah curah hujan merata sepanjang tahun. Terdapat di daerah yang mengalami empat musim (dingin, semi, panas, dan gugur). Jenis pohon sedikit (10 s/d 20) dan tidak terlalu rapat. Hewannya antara lain rusa, beruang, rubah, bajing, burung pelatuk, dan rakoon (sebangsa luwak).



Gambar 7. Bioma Hutan gugur
 Sumber : docplayer.info

5) Bioma Taiga

Bioma taiga terdapat di belahan bumi sebelah utara dan di pegunungan daerah tropik. Ciri-cirinya adalah suhu di musim dingin rendah. Biasanya taiga merupakan hutan yang tersusun atas satu spesies seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Semak dan tumbuhan basah sedikit sekali. Hewannya antara lain moose, beruang hitam, ajag, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur.



Gambar 8. Bioma Taiga
 Sumber: pinterest.com

6) Bioma Tundra

Bioma tundra terdapat di belahan bumi sebelah utara di dalam lingkaran kutub utara dan terdapat di puncak-puncak gunung tinggi. Pertumbuhan tanaman di daerah ini hanya 60 hari. Contoh tumbuhan yang dominan adalah *Sphagnum sp*, liken, tumbuhan biji semusim, tumbuhan kayu yang pendek, dan rumput. Pada umumnya, tumbuhannya mampu beradaptasi dengan keadaan yang dingin. Hewan yang hidup di daerah ini ada yang menetap dan ada yang datang pada musim panas, semuanya berdarah panas. Hewan yang menetap memiliki rambut atau bulu yang tebal,

contohnya muscox, rusa kutub, beruang kutub, dan insekta terutama nyamuk dan lalat hitam.



Gambar 9: Bioma Tundra
Sumber : andimanwno.wordpress.com

7) Sabana/Savana

Sabana merupakan padang rumput yang diselingi pohon-pohon. Sabana terdapat didaerah tropis, dengan curah hujan 90- 150cm/tahun, misalnya di Kenya (Afrika) dan Australia Utara. Sabana dibedakan menjadi 2 macam yaitu sabana murni (satu jenis pohon) dan sabana campuran (beberapa jenis pohon)



Gambar 10. Bioma Sabana/Savana
Sumber: pak.pandani.we, id

Indonesia memiliki keragaman flora dan fauna (keanekaragaman hayati) yang sangat besar. Bahkan, keanekaragaman hayati Indonesia termasuk tiga besar di dunia bersama-sama dengan Brazil di Amerika Selatan dan Zaire di Afrika. Besarnya keanekaragaman hayati di Indonesia berkaitan erat dengan kondisi iklim dan kondisi fisik wilayah. Suhu dan curah hujan yang besar memungkinkan tumbuhnya beragam jenis tumbuhan.

C. Rangkuman

1. Keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman pada makhluk hidup yang menunjukkan adanya variasi bentuk, penampilan, ukuran, serta ciri-ciri lainnya. Secara garis besar keanekaragaman hayati dibagi menjadi 3 tingkat yaitu keanekaragaman tingkat gen, tingkat jenis, dan tingkat ekosistem.
2. Keanekaragaman gen adalah keanekaragaman individu dalam satu jenis atau spesies makhluk hidup. Keanekaragaman gen menyebabkan bervariasinya

susunan genetik sehingga berpengaruh pada genotip (sifat) dan fenotip (penampakan luar) suatu makhluk hidup.

3. Keanekaragaman jenis menunjukkan seluruh variasi yang terdapat pada makhluk hidup antar jenis.
4. Keanekaragaman ekosistem merupakan keanekaragaman suatu komunitas yang terdiri dari hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme di suatu habitat.

D. Penugasan Mandiri

Langkah Kerja:

1. Amati lingkungan sekitar tempat tinggalmu!
2. Tentukan 2 ekosistem yang akan diamati (misal ekosistem darat dan ekosistem air)!
3. Amati kehidupan setiap ekosistem tersebut!. Yang harus diamati meliputi berbagai jenis makhluk hidup yang ada dan interaksi yang terjadi antar makhluk hidup tersebut dan antar makhluk hidup dengan lingkungannya.
4. Amati pula keanekaragaman gen dari setiap spesies yang Anda temui!
5. Masukkan data hasil pengamatan pada tabel berikut ini!

Kondisi yang teramati	Ekosistem Air	Ekosistem Darat
Kondisi komponen abiotik.		
Jenis tumbuhan yang ditemukan.		
Jenis hewan yang ditemukan.		

Pertanyaan:

1. Bagaimana kondisi komponen abiotik pada kedua ekosistem yang Anda amati?
2. Bagaimana kondisi komponen biotik pada kedua ekosistem yang Anda amati?
3. Pada ekosistem yang manakah keanekaragaman gen dan jenis paling tinggi? Apa yang menyebabkannya? Jelaskan?

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

1. Kelompok tumbuhan yang merupakan tingkatan satu gen adalah....
 - A. Mangga manalagi, mangga gedong, dan mangga harum manis
 - B. Jambu, mangga dan pepaya
 - C. Kelapa sawit, kelapa gading dan aren
 - D. Aren, jambu dan kelapa sawit
 - E. Bawang merah, bawang putih dan bawang daun

2. Keanekaragaman jenis dapat terlihat dari adanya perbedaan....
 - A. Bentuk, warna, ukuran dan penampilan
 - B. Bentuk, warna, jumlah, ukuran dan faktor pembawa sifat menurun
 - C. Morfologi dan anatomi
 - D. Tingkah laku dan gen
 - E. Morfolofgi dan tingkah laku

3. Organisme yang menunjukkan berbagai macam variasi pada komunitas, ekosistem dan spesies dapat menimbulkan
 - A. Varietas
 - B. Spesies baru
 - C. Populasi
 - D. Biodiversitas
 - E. Habitat baru

4. Di bawah ini merupakan ciri-ciri ekosistem air.
 - 1) Salinitas rendah
 - 2) Variasi suhu tinggi
 - 3) Penetrasi cahaya matahari kurang
 - 4) Suhu air daerah tropis kurang lebih 25°C
 - 5) Adanya aliran air
 - 6) Tidak dipergaruhi iklim dan cuacaCiri-ciri ekosistem air tawar adalah....
 - A. (1), (2) dan (3)
 - B. (1), (2) dan (5)
 - C. (2), (3) dan (5)
 - D. (2),(3) dan (6)
 - E. (4),(5) dan (6)

5. Keanekaragaman jenis (spesies) tertinggi terdapat pada ekosistem....
 - A. Gurun
 - B. Hutan hujan tropis
 - C. Sawah
 - D. Mangrove
 - E. Sabana

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No Soal	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	A Mangga manalagi, mangga gedung, dan mangga harum manis	Jenis mangga mempunyai berbagai variasi, hal ini disebabkan faktor gen yang bervariasi. Mangga dalam satu jenis memiliki rasa dan tekstur yang berbeda beda begitupun dari segi penampilan fisik tanamannya.
2	C Morfologi dan anatomi	Keanekaragaman jenis adalah perbedaan yang dapat ditemukan pada suatu komunitas. Perbedaan dapat ditemukan dengan memperhatikan anatomi dan morfologi.
3	D Biodiversita	Keanekaragaman hayati (<i>Biodiversity</i>) Keanekaragaman hayati adalah tingkat variasi bentuk kehidupan dalam, mengingat ekosistem bioma spesies atau seluruh planet. Keanekaragaman hayati adalah ukuran dari kesehatan ekosistem. Keanekaragaman hayati adalah sebagian fungsi dari iklim.
4	A (1), (2), (3)	Ciri-ciri air tawar - Salinitas rendah, di bawah 1 %. - Dpengaruhi iklim dan cuaca. - Suhu bervariasi sangat rendah. - Penetrasi masuknya cahaya kurang.
5	B Hutan hujan tropis	Kerna hutan hujan tropis memiliki variasi spesies terbanyak dibandingkan dengan ekosistem lainnya.

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Lakukan penilaian diri untuk mengetahui seberapa jauh Anda memahami materi pada kegiatan pembelajaran 1. Berilah tanda centang (v) pada kolom jika sesuai atau tidak sesuai dengan yang dirasakan.

No	Deskripsi Kompetensi	Hasil Penilaian Diri	
		Ya	Tidak
1	Apakah Anda dapat menjelaskan pengertian keanekaragaman hayati?		
2	Apakah Anda dapat membedakan keanekaragaman tingkat gen, tingkat jenis dan tingkat ekosistem?		
3	Apakah Anda dapat mengidentifikasi ciri-ciri berbagai bioma sebagai bagian dari keanekaragaman hayati tingkat ekosistem?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas maka pelajari kembali modul kegiatan pembelajaran 1. **“Jangan putus asa”**. Jika menjawab “Ya “ pada semua pertanyaan, maka lanjutkan ke kegiatan pembelajaran 2.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Penyebaran, Pelestarian dan Manfaat Keanekaragaman Hayati

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan , Anda dapat mengidentifikasi, menjelaskan dan menganalisis serta menyajikan data sebaran, manfaat pelestarian dan ancaman keanekaragaman hayati Indonesia secara teliti, tanggung jawab dan bersyukur kepada Tuhan YME

B. Uraian Materi

1. Penyebaran Flora di Indonesia

Flora di Indonesia termasuk flora kawasan Malesiana yang meliputi Malaysia, Filipina, Indonesia , dan Papua Nugini. Pada tahun 2009, Van Welzen dan Silk, botanis dari Belanda, melakukan penelitian yang menjelaskan distribusi flora Malesiana. Menurut keduanya, flora Malesiana terbagi menjadi flora dataran Sunda, flora dataran Sahul, dan flora di daerah tengah (peralihan) yang sangat khas dan endemik.

a. Flora Daratan Sunda (Asiatik)

Flora di Indonesia termasuk flora kawasan Malesiana yang meliputi Malaysia, Filipina, Indonesia , dan Papua Nugini. Pada tahun 2009, Van Welzen dan Silk, botanis dari Belanda, melakukan penelitian yang menjelaskan distribusi flora Malesiana. Menurut keduanya, flora Malesiana terbagi menjadi flora dataran Sunda, flora dataran Sahul, dan flora di daerah tengah (peralihan) yang sangat khas dan endemik.

Flora di dataran Sunda terbagi menjadi tiga macam, yaitu flora endemik seperti padma raksasa (*Rafflesia arnoldii*) yang hanya terdapat di wilayah Bengkulu, Jambi, dan Sumatera Selatan, serta bunga anggrek Tien Suharto atau anggrek Hartinah (*Cymbidium hartinahianum*) yang hanya ada di wilayah Sumatera Utara. Selanjutnya flora khas paparan sunda adalah pada bagian pantai timur di dominasi hutan mangrove dan rawa gambut. Kemudian flora di bagian pantai barat didominasi oleh meranti-merantian, rawa gambut, kemuning, rotan dan hutan rawa air tawar.



Gambar 11. Bunga Bangkai
Sumber: kompas.com

b. Flora Peralihan

Flora di daerah peralihan memiliki kemiripan dengan flora di dataran Sunda dan Sahul. Wilayah yang termasuk di dalamnya adalah wilayah pulau Sulawesi, Maluku dan Nusa Tenggara. Di pulau Sulawesi setidaknya terdapat 4.222 jenis flora yang memiliki karakteristik yang hampir mirip flora di Filipina, Maluku, Nusa Tenggara, dan Jawa. Flora di bagian peralihan ini jika terdapat di pantai akan mirip dengan yang ada di Papua, namun untuk flora yang berada di gurun sangat mirip dengan yang ada di Kalimantan. Jenis flora endemik di wilayah ini adalah eboni (*Diospyros celebica*) atau lebih dikenal dengan kayu besi di pulau Sulawesi, pohon leda (*Eucalyptus deglupta*), dan cengkeh (*Syzygium aromaticum*).

c. Flora Daratan Sahul

Hutan di dataran Sahul memiliki ciri-ciri yang sama dengan hutan Australia wilayah utara dengan beribu-ribu jenis tumbuhan yang berdaun lebat dan hijau. Ketinggian pohon di wilayah ini bisa mencapai 50 meter. Karena lebatnya daun pohon di hutan sahal membuat sinar matahari tidak menembus tanah, sehingga kelembapan terjaga dan memiliki ciri air tanah yang baik dan membuat tanah subur dengan organisme yang ada di dalamnya. Karena hal ini pula terdapat banyak tumbuhan merambat atau epifit. Spesies endemik di dataran ini antara lain sagu (*Metroxylon sagu*), pala (*Myristica fragrans*), dan matoa (*Pometia pinnata*). Selain itu, juga terdapat beberapa jenis tumbuhan seperti pohon besi, cemara, merbau, dan jati.

Seorang ahli geografi dan botani dari Jerman, Franz Wilhelm Junghuhn, mengklasifikasikan iklim di Pulau Jawa secara vertikal sesuai dengan tumbuhan yang hidup di iklim tersebut. Klasifikasi ini bisa dijadikan dasar pengelompokan tumbuhan di Indonesia secara vertikal.

Menurut ketinggian tempat dari permukaan laut, flora di Indonesia dibagi menjadi beberapa kelompok berikut.

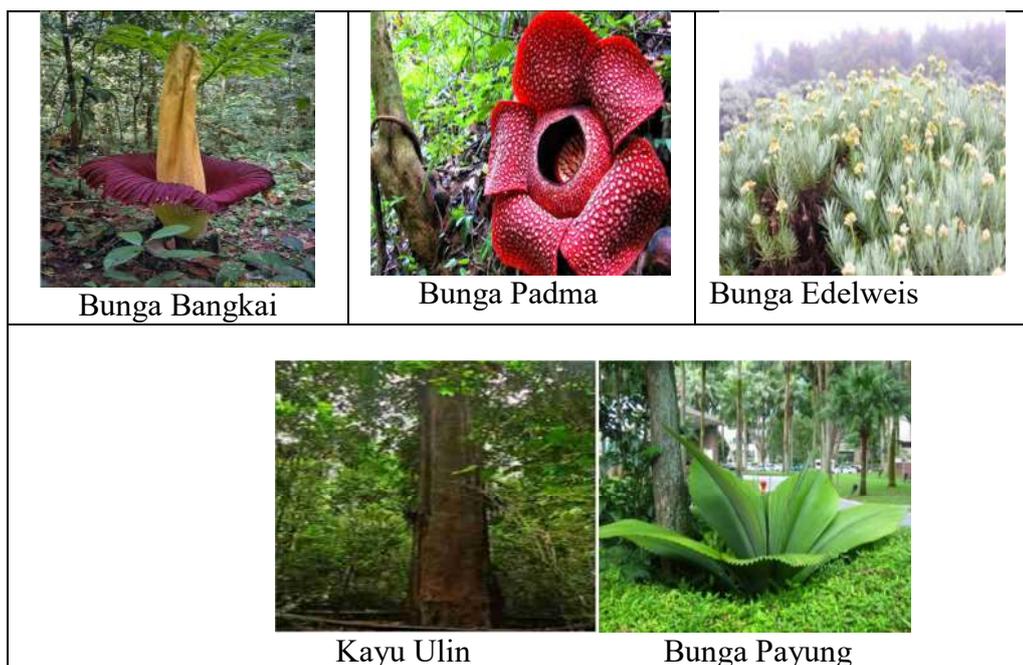
- 1) Daerah dengan ketinggian 0-650 m merupakan dataran rendah pantai dan hutan mangrove dengan jenis tanaman pandan, bakau (*Rhizophora sp.*), kayu api (*Avicennia sp.*), bogem (*Bruguiera sp.*), sagu, dan nipah. Semakin jauh ke daratan, ditemukan kelapa, kelapa sawit, cokelat, padi, jagung, kapuk (*Ceiba pentandra*), dan karet (*Hevea brasiliensis*).
- 2) Daerah dengan ketinggian 650-1500 m ditumbuhi tanaman rasamala (*Altingia excelsa*), kina (*Chinchona officinalis*), aren, pinang, kopi, tembakau, dan teh.
- 3) Daerah dengan ketinggian 1500-2500 m ditumbuhi tanaman cantigi koneng (*Rhododendron album*), cemara gunung (*Casuarina junghuhniana*), anggrek tanah (*Paphiopedilum praestans*) di pegunungan Papua, dan berri (*Vaccinium lucidum*).
- 4) Daerah dengan ketinggian di atas 2500 m merupakan daerah pegunungan yang dingin. Di ketinggian ini, ditemukan lumut, liken, dan bunga edelweis (*Anaphalis javanica*).

Berikut beberapa contoh jenis flora di Indonesia yang merupakan spesies langka, diantaranya adalah sebagai berikut.

- 1) Bunga Bangkai Bunga bangkai (*Amorphophallus titanum*) merupakan tumbuhan endemik dari Sumatera, yang dikenal dengan bunga majemuk terbesar. Dinamakan bunga bangkai karena bunga ini mengeluarkan

aroma busuk yang digunakan untuk menarik serangga kumbang atau lalat untuk proses penyerbukan.

- 2) Padma Raksasa Padma raksasa (*Rafflesia arnoldii*) merupakan tumbuhan parasit yang terkenal karena ukuran bunga yang besar, bahkan merupakan bunga terbesar di dunia. Bunga ini pertama kali ditemukan pada tahun 1818 di hutan tropis Bengkulu (Sumatera). Bunga ini terdiri dari 27 spesies dan dari semua spesiesnya ditemukan di Asia tenggara.
- 3) Edelweiss Jawa Edelweiss Jawa (*Anaphalis javanica*) merupakan tumbuhan endemik zona alpina/montana di berbagai pegunungan tinggi nusantara. Edelweiss saat ini merupakan salah satu jenis bunga yang sudah sangat langka keberadaannya.
- 4) Daun Payung (*Johannesteijsmannia altifrons*) adalah salah satu tanaman di Sumatera Utara. Tanaman ini tidak tahan terhadap paparan sinar matahari langsung sehingga tanaman ini sering ditemukan tumbuh di antara pepohonan lebat. Keberadaan tanaman ini semakin berkurang karena banyaknya kebakaran hutan sehingga pohon tempatnya berlindung juga berkurang.
- 5) Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) adalah sejenis pohon besar yang sering disebut dengan pohon besi dan merupakan tumbuhan khas dari Kalimantan. Ulin termasuk jenis pohon besar yang cukup sulit untuk diperkembangbiakkan sehingga populasinya menurun.



Gambar 12. Aneka flora langka Indonesia

Sumber: id.search.yahoo.com

2. Penyebaran Fauna di Indonesia

Berdasarkan letak geografinya wilayah Indonesia dilewati oleh dua garis khayal, yaitu Garis Wallace dan Garis Webwe. Kedua garis khayal ini menyebabkan terjadinya perbedaan persebaran hewan (fauna) Indonesia. Penyebaran fauna di Indonesia dipengaruhi oleh aspek geografi dan peristiwa geologi benua Asia dan Australia. Para pakar zoology berpendapat bahwa tipe fauna di kawasan Indonesia bagian barat mirip dengan fauna di Asia Tenggara (oriental), sedangkan fauna di kawasan Indonesia bagian timur mirip dengan fauna di benua Australia (australis). Daerah

persebaran fauna di Indonesia dapat dibagi menjadi tiga kawasan, yaitu kawasan Indonesia bagian barat, kawasan peralihan (Wallacea), dan kawasan Indonesia bagian timur.



Gambar 13. Peta persebaran fauna di Indonesia
Sumber: rumusguru.com

a. Daerah Sebelah Barat Garis Wallace

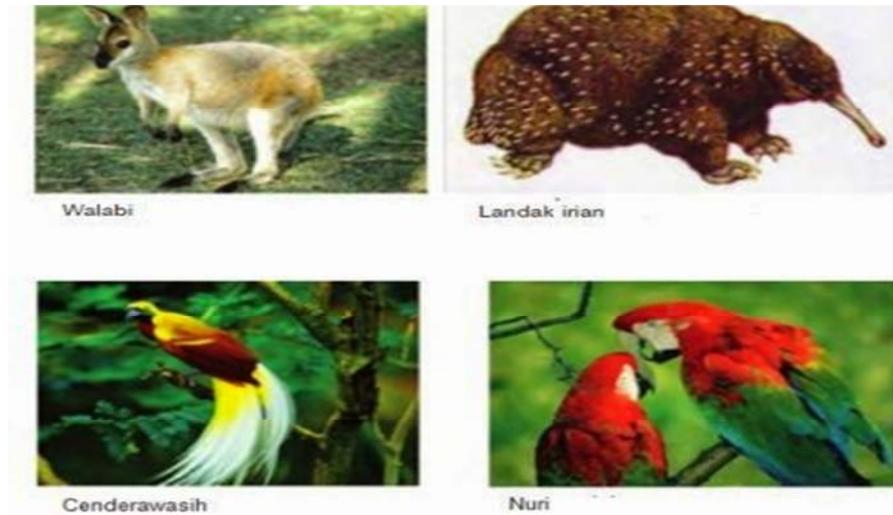
Kawasan Indonesia yang termasuk ke dalam daerah sebelah Barat garis Wallace, meliputi Sumatera, Jawa, Kalimantan, dan Bali. Kawasan ini dibatasi oleh garis imajiner Wallace yang terletak di antara Kalimantan dengan Sulawesi dan antara Bali dengan Lombok. Meskipun jarak antara Bali dan Lombok sangat dekat, namun jenis fauna yang hidup di kedua pulau tersebut berbeda. Garis Wallace dikemukakan oleh Alfred Russel Wallace (ahli zoologi berkebangsaan Inggris) pada abad ke-19. Beberapa jenis fauna kawasan Indonesia bagian barat yang juga menjadi spesies endemik antara lain harimau (*Panthera tigris*), macan tutul atau leopard (*Panthera pardus*), gajah (*Elephas maximus*), badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus*), banteng (*Bos sondaicus*), orang utan (*Pongo pygmaeus*), wauwau (*Hylobates lar*), lutung (*Presbytis cristata*), merak hijau (*Pavo muticus*), dan burung jalak Bali (*Leucopsar rothschildi*). Fauna di wilayah ini dikenal juga dengan tipe oriental yang bercirikan hewan menyusui berukuran besar, berbagai macam kera dan ikan air tawar.



Gambar 14. Fauna khas Indonesia Bagian Barat
Sumber: juraganles.com

b. Daerah Sebelah Timur garis Wallace

Wilayah Indonesia yang ada di sebelah Timur Garis Wallace memiliki berbagai jenis fauna Australia, yaitu berbagai jenis burung dengan warna bulu yang mencolok, misalnya kasuari, cenderawasih, kakatua, nuri dan parkit. Ada pula merpati berjambul dan beberapa jenis hewan berkantung dan walabi.



Gambar 15. Fauna khas Indonesia Bagian Timur
 Sumber : kumpulanbagianpenting.blogspot.com

c. Daerah Peralihan

Daerah peralihan adalah daerah di antar Garis Wallace dan Weber. Disebut juga wilayah Wallace. Semakin ke Timur dari Garis Wallace, jumlah fauna oriental semakin berkurang. Sebaliknya semakin ke barat dari Garis Weber, Fauna Australia semakin berkurang. Dengan demikian, marsupialia dapat ditemukan di daerah Wallace dan butung pelatuk oriental juga dapat dijumpai di sebelah timur Wallace.



Gambar 16, Fauna peralihan
 Sumber: commons.wikimedia.org

Perhatikan fauna yang ada di Bali dan di Lombok. Kedua pulau ini hanya dipisahkan oleh selat yang hanya berjarak sekitar 30 km, tetapi faunanya berbeda jauh. Di Bali ditemukan hewan Oriental bajing dan harimau, tetapi hewan ini tidak menyebar ke Lombok. Sementara itu, di Lombok ditemukan burung pemakan madu yang tidak ditemukan di Bali (fauna Australian). Hal serupa terjadi di Sulawesi dan Kalimantan. Di Sulawesi ditemukan hewan Australian Opom dan burung kakaktua (fauna Australian), namun kedua hewan tersebut tidak ditemukan di Kalimantan.

Terlepas dari tipe asiatis, tipe australian maupun peralihan, berapa hewan tersebut adalah hewan khas Indonesia. Hewan yang terancam punah adalah hewan asli Indonesia adalah orang utan (endemik di Sumatera dan Kalimantan), komodo (endemik Pulau Komodo), badak cula satu (endemik ujung Kulon Jawa barat) dan Anoa (endemik Sulawesi).

3. Ancaman Kepunahan Keanekaragaman Hayati



Gambar 17. Kerusakan Hutan

Sumber: ipqi.org

Kepunahan flora dan fauna bukan suatu gejala baru. Beberapa ratus tahun yang lalu sebagian besar flora dan fauna telah berkurang karena kegiatan manusia. Di sisi lain manusia merupakan satu-satunya makhluk hidup yang mampu membendung terjadinya kepunahan berbagai jenis flora dan fauna. Jenis flora dan fauna yang cepat mengalami kepunahan adalah sebagai berikut:

- Flora dan fauna yang persebarannya sedikit dan kemampuan menyesuaikan diri terhadap lingkungan (adaptasi) kecil
- Flora dan fauna yang ditemukan di daerah sebaran sempit.
- Flora dan fauna yang membutuhkan daerah luas untuk bertahan hidup.
- Merupakan pemangsa besar sehingga diburu oleh manusia.
- Flora dan fauna memiliki kekhususan tinggi.
- Umumnya merupakan fauna besar dengan kepadatan rendah.
- Flora dan fauna bersaing dengan manusia baik langsung maupun tidak langsung
- Flora dan fauna memiliki nilai komersial.
- Pernah mempunyai kisaran luas dan berdekatan tetapi sekarang terbatas pada daerah kecil tempat hidupnya.

Beberapa jenis hewan Indonesia dan keadaannya dapat dilihat pada tabel 1. Sedangkan mamalia yang punah dan langka di Indonesia Barat dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Jenis Hewan di Indonesia

No	Jenis Hewan	Kadaan
1	Musang Sulawesi	Rentan
2	Dugong	Rentan
3	Babi Rusa	Rentan
4	Anoa dataran rendah	Terancam punah
5	Anoa gunung	Terancam punah
6	Kuntul Cina	Rentan
7	Bangau bluwok	Rentan
8	Maleo	Rentan
9	Buaya Muara	Rentan
10	Penyu belimbing	Terancam punah
11	Penyu sisik	Terancam punah
12	Kura-kura forsten	Terancam
13	Kupu-kupu sayap hitam	Rentan

Tabel 2. Mamalia yang Punah dan Langka di Indonesia Barat

Nama Hewan	Pulau		
	Jawa	Sumatera	Kalimantan
Orang Utan	Punah	Terancam Punah	Terancam
Owa siamang	Punah	Terancam punah	-
Badaj Jawa	Terancam punah	Punah	Punah
Badak Sumatera	Terancam punah	-	-
Banteng	Langka	Punah	Langka
Tapir tenuk	Punah	Terancam	Punah
Harimau	Punah	Terancam	-
Beruang Madu	Punah	Terancam punah	Terancam punah
Harimau tutul	Terancam punah	Punah	Terancam punah
Gajah	Terancam punah	Terancam punah	Terancam

Manusia saat ini sudah mengikuti perkembangan industrialisasi untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sehingga banyak aktifitas yang tidak disadari dapat mengancam keanekaragaman hayati. Jika hal ini dibiarkan, maka keanekaragaman hayati akan mengalami penurunan, baik kualitas dan kuantitasnya.

Hal-hal yang dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati adalah sebagai berikut :

- Perusakan dan pemusnahan habitat.
- Masuknya jenis hewan pe;iharaan dan tumbuhan baru pada suatu habitat tanpa penelitian dan pengembangan yang seksama.
- Penggunaan jenis tumbuhan dan hewan pada suatu habitat secara berlebihan.
- Terjadinya pencemaran lingkungan dalam suatu ekosistem. Pencemaran lingkungan meliputi pencemaran air, tanah dan udara.
- Terjadinya perubahan iklim global.
- Adanya perkembangan industry pertanian dan perhutanan.

- g. Adanya eksploitasi berlebihan saat penambangan logam dan pemanfaatan biota laut.

4. Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Usaha pelestarian sumber daya alam hayati merupakan tanggung jawab bersama dan harus dilakukan secara ketat, karena sudah banyak jenis tumbuhan dan hewan endemik telah berada di ambang kepunahan. Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk pelestarian keanekaragaman hayati dibagi menjadi dua, yaitu pelestarian ex situ dan insitu.

a. Pelestarian Secara In Situ

Pelestarian In situ adalah pelestarian keanekaragaman hayati yang dilakukan di tempat hidup aslinya (habitatnya). Pelestarian ini dilakukan pada makhluk hidup yang memerlukan habitat khusus atau makhluk hidup yang dapat menyebabkan bahaya pada kehidupan makhluk hidup lainnya jika dipindahkan ke tempat lain. Contoh taman nasional dan cagar alam. Indonesia saat ini memiliki 30 taman nasional dan ratusan cagar alam sehingga flora dan fauna asli Indonesia memiliki kesempatan baik untuk hidup terus, tentu apabila peraturan pemerintah ditaati.

b. Pelestarian Ex Situ

Pelestarian ex situ adalah pelestarian keanekaragaman hayati (tumbuhan dan hewan) dengan cara dikeluarkan dari habitatnya dan dipelihara di tempat lain. Pelestarian secara ex situ dapat melakukan cara-cara sebagai berikut.

- Kebun koleksi
- Kebun plasma nutfah
- Kebun raya
- Penyimpanan dalam kamar-kamar bersuhu dingin
- Kebun binatang

Dari hasil kerja sama dengan lembaga konservasi internasional, telah dilakukan pengembangan kawasan konservasi menjadi cagar biosfer yang merupakan kawasan dengan ekosistem terestrial dan pesisir yang melaksanakan konservasi biodiversitas melalui pemanfaatan ekosistem yang berkelanjutan. Cagar biosfer yang ada di Indonesia antara lain Kebun Raya Cibodas, Taman Nasional Komodo, Taman Nasional Gunung Leuser, Taman Nasional Bukit Batu, dan Taman Nasional Wakatobi.

5. Manfaat Keanekaragaman Hayati

a. Keanekaragaman hayati sebagai sumber pangan

Makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia adalah beras yang diperoleh dari tanaman padi (*Oryza sativa*). Namun, di beberapa daerah, makanan pokok penduduk adalah jagung, singkong, ubi jalar, talas, atau sagu. Selain kaya akan tanaman penghasil bahan makanan pokok, Indonesia juga kaya akan tanaman penghasil buah dan sayuran. Diperkirakan terdapat sekitar 400 jenis tanaman penghasil buah, contohnya sirsak (*Annona muricata*), jeruk bali (*Citrus maxima*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), duku (*Lansium domesticum*), durian (*Durio zibethinus*), manggis (*Garcinia mangostana*), markisa (*Passiflora edulis*), mangga (*Mangifera indica*), dan matoa (*Pometia pinnata*). Terdapat sekitar 370 jenis tanaman penghasil sayuran, antara lain sawi, kangkung, katuk, kacang panjang, buncis, bayam, terung, kol (kubis), seledri, dan bawang kucai. Ada sekitar 70 jenis tanaman berumbi, misalnya kunyit kuning, jahe, lengkuas, temulawak, wortel, lobak, talas, singkong, ubi jalar, dan bawang putih. Indonesia juga kaya akan tanaman penghasil rempah-rempah yang jumlahnya sekitar 55 jenis, antara lain merica (*Piper nigrum*), cengkeh (*Eugenia aromatica*), pala (*Myristica fragrans*), dan ketumbar (*Coriandrum sativum*). Sumber makanan juga berasal dari aneka

ragam hewan darat, air tawar, dan air laut. Contohnya, sapi, kambing, kelinci, burung, ayam, ikan lele, belut, kepiting, kerang, dan udang.

b. Keanekaragaman hayati sebagai sumber obat-obatan

Indonesia memiliki sekitar 30.000 spesies tumbuhan, 940 spesies di antaranya merupakan tanaman obat dan sekitar 250 spesies tanaman obat tersebut digunakan dalam industri obat herbal lokal. Beberapa tanaman obat beserta kegunaannya adalah sebagai berikut. Buah merah (*Pandanus conoideus*) dimanfaatkan sebagai obat untuk mengobati kanker (tumor), kolesterol tinggi, dan diabetes. Mengkudu (*Morinda citrifolia*) untuk menurunkan tekanan darah tinggi. Kina (*Chinchona calisaya*, *Chinchona officinalis*), kulitnya mengandung alkaloid kina (quinine) untuk obat malaria. Selain tumbuh-tumbuhan, beberapa jenis hewan juga dapat dimanfaatkan sebagai obat-obatan, antara lain sebagai berikut. Madu dari lebah dimanfaatkan untuk meningkatkan daya tahan tubuh. Ular, bagian daging dan lemaknya dipercaya dapat mengobati penyakit kulit (gatal-gatal).

c. Keanekaragaman hayati sebagai sumber kosmetik

Beberapa tumbuhan digunakan sebagai bahan pembuatan kosmetik, antara lain sebagai berikut. Bunga mawar (*Rosa hybrida*), melati (*Jasminum grandiflorum*), cendana (*Santalum album*), kenanga (*Cananga odorata*), dan kemuning (*Murraya exotica*) dimanfaatkan untuk wewangian (parfum). Kemuning, bengkoang, alpukat, dan beras digunakan sebagai lulur tradisional untuk menghasilkan kulit. Urang-aring (*Eclipta alba*), mangkogan, pandan, minyak kelapa, dan lidah buaya (*Aloe vera*) digunakan untuk pelumas dan penghitam rambut.

d. Keanekaragaman hayati sebagai sumber sandang

Beberapa jenis tanaman digunakan untuk bahan sandang atau pakaian, antara lain sebagai berikut. Rami (*Boehmeria nivea*), kapas (*Gossypium arboreum*), pisang hutan atau abaca (*Musa textilis*), sisal (*Agave sisalana*), kenaf (*Hibiscus cannabicus*), jute (*Corchorus capsularis*) dimanfaatkan seratnya untuk dipintal menjadi kain atau bahan pakaian. Tanaman labu air (*Lagenaria siceraria*) dimanfaatkan oleh Suku Dani di lembah Baliem (Papua) untuk membuat koteka (horim) laki-laki. Sementara untuk membuat pakaian wanita, digunakan tumbuhan wen (*Ficus drupacea*) dan kem (*Eleocharis dulcis*). Beberapa hewan juga dapat dimanfaatkan untuk membuat pakaian, antara lain sebagai berikut. Ulat sutera untuk membuat kain sutera yang memiliki nilai ekonomi sangat tinggi. Kulit beberapa hewan, misalnya sapi dan kambing dapat dimanfaatkan untuk membuat jaket. Kulit sapi digunakan untuk membuat sepatu. Bulu burung dapat digunakan untuk membuat aksesoris pakaian.

e. Keanekaragaman hayati sebagai sumber papan

Sebagian besar rumah di Indonesia menggunakan kayu, terutama rumah adat. Kayu dimanfaatkan untuk membuat jendela, pintu, tiang, dan alas atap. Beberapa tumbuhan yang dimanfaatkan kayunya, antara lain jati (*Tectona grandis*), kelapa (*Cocos nucifera*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), meranti (*Shorea acuminata*), keruing (*Dipterocarpus borneensis*), rasamala (*Altingia excelsa*), ulin (*Eusideroxylon zwageri*), dan bambu (*Dendrocalamus asper*). Di Pulau Timor dan Alor, daun lontar (*Borassus flabellifer*) dan gebang (*Corypha utan*) digunakan untuk membuat atap dan dinding rumah. Beberapa jenis tumbuhan palem (*Nypa fruticans*, *Oncosperma tigilarium*, dan *Oncosperma horridum*) juga dimanfaatkan untuk membuat rumah di Sumatra dan Kalimantan. Di Pulau Timor, alang-alang (*Imperata cylindrica*) dimanfaatkan untuk membuat atap rumah.

f. Keanekaragaman hayati sebagai aspek budaya dan keagamaan

Penduduk Indonesia yang menghuni kepulauan nusantara memiliki keanekaragaman suku dan budaya yang tinggi. Terdapat sekitar 350 entis (suku) dengan agama dan kepercayaan, budaya, serta adat-istiadat yang berbeda. Dalam menjalankan upacara ritual keagamaan dan kepercayaannya, penyelenggaraan upacara adat dan pesta tradisional seringkali memanfaatkan beragam jenis tumbuhan dan hewan. Beberapa upacara ritual keagamaan dan kepercayaan, upacara adat, serta pesta tradisional tersebut, antara lain sebagai berikut. Budaya nyekar (ziarah kubur) pada masyarakat Jawa menggunakan bunga mawar, kenanga, kantil, dan melati. Upacara kematian di Toraja menggunakan berbagai jenis tumbuhan yang dianggap memiliki nilai magis saat memandikan jenazah, misalnya limau, daun kelapa, pisang, dan rempah-rempah. Upacara Ngaben di Bali menggunakan 39 jenis tumbuhan yang mengandung minyak atsiri yang berbau harum, antara lain kenanga, melati, cempaka, pandan, sirih, dan cendana. Tebu hitam dan kelapa gading juga digunakan untuk menghanyutkan abu jenazah ke sungai. Umat Islam menggunakan hewan ternak (kambing, sapi, dan kerbau) pada hari raya Qurban. Umat Nasrani menggunakan pohon cemara (*Araucaria sp.* dan *Casuarina equisetifolia*) saat perayaan natal.

g. Keanekaragaman hayati sebagai sumber plasma nutfah

Plasma nutfah (sumber daya genetik) adalah bagian tubuh tumbuhan, hewan, atau mikroorganisme yang mempunyai fungsi dan kemampuan mewariskan sifat. Setiap organisme yang masih liar di alam maupun yang sudah dibudidayakan manusia mengandung plasma nutfah. Plasma nutfah berguna untuk merakit varietas unggul pada suatu spesies, misalnya spesies yang tahan terhadap suatu penyakit atau memiliki produktivitas tinggi. Plasma nutfah akan mempertahankan mutu sifat dari organisme dari generasi ke generasi berikutnya, misalnya padi Rojolele akan mewariskan sifat pulen dan rasa enak, serta ubi jalar Cilembu dan buah duku Palembang akan mewariskan sifat rasa manis. Keanekaragaman plasma nutfah dapat tetap terjaga melalui pelestarian semua jenis organisme.

C. Rangkuman

1. Keanekaragaman tumbuhan (flora) di Indonesia dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu keanekaragaman dataran sunda, peralihan dan dataran sahu. Keanekaragaman Flora Indonesia juga dibagi berdasarkan ketinggian dari atas permukaan laut atau secara vertikal.
2. Persebaran fauna (hewan) di Indonesia dibagi menjadi dua, yaitu persebaran fauna di kawasan Indonesia Bagian Barat, persebaran Indonesia Bagian Timur dan persebaran peralihan. Masing-masing kawasan mempunyai ciri khas yang berbeda.
3. Penurunan keanekaragaman hayati dinatarnya disebabkan oleh perusakan dan pemusnahan habitat, masuknya jenis hewan dan tumbuhan baru pada suatu habitat, pencemaran lingkungan, perubahan iklim global, pesatnya perkembangan industri pertanian dan perkebunan serta penambangan logam dan pemanfaatan biota laut.
4. Usaha-usaha yang dilakukan untuk pelestarian keanekaragaman hayati secara in-situ dan ex situ.
5. Keanekaragaman hayati bermanfaat sebagai sumber pangan, papan, obat-obatan, kosmetika, kegiatan budaya dan keagamaan serta sumber plasma nutfah.

D. Penugasan Mandiri

Cermati artikel di bawah ini!

Kebun binatang dibangun untuk sarana konservasi dan pengembangbiakan hewan. Namun, dalam beberapa tahun terakhir tujuan mulia itu tercoreng. Deretan peristiwa hewan yang terlantar, kurus kering tak terurus hingga meregang nyawa menghiasi pemberitaan media. Selain kasus kematian hewan di Kebun Binatang Surabaya (KBS) Jawa Timur beberapa tahun lalu, kini Kebun Binatang Bandung, Jawa Barat juga mengalami hal sama. Ada apa dengan kebun binatang?

Jasad Michael menggantung dengan jeratan sling baja di lehernya. Kondisinya sangat mengenaskan. Michael adalah seekor singa Afrika berusia 1,5 tahun, penghuni Kebun Binatang Surabaya (KBS), Jawa Timur. Polisi menyatakan Michael mati terbunuh. Namun, apa yang menyebabkan ia terbunuh masih misterius hingga kini.

Kisah tragis Michael melengkapi catatan kematian hewan-hewan lain yang di KBS. Kebun binatang yang berdiri sejak 1918 ini punya sejarah kelam, banyak hewan mati tak terurus sejak beberapa tahun sebelumnya seperti kematian Melani, sang Harimau Sumatera “kurus kering”. Penyebabnya konflik manajemen pengurus KBS yang berlarut-larut.

Kabar menyedihkan lain datang dari Kebun Binatang Bandung, Jawa Barat, awal Mei lalu. Seekor gajah Sumatera bernama Yani sekarat sehari-hari karena penyakit paru-paru hingga akhirnya ajal menjemput. Penyebabnya diduga karena masalah manajemen pakan yang buruk oleh pengelola kebun binatang. Petisi online “Selamatkan Kebun Binatang Bandung” sempat muncul di dunia maya.

Sumber: <https://tirto.id/neraka-bernama-kebun-binatang-9dv>

Berdasarkan artikel di atas :

1. Bandingkan kelemahan dan keunggulan pelestarian secara ex-situ dan in-situ bagi satwa gajah dan singa dengan mengisi tabel berikut ini!

No	Pelestarian In -Situ		Pelestarian ex-situ	
	Kelemahan	Keunggulan	Kelemahan	Keunggulan
1				
2				
3				

2. Bagaimana menurut pendapat Anda dalam mengelola pelestarian ex-situ sehingga kejadian di atas tidak terulang kembali?

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

1. Berikut ini yang termasuk fauna tipe Australis adalah ...
 - A. anoa, komodo, kuskus
 - B. gajah, badak bercula satu, burung merak
 - C. kangguru, cendrawasih, burung kasuari
 - D. anoa, gajah, badak jawa
 - E. komodo, babirusa, beruang

2. Garis yang memisahkan jenis fauna (hewan) Indonesia bagian timur dengan bagian tengah adalah ...
 - A. garis Weber
 - B. garis Khatulistiwa
 - C. garis Wallace
 - D. garis lintang
 - E. garis bujur

3. Berikut yang termasuk flora khas Indonesia bagian Timur adalah
 - A. Bunga bangkai, matoa, sagu
 - B. Sagu, matoa, pala
 - C. Bunga padma, kayu jati, sagu
 - D. Bunga bangkai, bunga padma, bunga payung
 - E. Sagu, matoa, kayu jati

4. Berikut ini adalah aktivitas manusia yang dapat menyebabkan punahnya hewan atau tumbuhan, **kecuali** ...
 - A. membangun tempat tinggal baru dalam hutan
 - B. memburu hewan langka
 - C. membuat cagar alam
 - D. perluasan lahan pertanian
 - E. pertambangan

5. Salah satu upaya menjaga keanekaragaman hayati adalah ...
 - A. penanaman secara monokultur
 - B. membuang limbah rumah tangga ke sungai
 - C. perburuan hewan
 - D. menangkap ikan menggunakan peledak
 - E. pelestarian hewan secara in situ dan eksitu

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No Soal	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	C kangguru, cendrawasih, burung kasuari	Kangguru, cendrawasih, dan burung kasuari termasuk fauna tipe Australis. Ciri fauna Australis diantaranya yaitu: terdapat banyak mamalia berukuran kecil, terdapat hewan berkantung, jenis burung memiliki warna bulu yang indah namun memiliki suara yang kurang bagus.
2	A Garis Weber	Garis yang memisahkan jenis fauna bagian Timur dengan bagian Tengah yaitu garis Weber. Sedangkan garis Wallace garis yang memisahkan jenis fauna bagian Tengah dengan bagian Barat. Dengan adanya garis-garis ini, maka Indonesia dibagi menjadi tiga wilayah fauna, yaitu Oriental (Asiatik), Australis, dan Peralihan.
3	B Sagu, matoa, pala	Sagu, matoa dan pala adalah jenis flora ciri khas dataran sahal atau Indonesia bagian timur.
4	C Membuat cagar alam	Membuat cagar alam bukan merupakan aktivitas yang dapat menyebabkan punahnya hewan atau tumbuhan. Membuat cagar alam termasuk kedalam konservasi atau perlindungan hewan atau tumbuhan.
5	E Pelestarian ex situ dan In situ	Salah satu usaha untuk menjaga keanekaragaman hayati yaitu dengan konservasi atau perlindungan terhadap hewan atau tumbuhan. Ada dua jenis konservasi yaitu secara in situ (di dalam habitatnya) dan ek situ.(di luar habitatnya)

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 Materi selanjutnya. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Lakukan penilaian diri untuk mengetahui seberapa jauh, Anda memahami materi pada kegiatan pembelajaran 2. Berilah tanda centang (v) pada kolom jika sesuai atau tidak sesuai dengan yang dirasakan

No	Deskripsi Kompetensi	Hasil Penilaian Diri	
		Ya	Tidak
1	Apakah Anda sudah dapat menganalisis sebaran keanekaragaman hayati wilayah Indonesia?		
2	Apakah Anda sudah dapat menganalisis ancaman keanekaragaman hayati di Indonesia?		
3	Apakah Anda sudah dapat menganalisis upaya pelestarian keanekaragaman hayati Indonesia?		
4	Apakah Anda dapat menjelaskan manfaat keanekaragaman hayati Indonesia?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas maka pelajari kembali modul kegiatan pembelajaran 2. **“Jangan putus asa”**. Jika menjawab “Ya “ pada semua pertanyaan, maka lanjutkan ke modul berikutnya (KD.3.3).

EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Faktor yang membentuk keanekaragaman adalah....
 - A. Gen
 - B. Kromosom
 - C. Gen dan lingkungan
 - D. Perilaku
 - E. Variasi gen dan perilaku
2. Dua individu dalam satu jenis memiliki faktor genetic yang sama tetapi memiliki fenotip yang berbeda. Hal ini dapat disebabkan oleh....
 - A. Lingkungan
 - B. Makanan
 - C. Keturunan
 - D. Reproduksi
 - E. Sumber makanan
3. Kelompok yang merupakan tingkatan keanekaragaman jenis adalah...
 - A. Kelapa hijau, kelapa hybrid, kelapa gading
 - B. Kelapa, jeruk, mangga
 - C. Manga harum manis, manga gedong, mamgga golek
 - D. Salak pondoh, salak bali, salak condet
 - E. Jeruk bali, jeruk nipis, jeruk medan
4. Ekosistem darat dengan ciri-ciri:
 - Curah hujan rendah
 - Evaporasi tinggi
 - Flora berdaun kecil dan berbentuk jarum
 - Fauna berupa reptileMaka bioma tersebut adalah...
 - A. Hutan
 - B. Gunung
 - C. Gurun
 - D. Savan
 - E. Tundra
5. Hutan Bakau, sawah, kebun, sungai, terumbu karang, dan laut merupakan contoh keanekaragaman hayati tingkat...
 - a. gen
 - b. spesies
 - c. ekosistem
 - d. populasi
 - e. individu
6. Hewan yang terdapat pada zona persebaran mahluk hidup di wilayah barat Indoneisa adalah...
 - A. Banteng
 - B. Komodo
 - C. Anoa
 - D. Kakaktua berjambul
 - E. Cendarwasih

7. Karakteristik fauna oriental adalah....
 - A. Mamalia ukuran kecil
 - B. Mamalia berkantung
 - C. Burung memiliki warna beragam
 - D. Terdapat reptile besar
 - E. Terdapat banyak jenis primate

8. Tempat pelestarian dengan memindahkan flora atau fauna ke luar habitat aslinya adalah ...
 - A. Cagar alam Pangandaran
 - B. Taman nasional Baluran
 - C. Suaka margasatwa Ujung Kulon
 - D. Taman Safari Bogor
 - E. Taman Nasional Bukit Batu

9. Flora Melanesia yang banyak terdapat di wilayah Indonesia Timur adalah....
 - A. Matoa
 - B. Meranti
 - C. Salak
 - D. Duren
 - E. Sukun

10. Fauna endemik Indonesia adalah....
 - A. Berunga madu
 - B. Harimau
 - C. Burung cendrawasih
 - D. Komodo
 - E. Tarsius

Kunci Jawaban

No Soal	Kunci Jawaban
1	C Gen dan lingkungan
2	A Lingkungan
3	C Kelapa, jeruk, mangga
4	C Gurun
5	C ekosistem
6	A Banteng
7	E Terdapat banyak jenis primata
8	D Taman Safari Bogor
9	A Matoa
10	D Komodo

DAFTAR PUSTAKA

Campbell, Neil A, & Reece, Jane B. 2008. Biologi Ed. 9. Jakarta: Erlangga.

Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. "Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA. Jakarta .CV.Ricardo.

Iringtyas, 2018, *Biologi SMA kelas X*, Jakarta: Erlangga.

Nurhayati, Nunung dan Resti Wijayanti, 2017, *Biologi SMA kelas X*, Bandung: YRama Yudha.

Pustaka Gama, Tim, *Kamus Lengkap Biologi*.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



**SISTEM KLASIFIKASI
BIOLOGI
KELAS X**

**PENYUSUN
Artanti, S.Si
SMAN 2 Cibinong**

DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul.....	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
Prinsip-Prinsip Dasar Klasifikasi Makhluk Hidup.....	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman	14
D. Penugasan Mandiri	14
E. Latihan Soal	15
F. Penilaian Diri	17
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	18
Kunci Determinasi.....	18
A. Tujuan Pembelajaran	18
B. Uraian Materi.....	18
C. Rangkuman	24
D. Penugasan Mandiri	25
E. Latihan Soal	25
F. Penilaian Diri	28
EVALUASI	29
DAFTAR PUSTAKA	33

GLOSARIUM

- Anatomi** : Ilmu yang mempelajari struktur sel dan jaringan dalam tubuh makhluk hidup
- Binomial Nomenclature** : Sistem penamaan organisme dengan dua kata.
- Kladogram** : Suatu diagram percabangan yang dianggap mewakili hubungan kekerabatan di antara organisme/komponen yang dikelompokkan (pohon evolusi).
- Klasifikasi** : Pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan diri.
- Kunci determinasi** : Cara atau langkah untuk mengenali organisme dan mengelompokkannya pada takson makhluk hidup.
- Kunci dikotom** : Kunci identifikasi yang beraturan berdasarkan dua alternatif (biner).
- Takson** : Tingkatan dalam suatu sistem klasifikasi.
- Taksonomi** : Ilmu yang mempelajari pengelompokkan dan penamaan makhluk hidup

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 6 x 45 menit
Judul Modul	: Sistem klasifikasi

B. Kompetensi Dasar

- 3.3 Menjelaskan prinsip-prinsip klasifikasi makhluk hidup dalam lima kingdom
- 4.3 Menyusun kladogram berdasarkan prinsip-prinsip klasifikasi makhluk hidup

C. Deskripsi Singkat Materi

Makhluk hidup sebagai objek kajian biologi sangat beraneka ragam. Agar mudah mempelajarinya, para ahli melakukan klasifikasi untuk menyederhanakannya. Klasifikasi makhluk hidup adalah pengelompokan makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri tertentu yang dimilikinya.

Kelompok makhluk hidup yang terbentuk dari hasil pengklasifikasian disebut takson. Untuk setiap takson diberi nama tertentu mulai dari tingkatan klasifikasi dari tingkat tertinggi (kingdom) sampai tingkat terendah (spesies).

Pemberian nama ilmiah pada setiap makhluk hidup bertujuan agar spesies mudah dikenali, sehingga nama ilmiah berlaku secara universal. Sistem tata nama yang terkenal adalah sistem dwi-tata nama (*binomial nomenklatur*) atau tata nama biner yang dikemukakan oleh Carolus Linnaeus. Dengan modul kita akan mempelajari dasar-dasar pengklasifikasian makhluk hidup, manfaat klasifikasi dan macam-macam pengelompokan/klasifikasi makhluk hidup

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi maka ikuti petunjuk langkah-langkah yang harus anda lakukan selama mempelajari modul ini :

1. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar
2. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, kalian dapat mendiskusikannya dengan teman-teman, dan apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
3. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang kalian dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.
4. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, kalian dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.
5. Rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar

6. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar kalian.
7. Periksa hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal kalian dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan kalian belum benar, maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.
8. Untuk keberhasilan belajar kalian, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, penugasan, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Prinsip-prinsip dasar klasifikasi makhluk hidup 5 kingdom

Kedua : Identifikasi makhluk hidup dengan kunci determinasi dan menyusun kladogram

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Prinsip-Prinsip Dasar Klasifikasi Makhluk Hidup

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian bisa menjelaskan prinsip dasar klasifikasi, sistem klasifikasi dan manfaatnya bagi kehidupan dengan selalu berfikir kritis, kreatif, dan membiasakan sikap jujur, disiplin, tanggung jawab serta tetap bersyukur kepada Tuhan YME.

B. Uraian Materi

Coba perhatikan gambar berikut.



Gambar 1. Pengelompokan buah-buahan di pasar
Sumber : 123.Dok (google image)

Pasti kalian tidak asing lagi dengan situasi di pasar. Kalian akan melihat buah-buahan akan ditempatkan dalam satu lokasi, demikian juga dengan sayur-sayuran. Tidak akan ditemukam bahan pangan disatu wadahkan dengan bahan pembersih. Mengapa Demikian?? Pasti ada tujuan pengelompokkan ini. Apa dasar pengelompokkan dan manfaatnya? Untuk lebih jelas kita baca uraian materi secara seksama berikut ini!

1. Prinsip=Prinsip Dasar Klasifikasi

Prinsip mendasar klasifikasi adalah adanya perbedaan dan persamaan setiap mahluk hidup. Selain itu manfaat mahluk hidup tersebut juga berpengaruh. Begitupula dengan ciri morfologi, anatomi, dan biokimianya. Ciri morfologi adalah ciri yang nampak dari luar, misalnya morfologi bulu pada kucing. Sedangkan ciri anatomi adalah struktur tampak dalam contohnya adalah anatomi jantung, yang berarti bagaimana jantung dari kucing tersebut disusun dan bagian-bagiannya.

Kelompok makhluk hidup yang anggotanya hanya menunjukkan sedikit persamaan ciri dan sifat, jumlah anggotanya lebih besar dibandingkan kelompok makhluk hidup yang anggotanya mempunyai lebih banyak persamaan ciri dan sifat. Misalnya hewan yang hidup di darat (satu ciri) akan lebih banyak anggotanya dibanding dengan hewan di darat berkaki empat (dua ciri) dan seterusnya.

Kelompok makhluk hidup yang terbentuk dari hasil pengklasifikasian disebut takson. Pembentukan takson berjenjang secara teratur. Untuk setiap takson diberi nama tertentu. Tingkatan-tingkatan klasifikasi dari tingkat tertinggi (kingdom) sampai tingkat terendah (spesies) adalah sebagai berikut:

- a. Kingdom
- b. Phylum (Filum) digunakan untuk hewan, untuk tumbuhan dinamakan Divisio
- c. Classis (Kelas)
- d. Ordo (Bangsa)
- e. Familia (Suku)
- f. Genus (Marga)
- g. Species (Jenis)

Jenis (spesies) adalah tingkatan takson yang memiliki sifat-sifat yang sama, baik morfologi, fisiologi maupun anatominya, serta memiliki jumlah kromosom yang sama dan umurnya hidup pada habitat yang sama. Marga adalah tingkatan takson yang mempunyai persamaan dalam struktur alat reproduksi. Sementara itu suku adalah tingkatan takson yang meliputi sejumlah marga dengan jenis-jenis yang dianggap berasal dari nenek moyang yang sama.

a. Tujuan Klasifikasi

- 1) Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan ciri-ciri yang dimiliki.
Kamu tentu saja tahu, kalau di dunia ini ada banyak sekali organisme yang masing-masing memiliki ciri khusus sebagai pembeda dari organisme lainnya? Nah, organisme-organisme tersebut akan dikelompokkan dengan ciri-ciri khususnya itu dalam klasifikasi makhluk hidup.
- 2) Mendeskripsikan ciri-ciri suatu jenis makhluk hidup untuk membedakannya dengan makhluk hidup jenis yang lain.
Apakah kamu pernah mendengar istilah seperti tanaman pangan, tanaman obat, tanaman sayur, dan sebagainya? Istilah-istilah ini muncul berkat adanya klasifikasi makhluk hidup yang kemudian mendeskripsikan makhluk hidup.
- 3) Mengetahui hubungan kekerabatan makhluk hidup.
Dengan mengetahui persamaan ciri yang dimiliki oleh berbagai organisme maka kita bisa tahu hubungan kekerabatannya.
Jadi semakin banyak persamaan yang dimiliki maka ke dua organisme tersebut semakin dekat hubungan kekerabatannya.
- 4) Memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya.
Dari sekian banyak organisme di dunia ini, tentu tidak mengherankan jika beberapa di antaranya belum memiliki nama. Dengan memberi nama pada suatu organisme maka orang – orang dari negara mana saja akan tahu organisme yang dimaksud. Nah, dengan melakukan klasifikasi, organisme anonim juga bisa memiliki nama.
- 5) Menyederhanakan objek studi sehingga mempermudah mempelajarinya.
Karena makhluk hidup itu sangat banyak dan untuk mempelajarinya itu sangat sulit maka perlu disederhanakan dengan cara mengelompokkan sesuai ciri-ciri yang dimiliki sehingga kita lebih mudah mempelajarinya.
- 6) Mengetahui tingkat evolusi makhluk hidup atas dasar kekerabatannya.

b. Manfaat Klasifikasi

- 1) Memudahkan kita dalam mempelajari makhluk hidup yang sangat beraneka ragam.
- 2) Mengetahui hubungan kekerabatan antara makhluk hidup satu dengan yang lain.

2. Macam-Macam Klasifikasi

Pengelompokan makhluk hidup dapat dilakukan dengan berbagai sistem. Sistem pengelompokan tersebut yaitu artifisial, natural, dan filogeni.

a. Klasifikasi Sistem Alami

Klasifikasi sistem alami dirintis oleh Michael Adams dan Jean Baptiste de Lamarck. Sistem ini menghendaki terbentuknya kelompok-kelompok takson yang alami. Artinya anggota-anggota yang membentuk unit takson terjadi secara alamiah atau sewajarnya seperti yang dikehendaki oleh alam. Klasifikasi sistem alami menggunakan dasar persamaan dan perbedaan morfologi (bentuk luar tubuh) secara alami atau wajar. Contoh : a. Hewan dikelompokkan berdasarkan :

- 1) Cara geraknya : hewan berkaki dua, berkaki empat, tidak berkaki, hewan bersayap, hewan bersirip.
- 2) Penutup tubuh : hewan berbulu, bersisik, berambut , bercangkang. b. Tumbuhan dikelompokkan berdasarkan jumlah keping biji : tumbuhan berkeping biji satu, berkeping biji dua.

b. Klasifikasi Sistem Buatan (Artifisial)

Sistem Artifisial adalah klasifikasi yang menggunakan satu atau dua ciri pada makhluk hidup. Sistem ini disusun dengan menggunakan ciri-ciri atau sifat-sifat yang sesuai dengan kehendak manusia, atau sifat lainnya. Adapun ciri yang digunakan berupa struktur morfologi, anatomi dan fisiologi (terutama alat reproduksi dan habitatnya). Misalnya klasifikasi tumbuhan dapat menggunakan dasar habitat (tempat hidup), habitus atau berdasarkan perawakan (berupa pohon, perdu, semak, ternak dan memanjat).

Tokoh sistem Artifisial antara lain Aristoteles yang membagi makhluk hidup menjadi dua kelompok, yaitu tumbuhan (plantae) dan hewan (animalia). Ia pun membagi tumbuhan menjadi kelompok pohon, perdu, semak, terna serta memanjat. Tokoh lainnya adalah Carolus Linnaeus yang mengelompokkan tumbuhan berdasarkan alat reproduksinya.

c. Klasifikasi Sistem Filogenetik

Klasifikasi sistem filogenetik muncul setelah teori evolusi dikemukakan oleh para ahli biologi. Pertama kali dikemukakan oleh Charles Darwin pada tahun 1859. Menurut Darwin, terdapat hubungan antara klasifikasi dengan evolusi. Sistem ilogenetik disusun berdasarkan jauh dekatnya kekerabatan antara takson yang satu dengan yang lainnya. Selain mencerminkan persamaan dan perbedaan sifat morfologi dan anatomi maupun fisiologinya, sistem ini pun menjelaskan mengapa makhluk hidup semuanya memiliki kesamaan molekul dan biokimia, tetapi berbeda-beda dalam bentuk susunan dan fungsinya pada setiap makhluk hidup.

Jadi pada dasarnya, klasifikasi sistem filogenetik disusun berdasarkan persamaan fenotip yang mengacu pada sifat-sifat bentuk luar, faal, tingkah laku yang dapat diamati, dan pewarisan keturunan yang mengacu pada hubungan evolusioner sejak jenis nenek moyang hingga cabang-cabang keturunannya. Sistem klasifikasi filogenik menjadi dasar dalam perkembangan sejarah klasifikasi 5 kingdom.

3. Perkembangan Sejarah Klasifikasi

Sistem Klasifikasi makhluk hidup telah dikenal sejak zaman dulu. Ahli filosof Yunani, Aristoteles (384-322 SM) mengelompokkan makhluk hidup ke dalam dua kelompok besar yaitu kelompok hewan (animalia) dan kelompok tumbuhan (plantae), namun keberadaan organisme mikroskopis belum dikenal pada saat itu. Sistem klasifikasi makhluk hidup terus mengalami kemajuan seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Sistem klasifikasi makhluk hidup dikelompokkan dalam satu-satuan kelompok besar yang disebut kingdom.

Sistem kingdom yang pertama diperkenalkan oleh Carolus Linnaeus. Sistem kingdom pun terus mengalami perubahan dan perbaikan hingga sekarang dan sering menjadi pro dan kontra bagi para ilmuwan. Beberapa system klasifikasi makhluk hidup yang telah diperkenalkan oleh para ahli adalah :

- a. Sistem Dua kingdom Sistem yang dikembangkan oleh ilmuwan Swedia yaitu Carolus Linnaeus tahun 1735. Makhluk hidup dibagi menjadi 2 kingdom yaitu :
 - 1) Kingdom Animalia (Dunia Hewan) Ciri-ciri: tidak memiliki dinding sel, tidak berklorofil, mampu bergerak bebas.
 - 2) Kingdom Plantae (Dunia Tumbuhan) Ciri-ciri: memiliki dinding sel, berklorofil, mampu berfotosintesis.
- b. Sistem Tiga Kingdom Sistem ini dikembangkan oleh ahli Biologi Jerman (Ernst Haeckel) tahun 1866. Makhluk hidup dibagi menjadi 3 kingdom yaitu :
 - 1) Kingdom Animalia (Dunia Hewan) Ciri-ciri: heterotrof, eukariot multiseluler dan dapat bergerak.
 - 2) Kingdom Plantae (Dunia Tumbuhan) Ciri-ciri: autotrof, eukariot multiseluler, berklorofil dan mampu berfotosintesis.
 - 3) Kingdom Protista Ciri-ciri: organisme bersel satu atau uniseluler dan organisme multiseluler sederhana).
- c. Sistem Empat Kingdom Sistem Ini dikembangkan oleh ahli Biologi Amerika (Herbert Copeland) tahun 1956. Makhluk hidup dibagi menjadi 4 kingdom yaitu :
 - 1) Kingdom Animalia (Dunia Hewan)
 - 2) Kingdom Plantae (Dunia Tumbuhan)
 - 3) Kingdom Protista
 - 4) Kingdom Monera Ciri-ciri memiliki inti tanpa membran inti (prokariotik).
- d. Sistem Lima Kingdom Sistem ini dikembangkan oleh ahli Biologi Amerika (Robert H. Whittaker) tahun 1969. Makhluk hidup dibagi menjadi 5 kingdom yaitu :
 - 1) Kingdom Monera
 - 2) Kingdom Protista
 - 3) Kingdom Fungi (Dunia Jamur) Ciri-ciri : eukariotik, heterotrof, tidak berklorofil, dinding sel dari zat kitin.
 - 4) Kingdom Plantae (Dunia Tumbuhan)
 - 5) Kingdom Animalia (Dunia Hewan)

- e. Sistem Enam Kingdom Pada tahun 1970-an seorang mikrobiologi bernama Carl Woese dan peneliti lain dari University Of Illinois menemukan suatu kelompok bakteri yang memiliki ciri unik dan berbeda dari anggota kingdom Monera lainnya. Kelompok tersebut dinamakan Archaeobacteria. Archaeobacteria lebih mendekati makhluk hidup eukariot dibandingkan bakteri lain yang merupakan prokariot. Hal itu menyebabkan terciptanya sistem klasifikasi 6 kingdom pemisah kingdom Archaeobacteria dari anggota kingdom Monera lain yang kemudian disebut Eubacteria. Adapun keenam kingdomnya adalah :
- 1) Kingdom Animalia (Dunia Hewan)
 - 2) Kingdom Plantae (Dunia Tumbuhan)
 - 3) Kingdom Protista
 - 4) Kingdom Mycota (Dunia Jamur)
 - 5) Kingdom Eubacteria
 - 6) Kingdom Archaeobacteria

Namun hingga sekarang yang diakui sebagai sistem klasifikasi standar adalah sistem Lima Kingdom yang ditemukan oleh Whittaker. Berikut ini adalah ciri-ciri umum organisme yang masuk ke dalam klasifikasi 5 kingdom.

a. Monera

Monera adalah makhluk hidup yang tidak membran inti (organisme prokariot). Meskipun tidak memiliki membran inti, organisme ini memiliki bahan inti. Bahan inti itu berupa asam inti atau DNA (*Deoxyribo Nucleic Acid* atau asam deoksiribonukleat). Kelompok Monera ini terdiri dari Eubacteria (selama ini kita mengenalnya sebagai bakteri) dan Archaeobacteria (bakteri yang hidup pada habitat ekstrim).

b. Protista

Protista adalah kingdom makhluk hidup yang terdiri dari satu sel atau banyak sel yang memiliki membran inti (organisme eukariot). Protista dikelompokkan secara seerhana seperti protista mirip hewan (protozoa), protista mirip tumbuhan (alga), dan protista mirip jamur.

c. Fungi (Jamur)

Fungi atau jamur merupakan kingdom makhluk hidup yang tidak memiliki kloroplas. Tubuh jamur ada yang terdiri dari satu sel, berbentuk benang, atau tersusun dari kumpulan benang. Dinding selnya terdiri dari zat kitin. Oleh karena itu jamur tidak dapat dikelompokkan dalam dunia hewan atau tumbuhan. Kelompok ini terdiri dari semua jamur, kecuali jamur lendir (*Myxomycota*) dan jamur air (*Oomycota*).

d. Plantae (Tumbuhan)

Plantae atau kingdom tumbuhan adalah makhluk hidup bersel banyak yang mempunyai kloroplas. Di dalam kloroplas terkandung klorofil. Oleh karena memiliki klorofil, maka tumbuhan dapat melakukan fotosintesis. Sel tumbuhan termasuk eukariot (memiliki membran inti) dan dinding selnya tersusun dari selulosa. Tumbuhan umumnya memiliki akar, batang, dan daun, kecuali beberapa jenis tumbuhan yang memiliki akar semu (rizoid), seperti pada briophyta (tumbuhan lumut). Perkembangbiakan tumbuhan terjadi secara kawin maupun tak kawin. Tumbuhan terdiri dari tumbuhan lumut (*Bryophyta*), tumbuhan paku (*Pteridophyta*), tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*), dan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*).

e. Animalia

Animalia atau kingdom hewan. Sel-selnya mempunyai membran inti (eukariot) dan tidak memiliki kloroplas. Selain itu sel hewan tidak memiliki

dinding sel. Berbeda dengan tumbuhan, hewan dapat bergerak aktif dan memiliki sistem saraf. Pembagian hewan berdasarkan :

1) Makanannya :

Herbivora adalah golongan hewan pemakan tumbuhan hijau. Memiliki gigi geraham depan (*dens premolare*) dan geraham belakang (*dens molare*) yang kuat dan banyak. Memiliki gigi seri (*dens incisivus*) yang tajam. Tidak mempunyai gigi taring (*dens caninus*). Memiliki enzim selulase. Contoh : Hewan Mammalia yang hidup di padang rumput. (Jerapah, zebra, Banteng dsb). Karnivora adalah golongan hewan pemakan daging. Memiliki gigi taring (*dens caninus*) yang tajam. Memiliki kuku yang tajam. Memiliki sisi rahang dan ujung gigi geraham yang saling bertemu. Contoh : Singa, Harimau, Kucing, Buaya dll. Omnivora adalah golongan hewan pemakan daging dan tumbuhan hijau (pemakan segala). Memiliki sifat perpaduan antara herbivora dan karnivora. Contoh : Musang, Beruang, Ayam, Tikus dll. Insectivora adalah golongan hewan pemakan serangga. Contoh : Cecak, Kadal, Bunglon, Kelelawar.

2) Ada tidaknya tulang belakang :

Invertebrata yaitu golongan hewan yang tidak mempunyai tulang belakang. Dibagi menjadi 9 phylum/filum yaitu :

- a) Porifera (hewan berpori), contoh : *Spongia sp*/hewan spon.
- b) Coelenterata (hewan berongga), contoh : *Hydra viridis*, *Aurelia aurita* (ubur-ubur).
- c) Platyhelminthes (cacing pipih), contoh : *Planaria maculate*, *Tania saginata* (cacing pita) pada manusia dan sapi.
- d) Nematelminthes (cacing gilig), contoh : *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale*/cacing tambang pada usus duabelas jari manusia.
- e) Annelida (cacing gelang), contoh : *Hirudo medicinalis*/lintah, *Lumbricus terrestris* (cacing tanah).
- f) Mollusca (hewan bertubuh lunak), contoh : *Achatina fulica*/siput, *Octopus sp* (gurita).
- g) Arthropoda (hewan berbuku-buku), dibagi menjadi 4 kelas yaitu :
 - Insect (serangga), contoh : *Hetaerina america*/capung;
 - Crustacea (udangudangan), contoh : *Ceonobita clypeatus* (kelomang);
 - Arachnida (laba-laba), contoh : *Eurypelma californica* (laba-laba);
 - Myriapoda (lipan), contoh : *Scolopendra subspinipes*/kelabang (lipan).
- h) Echinodermata (hewan berkulit duri),
- i) Vertebrata yaitu golongan hewan yang mempunyai ruas-ruas tulang belakang. dibagi menjadi 5 kelas yaitu :
 - Pisces (ikan), contoh : *Osteoglossum bicirrhosum* (ikan Arwana).
 - Amphibia (katak), contoh : *Rana sp*
 - Reptilia (hewan melata/merayap), contoh : ular, kadal, bunglon.
 - Aves (unggas), contoh : *Aquila achrysaeto* (rajawali).
 - Mammalia (hewan memiliki kelenjar mammae), contoh : sapi, kambing, Orang Utan.

C. Rangkuman

1. Klasifikasi merupakan cara untuk mempelajari keanekaragaman hayati. Cabang biologi yang khusus mengkaji tentang klasifikasi adalah taksonomi
2. Klasifikasi makhluk hidup bermanfaat untuk memudahkan mengidentifikasi dan mengetahui kekerabatan makhluk hidup
3. Dasar klasifikasi makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan sifat, morfologi, anatomi, manfaat serta evolusi
4. Sistem klasifikasi dibagi menjadi sistem artifisial (buatan), sistem alami dan sistem filogenetik
5. Perkembangan sistem klasifikasi filogenetik, makhluk hidup dibagi 5 kingdom terdiri atas Monera, Protista, Fungi (jamur), Plantae dan Animalia

D. Penugasan Mandiri

Tujuan : Pengelompokan Tumbuhan

Alat dan bahan : 1. Alat tulis
2. Tumbuhan di wilayah sekitar

1. Amati beberapa jenis tumbuhan yang ada di sekitar tempat tinggal kalian
2. Kelompokkan tumbuhan berdasarkan manfaatnya
3. Cobalah mengelompokkan berdasarkan banyaknya persamaan morfologis (bentuk luar) tumbuhan yang kalian temui
4. Isikan ke dalam tabel berikut ini

No	Nama Tumbuhan	Pengelompokkan berdasarkan		
		Manfaat	Batang tumbuhan berkayu atau tidak	Pertulangan daun, sejajar atau menyirip
1				
2				
3				
4				
5				

Buatlah kesimpulan tumbuhan apa saja yang mempunyai manfaat yang sama, batang berkayu atau tidak dan pertulangan daun yang sama

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Semakin tinggi suatu tingkatan takson makhluk hidup maka memiliki ciri-ciri...
 - A. Banyak persamaan banyak anggota
 - B. Banyak perbedaan banyak anggota
 - C. Sedikit persamaan banyak anggota
 - D. Sedikit perbedaan sedikit anggota
 - E. Banyak persamaan sedikit anggota
2. Sistem klasifikasi dengan memperhatikan hubungan kekerabatan disebut...
 - A. Alami
 - B. Artifisial
 - C. Fisiologi
 - D. Morfolofi
 - E. Filogenik
3. Pengelompokan makhluk hidup menjadi lima kingdom, mengelompokkan organisme berdasarkan pada...
 - A. Tingkatan organisme, inti sel, cara pemenuhan makanannya
 - B. Tingkatan organisme, ada/tidak adanya dinding sel, inti sel
 - C. Tingkatan organisme , ada/tidak adanya dinding sel, cara pemenuhan makanannya
 - D. Tingkatan organisme, susunan sel, cara pemenuhan makanannya
 - E. Tingkatan organisme, susunan sel, ada/tidak adanya dinding sel
4. Cara pengelompokan berdasarkan ciri morfologi, anatomi, dan fisiologi disebut.....
 - A. proses Klasifikasi
 - B. klasifikasi sistem alami
 - C. klasifikasi sistem buatan
 - D. taksonomi
 - E. sistem klasifikasi
5. Sistem klasifikasi yang dikembangkan pertama kali oleh ilmuan adalah.....
 - A. Sistem enam kingdom
 - B. Sistem lima kingdom
 - C. Sistem dua kingdom
 - D. Sistem tiga kingdom
 - E. Sistem empat kingdom

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No Soal	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	C Sedikit persamaan banyak anggota	Kelompok makhluk hidup yang anggotanya hanya menunjukkan sedikit persamaan ciri dan sifat mempunyai jumlah anggota yang lebih besar
2	A. Filogeni	Klasifikasi makhluk hidup didasarkan pada hubungan kekerabatan adalah klasifikasi sistem filogeni. Klasifikasi filogeni mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan hubungan kekerabatan yaitu jauh atau dekatnya kekerabatan makhluk hidup.
3	D Tingkatan organisme, susunan sel dan cara pemenuhan makanannya	Pembagian 5 kingdom berdasarkan ada tidaknya membran inti sel (prokariot dan eukariot), susunan sel (ada tidaknya dinding sel) dan cara pemenuhan makanan, autotrof dan heterotrof
4	B. Klasifikasi sistem alami	Sistem klasifikasi alami adalah sistem klasifikasi sistem yang menggunakan dasar persamaan dan perbedaan morfologi (bentuk luar tubuh) secara alami atau wajar. Contoh, hewan berkaki dua, berkaki empat, tidak berkaki, hewan bersayap, hewan bersirip, hewan berbulu, bersisik, berambut dan lain-lain
5	C. Sistem dua kingdom	Berikut ini urutannya : <ul style="list-style-type: none"> - sistem dua kingdom (vegetabilia dan animalia) -> Carolus Linnaeus, 1735 - sistem tiga kingdom (protista, plantae, animalia) -> Haeckel, 1866 - sistem empat kingdom (monera, protocista, plantae, animalia) -> Herbert Copeland, 1956 - sistem lima kingdom (monera, protista, fungi, plantae, animalia) -> Robert Whittaker, 1977 - sistem enam kingdom (archaebacteria, eubacteria, protista, fungi, plantae, animalia) -> Carl Woese, 1977

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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.

F. Penilaian Diri

Lakukan penilaian diri untuk mengetahui seberapa jauh, kalian memahami materi pada kegiatan pembelajaran 1. Berilah tanda centang (v) pada kolom jika sesuai atau tidak sesuai dengan yang dirasakan

No	Deskripsi Kompetensi	Hasil Penilaian Diri	
		Ya	Tidak
1	Apakah saya sudah mampu menjelaskan pengertian klasifikasi?		
2	Apakah saya sudah mampu memahami prinsip-prinsip dasar klasifikasi makhluk hidup?		
3	Apakah saya sudah mampu membedakan klasifikasi makhluk hidup secara alami, buatan dan filogenik?		
4	Apakah saya dapat menjelaskan sejarah perkembangan klasifikasi 5 kingdom?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas maka pelajari kembali modul kegiatan pembelajaran 1. **“Jangan putus asa”**. Jika menjawab “Ya” pada semua pertanyaan, maka lanjutkan ke kegiatan pembelajaran 2.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Kunci Determinasi

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 kalian dapat mengidentifikasi, dan mengelompokkan makhluk hidup menggunakan kunci determinasi dan menyusun kladogram secara teliti, kreatif dan komunikatif dengan mengembangkan cara berfikir kritis dan selalu bersyukur kepada Tuhan TME.

B. Uraian Materi

1. Urutan Takson

Tahukan kalian, klasifikasi makhluk hidup menurut Linnaeus didasarkan atas persamaan dan perbedaan struktur tubuh makhluk hidup, dengan cara-cara berikut :

- Mengamati dan meneliti makhluk hidup, yaitu persamaan ciri struktur tubuh luar maupun ciri struktur tubuh dalam dari berbagai jenis makhluk hidup.
- Apabila ada yang memiliki ciri struktur tubuh sama atau mirip dijadikan satu kelompok, adapun yang memiliki ciri berlainan dikelompokkan tersendiri.
- Memberikan istilah tertentu untuk setiap tingkatan klasifikasi yang didasarkan pada banyak sedikitnya persamaan ciri pada setiap jenis makhluk hidup yang dikelompokkan.
- Pengelompokkan makhluk hidup, dilakukan dari tingkatan yang paling rendah yaitu spesies sampai yang paling tinggi yaitu kingdom.

Tingkatan takson pada klasifikasi yang digunakan oleh Linnaeus adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Tingkatan takson Caroleus Linnaeus
Sumber: jaticom (google.image)

Jika kita perhatikan klasifikasi tersebut terdiri atas beberapa tingkatan, mulai dari kelompok besar, kemudian dibagi menjadi beberapa kelompok kecil. Selanjutnya, kelompok kecil dibagi menjadi beberapa kelompok kecil lagi sehingga akan terbentuk kelompok-kelompok yang lebih kecil yang hanya mempunyai anggota satu jenis makhluk hidup. Tiap tingkatan kelompok inilah yang disebut takson.

Takson disusun dari tingkat tinggi ke tingkat rendah. Dengan demikian, semakin tinggi tingkatan takson, maka semakin umum persamaan ciri-ciri yang dimiliki oleh suatu makhluk hidup. Sebaliknya, semakin rendah tingkatan takson, maka semakin khusus persamaan ciri-ciri yang dimiliki oleh suatu makhluk hidup. Biasanya tingkatan ini memiliki jumlah makhluk hidup yang sedikit.

2. Tata Nama

Untuk memudahkan penamaan makhluk hidup, digunakanlah sistem penamaan ilmiah yang disebut tata nama ganda atau *Binomial nomenclature*. *Binomial nomenclature* adalah pemberian nama dengan dua nama atau disebut dengan tata nama ganda, yaitu selalu menggunakan dua kata nama genus dan nama species. Dengan metode ini, suatu jenis makhluk hidup akan memiliki nama yang berbeda dengan makhluk hidup dari jenis yang lain.

Pemberian nama ilmiah pada setiap makhluk hidup bertujuan agar spesies mudah dikenali dan menghindari kesalah pahaman. Sehingga nama ilmiah berlaku secara universal. Sistem tata nama yang terkenal adalah sistem dwi-tata nama (*binomial nomenklatur*) atau tata nama biner yang dikemukakan oleh Carolus Linnaeus.

Berikut ini dijelaskan ketentuan-ketentuan untuk memberi nama takson tingkat jenis, marga dan suku.

a. Nama Jenis (Species)

- 1) Menggunakan bahasa latin atau yang dilatinkan
- 2) Nama jenis untuk hewan maupun tumbuhan harus terdiri atas dua kata tunggal (mufrad). Misalnya, tanaman jagung nama spesiesnya (jenis) *Zea mays*. Burung merpati nama spesiesnya *Columbia livia*.
- 3) Kata pertama merupakan nama marga (genus), sedangkan kata kedua, merupakan petunjuk spesies atau petunjuk jenis.
- 4) Dalam penulisan nama marga, huruf pertama dimulai dengan huruf besar, sedangkan nama petunjuk jenis, seluruhnya menggunakan huruf kecil.
- 5) Setiap nama jenis (spesies) makhluk hidup ditulis dengan huruf cetak miring atau digaris-bawahi agar dapat dibedakan dengan nama atau istilah lain. Contoh nama jenis badak jawa adalah *Rhinoceros sondaicus* atau, nama jenis tanaman karet adalah *Hevea brasiliensis*
- 6) Jika nama tersusun dari tiga kata maka kata ke dua dan tiga digabung penulisannya atau diberi tanda penghubung. Contoh : Nama kembang sepatu adalah *Hibiscus rossasinensis* maka ditulis menjadi *Hibiscus rossa-sinensis*.

b. Nama Marga (Genus)

- 1) Nama marga tumbuhan maupun hewan terdiri atas suku kata yang merupakan kata benda berbentuk tunggal (mufrad).
- 2) Huruf pertamanya ditulis dengan huruf besar. Contoh, marga tumbuhan *Solanum* (terong-terongan), marga hewan *Felis* (kucing), dan sebagainya.

c. Nama Suku (Familia)

Nama suku diambil dari nama marga yang ditambah akhiran *aceae* untuk tumbuhan dan ditambah *idae* untuk hewan. Contoh :

- 1) Nama suku untuk tanaman terong-terongan adalah *Solanaceae*. *Solanaceae* berasal dari nama marga *Solanum* ditambah akhiran *aceae*
- 2) Nama suku hewan kucing adalah *Felidae*. *Felidae* berasal dari nama marga *Felis* ditambah akhiran *idae*.

3. Kunci Determinasi

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

Namun, sebenarnya Lammarck (1778) juga pernah menggunakan kunci modern untuk identifikasi. Salah satu kunci identifikasi ada yang disusun dengan menggunakan ciri-ciri taksonomi yang saling berlawanan. Tiap langkah dalam kunci tersebut terdiri atas dua alternatif (dua ciri yang saling berlawanan) sehingga disebut kunci dikotomi. Agar pemahamannya lebih lengkap, kita simak uraian materi di bawah ini.

Penggunaan kunci identifikasi merupakan cara yang paling sering digunakan untuk mengidentifikasi tumbuhan maupun hewan, terutama bagi yang tidak memilih spesimen acuan. Identifikasi dengan kunci identifikasi harus dilakukan secara bertahap, karena setiap kunci identifikasi memiliki keterbatasan kemampuan berbeda. Ada kunci yang mengidentifikasi sampai famili, genus atau sampai spesies.

Format pada kunci identifikasi biasanya disebut kunci dikotom. Kunci dikotom merupakan kunci identifikasi dengan menelusuri dua jalur yang ditetapkan oleh keputusan beraturan dengan setiap pilihannya adalah biner (karena hanya ada dua alternatif). Kunci dikotom terdiri dari sederetan bait atau kuplet yang diberi nomor dan setiap bait terdiri dari dua baris yang disebut penuntun. Penuntun berisi ciri-ciri yang bertentangan antara satu dengan yang lain dan ditandai dengan huruf. Ciri tersebut disusun sedemikian rupa sehingga selangkah-demi selangkah pemakaian kunci identifikasi memiliki satu diantara dua dan beberapa sifat yang bertentangan dan seterusnya, yang akhirnya ditemukan satu identitas.

Kaidah-kaidah dalam membuat Kunci determinasi :

- 1) Kunci harus dikotom, yang terdiri atas dua ciri yang berlawanan.
- 2) Kata pertama dari setiap kuplet harus identik, contoh :
 - a. Tumbuhan berdaun tunggal.....
 - b. Tumbuhan berdaun majemuk.....
- 3) Kedua pilihan/bagian dari kuplet harus berlawanan sehingga satu bagian bisa diterima dan yang lain ditolak.
- 4) Hindari pemakaian kisaran yang tumpang tindih
- 5) Kuplet memuat pernyataan positif (misal: letak daun berhadapan).
- 6) Gunakan sifat-sifat yang bisa diamati.
- 7) Pernyataan dua kuplet yang berurutan jangan dimulai dengan kata yang sama.
- 8) Setiap kuplet diberi nomor.
- 9) Buat kalimat yang pendek.

Agar lebih jelas, berikut contoh membuat kunci determinasi tumbuhan dan hewan.

Contoh determinasi tumbuhan jagung



Gambar 3. Tanaman jagung
Sumber : gurupendidikan.co.id

- 1 A Tumbuhan dengan ciri batangnya termasuk dalam batang tidak sejati atau tidak memiliki alat tubuh yang menyerupai batang **Lumut hati**
B Tumbuhan dengan batang sejati atau memiliki alat tubuh yang menyerupai batang ... **(2)**
- 2 A Pada batang tidak ditemukan pembuluh **Lumut daun**
b Pada batang terdapat jaringan pembuluh **(3)**
- 3 a Tumbuhan tidak berbunga **(4)**
b Tumbuhan berbunga atau memiliki organ yang berfungsi seperti bunga ... **(4)**
- 4 a Pada daun terdapat bintik kuning atau coklat, jika ditekan akan keluar serbuk kecil **Tumbuhan paku**
b Pada daun tidak ditemukan adanya bintik kuning atau coklat **(5)**
- 5 a Tumbuhan tidak dengan bunga sejati, pada ujung ranting atau ketiak daun terdapat badan berbentuk kerucut yang menghasilkan bakal biji **Gymnospermae**
b Tumbuhan dengan bunga sejati dan tidak mempunyai organ berbentuk kerucut pada ujung atau ketiak daunnya **(6)**
- 6 a Berakar serabut **(7)**
b Berakar tunggang **(8)**
- 7 a Batang berongga **Padi**
b Batang tidak berongga **Jagung**
- 8 a Bunga berbentuk kupu-kupu **Kacang**
b Bunga berbentuk terompet **Terong**

Contoh kunci determinasi hewan ikan



Gambar 4. Hewan ikan
Sumber: gurupendidikan.co.id

- 1 a Homoiotermis..... (2)
b Poikilotermis(8)
- 2 a Hidup di darat (3)
b Hidup di air(5)
- 3 a Memiliki rambut atau bulu(4)
b Memiliki zat tanduk(8)
- 4 a Ada kelenjar susu**Mamalia**
b Tidak ada kelenjar susu**Aves**
- 5 a Alat gerak sirip(6)
b Alat gerak bukan sirip(7)
- 6 a Bernapas dengan paru-paru (9)
b Bernapas dengan insang**Pisces**
- 7 a Jantung 3 ruang**Amphibia**
b Jantung 4 ruang**Reptil**

4. Kladogram

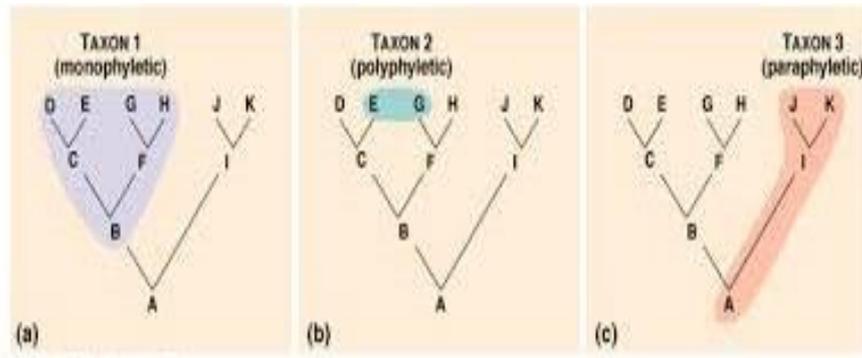
a. Pengertian Kladogram

Kladogram (*cladistic dendogram*) adalah pohon evolusi yang dibuat untuk membantu menganalisis hubungan kekerabatan pada makhluk hidup. Metode kladistik menggunakan nenek moyang sebagai kriteria utama untuk mengklasifikasikan organisme. Dengan menggunakan metodologi ini, ahli biologi mencoba menempatkan spesies ke dalam kelompok yang disebut *clade*, yang masing-masing mencakup spesies nenek moyang dan semua keturunannya.

Kladogram merupakan diagram bercabang yang menggambarkan hubungan taksonomi dan garis evolusioner antartakson. Dalam kladogram asumsi dasar yang digunakan adalah organisme-organisme yang berada dalam satu “clade” atau cabang merupakan nenek moyang dan turunannya. Sistem ini dianggap lebih unggul dari sistem klasifikasi biasa karena dalam kladogram klasifikasi dilakukan dengan memperhitungkan garis evolusi organisme. Kladogram dibuat dengan mendeskripsikan setiap karakter organisme untuk membedakan yang satu dengan yang lainnya, mengelompokkan berbagai macam organisme berdasarkan kesamaan karakter yang dimiliki oleh makhluk hidup dan mengamati hubungan kekerabatan antar makhluk hidup.

Manfaat Kladogram. Salah satunya yaitu untuk memudahkan setiap orang dalam mempelajari keanekaragaman makhluk hidup yang ada di dunia. Membedakan karakteristik dan jenis antara satu spesies dengan spesies lainnya juga menjadi lebih mudah. Selain itu, setiap orang pun akan mengetahui dan mengenali jenis-jenis makhluk hidup yang ditemukan di sekitarnya. Bahkan hubungan kekerabatan dan interaksi antar setiap makhluk hidup menjadi lebih mudah diketahui satu dengan lainnya. Pengelompokan

spesies ke dalam takson Monofiletik, Polifiletik dan Parafiletik yang diilustrasikan dalam bagan sebagai berikut :



Gambar5. pohon filogenik
 Sumber: *jendelabiologi.blog*

Terdapat tiga (3) jenis kelompok filogenetik:

- a) Kelompok monofiletik: mengandung leluhur dan semua keturunannya
- b) Kelompok parafiletik: berisi leluhur tetapi hanya beberapa keturunannya
- c) Kelompok polifiletik ini berisi segala macam organisme tanpa nenek moyang yang sama baru-baru ini.

Sebuah kelompok parafiletik merupakan jenis seperti sebuah kelompok yang terdiri dari orang tua serta juga saudara kandung , namun tidak seperti kalian. Orang tua kalian ialah nenek moyang dari kelompok, serta juga keturunan yang kalian dan juga saudara kalian. Apabila kalian atau salah satu dari saudara-saudaramu yang tersisa dari suatu kelompok, akan parafiletik disebabkan karena termasuk nenek moyang dan hanya beberapa keturunan. Dalam filogenetik, bagaimanapun, parafiletik istilah (atau monofiletik atau polifiletik) biasanya digunakan Pada saat menggambarkan sekelompok spesies serta juga nenek moyang evolusi mereka dan bukan hanya sebuah unit keluarga kecil.

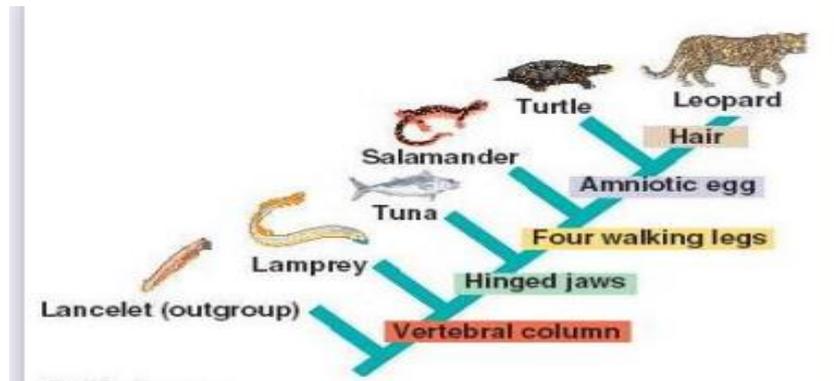
Contoh analisis karakter derivat beberapa hewan dan pembuatan kladogramnya :

CHARACTERS	TAXA					
	Lancelet (outgroup)	Lamprey	Tuna	Salamander	Turtle	Leopard
Hair	0	0	0	0	0	1
Amniotic (shelled) egg	0	0	0	0	1	1
Four walking legs	0	0	0	1	1	1
Hinged jaws	0	0	1	1	1	1
Vertebral column (backbone)	0	1	1	1	1	1

(a) Character table

Gambar 6 : Tabel pembuatan kladogram
 Sumber : *nicerweb*

Dari tabel tersebut di atas maka kita dapat membuat kladogramnya sebagai berikut :



Gambar 7 : contoh pohon filogenik
 Sumber : nicerweb

C. Rangkuman

1. Takson disusun dari tingkat tinggi ke tingkat rendah yaitu : Kingdom-Filum/Divisi-Kelas-Ordo-Famili-Genus-Spesies.
2. Sistem penamaan ilmiah yang disebut tata nama ganda atau binomial nomenclature yaitu menggunakan dua kata yang terdiri dari nama genus dan nama species.
3. Kunci identifikasi disebut juga kunci determinasi yaitu cara mengidentifikasi makhluk hidup yang baru saja dikenal dengan menggunakan alat pembanding berupa gambar, realia atau spesimen (awetan hewan dan tumbuhan), hewan atau tumbuhan yang sudah diketahui namanya, atau kunci identifikasi.
4. Kunci dikotom merupakan kunci identifikasi dengan menelusuri dua jalur yang ditetapkan oleh keputusan beraturan dengan setiap pilihannya adalah biner (karena hanya ada dua alternatif).
5. Kladogram (*cladistic dendogram*) adalah pohon evolusi yang dibuat untuk membantu menganalisis hubungan kekerabatan pada makhluk hidup.
6. Manfaat Kladogram yaitu hubungan kekerabatan dan interaksi antar setiap makhluk hidup menjadi lebih mudah diketahui satu dengan lainnya.

Kalau Anda berpikir Anda bisa melakukannya, Anda bisa.

D. Penugasan Mandiri

Agar lebih memahami materi ini, kalian berlatihlah dengan melaksanakan penugasan berikut ini secara teliti dan rasa ingin tahu.

Tujuan : Membuat kladogram untuk mengetahui kingdom Plantae

Alat dan Bahan:

- Alat tulis
- Kertas atau karton

Langkah –langkahnya :

1. Pelajari kembali cara atau langkah membuat kladogram
2. Buatlah tabel karakteristik dan kladogram dari kelima makhluk hidup berikut,
 - Tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospremae)
 - Tumbuhan berbiji tertutup (angiospermae)
 - Ganggang hijau
 - Lumut
 - Paku

Ciri-ciri yang dapat digunakan dalam pembuatan kladogram sebagai berikut.

- a. Jaringan multiseluler
- b. Memiliki jaringan pembuluh angkut
- c. Berkembang biak dengan biji
- d. Melakukan pembuahan ganda

3. Buatlah tabel kladogram tersebut pada karton semenarik mungkin menggunakan warna-warna yang tepat dan menarik
4. Jelaskan kesimpulannya

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Carolus Linnaeus menentukan cara penulisan nama jenis suatu organisme dengan sistem binomial. Berikut ini yang **bukan** merupakan ketentuan pada sistem binomial nomenklatur adalah
 - A. kata pertama sebagai genus dan diawali dengan huruf kapital
 - B. kata kedua sebagai penunjuk species dan diawali dengan huruf kapital
 - C. terdiri atas dua kata dalam bahasa latin atau yang dilatinkan
 - D. nama species dicetak miring atau digaris bawahi
 - E. di belakang nama species hendaknya dicantumkan nama pendeskripsi

2. Berikut ini adalah nama-nama ilmiah untuk berbagai spesies tumbuhan....
 - (a) *Cycas rumphii* (pakis haji)
 - (b) *Mangifera Indica* (mangga)
 - (c) *Artocarpus integra* (nangka)
 - (d) *Gnetum Gnemon* (melinjo)
 - (e) *Pinus merkusii* (pinus)

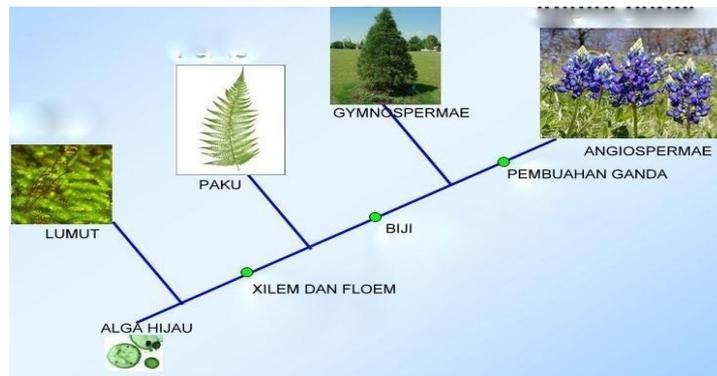
Dari kelima jenis tumbuhan, yang memiliki hubungan kekerabatan paling dekat adalah

 - A. (a) – (b) – (c)
 - B. (a) – (c) – (e)
 - C. (a) – (d) – (e)
 - D. (b) – (c) – (d)
 - E. (c) – (d) – (e)

3. Daftar yang memuat sejumlah keterangan suatu makhluk hidup yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan kelompok makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya disebut
 - A. Kunci dikotomi
 - B. Kunci determinasi
 - C. Pengelompokan
 - D. Klasifikasi
 - E. Identifikasi

4. Pada pohon filogenik, pada kelompok yang mempunyai nenek moyang sama dinamakan.....
 - A. Monofiletik
 - B. Parafiletik
 - C. Polifeletik
 - D. Neuretik
 - E. Abiotik

5. Perhatikan gambar berikut.



- Kesamaan karakteristik turunan dari semua kelompok tumbuhan di atas adalah....
- A. Mempunyai akar ,batang dan daun
 - B. Mempunyai zat hijau daun (klorofil)
 - C. Mempunyaik ikatan pembuluh
 - D. Mempunyai biji
 - E. Mempunyai bunga

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No Soal	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	B kata kedua sebagai penunjuk species dan diawali dengan huruf kapital	Pada sistem binomial nomenklatur, kata kedua sebagai penunjuk species diawali dengan huruf kecil.
2	C (a) - (d) - (e)	Yang memiliki hubungan kekerabatan paling dekat adalah <i>Cycas rumphii</i> (pakis haji), <i>Gnetum gnemon</i> (melinjo), Pinus merkusii (pinus), karena ketiganya merupakan anggota Gymnospermae, sedangkan <i>Mangifera indica</i> (mangga) dan <i>Artocarpus integrus</i> (nangka) termasuk kelompok Angiospermae.
3	B kunci determinasi	Sejumlah keterangan suatu makhluk hidup yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan kelompok makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya
4	A monofiletik	Kelompok monofiletik: mengandung leluhur dan semua keturunannya Kelompok parafiletik: berisi leluhur tetapi hanya beberapa keturunannya Kelompok polifiletik ini berisi segala macam organisme tanpa nenek moyang yang sama baru-baru ini.
5	B Mempunyai zat hijau daun (klorofil)	Nenek moyang dari pengidentifikasian adalah ciri utama dari tumbuhan mempunyai klorofil

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 Materi selanjutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Lakukan penilaian diri untuk mengetahui seberapa jauh, kalian memahami materi pada kegiatan pembelajaran 1. Berilah tanda centang (v) pada kolom jika sesuai atau tidak sesuai dengan yang dirasakan

No	Deskripsi Kompetensi	Hasil Penilaian Diri	
		Ya	Tidak
1	Apakah saya sudah dapat memahami kunci determinasi makhluk hidup?		
2	Apakah saya sudah dapat menggunakan kunci determinasi?		
3	Apakah saya sudah dapat menyusun kladogram sederhana?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas maka pelajari kembali modul kegiatan pembelajaran 2. **“Jangan putus asa”**. Jika menjawab “Ya “ pada semua pertanyaan, maka lanjutkan ke Modul berikutnya

EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Dalam sistem pengelompokan tumbuhan ada beberapa macam cara tergantung dari macam kelompoknya. Kelompok tumbuhan di bawah ini yang merupakan keanekaragaman tingkat jenis dalam satu genus adalah....
 - A. Kelapa, pinang, aren
 - B. Lengkuas, jahe, kunyit
 - C. Kacang tanah, kacang panjang, kacang hijau
 - D. Jeruk bali, jeruk nipis, jeruk peras
 - E. Bawang, erah, bawang putih, dan bawang daun

2. Cara pengelompokan berdasarkan ciri morfologi, anatomi, dan fisiologi disebut.....
 - A. proses Klasifikasi
 - B. klasifikasi sistem alami
 - C. klasifikasi sistem buatan
 - D. taksonomi
 - E. sistem klasifikasi

3. Makhluk hidup dibagi menjadi dua kingdom. Pernyataan ini dikemukakan oleh ...
 - A. Carolus Linnaeus
 - B. Darwin
 - C. Einstein
 - D. Lamark
 - E. Aristoteles

4. Urutan takson tumbuhan dari kelompok terbesar ke kelompok terkecil adalah...
 - A. Kingdom- filum-bangsa-le;as-suku-marga –jenis
 - B. Kingdom- filum- kelas-bangsa- suku- marga-jenis
 - C. Kingdom – divisio–kelas–bangsa–suku-marga–jenis
 - D. Kingdom –divisio-bangsa-kelas-suku-marga-jenis
 - E. Kingdom –kelas –divisio –banga –suku-marga-jenis

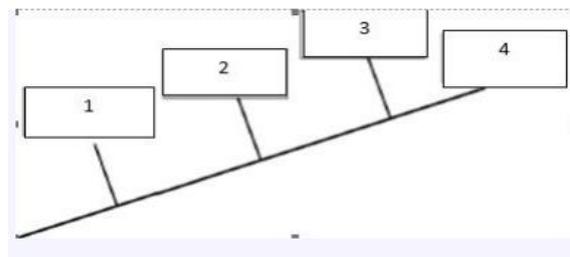
5. Sistem klasifikasi dapat dibuat sederhana berdasarkan manfaat. Sebagai contoh tanaman bunga mawar, melati, kuping gajah, aglonema dapat diklasifikasikan ke dalam kelompok....
 - A. Tanaman obat
 - B. Tanaman pangan
 - C. Tanaman buah
 - D. Tanaman hias
 - E. Tanaman sayur

6. Perhatikan beberapa hewan berikut :
 1. Gorilla
 2. Kuda
 3. Kambing
 4. Orang utan
 5. Keledai
 6. SimpanseBerdasarkan filogenik hubungan kekerabatan yang paling dekat adalah...
 - A. 4, 5 dan 6
 - B. 1,4 dan 6
 - C. 1,2 dan 5

- D. 2,3 dan 4
 - E. 3,4 dan 6
7. Pernyataan yang tidak benar system 4 kingdom adalah....
- A. Monera adalah organisme uniseluler yang mempunyai membran inti sel
 - B. Prokariotik adalah hewan yang tidak mempunyai membran inti sel
 - C. Bakteri dan alga hijau biru dimasukkan ke dalam kingdom Monera
 - D. Kingdom Protista berisi organisme yang memiliki membran inti
 - E. Kingdom Monera merupakan organisme yang tidak mempunyai membran inti sel
8. Perhatikan table hasil pengamatan berikut ini !

Karakter	Species					
	A	B	C	D	E	F
Mata	1	1	1	1	1	1
Jengger	1	1	1	0	0	1
Kaki	1	1	0	0	0	0
Sayap	0	1	0	0	1	1
Bulu	0	0	0	0	1	1

Dari table tersebut dapat dibuatkan kladogram sebagai berikut



Organisme yang menempati klade 1 , 2, 3 an 4 secara berurutan adalah....

- A. Ular - tikus - ayam - manusia
 - B. Ular - ayam - tikus - manusia
 - C. Manusia - tikus - ayam - ular
 - D. Manusia - ular- tikus - ayam
 - E. Manusia - ayam - tikus - ular
9. Perhatikan kunci determinasi berikut ini !
- 1 A tubuh terdiri atas kepala, dada dan perut.....Insekta
 - B tubuh tidak terdiri atas kepala, dada dan perut..... 2
 - 2 A tubuh terdiri atas sefalothoraks (kepala dada bersatu), dan perut..... 3
 - B tubuh terdiri atas kela dan perut yang beruas-ruas dan memanjang..... 4
 - 3 A memiliki dua pasang antenaCrustacea
 - B tidak memiliki antena Arachnida
 - 4 A memiliki satu pasang kaki persegmenChilopoda
 - B memiliki dua pasang kaki persegmen.....Diplopoda

Jika seorang siswa melakukan identifikasi terhadap udang dengan menggunakan kunci determinasi di atas, maka urutan kunci determinasi yang terbentuk adalah....

- A. 1b, 2a, 3a
- B. 1b, 2a, 3b
- C. 1b, 2b, 4a
- D. 1b, 2b, 4b
- E. 1b, 2b, 3a

10. Perhatikan tabel berikut ini!

Kategori Takson	Hewan I	Hewan II	Hewan III	Hewan IV
Filum	Chordata			
Kelas	Amphibia			
Ordo	Anura	Anura		
Familia	Ranidae	Bufonidae	Ranidae	
Genus	Hula	Ansonia	Occhonyza	Hula
Spesies	sumatrana	longidigita	sumatrana	mansonii

Berdasarkan tabel di atas, hewan yang lebih banyak memiliki persamaan adalah

.....

- A. I dan II
- B. II dan III
- C. II dan IV
- D. I dan III
- E. I dan IV

Kunci Jawaban

No Soal	Kunci Jawaban
1	A Kelapa, pinang, aren
2	B Sistem klasifikasi alami
3	E. Aristoteles
4	C Kingdom - divisio-kelas-bangsa-suku-marga-jenis
5	D Tanaman hias
6	B 1,4 dan 6
7	A Monera adalah organisme uniseluler yang mempunyai membran inti sel
8	D Manusia - ular- tikus - ayam
9	A 1b , 2a, 3a
10	D I dan III

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A, & Reece, Jane B. 2008. *Biologi Ed. 9*. Jakarta: Erlangga
- Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA*. Jakarta .CV.Ricardo
- Irningtyas, 2018, *Biologi SMA kelas X*, Jakarta: Erlangga
- Nurhayati, Nunung dan Resti Wijayanti, 2017, *Biologi SMA kelas X*, Bandung: YRama Yudha
- Pustaka Gama, Tim, *Kamus Lengkap Biologi*
- <https://www.gurupendidikan.co.id/kunci-determinasi/>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



VIRUS
BIOLOGI KELAS X

PENYUSUN
Dini Kesumah, S.Pd.,M.Kes
SMA Negeri 1 Rantau Alai

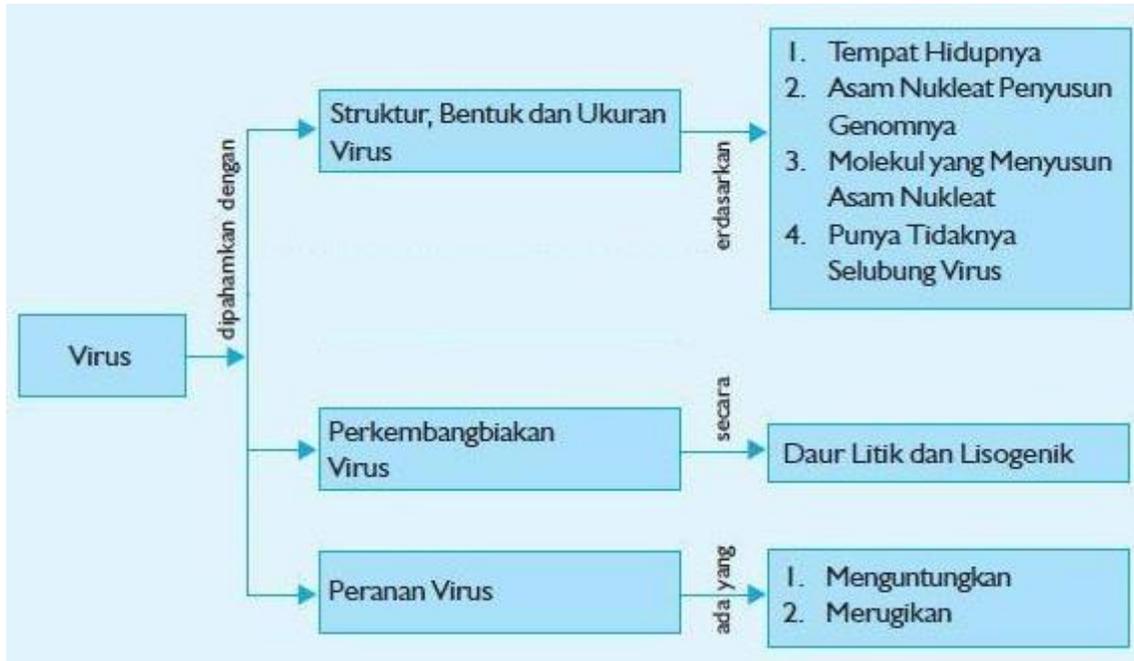
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
STRUKTUR DAN BENTUK VIRUS	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	11
D. Penugasan Mandiri	12
E. Latihan Soal	12
F. Penilaian Diri	15
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	16
REPLIKASI VIRUS	16
A. Tujuan Pembelajaran	16
B. Uraian Materi	16
C. Rangkuman	18
D. Latihan Soal	19
E. Penilaian Diri	22
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	23
PERANAN VIRUS DALAM KEHIDUPAN	23
A. Tujuan Pembelajaran	23
B. Uraian Materi	23
C. Rangkuman	30
D. Penugasan Mandiri	30
E. Latihan Soal	31
F. Penilaian Diri	33
EVALUASI	34
DAFTAR PUSTAKA	38

GLOSARIUM

Asam Nukleat	: Makromolekul biokimia yang kompleks, berbobot, molekul tinggi dan tersusun atas rantai nukleotida yang mengandung informasi genetik.
Bakteriofage	: Virus yang menyerang bakteri.
Interferon	: Suatu protein yang dihasilkan oleh sel sel yang terinfeksi virus yang mencegah terjadinya infeksi pada sel sel sehat.
Kapsid	: Selubung protein luar yang mengelilingi asam nukleat pada suatu virus.
Lisogenik	: Siklus reproduksi virus sel inangnya tidak hancur tetapi disisipi oleh asam nukleat dari virus.
Lisozim	: Enzim yang memutuskan ikatan β -1,4-glikosida antara asam-N-asetil.
Litik	: Siklus reproduksi atau replikasi genom virus, yang pada akhirnya akan menyebabkan kematian bagi sel inang tempat virus.
Prion	: Pembawa penyakit menular yang hanya terdiri dari protein.
Vaksin	: Suatu zat yang merupakan merupakan suatu bentuk produk biologi yang diketahui berasal dari virus, bakteri atau dari kombinasi antara keduanya yang dilemahkan.
Virion	: Produk dari siklus replikasi virus yang lengkap setelah dilepaskan dari sel yang terinfeksi, mereka sepenuhnya mampu menginfeksi sel lain dari jenis yang sama.

PETA KONSEP



Gambar 1. Peta Konsep virus
(<https://docplayer.info/71488272-analisis-kritis-buku-bse-kelas-x-materi-virus>)

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 6 x 45 Menit
Judul Modul	: Virus

B. Kompetensi Dasar

- 3.4 Menganalisis struktur, replikasi dan peran virus dalam kehidupan.
- 4.4 Melakukan kampanye tentang bahaya virus dalam kehidupan terutama bahaya AIDS berdasarkan tingkat virulensinya.

C. Deskripsi Singkat Materi

Virus adalah organisme mikroskopik (super kecil) yang tersebar di berbagai penjuru dunia dan cenderung bersifat parasit. Hampir semua ekosistem di dunia mengandung virus dan dianggap sebagai organisme yang paling banyak di planet bumi. Struktur utama virus adalah asam nukleat yang dapat berupa RNA atau DNA maupun tidak keduanya. Asam nukleat tersebut dikelilingi oleh subunit protein yang disebut dengan kapsomer.

Virus dapat menginfeksi makhluk hidup, mulai dari manusia, hewan, tumbuhan, jamur, bahkan bakteri. Virus juga tidak bisa bereplikasi atau memperbanyak diri tanpa menumpang organisme lain. Oleh alasan inilah, virus diklasifikasikan sebagai organisme yang bersifat parasit obligat.

Peran virus bagi manusia ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan. Virus yang menguntungkan dapat dimanfaatkan untuk membuat antibodi, melemahkan bakteri, dan memproduksi vaksin. Virus yang merugikan dapat menyebabkan manusia, hewan, dan tumbuhan terserang penyakit.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi dalam mempelajari modul ini maka ikuti petunjuk-petunjuk berikut:

1. Bacalah modul ini secara berurutan dan pahami isinya.
2. Anda dapat mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam modul ini, karena masing-masing saling berkaitan.
3. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi anda berkembang sesuai kompetensi yang diharapkan.

4. Setiap mempelajari materi, anda harus mulai dari menguasai pengetahuan pendukung (uraian materi) melaksanakan tugas-tugas, dan mengerjakan lembar latihan.
5. Dalam mengerjakan lembar latihan, anda jangan melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum anda menyelesaikan lembar latihan.
6. Laksanakan lembar kerja untuk pembentukan keterampilan sampai anda benar-benar terampil sesuai kompetensi.
7. Konsultasikan dengan guru apabila anda mendapat kesulitan dalam mempelajari modul ini.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **3** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Struktur dan bentuk virus.
- Kedua : Replikasi virus.
- Kedua : Peranan virus dalam kehidupan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

STRUKTUR DAN BENTUK VIRUS

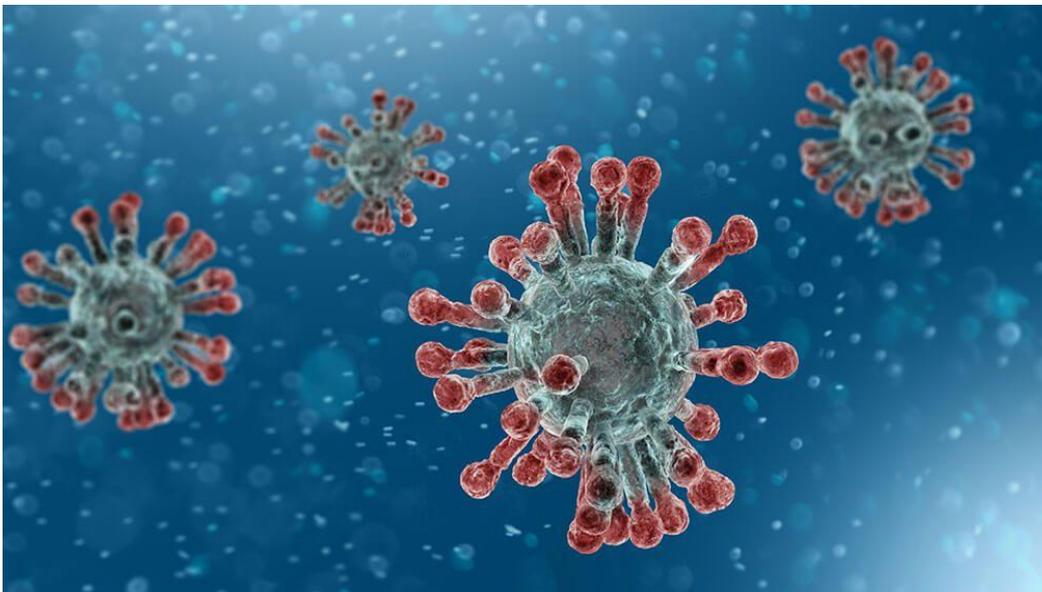
A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan dapat:

1. Mendeskripsikan ciri-ciri dan struktur virus.
2. Mendeskripsikan bentuk virus.
3. Memahami ciri virus sebagai makhluk hidup dengan virus sebagai benda tak hidup.

B. Uraian Materi

Saat ini seluruh belahan dunia sedang dilanda wabah penyakit termasuk kita di Indonesia. Wabah penyakit yang sangat menggemparkan ini ternyata disebabkan oleh virus. Wabah penyakit tersebut tentu tidak asing lagi bukan? Penyakit Covid 19 yang disebabkan oleh virus corona. Bila dilakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop elektron bagaimanakah bentuk virus tersebut?



Gambar 2. Gambar Ilustrasi Struktur dan Bentuk Virus Corona
(<https://nationalgeographic.grid.id/read/132047744>)

1. Sejarah Penemuan Virus

Istilah virus berasal dari bahasa Latin, *virion* yang artinya racun. Sejarah penemuan virus dimulai pada tahun 1883 dengan ditemukannya penyakit yang menyebabkan adanya bintik-bintik kuning pada daun tembakau. Penyakit tersebut kemudian dikenal dengan istilah penyakit mosaik tembakau. Beberapa ilmuwan yang terlibat dalam penemuan virus adalah sebagai berikut.

a. Adolf Meyer

Pada tahun 1883, Adolf Meyer, seorang ilmuwan Jerman mengamati penyakit yang menyebabkan adanya bintik-bintik kuning pada daun tembakau. Meyer kemudian melakukan percobaan dengan menyemprotkan getah yang diekstraksi dari tanaman tembakau yang sakit ke tanaman tembakau yang sehat. Ternyata, tanaman tembakau yang sehat menjadi sakit. Meyer kemudian mencoba mengamati daun tembakau yang sakit dengan menggunakan mikroskop biasa. Akan tetapi, ia tidak dapat menemukan bakteri yang diduga menjadi penyebab penyakit tersebut. Meyer kemudian menyimpulkan bahwa bakteri penyebab penyakit pada tanaman tembakau berukuran lebih kecil dari bakteri biasanya.

b. Dmitri Ivanovsky

Pada tahun 1892, Dmitri Ivanovsky, seorang ilmuwan Rusia melakukan percobaan dengan menyaring getah tanaman tembakau yang sakit dengan menggunakan saringan bakteri. Selanjutnya, hasil saringan tersebut ditularkan pada tanaman tembakau yang sehat. Ternyata, tanaman tembakau yang sehat tersebut menjadi sakit. Ivanovsky kemudian menyimpulkan bahwa penyebab penyakit pada tanaman tembakau adalah bakteri patogenik yang sangat kecil atau bakteri penghasil toksin yang dapat melewati saringan.

c. Martinus Beijerinck

Pada tahun 1897, Martinus Beijerinck, seorang ilmuwan Belanda melakukan percobaan untuk membuktikan bahwa agen penyebab penyakit pada tanaman tembakau dapat berkembang biak. Beijerinck menyemprotkan getah tanaman yang sudah disaring ke tanaman yang sehat. Setelah tanaman yang sehat menjadi sakit, getah tanaman tersebut digunakan untuk menginfeksi tanaman berikutnya, dan seterusnya hingga beberapa kali pemindahan. Ternyata, melalui beberapa kali pemindahan, sifat patogennya tidak berkurang. Agen tersebut juga berbeda dengan bakteri, karena tidak dapat dikembangbiakkan di dalam cawan petri yang berisi nutrisi. Selain itu, juga tidak dapat dinonaktifkan menggunakan alkohol. Beijerinck kemudian menyimpulkan bahwa agen tersebut adalah partikel yang lebih kecil dan lebih sederhana dari bakteri. Beijerinck kemudian menyebutnya sebagai **virus lolos saring** (*filterable virus*).

d. Wendell Meredith Stanley

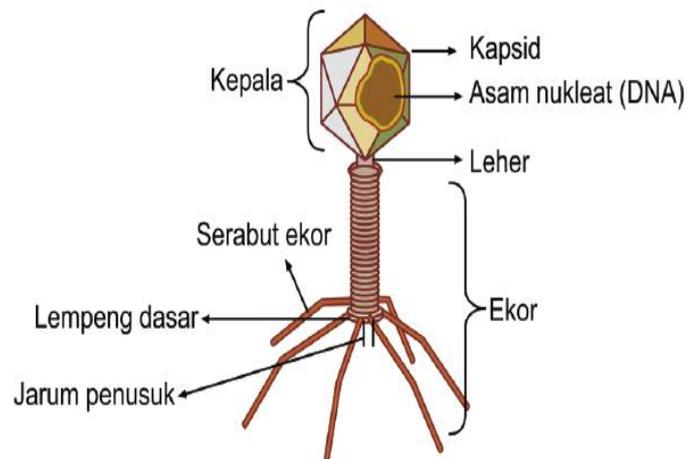
Pada tahun 1935, Wendell Meredith Stanley, seorang ilmuwan Amerika berhasil mengkristalkan partikel penyebab penyakit pada tanaman tembakau. Penyakit ini kemudian dikenal dengan nama *Tobacco Mosaic Virus* (TMV).

2. Ciri-Ciri virus

- a. Virus berukuran sangat kecil, berkisar 0,02-0,3 μm ($1 \mu\text{m} = 1/1.000 \text{ mm}$), dan paling besar berukuran 200 μm , karena itu virus hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron.
- b. Tubuh virus terdiri atas selubung proton (kapsid), dan bahan inti. Bahan inti berupa RNA (*Ribonucleic acid*) dan DNA (*Deoxiribonucleic acid*).
- c. Virus tidak mempunyai membran dan organel-organel sel yang penting bagi kehidupan.
- d. Virus hanya dapat bereproduksi jika berada dalam sel hidup atau jaringan hidup.
- e. Biasanya stabil pada pH 5.0 sampai 9.0.
- f. Virus dapat dikristalkan seperti benda mati. Bentuk virus bermacam-macam ada yang berbentuk batang, bola, atau bulat, berbetuk peluru, dan berbentuk T.
- g. Aktivitas virus dapat dihilangkan oleh sinar ultra ungu dan sinar X tetapi zat antibiotik dan zat antibakteri lain tidak berpengaruh terhadapnya.

3. Struktur Virus

Virus tidak termasuk sel (*aseluler*), karena tidak memiliki bagian-bagian sel seperti dinding sel, membran sel, sitoplasma, inti sel, dan organel-organel lainnya. Partikel virus yang lengkap disebut **virion**. Secara umum, struktur virus diwakili oleh bakteriofag yang berbentuk seperti huruf T.



Gambar 3. Struktur Tubuh Bakteriofage

Sumber : <https://kumpulanbagianpenting.blogspot.com>

Struktur dari bakteriofag adalah sebagai berikut.

a. Kepala

Kepala merupakan bagian dalam kepala virus berisi asam nukleat, sedangkan bagian luarnya diselubungi oleh kapsid. Kepala virus bakteriofag berbentuk polihedral dengan jenis asam nukleat DNA

b. Leher

Leher merupakan bagian yang menghubungkan kepala dan ekor. Leher juga menjadi saluran keluarnya asam nukleat menuju ekor.

c. Ekor

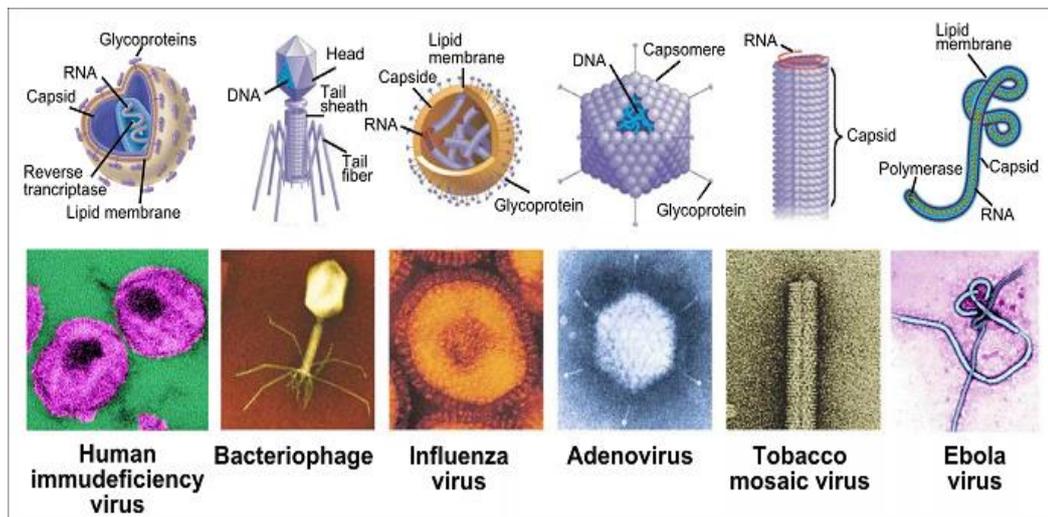
Ekor merupakan bagian yang berfungsi untuk menempel pada sel inang. Ekor terdiri atas serabut ekor dan lempeng dasar. Serabut ekor berfungsi melekatkan diri pada sel inang. Sementara itu, lempeng dasar yang berisi jarum penusuk berfungsi untuk menginjeksikan DNA ke dalam sel inang.

4. Bentuk virus

Virus memiliki bentuk yang bermacam-macam, seperti batang, bulat, oval (peluru), filamen (benang), polihedral, dan seperti huruf T.

- Bentuk batang, misalnya TMV (*Tobacco Mosaic Virus*).
- Bentuk batang dengan ujung oval seperti peluru, misalnya *Rhabdovirus*.
- Bentuk bulat, misalnya HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) dan *Orthomyxovirus*.
- Bentuk filamen (benang), misalnya virus *Ebola*.
- Bentuk polihedral, misalnya *Adenovirus*.
- Bentuk seperti huruf T, misalnya bakteriofag, yaitu virus yang menyerang bakteri *Escherichia coli*.

Berikut ini gambar beberapa bentuk virus.



Gambar 4. Macam-macam bentuk virus

Sumber : <https://www.dictio.id>

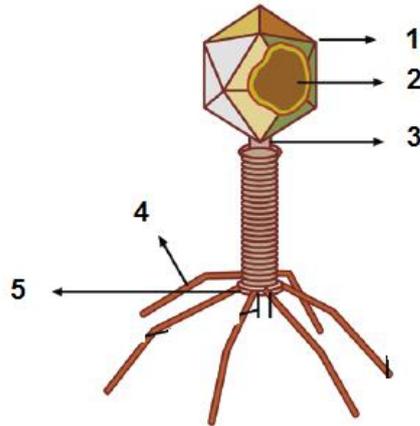
C. Rangkuman

- Virus mempunyai ukuran sangat kecil, yaitu 20-300 nm (1 nm = 10⁻⁶ mm), virus bukanlah sel sehingga tidak memiliki sistem organel, hanya dapat hidup pada sel yang hidup bersifat parasit obligat.
- Bentuk virus bermacam-macam ada yang berbentuk batang, bola atau bulat, berbentuk peluru dan berbentuk T. Secara lengkap virus yaitu kepala, leher, dan ekor.
- Dalam tubuh virus terkandung salah satu asam nukleat, DNA atau RNA saja.
- Virus tidak memiliki kemampuan untuk memperbanyak diri di luar sel-sel hidup sehingga dikatakan bahwa virus bukanlah makhluk hidup yang mandiri,

melainkan makhluk hidup yang memanfaatkan sel-sel hidup untuk memperbanyak diri.

D. Penugasan Mandiri

Beri nama bagian-bagian virus pada gambar berikut ini !



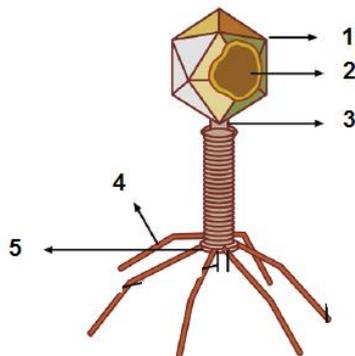
E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

- Perhatikan sifat-sifat virus berikut ini !
 - Dapat dikristalkan.
 - Tidak memiliki sitoplasma, inti sel, dan organel sel.
 - Dapat bereproduksi.
 - Memiliki asam nukleat berupa DNA atau RNA.

Sifat-sifat yang menunjukkan bahwa virus tergolong benda mati adalah

- 1 dan 2
 - 1 dan 3
 - 2 dan 3
 - 2 dan 4
 - 3 dan 4
- Perhatikan gambar virus berikut ini !



Berdasarkan gambar materi genetik virus ditunjukkan oleh nomor...

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

3. Perhatikan data struktur organisme berikut !

- 1. Asam Nukleat (DNA/RNA)
- 2. Ribosom
- 3. Sitoplasma
- 4. Kapsid
- 5. Membran sel
- 6. Selubung Protein

Berdasarkan data di atas yang merupakan struktur dimiliki oleh virus adalah....

- A. 1- 3-5
 - B. 2-4-6
 - C. 1- 4-6
 - D. 1-5-6
 - E. 2-3-5
4. Wendell Meredith Stanley adalah ilmuwan Amerika yang menemukan penyakit pada tembakau. Dalam eksperimennya Wendell mengemukakan bahwa virus merupakan suatu mikroorganisme yang memiliki ciri seperti benda tak hidup. Eksperimen yang dimaksud adalah !
- A. Virus dapat dikristalkan
 - B. Virus hanya dapat hidup di sel yang hidup
 - C. Virus mempunyai bentuk yang beraneka ragam
 - D. Virus menyebabkan penyakit pada tanaman tembakau
 - E. Virus dapat menembus kertas saring pada penyaringan ekstrak daun tembakau
5. Bentuk virus bermacam-macam, virus berikut ini yang berbentuk filamen adalah...
- A. Bakteriofage
 - B. Virus HIV
 - C. Virus Ebola
 - D. Adenovirus
 - E. *Tobacco virus*

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	A. 1 dan 2	<p>Virus dianggap sebagai bentuk peralihan antara makhluk hidup dan benda mati. Sifat-sifat yang menunjukkan bahwa virus tergolong benda mati adalah sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tubuh virus dapat dikristalkan jika berada di luar sel hidup. • Tubuh virus tidak memiliki sitoplasma, inti sel, dan organel sel atau disebut aseluler. <p>Sementara itu, sifat-sifat yang menunjukkan bahwa virus tergolong makhluk hidup adalah sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Virus dapat bereproduksi dengan cara replikasi. • Virus memiliki asam nukleat berupa DNA atau RNA <p>Jadi, sifat-sifat yang menunjukkan bahwa virus tergolong benda mati adalah 1 dan 2</p>
2	B.2	<p>Berdasarkan gambar dapat diberi keterangan berikut ini:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kapsid 2. DNA/RNA (materi genetik) 3. Leher 4. Serabut ekor 5. Lempeng dasa
3	C. 1-4-6	<p>Virus merupakan organisme bukan berbentuk sel (aseluler) sehingga tidak memiliki organel sel. Sehingga virus tidak memiliki ribosom, sitoplasma, dan membran sel.</p>
4	A .Virus dapat dikristalkan	<p>Dari ciri tersebut yang menunjukkan ciri benda tak hidup adalah virus dapat dikristalkan. Ciri dan sifat virus dapat hidup pada sel yang hidup, serta menyebabkan penyakit itu menunjukkan virus sebagai parasit. Sedangkan ciri bahwa virus dapat menembus kertas saring bahwa virus berukuran sangat kecil</p>
5		<p>Virus memiliki bentuk yang bermacam-macam, seperti batang, bulat, oval (peluru), filamen (benang), polihedral, dan seperti huruf T.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Bentuk batang, misalnya TMV (<i>Tobacco Mosaic Virus</i>). b. Bentuk batang dengan ujung oval seperti peluru, misalnya <i>Rhabdovirus</i>. c. Bentuk bulat, misalnya HIV (<i>Human Immunodeficiency Virus</i>) dan <i>Orthomyxovirus</i>. d. Bentuk filamen (benang), misalnya virus <i>Ebola</i>.

		e. Bentuk polihedral, misalnya <i>Adenovirus</i> . f. Bentuk seperti huruf T, misalnya bakteriofag, yaitu virus yang menyerang bakteri <i>Escherichia coli</i> .
--	--	---

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Konversi 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.

F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Saya dapat mendeskripsikan ciri-ciri virus?		
2	Apakah saya dapat memahami bentuk-bentuk virus?		
3	Apakah saya dapat memahami ciri virus sebagai sebagai makhluk hidup?		
4	Apakah saya dapat memahami ciri virus sebagai benda tak hidup?		
5	Apakah saya dapat menganalisis struktur tubuh virus?		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

REPLIKASI VIRUS

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan dapat:

1. Menganalisis replikasi virus secara litik
2. Menganalisis replikasi virus secara lisogenik

B. Uraian Materi

Anak-anak yang cerdas, pada modul ini kita akan membahas tentang perkembangbiakan virus. Perkembangbiakan virus disebut **replikasi**, yaitu perbanyakkan diri di dalam sel inang. Dari sel inang ini, virus mendapatkan energi dan bahan untuk sintesis protein. Keberhasilan virus dalam berkembang biak bergantung pada jenis virus dan kondisi ketahanan sel inang.

Replikasi Virus

Proses perkembangbiakan virus ada dua macam, yaitu daur litik dan daur lisogenik.

1. Daur Litik

Daur litik terjadi jika pertahanan sel inang lebih lemah dibandingkan dengan daya infeksi virus. Virus yang mampu bereproduksi dengan daur litik disebut **virus virulen**. Pada daur litik, sel inang akan pecah dan mati, serta akan terbentuk virion-virion baru. Seluruh tahapan dalam daur litik berlangsung dengan cepat. Tahapan-tahapan tersebut adalah adsorpsi, penetrasi, sintesis dan replikasi, pematangan (perakitan), serta lisis.

a. Adsorpsi

Virion menempel pada reseptor spesifik sel inang dengan menggunakan bagian serabut ekornya. Molekul reseptor ini berbeda-beda untuk setiap jenis virus, ada yang berupa protein dan ada yang berupa oligosakarida. Ada tidaknya reseptor juga menentukan patogenesis virus, yaitu mekanisme infeksi dan perkembangan penyakit oleh virus. Sebagai contoh, virus polio hanya dapat melekat pada sel saraf pusat dan saluran usus primata, virus HIV hanya berikatan dengan reseptor T CD4 pada sel sistem imun, atau virus rabies yang hanya berinteraksi dengan reseptor asetilkolin.

b. Penetrasi

Ujung serabut ekor membuat lubang untuk menembus dinding dan membran sel inang. Selanjutnya, virus menginjeksikan materi genetiknya sehingga kapsid virus menjadi kosong (mati).

c. Sintesis dan replikasi

DNA virus menghidrolisis dan mengendalikan materi genetik sel inang untuk membuat asam nukleat (salinan genom) dan protein komponen virus. Selanjutnya berlangsung tahap replikasi, yaitu pembentukan bagian-bagian tubuh virus yang baru.

d. Pematangan atau perakitan

Asam nukleat dan protein hasil sintesis dan replikasi dirakit menjadi partikel-partikel virus yang lengkap sehingga terbentuk virion-virion baru.

e. Lisis

Virus menghasilkan **enzim lisozim**, yaitu enzim yang dapat merusak dinding sel inang. Dinding sel yang rusak mengakibatkan terjadinya osmosis, sehingga sel inang membesar dan akhirnya pecah. Partikel virus yang baru akan keluar dari sel inang dan menyerang sel inang yang lain.

2. Daur Lisogenik

Daur lisogenik terjadi jika pertahanan sel inang lebih baik dibandingkan dengan daya infeksi virus. Sel inang pada daur ini tidak segera pecah, bahkan dapat bereproduksi secara normal. Pada daur lisogenik, replikasi genom virus tidak menghancurkan sel inangnya. DNA virus bakteriofag akan berinteraksi dengan kromosom sel inang membentuk **profag**. Jika sel inang yang mengandung profag membelah diri untuk bereproduksi, profag akan diwariskan kepada sel-sel anaknya. Profag di dalam sel anakan dapat aktif dan keluar dari kromosom sel inang untuk masuk ke dalam tahapan-tahapan daur litik. Virus yang dapat bereproduksi dengan daur litik dan lisogenik disebut **virus temperat**, misalnya fag λ .

Tahapan-tahapan dalam daur lisogenik adalah adsorpsi dan infeksi, penetrasi, penggabungan, pembelahan, serta sintesis.

a. Adsorpsi

Virion menempel pada reseptor spesifik sel inang dengan menggunakan bagian serabut ekornya.

b. Penetrasi

Virus menginjeksikan materi genetiknya ke dalam sel inang sehingga kapsid virus menjadi kosong (mati).

c. Penggabungan

DNA virus bakteriofag bergabung dengan DNA bakteri (sel inang) membentuk profag. Dalam bentuk profag, sebagian besar gen berada dalam fase tidak aktif, tetapi ada sedikitnya satu gen yang selalu aktif. Gen aktif berfungsi mengkode protein reseptor. Protein reseptor berfungsi menjaga agar gen-gen profag tidak aktif.

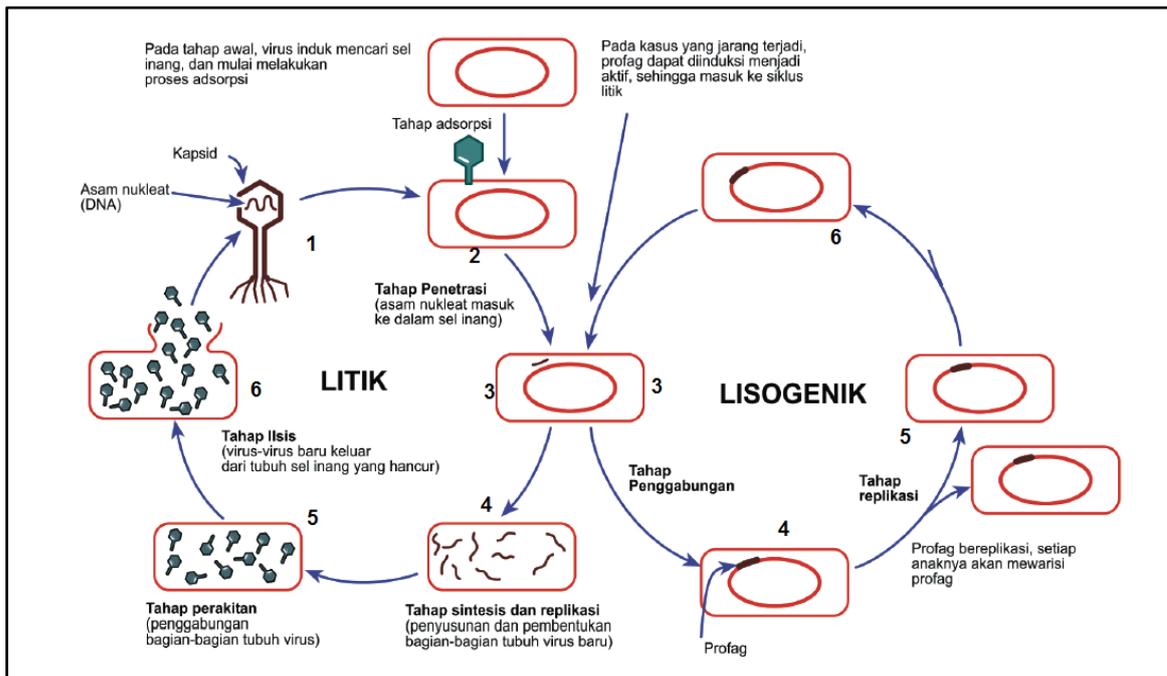
d. Pembelahan

Jika sel inang membelah, setiap anaknya akan mewarisi profag. Profag dapat diinduksi menjadi aktif, sehingga mengakibatkan terjadinya daur litik.

e. Sintesis

Profag aktif dan keluar dari kromosom bakteri, sehingga DNA bakteri (sel inang) hancur. Kemudian, terjadi fase replikasi DNA bakteriofag, sintesis bagian-bagian tubuh virus, dan seterusnya seperti pada daur litik

Untuk lebih jelas replikasi virus secara litik dan lisogenik kalian dapat mengamati gambar berikut ini !



Gambar 5. Replikasi virus secara Litik dan Lisogenik
<https://www.quipper.com>.

Bagaimana, apakah kalian dapat memahami kedua cara replikasi virus secara litik dan secara lisogenik. ?

C. Rangkuman

Virus mempunyai kemampuan berkembangbiak atau memperbanyak diri. Proses ini disebut replikasi. Ada dua cara replikasi virus yaitu secara litik dan secara lisogenik. Pada daur litik, sel inang akan pecah dan mati, serta akan terbentuk virion-virion baru. Tahapan secara litik yaitu adalah adsorpsi, penetrasi, sintesis dan replikasi, pematangan (perakitan), serta lisis. Pada daur lisogenik, replikasi genom virus tidak menghancurkan sel inangnya. DNA virus akan berinteraksi dengan kromosom sel inang membentuk profag. Jika sel inang yang mengandung profag membelah diri untuk bereproduksi, profag akan diwariskan kepada sel-sel anaknya. Tahapan dalam daur lisogenik adalah adsorpsi dan infeksi, penetrasi, penggabungan, pembelahan, serta sintesis.

D. Latihan Soal

Untuk memahami materi tentang replikasi virus, kalian dapat berlatih dengan menjawab soal-soal berikut ini. Cocokkan jawabanmu dengan pembahasan yang ada.

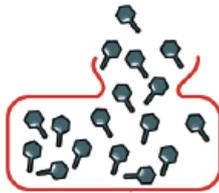
1. Perhatikan data tahapan replikasi virus berikut ini !

1. Adsorpsi
2. Penetrasi
3. Penggabungan
4. Sintesis
5. Pembelahan sel inang
6. Lisis

Dari tahapan tersebut yang tidak terdapat pada replikasi virus secara litik adalah....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 3 dan 4
- D. 3 dan 5
- E. 5 dan 6

2. Perhatikan gambar salah satu tahap replikasi virus secara litik berikut ini !



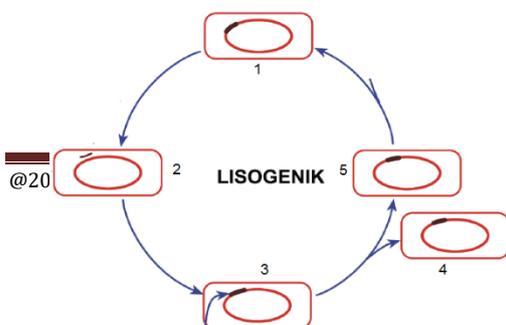
Berdasarkan gambar merupakan tahapan....

- A. Adsorpsi
- B. Penetrasi
- C. Sintesis
- D. Pematangan
- E. Lisis

3. Peristiwa yang terjadi pada tahap penetrasi dalam daur litik virus adalah

- A. Virus menempel pada sel inang
- B. Terbentuk bagian-bagian tubuh virus
- C. Virus-virus baru meninggalkan sel inang
- D. Materi genetik virus menginjeksi sel inang
- E. Terjadi penggabungan atau perakitan bagian-bagian tubuh virus

4. Perhatikan gambar replikasi virus secara lisogenik berikut !



Berdasarkan gambar tahap penggabungan materi genetik virus dengan materi genetik sel inang di tunjukkan nomor...

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

KUNCI DAN PEMBAHASAN SOAL LATIHAN

No	Kunci	Pembahasan
1	D.3 dan 5	<p>Tahapan replikasi virus secara litik adalah adsorpsi, penetrasi, sintesis dan replikasi, pematangan (perakitan), serta lisis. Sedangkan tahapan replikasi virus secara lisogenik adalah adsorpsi dan infeksi, penetrasi, penggabungan, pembelahan sel inang , serta sintesis.</p>
2	E	<p>Untuk lebih jelas tahapan replikasi virus dapat dilihat pada gambar berikut !</p> <p>The diagram illustrates the lytic cycle of a virus. It starts with a virus particle (1) consisting of a capsid and nucleic acid (DNA). The cycle proceeds through the following stages:</p> <ol style="list-style-type: none"> Tahap adsorpsi: The virus attaches to the host cell. Tahap Penetrasi: The nucleic acid enters the host cell. Tahap sintesis dan replikasi: The virus synthesizes and replicates its components within the host cell. Tahap perakitan: The newly synthesized virus parts are assembled into new virions. Tahap lisis: The host cell lyses, releasing the newly formed viruses. <p>The word LITIK is prominently displayed in the center of the diagram.</p>
3	D	<p>Daur litik terdiri dari 5 tahapan, yaitu tahap adsorpsi, penetrasi, sintesis dan replikasi, perakitan, serta lisis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tahap adsorpsi: virus menempel pada sel inang. • Tahap penetrasi: virus menginjeksikan materi genetik pada sel inang. • Tahap sintesis dan replikasi: virus mengambil alih perlengkapan metabolik sel bakteri dan terjadi pembentukan bagian-bagian tubuh virus baru. • Tahap perakitan: virus menggabungkan bagian-bagian tubuh yang sudah terbentuk sehingga tercipta virion (virus yang lengkap).

		<ul style="list-style-type: none"> Tahap lisis: virus melepaskan enzim lisozim yang dapat menghancurkan sel inang, sehingga virus-virus baru dapat keluar meninggalkan sel inang. <p>Jadi, peristiwa yang terjadi pada tahap lisis dalam daur litik virus adalah virus-virus baru meninggalkan sel inang.</p>
4	C. 3	<p>Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar berikut ini !</p> <p>Pada kasus yang jarang terjadi, profag dapat diinduksi menjadi aktif, sehingga masuk ke siklus litik</p> <p>Tahap adsorpsi</p> <p>Tahap Penetrasi (asam nukleat masuk ke dalam sel inang)</p> <p>LISOGENIK</p> <p>Tahap Penggabungan</p> <p>Tahap pembelahan</p> <p>Profag bereplikasi, setiap anaknya akan mewarisi profag</p> <p>Profag</p> <p>sintesis</p> <p>Dari gambar dapat diketahui bahwa: Nomor 1 adalah tahap sintesis kembali profag setelah tahap pembelahan Nomor 2 adalah tahap penetrasi materi genetik ke sel inang Nomor 3 adalah tahap penggabungan profage dengan materi genetik sel inang Nomor 4 adalah tahap pembelahan sel baru hasil pembelahan sel inang yang telah disisipi oleh profage Nomor 5 adalah sel inang yang siap akan kembali melakukan sintesis</p>

E. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah saya dapat menjelaskan tahapan replikasi virus secara litik?		
2	Apakah saya dapat menjelaskan tahapan replikasi virus secara litik		
3	Apakah saya dapat membedakan replikasi virus secara litik dan lisogenik		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

PERANAN VIRUS DALAM KEHIDUPAN

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 Kalian diharapkan dapat:

1. Memahami manfaat dan tujuan pembiakan virus.
2. Memahami tentang peranan virus dalam kehidupan manusia.
3. Memahami tentang penyakit-penyakit yang disebabkan oleh virus dan penularannya.
4. Memahami tentang pencegahan dan pengobatan infeksi virus.

B. Uraian Materi

Jika kita membicarakan tentang virus pasti yang terbersit di benak kita adalah virus merupakan penyebab timbulnya penyakit. Padahal tidak semua virus menyebabkan penyakit, beberapa virus justru dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kepentingan manusia. Misalnya untuk terapi gen dan sebagai pembawa gen pengendali pertumbuhan melalui bioteknologi.

1. Manfaat Virus

Sebagian besar virus memang merugikan karena merupakan parasit intraseluler obligat pada sel hidup. Akan tetapi, ada beberapa virus yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Pembuatan vaksin protein. Selubung virus dapat digunakan sebagai protein khusus yang akan memacu terbentuknya respons kekebalan tubuh untuk melawan suatu penyakit.
- b. Digunakan dalam pembuatan rekayasa genetika, misalnya untuk terapi gen.
- c. Pengobatan secara biologis, yaitu dengan melemahkan atau membunuh bakteri, jamur, atau protozoa yang bersifat patogen.
5. Pembuatan perangkat elektronik. Tim ilmuwan dari *John Innes Center* di Inggris berhasil menginokulasi partikel virus dan mencampurnya dengan senyawa besi (Fe) untuk membuat kapasitor (alat penyimpan energi listrik).
- d. Pemberantasan hama tanaman. Misalnya *Baculovirus* yang digunakan untuk biopestisida. Biopestisida ini tidak mencemari lingkungan.
- e. Produksi interferon, yaitu sejenis senyawa yang mampu mencegah replikasi virus di dalam sel induk.
- f. Pembuatan hormon insulin, yaitu dengan mencangkokkan virus penyebab kanker pada gen-gen penghasil insulin dalam tubuh bakteri. Akibatnya, bakteri tersebut dapat berkembang biak dan memproduksi insulin.

2. Tujuan Pembiakan Virus

Tujuan dari pembiakan virus adalah sebagai berikut.

- a. Untuk pembuatan vaksin.
- b. Untuk mengetahui ciri-ciri fisik dan kimiawi struktur tubuh virus.
- c. Untuk mengetahui cara penyebaran virus.
- d. Untuk mengetahui masa inkubasi virus serta cara reproduksinya.
- e. Untuk mempelajari perilaku dan cara virus menginfeksi tubuh inang

3. Penyakit-Penyakit yang Disebabkan oleh Virus dan Penularannya

Virus dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia, hewan, maupun tumbuhan. Penyakit-penyakit tersebut antara lain adalah sebagai berikut.

Penyakit pada Manusia

- a. Cacar variola (*smallpox*)

Cacar variola adalah penyakit yang disebabkan oleh virus variola.

Gejala-gejala penyakit ini adalah masa inkubasi 12 hari, selama 1 – 5 hari tubuh demam dan lesu, kemudian muncul vesikula (gelembung) pada kulit serta pustula (gelembung berisi nanah) yang membentuk kerak. Selanjutnya, gelembung tersebut lepas dengan meninggalkan bekas berupa parut berwarna merah muda yang lambat laun akan memudar. Cara penularan penyakit ini adalah melalui air liur penderita, udara, atau kontak kulit dengan penderita. Vaksin yang dapat digunakan untuk mencegah cacar variola adalah vaksin virus *Orthopoxvirus*.

- b. Cacar air varisela

Cacar air varisela adalah penyakit yang disebabkan oleh virus varisela (*Varicella Zoster Virus* atau VZV). Penyakit ini merupakan penyakit ringan yang mudah menular dan sering diderita oleh anak-anak. Gejala cacar air varisela adalah munculnya vesikula (gelembung) pada kulit dan selaput lendir. Pada orang dewasa, cacar air yang disebabkan oleh virus yang sama disebut **herpes zoster**. Herpes zoster memiliki ciri-ciri yang sama dengan cacar air varisela. Perbedaan kedua penyakit ini adalah cacar air varisela disebabkan infeksi pertama virus, sedangkan herpes zoster disebabkan karena pengaktifan kembali virus laten yang menetap di ganglia sensorik. Cara penularan penyakit ini antara lain melalui kontak fisik dengan penderita, bersin, batuk, pakaian yang tercemar penderita, air ludah, udara, dan napas penderita yang terhirup orang di dekatnya.

- c. Campak (morbili = *measles*)

Campak adalah penyakit yang disebabkan oleh *Morbilivirus*. Gejala-gejala penyakit ini adalah masa inkubasi 7 – 11 hari, timbul demam, bersin, batuk, pilek, merah pada mata, dan muncul bercak ruam berwarna cokelat pada kulit. Campak merupakan penyakit endemik dan menular, tetapi jika sudah pernah terinfeksi, akan memberikan kekebalan seumur hidup. Cara penularan campak antara lain melalui bersin atau batuk yang dilakukan oleh penderita, atau dengan menyentuh tetesan batuk dan bersin penderita. Pencegahan terhadap penyakit campak dapat dilakukan dengan pemberian vaksin campak.

- d. Campak Jerman (Rubela)

Campak Jerman adalah penyakit campak yang disebabkan oleh virus rubela. Rubela sering menyerang anak-anak yang belum mendapatkan vaksin campak, gondongan, dan rubela. Rubela pada anak dan dewasa membaik dengan cepat, tidak bahaya, dan jarang menyebabkan komplikasi. Rubela hanya berbahaya jika terjadi pada wanita hamil. Jika wanita hamil

terinfeksi virus rubela, khususnya selama 4 bulan pertama kehamilan, bayi berisiko mengalami kecacatan atau bahkan lahir dalam kondisi meninggal. Gejala-gejala penyakit campak Jerman adalah munculnya ruam dari kepala hingga seluruh tubuh selama 2 – 3 hari, sakit kepala, demam ringan, hidung tersumbat, kelenjar getah bening di leher dan belakang telinga membengkak, hilang nafsu makan, dan konjungtivitis (infeksi pada kelopak dan bola mata). Cara penularan campak Jerman antara lain melalui batuk, bersin atau liur penderita, berbagi makanan dan minuman menggunakan piring dan gelas yang sama dengan penderita, serta menyentuh mata, hidung, dan mulut sendiri setelah memegang benda yang terkontaminasi virus rubela. Pencegahan terhadap rubela dapat dilakukan dengan pemberian vaksin rubela yang biasanya tergabung dalam **vaksin MMR (Measles, Mumps, dan Rubela)**, yaitu vaksin untuk campak (*measles*), gondongan (*mumps*), dan rubela.

e. Herpes simpleks

Herpes simpleks adalah penyakit yang menyerang kulit dan selaput lendir. Herpes simpleks disebabkan oleh virus herpes simpleks (HSV-1) dan HSV-2. Gejala penyakit ini adalah timbulnya gelembung-gelembung (vesikula) kecil yang mudah pecah. Infeksi pertama biasanya bersifat setempat dan cenderung hilang timbul. Virus masuk ke dalam tubuh melalui luka kecil. Virus herpes dapat menyerang bayi, anak-anak, dan orang dewasa. Penularan herpes dapat melalui kontak langsung dengan cairan yang berasal dari gelembung-gelembung yang pecah. Selain itu, juga dapat ditularkan melalui hubungan seksual. Pada bayi virus tersebut tidak akan keluar dari tubuh dan tetap laten di dalam sel-sel saraf. Herpes dapat menyerang bagian bagian tubuh seperti mata, bibir, mulut, kulit, alat kelamin, dan kadang-kadang otak.

f. Gondongan

Gondongan adalah penyakit yang disebabkan oleh *Paramyxovirus*. Virus ini menyerang kelenjar parotis (kelenjar ludah) dan menyebabkan pembengkakan pada kelenjar tersebut. Gejala-gejala penyakit ini adalah demam hingga suhu tubuh mencapai 39,5°C, sakit kepala, nyeri pada anggota gerak dan otot, serta timbulnya pembengkakan di belakang kelenjar parotis yang berdekatan dengan telinga karena adanya peradangan akibat infeksi. Pembengkakan dan rasa nyeri semakin terasa jika menelan makanan yang bersifat asam. Gondongan dapat ditularkan melalui kontak langsung dengan penderita, yaitu melalui ludah, urine, dan muntahan. Gondongan dapat dicegah dengan pemberian vaksin MMR (Measles, Mumps, dan Rubela).

g. AIDS (Acquired Immunodeficiency Syndrome)

AIDS adalah penyakit hilangnya sistem kekebalan tubuh yang disebabkan oleh virus HIV (*Human Immunodeficiency Virus*). HIV merupakan anggota dari famili Retroviridae, subfamili Lentivirinae, dan genus *Lentivirus* yang menyerang sel limfosit T CD4. Perjalanan infeksi HIV dapat melalui waktu yang panjang, yaitu sekitar 10 tahun. Mulai dari infeksi primer, penyebaran virus ke organ limfoid, masa laten klinis, timbulnya ekspresi HIV, hingga kematian. Kematian biasanya terjadi 2 tahun setelah timbulnya penyakit klinis yang ditandai dengan tidak adanya respons imunitas terhadap semua infeksi patogen. Gejala yang dapat dilihat antara lain adalah diare kronis, penurunan berat badan, rasa lelah, demam, sesak napas, dan bercak putih pada lidah.

Cara penularan AIDS adalah sebagai berikut.

- 1) Tidak melalui: jabat tangan dengan penderita, penggunaan toilet bersama, berenang di kolam renang umum, udara terbuka, gigitan serangga, batuk, bersin, menggunakan peralatan makan dan mandi yang sama, persinggungan kulit, mencoba pakaian di toko, atau memegang gagang telepon yang sama.
- 2) Melalui: hubungan seksual dengan penderita AIDS atau orang yang positif HIV, jarum suntik bekas pakai orang positif HIV, transfusi darah yang tercemar HIV, atau dari ibu yang positif HIV pada bayi yang dikandungnya. Pada penderita, HIV banyak terkonsentrasi di dalam cairan tubuh seperti darah, cairan mani, cairan vagina, dan ASI. Pada umumnya, penderita AIDS adalah kaum homoseksual, pasien yang sering menerima transfusi darah, pemakai narkoba jenis suntik, pelaku seks bebas, dan anak-anak yang lahir dari wanita positif HIV.

h. Influenza dan parainfluenza

Influenza adalah penyakit pernapasan yang disebabkan oleh virus *Orthomyxovirus*. Gejala-gejala penyakit ini adalah timbul demam, badan menggigil, sakit kepala, batuk kering, nyeri otot menyeluruh, dan kehilangan nafsu makan. Penularan penyakit influenza dapat melalui udara saat berdekatan dengan penderita yang sedang batuk atau bersin, atau melalui kontak tangan yang terkontaminasi. Berdasarkan komposisi proteinnya, virus influenza dibagi menjadi 3 tipe, yaitu tipe A, B, dan C. Tipe A dan C dapat menginfeksi manusia dan hewan, sedangkan tipe B hanya menginfeksi manusia. Di antara ketiganya, tipe A merupakan virus influenza yang paling berbahaya karena dapat menimbulkan wabah dan dapat menyebabkan kematian.

Parainfluenza adalah penyakit yang juga menyerang saluran pernapasan. Penyakit ini umumnya diderita oleh manusia dari berbagai usia, tetapi lebih sering diderita oleh bayi dan anak-anak. Parainfluenza disebabkan oleh *Parainfluenza virus* yang memiliki masa inkubasi 2 – 6 hari. Virus ini hanya menimbulkan infeksi pada saluran pernapasan hidung dan tenggorokan, sehingga menyebabkan batuk dan pilek yang tidak berbahaya. Penularan penyakit ini adalah melalui udara.

i. Poliomyelitis

Poliomyelitis adalah penyakit yang disebabkan oleh *Poliovirus* yang menyerang susunan saraf pusat. Kelumpuhan dapat terjadi jika virus ini menyerang selaput otak (meninges) dan sumsum tulang belakang. Polio umumnya diderita oleh anak-anak. Virus polio dapat hidup di air selama berbulan-bulan, sehingga dapat menginfeksi melalui air yang diminum. Selain itu, penularan juga dapat melalui makanan yang tercemar oleh feses penderita, peralatan makan, bahkan ludah. Replikasi virus polio terjadi di dalam saluran pencernaan. Pencegahan penyakit polio dapat dilakukan dengan pemberian vaksin Salk.

j. Chikungunya

Chikungunya adalah penyakit demam yang disebabkan oleh virus chikungunya genus *Alphavirus* dari famili *Togaviridae*. Virus ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Gejala yang dirasakan penderita mirip dengan gejala demam berdarah, yaitu demam disertai nyeri yang hebat pada persendian tangan dan kaki, hingga menyebabkan kelumpuhan sementara

k. Ebola

Ebola adalah penyakit yang disebabkan oleh virus ebola. Penyakit ini menyerang sel darah putih makrofag, jaringan fibroblas, dan kemudian menyebar ke organ-organ tubuh. Virus ebola dapat menyebabkan pendarahan dan kematian pada penderitanya. Oleh karena itu, virus ini dianggap sebagai virus yang paling mematikan saat ini. Gejala awal yang timbul mirip dengan gejala influenza yang muncul 3 hari setelah terjadi infeksi, yaitu demam, menggigil, sakit kepala, nyeri otot, dan nafsu makan menghilang. Kemudian, virus bereplikasi dan menyerang darah. Sel darah yang mati akan menyumbat kapiler darah dan menyebabkan kulit memar, melepuh, bahkan larut seperti kertas basah. Pada hari ke-6, darah akan keluar dari telinga, hidung, dan mata penderita. Selain itu, penderita juga akan memuntahkan cairan hitam yang merupakan jaringan tubuh yang hancur. Pada hari ke-9, biasanya penderita mengalami kematian. Penularan ebola dapat terjadi melalui kontak langsung dengan cairan tubuh penderita, seperti darah, feses, urine, ludah, dan keringat.

l. Flu burung (*Avian Influenza*)

Flu burung adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus HPAIV (*High Pathogenic Avian Influenza Virus*) yang awalnya menyerang unggas. Namun, beberapa varian tertentu mengalami mutasi menjadi semakin ganas dan dapat menyerang babi dan manusia. Penyebab flu burung di Asia adalah kelompok virus tipe A dengan subtipe (*strain*) H5N1 yang sangat ganas dan termasuk kelompok *Orthomyxovirus*. Sifat virus ini antara lain adalah sebagai berikut. 1.) Dapat bertahan hidup di air hingga 4 hari pada suhu 22°C dan lebih dari 30 hari pada suhu 0°C. 2.) Virus dapat bertahan lebih lama di dalam tubuh atau tinja unggas, tetapi mati pada pemanasan 60°C selama 30 menit. Penularan virus ini dapat melalui udara dan feses unggas. Gejala-gejala penyakit ini adalah demam, sakit tenggorokan, batuk, keluar lendir bening dari hidung, nyeri otot, sakit kepala, lemas, sesak napas, dan radang paru-paru (*pneumonia*). Masa inkubasi virus dalam tubuh inang antara 1 – 7 hari.

m. SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*)

SARS adalah penyakit berupa gangguan akut pada saluran pernapasan dan dapat menimbulkan kematian. Penyebab penyakit SARS adalah *Coronavirus*. Gejala awal orang yang terserang SARS adalah demam tinggi hingga lebih dari 38°C, menggigil, sakit kepala, lesu, dan nyeri tubuh. Setelah itu, 3 – 7 hari kemudian penderita akan mengalami batuk kering dan gangguan pernapasan. Oleh karena mirip dengan gejala *pneumonia*, maka SARS disebut juga CVP (*Coronavirus pneumonia*). Penularan SARS dapat terjadi melalui kontak erat dengan penderita atau melalui kontak percikan cairan, seperti batuk dan bersin.

n. Demam berdarah

Demam berdarah adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue (*Flavivirus*) melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Gejala demam berdarah ini adalah demam, tubuh menggigil, sakit kepala, timbul rasa sakit pada punggung sendi, otot, dan bola mata. Suhu tubuh penderita akan kembali normal setelah 5 – 6 hari dan akan meningkat kembali sekitar 5 – 8 hari kemudian. Selanjutnya, akan timbul bercak-bercak merah di kulit yang berlangsung selama 24 – 72 jam. Setelah itu, terjadi penurunan kadar trombosit dalam darah dan kondisi yang paling parah adalah terjadinya pendarahan yang dapat menyebabkan kematian. Demam berdarah

merupakan penyakit epidemi (wabah) di Filipina, India, dan Indonesia dengan tingkat kematian mencapai 5 – 10%.

o. Hepatitis

Hepatitis adalah virus yang menyebabkan gangguan fungsi hati dan saluran empedu. Hepatitis dapat menimbulkan kematian. Ada beberapa tipe hepatitis, yaitu sebagai berikut.

- 1.) Hepatitis A, disebabkan oleh HAV dari genus *Heparnavirus*.
- 2.) Hepatitis B, disebabkan oleh HBV dari genus *Orthoheparnavirus*.
- 3.) Hepatitis C, disebabkan oleh HCV dari genus *Hepacivirus*.
- 4.) Hepatitis D, disebabkan oleh HDV dari genus *Deltavirus*.
- 5.) Hepatitis E, disebabkan oleh HEV dari genus *Herpesvirus*.

Penularan virus hepatitis dapat melalui cairan tubuh atau peralatan makan dan minum penderita.

2. Penyakit pada Hewan

a. Penyakit kuku dan mulut

Penyakit kuku dan mulut adalah penyakit yang menyerang ternak, seperti sapi, kambing, kerbau, babi, domba, dan hewan berkuku belah lainnya seperti gajah. Penyakit kuku dan mulut disebabkan oleh *Aphthovirus* dari famili Picornaviridae. Gejala yang dialami oleh ternak yang terinfeksi antara lain adalah kelesuan, dehidrasi, gelisah, demam hingga 41°C, malas berdiri, pincang, banyak mengeluarkan saliva, nafsu makan menurun, dan muncul vesikula yang berisi cairan bening hingga kuning kemerahan serta mudah terkelupas pada bagian bibir, lidah, mukosa, gusi, pipi, langit-langit mulut, dan ujung kaki.

Penularan penyakit ini dapat terjadi melalui udara, kontak langsung, makanan, dan peralatan yang terkontaminasi virus. Penyakit kuku dan mulut dapat menurunkan produksi susu ternak, serta dapat menyebabkan kematian hingga 70%. Penyakit ini dapat dicegah dengan cara pemberian vaksinasi.

b. Rabies

Rabies adalah penyakit yang disebabkan oleh *Rhabdovirus*. Rabies merupakan infeksi akut pada susunan saraf pusat hewan dan dapat menular ke manusia melalui gigitan atau air liur hewan penderita seperti anjing, kucing, kelinci.

c. Tumor (kutil)

Tumor adalah penyakit yang menyerang sel epitel kulit dan membran mukosa. Penyakit ini dapat diderita oleh hewan seperti ayam atau sapi. Pada ayam, tumor disebabkan oleh virus RSV (*Rous Sarcoma Virus*), sedangkan pada sapi disebabkan oleh *Bovine papillomavirus*.

d. Tetelo (NCD = New Castle Disease)

Tetelo adalah penyakit yang menyerang unggas seperti ayam dan itik. Penyakit ini disebabkan oleh virus NCD yang mudah menular. Gejala-gejala dari penyakit ini adalah diare, batuk, dan kehilangan keseimbangan sehingga tubuh berputar-putar dengan kepala tertekuk. Tetelo dapat menyebabkan kematian pada ternak.

3. Penyakit pada Tumbuhan

a. Mosaik

Mosaik adalah penyakit yang menyerang tanaman tembakau, kacang tanah, pepaya, cabai, tomat, kentang, dan beberapa jenis labu. Penyakit ini disebabkan oleh virus TMV (*Tobacco Mosaic Virus*). Gejala penyakit ini adalah timbulnya bercak-bercak kuning pada tanaman yang diserang. Penyebaran virus mosaik terjadi melalui perantara serangga.

b. Tungro

Tungro adalah penyakit yang menyerang tanaman padi, sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman dan menyebabkan kekerdilan. Penyebab penyakit ini adalah virus tungro dari kelompok Caulimoviridae. Penyebaran virus tungro terjadi melalui perantara serangga, yaitu wereng cokelat dan wereng hijau.

c. Penyakit TYLC (*Tomato Yellow Leaf Curl*)

Penyakit TYLC adalah penyakit yang disebabkan oleh virus TYLCV (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus*). Penyakit ini menyebabkan daun tanaman tomat menguning dan menggulung sehingga menurunkan hasil panen.

d. Penyakit TYM (*Turnip Yellow Mosaic*)

Penyakit TYM adalah penyakit yang disebabkan oleh virus TYMV (*Turnip Yellow Mosaic Virus*). Penyakit ini menyebabkan daun tembakau, kapas, dan lobak menggulung.

e. Penyakit BGM (*Bean Golden Mosaic*)

Penyakit BGM adalah penyakit yang menyebabkan menguningnya daun pada tanaman tomat dan cabai. Penyakit ini disebabkan oleh virus *Begomovirus* (*Bean Golden Mosaic Virus*).

4. Pencegahan dan Pengobatan Infeksi Virus

a. Pencegahan Infeksi Virus

Pencegahan terhadap infeksi virus dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu pemberian vaksin (vaksinasi) dan penerapan pola hidup sehat.

1) Vaksin

Vaksin adalah suspensi mikroorganisme antigen (misalnya virus atau bakteri patogen) yang permukaannya atau toksinnya telah dimatikan atau dilemahkan. Vaksin bekerja efektif terhadap penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme patogen, termasuk virus. Prinsip dasar dari penggunaan vaksin adalah tubuh menghasilkan antibodi untuk melawan serangan virus atau bakteri. Pemberian vaksin dapat menyebabkan tubuh bereaksi menghasilkan antibodi sehingga kebal terhadap infeksi patogen di kemudian hari. Vaksin pertama kali ditemukan oleh **Edward Jenner** pada tahun 1789, berupa vaksin untuk cacar. Kemudian pada tahun 1885, **Louis Pasteur** menemukan vaksin untuk rabies, dan pada tahun 1952, **Jonas Salk** menemukan vaksin untuk polio. Vaksin polio diberikan melalui oral (mulut).

2) Penerapan pola hidup sehat

Pola hidup sehat dapat diterapkan untuk mencegah terjadinya infeksi virus.

Cara-cara yang bisa dilakukan antara lain adalah sebagai berikut.

- 1) Sering mencuci tangan, karena dapat menghilangkan berbagai kuman yang diperoleh dari binatang, tempat kotor, atau benda-benda yang terkontaminasi virus.
- 2) Melakukan gerakan 3M plus, yaitu menguras bak mandi, menutup tempat tempat yang berpotensi menampung air, mengubur sampah seperti botol, dan

menggunakan anti nyamuk untuk mencegah perkembangbiakan nyamuk demam berdarah.

- 3) Menjauhi penderita penyakit yang mudah menular melalui kontak, seperti cacar, campak, atau flu.
- 4) Rutin membersihkan lantai dan permukaan, terutama kamar mandi dan dapur.
- 5) Memastikan telah melakukan imunisasi dan vaksinasi untuk diri sendiri dan keluarga.
- 6) Menjaga kebersihan dan kesehatan hewan-hewan peliharaan.
- 7) Mengonsumsi makanan bergizi yang banyak mengandung vitamin A, C, E, serta antioksidan.
- 8) Menghindari kontak dengan binatang liar yang berpotensi membawa penyakit, seperti tikus.
- 9) Olahraga teratur dan tidur yang cukup
- 10) Menjaga pola makan yang teratur.
- 11) Hindari stres.

C. Rangkuman

1. Virus memiliki peran dalam kehidupan baik itu menguntungkan maupun merugikan. Peran yang menguntungkan misalnya berperan dalam pembuatan interferon, profage, vaksin, pelemahan bakteri, antitoksin.
2. Peranan virus yang merugikan dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit pada manusia, Hewan, dan tumbuhan. Contoh penyakit pada manusia yang disebabkan oleh virus yaitu influenza, Covid 19, campak, rabies, cacar air, dan AIDS. Contoh penyakit pada hewan yang disebabkan oleh virus yaitu penyakit kuku dan mulut pada ternak, rabies, tumor/kutil dan tetelo. Sedangkan contoh penyakit pada tumbuhan yang disebabkan oleh virus adalah mosaik virus pada tembakau, virus tungro pada tanaman padi, pada penyakit TYLC pada tanaman tomat.
3. Karena virus banyak menyebabkan penyakit pada manusia, untuk menjaga agar tidak terinfeksi virus dapat dilakukan dengan vaksinasi dan membiasakan pola hidup sehat.

D. Penugasan Mandiri

Carilah informasi tentang Covid 19 dan AIDS

- a. Covid 19
 - 1) Apakah corona virus dan covid 19 ?
 - 2) Apakah covid 19 sama dengan SARS
 - 3) Apa saja gejala covid 19 ?
 - 4) Seberapa bahayakah covid 19 ?
 - 5) Apakah sudah ada vaksin covid 19?
 - 6) Bagaimanakah upaya yang dilakukan untuk mencegah covid 19
- b. AIDS
 - 1) Apakah AIDS itu ?
 - 2) Apa saja gejala orang yang terkena AIDS ?
 - 3) Seberapa bahayakah AIDS?
 - 4) Apakah sudah ada vaksin AIDS?
 - 5) Bagaimanakah upaya yang dilakukan untuk mencegah AIDS

E. Latihan Soal

1. Berikut ini adalah gejala-gejala penyakit tetelo yang sering menyerang itik dan ayam, *kecuali*
 - A. Timbulnya batuk-batuk
 - B. Terjadinya diare
 - C. Tubuh kehilangan keseimbangan dan berputar-putar
 - D. Munculnya kutil pada sel epitel kulit dan membran mukosa
 - E. Jengger dan kepala berwarna kebiruan
2. Pemanfaatan virus yang menguntungkan bagi manusia dibidang pertanian adalah...
 - A. Produksi biopestisida
 - B. Pembuatan vaksin protein.
 - C. Digunakan dalam pembuatan rekayasa genetika,
 - D. Pengobatan secara biologis
 - E. Pembuatan perangkat elektronik
3. Penyakit yang disebabkan oleh virus yang menyebabkan turunnya/hilangnya sistem kekebalan pada manusia adalah...
 - A. Cacar
 - B. Influeza
 - C. AIDS
 - D. SARS
 - E. Covid 19
4. Penyakit yang menyerang tanaman padi, sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman dan menyebabkan kekerdilan. Penyebab penyakit ini adalah virus....
 - A. TMV
 - B. TYLCV
 - C. Tungro
 - D. TYM
 - E. BGM
5. Penyakit yang menyebabkan infeksi akut pada susunan saraf pusat hewan dan dapat menular ke manusia melalui gigitan atau air liur hewan penderita seperti anjing, kucing, kelinci. Penyakit yang dimaksud adalah...
 - A. Tetelo yang disebabkan oleh virus NCD
 - B. Rabies yang disebabkan oleh *Rabdovirus*
 - C. Penyakit kuku dan mulut ternak *Aphthovirus*
 - D. Penyakit kutil disebabkan RSV (*Rous Sarcoma Virus*),
 - E. Penyakit Tumor pada hewan yang disebabkan oleh *adenovirus*

KUNCI DAN PEMBAHASAN SOAL LATIHAN

No	Kunci	Pembahasan
1	D	<p>Tetelo atau <i>New Castle Disease</i> adalah penyakit yang disebabkan oleh virus NCD dari kelompok <i>Paramyxovirus</i>. Penyakit ini menyerang unggas seperti ayam dan itik. Gejala-gejala yang muncul karena serangan virus tetelo antara lain adalah sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Timbulnya batuk-batuk. • Terjadinya diare, dengan kotoran encer agak kehijauan bahkan dapat berdarah. • Nafsu makan menurun. • Ayam tampak lesu. • Bagian kepala dan jengger berwarna kebiruan. • Kornea menjadi keruh. • Sayap turun dan otot tubuh gemetar. • Kehilangan keseimbangan sehingga tubuh berputar-putar dengan kepala tertekuk.
2	A	<p>Biopestisida dimanfaatkan untuk pemeberantasan hama di bidang pertanian Vaksin dimanfaatkan dibidang kesehatan Rekayasa genetika adalah pemanfaatan di bidang bioteknologi Pengobatan secara biologis pemanfaatan dibidang kesehatan Pembuatan perangkat elektronik pemanfaatan dibidang elektronika</p>
3	C	<p>Cacar adalah penyakit yang disebabkan oleh virus variola. Gejala-gejala penyakit ini adalah masa inkubasi 12 hari, selama 1 – 5 hari tubuh demam dan lesu, kemudian muncul vesikula (gelembung) pada kulit serta pustula (gelembung berisi nanah) yang membentuk kerak.</p> <p>Influenza adalah penyakit pernapasan yang disebabkan oleh virus <i>Orthomyxovirus</i>. Gejala-gejala penyakit ini adalah timbul demam, badan menggigil, sakit kepala, batuk kering, nyeri otot menyeluruh, dan kehilangan nafsu makan. Penularan penyakit influenza dapat melalui udara saat berdekatan dengan penderita yang sedang batuk atau bersin, atau melalui kontak tangan yang terkontaminasi.</p> <p>AIDS adalah penyakit hilangnya sistem kekebalan tubuh yang disebabkan oleh virus HIV (<i>Human Immunodeficiency Virus</i>). HIV merupakan anggota dari famili Retroviridae, subfamili Lentivirinae, dan genus <i>Lentivirus</i> yang menyerang sel limfosit T CD4</p> <p>SARS adalah penyakit berupa gangguan akut pada saluran pernapasan dan dapat menimbulkan kematian. Penyebab</p>

		<p>penyakit SARS adalah <i>Coronavirus</i>.</p> <p>Covid-19 adalah penyakit berupa gangguan akut pada saluran pernapasan dan dapat menimbulkan kematian. Penyebabnya jenis <i>Coronavirus</i>.</p>
4	C	<p>Mosaik adalah penyakit yang menyerang tanaman tembakau, kacang tanah, pepaya, cabai, tomat, kentang, dan beberapa jenis labu. Penyakit ini disebabkan oleh virus TMV (<i>Tobacco Mosaic Virus</i>).</p> <p>Tungro adalah penyakit yang menyerang tanaman padi, sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman dan menyebabkan kekerdilan.</p> <p>Penyakit TYLC (<i>Tomato Yellow Leaf Curl</i>) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus TYLCV (<i>Tomato Yellow Leaf Curl Virus</i>). Penyakit ini menyebabkan daun tanaman tomat menguning dan menggulung sehingga menurunkan hasil panen.</p> <p>Penyakit TYM (<i>Turnip Yellow Mosaic</i>) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus TYMV (<i>Turnip Yellow Mosaic Virus</i>). Penyakit ini menyebabkan daun tembakau, kapas, dan lobak menggulung.</p> <p>Penyakit BGM (<i>Bean Golden Mosaic</i>) adalah penyakit yang menyebabkan menguningnya daun pada tanaman tomat dan cabai. Penyakit ini disebabkan oleh virus <i>Begomovirus (Bean Golden Mosaic Virus)</i>.</p>
5	B	<p>Tetelo adalah penyakit pada golongan unggas</p> <p>Rabies adalah infeksi akut pada susunan saraf pusat hewan dan dapat menular ke manusia melalui gigitan atau air liur hewan penderita seperti anjing, kucing, kelinci</p> <p>Penyakit kuku dan mulut terjadi pada hewan ternak.</p> <p>Penyakit kutil oleh RSV virus menyerang pada kelompok unggas</p> <p>Penyakit tumor oleh adenovirus ini tumor pada saluran nafas pada hewan ternak seperti sapi dan kambing.</p>

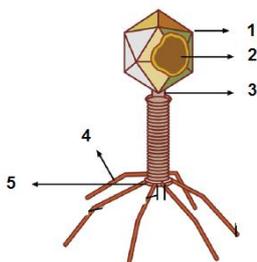
F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah saya dapat memahami tujuan pembiakan virus?		
2	Apakah saya dapat Memahami tentang penyakit-penyakit yang disebabkan oleh virus dan penularannya?		
3	Apakah saya dapat Memahami tentang pencegahan dan pengobatan infeksi virus?		

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat

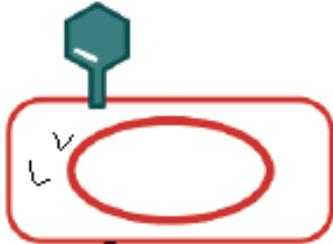
1. Ilmuwan Belanda melakukan percobaan untuk membuktikan bahwa agen penyebab penyakit pada tanaman tembakau dapat berkembang biak. Dan menyemprotkan getah tanaman yang sudah disaring ke tanaman yang sehat. Tanaman yang sehat menjadi sakit. Nama ahli yang dimaksud adalah ...
 - A. Wendell Stanley
 - B. Adolf Meyer
 - C. Martinus Beijerinck
 - D. Dmitri Ivanovsky
 - E. Louis Pasteur
2. Perhatikan ciri-ciri virus berikut ini
 1. Virus berukuran sangat kecil, berkisar 0,02-0,3 μm
 2. Tubuh virus terdiri atas selubung proton (kapsid), dan bahan inti
 3. Virus hanya dapat hidup pada sel yang hidup
 4. Virus dapat menembur saringan bakteri
 5. Virus dapat dikristalkanBerdasarkan ciri-ciri tersebut yang menunjukkan ciri virus sebagai benda mati adalah...
 - A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
3. Virus tidak dapat hidup di alam bebas, melainkan harus hidup secara parasit. Oleh karena itu, untuk memelihara virus digunakan
 - A. Medium daging dan kaldu
 - B. Medium agar-agar
 - C. Medium kentang dan agar-agar
 - D. Embrio ayam
 - E. Medium air kelapa
4. Perhatikan gambar struktur bakteriofage berikut ini !



Dari gambar di atas bagian yang berfungsi untuk melekatkan diri pada sel inang adalah..

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

5. Virus dapat dianggap sebagai makhluk hidup, sebab virus....
- A. Hanya dapat hidup dalam sel-sel hidup
 - B. Dapat dikristalkan
 - C. Ukuran tubuh sangat kecil
 - D. Kulitnya terdiri atas protein
 - E. Tubuhnya terdiri atas DNA atau RNA
6. Pada siklus lisogenik terjadi fase penggabungan antara DNA virus dan DNA bakteri membentuk....
- A. Profase
 - B. Viral
 - C. Profage
 - D. Bakteriofage
 - E. Virion
7. Perhatikan gambar salah tahap replikasi virus berikut ini !



Berdasarkan gambar adalah tahapan...

- A. Adsorpsi
 - B. Penetrasi
 - C. Replikasi
 - D. Sintesis
 - E. Lisis
8. HIV sebagai penyebab AIDS akan mengakibatkan orang yang terinfeksi mengalami
- A. Peningkatan leukosit
 - B. Kerusakan hati dan limpa
 - C. Peningkatan trombosit
 - D. Lemahnya sistem kekebalan
 - E. Penurunan kadar eritrosit
9. Di bawah ini penyakit yang disebabkan oleh virus:
- 1. *New Castle Diseases*
 - 2. *Citrus Vein Phloem Degeneration*
 - 3. *Foot and Mouth Diseases*
 - 4. *Tobacco Mozaik Virus*
 - 5. Tungro

Penyakit yang menyerang tumbuhan adalah...

- A. 1, 4, dan 5
- B. 2, 4, dan 5
- C. 2, 3, dan 4
- D. 3, 4, dan 5
- E. 2, 3 dan 5

10. Virus yang menyerang tanaman padi sehingga menjadi kerdil adalah..

- A. Tungro
- B. Papovavirus
- C. CVPD
- D. TMV
- E. Mosaic

Kunci Jawaban Evaluasi

NOMOR	KUNCI JAWABAN
1	C
2	E
3	D
4	D
5	E
6	C
7	B
8	D
9	B
10	A

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori Moch. 2009. Biologi 1 Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA)-Madrasah Aliyah (MA). Departemen Pendidikan Nasional. Pusurbub. Jakarta.
- Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA*. Jakarta .CV.Ricardo.
- Irningtyas, 2018, *Biologi SMA kelas X*, Jakarta: Erlangga
- <https://kumpulanbagianpenting.blogspot.com/2019/02/bagian-bagian-bakteriofage-dan-fungsinya.html> di akses tanggal 9 September 2020.
- <https://www.dictio.id/t/apa-yang-dimaksud-dengan-virus/81244> di akses tanggal 9 September 2020.
- <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/biologi/materi-virus-kelas-10/> di akses tanggal 9 September 2020.
- Nurhayati, Nunung dan Resti Wijayanti, 2017, *Biologi SMA kelas X*, Bandung: YRama Yudha.
- Peta Konsep virus (<https://docplayer.info/71488272-analisis-kritis-buku-bse-kelas-x-materi-virus>) diakses tanggal 9 September 2020.
- Struktur dan Bentuk Virus Corona (<https://nationalgeographic.grid.id/read/132047744>) diakses tanggal 9 September 2020.
- Purnamawati Henny, Rumiayati, Nurhidayah Siti. 2019. *Biologi Untuk SMA/MA*, Yogyakarta: Intan Pariwara.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



BAKTERI
BIOLOGI KELAS X

PENYUSUN
Dini Kesumah, S.Pd.,M.Kes
SMAN 1 Rantau Alai

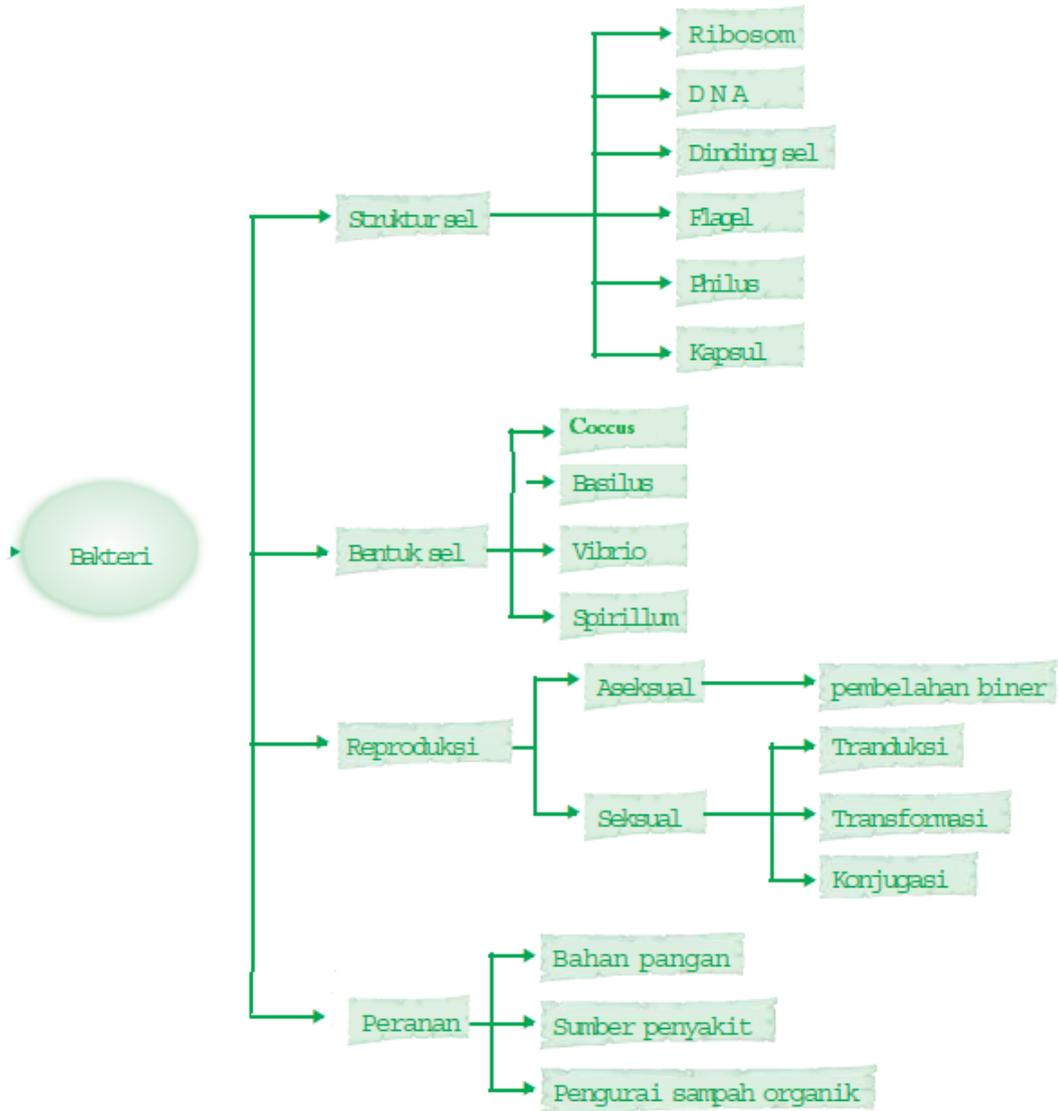
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
Struktur, Cara Hidup dan Reproduksi Bakteri	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman	15
D. Penugasan Mandiri	15
E. Latihan Soal	16
F. Penilaian Diri	19
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	20
Peranan Bakteri Dalam Kehidupan.....	20
A. Tujuan Pembelajaran	20
B. Uraian Materi.....	20
C. Rangkuman	22
D. Penugasan Mandiri	22
E. Latihan Soal	22
F. Penilaian Diri	25
EVALUASI	26
DAFTAR PUSTAKA	30

GLOSARIUM

Aerobik	: Memerlukan oksigen untuk metabolisme.
Anaerobik	: Tidak memerlukan oksigen untuk metabolisme.
Autotrof	: Dapat mensintesis makanan sendiri dengan mengubah zat anorganik menjadi zat organik.
Heterotrof	: Tidak dapat mensintesis makanan sendiri dengan mengubah zat anorganik menjadi zat organik.
Koloni	: Berkelompok.
Patogen	: Dapat menyebabkan penyakit.
Peptidoglikan	: senyawa penyusun pada dinding sel bakteri. Peptidoglikan terdiri dari senyawa gula (karbohidrat) dan protein.
Plasmid	: DNA ekstrakromosomal yang berbentuk sirkuler pada bakteri yang dapat bereplikasi secara autonom.
Prokariotik	: Organisme yang tidak memiliki membran inti sel
Uniseluler	: Makhluk hidup yang tersusun atas satu sel
vegetatif	: Perkembang biakan tanpa melalui peleburan sel kelamin

PETA KONSEP



Gambar 1. Peta Konsep Bakteri

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 4 x 45 Menit
Judul Modul	: Bakteri

B. Kompetensi Dasar

- 3.5 Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peran bakteri dalam kehidupan
- 4.5 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan

C. Deskripsi Singkat Materi

Bakteri (dari kata latin *bacterium*, jamak: *bacteria*) adalah kelompok organisme uniseluler yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopis). Struktur sel bakteri relatif sederhana karena tidak memiliki organel-organel yang bermembran. Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai agen penyebab infeksi dan penyakit. Namun demikian bakteri juga mempunyai peran penting yang bermanfaat dalam kehidupan manusia.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi maka ikuti petunjuk langkah-langkah yang harus anda lakukan selama mempelajari modul ini :

1. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar
2. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, kalian dapat mendiskusikannya dengan ,apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
3. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang kalian dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.
4. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, kalian dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.
5. Rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar
6. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar kalian.
7. Periksa hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal kalian dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan kalian belum benar, maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.
8. Untuk keberhasilan belajar kalian, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Struktur, cara hidup, dan reproduksi bakteri

Kedua : Peran bakteri dalam kehidupan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Struktur, Cara Hidup dan Reproduksi Bakteri

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan dapat:

1. Mengidentifikasi ciri-ciri dan struktur bakteri
2. Memahami Klasifikasi Bakteri
3. Mengidentifikasi cara hidup bakteri
4. Menjelaskan cara reproduksi bakteri

B. Uraian Materi

Peserta didik yang cerdas, tentu sudah pernah mendengar istilah bakteri, kan? Tanpa kamu sadari, bakteri ini ada di mana-mana, lho. Penasaran nggak sih, bagaimana ciri-ciri bakteri dan bagaimana pula caranya berkembang biak? Kok bisa ada banyak begitu, ya? Yuk, kita bahas bersama-sama!

1. Ciri-ciri Bakteri

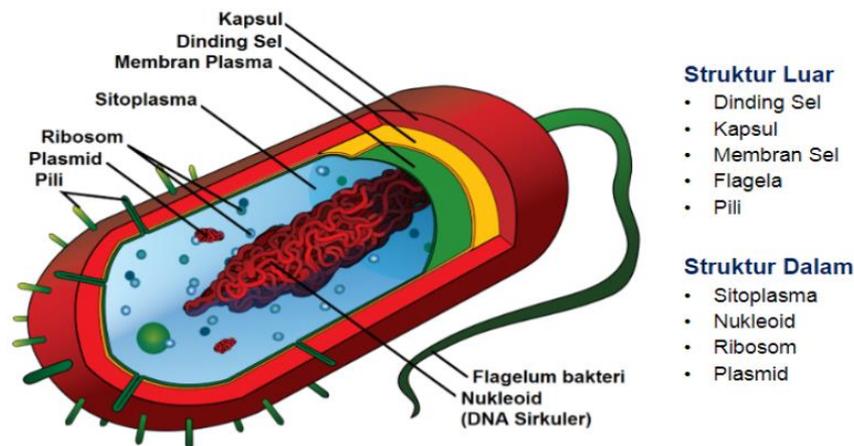
Secara umum, bakteri memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Merupakan organisme mikroskopik dengan diameter 0,5 – 1 mikron dan panjangnya 1 – 20 mikron
- b. Uniseluler dan hidup umumnya berkoloni
- c. Memiliki dinding sel yang tersusun dari mukopolisakarida dan peptidoglikan.
- d. Pada bakteri-bakteri tertentu, terutama bakteri yang bersifat patogen, bagian terluar dari tubuhnya dilindungi oleh kapsul. Kapsul ini terbentuk dari lendir yang disekresikan sendiri oleh bakteri.
- e. Memiliki inti sel tanpa membran inti atau bersifat prokariotik.
- f. Di dalam sitoplasma tidak terdapat organel seperti mitokondria, retikulum endoplasma, badan Golgi, atau vakuola. Akan tetapi, memiliki ribosom sebagai tempat sintesis protein.
- g. Memiliki DNA berbentuk sirkuler yang disebut **plasmid**.
- h. Pada kondisi yang tidak menguntungkan, bakteri dapat membentuk endospora yang berfungsi melindungi bakteri dari panas dan gangguan alam.
- i. Ada yang memiliki flagela sebagai alat gerak dan ada juga yang tidak memiliki flagela.
- j. Umumnya berkembang biak secara vegetatif.
- k. Umumnya tidak berklorofil
- l. Sifat hidup ada yang bersifat autotrof dan heterotrof.

2. Struktur Sel Bakteri

Struktur tubuh bakteri terdiri atas bagian-bagian seperti kapsul atau lapisan lendir, dinding sel, membran sel, mesosom, sitoplasma, DNA, plasmid, ribosom, granula cadangan makanan, vakuola gas, klorosom, flagela, dan pilus.

Untuk lebih jelas struktur sel bakteri dapat kalian lihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Struktur sel bakteri
Sumber : <https://www.kelaspintar.id>

Berdasarkan gambar, penjelasan struktur sel bakteri sebagai berikut.

a. Kapsul atau lapisan lendir

Kapsul atau lapisan lendir merupakan lapisan terluar dari tubuh bakteri yang berfungsi sebagai pelindung, menjaga sel dari kekeringan, atau membantu pelekatan sel bakteri pada sel lain (substrat). Kapsul atau lapisan lendir disekresikan oleh bakteri.

- 1) Kapsul, jika berupa lapisan pelindung yang tebal. Biasanya kapsul dimiliki oleh bakteri-bakteri patogen. Kapsul tersusun dari bahan glikoprotein. Bagi bakteri patogen, kapsul berfungsi melindungi bakteri dari sistem antibodi yang dikeluarkan oleh sel tubuh inang.
- 2) Lapisan lendir, jika berupa lapisan pelindung yang tipis. Biasanya lapisan lendir dimiliki oleh bakteri-bakteri saprofit. Lapisan lendir tersusun dari bahan air dan polisakarida.

b. Dinding sel

Dinding sel merupakan pelindung bakteri yang tersusun dari bahan peptidoglikan, yaitu gabungan antara protein dan polisakarida. Fungsi peptidoglikan adalah untuk mempertahankan bentuk sel bakteri, melindungi sel, dan menjaga sel agar tidak mudah pecah jika berada di lingkungan yang hipotonis. Namun, sel bakteri dapat pecah jika berada di lingkungan yang hipertonis (mengalami plasmolisis). Ketebalan lapisan peptidoglikan berpengaruh pada pewarnaan Gram. Bakteri Gram positif, misalnya *Propionibacterium* memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal, sedangkan bakteri Gram negatif, misalnya *Azotobacter* memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis.

c. Membran plasma

Membran plasma merupakan lapisan pelindung yang tersusun dari bahan protein dan fosfolipid. Membran sel bersifat selektif permeabel, yaitu hanya dapat dilewati oleh zat-zat tertentu. Fungsi membran sel adalah membungkus sitoplasma, tempat pembentukan mesosom, dan mengatur pertukaran zat di dalam dan di luar sel.

d. Mesosom

Mesosom merupakan organel yang berasal dari penonjolan membran sel ke arah sitoplasma. Fungsi mesosom adalah menghasilkan energi, membentuk dinding sel baru saat pembelahan sel, dan menerima DNA saat konjugasi.

e. Sitoplasma

Sitoplasma merupakan cairan koloid yang mengandung molekul-molekul organik, garam-garam mineral, DNA, klorosom, dan ribosom. Fungsi sitoplasma adalah sebagai tempat berlangsungnya reaksi-reaksi metabolisme sel.

f. DNA

DNA merupakan materi genetik di dalam sel bakteri. Terdapat dua macam DNA pada bakteri, yaitu DNA kromosom dan DNA nonkromosom (plasmid).

- 1) DNA kromosom berfungsi menentukan sebagian sifat-sifat metabolisme bakteri. Pada bakteri, DNA kromosom berupa rantai ganda melingkar yang terkumpul seperti serat kusut atau disebut **region nukleoid**.
- 2) Plasmid merupakan DNA nonkromosom yang berbentuk sirkuler dan berukuran lebih kecil dibandingkan dengan DNA kromosom. Plasmid dapat bereplikasi tanpa kontrol DNA kromosom dan dapat dengan mudah ditransfer ke sel bakteri lainnya saat terjadi konjugasi. Fungsi plasmid adalah menentukan sifat-sifat tertentu, seperti sifat patogen, sifat fertilitas, atau sifat kekebalan terhadap antibiotik.

g. Pili

Pili (jamak: Pillus) atau fimbriae merupakan rambut-rambut yang berdiameter lebih kecil, lebih kaku, dan lebih pendek daripada flagela. Pilus atau fimbriae terletak di sekitar dinding sel. Fungsi pilus atau fimbriae adalah sebagai berikut.

- 1) Membantu bakteri menempel pada media tempat hidupnya.
- 2) Melekatkan diri dengan sel bakteri lainnya sehingga terjadi transfer DNA saat proses konjugasi. Pilus untuk konjugasi disebut pilus seks.

h. Flagela

Flagela merupakan alat gerak pada bakteri yang tersusun dari senyawa protein dan terdapat di dinding sel.

3. Pengelompokan Bakteri

Bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa faktor, antara lain berdasarkan perbandingan *signature sequence*, bentuk sel, karakteristik dinding sel, dan ada tidaknya flagela.

a. Berdasarkan perbandingan *signature sequence* (urutan basa khas).

Berdasarkan perbandingan *signature sequence* (urutan basa khas) pada RNA ribosom, bakteri dibagi menjadi 5 kelompok utama, yaitu *Proteobacteria*, bakteri Gram positif, *Spirochaeta*, *Cyanobacteria*, dan *Chlamydia*.

b. Berdasarkan karakteristik dinding sel

Berdasarkan karakteristik dinding selnya, bakteri dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

1) Bakteri Gram positif

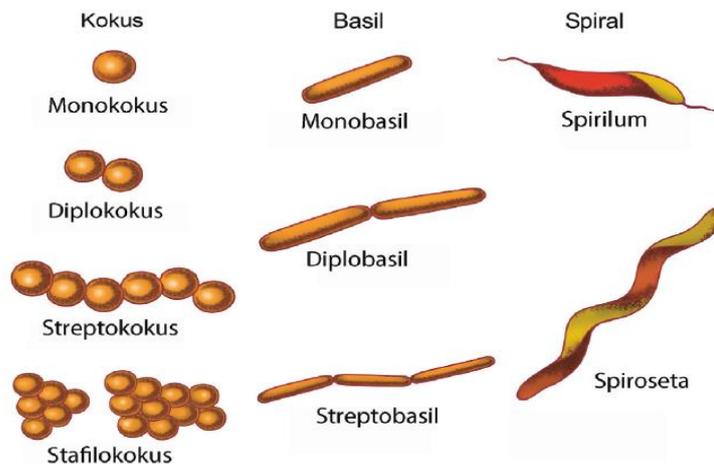
Bakteri Gram positif adalah bakteri yang dinding selnya mengandung lapisan peptidoglikan yang tebal sehingga menyerap warna violet dengan pewarnaan Gram. Contohnya *Actinomyces*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Clostridium*, *Eubacterium*, dan *Staphylococcus*

2) Bakteri Gram negatif

Bakteri Gram negatif adalah bakteri yang dinding selnya mengandung lapisan peptidoglikan yang tipis sehingga menyerap warna merah dengan pewarnaan Gram. Contohnya *Rhizobium leguminosarum*, *Salmonella typhi*, *Helicobacter pylori*, *Neisseria gonorrhoeae*, dan *Haemophilus influenzae*. Lapisan peptidoglikan yang tipis tersebut terletak di ruang periplasmik antara membran plasma dan membran luar. Bakteri Gram negatif yang bersifat patogen lebih berbahaya dibandingkan dengan bakteri Gram positif. Hal ini disebabkan bakteri Gram negatif memiliki membran luar pada dinding selnya yang tersusun dari lipopolisakarida. Membran tersebut dapat melindungi bakteri dari sistem pertahanan inang dan dapat menghalangi masuknya obat-obatan antibiotik. Selain itu, membran luar dapat bersifat toksik bagi sel inang

c. Berdasarkan bentuk sel

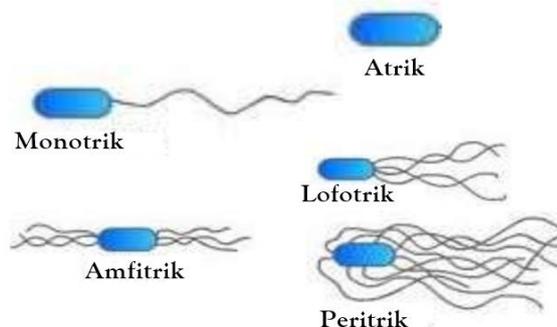
Sel bakteri memiliki beberapa macam bentuk, seperti bulat (kokus), batang (basil), bulat-batang (kokobasil), dan spiral (spirillum).



Gambar 3. Pengelompokan bakteri berdasarkan bentuk.
 Sumber : <http://www.ebiologi.net>.

d. Berdasarkan ada tidaknya flagela

Berikut ini gambar beberapa bakteri berdasarkan alat geraknya.



Gambar 4. Pengelompokan bakteri berdasarkan alat geraknya.
 Sumber: <https://www.belajaripa.net/klasifikasi-eubacteria/>

Berdasarkan ada tidaknya flagela, bakteri dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- 1) Bakteri atrik adalah bakteri yang tidak memiliki flagela. Contohnya, *Escherichia coli*.
- 2) Bakteri monotrik adalah bakteri yang memiliki satu flagela pada salah satu ujung selnya. Contohnya, *Pseudomonas aeruginosa*.
- 3) Bakteri lofotrik adalah bakteri yang memiliki banyak flagela pada salah satu ujung selnya. Contohnya, *Pseudomonas fluorescens*.
- 4) Bakteri amfitrik adalah bakteri yang memiliki banyak flagela pada kedua ujung selnya. Contohnya, *Aquaspirillum serpens*.
- 5) Bakteri peritrik adalah bakteri yang memiliki banyak flagela yang tersebar di seluruh permukaan dinding selnya. Contohnya, *Salmonella typhi*.

4. Cara Hidup Bakteri

Bakteri dapat hidup di berbagai habitat sesuai dengan cara hidupnya. Ada yang hidup bebas, ada pula yang hidup sebagai parasit pada manusia dan hewan. Bakteri yang hidup bebas ada yang dapat menyusun makanannya sendiri (*autotrof*) dan ada juga yang tidak.

Bakteri dapat hidup di berbagai habitat sesuai dengan cara hidupnya. Ada yang hidup bebas, ada pula yang hidup sebagai parasit pada manusia dan hewan. Bakteri yang hidup bebas ada yang dapat menyusun makanannya sendiri (*autotrof*) dan ada juga yang tidak. Bakteri aerob dan bakteri anaerob dapat menyusun makanannya sendiri (*heterotrof*). Umumnya, bakteri dapat tumbuh subur di lingkungan yang cenderung basah dan lembap, dengan suhu 25 – 37°C. Akan tetapi, ada juga bakteri yang dapat hidup pada kondisi lingkungan ekstrem seperti asam, basa, panas, dingin, asin, manis, ada oksigen, atau tanpa oksigen. Berdasarkan kebutuhan terhadap oksigen, bakteri dapat dikelompokkan menjadi bakteri aerob, bakteri anaerob fakultatif, dan bakteri anaerob obligat.

a. Bakteri aerob

Bakteri aerob adalah bakteri yang memerlukan oksigen untuk kelangsungan hidupnya. Jika tidak terdapat oksigen, bakteri akan mati. Oksigen diperlukan untuk mengoksidasi glukosa atau zat organik lainnya seperti etanol menjadi CO₂ dan energi. Energi yang diperoleh akan digunakan untuk melakukan aktivitas hidup seperti berkembang biak. Contoh bakteri aerob adalah bakteri nitrifikasi, yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, dan *Nitrobacter*, serta bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*, *Acetobacter*, dan *Hydrogenomonas*.

1) Bakteri anaerob fakultatif

Bakteri anaerob fakultatif adalah bakteri yang dapat hidup, baik dengan oksigen atau tanpa oksigen. Contoh bakteri anaerob fakultatif adalah *Escherichia coli*, *Lactobacillus*, dan *Aerobacter aerogenes*.

2) Bakteri anaerob obligat

Bakteri anaerob obligat adalah bakteri yang tidak membutuhkan oksigen dalam hidupnya. Jika ada oksigen, bakteri akan mati. Contoh bakteri anaerob obligat adalah *Clostridium tetani* (penyebab penyakit tetanus), *Methanobacterium* (penghasil gas metana), dan *Bacteroides fragilis* (penyebab abses atau tumpukan nanah di usus).

3) Bakteri Autotrof

Bakteri autotrof adalah bakteri yang dapat membuat makanannya sendiri dari senyawa anorganik. Untuk membuat makanannya, bakteri membutuhkan sejumlah energi.

Berdasarkan sumber energi yang digunakan, bakteri autotrof dibedakan menjadi bakteri fotoautotrof dan bakteri kemoautotrof.

- a) **Bakteri fotoautotrof** adalah bakteri yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energinya bakteri ini memiliki pigmen-pigmen fotosintetik seperti pigmen hijau (bakterioklorofil atau bakteriviridin), pigmen kuning (karoten), pigmen ungu (bakteriopurpurin), dan pigmen merah (bakteriorhodopsin). Contohnya, bakteri *Rhodospseudomonas* dan *Rhodospirillum* yang berwarna kemerahan dan tidak menghasilkan belerang, serta bakteri *Thiocystis* dan *Thiospirillum* yang berwarna ungu kemerahan dan menghasilkan belerang.
- b) **Bakteri kemoautotrof** adalah bakteri yang menggunakan energi kimia sebagai sumber energinya. Energi kimia ini berasal dari reaksi oksidasi senyawa anorganik, seperti amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), belerang (S), atau FeCO_3 . Contoh bakteri kemoautotrof adalah *Thiobacillus ferrooxidans* yang mengoksidasi besi, *Nitrobacter* yang mengoksidasi nitrit, atau *Methanomonas* yang mengoksidasi metana.

4) Bakteri heterotrof

Bakteri heterotrof adalah bakteri yang tidak dapat membuat makanannya sendiri, melainkan mendapatkan zat organik dari organisme lain. Bakteri heterotrof dapat hidup sebagai saprofit (pengurai), parasit, atau membentuk simbiosis mutualisme dengan organisme lain.

- a) **Bakteri saprofit (pengurai)** adalah bakteri yang mendapatkan makanannya dengan cara menguraikan organisme yang telah mati atau bahan organik lainnya. Kelompok bakteri ini berperan sebagai dekomposer (pengurai) di alam. Bakteri saprofit dapat menguraikan bangkai, tumbuhan yang mati, atau sampah. Bakteri saprofit ada yang menguntungkan dan ada pula yang merugikan. Contoh bakteri saprofit yang menguntungkan adalah *Escherichia coli* yang menguraikan sisa-sisa makanan di dalam usus besar manusia. Contoh bakteri saprofit yang menguntungkan lainnya adalah *Lactobacillus casei* yang digunakan untuk membuat keju. Sementara itu, contoh bakteri saprofit yang merugikan adalah *Clostridium botulinum* yang dapat membusukkan makanan dalam kaleng dan menghasilkan racun.
- b) **Bakteri parasit** adalah bakteri yang mendapatkan makanannya dari organisme lain yang ditumpanginya. Bakteri parasit umumnya adalah **bakteri patogen**, yaitu bakteri yang dapat menyebabkan sakit bagi tubuh inang. Contoh bakteri parasit adalah *Corynebacterium diphtheriae* (penyebab penyakit difteri), *Bordella pertusis* (penyebab batuk rejan), atau *Mycobacterium leprae* (penyebab penyakit lepra). Beberapa bakteri patogen memiliki sifat **oportunis**, yaitu dapat hidup pada tubuh inang, tetapi akan menyebabkan sakit pada inang jika sistem kekebalan tubuhnya turun.

Bakteri yang membentuk simbiosis mutualisme dengan organisme lain mendapatkan makanan dari organisme pasangannya. Di sisi lain, organisme pasangannya juga memperoleh keuntungan dari bakteri tersebut. Contohnya, *Rhizobium leguminosarum* yang bersimbiosis dengan akar kacang-kacangan membentuk bintil akar. Bakteri *Rhizobium* mendapatkan makanan dari sel-sel akar dan akar akan mendapat nitrogen bebas dari bakteri tersebut. *Escherichia coli* juga membentuk simbiosis mutualisme dengan usus besar manusia. *Escherichia coli* mendapatkan makanan dari sisa-sisa pencernaan dan manusia akan mendapat vitamin K yang diperlukan oleh tubuh

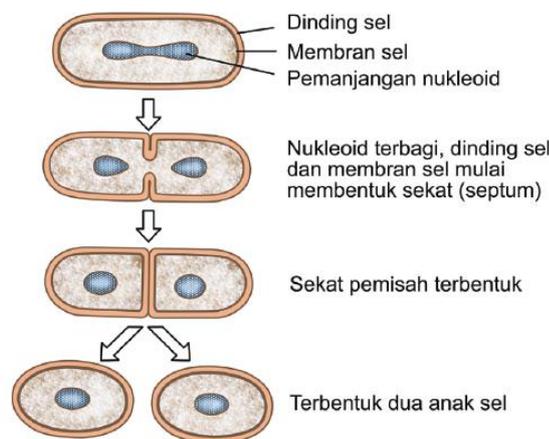
5. Reproduksi Bakteri

Tahukah kamu, pada umumnya, bakteri melakukan reproduksi secara aseksual,. Wah, aseksual itu berarti tidak kawin, ya? Betul banget! Bakteri membelah diri dengan proses pembelahan biner, yaitu setiap sel membelah dirinya menjadi dua. Tapi, mungkin nggak sih bakteri ini melakukan reproduksi secara seksual? Mungkin aja, lho! Caranya adalah dengan melakukan pertukaran materi genetik dengan bakteri lainnya.

Bakteri dapat melakukan reproduksi dengan dua cara, yaitu reproduksi aseksual dan reproduksi seksual.

a. Reproduksi aseksual

Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara **pembelahan biner**, yaitu pembelahan dari satu sel menjadi dua sel. Pembelahan biner merupakan pembelahan amitosis, karena terjadi secara langsung dan tidak melalui tahapan-tahapan pembelahan sel. Berikut ini adalah gambar pembelahan biner pada bakteri.



Gambar 4. Pembelahan biner pada bakteri.

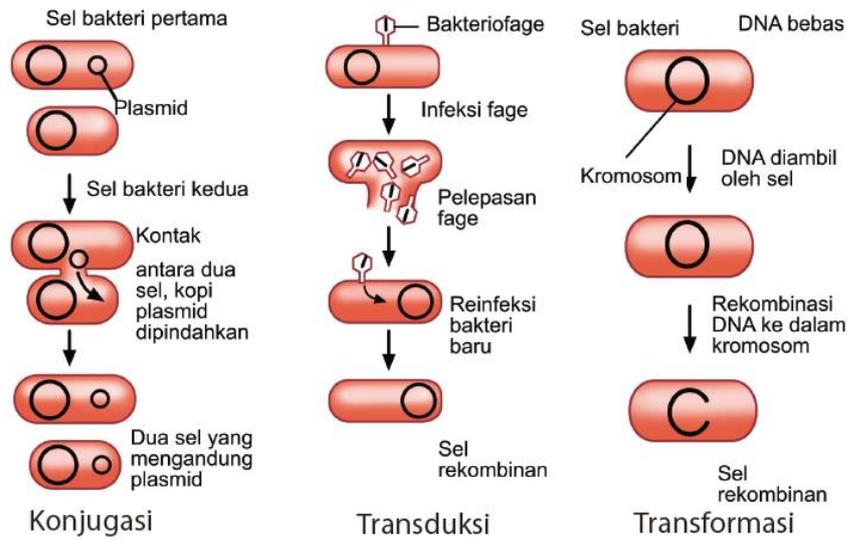
Sumber : <https://kumparan.com>

b. Reproduksi Seksual

Reproduksi seksual dilakukan dengan cara rekombinasi gen melalui konjugasi, transduksi, dan transformasi.

- 1) **Konjugasi** adalah reproduksi seksual dengan cara memindahkan materi genetik secara langsung dari sel bakteri yang satu ke sel bakteri lainnya melalui jembatan konjugasi.
- 2) **Transduksi** adalah rekombinasi gen antara dua sel bakteri yang diperantarai oleh virus fag (bakteriofag). Virus fag temperat (virus yang dapat bereplikasi secara litik dan lisogenik) merupakan virus yang paling cocok untuk melakukan proses transduksi.
- 3) **Transformasi** adalah rekombinasi gen dengan cara pemindahan secara langsung sedikit materi genetik dari suatu bakteri ke bakteri lainnya tanpa melalui jembatan konjugasi. Bakteri-bakteri yang dapat melakukan transformasi secara langsung adalah bakteri-bakteri yang dapat memproduksi enzim khusus. Contohnya *Rhizobium*, *Neisseria*, *Bacillus*, dan *Pneumococcus*.

Untuk lebih jelas reproduksi bakteri secara seksual dapat dilihat pada gambar berikut ini !



Gambar 5. Reproduksi seksual pada bakteri.
 Sumber :<https://www.quipper.com>

C. Rangkuman

Bakteri merupakan organisme mikroskopik dengan diameter 0,5 – 1 mikron dan panjangnya 1 – 20 mikron, uniseluler, bersifat prokariotik, Memiliki DNA berbentuk sirkuler yang disebut **plasmid**, memiliki dinding sel yang tersusun dari mukopolisakarida dan peptidoglikan dan hidup umumnya berkoloni, . sifat hidup ada yang bersifat autotrof dan heterotrof. Umumnya berkembang biak secara vegetatif dengan cara pembelahan biner, tetapi dapat juga berkembangbiak secara seksual yakni dengan konjugasi, transduksi dan transformasi.

D. Penugasan Mandiri

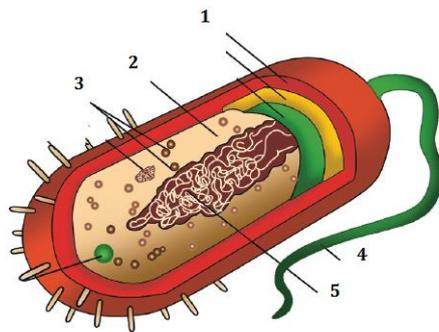
Identifikasilah bagian-bagian sel bakteri berikut ini !

<p>A detailed cross-section diagram of a bacterial cell. The cell is rod-shaped with a thick outer layer (cell wall) and a thinner inner layer (cell membrane). Inside, there is a large, circular DNA molecule (chromosome) and several smaller, circular plasmids. The cell is covered in small, hair-like structures (pili) and has a long, whip-like tail (flagellum).</p>	<p>Keterangan Gambar</p> <ol style="list-style-type: none">
--	--

E. Latihan Soal

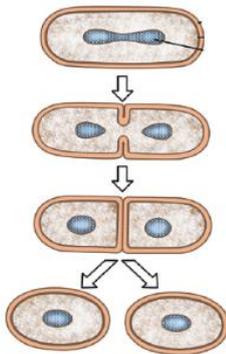
Untuk mengukur kemampuan dalam pembelajaran 1 kalian dapat menjawab soal-soal berikut ini. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat.

- Dinding sel bakteri tersusun atas persenyawaan antara polisarida dan protein. Persenyawaan tersebut dikenal dengan....
 - Hemiselulosa
 - Kitin
 - Selulosa
 - Pektin
 - Peptidoglikan
- Bakteri merupakan kelompok prokariota. Dasar pengelompokan tersebut adalah...
 - Sel bakteri tidak memiliki inti sel
 - Sel bakteri tidak memiliki membran inti sel
 - Sel bakteri memiliki plasmid
 - Kemampuan hidup sel bakteri untuk berkoloni
 - Sel bakteri yang bersifat uniseluler.
- Perhatikan gambar sel bakteri berikut ini !



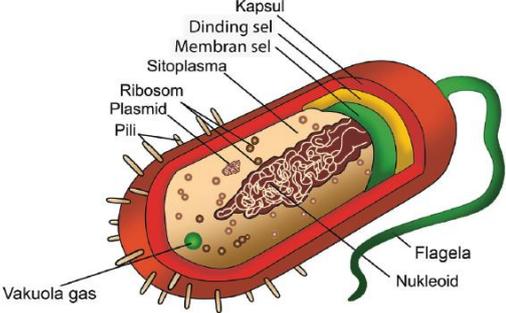
Berdasarkan gambar bagian yang berfungsi sebagai pelindung, menjaga sel dari kekeringan, dan membantu sel bakteri melekat pada substrat lainnya adalah....

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Perhatikan gambar cara reproduksi bakteri berikut ini !



- Berdasarkan gambar merupakan pembiakan bakteri secara ...
- A. Konsjugasi
 - B. Pembelahan binner
 - C. Peleburan sel
 - D. Transduksi
 - E. Transpormasi
5. Bakteri ada yang hidup bebas dilingkungan dan dapat mensintesis makanannya sendiri. Sifat hiup yang demikian disebut....
- A. Autotrof
 - B. Heterotrof
 - C. Aerob
 - D. Anaerob
 - E. Aerob Fakultatif

KUNCI DAN PEMBAHASAN SOAL LATIHAN

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	E	Dinding sel bakteri tersusun atas peptidoglikan Dinding sel tumbuhan tersusun atas hemiselulosa, selulosa, pektin, lignin dan kitin.
2	B	Sel berdasarkan membran inti sel ada dua kelompok yaitu Prokariota dan Eukariota. Prokariota artinya sel yang tidak memiliki membran inti. Eukariota artinya sel yang memiliki membran inti sel.
3	A	<p>Keterangan gambar dan Fungsinya:</p>  <p>1. Kapsul berfungsi sebagai pelindung, menjaga sel dari kekeringan, dan membantu sel bakteri melekat pada substrat lainnya</p> <p>2. Sitoplasma berfungsi sebagai tempat berlangsungnya reaksi-reaksi metabolisme sel.</p> <p>3. Ribosom berfungsi sebagai tempat sintesis protein</p> <p>4. Flagel berfungsi sebagai alat gerak</p> <p>5. Nukleoid berfungsi sebagai materi genetik bakteri</p>
4	B	Berdasarkan gambar dari 1 sel menjadi 2 sel dan pembelahan terjadi secara langsung. Proses yang demikian disebut Pembelahan biner
5	A	<p>Autotrof artinya mempunyai kemampuan untuk dapat mensintesis makanannya sendiri.</p> <p>Heterotrof artinya tidak dapat membuat makanan sendiri.</p> <p>Aerob artinya memerlukan oksigen.</p> <p>Anaerob artinya tidak memerlukan oksigen.</p> <p>Aerob fakultatif artinya bakteri yang dapat hidup baik pada kondisi ada atau tidak ada oksigen.</p>

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Konversi 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.

F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Saya dapat mengidentifikasi struktur sel bakteri?		
2	Apakah saya dapat memahami ciri-ciri bakteri?		
3	Apakah saya dapat komponen utama penyusun tubuh bakteri?		
4	Apakah saya dapat memahami sifat hidup bakteri?		
5	Apakah saya dapat memahami reproduksi bakteri secara aseksual?		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Peranan Bakteri Dalam Kehidupan

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan dapat:

1. Menjelaskan peranan bakteri yang menguntungkan pada kehidupan manusia
2. Menjelaskan peranan bakteri yang merugikan pada kehidupan manusia

B. Uraian Materi

Peserta didik yang cerdas, siapa di antara kalian yang sudah pernah mengonsumsi antibiotik? Biasanya kalau sedang sakit, kalian sering ya mengonsumsi antibiotik. Tahukah kamu, antibiotik itu diproses dengan bantuan bakteri, lho! Waah... jadi bakteri itu ada manfaatnya ya? Ada, dong! Kalau pengaruh negatifnya, ada juga, nggak? Ada, dong! Yuk, kita mencari tahu peranan bakteri dalam kehidupan sehari-hari.

1. Peranan Bakteri Yang Menguntungkan

a. Di bidang Pertanian

Menjaga keseimbangan dan kelestarian ekosistem, serta berperan dalam bidang pertanian. Bakteri-bakteri yang berperan menjaga keseimbangan dan kelestarian ekosistem, serta berperan dalam bidang pertanian adalah sebagai berikut.

- 1) Mengikat nitrogen bebas dan menyuburkan tanah, misalnya *Rhizobium leguminosarum* yang bersimbiosis dengan akar kacang-kacangan.
- 2) Berperan dalam proses nitrifikasi dan menyuburkan tanah, misalnya *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, dan *Nitrobacter*.
- 3) Menguraikan sisa-sisa bangkai dan tumbuhan yang mati. Peran ini dilakukan oleh bakteri-bakteri saprofit yang hidup di tanah, air tawar, maupun air laut.
- 4) Mengolah limbah organik, misalnya *Clostridium butyricum*.
- 5) Memperbaiki kualitas tanah yang tercemar oleh logam berat, misalnya *Pseudomonas aeruginosa*.

b. Mencerna makanan

Bakteri-bakteri yang berperan dalam proses pencernaan makanan adalah sebagai berikut.

- 1) Saprofit di usus besar vertebrata, misalnya *Aerobacter aerogenes*.
- 2) Menghasilkan vitamin K dan membusukkan makanan di usus besar, misalnya *Escherichia coli*.

c. Menghasilkan antibiotik, vitamin, enzim, dan hormon

Bakteri-bakteri yang berperan dalam pembuatan antibiotik, vitamin, enzim, dan hormon adalah sebagai berikut.

- 1) Pembuatan berbagai macam antibiotik, misalnya *Streptomyces griseus*, pembuat antibiotik streptomisin, *Streptomyces rimosus*, pembuat antibiotik tetrasiklin, *Streptomyces venezuelae*, pembuat antibiotik kloramfenikol.
- 2) Pembuatan vitamin, misalnya *Pseudomonas denitrificans* dan *Propionibacterium shermanii* yang dapat menghasilkan vitamin B12.
- 3) Pembuatan enzim dan hormon, misalnya *strain* bakteri hasil rekayasa genetika seperti *Escherichia coli* yang dapat menghasilkan hormon insulin sintesis.

d. Menghasilkan berbagai jenis makanan dan minuman baru

Bakteri-bakteri yang berperan dalam pembuatan berbagai jenis makanan dan minuman baru adalah sebagai berikut.

- 1) Pembuatan yoghurt yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*
- 2) Pembuatan kefir yaitu *Streptococcus lactis*,
- 3) Pembuatan keju yaitu *Streptococcus cremoris*
- 4) Pembuatan *nata de coco* dari air kelapa, misalnya *Acetobacter xylinum*.
- 5) Pembuatan asam cuka dan alkohol, misalnya *Acetobacter aceti* dan *Gluconobacter*.
- 6) Pembuatan asam amino untuk bahan MSG, misalnya *Corynebacterium glutamicum* dan *Brevibacterium flavum*.

e. Membunuh hama tanaman (biopestisida)

Beberapa bakteri dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bioinsektisida komersial karena dapat membunuh hama ulat serangga, seperti *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus popilliae*, *Bacillus lentimorbus*, atau *Bacillus sphaericus*.

f. Berperan dalam industri logam

Bakteri yang telah dimanfaatkan dalam industri logam berat adalah *Thiobacillus ferrooxidans* yaitu untuk memisahkan tembaga dari bijihnya.

g. Menghasilkan biogas

Bakteri yang dapat menghasilkan biogas dari sampah dan kotoran ternak adalah *Methanobacterium*

2. Peranan Bakteri Yang Merugikan

Setelah membahas manfaat bakteri, sekarang lanjut ke peranan negatif bakteri, ya. Bakteri memiliki peranan negatif karena dapat menimbulkan berbagai penyakit, baik penyakit pada manusia, maupun pada ternak dan tanaman budidaya.

a. Penyebab penyakit pada manusia

Beberapa bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia adalah sebagai berikut.

- 1) *Treponema pallidum*, penyebab penyakit sifilis.
- 2) *Bordella pertusis*, penyebab penyakit batuk rejan (pertusis).
- 3) *Neisseria gonorrhoeae*, penyebab penyakit gonore (kencing nanah) pada pria dan wanita.
- 4) *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab penyakit TBC.
- 5) *Mycobacterium leprae*, penyebab penyakit lepra.
- 6) *Corynebacterium diphtheriae*, penyebab penyakit difteri.
- 7) *Clostridium tetani*, penyebab penyakit tetanus.
- 8) *Vibrio cholerae*, penyebab penyakit kolera.
- 9) *Salmonella typhi*, penyebab penyakit tipus.
- 10) *Streptococcus pneumoniae*, penyebab penyakit radang paru-paru (*pneumonia*).
- 11) *Clostridium botulinum*, penyebab keracunan makanan (*botulisme*)

b. Penyebab penyakit pada ternak

Beberapa bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada ternak adalah sebagai berikut.

- 1) *Bacillus anthracis*, penyebab penyakit antraks yang dapat menular ke manusia.

- 2) *Coxiella burnetii*, penyebab demam pada ternak yang dapat menular ke manusia.

c. Penyebab penyakit pada tanaman budidaya

Beberapa bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman budidaya adalah sebagai berikut.

- 1) *Agrobacterium tumefaciens*, penyebab penyakit tumor *crown gall*.
- 2) *Pseudomonas solanacearum*, penyebab penyakit pada tanaman tomat, terong, dan cabai.
- 3) *Candidatus liberibacter asiaticus*, penyebab penyakit CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) pada tanaman jeruk.
- 4) *Pseudomonas cattleyae*, penyebab penyakit pada tanaman anggrek seperti *Cattleya*.
- 5) *Bacterium papaya*, penyebab penyakit pada tanaman pepaya

C. Rangkuman

Bakteri memiliki peranan yang penting dalam kehidupan manusia, baik peran yang menguntungkan ataupun yang merugikan. Bakteri memiliki peran yang positif karena bermanfaat dibidang pertanian, mencerna makanan, menghasilkan antibiotik, vitamin, enzim dan hormon, menghasilkan berbagai jenis makanan dan minuman yang baru, membunuh hama tanaman, bermanfaat pada industri logam, serta menghasilkan biogas. Bakteri memiliki peranan negatif karena dapat menimbulkan berbagai penyakit, baik penyakit pada manusia, maupun pada ternak dan tanaman budidaya.

D. Penugasan Mandiri

Untuk mengumpulkan informasi tentang peranan bakteri yang menguntungkan dan peranan bakteri yang merugikan. Cobalah kalian cari informasi melalui surat kabar, majalah. Lalu buatlah kliping tentang informasi tersebut.

E. Latihan Soal

Untuk mengukur kemampuan dalam pembelajaran 1 kalian dapat menjawab soal-soal berikut ini. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat.

1. Perhatikan nama-nama bakteri berikut ini

- 1) *Rhizobium leguminosarum*
- 2) *Nitrosomonas*
- 3) *Escherichia coli*
- 4) *Streptomyces griseus*

Bakteri yang berperan dalam bidang pertanian adalah...

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 3
- C. 1 dan 3
- D. 2 dan 4
- E. 1 dan 4

2. *Pseudomonas denitrificans* dan *Propionibacterium shermanii* merupakan bakteri yang sangat bermanfaat karena dapat
- Mengikat nitrogen dari udara
 - Menghasilkan antibiotik
 - Menghasilkan zat makanan baru seperti yogurt
 - Menghasilkan biogas
 - menghasilkan vitamin B12
3. Perhatikan tabel berikut ini !

No	Nama Bakteri	No	Zat Makan baru
1	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	A	yoghurt
2	<i>Streptococcus cremoris</i>	B	Keju
3	<i>Acetobacter xylinum</i>	C	Nata de coco

Pasangan yang tepat antara bakteri dan zat makanan baru yang dihasilkan adalah....

- 1 - B
 - 2 - A
 - 3 - B
 - 2 - C
 - 3 - C
4. Untuk menjawab pertanyaan berikut perhatikanlah gambar di bawah ini !



Berdasarkan gambar jenis penyakit yang disebabkan adalah

- Pneumonia
 - TBC
 - Kolera
 - Tetanus
 - Tipus
5. Bakteri berikut yang menyebabkan kerusakan pada taman anggrek adalah....
- Candidatus liberibacter asiaticus*
 - Pseudomonas solanacearum*
 - Pseudomonas cattleyae*
 - Bacterium papaya*
 - Agrobacterium tumefaciens*

KUNCI DAN PEMBAHASAN SOAL LATIHAN

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	A	<i>Rhizobium leguminosarum</i> Mengikat nitrogen bebas dan menyuburkan tanah, misalnya yang bersimbiosis dengan akar kacang-kacangan. <i>Nitrosomonas</i> berperan dalam proses nitrifikasi dan menyuburkan tanah. <i>Escherichia coli</i> menghasilkan vitamin K dan membusukkan makanan di usus besar <i>Streptomyces griseus</i> pembuat antibiotik streptomisin
2	E	Menghasilkan vitamin B12 : <i>Pseudomonas denitrificans</i> dan <i>Propionibacterium shermanii</i> Mengikat nitrogen dari udara : <i>Rhizobium leguminosarum</i> Menghasilkan antibiotik <i>Streptomyces griseus</i> Menghasilkan zat makanan baru seperti yogurt : <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus thermophilus</i> Menghasilkan biogas adalah golongan <i>Methanobacterium</i>
3	E	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> : Yogurt <i>Streptococcus cremoris</i> : Keju <i>Acetobacter xylinum</i> : Nata de coco
4	B	Disebabkan oleh <i>Mycobacterium tuberculosis</i> sel bakteri berbentuk batang dan hidupnya di paru-paru manusia Pneumonia disebabkan oleh bakteri <i>Streptococcus pneumoniae</i> menyerang paru-paru dan selnya berbentuk bulat.
5	C	<i>Candidatus liberibacter asiaticus</i> : Penyakit pada tanaman jeruk <i>Pseudomonas solanacearum</i> : Penyakit pada tanaman tomat, terong dan cabai <i>Pseudomonas cattleyae</i> : Penyakit pada tanaman Anggrek <i>Bacterium papaya</i> : Penyakit pada tanaman pepaya <i>Agrobacterium tumefaciens</i> : Tumor pada tumbuhan budidaya

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Konversi 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 Materi selanjutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

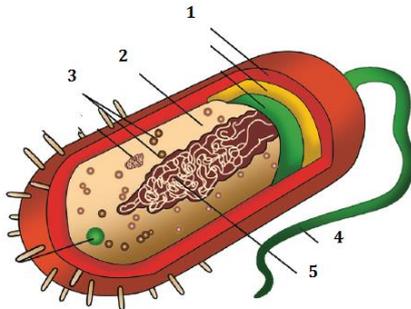
F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Saya mengidentifikasi peran-peran bakteri yang menguntungkan?		
2	Apakah Saya mengidentifikasi peran-peran bakteri yang merugikan?		

EVALUASI

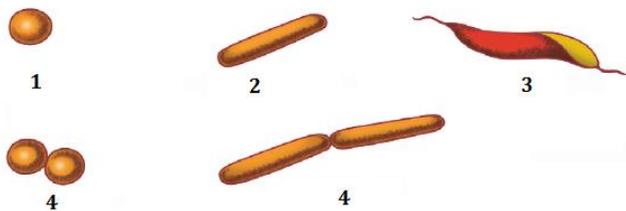
Pilihlah jawaban yang paling tepat !

1. Perhatikan struktur sel bakteri berikut ini



Bagian yang berfungsi sebagai alat gerak adalah nomor

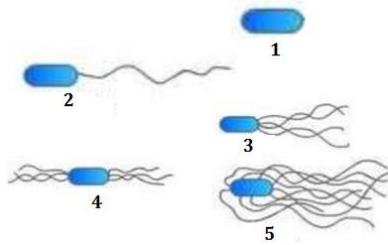
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
2. Pada bakteri terdapat DNA nonkromosom yang berbentuk sirkuler dan berukuran lebih kecil dibandingkan dengan DNA kromosom. Mempunyai kemampuan bereplikasi tanpa kontrol DNA kromosom dan berfungsi menentukan sifat-sifat tertentu, seperti sifat patogen, sifat fertilitas, atau sifat kekebalan terhadap antibiotik. Bagaian sel bakteri yang dimaksud adalah...
- A. Kromosom
 - B. Plasmid
 - C. Ribosom
 - D. Mesosom
 - E. Materi genetik
3. Perhatikan bentuk sel bakteri berikut ini !



Berdasarkan gambar bakteri yang berbentuk diplobasil adalah nomor....

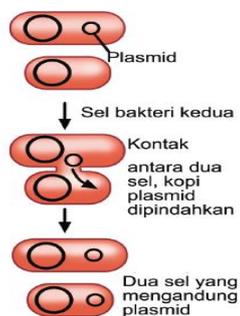
- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

4. Bakteri yang dinding selnya mengandung lapisan peptidoglikan yang tipis sehingga menyerap warna merah dengan pewarnaan Gram. Bakteri yang dimaksud adalah kelompok
- Bakteri gram negatif
 - Bakteri gram positif
 - Bakteri aerob
 - Bakteri Anaerob
 - Bakteri fakultatif
5. Perhatikan gambar berikut ini !



Berdasarkan alat geraknya peritrik ditunjukkan oleh nomor....

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
6. Kelompok bakteri ada yang tidak dapat menyusun zat makanannya sendiri tetapi dengan memanfaatkan organisme lain, bakteri yang demikian disebut...
- Autotrof
 - Heterotrof
 - Aerob
 - Anaerob
 - Fakultatif
7. Perhatikan gambar cara reproduksi bakteri berikut ini !



Berdasarkan gambar reproduksi bakteri tersebut terjadi secara

- Pembelahan biner
- Konjugasi
- Transduksi
- Transpormasi
- Peleburan inti

8. Bakteri yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energinya, bakteri ini memiliki pigmen-pigmen fotosintetik, berdasarkan sifat hidupnya bakteri tersebut termasuk ke dalam kelompok...
- A. Aerob
 - B. Anarob
 - C. Aerob fakultatif
 - D. Fotoautotrof
 - E. kemoautotrof
9. Bakteri berikut yang berperan dalam bidang pertanian, dengan cara bersimbiosis dengan akar tumbuhan kacang-kacangan. Bakteri yang dimaksud adalah....
- A. *Rhizobium leguminosarum*
 - B. *Nitrosomonas*
 - C. *Lactobacillus bulgaricus*
 - D. *Candidatus liberibacter asiaticus*
 - E. *Bacterium papaya*
10. Perhatikan produk makanan berikut ini !



Produk makanan tersebut dihasilkan dengan bantuan bakteri....

- A. *Lactobacillus bulgaricus*
- B. *Acetobacter xylinium*
- C. *Streptococcus cremoris*
- D. *Acetobacter aceti*
- E. *Lactobacillus bulgaricus*

Kunci Jawaban Evaluasi

NOMOR	KUNCI JAWABAN
1	D
2	B
3	D
4	B
5	E
6	B
7	B
8	D
9	A
10	C

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori Moch. 2009. *Biologi 1 Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA)-Madrasah Aliyah (MA)*. Departemen Pendidikan Nasional. Pusurbub. Jakarta.
- Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA*. Jakarta .CV.Ricardo.
- Irningtyas, 2018, *Biologi SMA kelas X*, Jakarta: Erlangga.
- <https://www.kelaspintar.id/blog/tips-pintar/mengenal-struktur-bakteri-dari-kapsul-sampai-plasmid-1668/> di akses tanggal 12 September 2020.
- <http://www.ebiologi.net/2016/07/bentuk-bentuk-bakteri-gambar-dan-contoh.html> di akses tanggal 12 September 2020.
- <https://www.belajaripa.net/klasifikasi-eubacteria/> di akses tanggal 12 September 2020.
- <https://kumparan.com/quipper-indonesia/proses-reproduksi-pada-bakteri-1sX7E7hgXR7> di akses tanggal 12 September 2020.
- <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/biologi/reproduksi-bakteri-biologi-kelas-10> di akses tanggal 11 September 2020.
- Nurhayati, Nunung dan Resti Wijayanti, 2017, *Biologi SMA kelas X*, Bandung: YRama Yudha.
- Purnamawati Henny, Rumiayati, Nurhidayah Siti. 2019. *Biologi Untuk SMA/MA*, Yogyakarta: Intan Pariwara.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



PROTISTA
BIOLOGI KELAS X

PENYUSUN
Dini Kesumah, S.Pd.,M.Kes
SMA Negeri 1 Rantau Alai

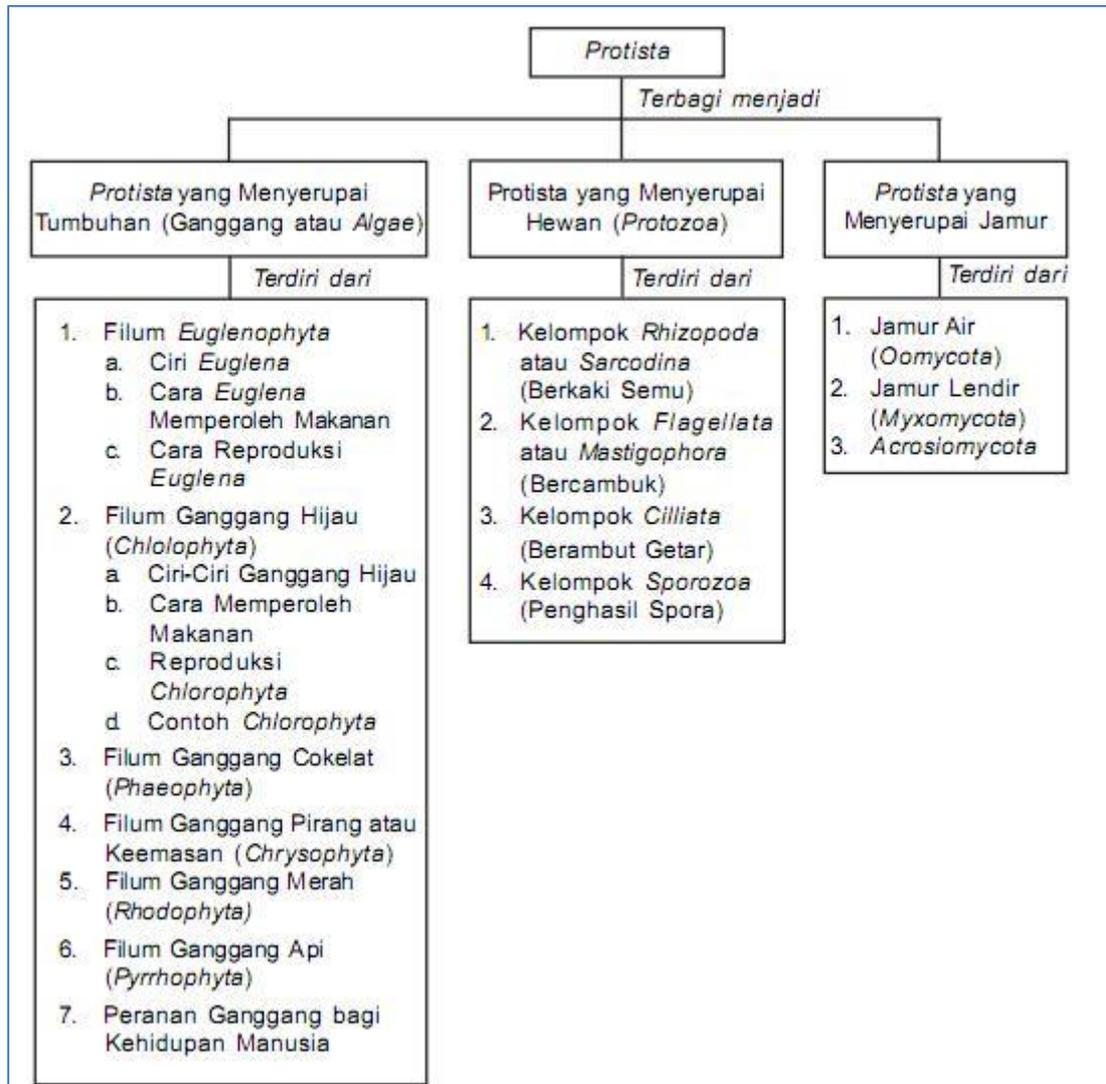
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM.....	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul.....	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran.....	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
CIRI –CIRI UMUM PROTISTA DAN PENGELOMPOKAN PROTISTA MIRIP HEWAN	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman	17
D. Latihan Soal	18
E. Penilaian Diri	21
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	22
PROTISTA MIRIP JAMUR.....	22
A. Tujuan Pembelajaran	22
B. Uraian Materi.....	22
C. Rangkuman	25
D. Latihan Soal	25
E. Penilaian Diri	28
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	29
PROTISTA MIRIP TUMBUHAN	29
A. Tujuan Pembelajaran	29
B. Uraian Materi.....	29
C. Rangkuman	38
D. Penugasan Mandiri	38
E. Latihan Soal	38
F. Penilaian Diri	41
EVALUASI	42
DAFTAR PUSTAKA	46

GLOSARIUM

Eukariotik	:	Mempunyai membran inti sel
Flagel	:	Bulu cambuk sebagai alat gerak
Pseudopodia	:	Kaki semu yang merupakan juluran sitoplasma
Seksual	:	Melalui peleburan sel kelamin
Aseksual	:	Tidak melalui peleburan sel kelamin
Konjugasi	:	Perkembangbiakan secara seksual yang belum diketahui jenis kelaminnya
Soliter	:	Hidup sendiri-sendiri/tidak dalam kelompok
silia	:	Rambut getar sebagai alat gerak
Epiteka	:	Dinding sel bagian atas pada diatom
Zigospora	:	Spora yang dibentuk oleh zigot pada Alga
Isogami	:	Peleburan antara dua sel kelamin yang sama bentuk dan ukuran

PETA KONSEP



Gambar 1. Peta Konsep Protista
 Sumber : <http://wrghar.blogspot.com>

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 9 x 45 Menit
Judul Modul	: Protista

B. Kompetensi Dasar

- 3.6 Mengelompokkan protista berdasarkan ciri-ciri umum kelas dan mengaitkan peranannya dalam kehidupan
- 4.6 Menyajikan laporan hasil investigasi tentang berbagai peran protista dalam kehidupan

C. Deskripsi Singkat Materi

Protista adalah mikroorganisme eukariota yang bukan hewan, tumbuhan, atau fungi. Mereka pernah dikelompokkan ke dalam satu kerajaan bernama *Protista*. Protista adalah kelompok organisme yang memiliki ciri-ciri uniseluler atau multiseluler, inti sel bersifat eukariotik, yaitu memiliki membran inti, memiliki dinding sel atau tidak, cara hidup secara fotoautotrof atau heterotrof, bersifat aerob atau anaerob, Hidup bebas atau bersimbiosis, Reproduksi secara seksual dengan konjugasi dan aseksual dengan pembelahan biner. Berdasarkan sifat-sifatnya, Protista dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu Protista mirip hewan (Protozoa), Protista mirip jamur, dan Protista mirip tumbuhan (Alga). Protista memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi maka ikuti petunjuk langkah-langkah yang harus anda lakukan selama mempelajari modul ini :

1. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar
2. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, kalian dapat mendiskusikannya dengan teman-teman, dan apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
3. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang kalian dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.
4. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, kalian dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.
5. Rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar
6. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar kalian.
7. Periksa hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal kalian dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan kalian belum benar, maka

pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.

8. Untuk keberhasilan belajar kalian, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **3** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan, dan soal evaluasi.

- Pertama : Ciri umum protista dan Pengelompokkan Protista mirip hewan serta peranannya dalam kehidupan
- Kedua : Protista mirip Jamur dan Peranannya dalam kehidupan
- Ketiga : Protista mirip Tumbuhan dan Peranannya dalam kehidupan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

CIRI –CIRI UMUM PROTISTA DAN PENGELOMPOKAN PROTISTA MIRIP HEWAN

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini peserta didik diharapkan dapat:

1. Memahami ciri-ciri umum protista
2. Memahami klasifikasi protista
3. Memahami ciri protista mirip hewan dan peranannya pada kehidupan manusia

B. Uraian Materi

Para pelajar yang cerdas ! Siapa di antara kalian yang pernah mendengar protista? Yap! Protista merupakan salah satu dari 5 *kingdom* yang mengklasifikasikan makhluk hidup. Protista itu apa, sih? Ciri-cirinya apa saja, ya? Ayo, kita mengenal ciri-ciri umum protista!

Nah, kalau selama ini kamu masih berpikir bahwa makhluk hidup di dunia ini hanya dibagi menjadi hewan, tumbuhan, dan manusia, kamu ternyata salah besar, nih. Selain tumbuhan, hewan, manusia, ada juga yang namanya protista ini. Protista itu adalah mikroorganisme eukariota yang bukan hewan, tumbuhan, atau jamur. Jadi mereka ini ada klasifikasinya sendiri gitu, lho. Protista ini juga sering digunakan untuk bahan penelitian, baik ketika mereka berkumpul di dalam koloni maupun sedang sendiri-sendiri



1. Ciri-ciri Umum Protista

Protista adalah kelompok organisme yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Uniseluler atau multiseluler.
- b. Inti sel bersifat eukariotik, yaitu memiliki membran inti.
- c. Memiliki dinding sel atau tidak.
- d. Cara hidup secara fotoautotrof atau heterotrof.
- e. Bersifat aerob atau anaerob.
- f. Hidup bebas atau bersimbiosis.
- g. Reproduksi secara seksual dengan konjugasi dan aseksual dengan pembelahan biner

2. Klasifikasi Protista

Berdasarkan sifat-sifatnya, Protista dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu Protista mirip hewan (Protozoa), Protista mirip jamur, dan Protista mirip tumbuhan (Alga). Pada sesi ini, akan dibahas Protista mirip hewan (Protozoa). Protista mirip jamur dan Protista mirip tumbuhan (Alga) akan dibahas pada sesi selanjutnya.

a. Protista mirip hewan

Yakni telah menyerupai suatu hewan yang dapat disebut sebagai protozoa. Protozoa merupakan sebuah organisme yang bersifat seluler dalam ukuran mikroskopis. Protista seperti binatang tersebut ialah dapat mereproduksi dengan cara aseksual dan seksual. Selain dapat berkembangbiak, hewan tersebut bisa bergerak secara aktif.

b. Protista mirip jamur

Terdapat tiga jenis jamur Protista, yakni jamur air (*Oomycota*), jamur lendir (*Myxomycota*), dan Acrasiamycota. Protista Jenis jamur tersebut yakni hanya menyerupai jamur berbentuk filamen hifa dan sporangia, yang memiliki warna putih, kuning, dan berlendir.

c. Protista mirip tumbuhan

Dalam protista yang seperti tumbuhan adalah adanya sekelompok protista yang telah berfotosintesis. Alga yakni terdiri dari sel atau koloni yang membentuk tubuh multiseluler. Kelompok alga yakni dapat dibagi menjadi 4 kelas dengan berdasarkan pigmen dominan: *Chlorophyta* (Ganggang Hijau), *Chrysophyta* (Ganggang Emas), Menyerupai Tumbuhan (Algae), *Phaeophyta* (Ganggang Coklat), *Rhodophyta* (Ganggang Merah)

Protista Mirip Hewan dan Peranannya

a. Ciri-Ciri Protozoa

Protista mirip hewan (Protozoa) memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- 1) Uniseluler, dengan ukuran tubuh sekitar 10 – 200 μm .
- 2) Tidak memiliki dinding sel.
- 3) Umumnya bersifat heterotrof dan hanya sebagian kecil yang bersifat autotrof.
- 4) Hidup bebas atau sebagai parasit bagi organisme lain.
- 5) Reproduksi secara aseksual dengan pembelahan biner dan reproduksi seksual dengan konjugasi.
- 6) Sebagian besar memiliki alat gerak.

b. Klasifikasi Protozoa

Berdasarkan alat geraknya, Protozoa dibagi menjadi enam filum, yaitu *Rhizopoda*, *Flagellata*, *Ciliata*, dan *Sporozoa*.

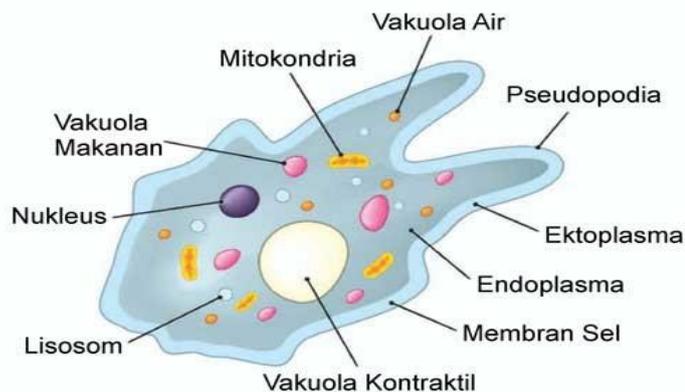
1) Filum Rhizopoda (Sarcodina)

Protozoa yang bergerak dengan pseudopodia (kaki semu)

Rhizopoda merupakan Protozoa yang bergerak dengan kaki semu (*pseudopodia*).

Rhizopoda memiliki struktur tubuh berikut.

- a) Bentuk tubuhnya tidak tetap.
- b) Bagian luar tubuhnya adalah membran sel yang berfungsi sebagai pelindung isi sel, mengatur keluar masuknya zat, dan sebagai reseptor terhadap rangsangan.
- c) Di dalam membran sel, terdapat sitoplasma yang terbagi menjadi dua macam, yaitu ektoplasma (bagian luar) dan endoplasma (bagian dalam). Ektoplasma lebih pekat daripada endoplasma.
- d) Di dalam sitoplasma, terdapat organel-organel sel seperti inti sel, vakuola makanan, vakuola kontraktif, dan beberapa organel sel lainnya. Vakuola makanan berfungsi untuk mencerna makanan, sedangkan vakuola kontraktif berfungsi untuk mengatur kadar air di dalam sel dan sebagai alat ekskresi.



Gambar 3. Struktur tubuh *Amoeba*
 Sumber : <https://rsscience.com/>

Cara hidup Rhizopoda

Rhizopoda merupakan organisme heterotrof. Rhizopoda mendapatkan makanan dengan cara memakan organisme-organisme lain seperti anggota Ciliata atau Alga yang uniseluler.

Rhizopoda menangkap makanan dengan membentuk kaki-kaki semu yang mengelilingi makanan. Makanan tersebut kemudian ditarik ke dalam tubuhnya dan dicerna di dalam vakuola makanan. Sari-sari makanan akan berdifusi ke dalam sitoplasma, sedangkan sisa pencernaan yang tidak tercerna akan dibuang. Sisa pencernaan yang berbentuk padat akan dibawa ke arah membran sel. Setelah dekat dengan membran sel, membran sel akan pecah dan sisa pencernaan akan dibuang ke luar sel. Sementara itu, sisa pencernaan yang berupa cairan akan dibuang dengan bantuan vakuola kontraktif.

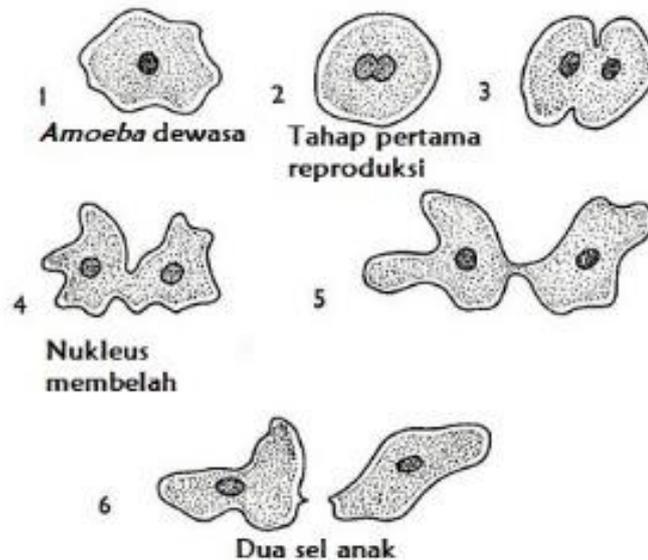
Habitat Rhizopoda

Rhizopoda ada yang hidup sebagai parasit dan ada yang hidup bebas. Sebagai parasit, Rhizopoda hidup dan menyebabkan penyakit pada organisme yang

ditumpangnya. Sementara itu, Rhizopoda yang hidup bebas dapat ditemukan di berbagai habitat, seperti air tawar, air laut, atau tanah yang berair dan lembab.

Reproduksi pada Rhizopoda

Rhizopoda dapat bereproduksi secara aseksual, sedangkan secara seksual belum diketahui. Secara aseksual, Rhizopoda bereproduksi dengan cara pembelahan biner, yaitu sel tubuh membelah menjadi dua sel anak yang baru secara langsung.



Gambar 4. Pembelahan biner pada *Amoeba sp*
Sumber : <https://www.ayokbelajar.com>

Contoh-contoh Rhizopoda dan Peranannya

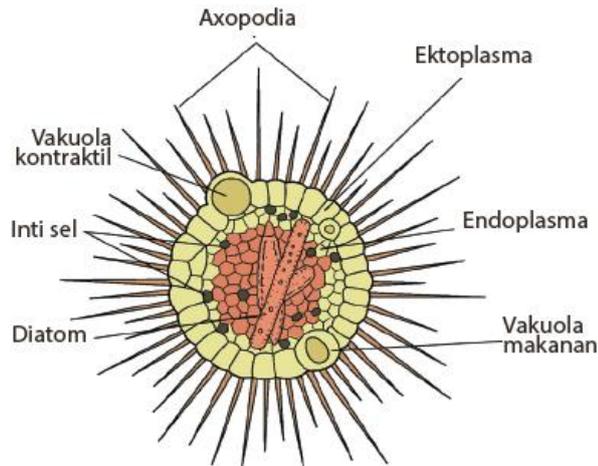
a) *Amoeba*

Organisme yang termasuk Rhizopoda adalah *Amoeba*. Ada dua jenis *Amoeba*, yaitu *Ektoamoeba* dan *Entamoeba*.

- ***Ektoamoeba*** adalah *Amoeba* yang hidup di luar tubuh organisme lain (hidup bebas). Contohnya *Amoeba proteus* (hidup di tanah lembab) dan *Diffugia* (hidup di air tawar). *Diffugia* dapat mengeluarkan lendir yang menyebabkan pasir-pasir halus melekat.
- ***Entamoeba*** adalah *Amoeba* yang hidup di dalam tubuh organisme lain. Contoh *Entamoeba* adalah sebagai berikut. ***Entamoeba gingivalis*** adalah Rhizopoda yang hidup di sela-sela gigi dan gusi manusia. *Entamoeba* ini memakan sisa-sisa makanan yang terdapat di sela-sela gigi, serta dapat menimbulkan peradangan pada gusi dan kerusakan gigi

b) *Actinopoda*

Contoh lain Protozoa yang bergerak dengan kaki semu yang berbentuk ramping adalah kelompok aktinopoda



Gambar 5. Struktur Actinopoda

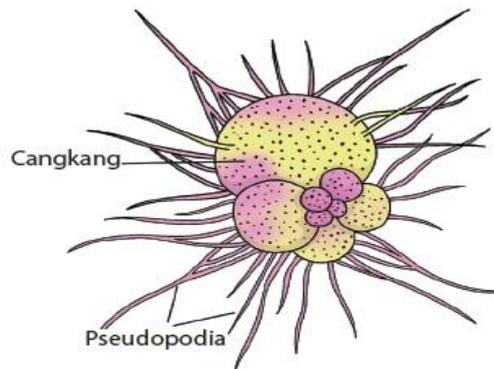
Sumber : <https://www.microscopemaster.com>

Ciri-ciri Actinopoda adalah sebagai berikut.

- Mempunyai pseudopodia ramping dan menyebar atau disebut **axopodia**.
- Tubuhnya berbentuk bola.
- Habitatnya di air tawar atau air laut.
- Contoh-contoh Actinopoda adalah **Heliozoa** adalah Actinopoda yang tidak bercangkang dan hidup di air tawar. **Radiozoa** adalah Actinopoda yang memiliki cangkang dari bahan silika dan hidup di laut. Cangkang **Radiozoa** sering dimanfaatkan sebagai bahan pembuat gelas, bahan penggosok, dan bahan peledak.

c) *Foraminifera*

Contoh lain dari *Rhyzopoda* adalah Foraminifera.



Gambar 6. *Globigerina sp.*

Sumber : <http://wmh1989.blogspot.com>

Ciri-ciri Foraminifera adalah sebagai berikut.

- Tubuhnya dilindungi oleh cangkang dari zat kapur dan silika. Cangkang Foraminifera berwarna cerah dan pada permukaannya terdapat lubang-lubang kecil.
- Memiliki gerakan yang sangat lambat.
- Hidup di laut dan menempel di bebatuan atau sebagai plankton.

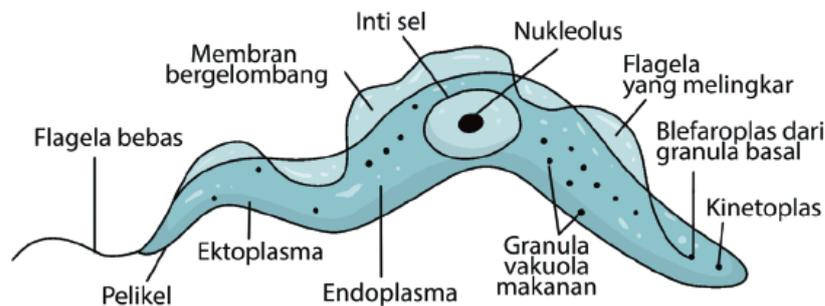
- Cangkang Foraminifera dapat digunakan sebagai penunjuk sumber minyak bumi dan penentu umur relatif batuan sedimen laut. Endapan cangkang Foraminifera akan membentuk tanah globigerina.
- Contoh: *Globigerina* dan *Polistomella*



Gambar 7. Endapan Foraminifera
Sumber : <http://wmh1989.blogspot.com>

2) Filum Flagellata (Zoomastigophora)

Protozoa yang bergerak dengan flagela



Gambar 8. Struktur *Trypanosoma sp*
Sumber : <https://www.slideshare.net>

Ciri-ciri Flagellata adalah sebagai berikut

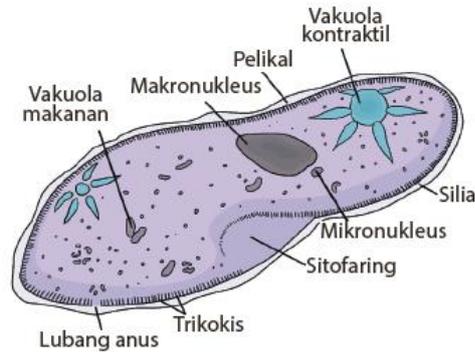
- a) Struktur tubuh Zooflagellata
 - Bentuk tubuh mirip dengan sel leher Poraminifera.
 - Memiliki flagela yang berfungsi sebagai alat gerak dan menghasilkan aliran air ke dalam tubuhnya.
 - Memiliki kinetoplas yang berfungsi menyimpan DNA ektranukleus.
- b) Habitat Zooflagellata
- c) Sebagian besar hidup sebagai parasit pada manusia dan hewan. Untuk yang hidup bebas, habitatnya di air laut atau air tawar, soliter atau berkoloni, dan ada juga yang membentuk simbiosis dengan organisme lainnya.
- d) Cara reproduksi Zooflagellata
- e) Secara aseksual, Zooflagellata bereproduksi dengan cara pembelahan biner membujur. Dalam proses pembelahan, hanya sel dan inti sel yang membelah, sedangkan flagela tidak ikut membelah. Flagela baru akan tumbuh pada sel anak hasil pembelahan. Sementara itu, reproduksi seksual Zooflagellata belum diketahui.

f) Contoh-contoh Zooflagellata

- ***Trypanosoma evansi*** adalah parasit yang menyerang hewan ternak seperti kuda dan unta, serta menyebabkan penyakit surra yang dapat menimbulkan kematian. Ciri-ciri penyakit ini adalah demam, tubuh lemah, dan kurus. *Trypanosoma evansi* memerlukan vektor berupa lalat dari genus *Tabanus*. Akan tetapi, di Amerika Selatan penularan penyakit surra dilakukan oleh kelelawar vampir *Desmodus*.
- ***Trypanosoma cruzi*** adalah parasit yang menyebabkan penyakit chagas atau *American trypanosomiasis*. Gejala-gejala penyakit chagas antara lain adalah terjadinya pembengkakan pada kelenjar air mata, gangguan pada hati, jantung, limpa, dan sistem saraf. *Trypanosoma cruzi* dapat menimbulkan kematian.
- ***Trypanosoma gambiense*** adalah parasit yang menyebabkan penyakit tidur pada manusia dengan vektor perantara berupa lalat tse-tse *Glossina palpalis*.
- ***Trypanosoma rhodesiense*** adalah parasit yang menyebabkan penyakit tidur pada manusia dengan vektor perantara berupa lalat tse-tse *Glossina morsitans*.
- ***Trypanosoma lewisi*** adalah parasit pada tikus dengan vektor perantara berupa kutu tikus.
- ***Trypanosoma brucei*** adalah parasit yang menyebabkan penyakit nagano pada ternak dengan vektor perantara berupa lalat tse-tse.
- ***Trichomonas vaginalis*** adalah parasit yang menyerang vagina dan menyebabkan keputihan.
- ***Giardia lamblia*** adalah parasit yang menyerang usus manusia dan menyebabkan penyakit giardiasis. Penyakit giardiasis ditandai dengan diare hebat dan kejang usus. Penyebaran organisme ini melalui perantara air minum yang terkontaminasi feses penderita.
- ***Leishmania donovani*** adalah parasit yang menyerang manusia dan menyebabkan penyakit kala azar di daerah Mesir, sekitar Laut Tengah, Amerika Selatan, Afrika, dan India. Gejala penyakit kala azar antara lain adalah demam tinggi berulang-ulang, anemia, serta terjadi pembengkakan pada hati dan limpa.
- ***Leishmania tropica*** dan ***Leishmania brasiliensis*** adalah parasit yang menyebabkan penyakit leishmaniasis pada manusia. Leishmaniasis menyerang kulit, kelenjar lendir hidung, dan tenggorokan. *Leishmania tropica* menyerang penduduk di Asia dan sebagian Amerika Selatan, sedangkan *Leishmania brasiliensis* menyerang penduduk di daerah.

3) Filum Ciliata (Ciliophora)

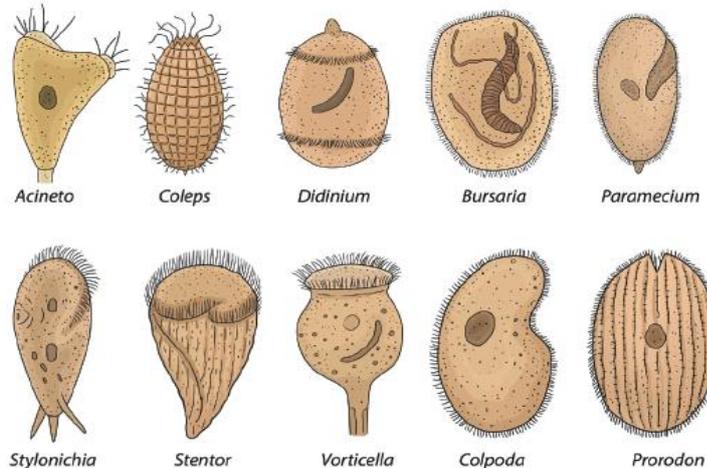
Protozoa yang bergerak menggunakan silia atau rambut getar



Gambar 9. Struktur *Paramecium sp*
 Sumber : <https://www.slideshare.net>

Permukaan tubuh ditutupi oleh silia, baik secara merata atau di tempat-tempat tertentu. Panjang silia sekitar 2-20 μm dengan diameter kurang lebih 0,25 μm . Jumlah silia mencapai ribuan. Fungsi silia adalah untuk bergerak, meluncur, berenang, atau membantu menangkap makanan dan memasukkannya ke dalam sitoplasma. Memiliki organel sel seperti inti sel, mitokondria, ribosom, lisosom, vakuola makanan, dan vakuola kontraktif. Vakuola makanan berfungsi untuk mencerna makanan, sedangkan vakuola kontraktif berfungsi untuk mengatur tekanan osmotik cairan di dalam tubuh. Memiliki dua buah inti sel, yaitu mikronukleus dan makronukleus. Ukuran makronukleus lebih besar daripada mikronukleus. Mikronukleus berfungsi sebagai alat reproduksi seksual secara konjugasi. Pada *Paramecium*, terdapat 1-80 bentuk mikronukleus. Sementara itu, makronukleus berfungsi untuk menyintesis RNA, mengatur aktivitas dan pertumbuhan sel, serta pembelahan biner sebagai reproduksi aseksual. Memiliki alat pencernaan yang terdiri atas celah mulut (*oral groove*), sitostoma (mulut sel), sitofaring (*gullet* atau kerongkongan), vakuola makanan, dan lubang anus yang terletak pada bagian tertentu dari membran sel

Bentuk tubuh bervariasi, seperti bentuk sandal, terompet, lonceng, atau oval. Bentuk tubuh ini tetap karena memiliki pelikel. Berikut bentuk-bentuk tubuh pada *ciliata*.



Gambar 10. Macam-macam bentuk kelompok *Ciliata*
 Sumber : <https://www.biologijk.com>

4) Filum Sporozoa (Apicomplexa)

Sporozoa adalah Protozoa yang tidak memiliki alat gerak. Sporozoa memiliki bentuk seperti spora pada salah satu tahap dalam siklus hidupnya.

Struktur tubuh Sporozoa:

- Bentuk tubuh bulat panjang atau oval.
- Tidak memiliki alat gerak, tetapi dapat berpindah dari jaringan satu ke jaringan lain dalam tubuh inang melalui aliran darah.
- Memiliki sebuah nukleus, tanpa vakuola kontraktil.
- Dapat membentuk kista berdinding tebal saat berada di dalam usus vektor.

Cara hidup Sporozoa

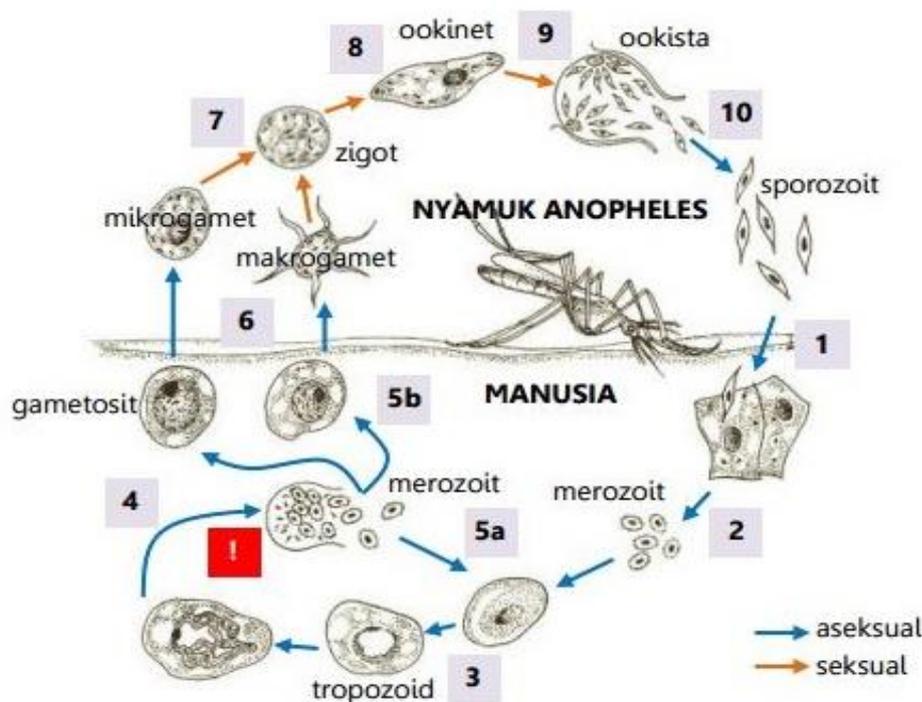
Seluruh anggota Sporozoa hidup sebagai parasit pada manusia dan hewan seperti burung, reptil, dan rodentia. Sporozoa masuk ke dalam tubuh inang melalui perantara. Contohnya, *Plasmodium* penyebab penyakit malaria ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina

Cara reproduksi Sporozoa

Sporozoa dapat melakukan reproduksi secara seksual dan aseksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan skizogoni dan sporogoni, sedangkan reproduksi seksual dilakukan melalui penyatuan gamet jantan dan gamet betina. **Skizogoni** adalah pembelahan diri yang berlangsung di dalam tubuh inang tetap, sedangkan **sporogoni** adalah pembentukan pembentukanspora yang berlangsung di dalam tubuh inang perantara.

Reproduksi aseksual dan reproduksi seksual bergantian membentuk siklus hidup, sehingga Sporozoa mengalami beberapa kali perubahan bentuk. Berikut ini adalah siklus hidup salah satu anggota Sporozoa, yaitu *Plasmodium*.

Untuk lebih jelas siklus hidupnya dapat dilihat pada gambar berikut !



Gambar 11. Siklus hidup *Plasmodium* sp
<https://pak.pandani.web.id>

Keterangan Gambar:

1. Nyamuk *Anopheles* mengigit manusia (fase infeksi). Air liurnya mengandung sel-sel Plasmodium dalam bentuk sporozoit dan zat antikoagulan yang merupakan anti pembekuan darah.
2. *Sporozoit* mengalir menuju hati, kemudian mengalami pembelahan menjadi merozoit.
3. Merozoit mengalir ke aliran darah dan menyerang eritrosit menjadi tropozoid, lalu melakukan sporulasi.
4. *Tropozoid* lalu matang dan keluar dari eritrosit, sehingga eritrosit mengalami lisis atau pecah (fase diagnosa). Pecahnya sel darah merah mengakibatkan tubuh manusia melakukan reaksi dengan menghasilkan gejala demam.
5. *Tropozoid* yang mengalami sporulasi dapat: (a.) Menjadi merozoit kembali dan menyerang eritrosit lain kembali, (b.) Menjadi gametosit.
6. *Gametosit* akan dihisap kembali oleh nyamuk *Anopheles* lain. Di dinding usus nyamuk, gametosit selanjutnya akan berkembang menjadi mikrogamet (betina) dan makrogamet (jantan).
7. Kedua gamet kemudian mengalami fertilisasi menjadi zigot.
8. Zigot berkembang menjadi ookinet.
9. Ookinet berkembang menjadi ookista dan menghasilkan sporozoit.
10. *Sporozoit* yang matang akan dilepas ketika nyamuk *Anopheles* menggigit manusia, dan siklus berulang.

C. Rangkuman

1. Protista adalah mikroorganisme eukariota yang bukan hewan, tumbuhan atau fungi.
2. Protista adalah kelompok organisme yang memiliki ciri-ciri uniseluler atau multiseluler, inti sel bersifat eukariotik, yaitu memiliki membran inti, memiliki dinding sel atau tidak, cara hidup secara fotoautotrof atau heterotrof, bersifat aerob atau anaerob, Hidup bebas atau bersimbiosis, Reproduksi secara seksual dengan konjugasi dan aseksual dengan pembelahan biner.
3. Berdasarkan sifat-sifatnya, Protista dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu Protista mirip hewan (Protozoa). Protista mirip hewan atau protozoa dikelompokkan menjadi empat kelompok besar berdasarkan alat geraknya yaitu *Rhizopoda* bergerak dengan kaki semu, *Flagellata* bergerak dengan flagela (bulu cambuk), *Ciliata* bergerak dengan silia (bulu getar), *Sporozoa* yang tidak memiliki alat gerak. Protista memiliki peran penting dalam kehidupan manusia.
4. Peran yang menguntungkan adalah dapat menjadi petunjuk atau indikator adanya minyak bumi, sebagai sumber makanan baru dan untuk kosmetik. Sedangkan peran yang merugikan adalah dapat menimbulkan penyakit bagi manusia.

D. Latihan Soal

Untuk mengukur kemampuan dalam pembelajaran 1 kalian dapat menjawab soal-soal berikut ini. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat.

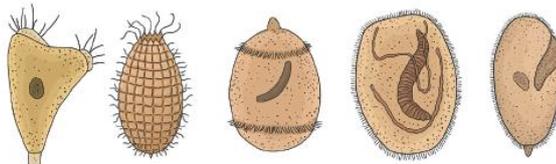
1. Perhatikan gambar berikut ini !



Ketiga organisme tersebut digolongkan ke dalam protozoa karena....

- A. Bersifat parasit dengan inti eukariotik
 - B. Sifat hidup heterotrof sebagai parasit
 - C. Bentuk morfologis yang berbeda
 - D. Bersel satu dan memiliki alat gerak
 - E. Perkembangbiakan secara seksual dan pembelahan biner
2. Pada saat praktikum seorang siswa mengamati spesies air yang di ambil dari dasar kolam . Dari hasil pengamatan siswa menyimpulkan bahwa mikroorganisme yang diamati bersal dari kelompok protista mirip hewan karena....
- A. Memiliki alat gerak
 - B. Berklorofil
 - C. Prokariot
 - D. Multiseluler
 - E. Berfigmen.

3. Perhatikan gambar dibawah ini !



Berdasarkan gambar protozoa tersebut termasuk kelompok

- A. *Rhizopoda*
 - B. *Pseudopodia*
 - C. *Fagellata*
 - D. *Cilliata*
 - E. *Sporozoa*
4. Kelompok protozoa yang digunakan sebagai indikator/penunjuk sumber minyak bumi dan penentu umur relatif batuan sedimen laut adalah....
- A. *Amoeba*
 - B. *Foraminifera*
 - C. *Plamodium vivax*
 - D. *Radiozoa*
 - E. *Trypanosoma gambiense*

5. Di bawah ini yang tergolong ke dalam jenis kelompok sporozoa ialah ...
- A. *Euglena*
 - B. *Trypanosoma*
 - C. *Paramecium*
 - D. *Plasmodium*
 - E. *Amoeba*
6. Berdasarkan cara memperoleh makanan dan cara hidupnya, Protista dikelompokkan menjadi 3 kelompok utama, yaitu
- A. *Euglenophyta, Gymcomycota, Mastigophora*
 - B. *Euglenophyta, Pyrrophyta, Chrysophyta*
 - C. *Mastigophora, Sporozoa, Ciliophora*
 - D. Protista mirip tumbuhan, Protista mirip jamur, Protista mirip hewan
 - E. *Chrysophyta, Mastigophora, Ciliophora*

KUNCI DAN PEMBAHASAN SOAL LATIHAN

NO	KUNCI	PEMBAHASAN
1	D	Gambar tersebut adalah <i>Amoeba</i> , <i>Euglena</i> dan <i>Paramecium</i> . Ketiga organisme tersebut dimasukkan ke dalam satu kelompok karena <ul style="list-style-type: none"> • Uniseluler • Eukariotik • Hidup soliter Alat gerak masing-masing adalah <i>Amoeba</i> : <i>pseudopodia</i> , <i>Euglena</i> : Flagel, <i>Paramecium</i> : silia.
2	A	<ul style="list-style-type: none"> - Uniseluler, dengan ukuran tubuh sekitar 10 – 200 µm. - Tidak memiliki dinding sel. - Umumnya bersifat heterotrof dan hanya sebagian kecil yang bersifat autotrof. - Hidup bebas atau sebagai parasit bagi organisme lain. - Reproduksi secara aseksual dengan pembelahan biner dan reproduksi seksual dengan konjugasi. - Sebagian besar memiliki alat gerak
3	D	Berdasarkan gambar protozoa tersebut bergerak dengan silia. Maka protozoa tersebut dikelompokkan kedalam Ciliata
4	B	<i>Amoeba</i> : Hidup bebas sebagai saprovor <i>Foraminifera</i> : Sebagai indikator adanya minyak bumi <i>Plasmodium vivax</i> : Penyebab penyakit malaria <i>Radiozoa</i> : Bahan pembuat gelas <i>Trypanosoma gambiense</i> : Penyebab penyakit tidur
5	D	<i>Euglena</i> : Alat gerak berupa Flagel <i>Trypanosoma</i> : Alat gerak berupa Flagel <i>Paramecium</i> : Alat gerak berupa silia <i>Plasmodium</i> : tidak ada alat gerak <i>Amoeba</i> : Alat gerak berupa kaki semua
6	D	Protista mirip tumbuhan, Protista mirip jamur, Protista mirip hewan

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Konversi 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.

E. Penilaian Diri

Lakukan penilaian diri untuk mengetahui seberapa jauh, kalian memahami materi pada kegiatan pembelajaran 1. Berilah tanda centang (v) pada kolom jika sesuai atau tidak sesuai dengan yang dirasakan

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Saya dapat memahami ciri-ciri umum protista ?		
2	Apakah Saya dapat memahami pengelompokan protista?		
3	Apakah saya dapat memahami pengelompokan protista mirip hewan ?		
4	Apakah saya dapat memahami peranan protista mirip hewan dalam kehidupan manusia		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas maka pelajari kembali modul kegiatan pembelajaran 1. ***“Jangan putus asa”***. Jika menjawab “Ya “ pada semua pertanyaan, maka lanjutkan ke kegiatan pembelajaran 2.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PROTISTA MIRIP JAMUR

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan dapat :

1. Memahami ciri-ciri protista mirip jamur.
2. Memahami dasar pengelompokan protista mirip jamur
3. Memahami peranan protista mirip jamur bagi kehidupan manusia

B. Uraian Materi

Peserta didik yang pandai! Akhirnya sampai juga pada pembahasan kita *nih* tentang pengklasifikasian kingdom protista. Jika pada pembahasan sebelumnya kita telah membahas tentang jenis-jenis protista mirip hewan, maka pada pembahasan kali ini, kita akan membahas tentang subkingdom protista, yaitu protista mirip jamur. Hmm, kira-kira apa saja ya jenis-jenis dari subkingdom protista yang terakhir ini? Kalau begitu, langsung saja *yuk* baca modulnya!

Protista Mirip Jamur

Protista mirip jamur memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

1. Bersifat eukariotik.
2. Tidak memiliki klorofil.
3. Dapat menghasilkan spora.
4. Bersifat heterotrof.

Protista mirip jamur tidak dimasukkan ke dalam kingdom Fungi (jamur) karena struktur tubuh dan cara reproduksinya berbeda dengan kelompok Fungi. Sebagai contoh, jamur lendir yang merupakan anggota Protista mirip jamur memiliki struktur molekul membran sel yang mirip dengan Algae, sedangkan reproduksinya mirip dengan jamur. Sementara itu, gerakan pada fase vegetatifnya mirip dengan *Amoeba*.

Klasifikasi Protista Mirip Jamur

Protista mirip jamur dibagi ke dalam tiga filum, yaitu Myxomycota (jamur lendir plasmodial), Oomycota (jamur air), dan Acrasiomycota (jamur lendir bersekat).

1. Myxomycota (jamur lendir plasmodial)

Jamur lendir bersifat heterotrof fagosit dan memiliki fase makan berbentuk massa ameboid (seperti *Amoeba*) dalam siklus hidupnya, yang disebut **plasmodium**.

Struktur tubuh *Myxomycota*, Struktur vegetatif yang disebut plasmodium berupa massa sitoplasma berinti banyak dan tidak dibatasi oleh sekat yang kuat. Nukleus pada plasmodium umumnya bersifat diploid dan dapat membelah secara mitosis dalam waktu yang bersamaan. Plasmodium umumnya berwarna cerah seperti kuning atau oranye. Disebut sebagai jamur lendir dikarenakan mempunyai penampakan yang mengilap, basah, bertekstur layaknya gelatin, dan juga terlihat lebih mirip jamur daripada yang lainnya. Tubuh dari jamur lendir ada yang berwarna putih, namun sebagian besar berwarna kuning ataupun merah. Dalam ekosistemnya, jamur lendir berperan sebagai dekomposer. Tanah lembab, kayu busuk, atau daun busuk, adalah habitat dari jamur lendir.



Gambar 12. Tubuh buah Myxomycota
Sumber : <https://www.masdayat.net>

Cara reproduksi Myxomycota

Myxomycota bereproduksi secara aseksual dan seksual. Reproduksi Myxomycota secara aseksual dilakukan dengan membentuk sporangium dan secara seksual dilakukan dengan singami antara sesama sel ameboid atau sesama sel berflagela.

2. Oomycota

Oomycota yang berarti jamur air disebut juga dengan jamur karat putih atau jamur berbulu halus.

a. Struktur tubuh Oomycota

Oomycota merupakan organisme uniseluler atau multiseluler dengan dinding dari bahan selulosa. Oomycota yang multiseluler memiliki hifa yang halus, tidak bersekat-sekat, dan berinti banyak (senositik).

b. Cara hidup Oomycota

Oomycota merupakan organisme heterotrof yang menguraikan organisme mati (saprofit) atau sebagai parasit pada organisme lainnya.

c. Cara reproduksi Oomycota

Oomycota bereproduksi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara membentuk zoospora berflagela dua. Reproduksi ini dilakukan jika kondisi lingkungan menguntungkan dan tersedia banyak makanan. Sementara itu, reproduksi secara seksual dilakukan dengan fertilisasi antara sel telur dan inti sperma yang menghasilkan zigot resisten (oospora). Reproduksi ini dilakukan jika lingkungan dalam kondisi buruk.

d. Contoh-contoh Oomycota

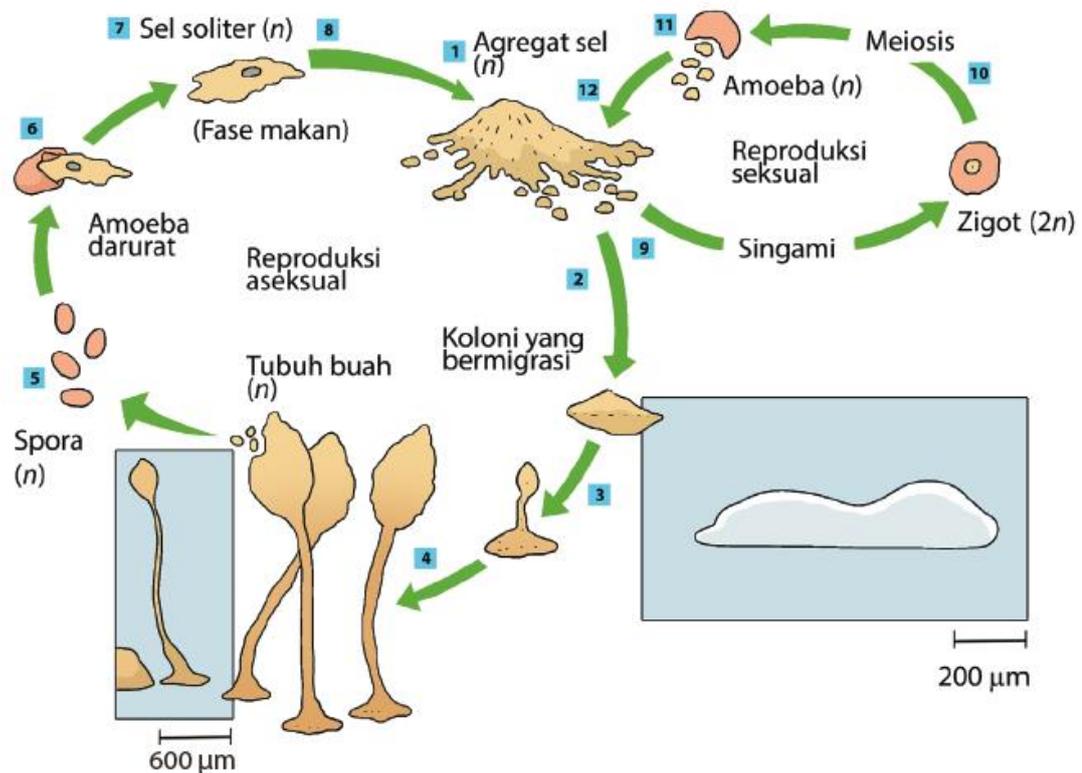
Organisme yang merupakan anggota dari Oomycota adalah sebagai berikut.

- 1) ***Saprolegnia* sp.** adalah parasit pada ikan dan serangga yang dapat hidup di air tawar dengan suhu 3 – 33°C. Beberapa spesies *Saprolegnia* antara lain adalah *Saprolegnia australis* dan *Saprolegnia ferax*.
- 2) ***Phytophthora* sp.** adalah parasit pada tanaman budidaya. Beberapa spesies *Phytophthora* adalah sebagai berikut.
- 3) ***Phytophthora infestans*** adalah parasit pada tanaman kentang dan tomat.

3. Acrasiomycota

Ciri-ciri Acrasiomycota

- Acrasiomycota* adalah jamur lendir bersekat. Jamur ini memiliki fase makan berupa sel-sel yang hidup soliter. Akan tetapi, jika makanannya habis, sel-sel tersebut akan membentuk agregat (koloni) dalam suatu unit. Dalam satu unit agregat, terdapat 125.000 sel. Agregat ini dapat berpindah-pindah tempat.
- Acrasiomycota* bersifat haploid dan zigotnya bersifat diploid.
- Acrasiomycota* menghasilkan sel-sel ameboid dan *myxamoeba*.
- Pada fase makan, sel soliter akan membentuk kaki-kaki semu (*pseudopodia*) untuk bergerak dan memakan bakteri.
- Habitat *Acrasiomycota* hidup di tempat-tempat yang mengandung kotoran dan vegetasi yang sudah membusuk. *Acrasiomycota* bereproduksi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara membentuk tubuh buah (*fruiting body*) yang berisi spora dan memiliki batang penyokong (*stalk*). Sementara itu, reproduksi seksual dilakukan dengan cara singami sel ameboid



Gambar 14. Reproduksi Pada *Acrasiomycota*
<http://pustaka.pandani.web.id>

C. Rangkuman

Protista mirip jamur memiliki ciri-ciri bersifat eukariotik, tidak memiliki klorofil, dapat menghasilkan spora, bersifat heterotrof. Protista mirip jamur tidak dimasukkan ke dalam kingdom Fungi (jamur) karena struktur tubuh dan cara reproduksinya berbeda dengan kelompok Fungi. Sebagai contoh, jamur lendir yang merupakan anggota Protista mirip jamur memiliki struktur molekul membran sel yang mirip dengan Algae, sedangkan reproduksinya mirip dengan jamur. Sementara itu, gerakan pada fase vegetatifnya mirip dengan *Amoeba*. Protista mirip jamur dibagi ke dalam tiga filum, yaitu *Myxomycota* (jamur lendir plasmodial), *Oomycota* (jamur air), dan *Acrasiomycota* (jamur lendir bersekat).

D. Latihan Soal

Untuk mengukur kemampuan dalam pembelajaran 2 kalian dapat menjawab soal-soal berikut ini. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat.

- Daur hidup protista mirip jamur yang bergerak amuboid untuk mengelilingi dan menelan bahan makanan, ditemukan pada
 - Fase generatif *Acrasiomycota*
 - Fase generatif *Myxomycota*
 - Fase generatif *Oomycota*
 - Fase vegetatif *Myxomycota*
 - Fase vegetatif *Oomycota*
- Perhatikan ciri protista berikut ini !
 - Eukariotik
 - Tidak mempunyai klorofil
 - Mempunyai klorofil
 - prokariotik
 Berdasarkan ciri di atas yang merupakan ciri protista mirip jamur adalah....
 - 1) dan 2)
 - 1) dan 3)
 - 1) dan 4)
 - 2) dan 3)
 - 2) dan 4)
- Perhatikan gambar di bawah ini !

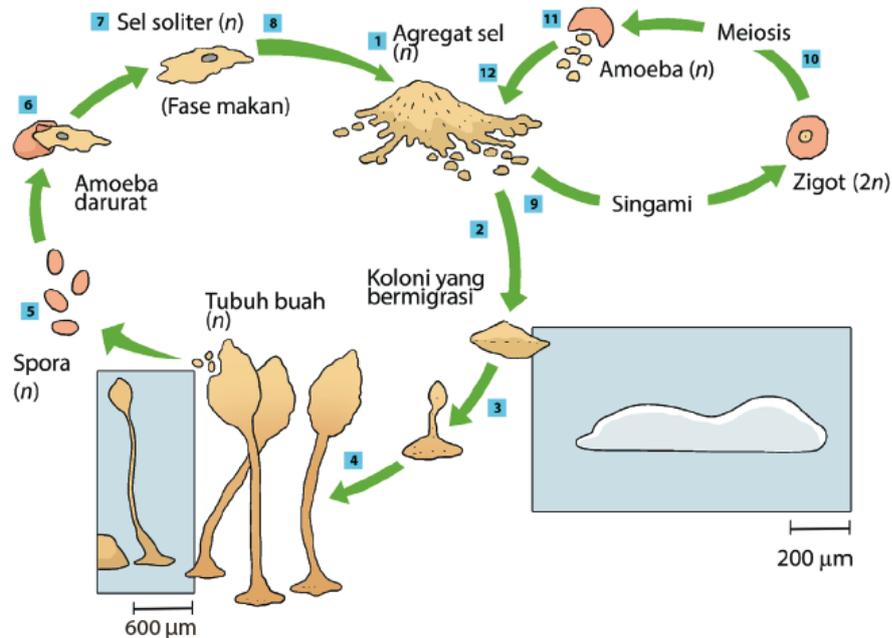


Berdasarkan gambar merupakan kelompok....

- Myxomycota*
- Oomycota*

- C. *Acrasiomycota*
- D. *Basidiomycota*
- E. *Ascomycota*

4. Perhatikan daur hidup *Acrasiomycota* berikut ini !



Berdasarkan gambar reproduksi secara seksual adalah nomor...

- A. 1-2-3-4
 - B. 5-6-7-8
 - C. 6-7-8-9
 - D. 7-8-9-10
 - E. 9-10-11-12
5. Kelompok Protista mirip jamur yang reproduksi secara seksual dilakukan dengan fertilisasi antara sel telur dan inti sperma yang menghasilkan zigot resisten (oospora) adalah kelompok ...
- A. *Myxomycota*
 - B. *Oomycota*
 - C. *Acrasiomycota*
 - D. *Basidiomycota*
 - E. *Ascomycota*
6. Kelompok Oomycota yang sering merugikan karena dapat merusak tanaman kentang dan tomat adalah
- A. *Saprolegnia* sp.
 - B. *Saprolegnia australis*
 - C. *Phytophthora infestans*
 - D. *Phythium* sp
 - E. *Plasmopara viticola*

KUNCI DAN PEMBAHASAN SOAL LATIHAN

NO	KUNCI	PEMBAHASAN
1	D	Jamur lendir bersifat heterotrof fagosit dan memiliki fase makan berbentuk massa ameboid (seperti <i>Amoeba</i>) dalam siklus hidupnya, yang disebut plasmodium . Siklus ini berada pada fase vegetatif <i>Myxomycota</i>
2	A	Protista mirip jamur memiliki ciri-ciri sebagai berikut. <ol style="list-style-type: none"> 1. Bersifat eukariotik. 2. Tidak memiliki klorofil. 3. Dapat menghasilkan spora. 4. Bersifat heterotrof.
3	A	Plasmodium pada <i>Myxomycota</i> umumnya bersifat diploid dan dapat membelah secara mitosis dalam waktu yang bersamaan. Plasmodium umumnya berwarna cerah seperti kuning atau oranye
4	E	Pase seksual terjadi dengan ciri terbentuk zigot
5	B	Ciri utama kelompok Oomycota adalah reproduksi seksualnya dengan membentuk Oospora (zigot resisten)
6	C	<i>Saprolegnia sp.</i> adalah parasit pada ikan dan serangga yang dapat hidup di air tawar dengan suhu 3 – 33°C. Beberapa spesies <i>Saprolegnia</i> antara lain adalah <i>Saprolegnia australis</i> dan <i>Saprolegnia ferax</i> . <i>Phytophthora sp.</i> adalah parasit pada tanaman budidaya. Beberapa spesies <i>Phytophthora</i> adalah sebagai berikut. <i>Phytophthora infestans</i> adalah parasit pada tanaman kentang dan tomat. <i>Phythium sp.</i> adalah penyebab penyakit rebah semai pada tanaman, karena menyerang bagian pangkal batang bibit tanaman. <i>Plasmopara viticola</i> adalah parasit pada tanaman anggur

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Konversi 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.

E. Penilaian Diri

Lakukan penilaian diri untuk mengetahui seberapa jauh, kalian memahami materi pada kegiatan pembelajaran 2. Berilah tanda centang (v) pada kolom jika sesuai atau tidak sesuai dengan yang dirasakan

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Saya dapat memahami ciri-ciri umum protista mirip jamur ?		
2	Apakah Saya dapat memahami pengelompokan protista mirip jamur ?		
3	Apakah saya dapat memahami ciri Myxomycota?		
4	Apakah saya dapat memahami ciri Oomycota?		
5	Apakah saya dapat memahami ciri Acrasiomycota?		
6	Apakah saya dapat memahami peranan protista mirip jamur dalam kehidupan manusia		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas maka pelajari kembali modul kegiatan pembelajaran 2. **“Jangan putus asa”**. Jika menjawab “Ya “ pada semua pertanyaan, maka lanjutkan ke kegiatan pembelajaran 3.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

PROTISTA MIRIP TUMBUHAN

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan dapat :

1. Memahami ciri-ciri Protista mirip tumbuhan (Alga).
2. Mengidentifikasi klasifikasi Protista mirip tumbuhan
3. Menjelaskan peranan Protista mirip tumbuhan

B. Uraian Materi

Protista mirip tumbuhan (Alga) adalah Protista yang bersifat fotoautotrof. Hal ini dikarenakan protista tersebut memiliki kloroplas yang mengandung klorofil atau plastida yang mengandung pigmen fotosintetik lainnya.

Ciri-ciri Alga

1. Bersifat uniseluler atau multiseluler.
2. Ukuran tubuh bervariasi, mulai dari yang mikroskopis berukuran 8 μm hingga yang makroskopis dengan ukuran mencapai 60 m.
3. Bentuk tubuh tetap karena memiliki dinding sel. Dinding sel Algae ada yang mengandung selulosa, hemiselulosa, silika, kalsium karbonat, pektin, polisakarida, alginat, agar, dan karaginan. Bahan-bahan tersebut membentuk gel sehingga tubuh Alga terasa berlendir atau seperti karet. Bentuk tubuh Algae juga bervariasi, yaitu bulat, oval, atau seperti buah pir.
4. Alga yang uniseluler ada yang hidup soliter dan ada yang membentuk koloni.
5. Alga memiliki beberapa jenis klorofil, yaitu klorofil a, klorofil b, klorofil c, dan klorofil d. Semua klorofil tersebut tersimpan di dalam kloroplas.
6. Alga juga memiliki pigmen fotosintetik selain klorofil, yaitu xantofil (kuning), fikosianin (biru), fukosantin (cokelat), fikoeritrin (merah), dan karotenoid
7. Bentuk kloroplas bervariasi, yaitu spiral, cakram, bulat, jala, bintang, mangkuk, atau seperti pita.
8. Cara hidup dapat sebagai plankton, neuston, atau bentos.
 - a. **Plankton** adalah organisme yang melayang mengikuti arus air.
 - b. **Neuston** adalah organisme yang mengapung atau berenang di permukaan air.
 - c. **Bentos** adalah organisme yang melekat di dasar perairan. Ada beberapa tipe bentos, yaitu epilitik (melekat pada batu), epipelik (melekat pada lumpur atau pasir), epifitik (melekat pada tumbuhan), dan epizoik (hidup atau melekat pada hewan).
9. Reproduksi pada Alga dapat terjadi secara asexual maupun seksual. Secara asexual dilakukan dengan pembelahan biner, fragmentasi, dan pembentukan spora vegetatif. Pembelahan biner hanya terjadi pada Algae yang uniseluler. Sementara itu, secara seksual dilakukan dengan konjugasi, singami (isogami), dan anisogami

Klasifikasi Alga

Alga dikelompokkan dalam tujuh filum, yaitu Euglenophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Pyrrophyta, Phaeophyta, dan Rhodophyta

1. Euglenophyta

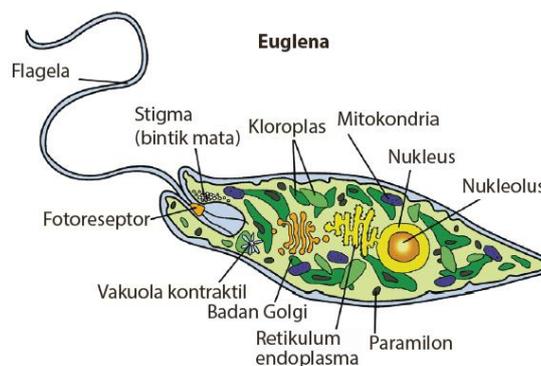
Euglenophyta adalah Alga yang memiliki ciri-ciri seperti hewan dan tumbuhan. Euglenophyta dapat bergerak aktif seperti hewan, tetapi memiliki klorofil untuk berfotosintesis seperti tumbuhan.

Euglenophyta memiliki struktur tubuh berikut.

- Bersifat uniseluler.
- Tubuh berbentuk oval dengan bagian anterior dan posterior bulat meruncing.
- Tidak memiliki dinding sel, tetapi memiliki lapisan penyokong membran sel dari bahan protein yang disebut **pelikel**. Pelikel bersifat lentur.
- Memiliki kloroplas berbentuk oval.
- Memiliki flagela sebagai alat gerak. Flagela umumnya berjumlah dua, terdiri atas satu flagela panjang dan satu flagela pendek. Gerakan yang dilakukan adalah **gerak fototaksis**, yaitu gerak berpindah tempat karena rangsangan cahaya matahari.
- Memiliki stigma (bintik mata) berwarna merah yang berfungsi membedakan antara gelap dan terang. Stigma mengandung pigmen merah yang disebut **astaxantin**.
- Memiliki klorofil a, klorofil b, xantofil, dan karoten.
- Euglenophyta hidup di air tawar seperti air kolam, sawah, danau, atau di parit-parit peternakan yang banyak mengandung kotoran hewan.

Organisme yang tergolong Euglenophyta adalah sebagai berikut.

- Euglena viridis*** adalah Euglenophyta yang tampak berwarna hijau karena memiliki kloroplas berbentuk oval.
- Euglena rubra*** adalah Euglenophyta yang tampak berwarna kemerahan di bawah sinar matahari, karena banyak mengandung pigmen karotenoid.
- Astasia sp.*** merupakan anggota Euglenophyta yang tidak memiliki kloroplas, sehingga bersifat heterotrof.
- Phacus sp.*** adalah Euglenophyta yang mirip dengan *Euglena sp.*, tetapi tubuhnya lebih kaku. *Phacus* tidak memiliki pirenoid, tetapi memiliki paramilon yang berbentuk seperti donat.
- Paranema sp.*** adalah Euglenophyta yang bersifat holozoik, yaitu menelan makanan yang diperoleh, kemudian mencernanya.
- Colacium calvum*** adalah Euglenophyta yang bersifat epizoik pada *Copepoda*, *Rotifera*, dan zooplankton air tawar lainnya.



Gambar 14. Struktur Euglena
<http://domainbiology.blogspot.com>

2. Chlorophyta

Chlorophyta adalah Alga yang berwarna hijau karena memiliki pigmen dominan berupa klorofil a dan klorofil b, serta pigmen tambahan berupa karoten dan xantofil.

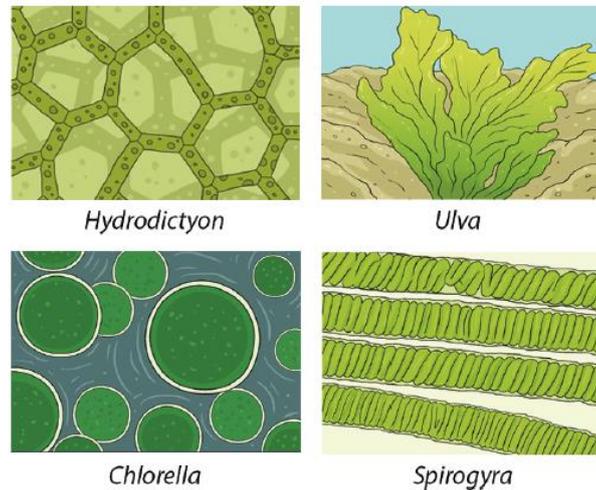
Ciri-ciri Chlorophyta

- a. Bersifat uniseluler atau multiseluler.
- b. Bentuk tubuh bervariasi, yaitu bulat, filamen (benang), lembaran, atau menyerupai tumbuhan tingkat tinggi.
- c. Memiliki kloroplas dengan bentuk bervariasi, yaitu mangkuk, jala, spiral, atau bintang.
- d. Organel-organel lain yang terdapat di dalam sitoplasma adalah mitokondria, retikulum endoplasma, badan golgi, dan pirenoid.
- e. Pada Chlorophyta yang bergerak aktif, terdapat vakuola kontraktil dan flagela yang panjangnya sama. Vakuola kontraktil berfungsi sebagai osmoregulator.
- f. Selain itu, terdapat stigma (bintik mata) yang membantu pergerakan ke arah cahaya.
- g. Chlorophyta merupakan organisme fotoautotrof karena mampu berfotosintesis.
- h. Chlorophyta yang uniseluler dapat hidup soliter atau membentuk koloni. Selain itu, ada juga yang bersimbiosis dengan jamur membentuk lumut kerak (lichens).
- i. Reproduksi aseksual dilakukan dengan pembelahan biner, pembentukan zoospora, atau fragmentasi filamen.
- j. Reproduksi seksual dilakukan dengan konjugasi atau penyatuan antara gamet jantan dan gamet betina. Contoh organisme yang melakukan konjugasi adalah *Spirogyra*. Berikut ini adalah tahapan konjugasi pada *Spirogyra*
- k. Memiliki kloroplas dengan bentuk bervariasi, yaitu mangkuk, jala, spiral, atau
- l. bintang. Di dalam kloroplas terdapat ribosom dan DNA. Hasil fotosintesis yang
- m. berupa karbohidrat dan lemak akan disimpan di dalam pirenoid.

Contoh-Contoh Chlorophyta

- a. ***Chlorella*** adalah Chlorophyta yang memiliki bentuk seperti bola, dengan kloroplas berbentuk seperti mangkuk. *Chlorella* hidup di air tawar dan bereproduksi secara aseksual dengan pembelahan biner. *Chlorella* banyak dimanfaatkan dalam pembuatan suplemen Protein Sel Tunggal (PST).
- b. ***Chlamydomonas*** adalah Chlorophyta yang hidup soliter di air tawar dan memiliki sepasang flagela, dengan kloroplas berbentuk seperti mangkuk. *Chlamydomonas* juga memiliki stigma dan pirenoid. *Chlamydomonas* bereproduksi secara aseksual dengan pembentukan zoospora dan secara seksual dengan konjugasi.
- c. ***Chlorococcum*** adalah Chlorophyta yang hidup soliter di air tawar. *Chlorococcum* memiliki sel berbentuk bulat telur, dengan kloroplas berbentuk seperti mangkuk.
- d. ***Volvox*** adalah Chlorophyta yang membentuk koloni seperti bola dan tersusun dari sekitar 500 buah sel di air tawar. *Volvox* memiliki sepasang flagela untuk bergerak dan stigma. *Volvox* dapat bereproduksi secara aseksual dengan fragmentasi koloni dan secara seksual dengan konjugasi.
- e. ***Hydrodictyon*** adalah Chlorophyta yang membentuk koloni seperti jala di air tawar dengan panjang mencapai 30 cm. Selain koloninya yang berbentuk jala, kloroplas pada organisme ini juga berbentuk seperti jala. *Hydrodictyon* tidak memiliki alat gerak. *Hydrodictyon* dapat bereproduksi secara aseksual dengan pembentukan zoospora dan fragmentasi koloni, serta secara seksual dengan konjugasi.

- f. ***Spirogyra*** adalah Chlorophyta yang hidup di air tawar, dengan bentuk tubuh seperti benang yang bersekat-sekat dan berlendir. *Spirogyra* memiliki kloroplas berbentuk seperti spiral. *Spirogyra* bereproduksi secara aseksual dengan fragmentasi dan secara seksual dengan konjugasi.
- g. ***Ulva*** adalah Chlorophyta yang hidup di perairan laut dangkal dan menempel pada substrat. *Ulva* memiliki bentuk tubuh seperti lembaran, dengan kloroplas berbentuk seperti mangkuk. *Ulva* mengalami



Gambar 15. Beberapa contoh Chloropyta
<http://domainbiology.blogspot.com>

3. Chrysophyta

Chrysophyta berasal dari bahasa Yunani, *chrysos* yang berarti emas. Chrysophyta disebut juga Alga emas atau Algae pirang karena memiliki warna keemasan. Pigmen dominan pada Chrysophyta adalah xantofil (kuning) dan pigmen lain seperti klorofil a, klorofil c, dan karotenoid.

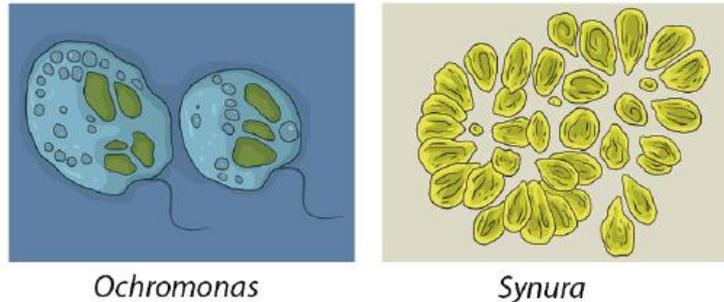
Struktur Tubuh Chrysophyta

- a. Bersifat uniseluler atau multiseluler.
- b. Memiliki dinding sel yang mengandung hemiselulosa, pektin, atau silika.
- c. Ada yang memiliki satu atau dua buah flagela dan ada yang tidak.
- d. Ada yang memiliki pirenoid sebagai tempat penyimpanan makanan.
- e. Chrysophyta hidup secara fotoautotrof, karena memiliki pigmen fotosintetik.
- f. Chrysophyta dapat hidup secara soliter atau berkoloni.
- g. Chrysophyta dapat melakukan reproduksi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan pembelahan biner. Dan reproduksi seksual dilakukan dengan pembentukan sel khusus yang disebut **auksospora**. Auksospora adalah zigot yang dilindungi oleh suatu dinding sel yang berbeda dengan dinding sel pada umumnya. Chrysophyta dapat hidup di air tawar atau air laut.

Organisme-organisme yang tergolong Chrysophyta adalah sebagai berikut.

- a. ***Ochromonas*** adalah Chrysophyta yang bersifat uniseluler dan soliter. Sel tubuh *Ochromonas* berbentuk seperti bola dan memiliki sepasang flagela yang berbeda panjangnya.

- b. **Synura** adalah Chrysophyta yang bersifat uniseluler dan membentuk koloni. *Synura* memiliki sepasang flagela yang hampir sama panjangnya



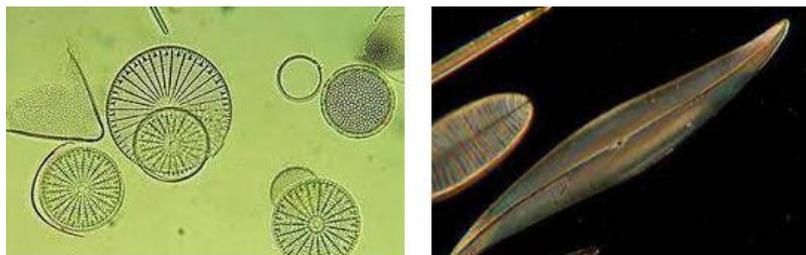
Gambar 16. Beberapa contoh Chrysophyta
<http://domainbiology.blogspot.com>

4. Bacillariophyta

Bacillariophyta disebut juga Algae diatom. **Bacillariophyta** merupakan Alga uniseluler berwarna kuning kecokelatan. Bacillariophyta memiliki dinding sel yang unik seperti gelas dari campuran bahan organik dan silika.

Ciri-ciri Bacillariophyta

- Bersifat uniseluler.
- Memiliki dinding sel dari bahan silikat hidrat yang terdiri atas dua bagian seperti kotak dengan tutupnya, yaitu wadah (hipoteka) dan tutup (epiteka). Epiteka berukuran lebih besar daripada hipoteka. Di antara epiteka dan hipoteka terdapat celah yang disebut **rafe**.
- Pada epiteka dan hipoteka terdapat pori-pori untuk pertukaran zat dan gas antara sel dan lingkungannya.
- Inti sel terletak di pusat sitoplasma.
- Memiliki kloroplas dengan bentuk bervariasi, seperti cakram, huruf H, perifer, dan pipih
- Sisa dinding sel Bacillariophyta yang mati akan mengendap di dasar perairan dan membentuk tanah diatom (*diatomaceous earth*). Tanah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan pasta gigi, isolasi, bahan penggosok, penyaring, campuran semen, penyerap nitrogliserin pada bahan peledak, bahan penyedap suara, bahan pembuat cat, dan piringan hitam.
- Bacillariophyta dapat hidup di air tawar seperti sawah atau parit dan juga di air laut.
- Contoh-Contoh Bacillariophyta Organisme-organisme yang termasuk anggota Bacillariophyta antara lain adalah *Navicula* sp., *Pinnularia* sp., *Cyclotella* sp., dan *Melosira* sp.



Gambar 16. Beberapa contoh Bacillariophyta
<http://domainbiology.blogspot.com>

5. Pyrrophyta

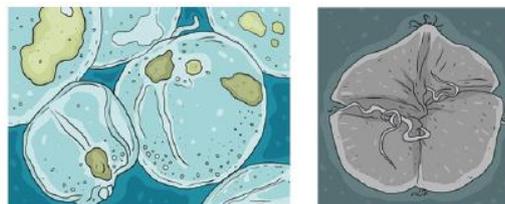
Pyrrophyta atau **Alga api** adalah Alga uniseluler yang menyebabkan air laut tampak berpendar pada malam hari (bioluminesensi) karena sel-selnya mengandung fosfor.

Struktur Tubuh Pyrrophyta

- Sebagian besar anggotanya bersifat uniseluler
- Memiliki sepasang flagela yang terletak di ujung sel atau di bagian samping sel, sehingga sering disebut juga **Dinoflagellata**.
- Memiliki dinding sel berupa lempengan selulosa berbentuk poligonal, dengan alur membujur dan melintang
- Memiliki klorofil a, klorofil c, karotenoid, dan xantofil.
- Pyrrophyta hidup secara fotoautotrof dengan melakukan proses fotosintesis. Pyrrophyta juga dikenal sebagai penyusun fitoplankton di perairan laut dan tawar.
- Pyrrophyta bereproduksi secara aseksual dengan pembelahan biner.
- Sebagian besar Pyrrophyta hidup di laut dan sebagian kecil di air tawar. Pada musim tertentu, terjadi perputaran arus dari bawah laut yang membawa nutrisi dari dasar laut ke permukaan. Keadaan ini menyebabkan populasi Pyrrophyta melimpah atau *blooming*, sehingga mendorong terjadinya pasang merah (*red tide*) di laut. Pasang merah dapat membahayakan manusia dan hewan karena
- Pyrrophyta dapat menghasilkan racun.

Banyak dari anggota Pyrrophyta yang dapat menghasilkan racun, tetapi ada juga yang tidak menghasilkan racun. Jenis-jenis yang menghasilkan racun antara lain adalah sebagai berikut.

- Karenia brevis*** adalah Pyrrophyta yang menghasilkan racun brevetoksin atau gymnocin. Racun-racun tersebut dapat menyebabkan keracunan dengan gejala pusing, mual, muntah, dan gangguan koordinasi otot.
- Gambierdiscus toxicus*** adalah Pyrrophyta yang menghasilkan racun ciguatoksin.
- Pfiesteria sp.*** adalah Pyrrophyta yang menghasilkan racun yang dapat merusak sistem saraf (neurotoksin). Neurotoksin yang termakan oleh hewan dapat menyebabkan kematian, misalnya pada ikan, udang, kepiting, dan burung. Sementara itu, neurotoksin yang terkonsumsi manusia dapat menimbulkan gangguan kesehatan.
- Lingulodinium polyedrum*** dan ***Gonyaulax*** adalah Pyrrophyta yang menghasilkan racun saksitoksin. Racun tersebut dapat menyebabkan muntah, diare, hingga hilangnya koordinasi tubuh jika termakan oleh manusia.



Noctiluca

Karenia

Gambar 17. Beberapa contoh Pyrrophyta

<https://mlabscience.weebly.com/bacillariophyta.html>

Jenis-jenis yang tidak menghasilkan racun antara lain adalah sebagai berikut.

Noctiluca scintillans dan ***Noctiluca miliaris*** adalah Pyrrophyta yang disebut juga ***sea sparkle***. Hal ini dikarenakan kedua organisme tersebut memiliki kemampuan bioluminesensi (kemampuan mengeluarkan cahaya secara alami).

6. Phaeophyta

Phaeophyta disebut juga Alga coklat karena memiliki pigmen fukosantin (cokelat) yang secara dominan menyelubungi warna hijau dari klorofil.

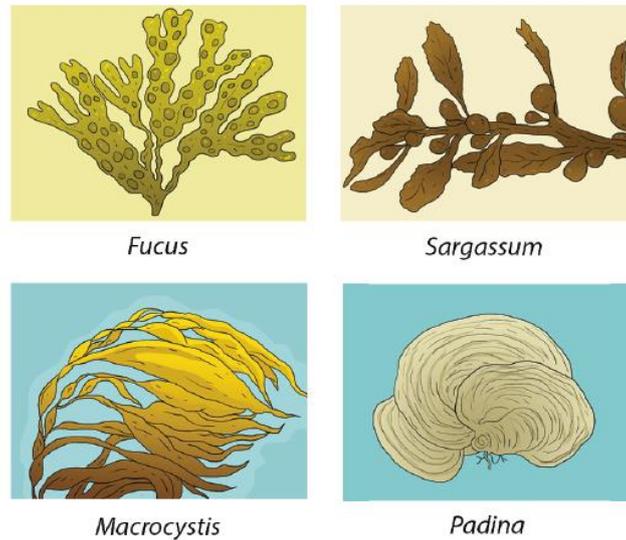
Ciri-ciri Phaeophyta

- a. Bersifat multiseluler, dengan bentuk tubuh seperti benang atau menyerupai tumbuhan talus. Hal ini dikarenakan Phaeophyta memiliki bagian tubuh seperti akar, batang, dan daun. Ukuran talus dapat mencapai 100 m, misalnya pada *Macrocystis* sp., sehingga disebut juga *giant kelp* (Algae raksasa).
- b. Memiliki dinding sel yang mengandung asam alginat dan pektin.
- c. Memiliki kloroplas tunggal dengan bentuk beragam, seperti cakram atau benang.
- d. Memiliki pigmen fotosintetik berupa fukosantin, klorofil a, klorofil c, dan xantofil.
- e. Memiliki cadangan makanan berupa minyak laminarin yang disimpan di dalam pirenoid.
- f. Talus melekat pada substrat berupa bebatuan dengan menggunakan *holdfast*.
- g. Selain itu, juga dapat mengapung dengan bantuan alat berupa gelembung udara yang terdapat di dekat *blade* (bagian tubuh seperti daun).
- h. Phaeophyta hidup secara fotoautotrof dengan melakukan fotosintesis pada bagian talus yang berbentuk seperti daun. Hasil fotosintesis tersebut akan ditransportasikan ke tangkai yang menyerupai batang
- i. Cara Reproduksi Phaeophyta
 - Phaeophyta bereproduksi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan fragmentasi tubuh atau pembentukan zoospora. Reproduksi seksual dilakukan dengan peleburan spermatozoid dan ovum. Padaujung talus yang fertil dibentuk **reseptakel**, yaitu badan yang mengandung alat reproduksi. Di dalam reseptakel terdapat konseptakel yang mengandung anteridium dan oogonium. Anteridium menghasilkan sel kelamin jantan (spermatozoid), sedangkan oogonium menghasilkan sel kelamin betina (sel telur) dan benang-benang mandul (parafisis).
- j. Sebagian besar anggota Phaeophyta hidup di air laut dan hanya sebagian kecil yang hidup di air tawar. Phaeophyta umumnya tumbuh di pantai-pantai pada daerah bersuhu sedang hingga dingin.

Organisme-organisme yang merupakan anggota dari Phaeophyta adalah sebagai berikut.

- a. ***Fucus vesiculosus*** adalah Phaeophyta yang memiliki talus berbentuk pipih dan bercabang dikotom. *Fucus vesiculosus* memiliki kantong udara berbentuk hampir bulat.
- b. ***Macrocystis pyrifera*** adalah Phaeophyta yang memiliki talus berukuran besar sehingga dapat membentuk hutan *kelp*. *Macrocystis pyrifera* banyak terdapat di daerah kutub selatan.
- c. ***Sargassum vulgare*** adalah Phaeophyta yang memiliki talus panjang dan melekat pada batu karang. *Sargassum vulgare* banyak terdapat di pantai selatan Pulau Jawa dan Kepulauan Seribu.
- d. ***Turbinaria decurrens*** adalah Phaeophyta yang memiliki talus panjang dan melekat di batu-batu karang. *Turbinaria decurrens* memiliki *blade* berbentuk bulat dengan ujung-ujung bergerigi dan mengandung asam alginat.
- e. ***Laminaria digitalis*** adalah Phaeophyta penghasil iodin yang berfungsi sebagai obat penyakit gondok.
- f. ***Nereocystis* sp.** bersama-sama dengan *Macrocystis* membentuk hutan *kelp*.

- g. ***Ectocarpus sp.*** adalah Phaeophyta yang mengalami metagenesis **isomorfik**, yaitu sporofit dan gametofit memiliki bentuk dan ukuran yang sama secara morfologi, tetapi berbeda secara sitologi.
- h. ***Padina australis*** adalah Phaeophyta yang memiliki talus berbentuk seperti kipas yang hidup di bebatuan karang. Permukaan *Padina australis* kadang-kadang tampak putih karena perkapuran dan mengandung kalsium yang cukup tinggi.



Gambar 18. Beberapa contoh Phaeophyta
<https://mlabscience.weebly.com/phaeophyta.html>

7. Rhodophyta

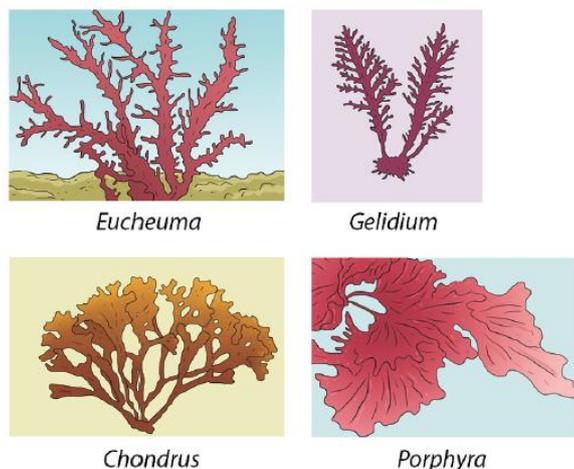
Rhodophyta atau **Alga merah** adalah Algae yang memiliki talus berwarna kemerahan karena mengandung pigmen dominan fikoeritrin (merah). Pigmen dominan ini menutupi pigmen lainnya seperti klorofil a, klorofil d, karoten, dan fikobilin yang tersusun dari fikoeritrin dan fikosianin.

Ciri – ciri Rhodophyta

- a. Bersifat multiseluler, dengan bentuk talus seperti rumput atau pohon.
- b. Memiliki dinding sel yang mengandung selulosa dan pektin. Ada juga beberapa Rhodophyta yang dinding selnya mengandung zat kapur.
- c. Tidak memiliki flagela.
- d. Memiliki cadangan makanan berupa tepung fluorid (bahan agar-agar) yang disimpan di dalam pirenoid.
- e. Rhodophyta hidup secara fotoautotrof dengan melakukan proses fotosintesis. Rhodophyta yang hidup di perairan memiliki pigmen fikosianin dan fikoeritrin yang berfungsi menangkap gelombang cahaya yang tidak dapat ditangkap oleh klorofil.
- f. Rhodophyta yang hidup di laut dalam berwarna merah gelap, sedangkan yang hidup di perairan sedang berwarna merah cerah. Sementara itu, Rhodophyta yang hidup di perairan dangkal berwarna merah kehijauan karena fikoeritrin yang menutupi klorofil lebih sedikit.
- g. Sebagian besar Rhodophyta hidup di perairan laut tropis, di daerah yang dangkal hingga kedalaman 260 meter, dan bersuhu hangat. Akan tetapi, ada juga yang hidup di air tawar atau tanah basah.

Organisme-organisme yang merupakan anggota Rhodophyta adalah sebagai berikut.

- Gelidium robustum*** adalah Rhodophyta yang banyak mengandung bahan agar-agar.
- Gracillaria sp.*** adalah Rhodophyta yang dapat menghasilkan agar-agar. *Gracillaria sp.* banyak dibudidayakan di tambak-tambak di daerah Takalar Sulawesi Selatan.
- Eucheuma spinosum*** adalah Rhodophyta yang berwarna kemerahan, hijau, atau kuning. *Eucheuma spinosum* hidup di pantai yang dangkal dan banyak dibudidayakan sebagai bahan pembuatan agar-agar.
- Corallina officinalis*** adalah Rhodophyta yang berwarna merah muda hingga kekuningan. Akan tetapi, dapat berubah menjadi putih jika dalam keadaan kering dan terkena cahaya matahari. *Corallina officinalis* memiliki talus beruas-ruasseperti tulang dan mengandung zat kapur, tetapi mudah patah. Jenis ini banyak digunakan dalam industri kosmetik.
- Gigartina mamilliosa*** dan ***Gigartina acicularis*** adalah Rhodophyta yang memiliki talus berbentuk pipih dan berwarna kemerahan. *Gigartina mamilliosa* dan *Gigartina acicularis* umumnya dimanfaatkan untuk pembuatan jelly, agaragar, dan es krim.
- Chondrus crispus*** adalah Rhodophyta yang memiliki talus berbentuk pipih dan berwarna ungu kemerahan. *Chondrus crispus* banyak mengandung albumin, mineral, iodin, dan belerang, serta dapat dimakan. Jenis ini banyak tumbuh di pesisir laut Atlantik, Irlandia, dan Inggris.
- Palmaria palmata*** atau disebut juga ***dulse*** adalah Rhodophyta yang banyak mengandung vitamin B6, B12, zat besi, fluor, dan kalium. *Palmaria palmata* umumnya dimanfaatkan untuk makanan seperti sup, salad, dan pizza. *Palmaria palmata* banyak tumbuh di perairan laut Atlantik dan Pasifik.
- Porphyra sp.*** adalah Rhodophyta yang umumnya tumbuh di daerah intertidal. Di Jepang, *Porphyra sp.* digunakan untuk membuat *nori*, yaitu pembungkus sushi.
- Mastocarpus stellatus*** hampir sama seperti *Chondrus crispus* yang banyak digunakan untuk membuat makanan dan minuman. Jenis ini banyak tumbuh di Irlandia dan Skotlandia.
- Laurencia obtusa*** adalah Rhodophyta yang memiliki talus silindris dengan panjang mencapai 20 cm. *Laurencia obtusa* bercabang-cabang sebelahmenyebelah serta dapat menghasilkan senyawa antibakteri, antibiotik, dan bahan makanan. Jenis ini banyak ditemukan di perairan Indonesia.



Gambar 18. Beberapa contoh Phaeophyta
<https://mlabscience.weebly.com/phaeophyta.html>

C. Rangkuman

Protista mirip tumbuhan (Alga) adalah Protista yang bersifat fotoautotrof. Hal ini dikarenakan protista tersebut memiliki kloroplas yang mengandung klorofil I atau plastida yang mengandung pigmen fotosintetik lainnya. Bersifat uniseluler atau multiseluler. Ukuran tubuh bervariasi, mulai dari yang mikroskopis berukuran 8 µm hingga yang makroskopis dengan ukuran mencapai 60 m. Bentuk tubuh tetap karena memiliki dinding sel. Dinding sel Alga ada yang mengandung selulosa, hemiselulosa, silika, kalsium karbonat, pektin, polisakarida, alginat, agar, dan karaginan. Bahan-bahan tersebut membentuk gel sehingga tubuh Alga terasa berlendir atau seperti karet. Bentuk tubuh Alga juga bervariasi, yaitu bulat, oval, atau seperti buah pir. Alga dikelompokkan dalam tujuh filum berdasarkan pigmen yang dominan pada alga tersebut, yaitu Euglenophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Pyrrophyta, Phaeophyta, dan Rhodophyta. Peranan kelompok alga adalah sebagai sumber makanan baru bagi manusia.

D. Penugasan Mandiri

Carilah informasi tentang pengolahan rumput laut sebagai bahan makanan yang kaya protein. Dengan cara bertanya langsung ke tempat pengolahan. Atau dengan cara mencari artikel-artikel yang ada di majalah ataupun di internet.

E. Latihan Soal

Untuk mengukur kemampuan dalam pembelajaran 3 kalian dapat menjawab soal-soal berikut ini. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat.

- Berikut ini pernyataan yang menjadi ciri khusus tentang protista mirip tumbuhan adalah...
 - Tubuh uniseluler dan multiseluler
 - Berkembangbiak secara aseksual dan seksual
 - Memiliki pigmen berupa klorofil a, klorofil b, klorofil c, karoten, atau fukosantin
 - Sifat hidup heterotrof
 - Habitat di air tawar ataupun air laut
- Salah satu ciri ganggang hijau yang membedakan dengan ganggang yang lain adalah ...
 - Mampu berfotosintesis
 - Berkembang biak dengan konjugasi
 - Memiliki pigmen dominan berupa klorofil
 - Memiliki pirenoid untuk menyimpan amilum
 - Habitatnya yang kosmopolit
- Dalam usaha manusia mencari sumber makanan baru, ternyata *Chorella* mendapat perhatian yang cukup besar. Hal ini dikarenakan *Chorella* mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi dan mudah berfotosintesis. *Chorella* termasuk golongan....
 - Chlorophyta*
 - Phaeophyta*
 - Rhodophyta*
 - Cyanophyta*
 - Chrisophyta*

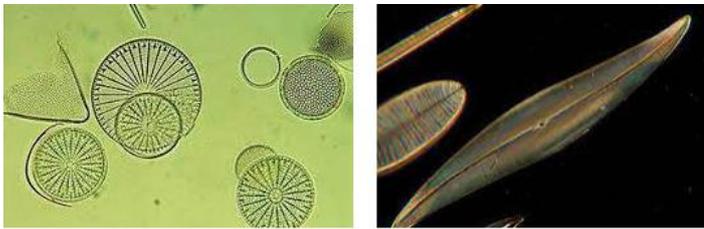
4. Di bawah ini beberapa spesies ganggang :

- 1) *Chlorella*
- 2) *Eucheuma*
- 3) *Gracilaria*
- 4) *Gelidium*
- 5) *Navicula*
- 6) *Spirogyra*

Jenis ganggang yang bermanfaat pada industri makanan, yaitu nomor

- A. 1, 2, 5, 6
- B. 1, 2, 4, 6
- C. 1, 2, 3, 4
- D. 1, 3, 4, 6
- E. 1, 5, 6, 3

5. Perhatikan gambar di bawah ini !



Berdasarkan gambar termasuk kelompok

- A. *Euglenophyta*
- B. *Chlorophyta*
- C. *Rhodopyta*
- D. *Bacillariophyta*
- E. *Chrysiphyta*

6. Perhatikan ciri-ciri protista mirip tumbuhan berikut ini !

- a) Bersifat uniseluler.
- b) Tubuh berbentuk oval
- c) Memiliki kloroplas berbentuk oval.
- d) Memiliki flagela sebagai alat gerak

Berdasarkan ciri tersebut termasuk ke dalam kelompok

- A. *Euglenophyta*
- B. *Chlorophyta*
- C. *Rhodopyta*
- D. *Phaeophyta*
- E. *Chrysiphyta*

KUNCI DAN PEMBAHASAN SOAL LATIHAN

NO	KUNCI	PEMBAHASAN
1	C	Yang menjadi ciri khas Algae memiliki beberapa jenis klorofil, yaitu klorofil a, klorofil b, klorofil c, dan klorofil d. Semua klorofil tersebut tersimpan di dalam kloroplas. Algae juga memiliki pigmen fotosintetik selain klorofil, yaitu xantofil (kuning), fikosianin (biru), fukosantin (cokelat), fikoeritrin (merah), dan karotenoid
2	C	Pigmen utama kelompok chlorophyta adalah klorofil
3	A	Chlorela merupakan mikroorganisme yang termasuk dalam filum Chlorophyta atau yang sering kita kenal sebagai alga hijau. Mikroalga jenis Chlorella sp. berwarna hijau, pergerakannya tidak motil dan struktur tubuhnya tidak memiliki flagel. Selnya berbentuk bola berukuran sedang dengan diameter 2-10 µm, bergantung pada spesiesnya, dengan kloroplas berbentuk seperti cangkir. Alga hijau memiliki struktur yang hampir sama dengan tumbuhan, salah satunya ialah dinding selnya. Chlorella juga mempunyai dinding sel yang tersusun atas selulosa
4	C	Pembahasan : Ganggang yang berperan dalam industri makanan sebagai bahan pembuat agar-agar yaitu Eucheuma, Gelidium dan Gracilaria, sedangkan Chlorella berperan sebagai suplemen makanan
5	D	Gambar tersebut adalah diatom yang merupakan kelompok Bacillariophyta
6	A	Ciri utama Euglenophyta adalah bersel satu dan memiliki alat gerak

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

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

F. Penilaian Diri

Lakukan penilaian diri untuk mengetahui seberapa jauh, kalian memahami materi pada kegiatan pembelajaran 3. Berilah tanda centang (v) pada kolom jika sesuai atau tidak sesuai dengan yang dirasakan

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Saya dapat memahami ciri-ciri umum protista mirip tumbuhan?		
2	Apakah Saya dapat memahami pengelompokan protista mirip tumbuhan ?		
3	Apakah saya dapat memahami ciri <i>Euglenophyta</i> ?		
4	Apakah saya dapat memahami ciri <i>Chlorophyta</i> ?		
5	Apakah saya dapat memahami ciri <i>Chrysophyta</i> ,?		
6	Apakah saya dapat memahami ciri <i>Bacillariophyta</i> ?		
7	Apakah saya dapat memahami ciri <i>Pyrrophyta</i> ?		
8	Apakah saya dapat memahami ciri <i>Rhodophyta</i> ?		
9	Apakah saya dapat memahami peranan protista mirip tumbuhan dalam kehidupan manusia		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas maka pelajari kembali modul kegiatan pembelajaran 3. **“Jangan putus asa”**. Jika menjawab “Ya “ pada semua pertanyaan, maka lanjutkan ke kegiatan Evaluasi.

EVALUASI

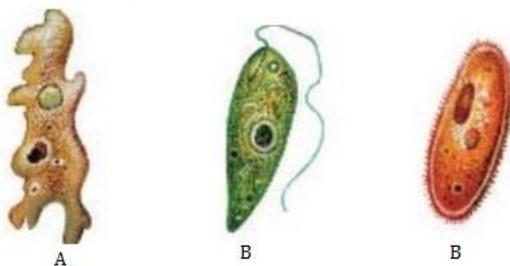
Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Anggota Protista yang bersifat uniseluler berbeda dengan Eubacteria dan Archaeobacteria terutama karena Protista bersifat...
 - A. Prokariotik
 - B. Eukariotik
 - C. Autotrof
 - D. Heterotrof
 - E. Aerob

2. Berikut ini adalah beberapa ciri makhluk hidup:
 - 1) Prokariot
 - 2) Eukariotik
 - 3) Uniseluler
 - 4) Multiseluler
 - 5) Memiliki beberapa jaringan
 Yang merupakan ciri Protista adalah ...
 - A. 1, 3, 4
 - B. 2, 3, 4
 - C. 3, 4, 5
 - D. 1, 2, 3, 4
 - E. 1, 2, 3, 4, 5

3. Myxomycota merupakan Protista yang menyerupai jamur dan memiliki sifat seperti *Amoeba* karena ...
 - A. Dapat bergerak dengan kaki semu
 - B. Dapat bergerak dengan silia
 - C. Bersifat saprofit
 - D. Menghasilkan lender
 - E. Tidak memiliki klorofil

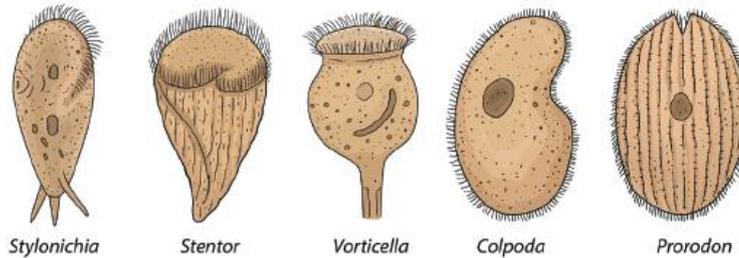
4. Perhatikan gambar berikut ini !



- Keterangan tepat berdasarkan gambar adalah....
- A. A = *Amoeba sp* kelompok *Ciliata*
 - B. B = *Euglena sp* kelompok *Rhizopoda*
 - C. C = *Paramecium sp* kelompok *Ciliata*
 - D. B = *Euglena sp* kelompok *Ciliata*
 - E. C = *Paramecium sp* kelompok *Rhizopoda*
5. Salah satu ciri ganggang hijau yang membedakan dengan ganggang yang lain adalah ...
 - A. Mampu berfotosintesis
 - B. Berkembang biak dengan konjugasi

- C. Memiliki pigmen dominan berupa klorofil
- D. Memiliki pirenoid untuk menyimpan amilum
- E. Habitatnya yang kosmopolit

6. Perhatikan gambar di bawah ini !



Berdasarkan gambar termasuk kelompok....

- A. *Rhizopoda*
- B. *Ciliata*
- C. *Flagellata*
- D. *Sporozoa*
- E. *Pseudopodia*

7. Perhatikan uraian berikut!

- 1) Secara umum bersifat uniseluler.
- 2) Hampir keseluruhannya hidup di perairan laut.
- 3) Reproduksi seksualnya dengan cara penyatuan gamet yang berlainan jenis.
- 4) Memiliki klorofil a dan c, karoten, santofil.
- 5) Pigmen dominannya fukosantin.

Uraian di atas merupakan ciri dari kelompok alga

- A. *Rhodophyta*
- B. *Chrysophyta*
- C. *Clorophyta*
- D. *Euglenophyta*
- E. *Phaeophyta*

8. Perhatikan gambar berikut ini !



Berdasarkan gambar Alga tersebut merupakan kelompok

- A. *Chrysophyta*
- B. *Clorophyta*
- C. *Rhodophyta*
- D. *Euglenophyta*
- E. *Phaeophyta*

9. Jamur lendir dikatakan mirip hewan selama sebagian hidupnya karena....
- Bergerak dan menelan mangsanya.
 - Tumbuh pada daun atau kayu yang busuk
 - Bereproduksi dengan membentuk spora
 - Memiliki penampakan mirip hewan
 - Merupakan organisme heterotroph
10. Perhatikan ciri-ciri alga berikut ini !
- Sebagian besar anggotanya bersifat uniseluler
 - Memiliki sepasang flagela yang terletak di ujung sel atau di bagian samping sel, sehingga sering disebut juga **Dinoflagellata**.
 - Memiliki dinding sel berupa lempengan selulosa berbentuk poligonal, dengan alur membujur dan melintang
 - Memiliki klorofil a, klorofil c, karotenoid, dan xantofil
 - Sel-selnya mengandung fosfor sehingga berpendar pada malam hari
- Alga yang sesuai dengan ciri tersebut adalah...
- Euglena viridis*
 - Noctiluca sp*
 - Euchema spinosum*
 - Sargassum sp*
 - Fucus sp*

Kunci Jawaban Evaluasi

NOMOR	KUNCI JAWABAN
1	B
2	B
3	A
4	C
5	C
6	B
7	E
8	C
9	A
10	B

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi pada KD ini.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

DAFTAR PUSTAKA

Campbell. 2012. *Buku Ajar Biologi*. Jakarta : Penerbit Erlangga

Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA*. Jakarta .CV.Ricardo

<https://ruangguru.co/protista/> diakses tanggal 13 September 2020.

<https://www.biologijk.com/search?updated-max=2017-10-10T16:40:00-07:00&max-results=10&reverse-paginate=true> diakses tanggal 13 September 2020.

<https://www.ayokbelajar.com/pengertian-rhizopoda-ciri-contoh-reproduksi/reproduksi-amoeba-sp/> . diakses tanggal 13 September 2020.

<https://www.microscopemaster.com/class-actinopoda.html>. diakses tanggal 13 September 2020

<http://wmh1989.blogspot.com/2012/05/foraminifera-apa-itu.html>. diakses tanggal 13 September 2020.

<https://www.biologijk.com/2017/10/pengertian-ciri-klasifikasi-reproduksi-contoh-dan-peranan-ciliata.html> diakses tanggal 13 September 2020.

<https://pak.pandani.web.id/2015/09/siklus-hidup-plasmodium-sp.html> diakses tanggal 13 September 2020

<https://www.masdayat.net/2019/10/pada-fase-apakah-filum-myxomycota.html> diakses tanggal 13 September 2020

<http://pustaka.pandani.web.id/2014/05/klasifikasi-protista-yang-menyerupai.html> diakses tanggal 13 September 2020

<http://domainbiology.blogspot.com/2017/10/what-is-euglenophytas-traits-habitats.html> diakses tanggal 13 September 2020

<http://wrghar.blogspot.com/2009/09/peta-konsep-protista.html> diakses tanggal 14 September 2020

Irningtyas, 2018, *Biologi SMA kelas X*, Jakarta: Erlangga

Nurhayati, Nunung dan Resti Wijayanti, 2017, *Biologi SMA kelas X*, Bandung: YRama Yudha



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



JAMUR

BIOLOGI

KELAS X

PENYUSUN

Prasida Widiyanto

SMAN 1 Boja

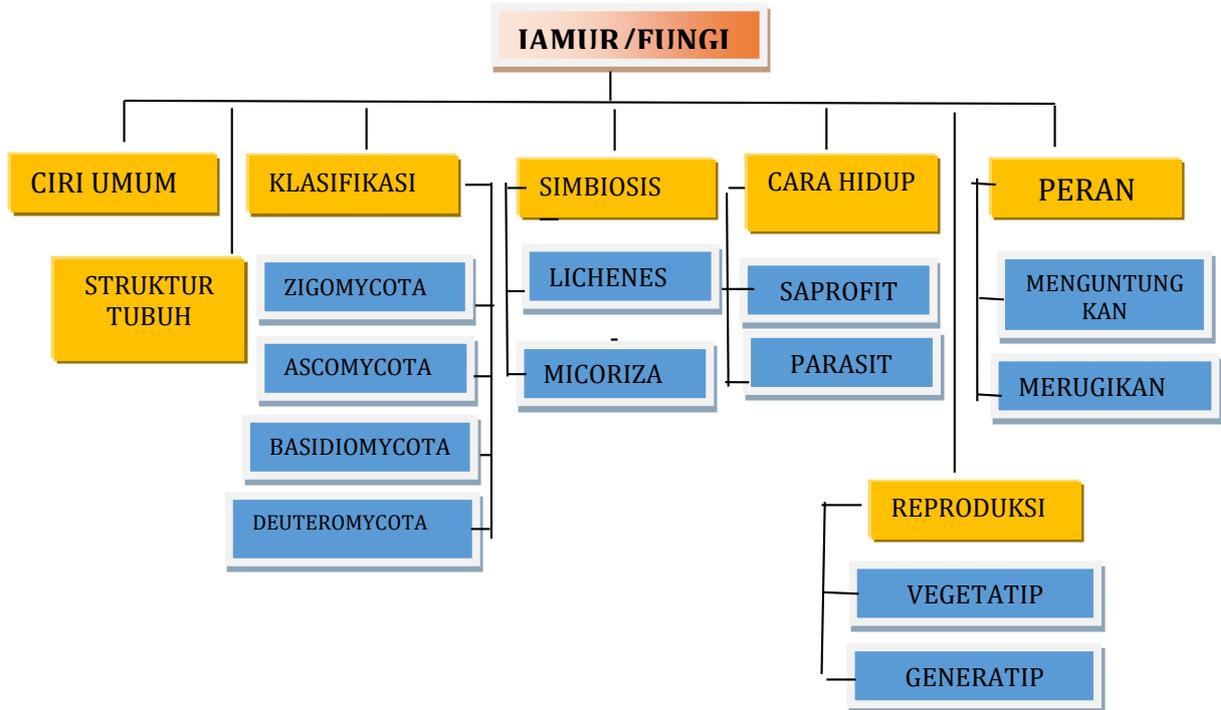
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
GLOSARIUM.....	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul.....	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul.....	6
E. Materi Pembelajaran.....	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
Ciri-Ciri dan Klasifikasi Jamur	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman	13
D. Penugasan Mandiri	13
E. Latihan Soal	14
F. Penilaian Diri.....	16
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	17
Reproduksi dan Peranan Jamur.....	17
A. Tujuan Pembelajaran	17
B. Uraian Materi.....	17
C. Rangkuman	23
D. Latihan Soal	23
E. Penilaian Diri.....	25
EVALUASI	27
DAFTAR PUSTAKA	32

GLOSARIUM

Anteridium	: Gamet jantan pada Ascomycota dan Basidiomycota.
Aplanospora	: Spora yang tidak berflagel.
Askokarp	: Tempat berkumpulnya askus –askus ascomycota (badan buah).
Askospora	: Spora yang terdaat di dalam askus yang dibentuk oleh dua jenis hifa pada ascomycotina.
Askus	: Tempat terbentuknya spora pada ascomycota.
Aspergillosis	: Infeksi karena Aspergillus.
Basidiospora	: Spora yang dibentuk pada basidium sebagai dua jenis hifa pada basidiomycotina
Endomikoriza	: Hifa jamur yang menembus akar hingga jaringan korteks
Ektomikoriza	: Hifa jamur yang hidup di epidermis akar.
Hifa	: Benang – benang halus penyusun jamur.
Hipogean	: Hidup saprofit di dalam tanah.
Klamidiospora	: Spora yang berdinding tebal.
Konidiospora	: Spora konidium yang terbentuk pada ujung hifa ascomycota.
Meiosis	: Proses seluler yang membelah sel diploid menjadi sel haploid
Mikoriza	: Jamur yang hifanya bersimbiosis dengan akar pada tanaman.
Miselium primer	: Miselium yang sel – selnya berinti satu.
Miselium sekunder	: Miselium yang sel –selnya berinti dua.
Miselium	: Hifa bercabang membentuk bangunan seperti anyaman.
Plasmogami	: Penyatuan sel atau hifa yang berbeda jenis.
Rhizoid	: Hifa yang menembus substrat.
Septa	: Hifa yang bersekat.
Seterigma	: Tonjolan yang terbentuk pada ujung sel oleh sel basidium yang membesar
Soredium	: Jalinan kecil hifa pada simbiosis jamur dengan alga pada Lichenes.
Sporangiofor	: Tangkai sporangium.
Stolon	: Hifa yang membentuk jaringan di permukaan substrat.
Zigospora	: Spora yang dibentuk oleh dua hifa yang kompatibel
Zoospora	: Spora yang memiliki flagela sehingga dapat bergerak di air.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 6 JP
Judul Modul	: Jamur

B. Kompetensi Dasar

- 3.7. Mengelompokkan jamur berdasarkan ciri-ciri, cara reproduksi, dan mengaitkan peranannya dalam kehidupan sehari-hari
- 4.7 Menyajikan laporan hasil investigasi tentang keanekaragaman jamur dan peranannya dalam kehidupan

C. Deskripsi Singkat Materi

Salam peserta didik Indonesia, tetap semangat dalam belajar dan selalu menjadi yang terbaik, Peserta didik tentu sudah tidak asing lagi dengan kata jamur, maka dengan menggunakan modul ini peserta didik dapat belajar tentang jamur. Jamur merupakan organisme eukariotik uniseluler atau multiseluler. Tubuh jamur biasanya disusun oleh benang halus hifa yang saling bergabung membentuk miselium. Jamur berkembangbiak secara seksual dan aseksual. Alat perkembangbiakan berupa spora seksual dan spora aseksual. Jamur dapat diklasifikasikan menjadi empat divisi, yaitu Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, dan Deuteromycota.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi maka ikuti petunjuk langkah-langkah yang harus anda lakukan selama mempelajari modul ini :

1. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar
2. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, kalian dapat mendiskusikannya dengan teman-teman dan apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
3. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang kalian dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.
4. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, kalian dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.
5. Rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar
6. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar kalian.
7. Periksalah hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal kalian dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan kalian belum benar, maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.

8. Untuk keberhasilan belajar kalian, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Membahas tentang ciri –ciri Jamur dan klasifikasi Jamur

Kedua : Membahas tentang cara hidup, reproduksi dan peranan Jamur

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Ciri-Ciri dan Klasifikasi Jamur

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 selesai, kalian diharapkan mampu

1. Menjelaskan ciri-ciri umum Divisio dalam Kingdom Fungi.
2. Menjelaskan struktur tubuh jamur
3. Mengelompokkan jamur berdasarkan ciri-ciri morfologinya

B. Uraian Materi

Kata jamur berasal dari kata latin yakni fungi. Jamur (fungi) adalah yang sifatnya eukariotik dan tidak berklorofil. jamur (fungi) ini reproduksi dengan secara aseksual yang menghasilkan spora, kuncup, dan fragmentasi. Sedangkan dengan secara seksual dengan zigospora, askospora, dan basidiospora. Jamur (fungi) ini hidupnya ditempat-tempat yang berlembap, air laut, air tawar, ditempat yang asam dan bersimbiosis dengan ganggang yang membentuk lumut (lichenes)

1. Ciri - ciri Jamur (Fungi)

Fungi (jamur) merupakan organisme eukariot, kebanyakan multiseluler, beberapa uniseluler, tidak berklorofil, dinding selnya mengandung kitin dan glukukan. Jamur bersifat heterotrof yaitu sebagai saprofit, parasit, dan hidup bersimbiosis dengan organisme lain. Jamur banyak terdapat dilingkungan, bentuknya macam- macam, ada yang seperti bola, gada, payung, dan sebagainya. Jamur berhabitat ditempat lembab, kurang cahaya, dan mengandung sisa- sisa organik, pada kayu yang lapuk dan tempat buangan sampah.

2. Struktur Tubuh Jamur

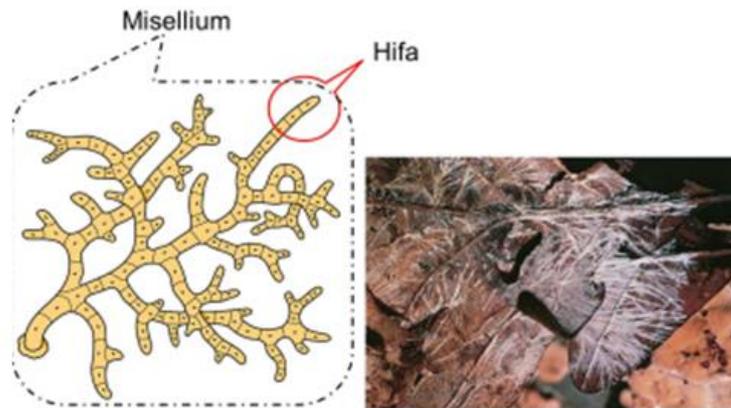
Struktur tubuh jamur tergantung pada jenisnya. Ada jamur yang uniseluler, misalnya khamir, ada pula jamur yang multiseluler membentuk tubuh buah besar yang ukurannya mencapai satu meter, contohnya jamur kayu. Tubuh jamur tersusun dari komponen dasar yang disebut hifa. Hifa membentuk jaringan yang disebut miselium. Miselium menyusun jalinan-jalinan semu menjadi tubuh buah.

Hifa adalah struktur menyerupai benang yang tersusun dari dinding berbentuk pipa. Dinding ini menyelubungi membran plasma dan sitoplasma hifa. Sitoplasmanya mengandung organel eukariotik. Kebanyakan hifa dibatasi oleh dinding melintang atau septa. Septa mempunyai pori besar yang cukup untuk dilewati ribosom, mitokondria, dan kadangkala inti sel yang mengalir dari sel ke sel. Akan tetapi, adapula hifa yang tidak berseptata atau hifa senositik. Struktur hifa senositik dihasilkan oleh pembelahan inti sel berkali-kali yang tidak diikuti dengan pembelahan sitoplasma.

Hifa pada jamur yang bersifat parasit biasanya mengalami modifikasi menjadi haustoria yang merupakan organ penyerap makanan dari substrat; haustoria dapat menembus jaringan substrat. Pada beberapa jamur, dinding hifa mengandung selulosa, tetapi pada umumnya terutama terdiri atas nitrogen organik, yaitu kitin.

Macam-macam hifa:

- Aseptat, yaitu hifa yang tidak mempunyai sekat atau septum dan biasa disebut senosit.
- Septat uninukleus, yaitu hifa dengan sel beinti tunggal, sekat membagi hifa menjadi ruang-ruang dan setiap ruang berisi satu inti.
- Septat multinukleus, yaitu hifa dengan sel banyak.



Gambar 1. Hifa pada Jamur
<http://mimikologi.blogspot.com/>

3. Klasifikasi Jamur

Berdasarkan cara reproduksi seksualnya, Fungi atau jamur dibagi menjadi empat divisi, yaitu Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina, dan Deuteromycotina

3.1. Zygomycota

Jamur ini dinamakan sebagai Zygomycota karena membentuk spora istirahat berdinding tebal yang disebut dengan zigospora. Zygomycota berhabitat di darat, di tanah, atau pada sisa organisme mati Zygomycota merupakan kelompok utama yang dapat dikatakan penting karena membentuk mikorisa (simbiosis jamur dengan akar tanaman). Anggota Zygomycota yang utama adalah hidup sebagai saprofit.

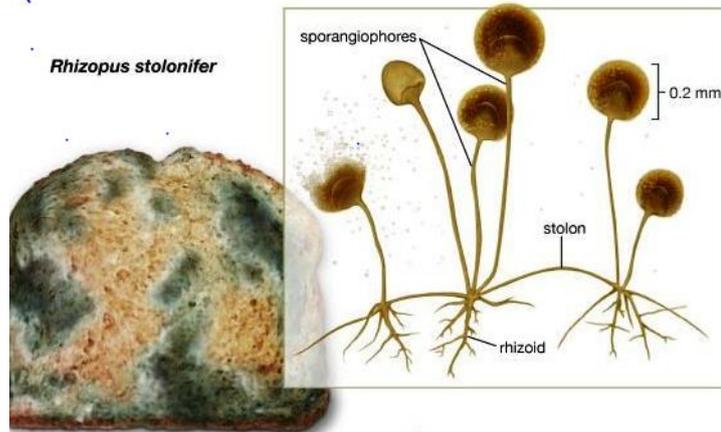
Misliem pada Rhizopus memiliki tiga tipe hifa yaitu sebagai berikut

- Stolon**, hifa yang membentuk jaringan pada permukaan substrak (misalnya roti)
- Rizoid**, hifa yang menembus substrak dan berfungsi sebagai jangkar untuk menyerap makanan
- Sporangiofor**, hifa yang tumbuh dengan tegak pada permukaan substrak dan memiliki sporangium globuler di ujungnya

Ciri – ciri Zygomycota

- Zygomycota habitat didarat, tanah dan hidup dengan saprofit
- Merupakan kelompok utama dalam membentuk mikoriza
- Memiliki miselium yang bercabang banyak dan juga tidak bersekat-sekat
- Zygomycota memiliki hifa yang bersifat senositik
- Dinding sel terdiri dari kitin dan tidak memiliki zoospora sehingga spora memiliki sel-sel yang berdinding
- Bereproduksi secara aseksual dan seksual

- g. Reproduksi secara seksual adalah dilakukan dengan peleburan dua hifa yaitu hifa betina dan jantan. Hifa betina adalah hifa yang memberikan isi selnya. Sedangkan hifa jantan adalah hifa yang menerima isi selnya
- h. Reproduksi secara aseksual adalah dilakukan pada spora yang telah pecah yang berasal dari sporangium, sehingga beberapa hifa akan muncul dengan ujung yang membentuk sporangium berisi spora yang jika terhambur akan membentuk miselium baru
- i. Hifa berfungsi dalam menyerap makanan yang disebut dengan rizoid



Gambar 2. Spora pada Jamur
<http://mimikologi.blogspot.com/>

3.2. Ascomycota

Ascomycota adalah jamur yang berkembang biak dengan membentuk spora di dalam selnya yang disebut askus. Askus berbentuk seperti kantung kecil. Alat reproduksi aseksual berupa hifa. Contoh Ascomycota adalah *Saccharomyces cerevisiae* (fermentasi alkohol) dan *Aspergillus flavus* (penghasil racun aflatoksin)

Ciri – ciri Ascomycota

- a. Dinding selnya tersusun atas zat kitin
- b. Unisel dan multiseluler
- c. Hifa bersekat, membentuk badan buah yang disebut ascokarp
- d. Mengandung inti haploid
- e. Memiliki keturunan diploid lebih singkat
- f. Reproduksi vegetatifnya dengan membentuk konidiospora
- g. Reproduksi generatifnya dengan konjugasi yang menghasilkan askospora



Gambar 3. Ascomycota (Sumber : Google Image)

Contoh Jamur-jamur yang termasuk anggota Ascomycota adalah sebagai berikut.
Uniseluler :

- a. *Saccharomyces sp.*, meliputi *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces sake*, dan *Saccharomyces tuac*.
- b. *Candida sp.*, meliputi *Candida albicans* dan *Candida utilis*

Multiseluler :

- a. *Penicillium sp.* meliputi *Penicillium notatum*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*, dan *Penicillium vermiculatum*. Kelompok *Penicillium* ini memiliki askokarp berbentuk bola yang disebut kleistotesium.
- b. *Aspergillus sp.*, meliputi *Aspergillus wentii*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus oryzae*, dan *Aspergillus fumigatus*.
- c. *Neurospora sp.*, meliputi *Neurospora crassa* dan *Neurospora sitophila*. *Neurospora* memiliki spora berwarna oranye, dengan askokarp berbentuk botol berleher. Askokarp ini dilengkapi lubang yang disebut ostiolum sebagai tempat keluarnya askus dan askospora. Bentuk askokarp seperti ini disebut peritesium

3.3. Basidiomycota

Basidiomycota adalah jamur yang berukuran makroskopis, bereproduksi aseksual dengan membentuk spora di atas sel yang disebut basidium. Reproduksi seksual dilakukan dengan membentuk spora konidia

Ciri-ciri Basidiomycota

- a. Multiseluler
- b. Hifa bersekat, dibedakan hifa primer (berinti satu) dan sekunder (berinti dua)
- c. Dinding selnya tersusun atas zat kitin
- d. Reproduksi vegetatif dg membentuk konidiaspora memiliki satu inti haploid
- e. Reproduksi generatif dg menghasilkan basidiospora
- f. Mengandung inti haploid
- g. Memiliki keturunan diploid lebih singkat
- h. Memiliki basidiokarp
- i. Badan buah berbentuk seperti payung atau kuping
- k. Beberapa jenis dapat dijadikan sumber makanan

Beberapa anggota dari genus *Amanita* mengandung racun yang sangat mematikan. Beberapa jenis Basidiomycota juga dapat membahayakan tumbuhan, misalnya menyebabkan kematian pada tanaman ladang.

Contoh: *Auricularia polytricha* (jamur kuping), *Volvariella volvaceae* (jamur merang), *Puccinia graminis*



Gambar 4. Jamur Basidiomycota (Sumber : Google Image)

3.4. Deuteromycota

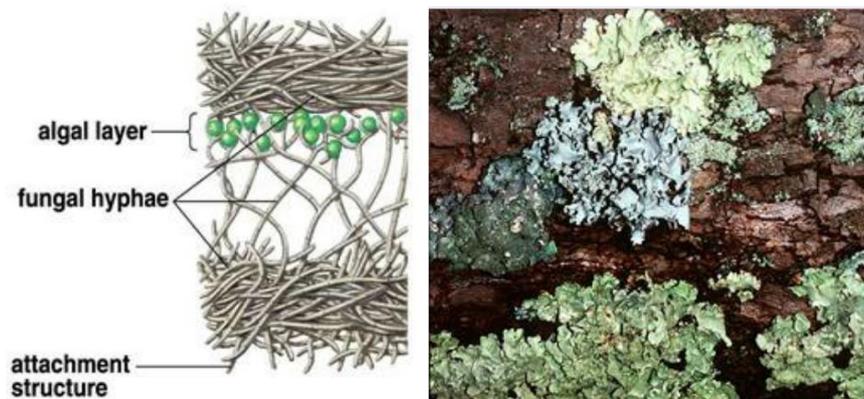
Deuteromycotina beranggotakan jamur-jamur yang belum diketahui cara reproduksi seksualnya. Oleh sebab itu, Deuteromycotina disebut juga Fungi imperfecti atau jamur tidak sempurna. Jika suatu jamur dalam penelitian lebih lanjut diketahui cara reproduksi seksualnya, jamur tersebut akan dimasukkan ke dalam divisi yang sudah ada, yaitu Zygomycotina, Ascomycotina, atau Basidiomycotina. Jamur *Monilia* merupakan contoh jamur yang sebelumnya digolongkan ke dalam Deuteromycotina. Akan tetapi, setelah diketahui cara reproduksi seksualnya, jamur ini kemudian dipindahkan ke dalam divisi Ascomycotina. Namanya juga diubah menjadi *Neurospora*.

Ciri-ciri lain dari jamur Deuteromycotina adalah sebagai berikut

- Memiliki hifa bersekat dengan dinding sel dari bahan kitin
- Multiseluler dan uniseluler
- Reproduksi vegetatif dg membentuk konidiospora
- Jarang membentuk tubuh buah
- Sebagian besar bersifat mikroskopis.
- Hidup sebagai saprofit atau parasit

4. Lichenes

Fungi jenis tertentu dapat bersimbiosis dengan algae uniseluler membentuk lichen (lumut kerak). Simbiosis ini bersifat menguntungkan. Biasanya antara anggota dari jamur ascomycota dan basidiomycota dengan alga hijau dan cyanophyta



Gambar 5. Lichenes (<https://biologigonz.blogspot.com>)

Lumut kerak merupakan organisme perintis karena dapat hidup di tempat dimana organisme lain tidak dapat hidup. Reproduksi secara aseksual, yaitu dengan fragmentasi dan membentuk soredia/soredium. Lumut kerak umumnya berbentuk talus kecil. Berdasarkan bentuk talusnya, lumut kerak dibedakan menjadi 3, yaitu :

- Talus Crustose (seperti kerak), yaitu talus yang menutupi seluruh permukaan substratnya. Contohnya *Glyphis*, melekat pada batang pohon seperti coret-coretan
- Talus Fructicose (seperti semak), yaitu talus yang dibentuk oleh suatu jaringan berbentuk bulatan kecil seperti jalinan jala yang tidak rapat.
Contoh : *Usnea longissima*, melekat pada pucuk pohon *Cladonia*, hidup di kutub utara
- Talus Foliose (seperti daun), yaitu talus yang berbentuk seperti daun dua lapis (atas dan bawah) serta memiliki bentuk dan warna berbeda
Contoh : *Parmelia* melekat pada batu-batuan

5. Mikoriza

Mikoriza merupakan simbiosis antara fungi dengan akar tanaman.

Simbiosis ini menguntungkan bagi keduanya.

- Bagi tanaman : meningkatkan penyerapan air dan mineral.
- Bagi fungi : mendapatkan nutrisi dari tanaman.

Mikoriza dibedakan menjadi 2, yaitu

- a. Ektomikoriza, yaitu jika hifa jamur hanya hidup di daerah permukaan akar tanaman, yakni pada jaringan epidermis. Misalnya pada akar Pinus. Dengan adanya ektomikoriza, tumbuhan Pinus tahan kekeringan dan tahan pada penyakit akar
- b. Endomikoriza, yaitu jika hifa jamur menembus akar hingga masuk ke jaringan korteks. Misalnya jamur yang hidup di akar anggrek dan sayuran.

C. Rangkuman

Jamur (fungi) tersusun hifa, bersifat eukariotik dan tidak berklorofil. jamur (fungi) ini reproduksi dengan secara aseksual yang menghasilkan spora, kuncup, dan fragmentasi. Sedangkan dengan secara seksual dengan zigospora, askospora, dan basidiospora. Jamur (fungi) ini hidupnya ditempat-tempat yang berlembap, air laut, air tawar, ditempat yang asam dan bersimbiosis dengan ganggang yang membentuk lumut (lichenes).

Klasifikasi jamur berdasarkan cara reproduksi secara generatif (seksual), yaitu:

- a. Divisi Zygomycota
- b. Divisi Ascomycota
- c. Divisi Basidimycota
- d. Divisi Deuteromycota

D. Penugasan Mandiri

Karakteristik Jamur Makroskopis

Dalam kegiatan ini, kalian diminta untuk mencari informasi sebanyak mungkin tentang berbagai jenis jamur makroskopis kemudian menuliskannya di dalam tabel. Dengan kegiatan ini diharapkan kalian dapat menjelaskan berbagai jenis makroskopis dan memprediksi jenis jamur makroskopis berdasarkan ciri yang teramati, hasilnya silahkan diisikan kedalam table berikut

Nama Jamur	Ciri Umum Tubuh buah	Bentuk sel	Devisio

E. Latihan Soal

Latihan Soal Essay

Kerjakan semua soal di bawah ini di kertas, kemudian cocokkan dengan alternatif penyelesaiannya !

1. Jamur diklasifikasikan menjadi empat kelas, diantaranya adalah jamur deuteromycota. Tuliskan mengapa divisi Deuteromycota disebut fungsi imperfecti
2. Struktur tubuh jamur tergantung pada jenisnya ada jamur yang uniseluler, dan ada pula jamur yang multiseluler, apakah penyusun struktur tubuha jamur tersebut ?
3. Dilingkungan adakalanya jamur bersimbiosis dengan tumbuhan tinggi. Apabila anda melewati daerah yang ditanami pohon pinus, anda akan menemukan sejenis jamur berbentuk payung yang tumbuh dibawah pohon tersebut, itulah simbiosis yang disebut dengan istilah mikoriza. Ada 2 tipe mikoriza yaitu Endomikoriza dan Ektomikoriza, tuliskan perbedaan keduanya !

Latihan Pilihan Ganda

1. Yang merupakan ciri- ciri Zygomycota adalah....
 - A. Saprofit, hifanya tidak bersekat
 - B. Dinding selnya tersusun dari zat kitin, hifanya tidak bersekat
 - C. Saprofit, hifanya bersekat
 - D. Membentuk konidia, hifanya tidak bersekat
 - E. Membentuk stolon, hifanya bersekat
2. Kumpulan benang-benang halus pada jamur disebut
 - A. Sporangium
 - B. Askospora
 - C. Miselium
 - D. Basidiospora
 - E. spora
3. Berikut ini ciri- ciri suatu organisme:
 - i. Dinding sel dari selulosa
 - ii. Tipe sel eukariotik
 - iii. Tubuhnya merbentuk benang hifa
 - iv. Tipe sel prokariotik
 - v. Tidak berklorofilCiri- ciri yang dimiliki oleh jamur adalah nomor....
 - A. i, ii, dan iii
 - B. ii, iv, dan v
 - C. i, iii, dan iv
 - D. iii, iv, dan v
 - E. ii, iii, dan v
4. Fungi imperfekti merupakan fungi divisi

 - A. Ascomycota
 - B. Zygomycota
 - C. Basidiomycota
 - D. Deuteromycota
 - E. Oomycota

5. Jamur yang dapat membentuk Lichenes adalah....
 - A. Ascomycotina
 - B. Deuteromycotina
 - C. Myxomycotina
 - D. Oomycotina
 - E. Zygomycotina

Kunci Jawaban dan Pembahasan latihan essay

No Soal	Pembahasan
1	Karena belum jelas perkembangbiakan secara generatpnya dan belum memiliki reproduksi asexual
2	Tubuh jamur tersusun dari komponen dasar yang disebut hifa. Hifa membentuk jaringan yang disebut miselium. Miselium menyusun jalinan-jalinan semu menjadi tubuh buah
3	endomikoriza jika simbiosis jamur berada di dalam tubuh tumbuhan sedangkan ektomikoriza jika jamur berada di luar tubuh tumbuhan

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Pilihan Ganda

No	Kunci jawaban	Pembahasan
1	B	<p>Ciri - ciri Zygomycota</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zygomycota habitat didarat, tanah dan hidup dengan saprofit ▪ Merupakan kelompok utama dalam membentuk mikoriza ▪ Memiliki miselium yang bercabang banyak dan juga tidak bersekat-sekat ▪ Zygomycota memiliki hifa yang bersifat senositik ▪ Dinding sel terdiri dari kitin dan tidak memiliki zoospora sehingga spora memiliki sel-sel yang berdinding ▪ Bereproduksi secara aseksual dan seksual
2	C	<p>Tubuh jamur tersusun dari komponen dasar yang disebut hifa. Hifa membentuk jaringan yang disebut miselium. Miselium menyusun jalinan-jalinan semu menjadi tubuh buah.</p> <p>Hifa adalah struktur menyerupai benang yang tersusun dari dinding berbentuk pipa</p>
3	E	<p>Jamur mempunyai ciri - ciri sebagai berikut</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Merupakan organism yang tidak berklorofil, oleh karena itu bersifat heterotrof. ▪ Hidup sebagai saprofit, parasit, dan ada yang bersimbiosis. ▪ Bersifat eukarion (mempunyai inti yang sejati). ▪ Ada yang bersel tunggal dan ada pula yang bersel banyak. ▪ Berkembangbiak secara vegetative dan generative. ▪ Menyenangi lingkungan yang agak asam, kurang cahaya, terutama ditempat-tempat lembab yang mengandung zat organiki. ▪ Dinding sel tubuh tersusun dari kitin
4	D	Deuteromycota atau Jamur tidak sempurna
5	A	Fungi jenis tertentu dapat bersimbiosis dengan algae uniseluler membentuk lichen (lumut kerak). Simbiosis ini bersifat menguntungkan. Biasanya antara anggota dari jamur ascomycota dan basiodiomycota dengan alga hijau dan cyanophyta

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab !

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah saya dapat mengidentifikasi struktur, ciri dan fungsi jamur?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Apakah saya dapat menganalisis perbedaan ke 4 kelas jamur?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Apakah saya dapat mengetahui interaksi jamur dengan organisme lain di lingkungan?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "**Tidak**", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "**Tidak**". Bila semua jawaban "**Ya**", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Reproduksi dan Peranan Jamur

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 selesai, kalian diharapkan mampu

1. Mengetahui cara hidup jamur
2. Menjelaskan perkembangbiakan jamur
3. Mengetahui peranan jamur dalam kehidupan manusia

B. Uraian Materi

1. Cara hidup Jamur

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.

Berdasarkan cara memperoleh nutrisinya, jamur dibedakan menjadi jamur saprofit dan jamur parasit,

- a. Jamur saprofit adalah jamur yang memperoleh nutrisi dengan cara menguraikan tubuh organisme yang telah mati atau bahan organik lainnya. Jamur jenis ini banyak ditemukan pada tumpukan sampah organik yang basah, bahan makanan, batang tumbuhan, pakaian, atau benda-benda yang terbuat dari kulit. Di alam, jamur saprofit berperan sebagai pengurai (dekomposer) yang menguraikan kembali sisa-sisa tubuh organisme menjadi zat-zat hara dalam tanah.
- b. Jamur parasit adalah jamur yang memperoleh makanan dengan cara menyerap nutrisi dari organisme inangnya. Jamur ini dapat menimbulkan penyakit pada organisme yang ditumpanginya.

Ada dua jenis jamur parasit, yaitu jamur parasit obligat dan jamur parasit fakultatif.

- a. Jamur parasit obligat adalah jamur yang hanya dapat hidup sebagai parasit. Jika ia berada di luar inangnya, jamur tersebut akan mati.
- b. Jamur parasit fakultatif adalah jamur yang dapat hidup sebagai parasit dan juga sebagai saprofit. Jamur tersebut bersifat parasit hanya ketika mendapatkan hospes yang sesuai

2. Perkembangbiakan Jamur

a. Daur Hidup Zygomycota

Zygomycota mengalami dua macam cara bereproduksi. Reproduksi yang dilakukan secara aseksual terjadi bila kondisi lingkungan baik dan mendukung, sedangkan pada reproduksi yang dilakukan secara seksual terjadi pada kondisi lingkungan yang kering dan tidak menguntungkan.

Reproduksi Zygomycota

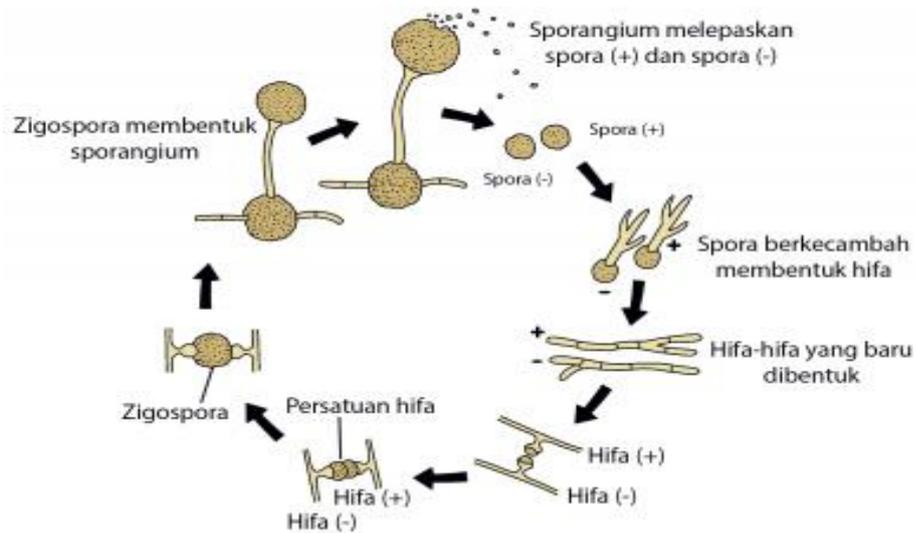
1) Reproduksi Aseksual

Reproduksi secara aseksual Zygomycota adalah dilakukan dengan cara fragmentasi hifa dan pembentukan spora aseksual (sporangiospora). Hifa dewasa yang terputus dan juga terpisah dapat tumbuh menjadi sebuah hifa jamur baru. Pada bagian hifa tertentu yang sudah dewasa akan

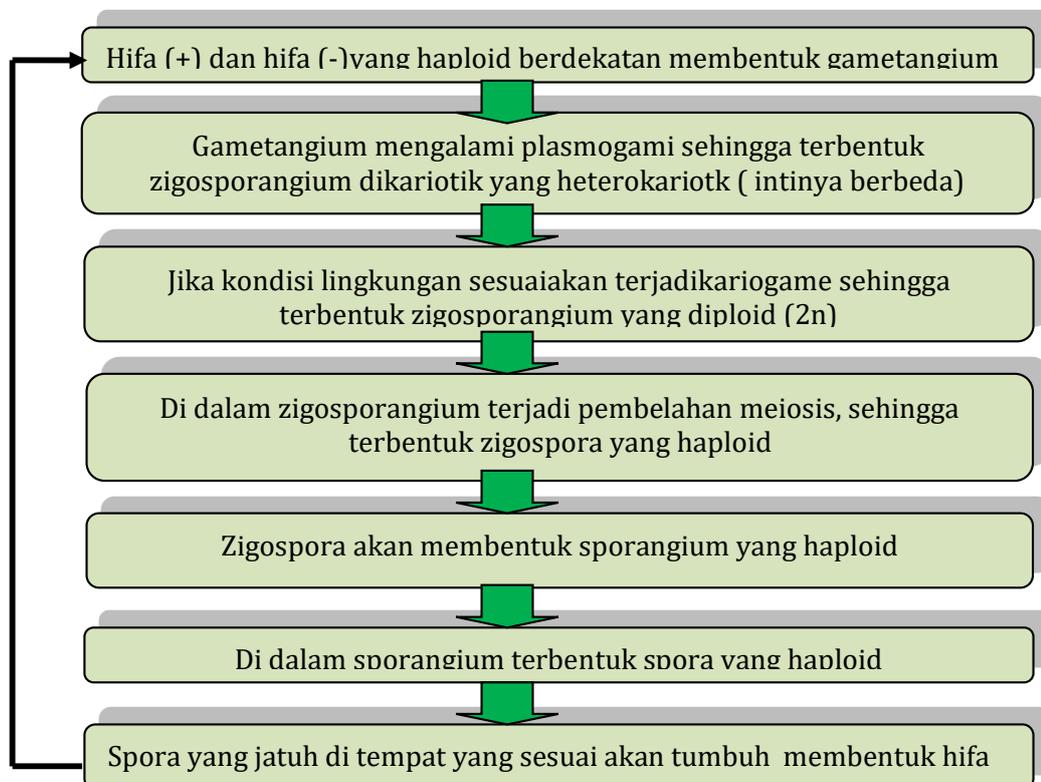
terbentuk sporangiofor yang ujungnya terdapat sporangium (kotak spora). Didalam sporangium terjadi pembelahan secara mitosis dengan menghasilkan sporangiospora yang berkromosom haploid (n).

2) Reproduksi Seksual Zygomycota

Zygomycota bereproduksi secara seksual adalah dilakukan dengan cara pembentuk spora seksual (zigospora) melalui peleburan antara hifa yang berbeda jenis.



Gambar 6. Daur hidup Zygomycota (<https://www.quipper.com/id/blog>)



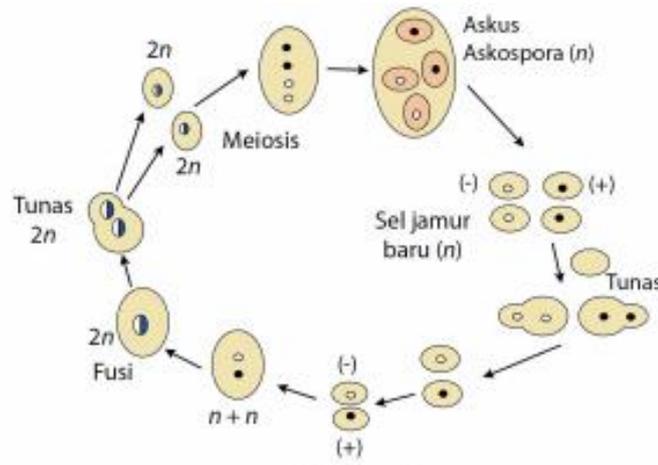
Bagan Daur hidup Zygomycota

b. Daur Hidup Ascomycota atau Reproduksi

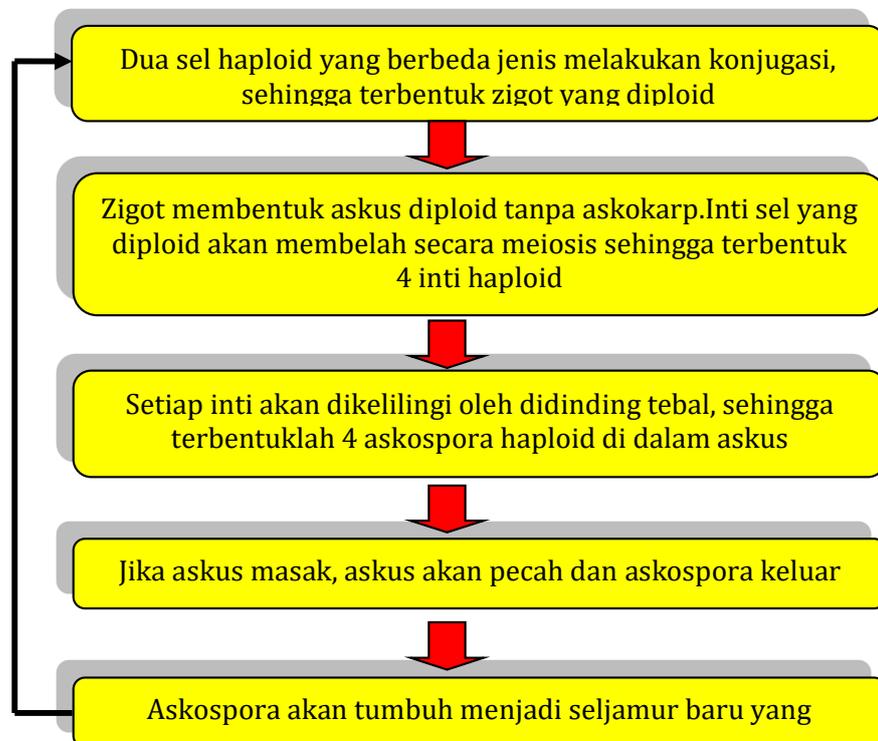
Didalam daur hidupnya, Ascomycota uniseluler ataupun multiseluler yang dapat bereproduksi dengan secara aseksual (vegetatif) serta juga reproduksi demham secara seksual (generatif). Berikut ini adalah uraian reproduksi secara aseksual serta juga seksual

Reproduksi aseksual dan seksual Ascomycota

Untuk lebih jelasnya, perhatikan siklus reproduksi seksual pada Ascomycotina uniseluler berikut ini :



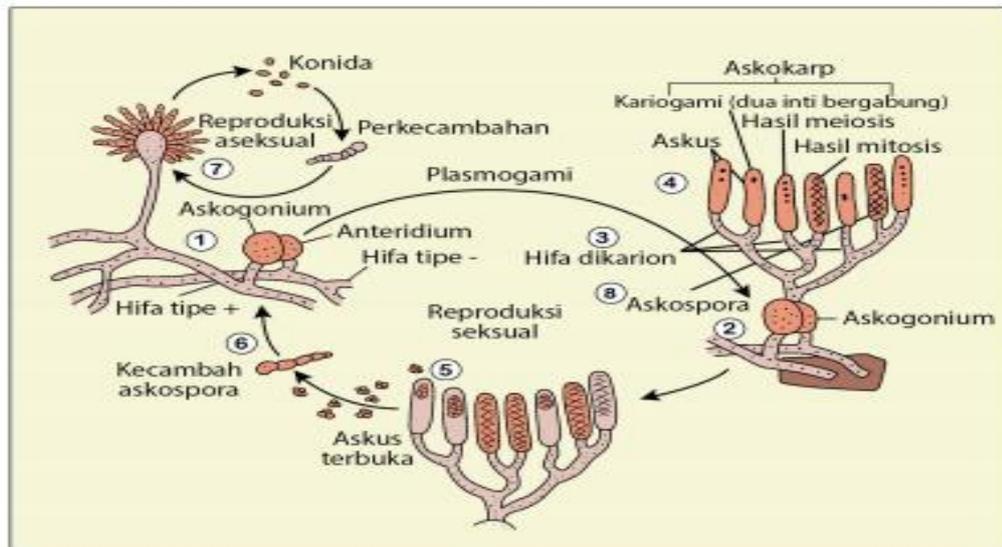
Gambar 7. Reproduksi Ascomicotina Uniseluler (<https://www.quipper.com/id/blog>)



Bereproduksi aseksual dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu fragmentasi hifa serta pembentukan spora aseksual konidiospora. Hifa dewasa yang terputus menjadi hifa

jamur baru. Hifa haploid (n) yang sudah dewasa akan menghasilkan konidiofor (tangkai konidia). Pada ujung konidiofor terbentuk spora yang diterbangkan oleh angin yang disebut konidia. Konidia mempunyai jumlah kromosom yang haploid (n). Hifa akan bercabang-cabang membentuk miselium yang haploid (n)
 Jamur uniseluler bereproduksi secara seksual dengan membentuk askospora dapat dilihat pada bagan berikut.

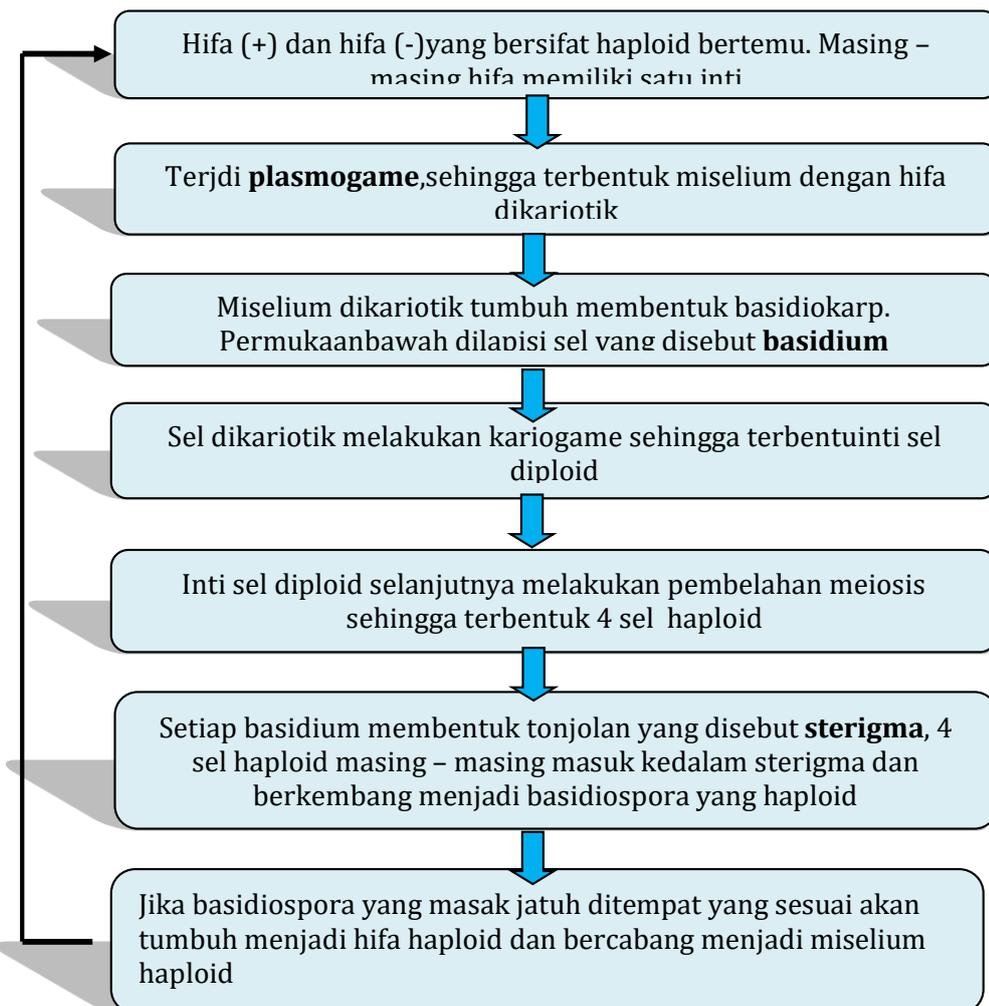




Gambar 8. Siklus Reproduksi Seksual pada Ascomycotina Multiseluler (<https://www.quipper.com/id/blog>)

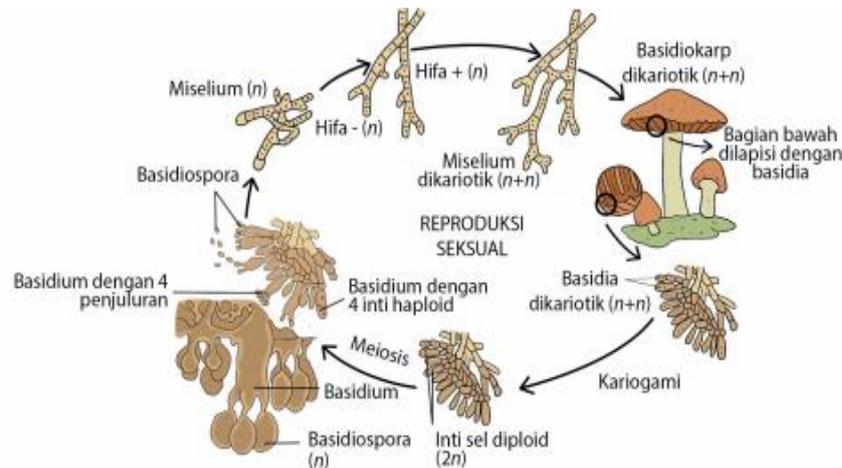
c. Reproduksi Basidiomycotina

Cara pembentukan basidiospora adalah sebagai berikut



Basidiomycotina dapat bereproduksi secara aseksual dan seksual.

- 1) Reproduksi aseksual Reproduksi aseksual Basidiomycotina dilakukan dengan membentuk konidiospora (spora konidia) yang terdapat di ujung konidiofor. Konidiofor dibentuk oleh hifa haploid. Oleh karena itu, konidiospora merupakan spora yang haploid (n). Selain itu, ada juga yang membentuk kuncup dan melakukan fragmentasi miselium.
- 2) Reproduksi seksual Reproduksi seksual Basidiomycotina dilakukan dengan membentuk basidiospora.



Gambar 9. Reproduksi Seksual pada Basidiomycotina
(<https://www.quipper.com/id/blog>)

d. Reproduksi Deuteomycota

Fase pembiakan pada *Monilia* sp., yaitu secara vegetative kemudian diteliti ternyata juga terdapat fase generatif. Setelah diketahui fase generatifnya, kemudian jamur ini dimasukkan golongan ascomycocetes dan diganti namanya menjadi *Neurospora sitophilla* atau *Neurospora crassa*.

Reproduksi generative *Monilia* sp., dengan menghasilkan askospora. Askus-askus yang tumbuh pada tubuh buah dinamakan peritesium, tiap askus mengandung delapan spora. Contoh lain jamur yang tidak diketahui alat reproduksi seksualnya antara lain : *Chalado sporium*, *curvularia*, *gleosporium*, dan *diploria*

3. Peranan Jamur dalam kehidupan manusia

Penggunaan manusia jamur untuk persiapan makanan atau pelestarian dan keperluan lainnya sangat luas dan memiliki sejarah panjang. Jamur pertanian dan mengumpulkan jamur merupakan industri besar di banyak negara. Studi tentang dampak menggunakan historis dan sosiologis dari jamur ini dikenal sebagai ethnomycology.

Karena kapasitas kelompok ini untuk menghasilkan berbagai besar produk alami dengan antimikroba aktivitas biologis atau lainnya, banyak spesies telah lama digunakan atau sedang dikembangkan untuk industri produksi antibiotik, vitamin, 3, dan anti-kanker dan kolesterol-menurunkan obat.

Baru-baru ini, metode telah dikembangkan untuk rekayasa genetika jamur, yang memungkinkan rekayasa metabolik spesies jamur. Sebagai contoh, modifikasi genetik dari spesies ragi yang mudah tumbuh pada tingkat yang cepat dalam fermentasi besar kapal-telah membuka cara farmasi produksi yang berpotensi lebih efisien daripada produksi oleh organisme sumber asli

Peran jamur bagi kehidupan :

- a. Peranan Menguntungkan
 - ✓ Sebagai pengurai.
 - ✓ Dapat dikonsumsi.
 - ✓ Menghasilkan obat-obatan.
 - ✓ Dapat meningkatkan kesuburan tanaman.
- b. Peran Merugikan
 - ✓ Menyebabkan penyakit pada manusia.
 - ✓ Menyebabkan kerusakan pada tanaman

C. Rangkuman

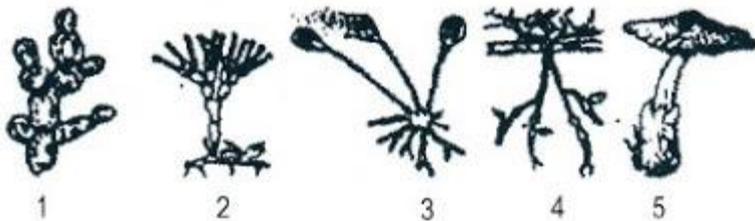
1. Seperti halnya hewan, jamur merupakan organisme heterotrof. Jamur bertahan hidup dengan menyerap nutrisi dari lingkungan atau tubuh hewan yang telah mati.
2. Reproduksi secara aseksual Zygomycota adalah dilakukan dengan cara fragmentasi hifa dan pembentukan spora aseksual (sporangiospora),
3. Bereproduksi aseksual dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu fragmentasi hifa serta pembentukan spora aseksual konidiospora, bereproduksi secara seksual dengan membentuk askospora
4. Basidiomycota bereproduksi secara seksual dengan membentuk askospora, seksual Basidiomycotina dilakukan dengan membentuk basidiospora.
5. Deuteromycota pembiakan fase generative belum diketahui.
6. Peran jamur bagi kehidupan dapat menguntungkan dan merugikan dalam kehidupan manusia

D. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Di bawah ini yang merupakan pernyataan yang benar adalah
 - A. anteridium mengandung dua inti
 - B. askogonium mengandung dua inti
 - C. inti askogonium berpindah tempat ke anteridium
 - D. askus dapat terbentuk dari hifa haploid
 - E. anteridium mengandung inti yang haploid
2. Jamur dapat berkembang biak secara aseksual dengan membentuk
 - A. Konidium
 - B. Sporangium
 - C. Gemma
 - D. Sorus
 - E. Hifa
3. Dengan adanya Mikoriza pada akar, tumbuhan pinus akan mendapatkan
 - A. karbon dioksida
 - B. bahan-bahan organik
 - C. enzim pencernaan makanan
 - D. air dan bahan organik
 - E. toksin untuk mengusir hama
4. Meskipun tidak sedang bersimbiosis dengan lumut, ganggang tetap dapat hidup mandiri. Hal ini terjadi karena ganggang mampu
 - A. Berfotosintesis
 - B. hidup secara saprofit
 - C. hidup secara fotoautotrof
 - D. berkembang biak dengan membelah diri
 - E. hidup secara heterotrof

5. Di bawah ini yang bukan merupakan perkembangbiakan jamur secara aseksual adalah
- A. Fragmentasi
 - B. pembentukan konidia
 - C. pertunasan
 - D. pembentukan spora
 - E. peleburan sel
6. Penyakit kaki atlet disebabkan oleh jamur dari divisi
- A. Deuteromycota
 - B. Basidiomycota
 - C. Ascomycota
 - D. Zygomycota
 - E. Phicomycota
7. Aspergillus dapat hidup secara
- A. bebas atau mandiri
 - B. saprofit
 - C. bersimbiosis
 - D. parasite
 - E. autotrof
8. Di bawah ini yang bukan adalah
- A. dibuat obat
 - B. dibuat kertas lakmus merupakan manfaat lumut kerak bagi manusia
 - C. penambah rasa atau aroma
 - D. indikator pencemaran air
 - E. tumbuhan perintis
9. Perhatikan jamur jamur berikut !



- Jamur yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan merupakan tempat pembentukan antibiotik adalah
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
10. Suatu koloni kapang holomorfis akan memperlihatkan
- A. bentuk sel vegetatif saja
 - B. bentuk sel generatif dan sel vegetative
 - C. bentuk sel generatif aseksual saja
 - D. bentuk sel generatif seksual dan aseksual
 - E. bentuk sel vegetatif, sel generatif aseksual, dan seksual

Kunci jawaban latihan soal Pembelajaran 2

No	Kunci jawaban	No	Kunci jawaban
1	E	6	A
2	A	7	B
3	D	8	D
4	A	9	B
5	D	10	B

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

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

E. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab

No.	Pertanyaan	Jawaban	
1.	Apakah saya sudah mengetahui cara hidup jamur	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
2.	Apakah saya sudah perbedaan tentang saprofit dan parasite	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
3.	Apakah saya sudah mengetahui peranan jamur dalam kehidupan manusia	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
4.	Apakah saya sudah mengetahui perkembangbiakan jamur Zygomycotina	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
5.	Apakah saya sudahmengetahu maksud fungi imperfecti	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
6	Apakah saya sudahmengetahui perkembangbiakan pada Ascomycota secara generatip	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

7	Apakah saya sudah mengetahui Jamur yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan merupakan tempat pembentukan antibiotic	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
8	Apakah saya sudah mengetahui manfaat lumut kerak bagi manusia	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
9	Apakah saya sudah dapat menyebutkan contoh jamur yang bermanfaat bagi kehidupan manusia	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
10	Apakah saya sudah dapat menyebutkan contoh jamur yang bermanfaat bagi kehidupan manusia	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

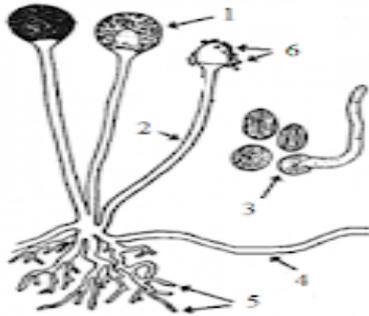
EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Jamur yang berkembang biak dengan zigospora di bawah ini
 - A. Rhizopus sp.
 - B. Saccharomyces
 - C. Neurospora
 - D. Volvariella
 - E. Penicillium
2. Salah satu jenis jamur yang hidup sprofit pada tanaman yang sudah mati adalah
 - A. Volvariella
 - B. Auricularia polytrica
 - C. Ustilago
 - D. Aspergillus
 - E. Monillia
3. Jamur jenis apa yang dipergunakan untuk pembuatan sake di Jepang adalah
 - A. Aspergillus wentii
 - B. Aspergillus oryzae
 - C. Aspergillus fungigatus
 - D. Claviceps purpurea
 - E. Rhizopus oryzae
4. Jamur yang bermanfaat bagi kehidupan manusia dalam pembuatan oncom adalah
 - A. Roselliana arcuate
 - B. Endomycopsis fibuligera
 - C. Saccharomyces cereviceae
 - D. Neurospora crassa
 - E. Saccharomyces ellipsoides
5. Manakah diantara pernyataan ini yang tidak benar?
 - A. Penicillium dapat menghasilkan antibiotika
 - B. Amanita merupakan jamur penghasil racun
 - C. Jamur yang digunakan untuk pembuatan tempe adalah Rhizopus oryzae
 - D. Phytophora infestans merupakan Basidiomycota yang parasite
 - E. Phytium mengakibatkan kutu air pada manusia
6. Sel ragi pada pembuatan tape dapat menghasilkan alkohol karena
 - A. adanya zat tersebut di dalam selnya
 - B. proses plasmolysis
 - C. kemampuan sel ragi menghasilkan zimase
 - D. adanya ikatan hara yang timbul dari sel-sel ragi yang mati
 - E. substrat dari ragi mengandung alkohol
7. Pada proses pembuatan roti, pemberian ragi membuat adonan menjadi mengembang. Hal ini disebabkan oleh
 - A. pemanasan menyebabkan ragi dan tepung mengembang
 - B. tepung dan ragi bereaksi dan menghasilkan O₂
 - C. pemanasan menyebabkan ragi dan tepung mengembang
 - D. ragi merupakan fungi dari kelompok Ascomycota
 - E. hasil fermentasi glukosa menghasilkan CO₂ yang dapat mengembangkan adonan

8. Perhatikan persamaan reaksi berikut ini : $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + E$
Reaksi tersebut dilakukan oleh *Saccharomyces* sp. Pada keadaan
- Aerob
 - Gelap
 - Anaerob
 - Aerasi baik
 - Banyak cahaya

9. Gambar berikut ini merupakan fungi dari jenis *Rhizopus stolonifer*, karena memiliki stolon yang ditunjukkan oleh nomor



- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
10. Berikut ini adalah jenis fungi yang berperan dalam kehidupan manusia.
- Saccharomyces cerevisiae*
 - Aspergillus wentii*
 - Penicillium camemberti*
 - Penicillium chrysogenum*.
 - Volvariella volvacea*.
 - Rhizopus oryzae*.

Jenis fungi yang berkembang biak dengan membentuk spora di askus dan bermanfaat dalam industri makanan adalah

- i, ii, dan iv.
 - i, ii, dan iii
 - i, v, dan vi
 - ii, v, dan vi
 - ii, iii, dan iv
11. Ciri-ciri Deuteromycotina adalah
- semua anggota bersifat sprofit
 - hifanya bercabang cabang, tidak bersekat
 - reproduksi seksual dengan spora
 - reproduksi aseksual dengan pembentukkan konidia
 - memiliki askus yang menghasilkan askospora

12. Fungi imperfekti merupakan fungi divisi

- A. Ascomycota
- B. Zygomycota
- C. Basidiomycota
- D. Deuteromycota
- E. Oomycota

13. Perhatikan tabel di bawah ini.

Jenis Jamur	Produksi	Manfaat
1.Aspegillus	A.Alkohol	P.Racun
2.Saccharomyces	B.Aflatoksin	Q.Antibodi
3.Rhizopus	C.sake	R.Minuman

Dari tabel di atas, yang menunjukkan hubungan yang tepat antara jenis fungi, produksi, dan peranannya bagi manusia adalah

- A. 1 - B - P
- B. 1 - B - R
- C. 2 - A - P
- D. 2 - B - P
- E. 3 - C - P

14. Berikut ini ciri- ciri suatu organisme:

- i. Dinding sel dari selulosa
- ii. Tipe sel eukariotik
- iii. Tubuhnya merbentuk benang hifa
- iv. Tipe sel prokariotik
- v. Tidak berklorofil

Ciri- ciri yang dimiliki oleh jamur adalah nomor....

- A. i, ii, dan iii
- B. ii, iv, dan v
- C. i, iii, dan iv
- D. iii, iv, dan v
- E. ii, iii, dan v

15. Yang merupakan ciri- ciri Zygomycota adalah....

- A. Saprofit, hifanya tidak bersekat
- B. Dinding selnya tersusun dari zat kitin, hifanya tidak bersekat
- C. Saprofit, hifanya bersekat
- D. Membentuk konidia, hifanya tidak bersekat
- E. Membentuk stolon, hifanya bersekat

16. Reproduksi aseksual pada Zygomycota biasanya membentuk....

- A. Zygospora
- B. Konidiofor
- C. Spora
- D. Zoospora
- E. Sporangium

17. Berikut ini beberapa contoh jenis jamur:

- i. Aspergillus oryzae
- ii. Phytophthora infestans
- iii. Saccharomyces cereviceae

- iv. *Penicillium notatum*
- v. *Rhizopus oryzae*
- vi. *Aspergillus fumigatus*

Diantara jamur- jamur tersebut yang berperan dalam industri minuman dan makanan adalah....

- A. i, ii, dan iii
 - B. ii, iii, dan vi
 - C. i, ii, dan iv
 - D. iv, v, dan vi
 - E. i, iii, dan v
18. Jenis jamur *Penicillium* yang mampu menghasilkan antibiotic adalah....
- A. *Penicillium notatum* dan *Penicillium Camemberti*
 - B. *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum*
 - C. *Penicillium camemberti* dan *Penicillium roqueforti*
 - D. *Penicillium roqueforti* dan *Penicillium chrysogenum*
 - E. *Penicillium chrysogenum* dan *Penicillium camemberti*
19. Liken atau lumut kerak merupakan organisme hasil simbiosis antara....
- A. Jamur Ascomycota dengan Cyanobacteria
 - B. Jamur Ascomycota dengan Chlorophyta
 - C. jamur Deutromycota dengan Cyanobacteria
 - D. Jamur tiram dengan Pythophyta
 - E. Jamur Zygomycota dengan Cyanobacteria
20. Sebutkan dari divisi.... dan jenisnya.... Dari jamur yang berperan dalam pembuatan tempe
- A. Zygomycota, *Rhizopus oryzae*
 - B. Ascomycota, *Rhizopus oryzae*.
 - C. Basidiomycota, *Aspergillus oryzae*.
 - D. Deutromycota, *Aspergillus oryzae*.
 - E. Mikoriza, *mucor mucedo*.

Kunci jawaban

No	Jawaban	No	Jawaban	No	Jawaban	No	Jawaban
1	A	6	C	11	D	16	C
2	A	7	E	12	D	17	E
3	E	8	C	13	A	18	B
4	D	9	D	14	E	19	B
5	D	10	B	15	B	20	A

DAFTAR PUSTAKA

- Hisham. 2019. *Soal fungi (jamur) untuk SMA*. <https://www.usaha321.net>
<https://biologigonz.blogspot.com/>
<https://www.quipper.com/id/blog>
<http://www.gurupendidik.co.id>
<http://2.bp.blogspot.com>
- Irmaningtyas, 2013, *Biologi untuk SMA/MA Kelas X*, Erlangga
- Kresnoadi. 2018. *Ciri jamur beserta klasifikasinya*. <https://blog.ruangguru.com>
- Nurhayati, nunung., Mukhlis. 2014. *Biologi untuk SMA / SMK*. Bandung: Yrama Widya
- Rachmawati, indrayana. *Ciri, struktur, cara hidup, reproduksi dan lasifikasi*. <https://portal-ilmu.com>
- Renny. 2017. Animasi struktur jamur. <https://atom-green.blogspot.com>
-----, Fungi Kelas X, Quiiper



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



PLANTAE

BIOLOGI
KELAS X MIPA

PENYUSUN
Prasida Widiyanto, M.Pd
SMAN 1 Boja

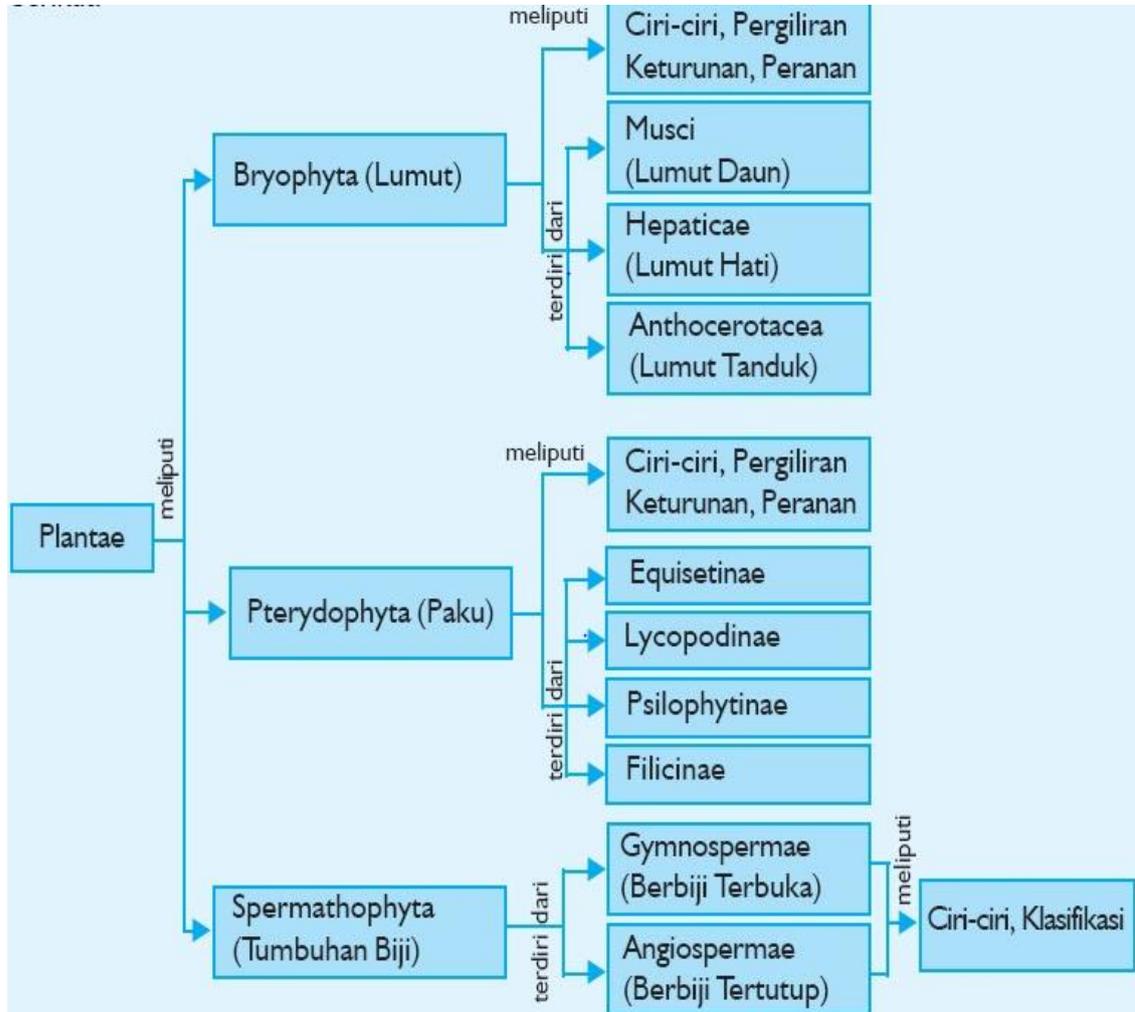
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
TUMBUHAN LUMUT (BRYOPHYTA)	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	13
D. Penugasan Mandiri	13
E. Latihan Soal	15
F. Penilaian Diri	17
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	18
TUMBUHAN PAKU (PTERYDOPHYTA)	18
A. Tujuan Pembelajaran	18
B. Uraian Materi	18
C. Rangkuman	23
D. Penugasan Mandiri	24
E. Latihan Soal	25
F. Penilaian Diri	28
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	29
TUMBUHAN BERBIJI (SPERMATOPHYTA)	29
A. Tujuan Pembelajaran	29
B. Uraian Materi	29
C. Rangkuman	32
D. Penugasan Mandiri (optional)	33
E. Latihan Soal	33
F. Penilaian Diri	37
EVALUASI	38
DAFTAR PUSTAKA	42

GLOSARIUM

Antheridium	: Gamet jantan yang menghasilkan sperma pada tumbuhan
Arkegonium	: Gamet betina yang menghasilkan ovum pada tumbuhan
Autotrof	: Organisme yang dapat memproduksi makanannya sendiri
Benang sari	: Alat reproduksi jantan. Terletak pada bunga
Bunga	: Merupakan bakal buah dan berfungsi dalam reproduksi seksual. Terdapat pada angiospermae
Divisi	: Pengklasifikasian makhluk hidup
Eksospora	: Lapisan luar dinding spora yang menutup epispora
Embrio	: Organisme yang hidup pada awal pertumbuhan
Endospora	: Sel resisten terselubung tebal yang dihasilkan oleh sel bakteri
Eukariotik	: Sel yang memiliki membran inti
Fertilisasi	: Peleburan antara gamet jantan dan gamet betina
Floem	: Pembuluh angkut yang berfungsi mengangkut hasil fotosintesis
Fotosintesis	: Proses produksi makanan dengan bantuan cahaya matahari.
Gamet	: Sel kelamin reproduktif yang matang
Gametangium	: Tempat pembentukan gamet
Gametofit	: Proses pembuatan gamet
Gemma	: Reproduksi dengan cara aseksual dengan sel pada lumut hati yang merupakan struktur seperti mangkok dipermukaan
Kambium	: Lapisan jaringan pada tumbuhan yang selnya aktif membelah dan menyebabkan pertumbuhan sekunder
Klorofil	: Zat hijau pada daun yang berperan dalam fotosintesis
Kormus	: Vegetasi yang telah dapat dibedakan bagian-bagiannya
Kutikula	: Lapisan bukan sel yang berada di atas lapisan epidermis
Metagenesis	: Pergiliran keturunan pada tumbuhan
Multiseluler	: Organisme bersel banyak
Organisme	: Individu makhluk hidup
Polinasi	: Jatuhnya serbuk sari ke kepala putik
Produsen	: Organisme yang berperan sebagai penghasil senyawa organik
Protalium	: Tahap perkembangan dari tumbuhan paku
Protonema	: Tahap perkembangan dari tumbuhan lumut
Rizoid	: Semacam akar yang berfungsi menyerap air pada lumut
Sorus	: Kumpulan kotak spora
Spora	: Satu atau beberapa sel yang terbungkus oleh lapisan pelindung
Sporofit	: Fase pembentukan spora pada paku
Stolon	: Modifikasi batang yang tumbuh menyamping dan di ruas-ruasnya tumbuh bakal tanaman baru
Strobilus	: Alat reproduksi generatif pada gymnospermae
Talus	: Struktur tubuh tumbuhan yang belum dapat dibedakan antara batang, akar, dan daun
Xylem	: Bagian tumbuhan yang berfungsi mengangkut air dan mineral
Zigot	: Sel yang terbentuk sebagai hasil meleburnya dua sel kelamin yang telah masak

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 9 JP
Judul Modul	: Plantae

B. Kompetensi Dasar

- 3.8 Mengelompokkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan ciri-ciri umum, serta mengaitkan peranannya dalam kehidupan
- 4.8 Menyajikan laporan hasil pengamatan dan analisis fenetik dan filogenetik tumbuhan serta peranannya dalam kehidupan

C. Deskripsi Singkat Materi

Para siswa hebat, selamat berjumpa kembali dengan modul pembelajaran biologi. Setelah memahami beberapa materi yang sudah kalian pelajari sebelumnya, kali ini kita akan menjelajahi pengetahuan tentang Kingdom Plantae atau lebih dikenal dengan dunia tumbuhan. Plantae ialah salah satu organisme eukariotik multiseluler yang mempunyai dinding sel dan klorofil. Klorofil yaitu zat hijau daun yang fungsinya untuk fotosintesis yang sehingga tumbuhan mampu membuat makanannya sendiri atau yang sifatnya autotrof.

Dengan modul ini diharapkan peserta didik mampu menganalisis macam - macam dunia tumbuhan. Modul ini mencakup beberapa materi pembelajaran antara lain tentang ciri-ciri, cara reproduksi, pergiliran keturunan (metagenesis), klasifikasi dan peranan dari berbagai tumbuhan, yaitu tumbuhan lumut, tumbuhan paku serta tumbuhan berbiji terbuka dan tumbuhan berbiji tertutup.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi maka ikuti petunjuk langkah-langkah yang harus anda lakukan selama mempelajari modul ini :

1. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar
2. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, kalian dapat mendiskusikannya dengan teman-teman, dan apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
3. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang kalian dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.
4. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, kalian dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.
5. Rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar

6. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar kalian.
7. Periksalah hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal kalian dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan kalian belum benar, maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.
8. Untuk keberhasilan belajar kalian, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 3 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Tumbuhan lumut (Bryohyta)
- Kedua : Tumbuhan paku (Pteridophyta)
- Ketiga : Tumbuhan berbiji (Spermatophyta)

"Ilmu itu lebih baik dari kekayaan, karena kekayaan itu harus dijaga sedangkan ilmu itu menjaga kamu" – Ali Bin Abi Thalib

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

TUMBUHAN LUMUT (BRYOPHYTA)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan

1. Mendiskripsikan ciri-ciri umum tumbuhan lumut (Bryophyta)
2. Menggambar skema siklus hidup tumbuhan lumut
3. Menyusun klasifikasi tumbuhan lumut
4. Menjelaskan peran tumbuhan bagi kehidupan

B. Uraian Materi

Pembelajaran kita kali ini diawali dengan membahas tentang lumut yang merupakan salah satu kelompok tumbuhan pada Kingdom Plantae. Lumut (*Bryophyta*) berasal dari bahasa Yunani yaitu *bryon* yang berarti "Tumbuhan Lumut". Pada umumnya, lumut berwarna hijau karena mempunyai sel-sel yang memiliki pigmen hijau berupa klorofil sehingga lumut memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa organik melalui proses fotosintesis yang terjadi di dalamnya. Itulah sebabnya lumut tergolong organisme *fotoautotrof*.



Gambar 1: Struktur Lumut Daun

(sumber: <https://www.google.co.id/search?q=bryophyta+dan+pteridophyta>)

1. Ciri-Ciri Tumbuhan Lumut (Bryophyta)

- a. Talofita yaitu tumbuhan yang tidak bisa dibedakan antara akar, batang dan daun.
- b. Kormofita yaitu suatu tumbuhan yang sudah bisa dibedakan antara akar, batang dan daun
- c. Tumbuhan lumut disebut juga dengan tumbuhan peralihan karena ada berupa tumbuhan yang masih berupa talus (lembaran, yakni lumut hati), tetapi ada juga yang sudah mempunyai struktur tubuh mirip dengan akar, batang dan daun sejati (lumut daun).
- d. tumbuhan lumut juga merupakan suatu tumbuhan pelopor (vegetasi perintis), yang tumbuh disuatu tempat sebelum tumbuhan lain mampu tumbuh

- e. Tumbuhan ini berukuran : makroskopis 1-2 cm, dan ada juga yang mencapai 40 cm.
- f. Tumbuhan ini tubuhnya berbentuk : mempunyai dua bentuk generasi, yakni generasi Gametofit dan generasi Sporofit

2. Klasifikasi Tumbuhan Lumut

Lumut terdiri dari 3 Devisio yaitu Bryophyta, Hepaticophyta, dan Anthocerotophyta

a. Lumut Daun (*Bryophyta*)

Lumut daun merupakan lumut yang paling banyak dikenal. Bryophyta mempunyai struktur seperti akar yang disebut rizoid, struktur seperti batang, dan struktur seperti daun. Tubuh fase gametofit lumut daun memiliki gametangium di bagian atasnya.

Kebanyakan spesies lumut menghasilkan gamet berbeda sehingga dapat dibedakan antara tumbuhan jantan dan tumbuhan betina. Akan tetapi, ada juga yang menghasilkan anteridium dan arkegonium pada satu tumbuhan. Tubuh fase sporofit yang dihasilkan akan tumbuh di bagian atas tubuh gametofit betina. Sporofit akan terus menempel pada gametofit dan bergantung untuk memperoleh nutrisi. Setelah dewasa, sporofit akan berubah warna menjadi kecokelatan.

Pada beberapa spesies sporangium dilapisi struktur seperti tudung yang disebut kaliptra yang dihasilkan oleh arkegonium. Jika spora lumut sampai ke lingkungan yang sesuai, spora itu akan berkecambah dan tumbuh menjadi filamen yang disebut Protonema. Contoh lumut ini antara lain *Polytrichum juniperinum*, *Funaria*, *Pogonatum cirratum*, *Aerobryopsis longissima*, dan lumut gambut sphagnum



Gambar 2. *Polytrichum juniperinum*
(Sumber: google images)

b. Lumut Hati (*Hepaticophyta*)

Lumut hati mencakup 6.000 spesies tumbuhan tak berpembuluh. Bentuk tubuh gametofit lumut hati berbeda dengan gametofit lumut daun. Pada lumut hati tubuhnya tersusun atas struktur berbentuk hati pipih, disebut talus, yang tidak terdiferensiasi menjadi akar, batang, dan daun. Tubuhnya terbagi menjadi dua lobus sehingga tampak seperti lobus pada hati.

Siklus hidup lumut hati mirip dengan lumut daun, walaupun bentuk tubuhnya agak berbeda. Di dalam sporangium terdapat sel yang berbentuk gulungan yang disebut elatera. Elatera akan terlepas saat kapsul terbuka, sehingga membantu

memencarkan spora. Pada beberapa lumut hati, gametangium berada pada struktur batang yang disebut arkegoniofor (yang menghasilkan arkegonium) dan anteridiofor (yang menghasilkan anteridium). Lumut hati juga dapat melakukan reproduksi aseksual dengan sel yang disebut gemma yang merupakan struktur seperti mangkok di permukaan gametofit. Contoh lumut hati adalah *Marchantia polymorpha* dan *Porella*.



Gambar 3. *Marchantia polymorpha*
(Sumber: google images)

c. Lumut Tanduk (*Anthocerotophyta*)

Lumut tanduk mempunyai gametofit mirip dengan gametofit lumut hati, perbedaannya hanya terletak pada sporofitnya. Sporofit lumut tanduk mempunyai kapsul memanjang yang tumbuh seperti tanduk dari gametofit. Masing-masing mempunyai kloroplas tunggal yang berukuran besar, lebih besar dari kebanyakan lumut. Contohnya adalah *Anthoceros natans*. Pada spesies ini arkegonium dan anteridium melekat pada talus gametofit. Ciri unik dari lumut tanduk adalah sporofit akan terus tumbuh selama masa hidup gametofit.



Gambar 4. Lumut Tanduk
(Sumber: google images)

3. Reproduksi Tumbuhan Lumut

Pada lumut terjadi reproduksi secara vegetatif dan generatif. Reproduksi vegetatif terjadi dengan pembentukan spora melalui pembelahan meiosis sel induk spora di dalam sporangium (kotak spora). Spora tersebut kemudian tumbuh menjadi gametofit.

Pada lumut hati, reproduksi secara vegetatif (asesual) juga dapat dilakukan dengan pembentukan gemmae cup (piala tunas) dan fragmentasi (pemutusan sebagian tubuhnya).

Reproduksi generatif terjadi melalui fertilisasi ovum oleh spermatozoid yang menghasilkan zigot. Zigot tersebut akan tumbuh menjadi sporofit. Sporofit berumur pendek; sekitar 3 – 6 bulan.

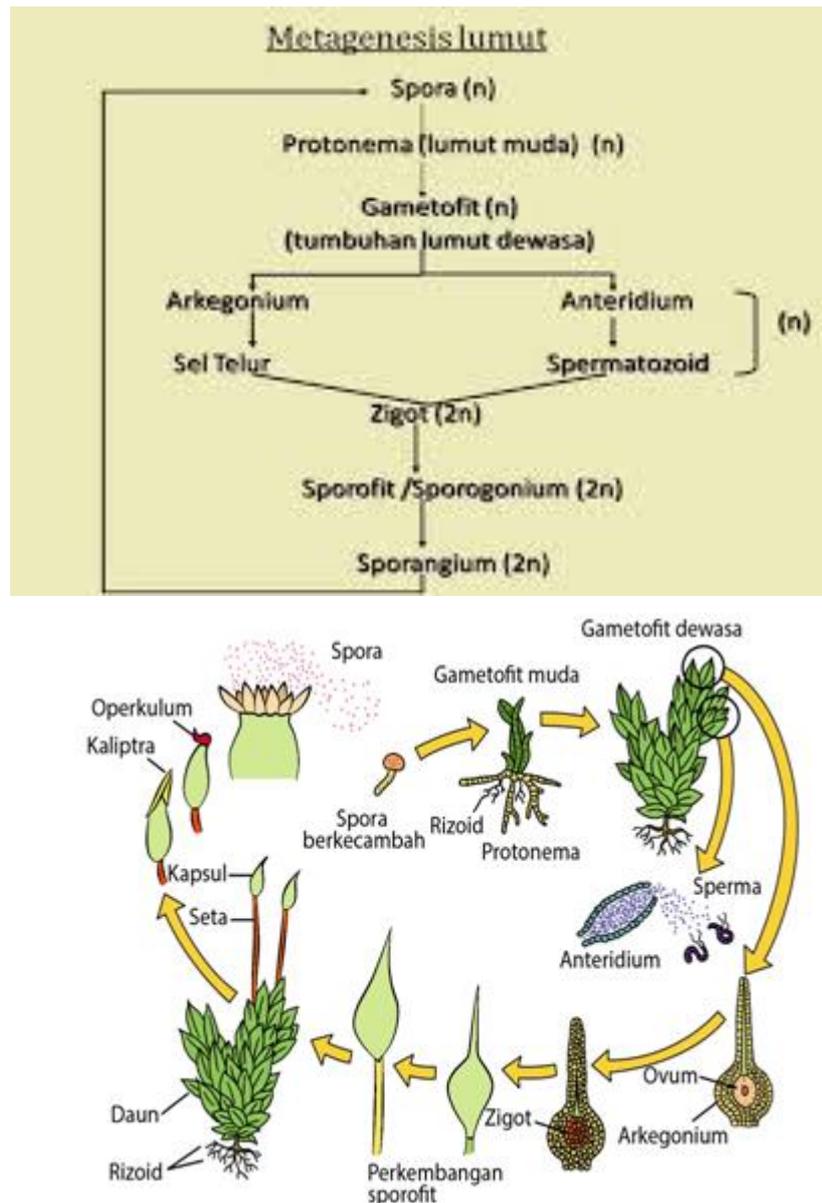
Reproduksi lumut terjadi secara bergantian antara generatif dengan vegetatifnya, reproduksi vegetatifnya dengan spora haploid yang dibentuk dalam sporofit, sedangkan reproduksi generatifnya dengan membentuk gamet – gamet, baik gamet jantan maupun gamet betina yang dibentuk dalam gametofit. Ada 2 macam gametangium, yaitu sebagai berikut:

- Arkegonium adalah gametangium betina yang bentuknya seperti botol dengan bagian lebar yang disebut perut, bagian yang sempit disebut leher.
- Anteredium adalah gametangium jantan yang berbentuk bulat seperti gada. Dinding anteredium terdiri dari selapis sel yang mandul dan didalamnya terdapat sejumlah sel induk spermatozoid.
- Tumbuhan lumut yang menghasilkan dua macam alat kelamin pada tubuh yang sama disebut **lumut berumah satu (monoesis)**, sedangkan tumbuhan lumut yang menghasilkan alat kelamin pada tubuh yang berbeda disebut **lumut berumah dua (diesis)**. Pada lumut berumah dua, tumbuhan yang menghasilkan anteridium disebut **gametofit jantan** dan tumbuhan yang menghasilkan arkegonium disebut **gametofit betina**

4. Metagenesis Tumbuhan Lumut

Tumbuhan lumut mengalami metagenesis antara generasi gametofit dan generasi sporofit. Tahapan metagenesis pada tumbuhan lumut adalah sebagai berikut

- Spora haploid (n) yang jatuh di tempat lembap akan berkecambah menjadi protonema (n)
- Protonema akan berkembang menjadi gametofit (n). **Gametofit** adalah tumbuhan lumut itu sendiri. Gametofit akan menghasilkan anteridium (n) dan arkegonium (n).
- Anteridium menghasilkan gamet jantan dan arkegonium menghasilkan gamet betina.
- Fertilisasi antara gamet jantan dan gamet betina akan menghasilkan zigot diploid ($2n$). Zigot akan berkembang menjadi sporofit. Pada sporofit terdapat sporangium (kotak spora)
- Di dalam sporangium, terdapat sel-sel induk spora diploid ($2n$) yang akan mengalami pembelahan meiosis menjadi spora haploid (n)



Gambar 5. Metagenesis tumbuhan lumut
sumber : <https://www.google.com>

5. Peran Lumut Bagi Kehidupan

Tumbuhan lumut dalam beberapa jenis tumbuhan memiliki manfaat atau peranan tumbuhan lumut bagi kehidupan manusia.

- Manfaat Tumbuhan Lumut (Bryophyta) adalah sebagai berikut :
- Sebagai obat hepatitis (*Marchantia polymorpha*)
- Bahan pembalut dan bahan bakar (*Spagnum*)
- Sebagai penyedia sumber air pada saat musim kemarau
- Sebagai penyedia oksigen untuk lingkungannya
- Sebagai obat antiseptik (*Frullania tamarisci* jenis lumut hati)
- Mengandung senyawa yang dapat mengobati penyakit jantung (*Cratoneuron filicinun* jenis lumut daun)
- Membantu mengobati penyakit pneumonia (*Haplocaldium catillatum* jenis lumut daun)

- i. Sebagai antibakteri, antikanker, mengobati luka bakar dan luka luar (*Conocophalum conicum* jenis lumut hati)
- j. Mengobati tekanan darah tinggi dan sebagai obat bius (*Rhodobryum giganteum* jenis lumut daun)

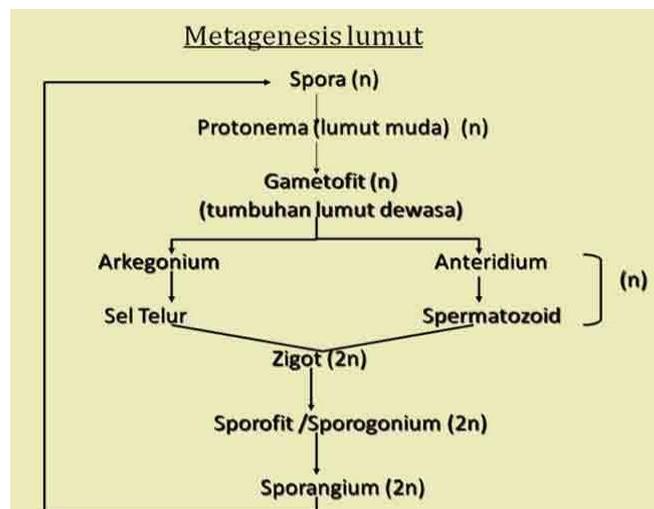
C. Rangkuman

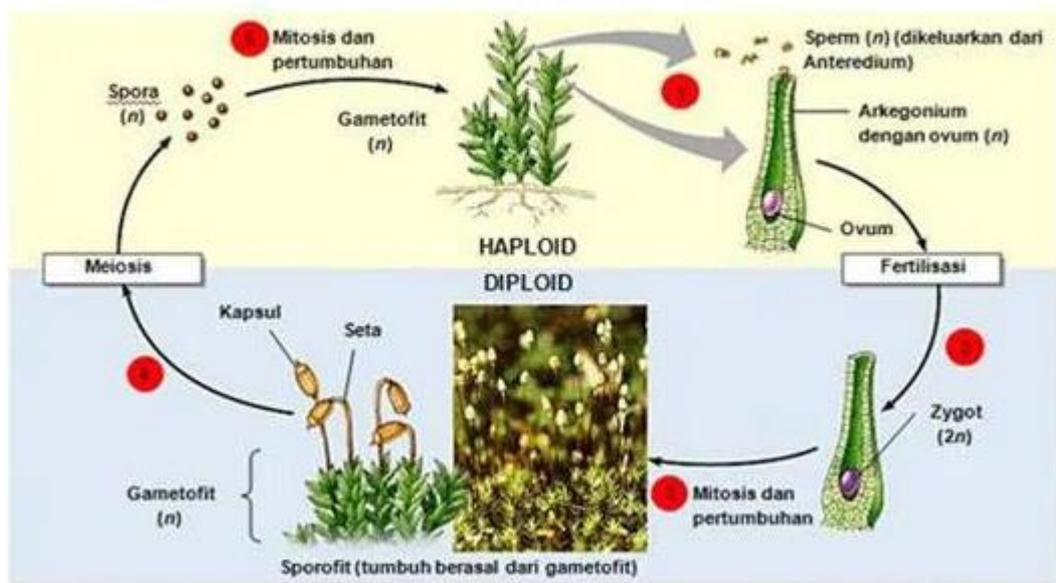
1. Berdasarkan struktur tubuhnya, tumbuhan lumut masih berupa talus karena belum mempunyai akar, batang dan daun sejati.
2. Bagian tubuh pada lumut yang memiliki kemiripan dengan akar disebut Rizoid. Rizoid memiliki fungsi untuk menyerap air dan garam mineral serta sebagai alat perlekatan pada habitatnya.
3. Daun lumut pada umumnya setebal satu lapis sel, kecuali ibu tulang daun, lebih dari satu lapis sel. Sel-sel daunnya kecil, sempit, panjang, dan mengandung kloroplas yang tersusun seperti jala. Dapat dibedakan antara bagian yang berfungsi sebagai penghasil spora (sporofit) dan bagian penghasil gamet (gametofit)nya.
4. Lumut hidup di darat, tidak berkormus, dan memiliki pergiliran keturunan.
5. Reproduksi lumut terdiri atas 2 fase yaitu fase aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dan seksual berlangsung secara bergantian melalui suatu pergiliran keturunan yang disebut Metagenesis. Reproduksi aseksualnya dengan menghasilkan spora haploid yang dibentuk dalam sporofit sedangkan reproduksi seksualnya dengan menghasilkan gamet, baik jantan maupun betina yang dibentuk dalam gametofit.
6. Tidak memiliki floem dan xylem yang berfungsi sebagai pembuluh angkut. Karena itulah, lumut sangat menyukai tempat yang lembab
7. Klasifikasi Bryophyta berdasar bentuk sporangiumnya., dibagi menjadi 3 kelas yaitu: lumut hati, lumut daun, lumut tanduk.

D. Penugasan Mandiri

Setelah membaca dan mempelajari materi tentang tumbuhan lumut, silahkan pelajari skema tumbuhan lumut dengan membandingkan dengan gambar siklus hidup tumbuhan lumut

Silahkan tulis hasilnya dengan dengan bahasamu sendiri





<https://bungdus.com/metagenesis-lumut/>

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Tumbuhan lumut memiliki ciri-ciri sebagai berikut, kecuali....
 - A. habitat di tempat lembab
 - B. mempunyai jaringan pembuluh
 - C. tidak mempunyai jaringan pembuluh
 - D. belum mempunyai akar, batang, dan daun sejati.
 - E. merupakan tumbuhan peralihan antara tumbuhan bertalus dan tumbuhan berkormus
2. Sporofit pada tumbuhan lumut adalah generasi yang menghasilkan..
 - A. Protonema.
 - B. Anteridium
 - C. Arkegonium
 - D. Gamet.
 - E. Spora
3. Anteridium pada tumbuhan lumut adalah generasi yang menghasilkan....
 - A. Protonema
 - B. Spermatozoid
 - C. Arkegonium
 - D. Gamet
 - E. Spora
4. Urutan yang benar bagian – bagian tumbuhan lumut daun dari ujung ke pangkal adalah ...
 - A. Operculum – kapsul – annulus – peristom
 - B. Peristom – operculum – kapsul – annulus
 - C. Operculum – peristom – annulus – kapsul
 - D. Peristom – kapsul – operculum – annulus
 - E. Annulus – operculum – peristom - kapsul
5. Tumbuhan lumut ada yang berumah satu, artinya
 - A. Anteridium dan arkegonium terdapat pada satu talus yang sama
 - B. Anteridium dan arkegonium terdapat pada talus yang berbeda
 - C. Pada talus lumut hanya terdapat satu anteridium
 - D. Pada talus lumut hanya terdapat satu arkegonium
 - E. Pada talus lumut dibentuk satu antridium dan satu anteridium
6. Berikut merupakan urutan ringkas dari daur hidup lumut adalah
 - A. Talus – zigot – sel gamet – tumbuhan lumut
 - B. Talus – gemma – gamet – tumbuhan lumut
 - C. Tumbuhan lumut – zigot – gemma – talus
 - D. Tumbuhan lumut – gamet – zigot – talus
 - E. Talus – sel gamet – zigot – tumbuhan lumut
7. Urutan siklus hidup tumbuhan Bryophyta pada fase ganetofitnya adalah
 - A. Protonema – tumbuhan lumut – anteridium
 - B. Protonema – protalium – tumbuhan lumut
 - C. Protalium – protonema – anteridium
 - D. Protalium – spora – arkegonia
 - E. Protalium – arkegonium - spermatozoa
8. Pada tumbuhan lumut yang berfungsi untuk menyerap air dan garam mineral adalah...
 - A. Akar
 - B. Seta
 - C. kapsul
 - D. Rhizoid
 - E. Vaginula

Kunci Jawaban Latihan Soal dan Pembahasan

No Soal	Kunci	Pembahasan
1	B	Ciri tumbuhan lumut : Habitat: di tempat lembap Merupakan peralihan antara Thallophyta dan Cormophyta Rhizoid (akar semu) Tidak memili pembuluh angkut
2	E	<pre> graph TD Spora["Spora (n)"] --> Protonema["Protonema (n)"] Protonema --> Tumbuhan["Tumbuhan lumut (n)"] Tumbuhan --> Anteridium["Anteridium (n)"] Tumbuhan --> Arkegonium["Arkegonium (n)"] Anteridium --> Spermatozoid["Spermatozoid (n)"] Arkegonium --> SelTelur["Sel telur (n)"] Spermatozoid --> Zigot["Zigot (2n)"] SelTelur --> Zigot Zigot --> Sporofit["Sporofit (2n)"] Sporofit --> Spora </pre>
3	B	Lihat pembahasan no 2
4	C	Operculum – peristom – annulus – kapsul
5	A	Anteridium dan arkegonium terdapat pada satu talus yang sama
6	D	Tumbuhan lumut – gamet – zigot – talus
7	A	Urutan siklus hidup tumbuhan Bryophyta pada fase gametofitnya adalah protonema tumbuhan lumut dan anteridium
8	D	Pada tumbuhan lumut belum mempunyai akar namun rhizoid

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Saya sudah dapat menyebutkan ciri-ciri tumbuhan lumut	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Saya sudah dapat memberi contoh tumbuhan lumut	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Saya sudah dapat membaca bagan metagenesis, lumut	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Saya dapat menjelaskan peranan tumbuhan lumut	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05.	Saya dapat menjelaskan perbedaan tumbuhan lumut berumah satu dan dua	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "**Tidak**", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "**Tidak**". Bila semua jawaban "**Ya**", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

TUMBUHAN PAKU (PTERYDOPHYTA)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan

1. Mendeskripsikan ciri-ciri umum tumbuhan paku(Pteridophyta)
2. Menggambar siklus hidup tumbuhan paku-pakuan
3. Menyusun klasifikasi tumbuhan paku-pakuan
4. Menjelaskan peran tumbuhan paku bagi kehidupan

B. Uraian Materi

1. Ciri – ciri Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Tumbuhan paku merupakan salah satu kelompok tumbuhan yang tertua yang masih dapat dijumpai di daratan. Tumbuhan berkormus adalah tumbuhan yang memiliki batang, akar, dan daun yang sebenarnya. Artinya, batang, akar, dan daunnya sudah memiliki pembuluh angkut xilem dan floem.

Ciri – ciri tumbuhan paku sebagai berikut :

- a. Sudah mempunyai akar, batang, dan daun yang jelas.
- b. Pada batang sudah terdapat jaringan pengangkut, dengan sistem konsentris.
- c. Terjadi metagenesis.
- d. Generasi sporofit mempunyai akar sejati, berumur panjang dan merupakan keturunan generatif.
- e. Generasi gametofitnya adalah protalium, tidak mempunyai akar sejati, serta
- a. mempunyai anteridium dan arkegonium.
- f. Embryonya berkutub satu
- g. Ujung daun paku yang muda umumnya menggulung.
- h. Akar paku berupa akar serabut, terdapat kaliptra, tipe pembuluh angkut
- a. konsentrik.
- i. Batang umumnya berupa akar tongkat, kecuali pada paku tiang dan sejenisnya.
- j. Daun paku dapat dibedakan menjadi mikrofil dan makrofil, tetapi dapat juga dibedakan menjadi sporofil dan tropofil

2. Reproduksi Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

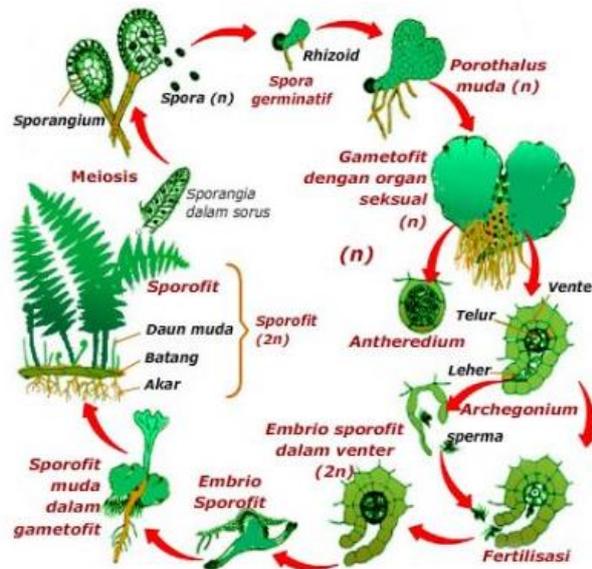
Tumbuhan paku dapat melakukan reproduksi secara aseksual (vegetatif) dan seksual (generatif).

- a. Reproduksi aseksual dilakukan dengan pembentukan spora di dalam sporangium dan menggunakan rizom. Rizom akan membentuk tunas-tunas tumbuhan paku yang berkoloni.
- b. Reproduksi seksual dilakukan dengan pembentukan spermatozoid di dalam anteridium dan ovum di dalam arkegonium. Fertilisasi antara spermatozoid dan ovum akan menghasilkan zigot yang akan tumbuh menjadi sporofit atau tumbuhan paku

Tumbuhan paku mengalami **metagenesis** antara generasi gametofit dan generasi sporofit.

Secara umum, tahapan metagenesis pada tumbuhan paku adalah sebagai berikut :

- Spora paku haploid (n) yang jatuh di tempat lembap akan berkecambah dan berkembang menjadi protalium (gametofit) yang juga haploid (n).
- Protalium akan membentuk anteridium (n) dan arkegonium (n). Di dalam anteridium dibentuk spermatozoid (n), sedangkan di dalam arkegonium dibentuk ovum (n).
- Jika terjadi fertilisasi antara spermatozoid dan ovum, akan terbentuk zigot yang diploid ($2n$).
- Zigot akan tumbuh menjadi sporofit atau tumbuhan paku yang diploid ($2n$). Sporofit selanjutnya akan membentuk sporofil (daun pembentuk spora) yang juga diploid ($2n$).
- Sporofil ($2n$) akan membentuk sporangium ($2n$). Di dalam sporangium terdapat sel induk spora ($2n$) yang akan membelah secara meiosis membentuk spora haploid (n).

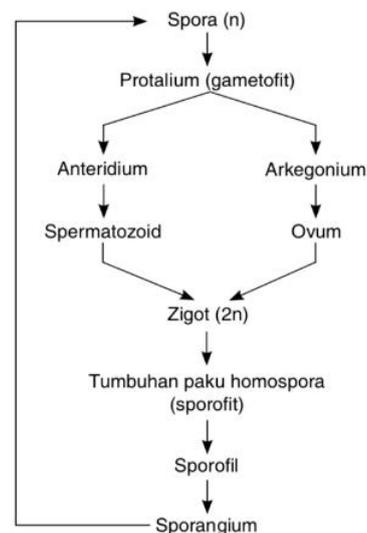


Gambar 6. Metagenesis Tumbuhan Paku
<https://ekosistem.co.id/metagenesis-tumbuhan-paku/>

Berdasarkan jenis spora yang dihasilkan dikenal 3 jenis tumbuhan paku, yaitu:

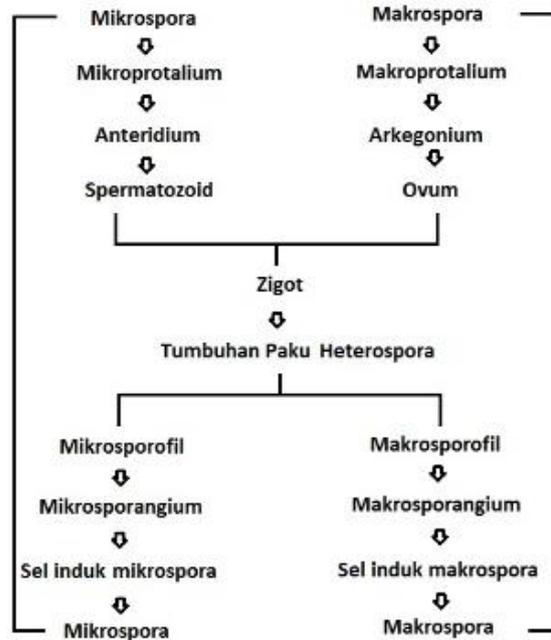
a. Paku Homospora (Isospora)

Merupakan kelompok tumbuhan paku yang hanya menghasilkan satu jenis spora saja, misalnya paku kawat (*Lycopodium clavatum*).



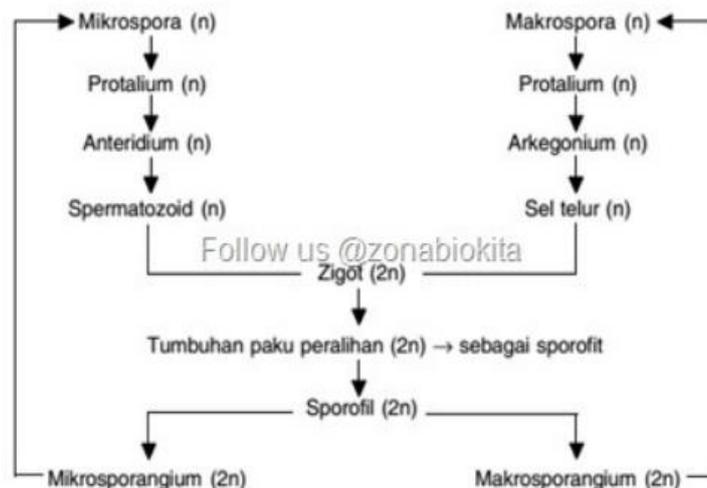
b. Paku Heterospora

Merupakan kelompok tumbuhan paku yang menghasilkan dua jenis spora yaitu: mikrospora (jantan) dan makrospora (betina), misalnya paku rane (*Selaginella wildenowii*) dan semanggi (*Marsilea crenata*).



c. Paku Peralihan

Merupakan kelompok tumbuhan paku yang menghasilkan spora yang bentuk dan ukurannya sama (isospora) tetapi memiliki fungsi berbeda yaitu sebagian jantan dan sebagian betina (heterospora), misalnya paku ekor kuda (*Equisetum debile*).



Tumbuhan paku mengalami daur hidup seperti halnya tumbuhan lumut. Namun, pada tumbuhan paku, generasi sporofit adalah generasi yang dominan dalam daur hidupnya.

3. Klasifikasi Tumbuhan Paku (*Tridophyta*)

Tumbuhan paku diklasifikasikan berdasarkan ciri tubuhnya menjadi empat subdivisi, yaitu:

a. Paku Purba/Telanjang (*Psilopsida*)

Dikatakan telanjang karena tidak berdaun atau daunnya kecil, ada pula yang tidak berakar sejati. Kebanyakan hidup di zaman purba dan ditemukan dalam bentuk fosil. Ada satu jenis yang sekarang masih ada tetapi hampir punah, yaitu *Psilotum*.

Ciri – ciri Paku Purba:

- Struktur tubuhnya sederhana, dengan tinggi antara 30 cm – 1 m
- Umumnya tidak memiliki daun dan akar sejati, tetapi memiliki rizom yang dikelilingi oleh rizoid. Jika terdapat daun, daunnya berukuran kecil (mikrofil) seperti sisik
- Batang beruas-ruas dan berbuku nyata, bercabang-cabang, berklorofil, serta memiliki jaringan pengangkut
- Sporangium terkumpul dalam sinangium yang terletak di ketiak daun pada ruas-ruas batang
- Menghasilkan satu jenis spora (paku homospora)



Gambar 7. *Psilotum nudum* (paku purba)

b. Paku Kawat (*Lycopsida*)

Lycopsida memiliki ciri-ciri: berdaun kecil dan tersusun spiral, sporangium muncul di ketiak daun dan berkumpul membentuk strobilus (kerucut). Batangnya seperti kawat. Contohnya: *Lycopodium*, *Selaginella*, dan *Isoetes*.

***Lycopodiinae* (paku kawat)** adalah tumbuhan paku yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Memiliki daun berbentuk seperti rambut atau sisik yang tersusun rapat pada batang
- Batang berbentuk seperti kawat. Pada bagian ujung batang terdapat sporangium yang terkumpul dalam struktur seperti gada yang disebut **strobilus**
- Merupakan tumbuhan paku homospora atau heterospora
- Gametofit bersifat biseksual (menghasilkan dua jenis alat kelamin) atau uniseksual (menghasilkan satu jenis alat kelamin)
- Banyak ditemukan hidup di hutan-hutan daerah tropis, baik tumbuh di permukaan tanah atau sebagai epifit



Gambar 8. *Lycopodium clavatum* (Paku Kawat)
<https://roselinerasubala.wordpress.com/>

c. Paku Ekor Kuda (Sphenopsida)

Sphenopsida memiliki ciri-ciri: daun kecil, tunggal dan tersusun melingkar. Sporangium terdapat dalam strobilus (kerucut). Contohnya: *Equisetum* dan *Calamites*.

Equisetinae (paku ekor kuda) adalah tumbuhan paku dengan percabangan batang yang khas seperti uliran atau lingkaran, sehingga menyerupai ekor kuda. Ciri-ciri dari anggota Equisetinae adalah sebagai berikut :

- Memiliki tubuh dengan tinggi rata-rata 1 m, tetapi ada juga yang tingginya mencapai 4,5 m
- Sporofit berdaun kecil (mikrofil) dan berbentuk seperti sisik dengan warna agak transparan
- Batang beruas-ruas dan berongga, serta memiliki rizom
- Sporangium terkumpul di dalam badan berbentuk kerucut yang disebut **strobilus**
- Menghasilkan spora yang sama bentuknya, tetapi berbeda jenisnya (ada yang jantan dan ada yang betina), sehingga disebut **paku peralihan**
- Gametofit berukuran kecil dan mengandung klorofil, sehingga dapat berfotosintesis. Gametofit jantan tumbuh dari spora jantan dan menghasilkan anteridium. Sementara gametofit betina tumbuh dari spora betina dan menghasilkan arkegonium



Gambar 9.. *Equisetum* sp. (paku ekor kuda)
https://id.wikipedia.org/wiki/Paku_ekor_kuda

d. Paku Sejati (Filicinae)

Pteropsida merupakan tumbuhan paku yang dapat dilihat di sekitar kita, yang umum disebut pakis.

Ciri-cirinya:

- daunnya besar, daun muda menggulung, sporangium terdapat pada sporofil (daun penghasil spora).

- Batang terdapat di bawah tanah atau berupa rizom
- Sporangium tersusun dalam sorus yang terletak di permukaan bawah daun, dengan posisi di sepanjang tepi daun atau di dekat tulang daun. Sorus umumnya dilindungi oleh indusium. Pada paku yang hidup di air, sporangium terdapat di dalam badan buah yang disebut **sporokarpium**
- Gametofit memiliki klorofil, dengan ukuran bervariasi. Gametofit bersifat uniseksual atau biseksual
Contohnya: paku sarang burung (*Asplenium nidus*), suplir (*Adiantum cuneatum*), semanggi (*Marsilea crenata*)



Gambar 10. Paku Sarang Burung, Semanggi, Suplir
<https://www.google.com/search?q=paku+sejati>

4. Manfaat Tuumbuhan Paku (Pteridophyta)

Manfaat tumbuhan paku antara lain.

- a. Untuk tanaman hias, misalnya *Platycerium bifurcatum* (paku tanduk rusa), *Asplenium nidus* (paku sarang burung), *Adiantum cuneatum* (suplir), *Selaginella wildenowii* (paku rane).
- b. Untuk bahan obat-obatan, misalnya *Aspidium felixmas*, dan *Lycopodium clavatum* (paku kawat).
- c. Untuk sayuran (dapat dimakan), misalnya *Marsilea crenata* (paku semanggi).
- d. Sebagai pupuk hijau, misalnya *Azolla pinnata* dan *Anabaena azollae*.
- e. Sebagai pelindung tanaman pertanian, misalnya *Gleichenia linearis*

C. Rangkuman

1. 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*.
2. 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**) 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.

3. 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.).
4. 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). Tumbuhan paku juga mengalami pergiliran keturunan (metagenesis). Metagenesis pada paku heterospora berbeda dengan paku homospora

D. Penugasan Mandiri

Dalam kegiatan ini, kalian diminta untuk mencari informasi sebanyak mungkin tentang berbagai jenis tumbuhan paku yang ada di sekitar tempat tinggalmu kemudian menuliskannya di dalam tabel. Dengan kegiatan ini diharapkan kalian dapat menjelaskan berbagai jenis tumbuhan paku dan memprediksi jenis tumbuhan paku berdasarkan ciri yang teramati, hasilnya silahkan diisikan kedalam table berikut

Nama Tumbuhan Paku	Ciri Umum	Peranan

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Berikut ini merupakan ciri-ciri tumbuhan:
 1. memiliki sorus
 2. gametofit lebih dominan
 3. memiliki protonema
 4. belum memiliki pembuluh angkut
 5. tingkat sporofit lebih dominan dalam hidupnya
 6. memiliki protaliumCiri-ciri tumbuhan paku adalah
 - A. 1, 2, dan 3
 - B. 1, 5, dan 6
 - C. 2, 3, dan 4
 - D. 3, 4, dan 5
 - E. 4, 5, dan 6

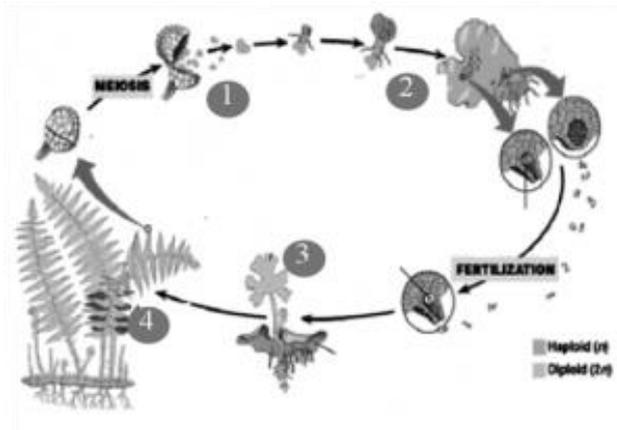
2. Selaginella adalah paku heterospora karena
 - A. menghasilkan spora yang sama
 - B. menghasilkan spora yang berbeda
 - C. menghasilkan spora yang berbeda jenis
 - D. menghasilkan gamet yang sama
 - E. menghasilkan gamet yang berbeda

3. Bagian tumbuhan Pteridophyta yang menunjukkan tingkat perkembangan lebih maju dari tumbuhan Bryophyta adalah
 - A. Gigi peristom
 - B. Kapsul spora
 - C. Jaringan steril
 - D. Rhizoid multiseluler
 - E. Jaringan angkut

4. Daun tumbuhan paku yang berfungsi untuk fotosintesis adalah
 - A. Mikrofil
 - B. Makrofil
 - C. Tropofil
 - D. Sporofil
 - E. Gametofit

5. Ditemukan fase-fase dari perkembangbiakan tumbuhan paku adalah seperti di bawah ini:
 - 1) tumbuhan paku dengan sporangium
 - 2) protalium
 - 3) spora
 - 4) zigot
 - 5) embrio
 - 6) tumbuhan paku mudaDari fase-fase perkembangbiakan paku tersebut dapat disusun secara urut adalah
 - A. 3 - 1 - 2 - 5 - 4 - 6
 - B. 3 - 4 - 5 - 2 - 6 - 1
 - C. 3 - 2 - 4 - 5 - 6 - 1
 - D. 3 - 2 - 5 - 4 - 6 - 1
 - E. 3 - 5 - 4 - 2 - 1 - 6

6. Perhatikan gambar daur hidup tumbuhan paku berikut.



Pernyataan yang benar adalah

- A. 2 adalah protonema, fase gametofit
 - B. 2 adalah protalium, fase gametofit
 - C. 4 adalah protonema, fase sporofit
 - D. 4 adalah protalium, fase sporofit
 - E. 3 adalah protalium, fase sporofit muda
7. Daun pada tumbuhan paku yang sudah menjadi epidermis, daging daun, dan tulang daun tersebut
- A. Mesofil
 - B. Mikrofil
 - C. Makrofil
 - D. Tropofil
 - E. Sporofil
8. Struktur pembentuk gamet pada tumbuhan Pteridophyta terdapat pada bagian
- A. Mikroprotalium
 - B. Anteridium
 - C. Makroprotalium
 - D. Sporangium
 - E. Sporogonium
9. Manfaat tumbuhan paku untuk tanaman hias antara lain
- A. Adiantum (paku suplir)
 - B. Equisetum (paku ekor kuda)
 - C. Alsophylla (paku tiang)
 - D. Azolla (paku sampan)
 - E. Marsilea (semanggi)
10. Anggota dari tumbuhan paku di bawah ini yang termasuk paku homospora adalah
- A. Filicinae (paku benar)
 - B. Platyserium (paku tanduk rusa)
 - C. Lycopodium (paku kawat)
 - D. Marsilea (paku semanggi)
 - E. Selaginella (paku rane)

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

No Soal	Kunci	Pembahasan
1	B	Ciri-ciri tumbuhan paku, yaitu: 1. memiliki sorus 2. daun dibedakan menjadi mikrofil dan makrofil 3. sudah memiliki pembuluh angkut 4. tingkat sporofit lebih dominan dalam hidupnya 5. memiliki protalium
2	C	tumbuhan paku yang menghasilkan dua jenis spora yaitu: mikrospora (jantan) dan makrospora (betina)
3	E	Bagian tumbuhan Pteridophyta yang menunjukkan tingkat perkembangan lebih maju dari tumbuhan Bryophyta adalah pada jaringan pengangkutnya dan tipe akar paku adalah akar serabut
4	C	Tropofil = Daun tumbuhan paku untuk proses fotosintesis Sporofil = Daun tumbuhan paku untuk memproduksi spora Makrofil = Daun paku yang ukurannya besar Mikrofil = Daun paku yang ukurannya kecil
5	B	Spora- zigot- embrio- protalium- tumbuhan paku muda- tumbuhan paku dengan sporangium
6	B	Keterangan gambar : 1 = spora, 2 = protalium, fase gametofit, 3 = sporofit muda, 4 = tumbuhan paku, fase sporofit
7	C	<ul style="list-style-type: none"> • Mesofil adalah daging daun yang terdiri atas jaringan palisade dan spons • Mikrofil adalah daun pada tumbuhan paku yang belum terdiferensiasi menjadi epidermis, daging daun, dan tulang daun • Makrofil adalah daun pada tumbuhan paku yang sudah menjadi epidermis, daging daun, dan tulang daun • Tropofil adalah daun yang mengandung sorus dan berfungsi menghasilkan spora untuk reproduksi • Sporofil adalah daun yang tidak mengandung sorus dan berfungsi untuk fotosintesis
8	D	Struktur pembentuk gamet pada tumbuhan Pteridophyta terdapat pada bagian mikroprotalium (pembentuk spermatozoa) dan makroprotalium (pembentuk sel telur)
9	A	Untuk tanaman hias, misalnya <i>Platyserium bifurcatum</i> (paku tanduk rusa), <i>Asplenium nidus</i> (paku sarang burung), <i>Adiantum cuneatum</i> (suplir), <i>Selaginella wildenowii</i> (paku rane).
10	C	Merupakan kelompok tumbuhan paku yang hanya menghasilkan satu jenis spora saja, misalnya paku kawat (<i>Lycopodium clavatum</i>).

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Saya sudah dapat menyebutkan ciri-ciri tumbuhan paku	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Saya sudah dapat memberi contoh tumbuhan paku	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Saya sudah dapat membaca bagan metagenesis tumbuhan paku	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Saya dapat menjelaskan perbedaan ciri tumbuhan, paku homospora, heterospor dan tumbuhan paku peralihan	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05.	Saya dapat menjelaskan peranan tumbuhan paku	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "**Tidak**", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "**Tidak**". Bila semua jawaban "**Ya**", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

TUMBUHAN BERBIJI (SPERMATOPHYTA)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan

1. Mendiskripsikan ciri-ciri umum tumbuhan berbiji (Spermatophyta)
2. Menyusun klasifikasi tumbuhan berbiji
3. Mengumpulkan informasi tentang manfaat Spermatophyta bagi manusia

B. Uraian Materi

Dalam pembelajaran ini setelah disajikan berbagai macam gambar tumbuhan biji kalian diharapkan dapat mengidentifikasi prinsip penggolongan tumbuhan dan dapat menjelaskan ciri- ciri tumbuhan biji.

Ciri –ciri Tumbuhan Biji

- a. Telah memiliki akar, batang dan daun sejati serta berkas pengangkut sehingga termasuk ke dalam kelompok Tracheophyta.
- b. Tubuhnya makroskopis dengan ukuran yang bervariasi. Dapat berupa semak, perdu, pohon, atau liana.
- c. Alat perkembangbiakan jelas antara jantan dan betina yang berupa bunga atau strobilus, dan dalam reproduksinya akan menghasilkan biji yang di dalamnya terdapat embrio.
- d. Generasi saprofitnya berupa tumbuhan dan generasi gametofitnya berupa bunga

1. Spermatophyta (Tumbuhan Biji)

Spermatophyta berasal dari bahasa Yunani, yaitu sperma yang berarti biji, dan phyton yang berarti tumbuhan. Meliputi semua tumbuhan berpembuluh yang bereproduksi secara generatif dengan membentuk biji. Di dalam biji terdapat calon individu baru (embrio sporofit atau lembaga) beserta cadangan makanan yang terbungkus oleh lapisan pelindung. Spermatophyta merupakan anggota plantae sejati dan menghasilkan biji untuk perkembangbiakannya (kormofita berbiji) sedang alat perkembangbiakannya tampak jelas dapat diamati sehingga disebut sebagai Phanerogamae. Tumbuhan berbiji meliputi semua tumbuhan yang menghasilkan biji. Tumbuhan ini memiliki arti penting bagi organisme lain di bumi. Bahan makanan manusia dan hewan banyak yang berasal dari tumbuhan berbiji.

Ciri-ciri Tumbuhan Biji Secara Umum

- a. Memiliki biji.
- b. Memiliki berkas pengangkut (xilem dan floem)
- c. Merupakan tumbuhan kormophyta (memiliki akar, batang dan daun sejati)
- d. Menghasilkan bunga (Anthophyta).
- e. Bersifat autotrof.
- f. Alat perkembangbiakan sudah jelas antara jantan dan betina yang berupa bunga atau strobilus.
- g. Generasi saprofitnya berupa tumbuhan dan generasi gametofitnya berupa bunga.

Reproduksi dan Siklus Hidup Tumbuhan Biji

Perkembangbiakan tumbuhan biji terjadi secara generatif (seksual) dengan membentuk biji yang diawali dengan pembentukan gamet (gametogenesis), penyerbukan (polinasi), peleburan gamet jantan dan betina (fertilisasi) yang menghasilkan Misal, kemudian menjadi embrio. Perkembangan secara vegetatif (aseksual) dengan organ-organ vegetatif seperti tunas, tunas adventif, rhizoma, dan stolon.

Gymnospermae bereproduksi secara generatif (seksual) dengan membentuk biji. Alat reproduksinya berupa strobilus terbentuk ketika tumbuhan sudah dewasa. Gymnospermae mengalami pembuahan tunggal.

Angiospermae memiliki alat perkembangbiakan yaitu berupa bunga. Reproduksi pada Angiospermae diawali dengan adanya proses penyerbukan (menempelnya serbuk sari pada kepala putik) dan proses pembuahan (penyerbukan sel telur dan kantong lembaga pada bakal biji dengan inti yang berasal dari serbuk sari). Selanjutnya zigot berkembang menjadi embrio dan kemudian menjadi buah. Pembuahan yang terjadi pada Angiospermae disebut pembuahan ganda, karena dua inti generatif (sperma) masing-masing membuahi sel telur yang akan menjadi lembaga dan inti kandung lembaga menjadi endosperm.

Klasifikasi Spermatophyta

a. Gymnospermae (Berbiji terbuka)

Disebut biji terbuka karena bijinya tidak ditutupi oleh daging buah. Gymnospermae umumnya memiliki struktur daun tebal, banyak cabang, tudung daun membentuk kerucut, dan belum memiliki bunga sesungguhnya. Reproduksi generatif terjadi satu kali pembuahan (pembuahan tunggal) yang menghasilkan zygote. Waktu antara penyerbukan dan pembuahan berlangsung relatif lama.

Ciri-ciri gymnospermae:

- 1) Memiliki bakal biji yang tidak tertutup oleh daun buah.
- 2) Berupa perdu atau pohon, batang dapat tumbuh membesar dan bercabang-cabang.
- 3) Belum memiliki bunga sejati (hanya berupa strobilus jantan dan betina).

Gymnospermae mempunyai 4 divisi, yaitu:

1) Kelas Cycadophyta

Tumbuhan ini merupakan tumbuhan biji yang primitif, hidup di daerah tropis dan subtropis. Di Indonesia kita kenal pakis haji (*Cycas rumphii*) merupakan tanaman hias, akarnya bersimbiosis dengan ganggang biru (*Anabaena*) yang dapat mengikat nitrogen. Perkembangan dari Pteridophyta. Memiliki daun yang besar seperti tumbuhan palem.

2) Kelas Ginkgophyta

Sebagian besar sudah punah yang ada ginkgo biloba. Ginkgo (*Ginkgo biloba*) merupakan spesies tunggal dari salah satu divisi anggota tumbuhan berbiji terbuka yang pernah tersebar luas di dunia. Pada masa kini tumbuhan ini diketahui hanya tumbuh liar di Asia Timur Laut, namun telah tersebar luas di berbagai tempat beriklim sedang lainnya sebagai pohon penghias taman atau pekarangan. Bentuk tumbuhan modern ini tidak banyak berubah dari fosil-fosilnya yang ditemukan.

3) Kelas Peniphyta

Memiliki daun berbentuk seperti jarum dan selalu berwarna hijau sepanjang tahun. Contoh : *taxus baccata*, *agathis alba*, atau *caria cunninghamii*.

4) Kelas Gnetophyta

Berupa pohon dengan banyak cabang dan dengan daun tunggal juga memiliki bunga majemuk. Contoh : *Melinjo* dan *ephedra altissima*



Gambar 11. Beberapa tanaman Gymnospermae

2. Angiospermae (Berbiji tertutup)

Disebut biji tertutup karena bijinya terbungkus oleh daging buah. Memiliki alat reproduksi berupa bunga sempurna (benang sari, putik, bakal buah, bakal biji, mahkota, kelopak, dan tangkai). Reproduksi generatif mengalami dua kali pembuahan (pembuahan ganda) yang menghasilkan zygot (pembuahan inti generatif/sperma dengan ovum) dan endosperm (pembuahan inti generatif/sperma dengan kandung lembaga skunder). Pada umumnya tumbuhan ini berupa pohon, perdu, semak, liana, atau herba.

Ciri-ciri Angiospermae:

- Bakal biji diselubungi daun buah yang merupakan bakal buah.
- Berupa herba, perdu, atau pohon.
- Mempunyai organ yang berupa bunga lengkap (terdapat kelopak bunga, mahkota bunga, serta alat kelamin berupa benang sari dan putik).

Klasifikasi Angiospermae:

Angiospermae dibagi menjadi 2 kelas, yaitu:

a. Kelas Monocotyledoneae

Ciri-ciri kelas Monocotyledoneae adalah sebagai berikut :

- Berbiji tunggal (hanya memiliki 1 daun lembaga), sistem akar serabut, batang sama besar dan tidak bercabang.

- 2) Daun tunggal berpelelah dan bertulang sejajar. Bagian bunga kelipatan tiga.
- 3) Akar dan batang tidak berkambium, sehingga tidak dapat tumbuh membesar.
- 4) Xilem dan floem tersebar.

Contoh kelas monocotyledoneae adalah : *Oryza sativa*(padi), *Zea mays* (jagung), dan *Cocos nucifera* (kelapa)

b. Kelas Dicotyledoneae

Ciri-ciri kelas dicotyledoneae adalah sebagai berikut :

- 1) Berkeping dua (memiliki dua daun lembaga), memiliki akar tunggang.
- 2) Batang kerucut panjang, bercabang dan berkambium.
- 3) Daun tunggal atau majemuk, tulang daun menyirip atau menjari.
- 4) Bagian bunga kelipatan dua, empat atau lima.
- 5) Memiliki kambium sehingga dapat mengalami pertumbuhan sekunder (pertumbuhan melebar), xilem dan floem tersusun dalam lingkaran.

Contoh kelas dicotyledoneae: *Mangifera indica* (mangga),*Manihot utilissima* (ketela pohon), dan *Psidium guajava* (jambu biji)

C. Rangkuman

1. Spermatophyta berasal dari bahasa Yunani, yaitu sperma yang berarti biji, dan phyton yang berarti tumbuhan. Meliputi semua tumbuhan berpembuluh yang bereproduksi secara generatif dengan membentuk biji. Di dalam biji terdapat calon individu baru (embrio sporofit atau lembaga) beserta cadangan makanan yang terbungkus oleh lapisan pelindung. Spermatophyta merupakan anggota plantae sejati dan menghasilkan biji untuk perkembangbiakannya (kormofita berbiji) sedang alat perkembangbiakannya tampak jelas dapat diamati sehingga disebut sebagai Phanerogamae. Tumbuhan berbiji meliputi semua tumbuhan yang menghasilkan biji.
2. Perkembangbiakan tumbuhan biji terjadi secara generatif (seksual) dengan membentuk biji yang diawali dengan pembentukan gamet (gametogenesis), penyerbukan (polinasi), peleburan gamet jantan dan betina (fertilisasi) yang menghasilkan Misal, kemudian menjadi embrio. Perkembangan secara vegetatif (aseksual) dengan organ-organ vegetatif seperti tunas, tunas adventif, rhizoma, dan stolon.
3. Gymnospermae bereproduksi secara generatif (seksual) dengan membentuk biji. Alat reproduksinya berupa strobilus terbentuk ketika tumbuhan sudah dewasa. Gymnospermae mengalami pembuahan tunggal.
4. Angiospermae memiliki alat perkembangbiakan yaitu berupa bunga. Reproduksi pada Angiospermae diawali dengan adanya proses penyerbukan (menempelnnya serbuk sari pada kepala putik) dan proses pembuahan (penyerbukan sel telur dan kantong lembaga pada bakal biji dengan inti yang berasal dari serbuk sari). Selanjutnya zigot berkembang menjadi embrio dan kemudian menjadi buah. Pembuahan yang terjadi pada Angiospermae disebut pembuahan ganda, karena dua inti generatif (sperma) masing-masing membuahi sel telur yang akan menjadi lembaga dan inti kandung lembaga menjadi endosperm Tumbuhan ini memiliki arti penting bagi organisme lain di bumi. Bahan makanan manusia dan hewan banyak yang berasal dari tumbuhan berbiji

D. Penugasan Mandiri (optional)

Dalam kegiatan ini, kalian diminta untuk mencari informasi sebanyak mungkin tentang berbagai jenis tumbuhan yang ada di sekitar tempat tinggalmu kemudian menuliskannya di dalam tabel. Dengan kegiatan ini diharapkan kalian dapat menjelaskan berbagai jenis tumbuhan dan memprediksi jenis tumbuhan berdasarkan ciri yang teramati, hasilnya silahkan diisikan kedalam table berikut

Nama Tumbuhan	Kelas	Peranan

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

- Bagian bunga tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) tempat terjadinya pembuahan disebut
 - dasar putik
 - mikrofil
 - kotak sari
 - putik
 - serbuk sari
- Perhatikan ciri tumbuhan berikut!
 - Terjadi pembuahan ganda
 - Bakal biji terbungkus oleh daun buah
 - Berkeping biji
 - Daun kaku dan sempit
 Berdasarkan ciri di atas, yang termasuk ciri tumbuhan biji tertutup yaitu nomor...
 - 3 dan 4
 - 1,2, dan 3
 - 1 dan 3
 - 1,2, dan 4
 - 2 dan 4
- Semua jenis spermatophyte dapat menghasilkan....
 - Strobilus
 - Spora
 - Biji
 - Bunga
 - Rizoid
- Yang termasuk ke dalam kelompok Gymnospermae yaitu...
 - alang-alang, pakis haji, dammar, cemara
 - damar, pinus, cemara, pisang
 - pinang, pakis haji, cemara, pinus
 - pinus, dammar, pakis haji, melinjo
 - damar, melinjo, alang-alang, pakis haji

5. Perhatikan ciri spermatophyta berikut!
1. Akar tunggang
 2. Bakal biji terlihat
 3. Akar serabut
 4. Bakal biji tak terlihat
 5. Pembuahan tunggal
- Berdasarkan data tersebut yang termasuk ciri Gymnospermae yaitu nomor...
- A. 2 saja
 - B. 1, 2 dan 5
 - C. 2, 3 dan 5
 - D. 1, 4 dan 5
 - E. 1 saja
6. Pinus masuk dalam golongan tumbuhan conifer, karena mempunyai...
- A. Daun yang kaku dan kaku seperti jarum
 - B. Bunga jantan dan bunga betina
 - C. Strobilus jantan dan betina
 - D. Bunga berbentuk kerucut
 - E. Bunga sempurna
7. Tumbuhan berbiji tertutup dari kelas dikotil berdasarkan ada tidaknya daun mahkota bunga dibagi menjadi 3 subkelas, yaitu ...
- A. Piperaceae, cannaceae, dan fagaceae
 - B. Monokotil, monoklamida, dan dialipetala
 - C. Monoklamida, simpetala, dan dialipetala
 - D. Dialipetala, monoklamida, dan cycadinae
 - E. Piperaceae, cycadinae, Dialipetala
8. Monokotil dapat dibedakan dari dikotil berdasarkan ciri-ciri khas yang terdapat pada semua struktur di bawah ini, kecuali...
- A. susunan akarnya
 - B. susunan anatomi pembuluh batangnya
 - C. morfologi bunganya
 - D. sifat haploid sel kelaminnya
 - E. tipe biji

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

No Soal	Kunci	Pembahasan
1	A	Tahap reproduksi generatif pada tumbuhan Angiospermae setelah terjadinya penyerbukan adalah pembuahan atau fertilisasi. Pembuahan merupakan proses meleburnya inti sperma dan ovum (sel telur) yang terjadi pada dasar putik untuk membuat embrio tumbuhan.
2	B	mempunyai bunga. daunnya pipih, lebar dengan susunan tulang beraneka ragam. bakal biji atau biji tidak terlihat. selisih waktu antara penyerbukan dan pembuahan relatif singkat. adanya pembuahan ganda Bakal biji terbungkus oleh daun buah
3	C	Spermatophyta (Yunani, sperma=biji , phyton=tumbuhan) adalah kelompok tumbuhan yang memiliki biji
4	D	pinus, dammar, pakis haji, melinjo
5	B	Akar tunggang Memiliki bakal biji yang tidak tertutup oleh daun buah. Berupa perdu atau pohon, batang dapat tumbuh membesar dan bercabang-cabang. Belum memiliki bunga sejati (hanya berupa strobilus jantan dan betina). Pembuahan tunggal
6	C	Lihat pembahasan nomor 6
7	C	Dicotyledoneae dapat dibedakan dalam 3 sub kelas : Monochlamydeae(Apetalae), Dialypetalae, dan Sympetalae, yang perbedaannya terletak dalam ada dan tidaknya daun-daun mahkota (petalae) dan bagaimana susunan daun-daun mahkota tersebut
8	D	Perbedaan Monokotil dan Dikotil (Lihat table dibawah ini)

Perbedaan	Monokotil	Dikotil
Keping biji	Berkeping satu	Berkeping dua
Pembelahan biji	Tidak membelah saat berkecambah	Membelah saat berkecambah
Bentuk akar	Akar serabut	Akar tunggang
Tudung akar	Memiliki tudung akar	Tidak memiliki tudung akar
Pembentukan akar	Terbentuk dari batang	Terbentuk dari percabangan akar utama
Cabang batang	Tidak bercabang	Bercabang

Kambium	Tidak memiliki kambium	Memiliki kambium
Pertumbuhan sekunder	Tidak ada, hanya pertumbuhan memanjang	Ada, sehingga terdapat pertumbuhan membesar
Bentuk daun	Memanjang	Melebar
Tulang daun	Sejajar	Menyirip atau menjari
Kelopak bunga	Jumlah kelopak 3 atau kelipatannya	Jumlah kelopak 2, 4, dan 5 atau kelipatannya
Berkas pengangkut	Tersebar	Teratur
Korteks	Tidak memiliki korteks	Tersusun atas korteks dan stele
Pembuluh kayu	Tidak memiliki pembuluh kayu	Memiliki pembuluh kayu

Pedoman Pengskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 KD berikutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Saya sudah dapat menyebutkan ciri-ciri tumbuhan Angiospermae	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02	Saya sudah dapat menyebutkan ciri-ciri tumbuhan Gymnospermae	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03	Saya sudah dapat memberi contoh tumbuhan Angiospermae	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04	Saya sudah dapat memberi contoh tumbuhan Gymnospermae	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05	Saya sudah dapat membedakan tumbuhan dicotyl dan monocotyl	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
06.	Saya dapat menyebutkan contoh tanaman baik yang dicotyl maupun monocotyl	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
07	Saya dapat menjelaskan peranan tumbuhan Spermaphyta	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "**Tidak**", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "**Tidak**". Bila semua jawaban "**Ya**", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

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 pembuahan disebut ...
 - A. serbuk sari
 - B. mikrofil
 - C. bakal buah
 - D. kotak sari
 - E. kepala putik
5. Pada daur hidup tumbuhan lumut, fase setelah spora adalah....
 - A. Protalium
 - B. Protonema
 - C. Anteridium
 - D. Erkegonium
 - E. Zigot
6. Monokotil dapat dibedakan dari dikotil berdasarkan ciri-ciri khas yang terdapat pada semua struktur di bawah ini, kecuali....
 - A. susunan akarnya
 - B. susunan anatomi pembuluh batangnya
 - C. morfologi bunganya
 - D. sifat haploid sel kelaminnya
 - E. tipe biji
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 kabium
 - A. Pisang
 - B. Padi
 - C. Jagung
 - D. Tebu
 - E. kacang tanah

10. Pipa kapiler yang berfungsi untuk pengangkutan air di dalam tubuh tumbuhan adalah
 - A. Xylem
 - B. Floem
 - C. berkas pembuluh
 - D. trakeid
 - E. trakea

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. Rhizome
 - 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
 - A. Stamen
 - B. Stilus
 - C. Pistilum
 - D. Sepal
 - E. Ovulum

15. Berikut yang bukan merupakan ciri-ciri umum dari tumbuhan dikotil adalah ...
- A. biji berkeping dua
 - B. tulang daun menjari atau menyirip
 - C. memiliki akar serabut
 - D. memiliki cambium
 - E. memiliki bunga dengan kelipatan 4 atau 5
16. Pada anatomi biji monokotil, bagian biji yang berperan untuk cadangan makanan adalah....
- A. endospermae
 - B. radikula
 - C. hipokoti
 - D. epikotil
 - E. kotiledon
17. Bagian bunga yang berperan untuk melindungi bunga ketika masih dalam keadaan kuncup adalah....
- A. kelopak
 - B. dasar buah
 - C. mahkota
 - D. ovulum
 - E. dasar bunga
18. Pinus merupakan anggota Gymnospermae dari divisi ...
- A. Pteridophyta
 - B. Equisetophyta
 - C. Lycopodophyta
 - D. Cycodophyta
 - E. Pinophyta
19. Tumbuhan lumut merupakan tumbuhan kosmopolit, sebab ...
- A. hidupnya epifit
 - B. hidupnya di tempat yang lebat
 - C. hidupnya dapat di mana saja
 - D. hidupnya di air
 - E. hidupnya parasit di daerah dingin
20. Berikut adalah contoh spesies dari kingdom Plantae yang biasa dijadikan sebagai sumber karbohidrat utama, yaitu ...
- A. *Cocos nucifera*
 - B. *Ficus benjamina*
 - C. *Salacca sp.*
 - D. *Psidium guajava*
 - E. *Oryza sativa*

Kunci Jawaban Evaluasi

No Soal	Kunci						
1	C	6	D	11	B	16	A
2	B	7	E	12	E	17	A
3	A	8	B	13	C	18	E
4	E	9	E	14	A	19	C
5	B	10	A	15	C	20	E

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A. 2008. *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
<https://www.gurupendidikan.co.id/kingdom-plantae/>
<http://budisma.net/2014/11/pengertian-kingdom-plantae-dan-ciri-ciri-tumbuhan.html>
<https://ekosistem.co.id/metagenesis-tumbuhan-paku/>
<http://www.sridianti.com/ciri-ciri-tumbuhan-lumut-bryophyta.html>
<http://www.sridianti.com/reproduksi-lumut.html>
<https://www.sridianti.com/reproduksi-pteridophyta-tumbuhan-paku.html>
<https://www.seputarpengetahuan.co.id/2016>
<https://rumus.co.id/tumbuhan-paku/>
<http://evaheniastuti.blogspot.com/2013/09/spermatophyta-tumbuhan-berbiji.html>
<https://www.google.co.id/search?q=bryophyta+dan+pteridophyta&>
<https://www.google.co.id/search?q=lumut>
Irnaningtyas, 2013, *Biologi*. Jakarta: Erlangga
Khristiyono, *Buku Penilaian Autentik Biologi X*, Erlangga, Jakarta, 2013
Tim Widya Gamma, *Eksplorasi UN SMA/MA, IPA/MIPA*, Yrama Widya, 2017
Yusa dan Manicam Bala Subra . 2016. *Buku siswa aktif dan kreatif belajar biologi 2 untuk SMA/MA kelas XI Peminatan Matematika dan ilmu - ilmu alam*. Bandung : Grafindo Media Pratama



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



ANIMALIA BIOLOGI X MIPA

PENYUSUN

**PRASIDA WIDIYANTO
SMA NEGERI 1 BOJA**

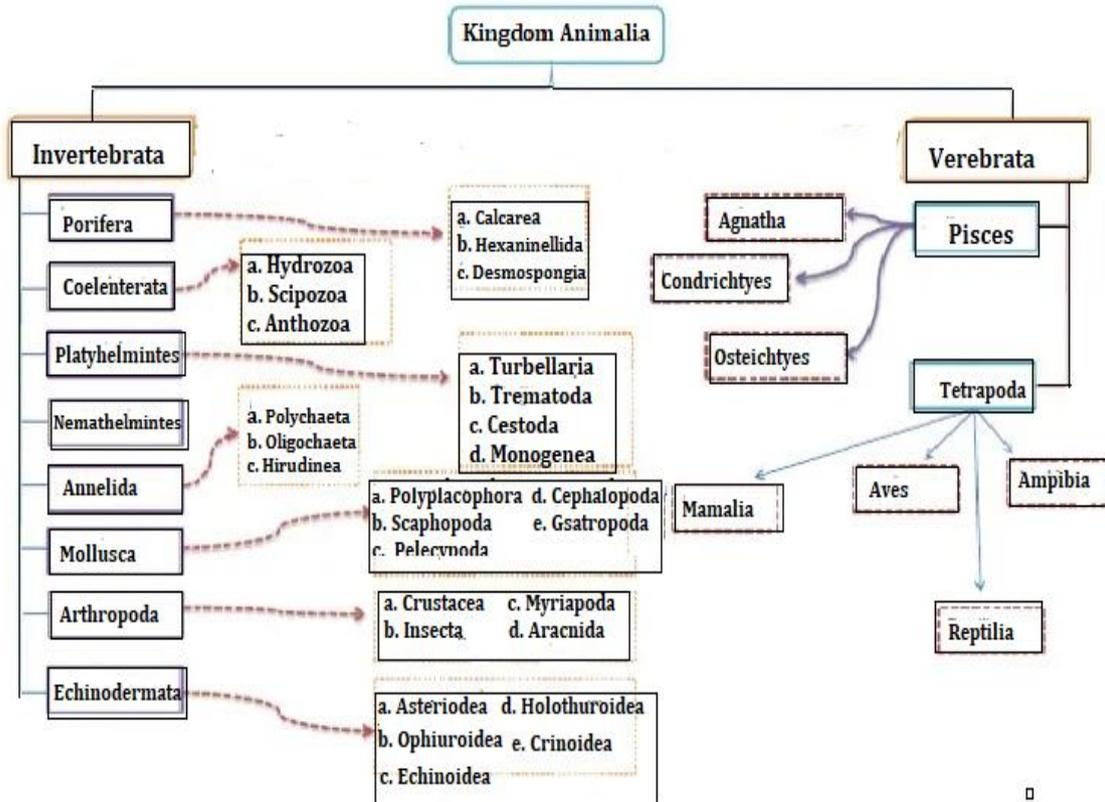
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
GLOSARIUM.....	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi.....	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul.....	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
INVERTEBRATA	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman.....	17
D. Penugasan Mandiri	17
E. Latihan Soal.....	17
F. Penilaian Diri.....	19
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	22
VERTEBRATA	22
A. Tujuan Pembelajaran	22
B. Uraian Materi.....	22
C. Rangkuman.....	29
D. Penugasan Mandiri	29
E. Latihan Soal.....	30
F. Penilaian Diri.....	33
DAFTAR PUSTAKA	40

GLOSARIUM

Aselomata	: Tidak memiliki rongga tubuh
Ambulakral	: daerah kaki tabung pada sistem vaskuler air
Bilateral	: Memiliki satu simetri / arah
Chondrichthyes	: ikan bertulang rawan
Diploblastik	: Memiliki dua lapisan tubuh
Dermis	: kulit bagian dalam
Diocious	: hewan berkelamin terpisah
Endoskeleton	: rangka dalam
Epidermis	: bagian kulit paling luar
Foramen panizzae	: lubang pada sekat antara kedua bilik jantung buaya
Homoioterm	: suhu tubuh tetap, tidak dipengaruhi suhu lingkungan
Imago	: stadium akhir atau dewasa
Kelisera	: alat gerak yang digunakan sebagai penjepit
Karapaks	: kerangka luar bagian atas
Kitin	: zat tanduk yang membentuk kulit
Knidoblast	: sel penyengat pada Cnidaria
Larva	: stadium muda
Membran niktitans	: selaput yang melindungi mata saat tidur
Mesoglea	: lapisan gelatin diantara dinding tubuh bagian dalam dan luar pada Porifera
Nakreas	: lapisan mutiara
Nefridium	: organ ekskresi pada Invertebrata yang berfungsi sebagai ginjal
Nimfa	: stadium perkembangan serangga yang bentuknya mirip stadium dewasa
Notocord	: kerangka sumbu tubuh
Operculum	: tutup insang
Pediselaria	: struktur seperti jepit yang dimiliki beberapa jenis Echinodermata
Periostracum	: lapisan tipis dan keras dari cangkok yang tersusun dari zat tanduk
Pinakosit	: sel pipih yang terdapat pada epitelium terluar Porifera
Poikiloterm	: suhu tubuh tidak tetap, terpengaruh suhu di sekelilingnya
Prismatik	: lapisan tengah cangkok yang tersusun dari kristal karbonat
Pseudoselomata	: Rongga semu
Radial	: Memiliki lebih dari satu simetri tubuh
Radula	: organ pendek lebar deretan gigi kitin pada mulut Mollusca
Selom	: rongga tubuh yang dilapisi yang dibatasi epitelium berisi organ dalam
Siring	: alat suara pada burung
Squamata	: reptilia bersisik
Triploblastik	: Memiliki tiga lapisan tubuh

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: BIOLOGI
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 9 JP
Judul Modul	: ANIMALIA

B. Kompetensi Dasar

- 3.9. Mengelompokkan hewan ke dalam filum berdasarkan lapisan tubuh, rongga tubuh simetri tubuh, dan reproduksi.
- 4.9. Menyajikan laporan perbandingan kompleksitas lapisan penyusun tubuh hewan (diploblastik dan triploblastik), simetri tubuh, rongga tubuh, dan reproduksinya)

C. Deskripsi Singkat Materi

Kingdom Animalia merupakan salah satu kingdom yang memiliki anggota yang paling banyak dan bervariasi. Secara garis besar kingdom animalia dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu golongan vertebrata (hewan bertulang belakang) dan golongan invertebrata (hewan tak bertulang belakang).

Modul pembelajaran biologi ini disusun untuk membantu peserta didik dalam memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan rasa ingin tahunya tentang animalia. Sehingga peserta didik mampu mengelompokkan hewan ke dalam filum berdasarkan lapisan tubuh, rongga tubuh simetri tubuh, dan reproduksi serta menyajikan laporan perbandingan kompleksitas lapisan penyusun tubuh hewan (diploblastik dan triploblastik), simetri tubuh, rongga tubuh, dan reproduksinya.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Bacalah dengan seksama kompetensi dasar dan indikator yang tertera dalam modul ini.
2. Perhatikan dan pahami konsep yang terdapat pada lembar kegiatan peserta didik untuk mendukung pemahaman tentang materi karakteristik animalia.
3. Lakukanlah kegiatan belajar dengan cara memahami materi, mengerjakan tugas dan latihan dengan baik untuk mencapai standar kompetensi.
4. Setiap kegiatan belajar diakhiri dengan latihan soal dan penilain diri, diharapkan kalian telah menguasai materi lebih dari 80% sebelum mempelajari kegiatan belajar berikut..
5. Jika dalam mempelajari modul ini kalian menemukan hal – hal yang belum bisa dipahami, silakan berkomunikasi dengan orang-orang di sekeliling kalian yang menurut pandangan kalian memiliki kemampuan untuk menjelaskan atau kalian dapat mencari informasi di berbagai media.
6. Pada bagian akhir dari modul ini disiapkan soal evaluasi untuk mengetahui ketercapaian kompetensi secara utuh tentang Kingdom animalia. Diharapkan ketercapaian yang kalian peroleh minimal 80 %.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Invertebrata

Kedua : Vertebrata

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 INVERTEBRATA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan mampu:

1. Mengelompokkan hewan invertebrata ke dalam filum berdasarkan lapisan tubuh, rongga tubuh, simetri tubuh, dan reproduksi.
2. Menentukan peran hewan dalam kehidupan di muka bumi.
3. Menyajikan data temuan hasil pengamatan berbagai macam hewan invertebrata di lingkungannya baik yang hidup di dalam atau di luar rumah, di tanah, air laut dan danau, atau yang di pepohonan dalam bentuk laporan tertulis.

B. Uraian Materi

Selamat datang ke dalam kingdom Anda, kingdom animalia. Ahli biologi telah mengidentifikasi 1,3 juta spesies hewan yang masih hidup sampai saat ini. Hewan adalah organisme eukariotik multiseluler dan heterotrofik dengan jaringan yang berkembang dari lapisan embrionik. Mengapa hewan dikelompokkan ke dalam organisme eukariotik multiseluler? Karena tubuh hewan disusun oleh milyaran sel yang memiliki membran nukleus dan sistem endomembran. Hewan berbeda dengan tumbuhan yang dapat menghasilkan molekul organik melalui peristiwa fotosintesis. Hewan harus mengkonsumsi molekul organik dengan memakan organisme hidup lain atau menelan molekul organik tak hidup.

1. Ciri-ciri Kingdom Animalia

- a. Semua organisme yang termasuk ke dalam kingdom Animalia merupakan organisme eukariotik.
- b. Organisme yang termasuk ke dalam kingdom Animalia merupakan multiseluler.
- c. Animalia tidak mempunyai dinding sel.
- d. Animalia dapat bergerak aktif.
- e. Tidak berklorofil sehingga bersifat heterotrof.
- f. Habitat darat dan akuatik.
- g. Bereproduksi secara seksual dan aseksual, aseksual diantaranya; fragmentasi dan tunas.
- h. Kingdom ini mempunyai keanekaragaman paling tinggi.

2. Klasifikasi kingdom Animalia

Klasifikasi kingdom Animalia berdasarkan simetri tubuh dan lapisan penyusun tubuh

a. Simetri Tubuh

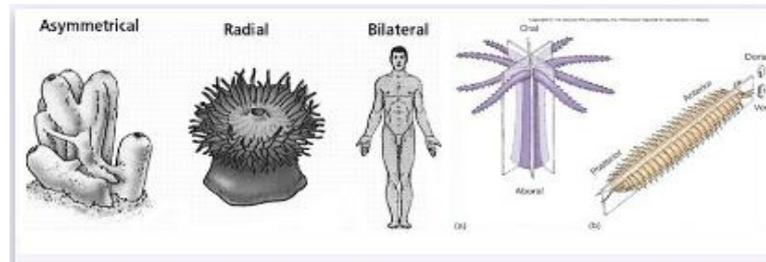
a) Simetri Radial

Simetri radial menggambarkan bahwa hewan mempunyai bagian tubuh yang tersusun melingkar. Apabila diambil garis yang melewati. Mulut akan menghasilkan bagian-bagian yang sama. Hewan ini hanya memiliki bagian oral (puncak) dan bagian aboral (dasar). Contoh : bintang laut (Filum Echinodermata)

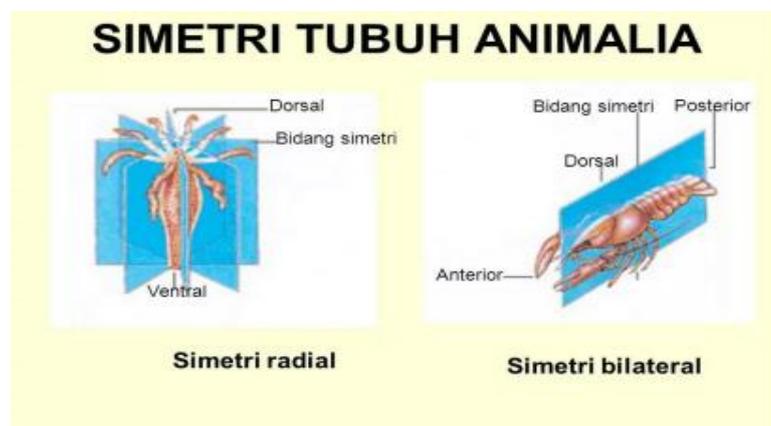
b) Simetri Bilateral

Simetri bilateral menggambarkan hewan yang bagian tubuhnya tersusun bersebelahan dengan bagian yang lain. Apabila diambil garis memotong

yang melewati mulut dan anus, akan menghasilkan bagian yang sama antara sisi kiri dan kanan. Hewan dengan simetri bilateral memiliki sisi atas (dorsal), sisibawah (ventral), sisi kepala (anterior), sisi ekor (posterior), dan sisi samping (lateral). Contoh : manusia.



Gambar :
Simetri Tubuh pada Hewan (sumber: slideshare.net)



Simetri Tubuh pada Hewan (sumber: satwa.foresteract.com)

b. Lapisan Penyusun

Berdasarkan jumlah lapisan tubuh, hewan dapat dibedakan menjadi dua yaitu diploblastik dan triploblastik

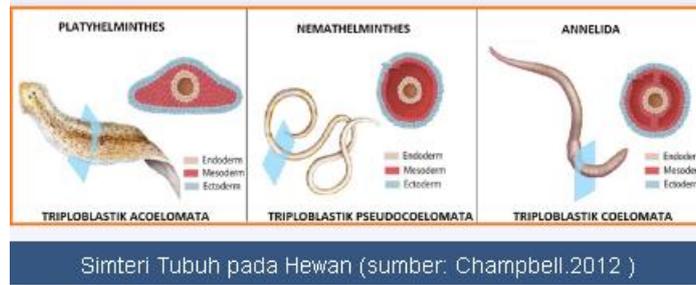
a) Hewan Diploblastik

Hewan diploblastik memiliki dua lapisan sel pembentuk tubuh, yaitu ektoderma (lapisan luar) dan endoderma (lapisan dalam).

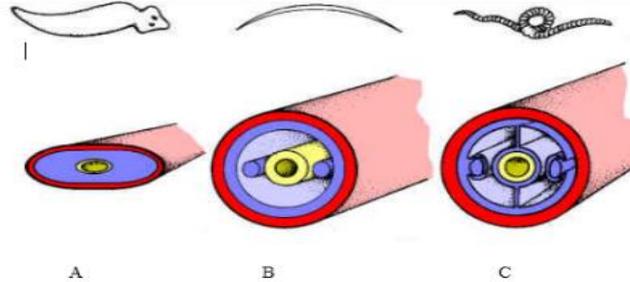
b) Hewan Triploblastik

Hewan triploblastik memiliki tiga lapis sel pembentuk tubuh. Tiga lapis sel tersebut yaitu ektoderma, mesoderma (lapisan tengah), dan endoderma. Ektoderma pada hewan triploblastik berkembang menjadi epidermis dan sistem saraf. Mesoderma berkembang menjadi jaringan otot dan jaringan lainnya. Sementara itu, endoderma berkembang menjadi usus dan kelenjer pencernaan.

Hewan triploblastik dibedakan berdasarkan ada tidaknya rongga tubuh. Hewan tersebut yaitu aselomata, pseudoselomata, dan selomata. Aselomata merupakan hewan yang tidak mempunyai rongga di antara usus dan tubuh terluarnya. Pseudoselomata merupakan hewan yang mempunyai rongga dalam saluran tubuh yang berisi cairan tanpa dibatasi jaringan dari mesoderma. Hewan selomata memiliki rongga tubuh yang berisi cairan dan mempunyai batas yang berasal dari jaringan mesoderma.



Simetri Tubuh pada Hewan (sumber: Champbell.2012)



Gambar 1.2 Perbedaan aselomata (A), selomata (B), dan pseudoselomata (C) (Sumber: Longman, 1999).

Simetri Tubuh pada Hewan (sumber: (satwa.foresteract.com)

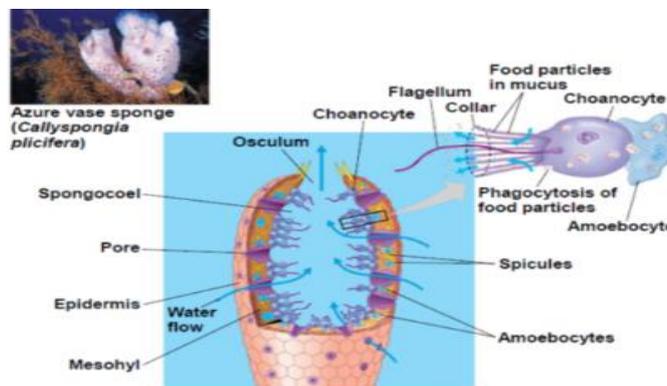
c. Klasifikasi

Berdasarkan perbedaan pada simetri tubuh dan lapisan penyusun tubuhnya kingdom Animalia dibagi menjadi Sembilan Filum yaitu Porifera, Coelenterata, Platyhelminthes, Nematelminthes, Annelida, Mollusca, Echinodermata dan Arthropoda sering disebut hewan Avertebrata. Avertebrata merupakan hewan yang tidak mempunyai tulang belakang (vertebrae). Hewan-hewan ini banyak dijumpai di darat, air tawar, maupun di laut

a) Filum Porifera

Porifera merupakan kelompok hewan yang menetap (sessil) di dasar perairan. Tubuh hewan ini mempunyai pori atau lubang-lubang kecil yang disebut ostium. Porifera termasuk hewan diploblastik. Oleh karena itu, hewan ini tersusun atas dua lapis sel.

Lapisan luar tersusun oleh sel-sel epitel sederhana yang disebut pinakosit. Sementara itu di lapisan dalam tersusun oleh sel-sel berleher dinamakan sel koanosit. Koanosit mempunyai flagella, vakuola dan nukleus. Diantara pinakosit dan koanosit terdapat mesoglea.



Gambar 8. Struktur Tubuh Porifera (sumber: Campbell, 2012)

(sumber: (ilmudasar.id)

Berdasarkan bentuk dan kandungan spikula, porifera dibagi menjadi tiga kelas sebagai berikut:

a) Kelas Calcarea

Rangka tubuh calcarea bersifat kalkareus. Hal ini Karena spikulanya mengandung kalsium karbonat (kapur). Sebagian spikulanya berbentuk monaxon dan triakson. Anggota kelas ini banyak tersebar di laut dangkal di seluruh dunia.

Contoh: *Scypa sp.*, *Cerantia sp.*, *Sycon sp.*, *Leucon sp.*, dan *Clathrina sp.*

b) Kelas Hexactinellida

Spikula pada kelas ini mengandung banyak benang silikat. Sementara itu spikulanya berbentuk triakson dengan enam cabang. Bentuk hewan-hewan pada kelas ini menyerupai gelas. Oleh karena itu anggotanya dikenal dengan nama sponsgelas.

Contoh: *Euplectella sp.*, *Phoronema sp.*, *Hyalonema sp.*

c) Kelas Demospongia

Hewan anggota kelas ini bertulang lunak Karena tidak mempunyai rangka. Apabila ada yang memiliki rangka, maka rangkanya tersusun dari serabut-serabut sponging dengan spikula dari zat silikat. Bentukspikulanya ada yang Monaxonatau tetraxon.

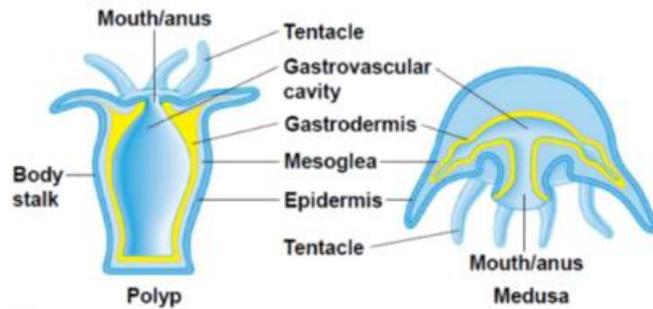
Contoh: *Euspongia sp.*, *Callyspongia sp.*, *Clionia sp.*, dan *Spongia sp.*

Secara umum porifera berkembang biak dengan dua cara yaitu aseksual dan seksual secara aseksual dengan pembentukan kuncup tunas pada bagian luar dan pembentukan gemmulae (plasma bening) oleh arkeosit. Perkembangbiakan aseksual ini dilakukan bila keadaan tidak sesuai untuk melakukan perkembangan secara seksual.

Beberapa jenis porifera bermanfaat bagi manusia. Sisa sponya dapat digunakan alat penggosok badan dan pembersih kaca. Contoh *Spongia sp.* Jenis lainnya berperan penting menyusun biodiversitas di dasar samudera. Selain itu, anggota porifera juga mampu bersimbiosis dengan bakteri yang menghasilkan "bioaktif". Bioaktif ini dapat di manfaatkan sebagai bahan baku obat.

b) Coelenterata/Cnidaria

Coelenterata merupakan hewan berongga dengan bentuk tubuh simetri radial. Hewan ini ada yang hidup secara koloni di laut. Contohnya ubur-ubur dan anemon. Tetapi ada pula yang hidup soliter contohnya *Hydra*. Kelompok hewan coelenterata termasuk hewan diploblastik. Pada bagian ektoderm, terutamabagian tentakel terdapat sel jelatang yang disebut knidoblas. Di dalam knidoblas terdapat nematokis. Nematokissebagai alat penyengat yang bisa membuat gatal mangsanya. Apabila bertemu dengan mangsanya nematokis bisa dilepaskan dan mengeluarkan zat racun hipnotoksin.Gastrodermis berfungsi sebagai rongga gastrovaskuler (enteron, usus)

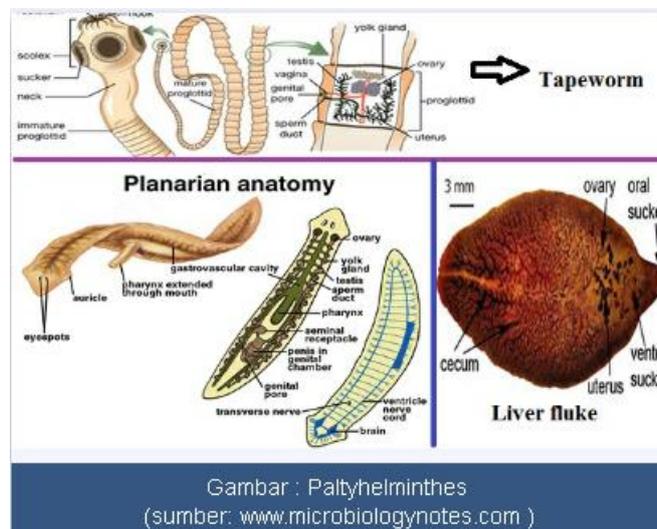


Gambar 11. Struktur Tubuh Cnidaria
(Sumber: Campbell, 2012)

Gambar : Cnidaria
(sumber: www.wikipedia.org)

c) Filum Platyhelminthes

Platyhelminthes (cacing pipih) merupakan hewan yang mempunyai bentuk simetri bilateral dan tidak mempunyai rongga tubuh (selom). Tubuhnya tersusun atas tiga lapisan (triploblastik) yaitu ectoderm, mesoderm, dan endoderm. Ektoderm akan membentuk epidermis dan kutikula. Mesoderm akan membentuk alat reproduksi, jaringan otot dan jaringan ikat. Sementara itu, endoderm akan membentuk gastrovaskuler yang merupakan saluran pencernaan. Walaupun sudah mempunyai saluran pencernaan, akan tetapi tidak mempunyai anus. Kelompok hewan ini hidup secara parasit tetapi ada juga yang hidup bebas di perairan



Gambar : Platyhelminthes
(sumber: www.microbiologynotes.com)

Platyhelminthes dibagi menjadi tiga kelas, yaitu Turbellaria (cacing berambut getar), Trematoda (cacing isap), dan Cestoda (cacing pita)

a) Kelas Turbellaria

Kelompok cacing ini hidup di perairan, genangan air, kolam atau sungai. Biasanya cacing ini menempel pada bebatuan atau daun yang tergenang air.

Contoh anggota Turbellaria yaitu *Planaria sp.*

b) Kelas Trematoda

Trematoda hidup parasit pada manusia dan hewan. Oleh karena itu, Trematoda mampu menghisap makanan dari inangnya. Cacing ini biasa hidup di dalam hati, paru-paru dan usus. Permukaan tubuh Trematoda tidak bersilia. Tubuhnya ditutupi kutikula. Di sekitar mulutnya terdapat

satu atau lebih alat isap (sucker). Sucker ini dilengkapi dengan gigi kitin. Contoh cacing ini yaitu *Fasciola hepatica* (cacing hati)

c) Kelas Cestoda

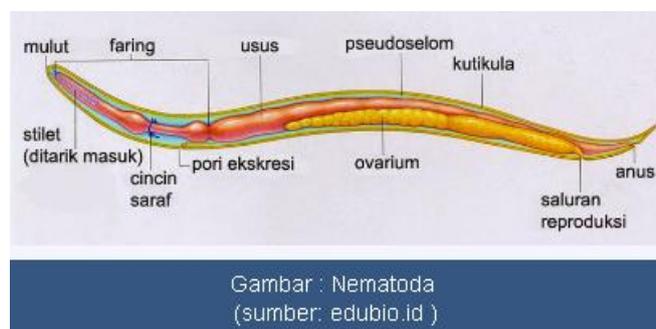
Kelompok cacing ini memiliki tubuh berbentuk pipih panjang yang menyerupai pita. Cacing ini merupakan endoparasit dalam saluran pencernaan vertebrata dan bersifat hermaprodit. Tubuh cacing ini terdiri atas segmen-segmen. Setiap segmennya disebut proglotid. Cacing ini memiliki kepala yang disebut skoleks.

Pada skoleks terdapat kait-kait (rostelum). Alat kait ini tersusun dari bahan kitin. Pada skoleks juga terdapat empat buah penghisap untuk melekat pada dinding usus. Di dalam tubuh manusia, cacing berkembangbiak secara seksual dengan membentuk telur. Proglotid akhir yang mengandung telur masak akan terlepas dari rangkaian proglotid serta keluar dari usus inang bersamaan dengan feses. Apabila proglotid akhir ini termakan oleh sapi, maka telur akan menetas dan keluarlah larva yang disebut heksakan (onkosfer). Larva heksakan akan menembus dinding usus sapi, menuju jaringan, antara lain jaringan otot. Di dalam jaringan ini heksakan berubah menjadi sistiserkus. Apabila manusia memakan daging sapi yang mengandung sistiserkus, maka sistiserkus akan berkembang menjadi cacing pita dewasa di dalam usus. Selanjutnya daur hidup cacing ini terulang kembali

d) Filum Nematelminthes

Nematelminthes (cacing gilig) mempunyai bentuk tubuh silindris dan bulat panjang. Permukaan tubuhnya tidak bersegmen, tetapi ditutupi oleh kutikula. Hewan ini termasuk bilateral simetris. Tubuh Nematelminthes tersusun triploblastik dan sudah mempunyai rongga badan yang disebut pseudocoelom. Cacing ini hidup bebas, ada pula yang parasit. Cacing ini dapat di temukan di darat, air tawar dan air laut. Beberapa anggota Nematelminthes hidup parasit dan merugikan manusia.

Contoh : *Ascaris lumbricoides* (cacing filarial), *Oxyuris vermicularis* (cacing kremi). Cacing gelang hidup parasit di usus manusia, cacing ini dapat menyebabkan penyakit ascariasis atau cacingan. Tubuh cacing ini tertutup oleh lapisan kutikula yang berfungsi melindungi tubuh dari pencernaan manusia. Cacing betina mempunyai tubuh yang ujungnya lurus, sedang jantan tubuhnya melengkung. Cacing ini hanya berkembang secara seksual

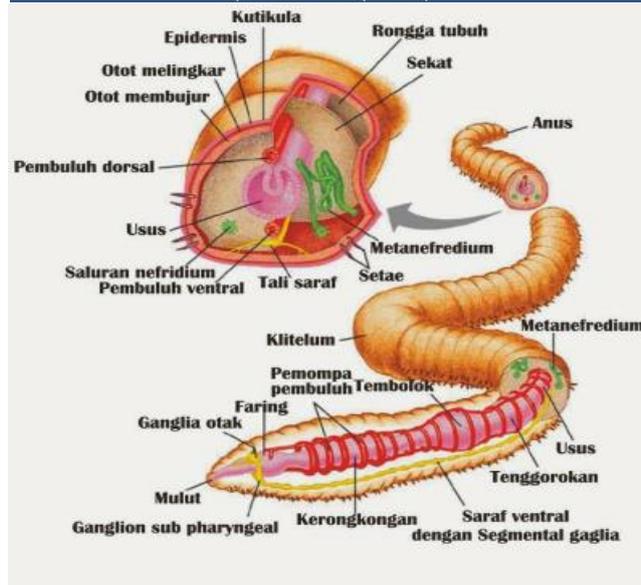


e) Filum Annelida

Cacing anggota Annelida hidup di berbagai tempat yaitu air laut, air tawar dan daratan. Cacing ini telah mempunyai rongga (coelom). Tubuhnya dilapisi kutikula dan termasuk triploblastik. Annelida melakukan reproduksi secara aseksual dan seksual. Walaupun Annelida bersifat hermaprodit namun saat melangsungkan fertilisasi tetap diperlukan dua individu cacing



Gambar : Annelida
(sumber: wikipedia)



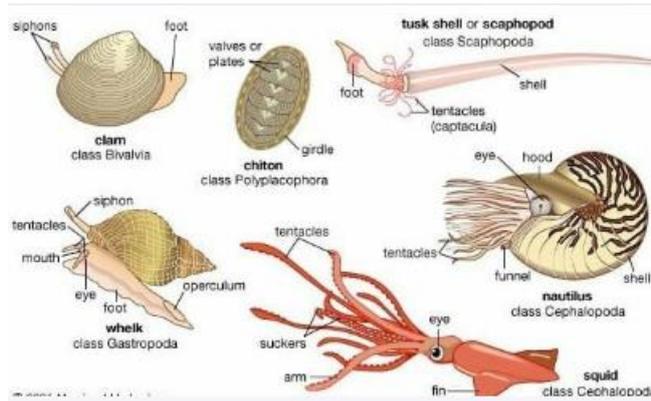
Gambar : Annelida
(sumber:ilmudasar.com)

Jenis anelida yang mempunyai banyak seta dikelompokkan kepada Polychaeta, sedangkan yang hanya memiliki sedikit seta dikelompokkan kepada Oligochaeta, dan yang tidak memiliki seta dikelompokkan kepada Hirudinea.

- a) Kelas Polychaeta
Contohnya : *Eunice* (cacing palolo), *Lycidice* (cacing wawo).
- b) Kelas Oligochaeta
Contohnya : *Pheretima*, *Tubifex*
- c) Kelas Hirudinae
Contohnya : *Haemadipsa javanica* (pacet), *Hirudo medicinalis* (lintah)

f) Filum Mollusca

Anggota Mollusca mempunyai tubuh lunak dengan bentuk simetri bilateral. Lapisan tubuhnya termasuk triploblastik. Hewan ini hanya hidup dilaut, air tawar dan darat. Tubuh mollusca tidak bersegmen tetapi bercangkang. Cangkang hewan ini terbuat dari kalsium karbonat dan berfungsi melindungi tubuhnya. Akan tetapi ada pula Mollusca yang tidak memiliki cangkang, hal ini karena rangka eksternalnya mengalami reduksi menjadi rangka internal. Antara tubuh dan cangkangnya terdapat mantel. Alat gerak hewan ini berupa kaki untuk merayap atau untuk menangkap mangsa.



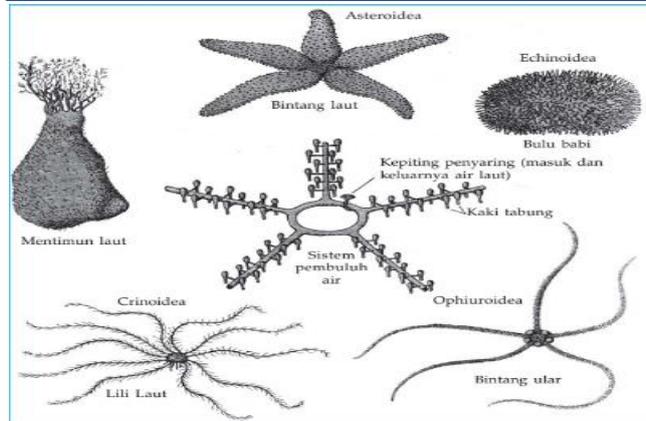
Gambar : Mollusca
(sumber: gurupendidikan.com)

g) Filum Echinodermata

Kelompok hewan ini merupakan kelompok hewan berkulit duri. Lapisan tubuhnya triploblastik dan berbentuk bilateral simetris saat masih larva. Setelah dewasa, tubuhnya menjadi simetris radial. Rangka tubuh hewan ini terdiri atas lempeng-lempeng kapur. Hal ini karena epidermisnya diperkuat oleh kepingan kapur (osikula). Epidermis dilengkapi dengan tonjolan duri-duri halus dari kapur. Mesodermis mengandung endoskeleton yang dapat digerakkan dan terikat lempengan kalkareus. Hewan ini bergerak menggunakan kaki pembuluh (kaki ambulakral)



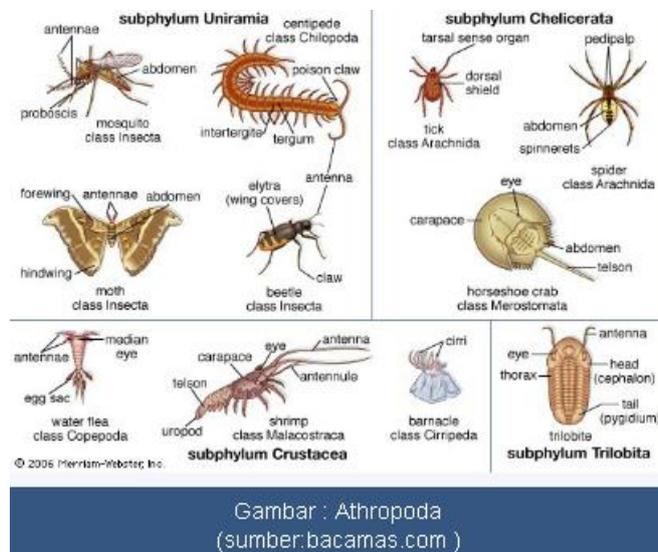
Gambar : Echinodermata
(sumber: bacamas.com)



h) Filum Arthropoda

Hewan Arthropoda mempunyai tubuh simetris bilateral, beruas-ruas dan mempunyai kerangka luar (eksoskeleton). Kerangka luar hewan

Arthropoda terbuat dari bahan kitin (zat tanduk). Tubuh hewan ini terbagi atas ruas kepala (cephala), ruasadada (thorax), dan perut (abdomen). Sistem reproduksi pada arthropoda terpisah, artinya ada hewa jantan dan ada hewan betina. Sebagian hewan Arthropoda mengalami metamorphosis, baik metamorphosis sempurna (holometebola) ataupun metamorphosis tidak sempurna (metabola). Sementara itu, Arthropoda yang tidak mengalami metamorphosis disebut ametabola.



Gambar : Athropoda
(sumber: bacamas.com)

i) Filum Chordata

Ciri Phylum Chordata: (1) mempunyai chorda dorsalis, (2) mempunyai nerve cord, dan (3) mempunyai branchial celft. Berdasarkan keadaan chorda dorsalis, chordata dibedakan atas 4 sub phylum:

- a) Hemichordata atau adelochordata
- b) Urochordata atau tunicata
- c) Cephalochordata
- d) Vertebrata

Beberapa ahli zoology memasukkan sub phylum Hemichordata, Urochordata, dan Cephalochordata menjadi satu kelompok yang disebut Acrania (A=tidak; cranium = tempurung kepala), sedangkan kelompok lain yang telah mempunyai cranium disebut craniata, yaitu sub phylum vertebrata.

Sub phylum vertebrata dibagi atas dua super klas yang semuanya terdiri atas 8 klas:

a) Super klas I; Pisces ada 4 kelas yaitu:

1. Agnatha (a = tidak, gnathum = rahang)
2. Placodermata (bersisik placoid)
3. Chondrichtyes (ikan bertulang rawan, termasuk ikan hiu)
4. Osteichtyes (ikan bertulang keras)

b) Super klas II; Tetrapoda (tetra= empat, poda = kaki), ada 4 klas, yaitu:

1. Amphibia (amphi= dua, bios= hidup)
2. Reptilia (hewan melata)
3. Aves (hewan unggas atau burung)
4. Mamalia (mamae=susu, artinya hewan menyusui)

C. Rangkuman

1. Semua organisme yang termasuk ke dalam kingdom Animalia merupakan organisme eukariotik, multiselular, tidak mempunyai dinding sel, dapat bergerak aktif, tidak berklorofil sehingga bersifat heterotrof, habitat darat dan akuatik dan bereproduksi secara seksual dan aseksual, aseksual.
2. Kingdom animalia dapat dikelompokkan berdasarkan simetri tubuh, lapisan tubuh serta ada atau tidaknya tulang belakang.
3. Berdasarkan Ada tidaknya tulang belakang, kindom animalia terdiri dari filum dua sub filum yaitu Invertebrata dan vertebrata.
4. Subfilum invertebrata terdiri dari filum Porifera, Cnidaria, Plathelminthes, Nematelminthes, Mollusca, Arthropoda, Mollusca dan echinodermata.
5. Sub filum Vertebrata terdiri dari kelas Aves, Amphibia, Reptil, Aves dan mamalia

D. Penugasan Mandiri

Dalam kegiatan ini, kalian diminta untuk mencari informasi sebanyak mungkin tentang berbagai jenis hewan invertebrata yang ada di sekitar tempat tinggalmu kemudian menuliskannya di dalam tabel. Dengan kegiatan ini diharapkan kalian dapat menjelaskan berbagai jenis hewan dan memprediksi jenis hewan berdasarkan ciri yang teramati, hasilnya silakan diisikan kedalam tabel berikut.

Nama Hewan	Kelas	Peranan

E. Latihan Soal

Petunjuk: Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

1. Perhatikan data berikut:
 - Memiliki lapisan luar yang disebut epidermis.
 - Memiliki sel-sel silindris yang disebut porosit.
 - Memiliki material seperti jeli yang disebut mesenkim pada lapisan dalam epidermis.
 - Memiliki oskulum.
 - Memiliki sel amoebosit.

Data tersebut merupakan ciri-ciri dari fillum....

 - A. Cnidaria
 - B. Porifera
 - C. Plathyhelminthes
 - D. Nematoda
 - E. Annelida

2. Sel pada porifera yang bertugas untuk mengedarkan makanan ke seluruh tubuh adalah
 - A. Sel amoeboit
 - B. Koanosit
 - C. Skleroblas
 - D. Pinakosit
 - E. Spikula

3. Stadium berenang bebas pada daur hidup Aurelia, memiliki silis dan tidak bertentakel disebut
 - A. Efira
 - B. Strobila
 - C. Skifistoma
 - D. Medusa
 - E. Planula

4. Ditemukan hewan dengan ciri-ciri: 1) tubuh lunak dan tertutup cangkang, 2) menggunakan perut untuk berjalan, 3) jika berjalan meninggalkan jejak berupa lendir, 4) pada bagian kepala terdapat dua pasang tentakel, 5) bersifat hermaprodit. Hewan tersebut termasuk kelas
 - A. Gastropoda
 - B. Lamellibranchiata
 - C. Amphineura
 - D. Pelecypoda
 - E. Bivalvia

5. Organisme-organisme mempunyai ciri- ciri yaitu. memiliki anggota gerak yang berpasangan dan bersegmen, tubuh simetri bilateral, memiliki perbedaan yang jelas antara caput, thorak, dan abdomen, memiliki rangka luar yang tersusun oleh kitin, sistem peredaran darah terbuka, darah tidak memiliki hemoglobin. berdasarkan persamaan ciri yang dimilikinya. yaitu....
 - A. Mollusca
 - B. Arthropoda
 - C. Echinodermata
 - D. Crustacea
 - E. Myriapoda

6. Salah satu cacing pipih (Platyhelminthes) yang parasit pada manusia adalah cacing pita (*Taenia saginata*). Cara paling efektif untuk menghindari cacing tersebut adalah
 - A. memasak dengan matang daging yang dimakan
 - B. selalu memakai alas kaki kalau ke WC
 - C. tidak menggaruk anus yang gatal
 - D. mencuci tangan sebelum makan
 - E. menghindari gigitan nyamuk

7. Ada sejenis hewan yang hidup di laut, diplobastik. tubuh simetri radial, gerak menggunakan tentakel, proses pencernaan makanan berlangsung ekstraseluler di rongga gastrovaskuler. Hewan ini adalah hewan yang tergolong
 - A. Echinodermata
 - B. Arthropoda
 - C. Coelenterata
 - D. Crustacea
 - E. Mollusca

8. Suatu hewan berbetuk bilateral simetris, tidak mempunyai rangka, bersegmen-segmen dan hidup di air tawar. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, hewan ini dapat digolongkan kedalam filum
 - A. Platyhelminthes
 - B. Coelenterata
 - C. Arthropoda
 - D. Mollusca
 - E. Annelida
9. Kejadian mutiara dalam tiram berasal dari
 - A. masuknya cairan mutiara dalam tubuh
 - B. makanan yang mengandung kalsium fosfat
 - C. cangkang yang lama berubah menjadi mutiara
 - D. secara bertahap hewan ini membuat mutiara
 - E. masuknya benda asing dilapisan nakreas
10. Kelas dari filum arthropoda antaralain heksapoda. Disebut demikian karena mempunyai kaki berjumlah 6, contohnya
 - A. Kalajengking
 - B. keluwing
 - C. lalat rumah
 - D. laba-laba
 - E. kepiting

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda telah memahami ciri-ciri umum kingdom animalia?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Apakah Anda telah dapat membedakan pengelompokan hewan berdasarkan simetri tubuh?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Apakah Anda telah dapat membedakan pengelompokan hewan berdasarkan lapisan penyusun tubuh?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Apakah Anda telah dapat membedakan pengelompokan hewan berdasarkan rongga tubuh?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05	Apakah Anda telah memahami cara reproduksi hewan invertebrata?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
06	Apakah Anda telah memahami manfaat invertebrata dalam kehidupan manuia?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "**Tidak**", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "**Tidak**".

Bila semua jawaban "**Ya**", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya

Kunci Jawaban Soal Latihan Invertebrata

No Soal	Kunci	Pembahasan
1	B	Ciri – ciri Porifera, memiliki: 1. lapisan luar yang disebut epidermis. 2. sel-sel silindris yang disebut porosit. 3. material seperti jeli yang disebut mesenkim pada lapisan dalam epidermis 4. oskulum. 5. sel amoebosit
2	A	Hasil pencernaan akan dipindahkan menuju sel amebosit untuk disebarkan ke seluruh bagian tubuh. Sel amebosit mampu menyebarkan nutrisi karena memiliki kemampuan bergerak di sepanjang tubuh porifera.
3	E	Fertilisasi sperma dan ovum di air - zigot planula (larva bersilia) - skifistoma (fase polip) - strobila (kuncup) - efira - medusa - medusa jantan dan betina.
4	A	Ciri – ciri Gastropoda tubuh lunak dan tertutup cangkang, menggunakan perut untuk berjalan, berjalan meninggalkan jejak berupa lendir, pada bagian kepala terdapat dua pasang tentakel, bersifat hermaprodit.
5	B	Ciri – ciri Arthropoda : Memiliki anggota gerak yang berpasangan dan bersegmen, tubuh simetri bilateral, memiliki perbedaan yang jelas antara caput, thorak, dan abdomen, memiliki rangka luar yang tersusun oleh kitin, sistem peredaran darah terbuka, dan darah tidak memiliki hemoglobin.
6	A	Cara menghindari terhadap penyakit yang disebabkan cacing pita : mencuci tangan pakai sabun dan air yang mengalir, mencuci setiap bahan makanan dengan air mengalir hingga benar-benar bersih, memasak daging pada suhu minimal 63 derajat Celcius untuk membunuh telur atau larva cacing pita, membekukan daging selama 7 sampai 10 hari dan ikan minimal 24 jam di dalam freezer dengan suhu - 35 derajat Celcius untuk membunuh telur dan larva cacing, dan menghindari konsumsi daging yang mentah.
7	C	Ciri – ciri Coelenterata 1. Diplobastik. 2. Bentuk tubuh simetri radial. 3. Mengalami fase polip dan medusa. 4. Sistem respirasi secara difusi. 5. Gerak menggunakan tentakel. 6. Proses pencernaan makanan berlangsung secara intraseluler di sel gastrodermis dan secara ekstraseluler di rongga gastrovaskuler.
8	A	Ciri-ciri Platyhelminthes : 1. bentuk pipih, 2. simetri bilateral dan tidak mempunyai rongga tubuh 3. triploblastik yaitu ektoderm, mesoderm, dan endoderm. ektoderm akan membentuk epidermis dan kutikula. Mesoderm akan Membentuk alat reproduksi, jaringan otot

		dan jaringan ikat. Endoderm akan membentuk gastrovaskuler yang merupakan saluran pencernaan.
9	E	Cangkang kerang mutiara tersusun atas tiga lapisan 1. Periostrakum (luar) 2. Prismatic (tengah, tebal) 3. Nakreas (dalam, disebut pula sebagai lapisan mutiara) - Periostrakum adalah lapisan terluar dari zat kitin yang berfungsi sebagai pelindung. - Prismatic, tersusun dari kristal-kristal kapur yang berbentuk prisma. - Nakreas atau sering disebut lapisan induk mutiara, tersusun dari lapisan kalsium karbonat yang tipis dan paralel dengan tekstur warna mengkilat seperti warna pada mutiara.
10	C	Insecta disebut juga serangga atau <i>heksapoda</i> . Heksapoda berasal dari kata heksa yang artinya enam (6) dan kata podos yang berarti kaki. Insecta mempunyai ciri khas yaitu berkaki 6 (tiga pasang). Contoh : jangkrik, rayap, kutu, lalat rumah.

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 PEMBELAJARAN 2 VERTEBRATA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan mampu:

1. Mengelompokkan hewan vertebrata ke dalam filum berdasarkan lapisan tubuh, rongga tubuh, simetri tubuh, dan reproduksi.
2. Memahami cara reproduksi hewan vertebrata.
3. Memahami manfaat vertebrata dalam kehidupan manusia.

B. Uraian Materi

Beberapa ahli zoology memasukkan sub phylum Hemichordata, Urochordata, dan Cephalochordata menjadi satu kelompok yang disebut Acrania (A=tidak; cranium = tempurung kepala), sedangkan kelompok lain yang telah mempunyai cranium disebut craniata, yaitu sub phylum vertebrata.

Sub phylum vertebrata dibagi atas dua super klas yang semuanya terdiri atas 8 klas:

Super klas I; Pisces ada 4 kelas yaitu:

1. Agnatha (a = tidak, gnathum = rahang)
2. Placodermata (bersisik placoid)
3. Chondrichthyes (ikan bertulang rawan, termasuk ikan hiu)
4. Osteichthyes (ikan bertulang keras)

Super klas II; Tetrapoda (tetra= empat, poda = kaki), ada 4 klas, yaitu:

1. Amphibia (amphi= dua, bios= hidup)
2. Reptilia (hewan melata)
3. Aves (hewan unggas atau burung)
4. Mamalia (mamae=susu, artinya hewan menyusui)

Ciri khusus vertebrata adalah sebagai berikut:

1. Tubuhnya terbungkus oleh epidermis dan dermis (pada hewan yang hidup air ditutup oleh sisik dengan banyak mengandung kelenjar mucosa = glandula mucosa, hewan hidup didarat biasanya kulit luar menanduk atau menjadi keras, pada Reptilia kadang-kadang terdapat sisik tebal, dan pada burung terdapat bulu, dan pada mamalia terdapat rambut.
2. Memiliki endoskeleton.
3. Memiliki cranium.
4. Terdapat otot/daging untuk bergerak.
5. Memiliki tractus digestivus.
6. Memiliki sistem circularia (sistem peredaran darah)
7. Memiliki sistem respiratoria (sistem pernapasan)
8. Memiliki sistem excretoria (sistem ekskresi)
9. Memiliki sistem nervorum (sistem saraf)
10. Memiliki sistem endokrin
11. Memiliki sistem sensoris (indera)
12. Memiliki sistem reproduksi.

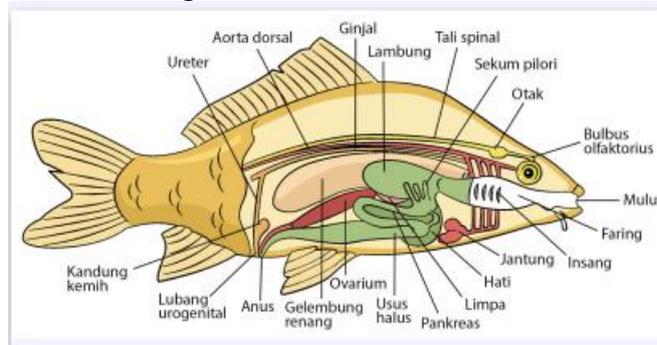
Sub phylum vertebrata dibagi atas dua super klas yang semuanya terdiri atas:

a. Kelas Pisces

Kelas Pisces (ikan) adalah kelas dari subfilum Vertebrata yang seluruh anggotanya hidup di air (akuatik), baik air tawar maupun air laut

1. Ciri-Ciri Umum

- 1) Habitat di perairan.
- 2) Triploblastik;
- 3) Selomata.
- 4) Struktur tubuh ikan terdiri dari kepala (mengandung otak), badan dan ekor.
- 5) Mempunyai gurat sisi untuk dapat merasakan tekanan air.
- 6) Badan atau batang berotot, mengelilingi sebuah rongga yang berisi organ internal.
- 7) Kulit yang dilengkapi dengan kelenjar penghasil lendir agar kulit selalu licin dan ada yang tertutup sisik.
- 8) otot ekor post-anal. Ikan juga pada umumnya mempunyai kulit yang sangat berguna untuk menutupi tubuh beserta dengan sekresi kelenjar berlendir yang akan mengurangi gesekan tubuh ikan dengan air, juga hampir seluruh jenis ikan mempunyai sisik yang berhubungan dengan sekresi kelenjar lender membentuk lapisan yang nyaris tahan air.
- 9) Bernapas dengan menggunakan ikan menggunakan insang yang berbentuk lembaran-lembaran tipis berwarna merah muda dan juga selalu lembap;
- 10) Jantung terdiri dari 2 ruangan yaitu 1 serambi dan 1 bilik.
- 11) Sistem peredaran darah tertutup.
- 12) Alat pencernaan lengkap.
- 13) Poikiloterm (berdarah dingin)
- 14) Dioecious (kelamin terpisah)
- 15) Alat ekskresi berupa ginjal.
- 16) Reproduksi seksual dengan fertilisasi internal atau eksternal.



Gambar : Pisces
(sumber: bacamas.com)

2. Klasifikasi

Kelas Pisces dibagi menjadi dua subkelas, yaitu subkelas Chondrichthyes dan subkelas Osteichthyes :

- Subkelas Chondrichthyes (ikan bertulang rawan) berasal dari bahasa Yunani, yaitu chondros yang berarti rawan dan ichthyes yang berarti ikan. Contohnya adalah ikan hiu (*Squalus sp.*) dan ikan pari (*Makararaja sp.*)
- Subkelas Osteichthyes (ikan bertulang sejati atau keras) Osteichthyes berasal dari bahasa Yunani, yaitu osteon yang berarti tulang dan ichthyes yang berarti ikan. Contohnya adalah ikan gurame (*Osphronemus goramy*), ikan lele (*Clarias sp.*), dan ikan tuna (*Thunnus sp.*)

3. Peranan

- 1) Menjaga keseimbangan ekosistem perairan karena posisinya sebagai komponen biotik yang menempati tingkatan tropik tertentu dalam rantai makanan.
- 2) Sumber protein tinggi terutama omega yang bermanfaat meningkatkan kecerdasan.
- 3) Dagingnya mengandung asam lemak tidak jenuh.
- 4) Tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai tepung ikan dan bahan pembuat lem.
- 5) Hiasan akuarium.
- 6) Beberapa ikan ganas yang di tempatkan pada habitat yang bukan habitatnya dapat ikan lokal sehingga dapat merusak keseimbangan ekosistem.
- 7) Ikan ganas jenis tertentu dapat menyerang manusia.

b. Kelas Amphibia

Amphibia berasal dari bahasa Yunani, yaitu amphi yang berarti kedua dan bios yang berarti hidup. Amphibia merupakan hewan yang dapat hidup di dua alam, yaitu darat dan air tawar, tetapi tidak hidup di air laut

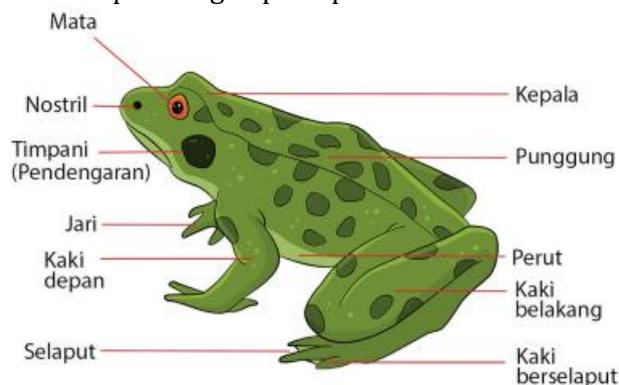
Ciri-Ciri Umum:

1. Tubuh terdiri dari kepala dan badan untuk katak namun saat masih berudu memiliki ekor.
2. Tubuh terdiri dari kepala, badan, dan ekor untuk Salamander.
3. Tubuh dilapisi oleh kulit berlendir.
4. Pada kepala katak terdiri atas kelopak mata dan membrane niktitan (selaput/membran pelindung mata saat katak berenang di air)
5. Lidah katak dapat dijulurkan panjang untuk menangkap mangsa.
6. Simetri bilateral.
7. Selomata.
8. Triploblastik.
9. Poikiloterm.
10. Sistem peredaran darah tertutup.
11. Jantung beruang 3 terdiri dari 2 serambi dan 1 bilik.
12. Alat respirasi berupa insang (berudu), paru-paru dan kulit (saat dewasa)
13. Ginjal sepasang.
14. Alat pencernaan makanan lengkap.
15. Reproduksi seksul dengan fertilisasi internal, ovipar.
16. Memiliki selaput renang yang membantu katak berenang.
17. Mengalami metamorfosis sempurna.

Sistem organ

1. Sistem pencernaan pada Amphibia terdiri atas mulut, faring, kerongkongan, lambung, usus, dan kloaka. Pada langit-langit mulut, terdapat gigi vomer. Lidah bercabang dua pada ujungnya dan mengandung zat perekat yang berfungsi untuk menangkap serangga. Amphibia juga memiliki hati, pankreas, dan kantong empedu.
2. Sistem peredaran darah pada Amphibia merupakan sistem peredaran darah ganda dan tertutup. Peredaran darah ganda adalah peredaran darah yang melewati jantung sebanyak dua kali dalam peredarannya. Jantung memiliki tiga ruangan, yaitu 2 buah serambi (serambi kanan dan serambi kiri) serta sebuah bilik.
3. Sistem respirasi pada Amphibia berupa insang, kulit, dan paru-paru. Selama dalam fase berudu, Amphibia bernapas dengan insang. Sementara saat dewasa, Amphibia bernapas dengan paru-paru dan kulit. Paru-parunya berupa kantong-kantong dengan dinding yang memiliki banyak ruangan.

4. Sistem koordinasi pada Amphibia terdiri atas sistem saraf dan sistem hormon. Sistem saraf berupa otak yang terbagi menjadi 5 bagian dan 10 saraf kranial. Sistem hormon berupa kelenjar pituitari, kelenjar tiroid, kelenjar adrenal, pulau-pulau Langerhans, dan gonad (kelenjar kelamin). Kelenjar pituitari yang terletak di bawah otak menghasilkan hormon-hormon perangsang pertumbuhan, perangsang metamorfosis, perangsang gonad, pengendali perluasan sel-sel pigmen yang menyebabkan warna kulit menjadi lebih gelap, serta pengatur keseimbangan air dan kontraksi otot.
5. Alat indra pada Amphibia terdiri atas mata, lubang hidung, dan telinga. Mata dilindungi oleh membran niktitans (kelopak tidur), kelopak mata atas, dan kelopak mata bawah. Fungsi membran niktitans adalah untuk membasahi bola mata dan melindungi mata saat berada di dalam air.
6. Lubang hidung berjumlah sepasang dan berhubungan dengan rongga mulut melalui koane. Telinga terdiri atas dua bagian, yaitu telinga tengah dan telinga dalam. Telinga tengah berhubungan dengan faring melalui saluran Eustachius. Membran timpani (gendang telinga) dimiliki oleh katak dan bangkong, sedangkan salamander tidak memilikinya. Pada Amphibia tidak terdapat telinga luar.
7. Sistem reproduksi Amphibia memiliki alat kelamin yang terpisah dan bereproduksi secara ovipar dengan fertilisasi eksternal. Telur Amphibia tidak bercangkang, tetapi diselubungi oleh gelatin. Telur yang telah dibuahi akan berkembang menjadi larva (berudu). Berudu hidup di air dan bernapas dengan insang luar yang kemudian beralih dengan insang dalam. Berudu memiliki ekor yang panjang dan tidak berkaki. Berudu akan mengalami metamorfosis sempurna, sehingga menjadi katak dewasa yang berkaki, tidak berekor, serta bernapas dengan paru-paru dan kulit.



Gambar : Amphibia
(sumber: bacamas.com)

Peranan:

1. Menjaga keseimbangan ekosistem karena posisinya sebagai komponen biotik yang menempati tingkatan tropik tertentu dalam rantai makanan;
2. Sumber protein tinggi sehingga memiliki nilai ekonomi;
3. Katak merupakan organisme yang banyak digunakan dalam penelitian di laboratorium;
4. Kulit katak atau kodok dapat disamak menjadi bahan tas atau dompet;
5. Racun bufotalin dan bufotenin dari kodok (*Bufo marinus*) menguatkan denyut jantung

c. Kelas Reptilia

Reptilia berasal dari bahasa Latin, yaitu *repto* yang berarti melata. Reptilia meliputi hewan-hewan seperti kadal, tokek, buaya, kura-kura, atau cicak. Anggota Reptilia cenderung beradaptasi dengan kehidupan darat, namun ada juga yang hidup di perairan seperti rawa, sungai, danau, atau laut

Ciri-Ciri Umum

1. Ciri-ciri Reptilia
2. Habitat di darat atau air.
3. Simetri bilateral.
4. Triploblastik.
5. Poikiloterm.
6. Eksotermik.
7. Tubuh terdiri dari kepala, leher, badan dan ekor.
8. Tubuh ditutupi sisik dari keratin sehingga kedap air dan mencegah dehidrasi.
9. Memiliki 4 kaki untuk melata kecuali ular.
10. Alat pencernaan lengkap.
11. Memiliki gigi dan lidah.
12. Peredaran darah tertutup.
13. Jantung dibedakan menjadi 4 ruang yaitu dua serambi dan 2 bilik.
14. Reproduksi seksual secara internal.
15. Ovipar, ovovivipar.
16. Ekskresi dengan ginjal yang pipih.
17. Sistem saraf otak dan 12 pasang saraf kranial.
18. Beberapa melakukan hibernasi.
19. Memiliki kelenjar pembau dekat kloaka, pada kura-kura kelenjar bau dapat ditemukan di antara perisai dorsal (karapaks) dan perisai ventral (plastron).
20. Reptilia terbagi menjadi empat ordo, yaitu ordo *Crocodylia*, *Rhynchocephalia*, *Squamata*, dan *Testudines*.



Gambar : Amphibia
(sumber: bacamas.com)

Peranan

1. Menjaga keseimbangan ekosistem karena posisinya sebagai komponen biotik yang menempati tingkatan tropik tertentu dalam rantai makanan.
2. Pembasmi hama alami, contoh ular di sawah merupakan predator alami untuk membasmi hama tikus.
3. Kulit reptilia bernilai ekonomi tinggi karena diproses menjadi tas, sepatu, dan ikat pinggang.
4. Beberapa daerah atau negara mengkonsumsi daging beberapa jenis reptilian.

5. Bisa ular dapat dijadikan sebagai serum.

d. Kelas Aves

Kelas Aves merupakan anggota Vertebrata yang memiliki ciri khas, yaitu tubuh ditutupi oleh bulu yang berasal dari epidermis. Anggota kelas Aves umumnya memiliki alat gerak berupa sayap untuk terbang.

Ciri Umum

1. Habitat di rawa-rawa, padang rumput, pesisir pantai, tengah lautan, gua-gua batu, perkotaan, dan wilayah kutub.
2. Simetri bilateral.
3. Triploblastik.
4. Homoiterm.
5. Memiliki sepasang sayap yang umumnya digunakan untuk terbang dan sepasang kaki untuk berjalan.
6. Tubuh ditutupi bulu dari keratin kecuali kaki dan paruh. Bulu burung berganti minimal sekali dalam setahun.
7. Bentuk paruh disesuaikan dengan jenis makanan.
8. Tulang berongga untuk meringankan tubuh Aves.
9. Peredaran darah tertutup.
10. Jantung terbagi menjadi 4 ruang yaitu 2 serambi dan 2 bilik.
11. Alat pencernaan makanan lengkap.
12. Tidak memiliki gigi untuk mengunyah tetapi memiliki tembolok.
13. memiliki cakar tajam untuk mencengkeram mangsa, cakar pemanjat pohon, cakar penggali tanah dan serasah, cakar berselaput untuk berenang, cakar kuat untuk berlari dan merobek perut musuhnya.
14. Warna bulu dihasilkan oleh butir pigmen melanin dan karotenoid.
15. Sistem ekskresi dengan menggunakan ginjal metanefros.
16. Tidak memiliki vesica urinaria.
17. Reproduksi seksual dengan fertilisasi internal.
18. Ovipar.

Peranan

1. Menjaga keseimbangan ekosistem karena posisinya sebagai komponen biotik yang menempati tingkatan tropik tertentu dalam rantai makanan.
2. Sumber protein dari daging dan telur.
3. Bulu bulu bisa dijadikan hiasan asesoris.
4. Bulu sebagai bahan industri kok (*suttlecock*) bulu tangkis.
5. Bahan obat – obatan herbal, misal sarang burung wallet.
6. Hiburan dari warna dan kicauan burung.

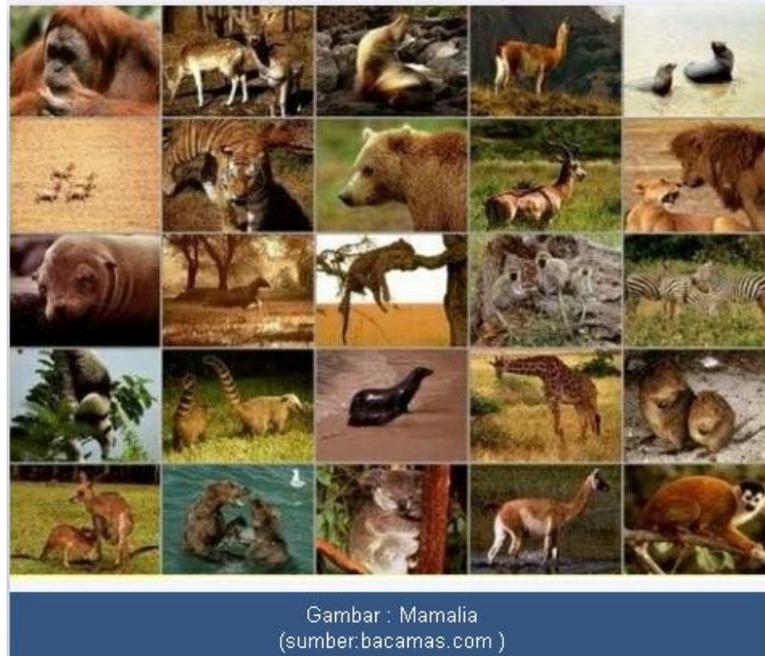
e. Kelas Mammalia

Mammalia berasal dari bahasa Latin, yaitu *mamae* yang berarti susu. Mammalia meliputi hewan yang memiliki kelenjar susu pada hewan betinanya, sedangkan kelenjar susu pada hewan jantan mengalami reduksi (menyusut)

Ciri – ciri umum

- Habitat di darat.
- Mempunyai kelenjar susu.
- Simetri bilateral.
- Selomata.
- Triploblastik.
- Tubuh ditutupi rambut.
- Homoiterm.

- Alat gerak digunakan untuk berjalan, berenang, dan memegang sesuatu.
- Memiliki kuku atau cakar untuk Mamalia pemanjat.
- Memiliki gigi taring, gigi seri dan juga gigi geraham.
- Alat respirasi paru-paru.
- Ekskresi menggunakan ginjal, paru-paru, hati, dan kulit.
- Peredaran darah tertutup.
- Jantung dibedakan menjadi 4 ruang yaitu 2 serambi dan 2 bilik.
- Darah terdiri dari plasma darah dan sel darah : eritrosit, leukosit, dan trombosit.
- Alat pencernaan makanan lengkap.
- Reproduksi seksual dengan cara fertilisasi internal.
- Embrio berkembang di dalam rahim (Vivipar)



Klasifikasi

Kelas Mamalia dibagi dalam 12 Ordo, yakni:

1. Ordo Marsupialia, contoh : kangguru (*Dendrolagus sp*), opossum (*Didelphia marsupialia*), kuskus (*Phalanger sp*), dan koala (*Phascolarctus sp*)
2. Ordo Insektivora, contoh : *Scalopus sp*, *Echinosorex albus*, dan *Scapanus sp*
3. Ordo Dermoptera, contoh : *Gakopithecus sp*.
4. Ordo Chiroptera, contoh : *Desmodus sp* (vampire), *Pteropus edulis* (kalong Jawa), dan *Myotes sp*.
5. Ordo Primata, contoh : kera, orang utan, monyet, dan lutung.
6. Ordo Rodentia, contoh : *Rattus sp* (tikus), *Sciurus sp* (tupai pohon), dan *Erethyson sp* (landak), *Marmota sp* (marmut), dan *Mus musculus* (mencit)
7. Ordo Carnivora, contoh : *Felis leo* (singa), *Canis lupus* (serigala), *Felis tigris* (harimau)
8. Ordo Laghomorpha, contoh : kelinci (*Oryctologus cuniculus*)
9. Ordo Cetacea, contoh : *Dolphinus delvis* (dolpin laut), *Phalenopectera musculus* (paus biru)
10. Ordo Proboscidea, contoh : *Loxodonta africana* (gajah Afrika), *Elephas maximus* (gajah di India dan Indonesia)
11. Ordo Perissodactyla, contoh : keledai (*Equus asinus*), kuda (*Equus caballus*), dan tapir (*Tapirus indicus*)
12. Ordo Artiodactyla, contoh : *Antilocarpa sp* (antelope), *Cervus sp* (kijang), *Bos sondaicus* (banteng)

Peranan

1. Bahan baku industri kain dari benang wool;
2. Bahan baku industri berbahan dasar kulit;
3. Bahan baku industri pangan dari hewani baik daging maupun susu;
4. Wahana wisata dan edukasi;
5. Alat transportasi;
6. Membantu dibidang pertanian

C. Rangkuman

Vertebrata adalah jenis hewan yang memiliki tulang belakang atau tulang punggung. Hewan-hewan yang tergolong dalam Vertebrata dibagi lagi menjadi beberapa jenis yakni :

1. **Ikan (Pisces)**, yaitu Hewan yang hidup didalam air, bernafas dengan insang dengan alat gerak berupa sirip dan berkembang biak dengan cara bertelur.
2. **Amfibi (Amphibia)**, yaitu Hewan yang dapat hidup di dua alam (darat dan air), berdarah dingin (tidak dapat mengatur suhu badan sendiri) dan bernafas dengan paru-paru. Contoh Hewan Amfibi seperti Katak, Salamander dan kadal air.
3. **Reptil (Reptilia)**, adalah hewan melata yang berdarah dingin dan memiliki sisik yang menutup tubuhnya. Contoh Hewan Reptil adalah buaya, kadal dan ular.
4. **Burung (Aves)**, yaitu Hewan yang bisa terbang, Hewan Aves atau Burung ini memiliki bulu yang menutupi tubuhnya dengan alat gerak berupa kaki dan sayap. Meskipun Aves sering disebut sebagai hewan yang bisa terbang, ada beberapa jenis hewan yang tergolong dalam Aves tetapi tidak bisa terbang seperti Ayam, Bebek, Angsa dan Kalkun.
5. **Hewan Menyusui (Mammalia)**, yaitu hewan yang memiliki kelenjar susu (betina) yang berfungsi untuk menghasilkan susu sebagai sumber makanan anaknya. Hewan Mammalia pada umumnya adalah hewan yang berdarah panas dan bereproduksi secara kawin. Hewan Menyusui atau mammalia ini ada yang hidup di darat dan ada juga hidup di air. Contoh Hewan Mammalia yang hidup di darat seperti Sapi, Domba, Monyet, Rusa, Kuda dan Gajah. Sedangkan Hewan Mammalia yang habitatnya di air seperti Paus, Lumba-lumba dan Duyung.

D. Penugasan Mandiri

Dalam kegiatan ini, kalian diminta untuk mencari informasi sebanyak mungkin tentang berbagai jenis hewan vertebrata yang ada di sekitar tempat tinggalmu kemudian menuliskannya di dalam tabel. Dengan kegiatan ini diharapkan kalian dapat menjelaskan berbagai jenis hewan dan memprediksi jenis hewan berdasarkan ciri yang teramati, hasilnya silakan diisikan kedalam tabel berikut.

Nama Hewan	Kelas	Peranan

E. Latihan Soal

Petunjuk: Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

- Dari semua jenis ikan yang ada sekarang, ikan dapat digolongkan menjadi tiga kelas yaitu....
 - Agnatha, *Condrichthyes*, dan *Osteichthyes*
 - Reptile, agnatha dan osteichthyes
 - Aves, pisces dan reptile
 - Mamalia, aves dan reptile
 - Amphibian, aves dan pisces
- Ciri mamalia yang tidak dimiliki vertebrata lain yaitu....
 - Berbulu dan bertelur
 - Bertelur dan menyusui
 - Berambut dan memiliki uterus
 - Menyusui dan bertelur
 - Beranak dan menyusui
- Ditemukan suatu organisme dengan ciri-ciri:
 - (1) tubuh memiliki sisik
 - (2) rangka tersusun atas endoskeleton
 - (3) bertulang belakang
 - (4) bernapas dengan paru-paru
 - (5) tipe reproduksi oviparDidalam klasifikasi makhluk hidup, organisme yang memiliki ciri-ciri tersebut termasuk dalam kelas....
 - Chondroictyes
 - Amphibia
 - Reptilia
 - Aves
 - Mamalia
- Daftar hewan sebagai berikut:
 1. Kelinci
 2. Anjing
 3. Ular
 4. Tikus
 5. Tupai
 6. Kucing
 7. HarimauKelompok mamalia ordo rodentia adalah....
 - A. 1 dan 2
 - B. 2 dan 4
 - C. 3 dan 6
 - D. 4 dan 5
 - E. 6 dan 7
- Perhatikan karakteristik hewan berikut ini:
 - (1) Tubuh ditutupi sisik
 - (2) Sistem rangka endoskeleton

- (3) Bernapas dengan paru-paru
 - (4) Vivipar
 - (5) Mempunyai ruas tulang belakang
 - (6) Tidak memiliki alat gerak
- Ciri khas yang menunjukkan kelas reptilia adalah
- A. (1), (2), dan (3)
 - B. (1), (5), dan (6)
 - C. (2), (3), dan (4)
 - D. (3), (4), dan (5)
 - E. (4), (5), dan (6)

6. Perhatikan data berikut:

- I. Heterotrof.
- II. Multi seluler.
- III. Mono seluler.
- IV. Prokariotik.
- V. Eukariotik.

Ciri-ciri organisme kingdom animalia terdapat pada nomor

- A. I, II, dan IV
- B. I, III, dan V
- C. I, II, dan V
- D. I, III, dan IV
- E. I, II, dan III

7. Berdasarkan jumlah lapisan tubuhnya, hewan terbagi menjadi dua, yakni

- A. Diploblastik dan triploblastik.
- B. Diploblastik dan vertebrata.
- C. Avertebrata dan vertebrata.
- D. Bilateral dan triploblastik.
- E. Avertebrata dan radial

8. Perhatikan data berikut:

- 1) Terdapat diafragma antara rongga
- 2) Memiliki kloaka
- 3) Jantung terdiri atas empat ruangan
- 4) Memiliki vesika urinaria (kandung kemih)
- 5) Peredaran darah tunggal

Yang merupakan ciri-ciri Mammalia adalah....

- A. 2, 3, 4.
- B. 3, 4, 5
- C. 1, 3, 5
- D. 1, 3, 4
- E. 1, 2, 3

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

Nomor Soal	Kunci	Pembahasan
1	A	Dari semua jenis ikan yang ada sekarang, ikan dapat digolongkan menjadi tiga kelas yaitu kelas, <i>Agnatha</i> , kelas <i>Condrichthyes</i> , dan kelas <i>Osteichthyes</i> .
2	E	Mamalia bercirikan beranak, menyusui anaknya, berambut untuk menahan cuaca dan biasanya mempunyai 4 anggota gerak.
3	C	Kata kunci pada soal diatas adalah “sisik” dan “bernafas dengan paru-paru” maka dapat disimpulkan kalau hewan tersebut adalah reptilia.
4	D	Ordo rodentia: tikus rumah, marmot, kelinci, tupai, tikus sawah, tupai terbang merah, tikus ekor panjang.
5	A	Ciri khas yang menunjukkan kelas reptilia adalah tubuhnya ditutupi sisik, sistem rangka endoskeleton, bernapas dengan paru-paru, dan mempunyai ruas tulang belakang. Reptilia tidak beranak (vivipar), melainkan bertelur (ovipar) atau bertelur-beranak (ovovivipar). Reptilia juga memiliki alat gerak: Reptilia ada yang bergerak dengan perut, misalnya, ular. Ada juga yang bergerak dengan kaki misalnya, kadal dan buaya.
6	C	bersifat heterotrof atau tidak dapat memproduksi makanannya sendiri, multi seluler atau memiliki banyak sel. Inti memiliki membran inti sel atau eukariotik, memiliki habitat di darat maupun di air, memiliki sistem pencernaan dan sistem transportasi.
7	A	pengelompokan hewan berdasarkan lapisan tubuhnya terbagi menjadi dua, yakni diploblastik dan triploblastik. Diploblastik adalah hewan yang memiliki dua lapisan tubuh, yakni ekstoderm dan endoderm. Sedangkan, triploblastik merupakan hewan yang memiliki tiga lapisan tubuh, yakni ekstoderm, mesoderm, dan endoderm.
8	D	(1) bagian tubuh terdiri dari kepala, leher, badan, dan ekor, (2) suhu tubuhnya homoioterm, (3) penutup tubuh berupa rambut, (4) alat gerak berupa tangan dan kaki, (5) peredaran darah tertutup, ganda, (6) reproduksi secara vivipar.

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 pada KD berikutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda telah memahami ciri-ciri umum kingdom animalia?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Apakah Anda telah dapat membedakan pengelompokan hewan vertebrata?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03	Apakah Anda telah memahami cara reproduksi hewan ivertebrata?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04	Apakah Anda telah memahami manfaat vertebrata dalam kehidupan manuia?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

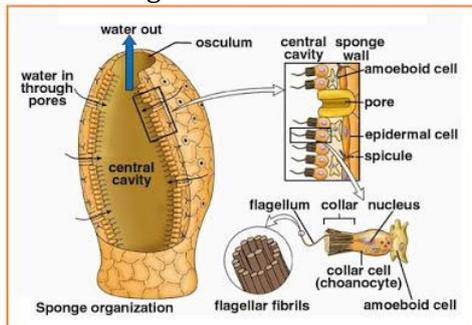
Bila ada jawaban "**Tidak**", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "**Tidak**".

Bila semua jawaban "**Ya**", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya

EVALUASI

Petunjuk: Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

1. Perhatikan gambar ini .



Sel – sel yang bertugas untuk mengedarkan makanan ke seluruh tubuh pada hewan tersebut adalah....

- A. Sel ameboid
 - B. Koanosit
 - C. Skleroblas
 - D. Pinakosit
 - E. Spikula
2. Perhatikan data berikut:
- Memiliki lapisan luar yang disebut epidermis.
 - Memiliki sel-sel silindris yang disebut porosit.
 - Memiliki material seperti jeli yang disebut mesenkim pada lapisan dalam epidermis.
 - Memiliki sel kolar.
 - Memiliki oskulum.
 - Memiliki sel amoebosit.

Data tersebut merupakan ciri-ciri dari fillum...

- A. Cnidaria.
 - B. Porifera.
 - C. Plathyhelminthes.
 - D. Nematoda.
 - E. Annelida
3. Perhatikan gambar pengelompokan phyllium porifera ini .



Klasifikasi porifera tersebut berdasarkan

- A. jenis habitat
- B. jenis mangsa
- C. tipe saluran air
- D. cara reproduksi
- E. bahan penyusun rangka

4. Dibawah ini fase dari obelia:
- 1) Medusa
 - 2) polip
 - 3) Planula
 - 4) Zigot

Urutan daur hidup obelia adalah

- A. 1)-2)-3)-4)
- B. 1)-3)-4)-2)
- C. 2)-1)-4)-3)
- D. 2)-4)-3)-1)
- E. 3)-4)-2)-1)

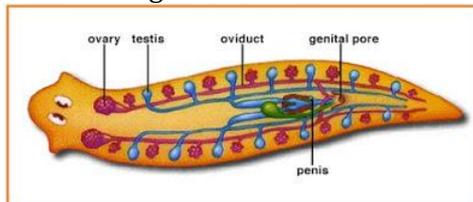
5. Perhatikan gambar berikut.



Berikut yang merupakan bukan bagian contoh dari kelas cacing tersebut

- A. Schyosoma japonicum
- B. Ascaris lumbricoides
- C. Fasciola hepatica
- D. Taena solium
- E. Planaria

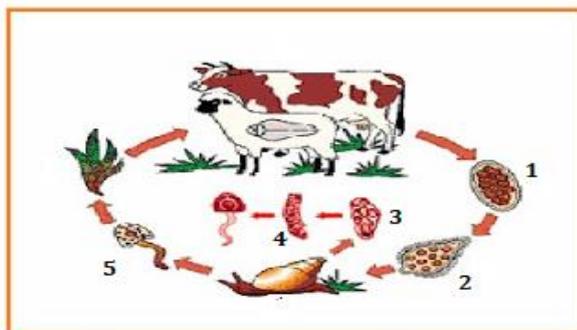
6. Perhatikan gambar salah satu contoh cacing berikut.



Bagaimana cara mengedarkan makanan keseluruh tubuhnya pada hewan cacing diatas ?

- A. Dengan menggunakan sistem gastrovaskuler
- B. Dengan menggunakan triplobastik
- C. Dengan menggunakan sistem limfa
- D. Dengan menggunakan mesoderm
- E. Dengan gerakan otot – otot

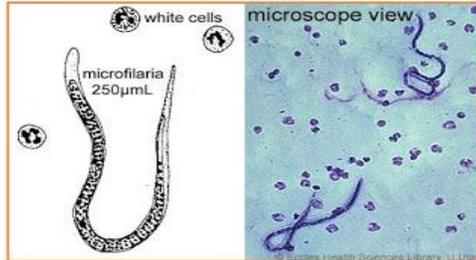
7. Gambar daur hidup cacing dari kelompok Trematoda.



Berturut-turut nomor 1, 2, 3, 4 dan 5 adalah....

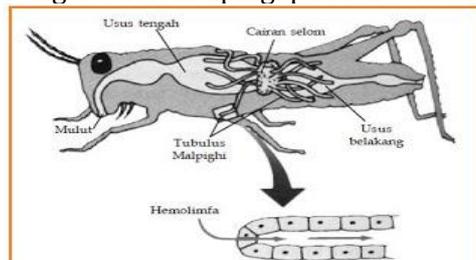
- A. Telur – mirasidium – sporosista – redia – serkaria
- B. Telur – sporosista – mirasidium – redia – srekaria
- C. Telur – redia – sporosista – mirasidium – serkaria
- D. Telur – redia – serkaria – sporosista – mirasidum
- E. telur – mirasidium – redia – serkaria – sporosista

8. Cacing ini ditularkan melalui nyamuk culex dan menyebabkan pembengkakan sistem limfa.



Cacing yang dimaksud adalah....

- A. Chlonorchis sinensis
 - B. Wucheria bancrofti
 - C. Ancylostoma duodenale
 - D. Ascaris lumbricoides
 - E. Enterobius vermicularis
9. Seekor hewan di pantai memiliki cangkang dari rumah siput, tetapi kakinya sepuluh buah, sepasang diantaranya berupa capit. Memiliki mata bertangkai sepasang, berjalan dengan cepat. Hewan tersebut tergolong....
- A. Gastropoda
 - B. Mollusca
 - C. Crustacea
 - D. Decapoda
 - E. Arachnoide
10. Fungsi buluh malphigi pada di bawah ini adalah



- A. Mengeluarkan sisa metabolisme bentuk cair
 - B. Mengeluarkan feses
 - C. Mengeluarkan karbon dioksida
 - D. Menyerap air
 - E. Mengedarkan air keseluruh tubuh
11. Hewan pada gambar berikut bernapas dengan....



- A. Insang
 - B. Trakea
 - C. Paru – paru buku
 - D. Trakea dan insang
 - E. Paru – paru buku dan insang
12. Di bawah ini yang *bukan* termasuk ciri-ciri kelas *insecta* ialah
- A. Tubuhnya terbagi menjadi kepala, dada, abdomen.
 - B. Memiliki tiga pasang kaki.
 - C. Bernapas menggunakan trakea.
 - D. Kepala terdiri atas bagian mulut, antena, mata majemuk, dan mata tunggal.
 - E. Memiliki sefalotoraks
13. Berdasarkan jumlah lapisan tubuhnya, hewan terbagi menjadi dua, yakni
- A. Diploblastik dan triploblastik.
 - B. Diploblastik dan vertebrata.
 - C. Avertebrata dan vertebrata.
 - D. Bilateral dan triploblastik
 - E. Avertebrata dan radial
14. Jika adanya rahang dipergunakan untuk menentukan tingginya tingkatan vertebrata, maka kelas yang paling rendah tingkatannya adalah
- A. Chondrichthyes
 - B. Osteichthyes
 - C. Agnatha
 - D. Placodermi
 - E. Amphibia
15. Perhatikan data berikut:
- I. Heterotrof.
 - II. Multi seluler.
 - III. Mono seluler.
 - IV. Prokariotik.
 - V. Eukariotik.
- Ciri-ciri organisme kingdom animalia terdapat pada nomor
- A. I, II, dan IV
 - B. I, III, dan V.
 - C. I, II, dan V.
 - D. I, III, dan IV.
 - E. I, II, dan III
16. Perhatikan data berikut:
- 1) Terdapat diafragma antara rongga
 - 2) Memiliki kloaka
 - 3) Jantung terdiri atas empat ruangan
 - 4) Memiliki vesika urinaria (kandung kemih)
 - 5) Peredaran darah tunggal
- Yang merupakan ciri-ciri mammalia adalah....
- A. 2, 3, 4.
 - B. 3, 4, 5.
 - C. 1, 3, 5
 - D. 1, 3, 4.
 - E. 1, 2, 3.

17. Tabel ciri-ciri vertebrata

	1	2	3	4	5
Jantung	1 serambi+ 1bilik	2 serambi+ 1bilik	2 serambi+ 2 bilik	2 serambi+ 1bilik	2 serambi+ 1bilik
Rangka	Tulang sejati	Tulang sejati	Tulang sejati	Tulang sejati	Tulang sejati
Pernafasan	insang	Paru- paru kulit	Paru - paru	Paru – paru dan gelembung udara	Paru – paru
Fertilisasi	eksternal	eksternal	internal	internal	Eksternal

Yang termasuk kelas Amfibi adalah

- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5
18. Kucing, anjing, harimau menunjukkan kekerabatan yang dekat sehingga dikelompokkan ke dalam kelompok karnivora berdasarkan
- A. Cara berkembang biak
B. Jenis makanan
C. Jumlah anggota gerak
D. Sistem rangka tubuh
E. Sistem pernafasan
19. Perhatikan karakteristik hewan berikut ini!
- (1) Tubuh ditutupi sisik
 - (2) Sistem rangka endoskeleton
 - (3) Bernapas dengan paru-paru
 - (4) Vivipar
 - (5) Mempunyai ruas tulang belakang
 - (6) Tidak memiliki alat gerak
- Ciri khas yang menunjukkan kelas reptilia adalah
- A. (1), (2), dan (3)
B. (1), (5), dan (6)
C. (2), (3), dan (4)
D. (3), (4), dan (5)
E. (4), (5), dan (6)
20. Berikut ini merupakan manfaat vertebrata bagi manusia, *kecuali*....
- A. sumber inspirasi objek bagi pelukis
B. sumber protein hewani yang potensial
C. ikut mengatur kesinambungan ekosistem
D. sebagai alat transportasi bagi sebagian anggota masyarakat
E. sebagai bahan penelitian dan pembelajaran dunia pendidikan

Kunci Jawaban Evaluasi

No Soal	Kunci						
1	A	6	A	11	A	16	D
2	B	7	A	12	E	17	B
3	E	8	B	13	A	18	B
4	D	9	D	14	C	19	A
5	B	10	A	15	C	20	A

DAFTAR PUSTAKA

Invertebrates. Fifth Edition. *Rastogi Publications*. Shivaji Road. Meerut- 250.India.

Irnaningtyas. 2013. *Biologi untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.

Kotpal, R.L, Agarwal, Khetarpal. 1981. *Modern Textbook of Zoology*

Kristiani, Ninik. 2010. *Biologi Grade X*. Jakarta: PT Intermitra Group.

Syamsuri, Istamar. 2009. *Biologi untuk SMA Kelas X Semester 1*. Jakarta: Erlangga.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



**EKOSISTEM
MAPEL BIOLOGI
KELAS X**

**PENYUSUN
Khoirul Huda, S.Pd., M.Pd
SMA Negeri 1 Lamongan**

DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	5
PETA KONSEP	7
PENDAHULUAN	8
A. Identitas Modul	8
B. Kompetensi Dasar	8
C. Deskripsi Singkat Materi	8
D. Petunjuk Penggunaan Modul	9
E. Materi Pembelajaran	9
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	10
Komponen Ekosistem dan Interaksi Antar Komponen Biotik	10
A. Tujuan Pembelajaran	10
B. Uraian Materi	10
C. Rangkuman	22
D. Penugasan	22
E. Latihan Soal	23
F. Penilaian Diri	27
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	29
Piramida Ekologi dan Produktifitas Ekosistem	29
A. Tujuan Pembelajaran	29
B. Uraian Materi	29
C. Rangkuman	33
D. Penugasan Mandiri	34
E. Latihan Soal	34
F. Penilaian Diri	37
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	38
Daur Biogeokimia dan Perubahan Ekosistem	38
A. Tujuan Pembelajaran	38
B. Uraian Materi	38
C. Rangkuman	44
D. Latihan Soal	44
E. Penilaian Diri	47

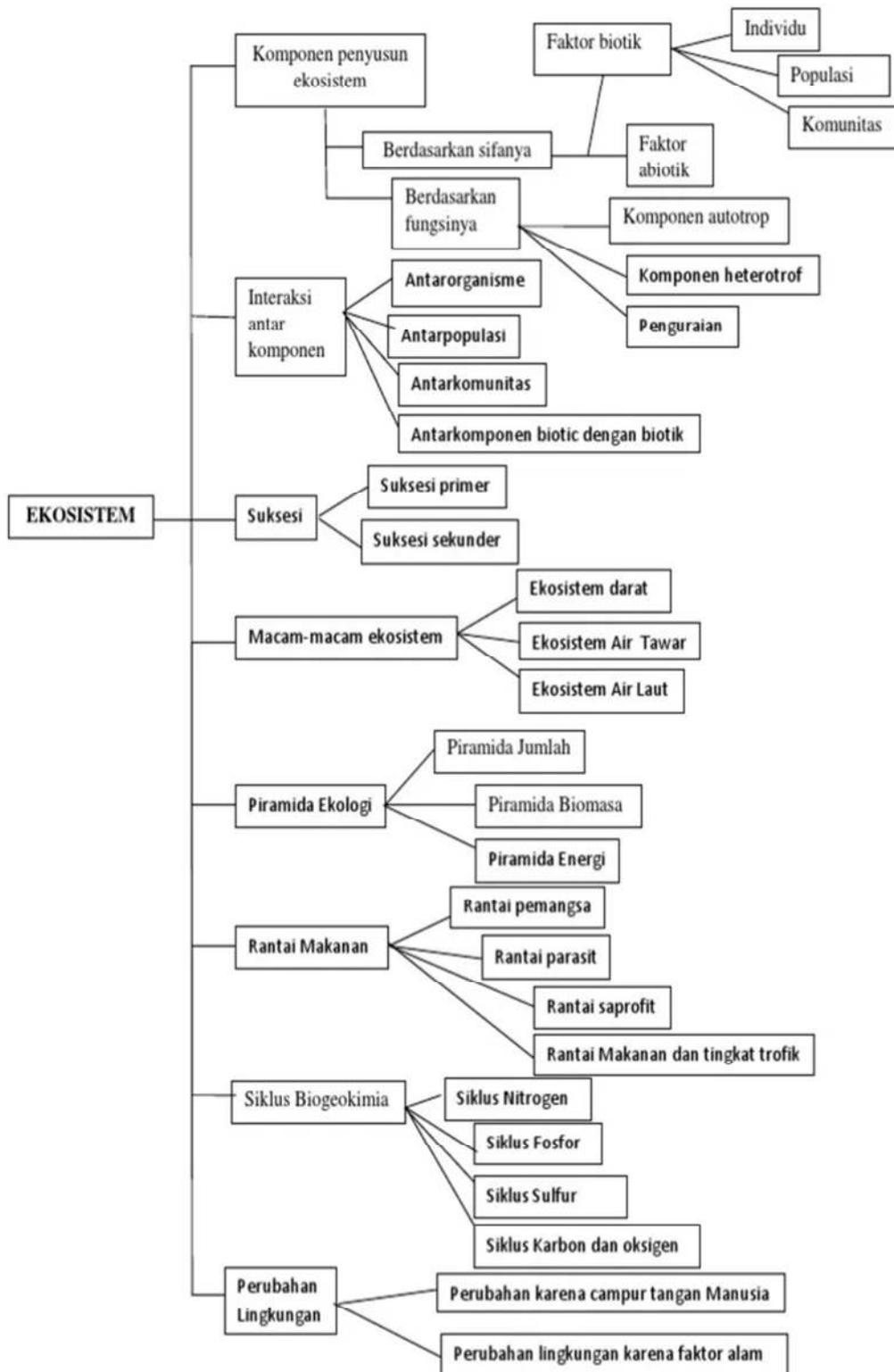
EVALUASI	48
DAFTAR PUSTAKA.....	54

GLOSARIUM

Abiotik	: Komponen ekosistem dari benda mati.
Alelopati	: Interaksi antarpopulasi, bila populasi yang satu menghasilkan zat yang dapat menghalangi tumbuhnya populasi lain.
Autotrof	: Organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri.
Abisal	: Daerah dengan kedalaman mencapai 4.000 m. Sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.
Biotik	: Komponen ekosistem dari makhluk hidup.
Bioma	: Ekosistem darat yang khas pada wilayah tertentu dan dicirikan oleh jenis vegetasi yang dominan di wilayah tersebut.
Bentik	: Daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.
Batial	: Daerah lereng benua dengan kedalaman 200-2.500 m.
Biomassa	: Massa kering organisme.
Biogeokimia	: Siklus yang melibatkan senyawa kimia yang berpindah tempat melalui organisme sebagai perantara kemudian senyawa ini kembali ke lingkungan fisik.
Bentos	: Hewan dan tumbuhan yang hidup di dasar atau hidup pada endapan. Bentos dapat sessil (melekat) atau bergerak bebas, misalnya cacing dan remis.
Dekomposer	: Disebut juga pengurai yaitu organisme yang mampu merombak sisa produk organisme / organisme yang telah mati menjadi senyawa anorganik.
Detritivor	: Organisme yang memakan serpihan-serpihan organik dari suatu organisme.
Ekosistem	: Kesatuan fungsional antara makhluk hidup dengan lingkungannya yang di dalamnya terdapat hubungan dan interaksi yang sangat erat dan saling memengaruhi.
Eutrofik	: Danau yang dangkal dan kaya akan kandungan makanan, karena fitoplankton sangat produktif.
Heterotorf	: Organisme yang memanfaatkan senyawa organik dari makhluk hidup lain.
Hadal	: Bagian laut terdalam (dasar). Kedalaman lebih dari 6.000 meter.
Individu	: Organisasi makhluk hidup terdiri dari kesatuan sistem organ.
Intertidal	: Area pasang surut air laut disepanjang garis pantai
Jaring-jaring makana	: Kesatuan dari rantai-rantai makanan yang kompleks.
Komensalisme	: Hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies dalam bentuk kehidupan bersama untuk berbagi sumber makanan, salah satu spesies diuntungkan dan spesies lainnya tidak dirugikan.
Konsumen	: Organisme yang memperoleh bahan organik dari organisme lain.
Komunitas	: Organisasi makhluk hidup terdiri dari populasi-populasi.
Kompetisi	: Interaksi antarpopulasi, bila antarpopulasi terdapat

	kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan.
Litoral	: Daerah pasang surut yang berbatasan dengan darat.
Limnetik	: Daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari.
Mutualisme	: Hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies yang saling menguntungkan kedua belah pihak.
Mesopelagik	: Daerah dibawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 m.
Nekton	: Hewan yang aktif berenang dalam air, misalnya ikan.
Neuston	: Organisme yang mengapung atau berenang di permukaan air atau bertempat pada permukaan air, misalnya serangga air.
Netral	: Hubungan tidak saling mengganggu antarorganisme dalam habitat yang sama yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak.
Neritik	: zona diantara intertidal dan pelagik. Kedalaman rata-rata zona laut dangkal ini adalah sekitar 200 m.
Oligotrofik	: Danau yang dalam dan kekurangan makanan, karena fitoplankton di daerah limnetik tidak produktif.
Populasi	: Organisasi makhluk hidup terdiri dari individu-individu sejenis.
Produsen	: organisme yang mampu mensintesis senyawa organik dari bahan senyawa an organik dengan bantuan energi matahari.
Predasi	: Hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator).
Parasitisme	: Hubungan antarorganisme yang berbeda spesies, bila salah satu organisme hidup pada organisme lain dan mengambil makanan dari hospes/inangnya sehingga bersifat merugikan inangnya.
Plankton	: Terdiri atas fitoplankton dan zooplankton, biasanya melayang-layang (bergerakpasif) mengikuti gerak aliran air.
Perifiton	: Tumbuhan atau hewan yang melekat/bergantung pada tumbuhan atau benda lain, misalnya keong.
Profundal	: Bagian dari zona benthal di bagian perairan yang dalam dan tidak dapat ditembus lagi oleh cahaya matahari.
Rantai makanan	: Perpindahan materi dan energi melalui proses makan dan dimakan dengan urutan tertentu.
Suksesi	: Perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah secara teratur disebut suksesi.
Trofik	: Fungsi atau kedudukan organisme di ekosistem.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 9 JP
Judul Modul	: Ekosistem

B. Kompetensi Dasar

- 3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut.
- 4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus Biogeokimia)

C. Deskripsi Singkat Materi

Untuk mempelajari ekosistem, alangkah lebih baik kalau Anda memperhatikan lingkungan di sekitar rumah masing-masing. Tentunya lingkungan tersebut merupakan sebuah ekosistem yang di dalamnya dijumpai komponen-komponen penyusun ekosistem yang terdiri dari komponen biotik dan abiotik.

Untuk mempermudah pemahaman Anda tentang komponen-komponen ekosistem di lingkungan Anda, cermati gambar sebuah ekosistem di darat berikut.



Ekosistem darat

Sumber: itms.co.id

Apa saja komponen-komponen biotik dan abiotik yang menyusun ekosistem tersebut?

Ekosistem adalah interaksi antar organisme dalam sebuah komunitas yang dengan lingkungannya terjadi antar hubungan. Jadi di dalam ekosistem tidak hanya meliputi komunitas organisme atau faktor biotik saja tetapi juga ada faktor abiotik, misalnya cahaya matahari, batuan, tanah, udara, dan air.

Setiap organisme hidup (biotik) di lingkungan selalu berinteraksi dengan faktor-faktor fisik dan kimia yang biasa disebut faktor abiotik. Faktor biotik dengan abiotik saling mempengaruhi atau saling mengadakan pertukaran material yang merupakan suatu sistem. Sistem yang demikian disebut ekosistem. Jadi komunitas dengan lingkungan fisiknya membentuk ekosistem.

Untuk menjelaskan konsep ekosistem maka modul ini akan membahas komponen-komponen penyusun ekosistem, macam interaksi yang ada di ekosistem dan pola interaksi dalam ekosistem (rantai makanan, jaring-jaring makanan, daur materi, daur energi, piramida ekologi, dan daur biogeokimia). Sebelum mempelajari materi ini, maka pemahaman tentang organisasi kehidupan sangat diperlukan. Untuk menyelesaikan pembelajaran pada modul ini, anda akan melalui tiga kegiatan pembelajaran yaitu kegiatan pembelajaran 1, kegiatan pembelajaran 2, dan kegiatan pembelajaran 3.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi dalam mempelajari modul ini maka ikuti petunjuk-petunjuk berikut:

- a. Bacalah modul ini secara berurutan dan pahami isinya.
- b. Anda dapat mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam modul ini, karena masing-masing saling berkaitan.
- c. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi anda berkembang sesuai kompetensi yang diharapkan.
- d. Setiap mempelajari materi, anda harus mulai dari menguasai pengetahuan pendukung (uraian materi), melaksanakan tugas-tugas, dan mengerjakan lembar latihan.
- e. Dalam mengerjakan lembar latihan, Anda jangan melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum Anda menyelesaikan lembar latihan.
- f. Laksanakan lembar kerja untuk pembentukan keterampilan sampai anda benar-benar terampil sesuai kompetensi.
- g. Konsultasikan dengan guru apabila Anda mendapat kesulitan dalam mempelajari modul ini.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 3 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama :

- Komponen-komponen ekosistem
- Interaksi antar komponen biotik di ekosistem
- Macam-macam ekosistem
- Aliran energi dalam ekosistem

Kedua :

- Piramida ekologi
- Produktifitas ekosistem

Ketiga :

- Daur biogeokimia
- Perubahan ekosistem

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Komponen Ekosistem dan Interaksi Antar Komponen Biotik

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan Anda dapat:

1. Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem.
2. Menjelaskan tipe-tipe interaksi antar komponen biotik.
3. Menggambar skema pola interaksi antar komponen biotik menjadi rantai makanan dan jaring-jaring makanan.

B. Uraian Materi

1) Komponen-Komponen Ekosistem

Ekosistem diartikan sebagai kesatuan fungsional antara makhluk hidup dengan lingkungannya yang di dalamnya terdapat hubungan dan interaksi yang sangat erat dan saling memengaruhi. Ekosistem terdiri dari berbagai unsur yang membentuk tata lingkungan. Komponen ekosistem yang dikenal di alam ini adalah komponen biotik dan komponen abiotik.

Komponen biotik adalah komponen ekosistem yang tergolong makhluk hidup. Menurut perannya komponen biotik dibedakan menjadi produsen, konsumen, dekomposer dan detritivor.

- a. Produsen : yaitu organisme yang mampu mensintesis senyawa organik dari bahan senyawa an organik dengan bantuan energi matahari.
- b. konsumen : organisme yang memperoleh bahan organik dari organisme lain.
- c. dekomposer : di sebut juga pengurai yaitu organisme yang mampu merombak sisa produk organisme/organisme yang telah mati menjadi senyawa anorganik.
- d. detritivor : organisme yang memakan serpihan-serpihan organik dari suatu organisme.

Berdasarkan cara memperoleh makanannya komponen biotik dibagi komponen autotrof (Auto = sendiri dan trophikos = menyediakan makan). Autotrof adalah organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri. Komponen autotrof berperan sebagai produsen, contohnya tumbuh-tumbuhan hijau. Selain itu ada komponen heterotroph (*Heteros* = berbeda, trophikos = makanan). Heterotrof (konsumen) merupakan organisme yang memanfaatkan senyawa organik dari makhluk hidup lain. Contohnya berbagai jenis hewan.

Komponen abiotik adalah komponen materi yang tergolong makhluk tak hidup, misalnya : cahaya matahari, tanah, air, kelembaban , dan iklim.

2) Interaksi Antar Komponen Ekosistem

Interaksi antar komponen ekosistem dapat merupakan interaksi antar biotik dengan biotik ataupun biotik dengan abiotik.

- a. Interaksi antara komponen biotik dengan biotik

Interaksi ini bisa terjadi antar organisme, antar populasi, dan antar komunitas.

1) Interaksi antar organisme

Semua makhluk hidup selalu bergantung kepada makhluk hidup yang lain. Tiap individu akan selalu berhubungan dengan individu lain yang sejenis atau lain

jenis, baik individu dalam satu populasinya atau individu-individu dari populasi lain. Interaksi antarorganisme dapat dikategorikan sebagai berikut.

- a) Netral
Hubungan tidak saling mengganggu antarorganisme dalam habitat yang sama, yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak, disebut netral. Contohnya : antara capung dan sapi, ayam dan kucing.
- b) Predasi
Predasi adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator). Hubungan ini sangat erat sebab tanpa mangsa, predator tak dapat hidup. Sebaliknya, predator juga berfungsi sebagai pengontrol populasi mangsa. Contoh : Singa dengan mangsanya, yaitu kijang, rusa, dan burung hantu dengan tikus.
- c) Parasitisme
Parasitisme adalah hubungan antarorganisme yang berbeda spesies, bila salah satu organisme hidup pada organisme lain dan mengambil makanan dari hospes/inangnya sehingga bersifat merugikan inangnya.
contoh : Plasmodium dengan manusia, Taeniasaginata dengan sapi, dan benalu dengan pohon inang, nyamuk anopheles dengan manusia
- d) Komensalisme
Komensalisme merupakan hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies dalam bentuk kehidupan bersama untuk berbagi sumber makanan, salah satu spesies diuntungkan dan spesies lainnya tidak dirugikan. Contohnya anggrek dengan pohon yang ditumpanginya, ikan hiu dengan ikan remora.
- e) Mutualisme
Mutualisme adalah hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies yang saling menguntungkan kedua belah pihak. Contoh: bakteri Rhizobium yang hidup pada bintil akar kacang-kacangan, bunga dan lebah.

2. Interaksi antar populasi

Antara populasi yang satu dengan populasi lain selalu terjadi interaksi secara langsung atau tidak langsung dalam komunitasnya. Contoh interaksi antarpopulasi adalah sebagai berikut.

- a) Alelopati
Alelopati merupakan interaksi antarpopulasi, bila populasi yang satu menghasilkan zat yang dapat menghalangi tumbuhnya populasi lain. Contohnya, di sekitar pohon walnut (*juglans*) jarang ditumbuhi tumbuhan lain karena tumbuhan ini menghasilkan zat yang bersifat toksik. Pada mikroorganisme istilah alelopati dikenal sebagai anabiosa. Contoh, jamur *Penicillium sp.* dapat menghasilkan antibiotika yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri tertentu.
- b) Kompetisi
Kompetisi merupakan interaksi antarpopulasi, bila antarpopulasi terdapat kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan. Contoh, persaingan antara populasi kambing dengan populasi sapi di padang rumput, persaingan hewan jantan memperebutkan wilayah atau pasangan.

3. Interaksi antar komunitas

Komunitas adalah kumpulan populasi yang berbeda di suatu daerah yang sama dan saling berinteraksi. Contoh komunitas, misalnya komunitas sawah dan sungai. Komunitas sawah disusun oleh bermacam-macam organisme, misalnya padi, belalang, burung, ular, dan gulma. Komunitas sungai terdiri dari ikan, ganggang, zooplankton, fitoplankton, dan dekomposer. Antara komunitas sungai dan sawah terjadi interaksi dalam bentuk peredaran nutrien dari air sungai ke sawah dan

peredaran organisme hidup dari kedua komunitas tersebut. Interaksi antar komunitas cukup kompleks karena tidak hanya melibatkan organisme, tapi juga aliran energi dan makanan

- b. Interaksi antara komponen biotik dengan komponen abiotik
Interaksi antara komponen biotik dengan abiotik membentuk ekosistem. Hubungan antara organisme dengan lingkungannya menyebabkan terjadinya aliran energi dalam sistem itu. Selain aliran energi, di dalam ekosistem terdapat juga struktur atau tingkat trofik, keanekaragaman biotik, serta siklus materi. Dengan adanya interaksi-interaksi tersebut, suatu ekosistem dapat mempertahankan keseimbangannya. Pengaturan untuk menjamin terjadinya keseimbangan ini merupakan ciri khas suatu ekosistem. Apabila keseimbangan ini tidak diperoleh maka akan mendorong terjadinya dinamika perubahan ekosistem untuk mencapai keseimbangan baru.

3) Macam-Macam Ekosistem

Secara garis besar ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air Laut.

a. Ekosistem Darat

Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma. Bioma yaitu ekosistem darat yang khas pada wilayah tertentu dan dicirikan oleh jenis vegetasi yang dominan di wilayah tersebut. Batas antara dua bioma disebut ecotone. Jenis-jenis bioma adalah sebagai berikut :

1) Bioma gurun

Bioma gurun dan setengah gurun banyak ditemukan di Amerika Utara, Afrika Utara, Australia, dan Asia Barat.

Ciri-ciri :

- Curah hujan sangat rendah, + 25 cm/tahun.
- Kecepatan penguapan air lebih cepat dari presipitasi.
- Kelembaban udara sangat rendah.
- Perbedaan suhu siang hari dengan malam hari sangat tinggi (siang dapat mencapai 45°C dan malam dapat turun sampai 0°C).
- Tanah sangat tandus karena tidak mampu menyimpan air.
- Flora: tumbuhan yang tumbuh adalah tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan daerah kering (tumbuhan serofit), seperti kaktus.
- Hewan besar yang hidup di gurun umumnya yang mampu menyimpan air, misalnya unta, sedang untuk hewan-hewan kecil misalnya kadal, ular, tikus, semut, umumnya hanya aktif hidup pada pagi hari, pada siang hari yang terik mereka hidup pada lubang-lubang.

2) Bioma padang rumput

Bioma padang rumput membentang mulai dari daerah tropis sampai dengan daerah beriklim sedang, seperti Hongaria, Rusia Selatan, Asia Tengah, Amerika Selatan, dan Australia.

Ciri-ciri :

- Curah hujan antara 25-50 cm/tahun, di beberapa daerah padang rumput curah hujannya dapat mencapai 100 cm/tahun.
- Curah hujan yang relatif rendah turun secara tidak teratur.
- Turunnya hujan yang tidak teratur menyebabkan porositas dan drainase kurang baik sehingga tumbuh-tumbuhan sukar mengambil air.
- Flora : tumbuhan yang mampu beradaptasi dengan daerah dengan porositas dan drainase kurang baik adalah rumput, meskipun ada pula tumbuhan lain

yang hidup selain rumput, tetapi karena mereka merupakan vegetasi yang dominan maka disebut padang rumput. Nama padang rumput bermacam-macam seperti *stepa* di Rusia Selatan, *puzta* di Hongaria, *prairi* di Amerika Utara dan *pampa* di Argentina.

- Fauna : bison dan kuda liar (mustang) di Amerika, gajah dan jerapah di Afrika, domba dan kanguru di Australia. Juga terdapat karnivora seperti hewan singa, serigala, anjing liar, dan cheetah.

3) Bioma Hutan Basah/Bioma Hutan Tropis

Bioma hutan tropis merupakan bioma yang memiliki keanekaragaman jenis tumbuhan dan hewan yang paling tinggi. Meliputi daerah aliran sungai Amazone-Orinaco, Amerika Tengah, sebagian besar daerah Asia Tenggara dan Papua Nugini, serta lembah Kongo di Afrika.

Ciri-ciri :

- Curah hajannya tinggi, merata sepanjang tahun, yaitu antara 200 - 225 cm/tahun.
- Matahari bersinar sepanjang tahun.
- Dari bulan satu ke bulan yang lain perubahan suhunya relatif kecil.
- Di bawah kanopi atau tudung pohon, gelap sepanjang hari, sehingga tidak ada perubahan suhu antara siang dan malam hari.
- Mempunyai iklim mikro : iklim di sekitar organisme
- Flora: terdapat beratus-ratus spesies tumbuhan. Pohon-pohon utama dapat mencapai ketinggian 20 - 40 m, dengan cabang-cabang berdaun lebat sehingga membentuk suatu tudung atau kanopi. Tumbuhan khas yang dijumpai adalah liana dan epifit. Liana adalah tumbuhan yang membelit di permukaan hutan, contoh: rotan. Epifit adalah tumbuhan yang menempel pada batang-batang pohon, dan tidak merugikan pohon tersebut, contoh: Anggrek dan paku Sarang Burung.
- Fauna: di daerah tudung yang cukup sinar matahari, pada siang hari hidup hewan-hewan yang bersifat *diurnal* yaitu hewan yang aktif pada siang hari, di daerah bawah kanopi dan daerah dasar hidup hewan-hewan yang bersifat *nokturnal* yaitu hewan yang aktif pada malam hari, misalnya: burung hantu, babi hutan, kucing hutan, dan macan tutul.

4) Bioma hutan gugur

Ciri khas bioma hutan gugur adalah tumbuhannya sewaktu musim dingin, daun-daunnya meranggas. Bioma ini dapat dijumpai di Amerika Serikat, Eropa Barat, Asia Timur, dan Chili.

Ciri-ciri :

- Curah hujan merata sepanjang tahun, 75 - 100 cm/tahun.
- Mempunyai 4 musim: musim panas, musim dingin, musim gugur dan musim semi.
- Keanekaragaman jenis tumbuhan lebih rendah daripada bioma hutan tropis.
- Pohon sedikit (10-20) dan tidak terlalu rapat.
- Hewan yang terdapat di hutan gugur antara lain rusa, beruang, rubah, bajing, burung pelatuk, dan rakun (sebangsa luwak).

5) Bioma taiga/Konifer

Bioma ini kebanyakan terdapat di daerah antara subtropika dengan daerah kutub, seperti di daerah Skandinavia, Rusia, Siberia, Alaska, dan Kanada.

Ciri-ciri :

- Perbedaan antara suhu musim panas dan musim dingin cukup tinggi, pada musim panas suhu tinggi, pada musim dingin suhu sangat rendah.
- Pertumbuhan tanaman terjadi pada musim panas yang berlangsung antara 3 sampai 6 bulan.

- Flora : Flora khasnya adalah pohon berdaun jarum/pohon konifer, contoh pohon konifer adalah *Pinus merkusii* (pinus). Keanekaragaman tumbuhan di bioma taiga rendah, vegetasinya nyaris seragam, dominan pohon-pohon konifer karena nyaris seragam, hutannya disebut hutan homogen.
 - Fauna : Fauna yang terdapat di daerah ini adalah beruang hitam, ajak, srigala dan burung-burung yang bermigrasi kedaerah tropis bila musim dingin tiba. Beberapa jenis hewan seperti tupai dan mamalia kecil lainnya maupun berhibernasi pada saat musim dingin.
- 6) Bioma tundra/Kutub
- Bioma ini terletak di kawasan lingkungan kutub utara sehingga iklimnya adalah iklim kutub. Istilah tundra berarti dataran tanpa pohon, vegetasinya didominasi oleh lumut dan lumut kerak, vegetasi lainnya adalah rumput-rumputan dan sedikit tumbuhan berbunga berukuran kecil.
- Ciri-ciri :
- Mendapat sedikit energi radiasi matahari, musim dingin sangat panjang dapat berlangsung selama 9 bulan dengan suasana gelap.
 - Musim panas berlangsung selama 3 bulan, pada masa inilah vegetasi mengalami pertumbuhan.
 - Fauna khas bioma tundra adalah "Muskoxem" (bison berhulu tebal) dan Reindeer/Caribou(rusa kutub).
 - Pohon sedikit (10-20) dan tidak terlalu rapat.



Gambar berbagai macam bioma di ekosistem darat
Sumber: catatangeografi.wordpress.com

b. Ekosistem Perairan

1) Ekosistem air tawar

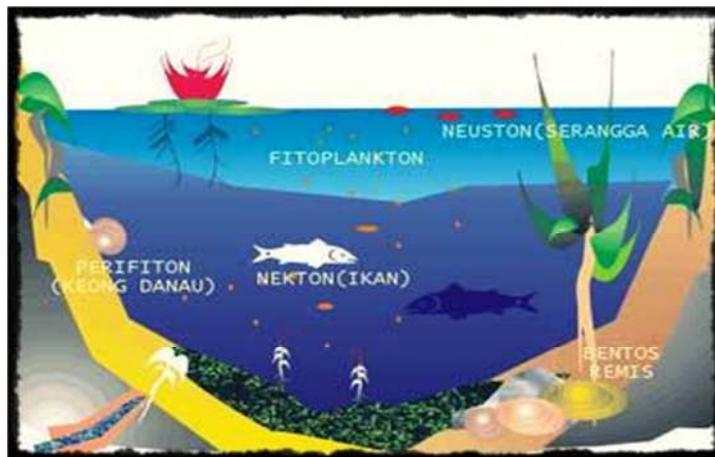
Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain:

- Variasi suhu tidak menyolok.
- Penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca.

- Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji.
- Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar.

Berdasarkan kebiasaan hidup, organisme dibedakan sebagai berikut:

- Plankton, terdiri atas fitoplankton dan zooplankton, biasanya melayang-layang (bergerak pasif) mengikuti gerak aliran air.
- Nekton, hewan yang aktif berenang dalam air, misalnya ikan.
- Neuston, organisme yang mengapung atau berenang di permukaan air atau bertempat pada permukaan air, misalnya serangga air.
- Perifiton, merupakan tumbuhan atau hewan yang melekat/bergantung pada tumbuhan atau benda lain, misalnya keong.
- Bentos, hewan dan tumbuhan yang hidup di dasar atau hidup pada endapan. Bentos dapat sessil (melekat) atau bergerak bebas, misalnya cacing dan remis.



Gambar area hidup/habitat organisme ekosistem air tawar
Sumber: ekosistem-ekologi.blogspot.com

Contoh ekosistem air tawar adalah:

a) Danau

Danau merupakan suatu badan air yang menggenang dan luasnya mulai dari beberapa meter persegi hingga ratusan meter persegi. Zonasi Danau dibagi menjadi:

- Litoral

Litoral merupakan bagian dari zona benthal yang masih dapat ditembus oleh cahaya matahari. Daerah ini merupakan daerah dangkal. Cahaya matahari menembus dengan optimal. Pada zona litoral, produsen utamanya adalah tanaman yang berakar (anggota spermatophyta) dan tanaman yang tidak berakar (fitoplankton, ganggang dan tanaman hijau yang mengapung). Sedangkan konsumernya meliputi beberapa larva serangga air seperti, platyhelminthes, rotifer, oligochaeta, moluska, amfibi, ikan, penyu, ular dan lain sebagainya.

- Limnetik

Daerah ini merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari. Fotosintesis dapat terjadi secara maksimal dan konsentrasi oksigen (O_2) lebih besar dari karbondioksida (CO_2). Pada zone limnetik, produsernya terutama fitoplankton dan tumbuhan air yang terapung bebas seperti, water hyacinth (*Eichornia crassipes*), *Ceratophyllum sp*, *Utricularia sp*, *Hydrilla verticillata*,

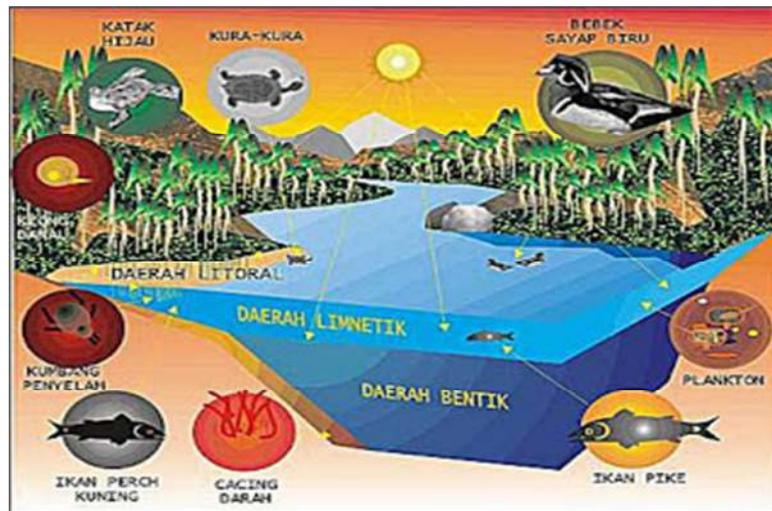
duckweed (*Lemna sp*); dan vascular plants, seperti: *Equisetum sp*, *Loetes sp* dan *Azolla sp*. Sedangkan konsumernya meliputi zooplankton dari copepoda, rotifera dan beberapa jenis ikan.

- Profundal

Zona profundal merupakan bagian dari zona benthal di bagian perairan yang dalam dan tidak dapat ditembus lagi oleh cahaya matahari. Pada zona profundal, banyak dihuni oleh jenis-jenis bakteri dan fungi, cacing darah, yang meliputi larva chironomidae, dan annelida yang banyak mengandung haemoglobin, jenis-jenis kerang kecil seperti anggota famili sphaeridae dan larva "phantom" atau Chaoboras (corethra).

- Bentik

Zona bentik merupakan daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.



Gambar Zona di ekosistem air tawar
 Sumber: ekosistem-ekologi.blogspot.com

Danau dikelompokkan berdasarkan produksi materi organiknya, yaitu sebagai berikut:

o Danau oligotrofik

Oligotrofik merupakan sebutan untuk danau yang dalam dan kekurangan makanan, karena fitoplankton di daerah limnetik tidak produktif. Ciri-cirinya, airnya jernih sekali, dihuni oleh sedikit organisme, dan di dasar air banyak terdapat oksigen sepanjang tahun.

o Danau Eutrofik

Eutrofik merupakan sebutan untuk danau yang dangkal dan kaya akan kandungan makanan, karena fitoplankton sangat produktif. Ciri-cirinya adalah airnya keruh, terdapat bermacam-macam organisme, dan oksigen terdapat di daerah profundal.

b) Sungai

Sungai adalah suatu badan air yang mengalir ke satu arah. Air sungai dingin dan jernih serta mengandung sedikit sedimen dan makanan. Secara umum, sebuah sungai bisa dibagi menjadi tiga bagian. Bagian atas (hulu), tengah, dan bawah (hilir). Setiap bagian ini memiliki ciri khas, bentuk, dan aktivitasnya sendiri sendiri.

- Bagian Hulu

Bagian hulu merupakan bagian awal dari sebuah sungai. Biasanya bagian ini terletak di pegunungan. Ciri cirinya adalah, sungai sungai dibagian hulu memiliki aliran yang sangat deras dan sungai sungainya lumayan dalam. Hal ini di karenakan karena letaknya yang di daerah pegunungan yang memiliki kemiringan cukup curam. Sehingga air akan sangat cepat untuk mengalir ke bawah. Proses yang terjadi disini adalah proses erosi sehingga lembah sungai ini membentuk huruf V.

- Bagian Tengah

Bagian tengah biasanya memiliki ciri lembah sungai membentuk huruf U. Hal ini dikarenakan kondisi lokasinya yang tidak curam lagi, melainkan landai. Hal ini mengakibatkan aliran air tidak begitu deras, maka proses erosi disini sudah tidak begitu dominan. Proses yang dominan terjadi di daerah ini adalah transportasi. Maksudnya adalah, hasil dari erosi yang terjasi di bagian hulu tadi, dibawa oleh air menuju ke daerah bawahnya.

- Bagian Hilir

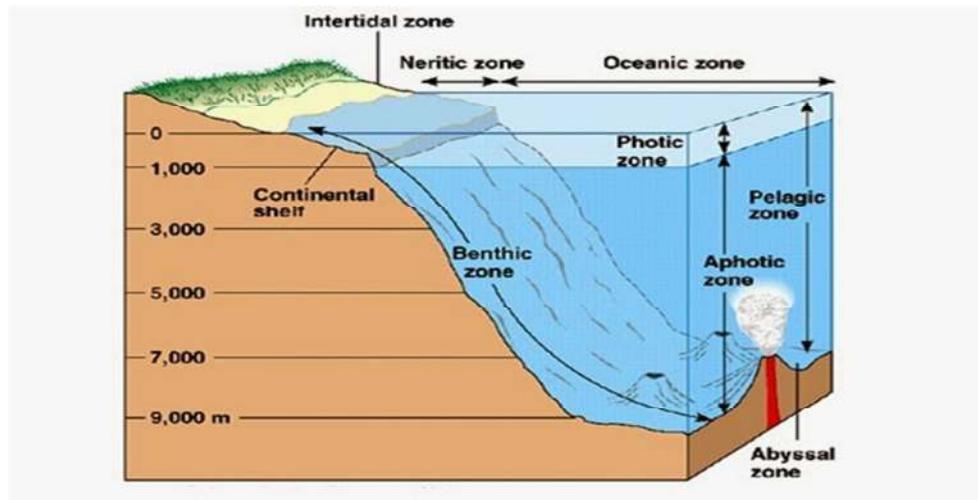
Bagian hilir adalah bagian sungai terakhir, yang akhirnya bagian ini akan mengantar sungai itu ke laut (muara). Ciri-ciri bagian ini adalah, lembah sungai menyerupai huruf U yang lebar. Sungai di daerah hilir ini biasanya sudah ber-meander (Berliku-liku). Di daerah ini proses yang dominan adalah sedimentasi. Partikel partikel hasil erosi di bagian hulu, yang kemudian di transportasi di bagian tengah, akan di endapkan di bagian hilir ini, maka kemungkinan akan terbentuk delta.

c. Ekosistem Air Laut

Ciri-ciri :

- Memiliki kadar mineral yang tinggi, ion terbanyak ialah Cl⁻ (55%), namun kadar garam di laut bervariasi, ada yang tinggi (seperti di daerah tropika) dan ada yang rendah (di laut beriklim dingin).
- Ekosistem air laut tidak dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.

Ekosistem laut dibagi menjadi beberapa zona ,yaitu zona intertidal, zona neritik, zona pelagik, zona fotik, zona bentik, dan zona afotik. Untuk lebih jelasnya bisa melihat gambar dari zonasi ekosistem laut berikut ini.

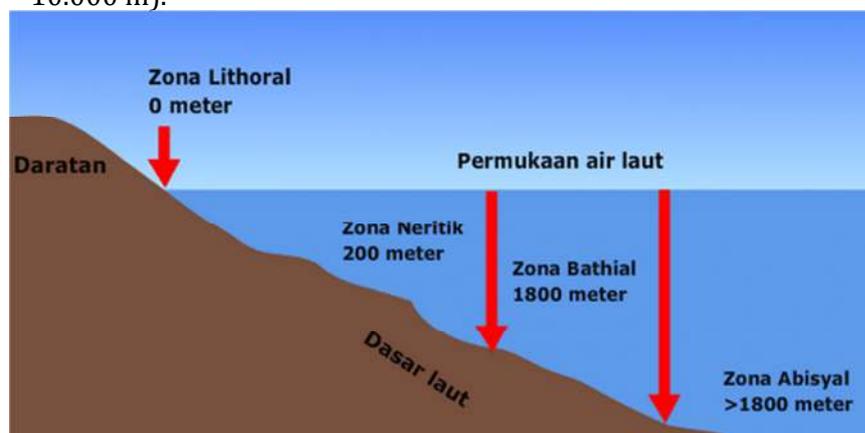


Gambar Zona ekosistem laut
Sumber: nusagates.com

1. Zona intertidal
Adalah area pasang surut air laut disepanjang garis pantai disebut dengan zona intertidal. Zona intertidal dapat berupa pantai berpasir, berbatu atau berlumpur. Organisme yang ada di zona intertidal ini antara lain rumput laut, abalon, anemon, kepiting, ganggang hijau, teripang, dan bintang laut.
2. Zona neritik
Zona neritik berada diantara zona intertidal dan zona pelagik. Kedalaman rata-rata zona laut dangkal ini adalah sekitar 200 m. Diwilayah tropis, zona neritik biasanya dihuni oleh terumbu karang. Terumbu karang menjadi rumah bagi ikan tropis dan ikan karang, contoh parrotfish, angelfish, buterflyfish. Selain itu organisme penghuni terumbu karang yaitu spons, cacing, udang-udangan, bulu babi, dan moluska.
3. Zona pelagik
Kedalaman rata-rata zona pelagik adalah 4000 m. Sekitar 75% air laut berada dizona ini. Zona pelagik merupakan zona yang paling tidak produktif, karena kandungan nutrisinya begitu rendah. Organisme dizona ini umumnya bergantung pada sampah organik yang tenggelam dizona fotik. Contoh hewan yang hidup di zona ini adalah cumi-cumi raksasa.

Menurut kedalamannya, ekosistem air laut dibagi sebagai berikut :

1. Litoral, merupakan daerah yang berbatasan dengan darat.
2. Neretik, merupakan daerah yang masih dapat ditembus cahaya matahari sampai bagian dasar dalamnya ± 300 m.
3. Batial, merupakan daerah yang dalamnya berkisar antara 200-2500 m
4. Abisal, merupakan daerah yang lebih jauh dan lebih dalam dari pantai (1.500-10.000 m).



Gambar zona ekosistem air laut menurut kedalaman
Sumber: dunia.pendidikan.co.id

Menurut wilayah permukaannya secara horizontal, berturut-turut dari tepi laut semakin ke tengah, laut dibedakan sebagai berikut:

1. Epipelagik, merupakan daerah antara permukaan dengan kedalaman air sekitar 200 m.
2. Mesopelagik, merupakan daerah dibawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 m.
3. Batiopelagik, merupakan daerah lereng benua dengan kedalaman 200-2.500 m.
4. Abisal pelagik, merupakan daerah dengan kedalaman mencapai 4.000 m. Sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.
5. Hadal pelagik, merupakan bagian laut terdalam (dasar). Kedalaman lebih dari 6.000 m.

d. Ekosistem Estuari

Estuari (muara) merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam. Ekosistem estuari memiliki produktivitas yang tinggi dan kaya akan nutrisi. Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan.

e. Ekosistem Pantai

Ekosistem pantai dikenal sebagai salah satu jenis ekosistem yang unik sebab mencakup tiga unsur yakni tanah di daratan, air di lautan dan juga udara. Pantai merupakan pertemuan antara ekosistem daratan dan juga ekosistem akuatik.

Ekosistem pantai sangat dipengaruhi oleh siklus harian arus yang pasang dan surut. Dengan demikian, flora dan fauna yang bisa bertahan di pantai adalah mereka yang bisa beradaptasi dengan cara melekat ke substrat keras agar tidak terhempas gelombang. Wilayah paling atas dari ekosistem pantai adalah titik yang hanya terkena air pada saat pasang naik tinggi. Area ini didiami beberapa jenis moluska, ganggang, kerang, dan beberapa jenis burung pantai. Sementara itu, titik tengah pantai terendam jika pasang tinggi juga pasang rendah. Tempat ini didiami beberapa organisme semisal anemon laut, remis, siput, ganggang, porifera dan masih banyak lagi lainnya. Sementara itu wilayah terdalam dari ekosistem pantai dihuni oleh beragam jenis mahluk invertebrata juga ikan dan berbagai jenis rumput laut.

f. Ekosistem Buatan

Secara sederhana, pengertian ekosistem buatan (*Man Made-ecosystem*) tak lain adalah suatu ekosistem yang terbentuk berkat rekayasa manusia dalam tujuannya untuk memenuhi pun mencukupi kebutuhan hidup manusia atau penduduk yang semakin hari semakin meningkat. Ekosistem buatan ini memperoleh subsidi energi dari luar dan baik itu tanaman maupun hewan akan memperoleh pengaruh besar dari manusia oleh karena itu bisa dikatakan keanekaragamannya sangat rendah. Ada banyak contoh ekosistem buatan yang direkayasa manusia, antara lain:

1. Ekosistem Bendungan.
2. Ekosistem Tanaman Produksi misalnya hutan jati dan atau hutan pinus.
3. Ekosistem Sawah Irigasi.
4. Ekosistem Perkebunan misalnya sawit, teh, cengkeh dan masih banyak lagi lainnya.
5. Ekosistem Tambak.
6. Ekosistem ladang

4. Aliran Energi Dalam Ekosistem

Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen primer, konsumen tingkat tinggi, sampai ke saproba di dalam tanah. Siklus ini berlangsung dalam ekosistem.

Produsen merupakan makhluk hidup yang mampu menangkap energi matahari untuk kegiatan fotosintesis sehingga dapat menghasilkan materi organik yang berasal dari materi anorganik. Bumi mendapatkan pasokan energi dari matahari sebanyak 1022 Joule tetapi hanya sekitar 1 % yang dapat diperoleh produsen dan diubah menjadi energi kimia melalui fotosintesis.

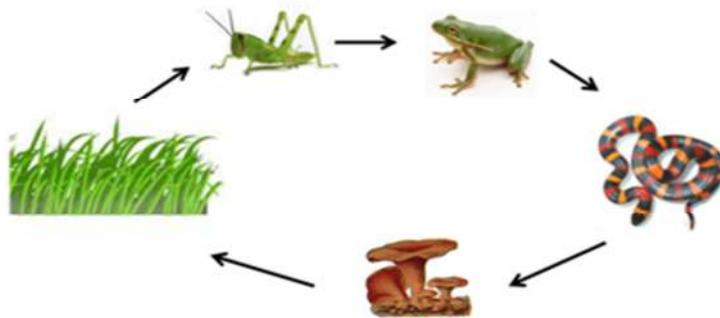
Konsumen merupakan makhluk hidup yang memperoleh energi dalam bentuk materi organik. Berdasarkan tingkat trofiknya (dalam hal pemenuhan kebutuhan makanan), konsumen dibedakan atas :

- Konsumen primer atau herbivor
- Konsumen sekunder atau karnivor
- Konsumen tersier atau karnivor puncak
- Omnivor (pengecualian)

Dekomposer merupakan makhluk hidup yang memperoleh makanannya dengan cara menguraikan senyawa-senyawa organik yang berasal dari makhluk hidup yang sudah mati. Dekomposer berperan mengembalikan materi ke lingkungan abiotik dan digunakan kembali oleh tumbuhan hijau.

a. Rantai makanan dan jaring-jaring makanan

Rantai makanan yaitu perpindahan materi dan energi melalui proses makan dan dimakan dengan urutan tertentu. Tiap tingkat dari rantai makanan disebut tingkat trofi atau taraf trofi. Karena organisme pertama yang mampu menghasilkan zat makanan adalah tumbuhan maka tingkat trofi pertama selalu diduduki tumbuhan hijau sebagai produsen. Tingkat selanjutnya adalah tingkat trofi kedua, terdiri atas hewan pemakan tumbuhan (herbivora) yang biasa disebut konsumen primer. Hewan pemakan konsumen primer merupakan tingkat trofi ketiga atau konsumen primer sekunder, terdiri atas hewan-hewan karnivora dan seterusnya. Organisme yang menduduki tingkat trofi tertinggi disebut konsumen puncak. Setiap pertukaran energi dari satu tingkat trofi ke tingkat trofi lainnya, sebagian energi akan hilang.



Gambar Rantai makanan
Sumber: ilmulingkungan.com

Pada rantai makanan Gambar di atas, terjadi proses makan dan dimakan dalam urutan tertentu yaitu rumput dimakan belalang, belalang dimakan katak, katak dimakan ular dan jika ular mati akan diuraikan oleh jamur yang berperan sebagai dekomposer menjadi zat hara yang akan dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang. Dengan demikian, pada rantai makanan tersebut dapat dijelaskan bahwa :

- Rumput bertindak sebagai produsen.
- Belalang sebagai konsumen I (herbivora)
- Katak sebagai konsumen II (karnivora)
- Ular sebagai konsumen III/konsumen puncak (karnivora)
- Jamur sebagai dekomposer.

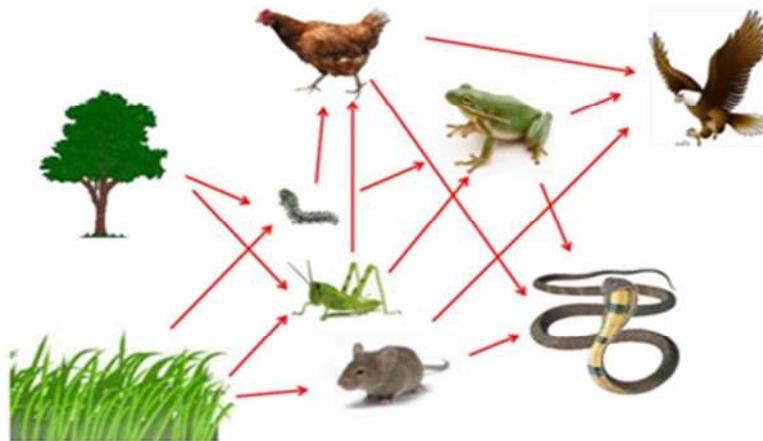
Rantai makanan pertama kali diteliti oleh ilmuwan Arab Al-Jahiz pada abad ke-9, yang lalu dipopulerkan kembali oleh Charles Sutherland Elton pada tahun 1927. Dalam rantai makanan terdapat tiga macam "rantai" pokok yang menghubungkan antar tingkatan trofik, yaitu:

1. Rantai pemangsa, yaitu rantai makanan yang terjadi ketika hewan pemakan tumbuhan dimakan oleh hewan pemakan daging. contoh: kelinci-ular-elang.
2. Rantai saprofit, yaitu rantai makanan yang terjadi untuk mengurai organisme yang sudah mati. Rantai ini muncul karena adanya dekomposer. contoh: elang mati-bakteri.
3. Rantai parasit, yaitu rantai makanan yang terjadi karena terdapat organisme yang dirugikan. contoh: pohon besar-benalu, manusia-kutu.

Ada dua tipe dasar rantai makanan:

1. Rantai makanan rerumputan (*grazing food chain*), yaitu rantai makanan yang diawali dari tumbuhan pada trofik awalnya. Contohnya: rumput - belalang - tikus - ular.
2. Rantai makanan sisa/detritus (*detritus food chain*), yaitu rantai makanan yang tidak dimulai dari tumbuhan, tetapi dimulai dari detritivor. Contohnya: serpihan daun - cacing tanah - ayam - manusia.

Rantai makanan merupakan gambar peristiwa makan dan dimakan yang sederhana. Kenyataannya dalam satu ekosistem tidak hanya terdapat satu rantai makanan, karena satu produsen tidak selalu menjadi sumber makanan bagi satu jenis herbivora, sebaliknya satu jenis herbivora tidak selalu memakan satu jenis produsen. Dengan demikian, di dalam ekosistem terdapat rantai makanan yang saling berhubungan membentuk suatu jaring-jaring makanan, sehingga jaring-jaring makanan merupakan sekumpulan rantai makanan yang saling berhubungan.



Gambar Jaring-jaring makanan
Sumber: ilmulingkungan.com

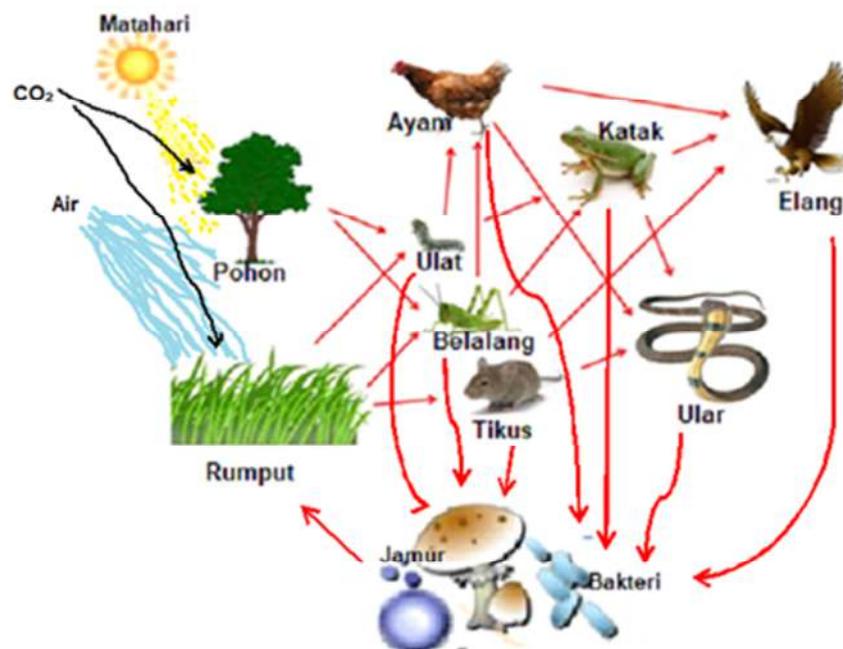
Perbedaan rantai makanan dengan jaring jaring makanan, pada rantai makanan organisme hanya memakan satu jenis organisme saja, sedangkan pada jaring jaring makanan organisme memakan organisme lainnya yang tidak hanya satu jenis saja.

C. Rangkuman

1. Ekosistem merupakan kesatuan fungsional antara makhluk hidup dengan lingkungannya yang di dalamnya terdapat hubungan dan interaksi yang sangat erat dan saling memengaruhi.
2. Komponen ekosistem yang dikenal di alam ini adalah komponen biotik dan komponen abiotik.
3. Di dalam sebuah ekosistem juga terdapat satuan-satuan makhluk hidup yang meliputi individu, populasi, komunitas, ekosistem dan biosfer. Interaksi antar komponen ekosistem dapat merupakan interaksi antar organisme, antar populasi, dan antar komunitas.
4. Secara garis besar ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat, ekosistem , dan ekosistem buatan.
5. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air Laut.
6. Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan.
7. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma. Sedangkan ekosistem buatan sengaja di buat manusia untuk kepentingan pemenuhan kebutuhannya bisa di darat maupun di perairan.
8. Di dalam ekosistem terjadi pula aliran energi dan materi, aliran ini terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan.

D. Penugasan

Di suatu ekosistem sawah dekat pemukiman terdapat komponen-komponen ekosistem dan aliran energi antar komponen yang digambarkan sebagai berikut.



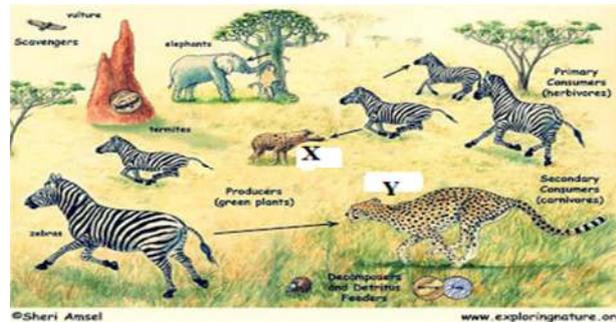
1. Sebutkan komponen-komponen biotik dan komponen-komponen abiotik yang menyusun ekosistem tersebut!
2. Setiap komponen biotik memiliki peranan masing-masing sehingga keberlangsungan ekosistem dapat dipertahankan. Sebutkan komponen-komponen yang berfungsi sebagai produsen, sebagai konsumen dan sebagai pengurai.

3. Sebutkan kemungkinan macam interaksi antar komponen biotik yang terjadi di ekosistem tersebut, berilah contohnya masing-masing!
4. Adanya aliran energi di ekosistem digambarkan sebagai jaring-jaring makanan. Cermati jaring-jaring makanan di ekosistem tersebut, kemudian uraikan menjadi rantai-rantai makanan!

E. Latihan Soal

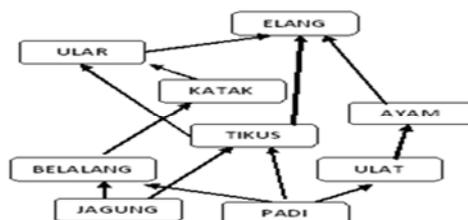
Petunjuk: Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Di bawah ini **yang bukan** merupakan komponen abiotik adalah
 - A. tanah
 - B. mikroorganisme
 - C. sinar matahari
 - D. air
 - E. udara
2. Interaksi antar spesies yang merupakan predasi adalah
 - A. ikan hiu dengan ikan remora
 - B. anggrek di suatu pohon
 - C. bunga Nerium oleander dengan manusia
 - D. ular dengan tikus
 - E. kerbau dengan burung jalak
3. Perhatikan skema interaksi di suatu ekosistem berikut!



Tipe interaksi antara X dan Y adalah

- A. Kompetisi
 - B. Predasi
 - C. Parasitisme
 - D. Netralisme
 - E. parasitisme
4. Gambar skema jaring-jaring makanan.



Tingkat trofik kedua diduduki oleh organisme

- A. jagung, padi dan belalang
- B. ulat, tikus dan belalang
- C. ayam, ulat dan katak
- D. ayam, elang dan katak
- E. belalang, katak dan elang

5. Disebuah kolam terdapat populasi :

- 1. ikan kecil
- 2. fitoplankton
- 3. zooplankton
- 4. ikan besar
- 5. pengurai

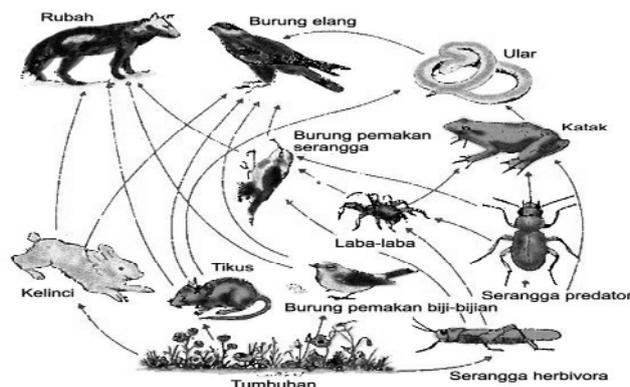
Aliran energi yang terjadi pada ekosistem kolam tersebut adalah

- A. 1 --- 3 --- 2 --- 4 --- 5
- B. 1 --- 2 --- 4 --- 3 --- 5
- C. 2 --- 3 --- 1 --- 4 --- 5
- D. 2 --- 1 --- 3 --- 4 --- 5
- E. 2 --- 4 --- 3 --- 1 --- 5

6. Yang manakah organisme berikut ini yang secara tidak tepat dipasangkan dengan tingkat trofiknya?

- A. sianobakter ---- produsen primer
- B. belalang --- konsumen primer
- C. zooplankton --- konsumen sekunder
- D. elang --- konsumen tersier
- E. fungi --- detritivor

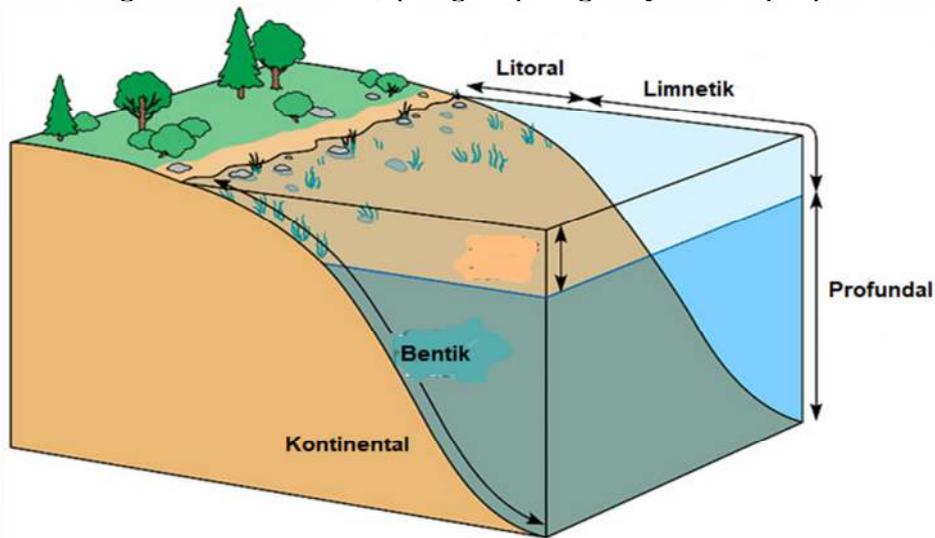
7. Gambar jarring-jaring makanan pada ekosistem padang rumput.



Berdasarkan skema jarring-jaring makanan tersebut, apabila tikus dimusnahkan maka yang akan terjadi adalah

- A. ekosistem akan tetap stabil karena tikus merupakan hama pengganggu
- B. menurunnya populasi ular dan ekosistem menjadi stabil karena ular sebagai predator
- C. meningkatnya populasi serangga herbivora dan ekosistem menjadi tidak stabil
- D. polpopulasi burung pemakan biji-bijian meningkat dan ekosistem tetap stabil
- E. meningkatnya populasi burung elang dan ekosistem menjadi tidak stabil

8. Ditemukan bioma pada ekosistem dengan ciri-ciri sebagai berikut :
- curah hujan sangat rendah.
 - evaporasi lebih tinggi dari peresapan.
 - tumbuhan menahun memiliki lapisan kutikula tebal.
 - tumbuhan semusim mempunyai daun kecil-kecil bahkan tidak berdaun.
 - hewannya rodentia, kadal, ular dan semut.
- Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat diketahui bioma tersebut adalah
- A. Hutan tropis
B. Hutan gugur
C. Taiga
D. Tundra
E. Gurun
9. Pada gambar di bawah ini, plangton paling banyak terdapat pada daerah



- A. litoral
B. limnetik
C. profundal
D. continental
E. dasar danau

Kunci jawaban, pembahasan dan pedoman penilaian

Nomor soal	Kunci jawaban	Pembahasan
1.	B	Komponen abiotik adalah komponen materi yang tergolong makhluk tak hidup, misalnya : cahaya matahari, tanah, air, kelembaban , dan iklim.
2.	D	Predasi adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator). Hubungan ini sangat erat sebab tanpa mangsa, predator tak dapat hidup. Sebaliknya, predator juga berfungsi sebagai pengontrol populasi mangsa. Contoh : Singa dengan mangsanya, yaitu kijang, rusa, dan ukar dengan tikus.
3.	A	Kompetisi merupakan interaksi antarpopulasi, bila antarpopulasi terdapat kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan. Contoh, persaingan antara harimau dan ceetha memperebutkan mangsa, populasi kambing dengan populasi sapi di padang rumput, persaingan hewan jantan memperebutkan wilayah atau pasangan.
4.	B	Pada rantai makanan tersebut dapat dijelaskan bahwa : <ul style="list-style-type: none"> - tumbuhan bertindak sebagai produsen. - herbivora sebagai konsumen I (kerbivora) - karnivora sebagai konsumen II (karnivora) - karnivora puncak sebagai konsumen III/konsumen puncak. - Jamur sebagai dekomposer.
5.	C	Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen primer, konsumen tingkat tinggi, sampai ke saproba di dalam tanah. Siklus ini berlangsung dalam ekosistem. Di ekosistem laut, aliran energi dimulai dari fitoplankton sebagai produsen.
6.	C	Komponen biotik adalah komponen ekosistem yang tergolong makhluk hidup. Menurut peranannya komponen biotik dibedakan menjadi produsen, konsumen, dekomposer dan detritivor. <ol style="list-style-type: none"> a. Produsen : yaitu organisme yang mampu mensintesis senyawa organik dari bahan senyawa an organik dengan bantuan energi matahari. b. konsumen : organisme yang memperoleh bahan organik dari organisme lain. c. dekomposer : di sebut juga pengurai yaitu organisme yang mampu merombak sisa produk organisme / organisme yang telah mati menjadi senyawa anorganik. d. detritivor : organisme yang memakan serpihan-serpihan organik dari suatu organisme.
7.	C	Ekosistem akan stabil apabila Komposisi komponen-komponen penyusun ekosistem, baik biotik maupun abiotik dalam keadaan seimbang yaitu jumlahnya sesuai dengan peranannya dalam ekosistem tersebut. Dengan demikian jika salah satu komponennya musnah maka akan terjadi ketidakstabilan ekosistem tersebut. Misalnya jika tikus musnah di suatu ekosistem, maka ular akan musnah dan elang menyusul akan

		berkurang. Kemungkinan lainnya adalah tidak adanya pesaing yang memakan tumbuhan sehingga populasi serangga herbivora akan meningkat tajam dan ekosistem menjadi tidak stabil.
8.	E	Bioma gurun dan setengah gurun banyak ditemukan di Amerika Utara, Afrika Utara, Australia, dan Asia Barat. Ciri-ciri : <ul style="list-style-type: none"> - Curah hujan sangat rendah, + 25 cm/tahun. - Kecepatan penguapan air lebih cepat dari presipitasi. - Kelembaban udara sangat rendah. - Perbedaan suhu siang hari dengan malam hari sangat tinggi (siang dapat mencapai 45°C dan malam dapat turun sampai 0°C). - Tanah sangat tandus karena tidak mampu menyimpan air. - Flora: tumbuhan yang tumbuh adalah tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan daerah kering (tumbuhan serofit) seperti kaktus. - hewan besar yang hidup di gurun umumnya yang mampu menyimpan air, misalnya unta, sedang untuk hewan-hewan kecil misalnya kadal, ular, tikus, semut, umumnya hanya aktif hidup pada pagi hari, pada siang hari yang terik mereka hidup pada lubang-lubang.
9.	B	Di ekosistem air tawar misalnya di danau, plangton termasuk fitoplankton berada di zona limnetik karena merupakan zona fotik yang penetrasi sinar matahari sampai di dasar zona tersebut.

Ket: Setiap nomor soal diberi skor = 1

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 berikutnya. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Untuk mengukur diri Anda terhadap materi yang sudah Anda pelajari di kegiatan belajar 1, jawablah sejujurnya terkait dengan penguasaan materi pada modul ini di tabel berikut.

Tabel penilaian diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem		
2.	Apakah Anda menjelaskan tipe-tipe interaksi antar komponen biotik?		
3.	Apakah Anda dapat menggambar skema pola interaksi antar komponen biotik menjadi rantai makanan?		
4.	Apakah Anda dapat merangkai rantai-rantai makanan menjadi jaring-jaring makanan?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Piramida Ekologi dan Produktifitas Ekosistem

A. Tujuan Pembelajaran

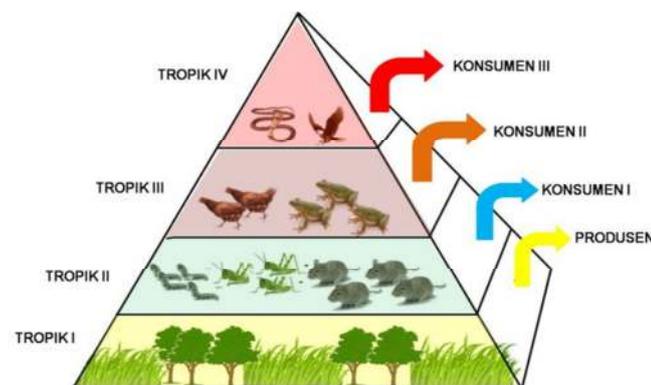
Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan dapat:

1. Membedakan berbagai macam piramida ekologi.
2. Menganalisis produktifitas ekosistem.

B. Uraian Materi

1. Piramida Ekologi

Hubungan organisme pada tingkat trofik ekosistem digambarkan dalam bentuk piramida. Semakin ke atas bentuk piramida semakin mengecil. Inilah yang disebut dengan piramida ekologi. Piramida ekologi adalah piramida abstrak yang menunjukkan hubungan struktur trofik dan fungsi trofik komponen-komponen biotik ekosistem. Berikut contoh gambar piramida ekologi.



Gambar Piramida ekologi
Sumber: satujam.com

Di dalam piramida ekologi produsen (tingkat trofik I) selalu berada di bagian dasar piramida. Konsumen primer (tingkat trofik II) berada tepat di atas produsen dan konsumen sekunder (tingkat trofik III) berada di bagian atas konsumen primer. Anda bisa amati bahwa semakin tinggi tingkat trofik suatu organisme semakin sedikit proporsinya di lingkungan.

Piramida ekologi berdasarkan fungsinya dibedakan menjadi 3, yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi. Masing-masing tipe memiliki kelemahan dan kelebihan dalam menggambarkan hubungan antara struktur dan fungsi trofiknya.

a. Piramida jumlah

Tipe ini menunjukkan jumlah relatif organisme pada suatu area dengan melihat hubungan antara predator dan mangsanya. Pelopor teori ini adalah Charles Elton (ahli ekologi Inggris) pada abad ke 20. Jumlah organisme dihitung dalam satuan

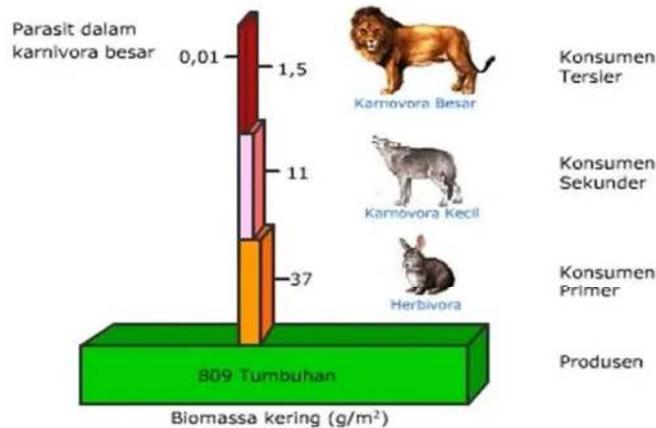
luas area tertentu. Di dalam piramida jumlah semakin tinggi tingkat trofik organisme semakin sedikit jumlahnya di lingkungan.



Gambar Piramida jumlah
 Sumber: mudahbiologi.blogspot.com

b. Piramida biomassa

Biomassa adalah taksiran massa organisme (biomassa) yang mewakili tiap tingkat trofik pada waktu tertentu. Massa kering tiap individu dalam suatu ekosistem ditimbang dan dicatat. Ukuran yang digunakan biasanya menggunakan gram (massa kering organisme) per satuan luas (gr/m^2 atau kg/ha). Piramida biomassa dibuat berdasarkan massa total populasi organisme pada suatu waktu. Cara ini dianggap lebih baik dalam menggambarkan hubungan tingkat trofik komponen biotik daripada piramida jumlah.



Gambar piramida biomassa
 Sumber: www.amongguru.com

Piramida biomassa dibedakan menjadi dua, yaitu piramida biomassa tegak dan piramida biomassa terbalik.

1. Piramida Biomassa Tegak

Piramida biomassa tegak menggambarkan massa gabungan semua produsen yang lebih besar daripada massa gabungan tiap tingkatan konsumennya. Piramida biomassa tegak biasanya terjadi pada ekosistem darat.

2. Piramida Biomassa Terbalik

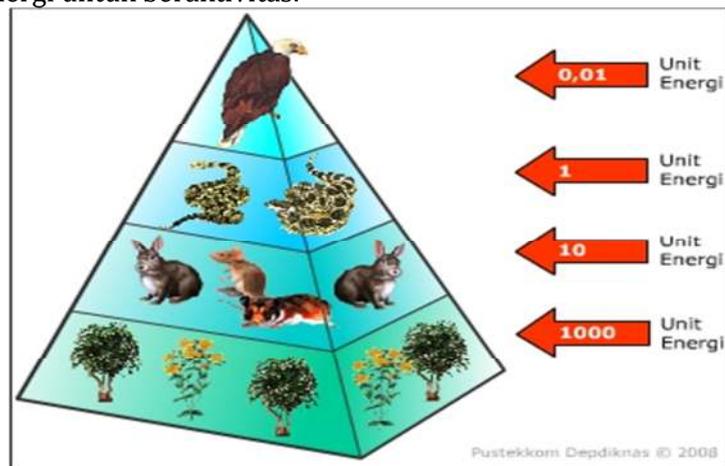
Piramida biomassa terbalik menggambarkan massa gabungan dari produsennya lebih kecil daripada massa gabungan tingkatan konsumen di atasnya. Meskipun demikian, massa produsen yang lebih sedikit ini dapat mampu menopang kelangsungan hidup konsumen di atasnya. Contoh piramida biomassa terbalik adalah pada ekosistem perairan.

c. Piramida energi

Piramida energi menggambarkan hubungan tiap organisme pada tingkatan trofik sesuai perpindahan energi yang dimulai dari produsen hingga konsumen puncak. Di dalam piramida energi, aliran energi yang diterima setiap kelompok trofik akan mengalami penurunan pada tiap kelompok trofik selanjutnya. Dengan demikian, tiap kelompok trofik akan membentuk semacam piramida dengan produsen sebagai penerima dan pemilik energi terbesar diikuti kelompok trofik berikutnya.

Semakin berkurangnya aliran energi pada tiap kelompok trofik ini disebabkan oleh beberapa hal berikut:

- 1) Tidak semua bagian makanan dapat dimakan dan dicerna, sehingga ada yang tersisa dan ada yang menjadi kotoran (residu).
2. Hanya ada beberapa saja dari makanan yang dimanfaatkan oleh organisme pada tingkatan trofik berikutnya.
3. Sebagian energi yang diperoleh dikonversi terlebih dahulu sebagai sumber energi untuk beraktivitas.



Gambar Piramida energi

Sumber: : mudahbiologi.blogspot.com

2. Produktifitas Ekosistem

Energi dapat berubah menjadi bentuk lain, seperti energi kimia, energi mekanik, energi listrik, dan energi panas. Perubahan bentuk energi menjadi bentuk lain ini dinamakan transformasi energi. Sumber energi utama bagi kehidupan adalah cahaya matahari. Energi cahaya matahari masuk ke dalam komponen biotik melalui produsen (organisme fotoautotropik) yang diubah menjadi energi kimia tersimpan di dalam senyawa organik. Energi kimia mengalir dari produsen ke konsumen dari berbagai tingkat trofik melalui jalur rantai makanan. Energi kimia tersebut digunakan organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan. Kemampuan organisme-organisme dalam ekosistem untuk menerima dan menyimpan energi dinamakan produktivitas ekosistem.

Produktivitas ekosistem yaitu keseluruhan sistem yang dinyatakan dengan biomassa atau bioenergi dalam kurun waktu tertentu. Produktivitas ekosistem merupakan

parameter pengukuran yang penting dalam penentuan aliran energi total melalui semua tingkat trofi dari suatu ekosistem. Produktivitas ekosistem terdiri dari produktivitas primer dan produktivitas sekunder.

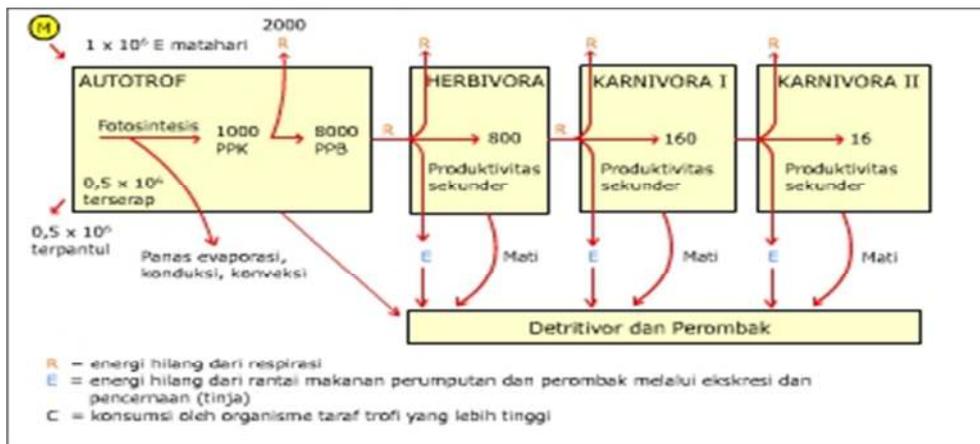
a. Produktivitas primer

Produktivitas primer adalah kecepatan organisme autotrop sebagai produsen mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk bahan organik. Hanya sebagian kecil energi cahaya yang dapat diserap oleh produsen. Produktivitas primer berbeda pada setiap ekosistem, yang terbesar ada pada ekosistem hutan hujan tropis dan ekosistem hutan bakau.

Seluruh bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis pada organisme fotoautotrop disebut produktivitas primer kotor (PPK). Lebih kurang 20% dari PPK digunakan oleh organisme fotoautotrop untuk respirasi, tumbuh dan berkembang. Sisa PPK yang baru disimpan dikenal sebagai produktivitas primer bersih (PPB). Biomassa organisme autotrop (produsen) diperkirakan mencapai 50%-90% dari seluruh bahan organik hasil fotosintesis. Hal ini menunjukkan simpanan energi kimia yang dapat ditransfer ke trofik selanjutnya melalui hubungan makan dimakan dalam ekosistem.

b. Produktivitas sekunder

Produktivitas sekunder adalah kecepatan organisme heterotrop mengubah energi kimia dari bahan organik yang dimakan menjadi simpanan energi kimia baru di dalam tubuhnya. Energi kimia dalam bahan organik yang berpindah dari produsen ke organisme heterotrop (konsumen primer) dipergunakan untuk aktivitas hidup dan hanya sebagian yang dapat diubah menjadi energi kimia yang tersimpan di dalam tubuhnya sebagai produktivitas bersih. Demikian juga perpindahan energi ke konsumen sekunder dan tersier akan selalu menjadi berkurang. Perbandingan produktivitasbersih antara trofik dengan trofik-trofik di atasnya dinamakan *efisiensi ekologi*. Diperkirakan hanya sekitar 10% energi yang dapat ditransfer sebagai biomassa dari trofik sebelumnya ke trofik berikutnya.



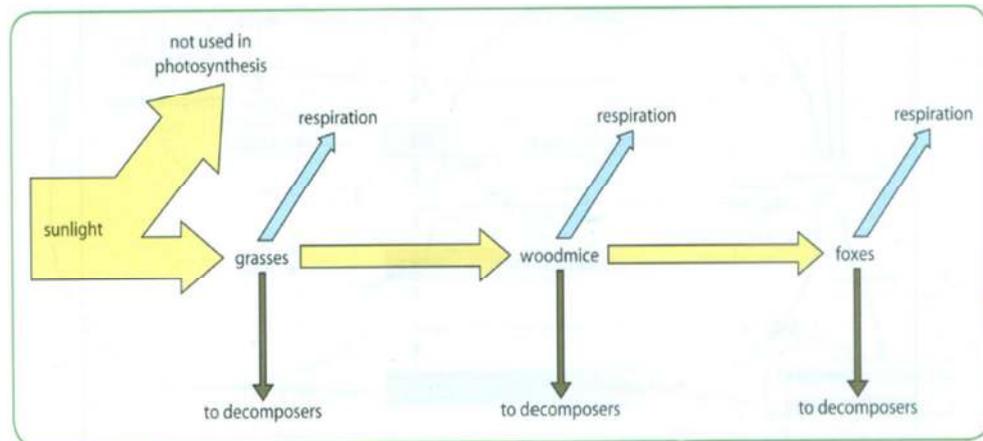
Gambar Skema aliran energi dalam ekosistem

Sumber: noet1961.wordpress.com

Dalam rantai makanan tidak semua energi dari satu tingkatan trofik ke tingkatan trofik berikutnya berpindah secara sempurna, selama perjalanannya energi terus berkurang karena hilang ke lingkungan selama perpindahan dari tumbuhan ke konsumen primer dan dari konsumen primer ke konsumen sekunder dan seterusnya. Hilangnya energi tersebut karena digunakan untuk proses respirasi oleh semua tingkatan trofik di ekosistem.

Selain itu, kehilangan energi yang paling besar adalah antara tumbuhan dan konsumen primer (herbivora). Hal ini terjadi karena:

- tidak semua bagian tumbuhan dimakan oleh herbivora, misalnya jaringan batang dan akar.
- tidak semua bagian tumbuhan dicerna secara sempurna oleh herbivora, karena tidak bisa terserap sempurna oleh pencernaan. misalnya serat kasar.
- kehilangan energi sebagai panas selama dicerna di sistem pencernaan konsumen.



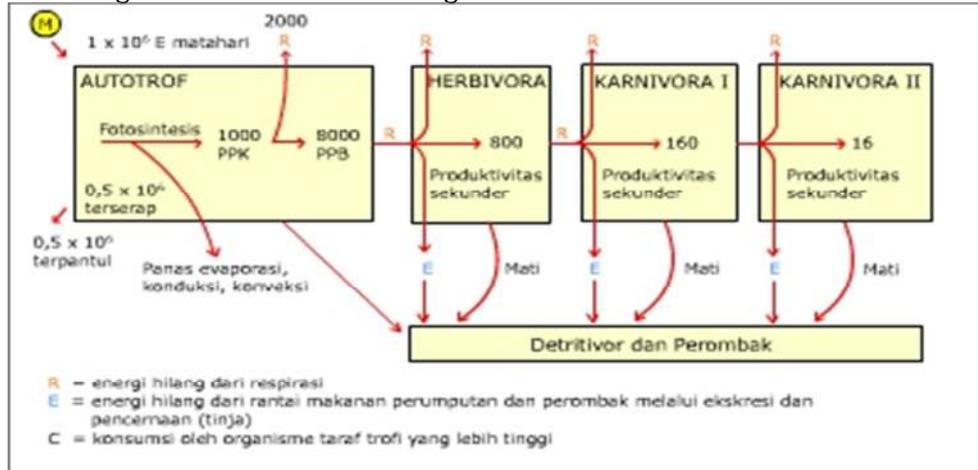
Gambar Kehilangan energi di rantai makanan
Sumber: As Level and A Level Biology 2007.

C. Rangkuman

- Piramida ekologi adalah piramida abstrak yang menunjukkan hubungan struktur trofik dan fungsi trofik komponen-komponen biotik ekosistem.
- Di dalam piramida ekologi produsen (tingkat trofik I) selalu berada di bagian dasar piramida. Konsumen primer (tingkat trofik II) berada tepat di atas produsen dan konsumen sekunder (tingkat trofik III) berada di bagian atas konsumen primer.
- Piramida ekologi berdasarkan fungsinya dibedakan menjadi 3, yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi.
- Produktivitas ekosistem yaitu keseluruhan sistem yang dinyatakan dengan biomassa atau bioenergi dalam kurun waktu tertentu. Produktivitas ekosistem terdiri dari produktivitas primer dan produktivitas sekunder.
- Produktivitas primer adalah kecepatan organisme autotrop sebagai produsen mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk bahan organik.
- Produktivitas sekunder adalah kecepatan organisme heterotrop mengubah energi kimia dari bahan organik yang dimakan menjadi simpanan energi kimia baru di dalam tubuhnya.

D. Penugasan Mandiri

Cermati gambar skema aliran energi dalam ekosistem berikut!

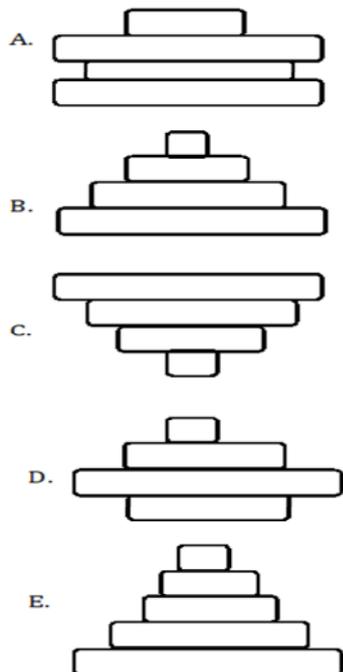


1. Hitunglah perbandingan produktifitas energi antara konsumen tingkat I dan konsumen tingkat II !
2. Jelaskan mengapa produktifitas energi pada konsumen tingkat I paling tidak efektif dibanding produktifitas energy pada konsumen tingkat II dan konsumen tingkat III ?

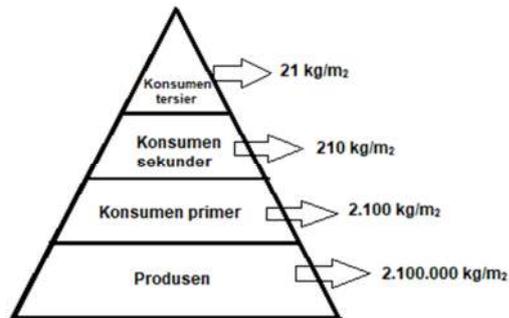
E. Latihan Soal

Petunjuk: Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Di suatu ekosistem terdapat rumput-rumputan sebanyak 10.000, belalang sebanyak 3.500, katak sebanyak 1.000, dan ular sebanyak 500. Gambaran piramida jumlah yang benar adalah....



2. Gambar Piramida Ekologi.



Penjelasan yang tepat terkait gambar tersebut adalah....

- A. piramida jumlah pada ekosistem hutan hujan tropis
 - B. piramida jumlah pada ekosistem perairan
 - C. piramida biomassa pada ekosistem hutan hujan tropis
 - D. piramida biomasa pada ekosistem perairan
 - E. piramida energi pada ekosistem hutan hujan tropis
3. Yang manakah ekosistem ini mempunyai produktivitas primer terendah per meter persegi?
- A. Suatu rawa asin
 - B. Suatu lautan terbuka
 - C. Suatu terumbu karang
 - D. Suatu padang rumput
 - E. Suatu hutan hujan tropis
4. Dalam ekosistem konsumen tingkat I paling tidak efektif dalam menggunakan energinya. Alasan yang tepat terkait pernyataan tersebut adalah....
- A. herbivora tidak mampu secara sempurna mencerna serat kasar dari tumbuhan sehingga banyak energi yang terbuang bersama feses.
 - B. herbivora banyak melakukan aktifitas respirasi sehingga energi yang dibutuhkan lebih banyak.
 - C. herbivora tidak mampu mengkonsumsi semua jenis produsen sehingga energi yang tersedia di alam tidak dapat dimanfaatkan secara optimal.
 - D. beberapa herbivora memamah biak sehingga energi yang terkandung dalam makanannya tidak termanfaatkan secara sempurna.
 - E. Pencernaan herbivora dibantu oleh mikroorganisme untuk menghancurkan selulosa pada makanannya.

Kunci jawaban, pembahasan dan pedoman penilaian

Nomor soal	Kunci jawaban	Pembahasan
1.	B	Piramida jumlah menggambarkan jumlah individu di setiap tingkatan trofik, mulai dari produsen, konsumen tingkat I, konsumen tingkat II, konsumen tingkat III dan pengurai. Tingkatan susunan piramida tersebut tergantung tingkatan trofik yang diduduki oleh makhluk hidup di ekosistem tersebut.
2.	C	Piramida biomassa tegak menggambarkan massa gabungan semua produsen yang lebih besar daripada massa gabungan tiap tingkatan konsumennya. Piramida biomassa tegak biasanya terjadi pada ekosistem darat
3.	C	Produktivitas primer adalah kecepatan organisme autotrop sebagai produsen mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk bahan organik. Hanya sebagian kecil energi cahaya yang dapat diserap oleh produsen. Produktivitas primer berbeda pada setiap ekosistem, yang terbesar ada pada ekosistem hutan hujan tropis dan ekosistem hutan bakau. Yang paling kecil adalah wilayah yang sedikit mendapatkan penetrasi sinar matahari, misalnya terumbu karang.
4.	A	herbivora tidak mampu secara sempurna mencerna serat kasar dari tumbuhan sehingga banyak energi yang terbuang bersama feses, sedangkan karnivora dapat mencerna sempurna makanan berupa daging.

Ket: Setiap nomor soal diberi skor = 1

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 berikutnya. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Untuk mengukur diri Anda terhadap materi yang sudah Anda pelajari di kegiatan belajar 2, jawablah sejujurnya terkait dengan penguasaan materi pada modul ini di tabel berikut.

Tabel penilaian diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat membedakan berbagai piramida ekologi?		
2.	Apakah Anda dapat menjelaskan kelebihan dan kekurangan berbagai piramida ekologi?		
3.	Apakah Anda dapat menjelaskan produktifitas ekosistem?		
4.	Apakah Anda menganalisis produktifitas energi pada setiap tingkatan trofik?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

Daur Biogeokimia dan Perubahan Ekosistem

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan dapat:

1. Menjelaskan interaksi komponen biotik dan abiotik dalam berbagai daur biogeokimia.
2. Menjelaskan perubahan di ekosistem.

B. Uraian Materi

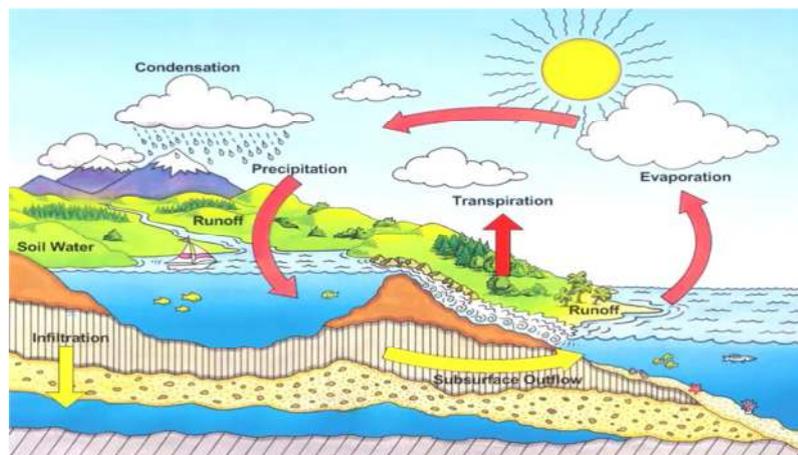
1. Daur Biogeokimia

Daur biogeokimia adalah siklus yang melibatkan senyawa kimia yang berpindah tempat melalui organisme sebagai perantara kemudian senyawa ini kembali ke lingkungan fisik. Pembangun tubuh organisme adalah materi yang tersusun dari unsur-unsur kimia. Unsur-unsur yang ada di alam ini tidak mungkin habis karena mengalami daur ulang (siklus zat). Beberapa siklus unsur atau zat kimia yang penting antara lain siklus air, karbon, nitrogen, fosfor dan belerang.

a. Siklus air

Tahapan siklus air berlangsung sebagai berikut:

- 1) Air di bumi dapat berupa air permukaan (rawa, danau, lautan) maupun air tanah.
- 2) Siklus air dibedakan menjadi dua yaitu siklus pendek dan panjang.
- 3) Siklus air pendek yaitu air laut menguap, uap air di udara dingin mengalami kondensasi menjadi titik-titik air dan jatuh sebagai hujan, selanjutnya kembali ke laut.
- 4) Siklus air panjang yaitu uap air yang berasal dari berbagai proses penguapan, jatuh sebagai hujan di daratan kemudian melalui sungai atau air tanah kembali ke laut.



Gambar Daur hidrologi

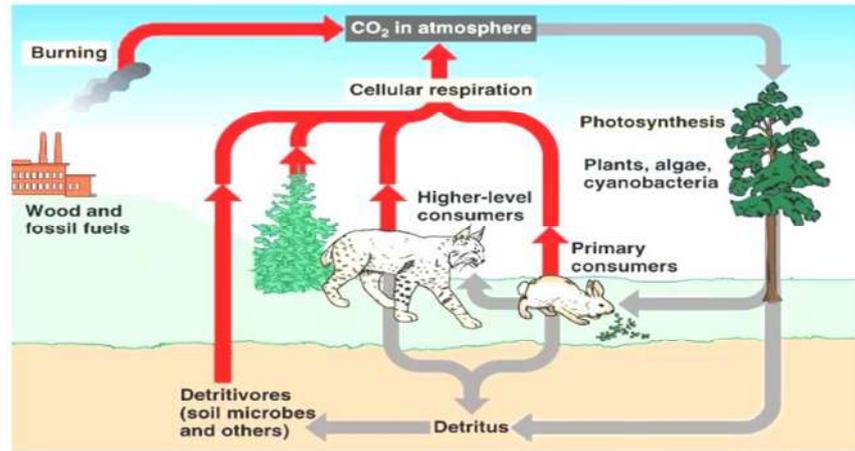
Sumber: puguhdraharjo.files.wordpress.com

b. Siklus karbon

Tahapan siklus Karbon berlangsung sebagai berikut:

- 1) Karbon di udara dalam bentuk CO_2 dan dapat terlarut dalam air.

- 2) Pada tumbuhan darat maupun fitoplankton di dalam air CO_2 diubah menjadi karbohidrat melalui proses fotosintesis. Dalam fotosintesis dihasilkan pula O_2 yang dilepas ke udara.
- 3) Karbohidrat digunakan oleh konsumen untuk mendapatkan energi. Konsumen juga melakukan respirasi yang menghasilkan CO_2 ke udara.
- 4) Penguraian oleh bakteri yang berjalan lambat dapat mengakibatkan penumpukan karbon bentuk batu bara dan minyak bumi.

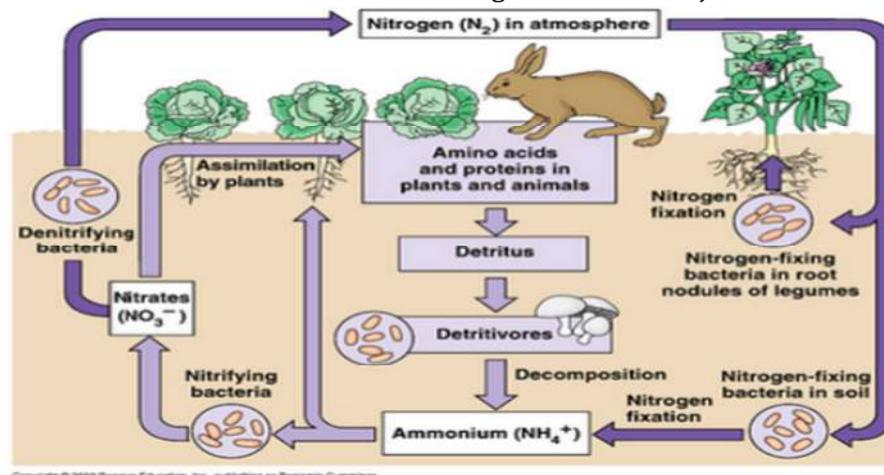


Gambar Siklus karbon
Sumber: york.conroeisd.net

c. Siklus nitrogen

Tahapan siklus nitrogen berlangsung sebagai berikut.

- 1) Atmosfer mengandung 80% nitrogen bebas (N_2) tumbuhan dapat menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3).
- 2) Beberapa bakteri pada bintil akar Leguminosa dan beberapa ganggang dapat memfiksasi N_2 dari udara.
- 3) Halilintar juga menghasilkan bentuk senyawa N_2 dan O. Senyawa tersebut terbawa air hujan berupa nitrat dan nitrit.
- 4) Mikroorganisme mengurai bangkai dan kotoran menjadi ammonium.
- 5) Bakteri denitrifikasi dalam tanah mengurai nitrat menjadi N bebas ke udara.

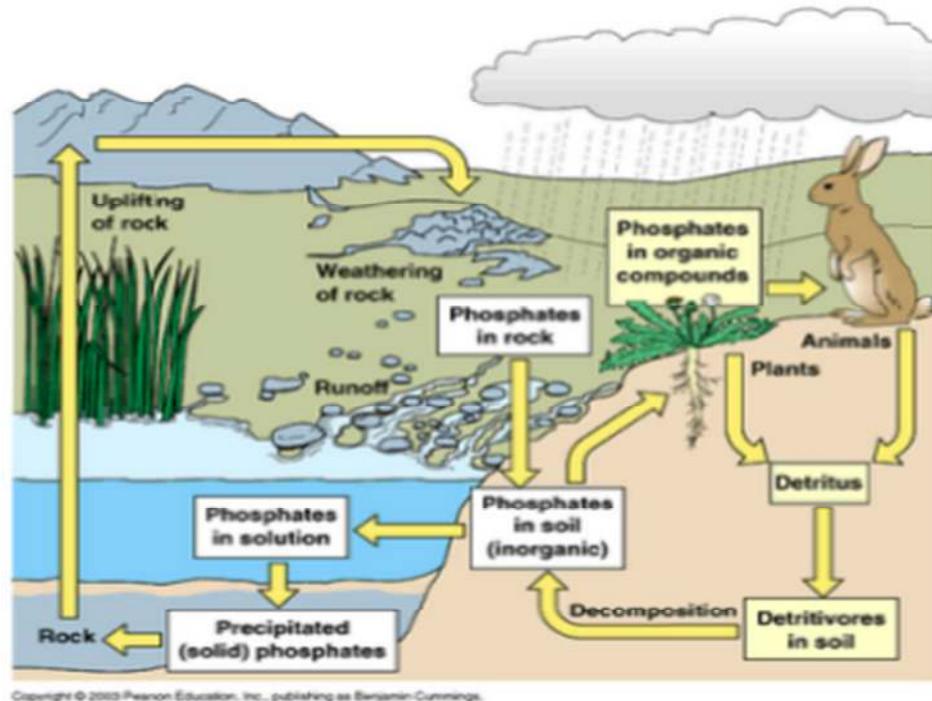


Gambar Daur nitrogen
Sumber: bioh.wikispaces.com

d. Siklus fosfor

Fungsi fosfor bagi makhluk hidup, antara lain fosfor dalam bentuk adenosin trifosta (ATP) merupakan *bahan bakar* (energi) bagi makhluk hidup.

Cadangan fosfat yang dapat larut, dapat digunakan langsung sebagai zat hara primer dalam sintesis protein oleh tumbuhan. Melalui rantai makanan fosfat dapat beralih ke tingkat tropik yang lebih tinggi. Jika organisme mati, fosfor dikembalikan ke tanah melalui proses penguraian. Kelebihan fosfat yang diekskresikan burung dan ikan dalam tinjanya juga mengembalikan fosfor ke lingkungan. Guano (doposit kotoran burung) juga merupakan akumulasi fosfor yang dikembalikan ke daratan.



Gambar Siklus fosfor
Sumber: eochemistry.wikispaces.com

e. Siklus belerang/sulfur

Sulfur terdapat dalam bentuk sulfat anorganik. Sulfur direduksi oleh bakteri menjadi sulfida dan kadang-kadang terdapat dalam bentuk sulfur dioksida atau hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida ini sering kali bersifat mematikan makhluk hidup di perairan, pada umumnya dihasilkan dari penguraian bahan organik yang mati. Ion sulfat kemudian diserap tumbuhan dan diubah menjadi protein. Jika jaringan tumbuhan atau hewan mati akan mengalami proses penguraian.

Beberapa jenis bakteri dapat mengoksidasi hidrogen sulfida menjadi sulfat kembali. Besi (Fe) dalam sedimen bereaksi dengan sulfida membentuk ferrosulfida (FeS) yang mengendap.



Gambar Daur sulfur
 Sumber: biosmadaj.blogspot.com

2. Perubahan Ekosistem

Ekosistem adalah suatu sistem yang tidak statis, namun selalu dinamis yang mengalami perubahan struktur maupun fungsi. Perubahan ini mungkin hanya fluktuasi setempat yang tidak berarti, tetapi mungkin juga cukup besar sehingga dapat mengubah stabilitas hubungan suatu ekosistem.

Perubahan ekosistem disebabkan oleh hal-hal berikut:

a. Perkembangan secara alami.

Suatu ekosistem secara alamai mengalami perubahan-perubahan yang untuk menuju keseimbangan. Perkembangan alami ini dikenal dengan istilah *suksesi*.



Gambar Ekosistem seimbang di hutan hujan tropis
 Sumber: geologinesia.com

b. Perubahan karena faktor luar.

Ekosistem dapat berubah karena berbagai factor luar biasanya akibat ulah manusia. Contohnya Perubahan iklim di suatu ekosistem disebabkan oleh faktor manusia, terutama yang berkaitan dengan pemakaian bahan bakar fosil dan penyalahgunaan lahan.



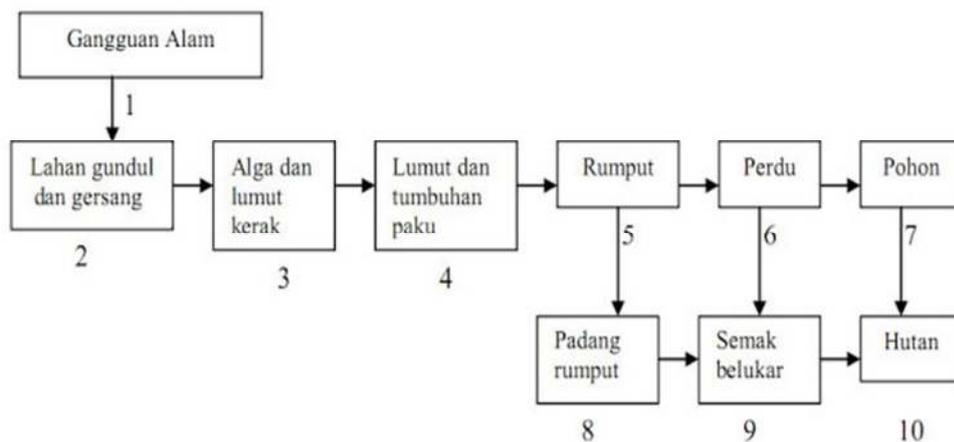
Gambar Aktifitas manusia penyebab perubahan ekosistem
 Sumber: mikirbae.com

3. Suksesi

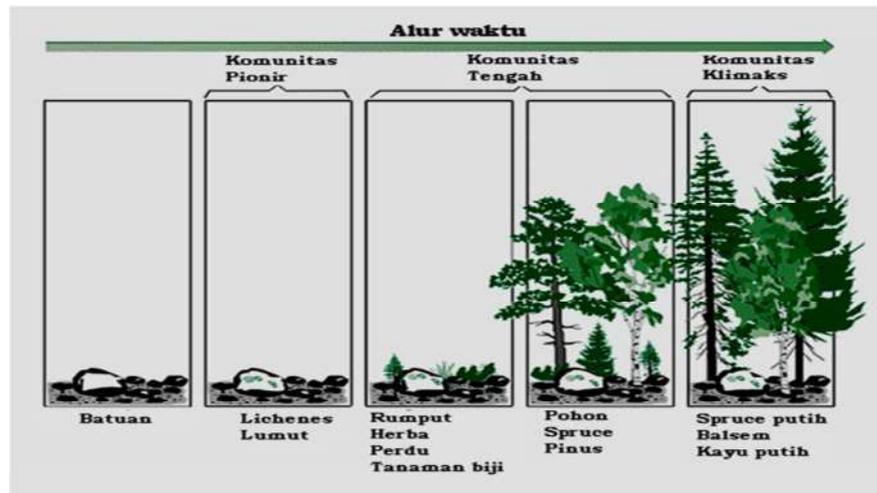
Proses perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah secara teratur disebut suksesi. Suksesi terjadi akibat dari perubahan lingkungan fisik dalam komunitas. Proses suksesi berakhir dengan sebuah komunitas atau ekosistem klimaks. Dikatakan klimaks karena ekosistem tersebut sudah stabil atau tidak akan berubah lagi.

a. Suksesi primer

Contoh klasik untuk menggambarkan peristiwa suksesi primer adalah kejadian di gunung Krakatau, Jawa Barat. Pada tahun 1883 Gunung Krakatau meletus, semua kehidupan di gunung tersebut musnah. Seratus tahun kemudian ternyata di tempat tersebut sudah terbentuk hutan kembali.



Gambar Skema proses suksesi primer
 Sumber: Nuraini, R., dkk. 2015



Gambar Suksesi primer
Sumber: Modul guru pembelajaran

Mula-mula yang berkoloni adalah sejenis lumut kerak (*lichen*) dan beberapa jenis lumut tertentu. Asam-asam yang dieksresi oleh Lichen itu menghancurkan substrat batuan dan menyediakan sedikit tanah. Partikel tanah tambahan terbentuk karena penghancuran oleh iklim dan terbawa angin. penghancuran dan pembusukan terhadap *lichen* dapat menambahkan sedikit humus, sehingga lumut lain menetap. Setiap musim terdapat pertumbuhan baru yang lama membusuk (menyediakan humus). Tidak lama kemudian tersedia cukup tanah untuk paku-pakuan dan kemudian tumbuh rerumputan, kemudian semak (perdu). Keadaan ini menyediakan kondisi pertumbuhan yang amat baik untuk biji-biji tumbuhan tinggi (pohon).

Biji, spora dan benih dalam bentuk lain datang dari luar dan sampai ke substrat baru dibawa oleh angin, air atau hewan. Tumbuhan atau organisme lain yang mampu menghuni untuk pertama kali disebut tumbuhan pelopor (vegetasi perintis). Disebut vegetasi perintis karena organisme tersebut mampu membuka lahan untuk hidupnya organisme lain. Suksesi yang terjadi pada suatu lahan yang rusak total (tidak ada organisme yang hidup) disebut suksesi primer.

b. Suksesi sekunder

Jenis suksesi yang kedua adalah suksesi sekunder. Suksesi sekunder terjadi jika suatu komunitas atau ekosistem alami terganggu, baik secara alami maupun buatan, dan gangguan tersebut. Banjir kebakaran tidak merusak total ekosistem tersebut. Banjir, kebakaran, angin kencang, gelombang laut, dan penebangan hutan merupakan contoh-contoh gangguan tersebut.

C. Rangkuman

1. Daur biogeokimia adalah siklus yang melibatkan senyawa kimia yang berpindah tempat melalui organisme sebagai perantara kemudian senyawa ini kembali ke lingkungan fisik.
2. Perubahan ekosistem mungkin hanya fluktuasi setempat yang tidak berarti, tetapi mungkin juga cukup besar sehingga dapat mengubah stabilitas hubungan suatu ekosistem. Perubahan ekosistem bisa karena perkembangan alami dalam proses suksesi, bisa juga karena faktor luar karena ulah tangan manusia.
3. Suksesi adalah perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah secara teratur untuk menuju ke komunitas klimaks, yaitu komunitas yang stabil. Suksesi dibedakan menjadi suksesi primer dan suksesi sekunder.

D. Latihan Soal

Petunjuk: Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Pernyataan berikut **tidak** menjelaskan menjelaskan siklus karbon adalah...
 - A. hutan berperan besar dalam siklus karbon
 - B. produsen mengubah karbon menjadi senyawa organik kembali
 - C. fiksasi gas karbon dilakukan oleh organisme berklorofil
 - D. respirasi makhluk hidup mengikat karbon bebas menjadi senyawa organik
 - E. batu bara dan minyak bumi terbentuk oleh penumpukan senyawa karbon di lapisan tanah.
2. Peranan pengurai dalam siklus nitrogen adalah ...
 - A. Memfiksasi N_2 menjadi amoniak
 - B. Membebaskan amoniak dari senyawa organik
 - C. Mendenitrifikasi amoniak
 - D. Mengubah amoniak menjadi nitrat
 - E. Menggabungkan nitrogen menjadi asam amino dan senyawa organik
3. Daur biogeokimia yang tidak dijumpai dalam bentuk gas adalah daur
 - A. karbon
 - B. sulfur
 - C. hidrologi
 - D. nitrogen
 - E. fosfor
4. Gambar skema daur sulfur.



Bagian yang bertanda X adalah....

- A. sulfat organik dan sulfat
- B. sulfur organik dan sulfur sulfide
- C. sulfur dan sulfida
- D. sulfur sulfide dan sulfat
- E. sulfat dan sulfur sulfida

5. Berikut ini bermacam-macam tumbuhan dalam sebuah ekosistem :

- 1. Rumput
- 2. Pohon
- 3. Lichens
- 4. Perdu
- 5. Lumut

Apabila ekosistem tersebut merupakan hasil suksesi, urutan tumbuhan yang muncul sehingga terbentuk komunitas klimaks adalah

- A. 1-3-4-2-5
- B. 1-4-3-5-2
- C. 3-1-4-2-5
- D. 3-5-1-4-2
- E. 4-3-1-5-2

Kunci jawaban, pembahasan dan pedoman penilaian

Nomor soal	Kunci jawaban	Pembahasan
1.	D	<p>Tahapan siklus Karbon berlangsung sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Karbon di udara dalam bentuk CO_2 dan dapat terlarut dalam air. 2) Pada tumbuhan darat maupun fitoplankton di dalam air CO_2 diubah menjadi karbohidrat melalui proses fotosintesis. Dalam fotosintesis dihasilkan pula O_2 yang dilepas ke udara. Pada tahapan ini hutan sangat berperan besar untuk mengikat CO_2 fiksasi CO_2. 3) Karbohidrat digunakan oleh konsumen untuk mendapatkan energi. Konsumen juga melakukan respirasi yang menghasilkan CO_2 ke udara. 4) Pengurulan oleh bakteri yang berjalan lambat dapat mengakibatkan penumpukan karbon bentuk batu bara dan minyak bumi. <p>Jadi peristiwa respirasi makhluk hidup tidak mengikat karbon bebas menjadi senyawa organik, melainkan menguraikan senyawa organik berkarbon yaitu $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ menjadi CO_2 dan H_2O serta energi atau ATP.</p>
2.	B	<p>Tahapan siklus nitrogen berlangsung sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Atmosfer mengandung 80% nitrogen bebas (N_2) tumbuhan dapat menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3). 2) Beberapa bakteri pada bintil akar Leguminosa dan beberapa ganggang dapat memfiksasi N_2 dari udara. 3) Halilintar juga menghasilkan bentuk senyawa N_2 dan O. Senyawa tersebut terbawa air hujan berupa nitrat dan nitrit. 4) Mikroorganisme mengurai bangkai dan kotoran menjadi amonium. 5) Bakteri denitrifikasi dalam tanah mengurai nitrat menjadi N bebas ke udara. <p>Jadi peranan pengurai dalam siklus nitrogen adalah membebaskan amoniak dari senyawa organik menjadi amonium.</p>
3.	E	<p>Proses-proses pada daur fosfor adalah penguraian oleh mikroorganisme, pelapukan atau pengikisan untuk mengembalikan fosfor yang terkandung di batuan ke alam, dan sedimentasi untuk mengembalikan fosfor ke batuan sedimen. Jadi tidak ada fosfor dalam bentuk gas dalam daur fosfor.</p>
4.	C	<p>Sulfur terdapat dalam bentuk sulfat anorganik. Sulfur direduksi oleh bakteri menjadi sulfida dan kadang-kadang terdapat dalam bentuk sulfur dioksida atau hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida yang beracun di perairan, pada umumnya dihasilkan dari penguraian bahan organik yang mati. Ion sulfat kemudian diserap tumbuhan dan diubah menjadi protein. Jika jaringan tumbuhan atau hewan mati akan mengalami proses penguraian. Jadi bagian yang diberi label X adalah sulfur dan sulfida.</p>
5.	D	<p>Urutan organisme yang tumbuh pada peristiwa suksesi primer adalah: lichen (lumut kerak), lumut, herba (rumput), semak, perdu dan pohon.</p>

Ket: Setiap nomor soal diberi skor = 1

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 pada KD berikutnya. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

E. Penilaian Diri

Untuk mengukur diri Anda terhadap materi yang sudah Anda pelajari di kegiatan belajar 3, jawablah sejujurnya terkait dengan penguasaan materi pada modul ini di tabel berikut.

Tabel penilaian diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur hidrologi?		
2.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur karbon?		
3.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur nitrogen?		
4.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur fosfor?		
5.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur sulfur?		
6.	Apakah Anda dapat membedakan antara suksesi primer dan suksesi sekunder?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke modul berikutnya.

EVALUASI

Petunjuk: Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Komponen abiotik dalam suatu ekosistem adalah....
 - A. mikroba, cahaya, suhu
 - B. tanah, air, mikroba
 - C. tanah, udara, bakteri
 - D. suhu, cahaya, matahari
 - E. bakteri, tanah, cahaya
2. Perhatikan skema interaksi di suatu ekosistem berikut!



Tipe interaksi antara dua spesies tersebut adalah

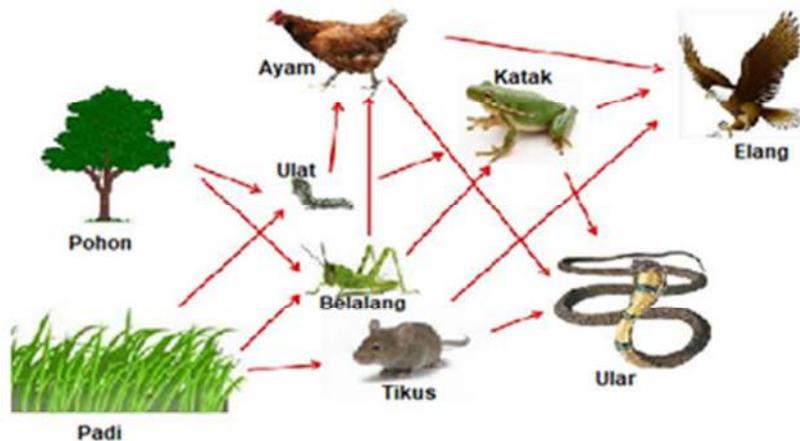
- A. Mutualisme
 - B. Komensalisme
 - C. Kompetisi
 - D. Predasi
 - E. parasitisme
3. Interaksi antara organisme ganggang dan jamur yang membentuk lumut kerak adalah
 - A. Predasi karena jamur pada akhirnya merangsang ganggang.
 - B. Kompetisi karena ganggang dan jamur saling berebut makanan.
 - C. Parasitisme karena kehidupan jamur merugikan ganggang.
 - D. Komensalisme karena jamur mendapat untung dan ganggang tidak rugi.
 - E. Mutualisme karena jamur dan ganggang saling mendapat untung.
 4. Gambar skema rantai makanan di suatu ekosistem.



Posisi konsumen tingkat II diduduki oleh....

- A. belalang
- B. katak
- C. ular
- D. elang
- E. fungi

6. Gambar jaring-jaring makanan di ekosistem sawah.

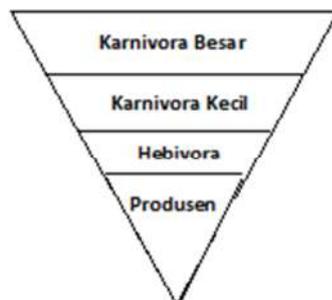


Gambar Jaring-jaring makanan di ekosistem sawah

Apa yang terjadi pada belalang dan elang jika petani menggunakan pestisida produk baru?

- A. Populasi belalang musnah dan populasi elang menurun tajam karena populasi katak juga menurun.
- B. Populasi belalang musnah dan populasi elang cenderung tetap karena sumber makanan elang tidak hanya belalang.
- C. Populasi belalang menurun, selanjutnya berkembang pesat dan populasi elang fluktuasinya sama seperti belalang.
- D. Populasi belalang menurun, selanjutnya berkembang pesat dan populasi elang cenderung terus meningkat.
- E. Populasi belalang cenderung meningkat tajam dan populasi elang juga meningkat, selanjutnya menurun tajam.

7. Gambar Piramida Ekologi.

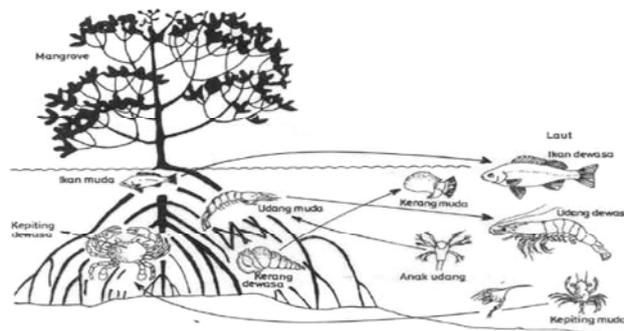


Piramida di atas menunjukkan susunan tingkatan trofik normal (ekosistem seimbang) pada

....

- A. piramida jumlah pada ekosistem hutan hujan tropis
- B. piramida jumlah pada ekosistem perairan
- C. piramida biomassa pada piramida hutan hujan tropis

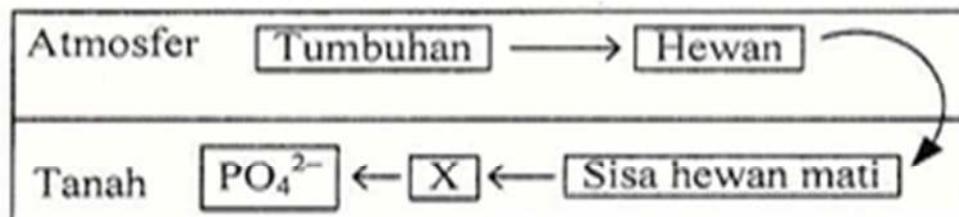
- D. piramida biomasa pada ekosistem perairan
 - E. piramida energi pada ekosistem hutan hujan tropis
8. Piramida energi merupakan piramida yang paling ideal dibandingkan piramida jumlah dan piramida biomassa. Berikut ini yang **bukan** kelebihan piramida energi adalah....
- A. Mempertimbangkan berat populasi dalam setiap tingkatan trofik.
 - B. Berat dua spesies yang sama tidak berarti memiliki energy yang sama.
 - C. Dapat digunakan untuk membandingkan berbagai ekosistem.
 - D. Mementingkan kedudukan populasi dalam suatu ekosistem.
 - E. Dapat mengetahui konsumen yang paling produktif ditinjau dari sisi keluaran energi.
9. Perhatikan gambar skema aliran energi di ekosistem laut!



Dari skema aliran energi tersebut, komponen ekosistem laut yang memiliki energi terbesar adalah....

- A. Udang muda
 - B. udang dewasa
 - C. mangrove
 - D. Ikan dewasa
 - E. kepiting dewasa
10. Yang manakah berikut ini yang menggambarkan produktivitas sekunder?
- A. 170×10^9 ton bahan organik diciptakan setiap tahun.
 - B. $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ CO}_2$
 - C. suatu hutan hujan tropis menambahkan ke ekosistem lebih dari 2.200 gram vegetasi /m²/th.
 - D. Lebih kurang 20% dari PPK digunakan oleh organisme fotoautotrop untuk respirasi.
 - E. Karnivora menghasilkan feses yang secara proporsional lebih sedikit dibandingkan dengan herbivora.

11. Gambar skema daur fosfor.

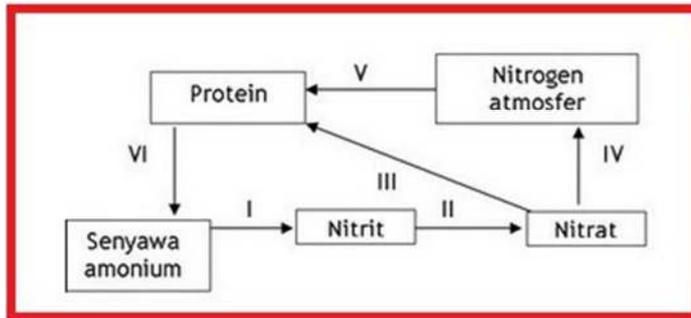


Proses yang terjadi pada bagian X adalah....

- A. fosfor diserap dalam bentuk fosfat organik
- B. fosfor organik diubah menjadi fosfat anorganik
- C. fosfor organik diurai menjadi fosfor

- D. fosfor anorganik diurai menjadi fosfor
- E. ion fosfat dibentuk menjadi senyawa fosfor organik

12. Gambar diagram daur nitrogen.



Proses yang terjadi pada nomor IV dan V berturut-turut adalah

- A. Denitrifikasi dan fiksasi nitrogen
- B. Nitrifikasi dan denitrifikasi
- C. Nitrifikasi dan fiksasi oksigen
- D. Fiksasi nitrogen dan amonifikasi
- E. Amonifikasi dan fiksasi

13. Gambar diagram daur karbon



Proses yang terjadi pada X dan Y secara berturut-turut adalah....

- A. respirasi dan transpirasi
- B. respirasi dan fotosintesis
- C. fotosintesis dan respirasi
- D. fotosintesis dan dekomposisi
- E. dekomposisi dan fotosintesis

14. Perbedaan suksesi primer dan sekunder adalah ditinjau dari beberapa hal, **kecuali**

- A. Faktor penyebab suksesi
- B. Lama waktu suksesi
- C. Arah suksesi
- D. Komunitas yang terbentuk setelah suksesi
- E. Urutan komunitas yang terbentuk saat suksesi

15. Dalam proses pembangunan jalan tol diberbagai daerah dibeberapa tempat membelah hutan lindung , hutan ini biasanya menjadi habitat alami bagi hewan hewan antarlain gajah harimau dan hewan hewan yang lain. Solusi yang paling tepat untuk mengatasi masalah ini adalah...

- A. Membuat pagar yang tinggi untuk membatasinya.

- B. Memindahkan habitat habitan hewan tersebut.
- C. Membuat jalan terowongan untuk menghubungkan antar habitat.
- D. Jalan Tol dibangun dengan membuat terowongan dibawah hutan.
- E. Tidak membangun jalan melalui hutan lindung.

Kunci jawaban dan pedoman penilaian

Soal pilihan ganda:

Nomor soal	Kunci jawaban	Nomor soal	Kunci jawaban
1.	D	8.	A
2.	B	9.	C
3.	E	10.	E
4.	B	11.	B
5.	D	12.	E
6.	C	13.	D
7	D	14.	C
		15.	C

DAFTAR PUSTAKA

- Diah Aryulina, dkk. 2007. *Biologi 1 SMA*. Jakarta: Esis.
- Irnaningtyas. 2010. *Buku teks Biologi SMA/MA kelas XI*. Jakarta : Erlangga
- .Ririn Safitri, Bowo Siarto. 2013. *Biologi X SMA*. Surakarta: Mediatama.
- Rumiyati. 2016. *Biologi X semester 2*. Klaten: Intan Pariwara
- Ernawati dkk. 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam modul 3*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Jones Mary, et.all. 2007. *As Level and A Level Biology Second edition*. Cambridge:: Cambridge University Press.
- Nuraini, R., dkk. 2015. *Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi SMA Kelompok A*. Jakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA) Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sutrisno. 2007. *Ilmu Pengetahuan Alam modul 3*. Bogor: Penerbit Yudhistira.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



PERUBAHAN LINGKUNGAN
MAPEL BIOLOGI
KELAS X

PENYUSUN
Khoirul Huda, S.Pd., M.Pd
SMA Negeri 1 Lamongan

DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul.....	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul.....	7
E. Materi Pembelajaran.....	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
Perubahan Lingkungan.....	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman	14
D. Penugasan	15
E. Latihan Soal	15
F. Penilaian Diri.....	17
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	19
Mengatasi Masalah Lingkungan.....	19
A. Tujuan Pembelajaran	19
B. Uraian Materi.....	19
C. Rangkuman	23
D. Latihan Soal	23
E. Penilaian Diri.....	26
EVALUASI	27
DAFTAR PUSTAKA	31

GLOSARIUM

Abiotik	: Komponen ekosistem dari benda mati.
Biotik	: Komponen ekosistem dari makhluk hidup.
Biodegradable	: Bahan pencemar yang dapat terdegradasi atau teruraikan.
B3	: Limbah dari bahan berbahaya dan beracun, misalnya merkuri, timbal.
CFC	: Chloro Fluoro Carbon, atau sering disebut gas freon yang berasal dari kebocoran mesin pendingin ruangan, kulkas, AC mobil.
Daya lenting	: Kemampuan lingkungan untuk pulih kembali ke keadaan seimbang.
E-waste	: Limbah dari peralatan listrik dan elektronik.
Daya dukung	: Kemampuan lingkungan untuk dapat memenuhi kebutuhan.
DDT	: Dikloro Difenil Trikloroetana, pestisida yang sering digunakan oleh petani untuk memberantas hama tanaman.
Global warming	: Pemanasan global akibat.
Insenerator	: Tempat pembakaran akhir sampah dengan suhu yang sangat tinggi sehingga tidak membuang asap.
Konservasi	: Usaha untuk melindungi, mengatur, dan memperbaharui sumber daya alam.
Mikroorganisme	: Makhluk hidup renik yang tidak dapat dilihat tanpa bantuan mikroskop.
Pencemaran	: Masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.
Reuse	: Pemanfaat kembali limbah.
Recycle	: Mendaur ulang limbah.
Vulkanik	: Aktifitas gunung berapi

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran : Biologi
Kelas : X
Alokasi Waktu : 6 JP
Judul Modul : Perubahan lingkungan

B. Kompetensi Dasar

- 3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan.
- 4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar.

C. Deskripsi Singkat Materi

Sebelum belajar pada materi ini silahkan kalian memperhatikan gambar kejadian yang sering menimpa lingkungan.

Bila di suatu lingkungan mengalami kejadian seperti gambar berikut, Apa yang menjadi penyebabnya?



Apakah di sekitar tempat tinggal kalian juga mengalami perubahan lingkungan seperti pada gambar tersebut?

Permasalahan lingkungan selalu ada sepanjang umur manusia karena manusia sering tidak bijak dalam memanfaatkan alam sehingga lingkungan mengalami perubahan yang tidak sesuai peruntukannya. Isu global lingkungan saat ini antara lain *global warming* menyebabkan beberapa dampak yang sekarang sudah dirasakan, antara lain kenaikan suhu rata-rata atmosfer dan naiknya permukaan air laut akibat mencairnya es di kutub.

Untuk menjelaskan konsep perubahan lingkungan, modul ini akan membahas tentang perubahan lingkungan, penyebab perubahan lingkungan dan dampak perubahan lingkungan tersebut bagi manusia. Sebelum mempelajari materi ini, pemahaman tentang ekosistem sangat diperlukan. Untuk menyelesaikan pembelajaran pada modul ini, anda akan melalui dua kegiatan pembelajaran yaitu kegiatan pembelajaran 1 dan kegiatan pembelajaran 2.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi dalam mempelajari modul ini maka ikuti petunjuk-petunjuk berikut:

- a. Bacalah modul ini secara berurutan dan pahami isinya.
- b. Anda dapat mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam modul ini, karena masing-masing saling berkaitan.
- c. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi anda berkembang sesuai kompetensi yang diharapkan.
- d. Setiap mempelajari materi, anda harus mulai dari menguasai pengetahuan pendukung (uraian materi) melaksanakan tugas-tugas, mengerjakan lembar latihan.
- e. Dalam mengerjakan lembar latihan, Anda jangan melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum anda menyelesaikan lembar latihan.
- f. Laksanakan lembar kerja untuk pembentukan keterampilan sampai Anda benar-benar terampil sesuai kompetensi.
- g. Konsultasikan dengan guru apabila Anda mendapat kesulitan dalam mempelajari modul ini.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama :

- Perubahan lingkungan
- Pencemaran lingkungan
- Jenis-jenis limbah dan dampaknya

Kedua :

- Upaya mengatasi masalah lingkungan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Perubahan Lingkungan

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian dapat:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab perubahan lingkungan.
2. Menganalisis dampak perubahan lingkungan.

B. Uraian Materi

1. Perubahan Lingkungan

Lingkungan hidup dapat diartikan sebagai lingkungan fisik yang mendukung kehidupan serta proses-proses yang terlibat dalam aliran energi dan siklus materi. Karenanya keseimbangan lingkungan secara alami dapat berlangsung apabila komponen yang terlibat dalam interaksi dapat berperan sesuai kondisi keseimbangan serta berlangsungnya aliran energi dan siklus biogeokimia.

Keseimbangan lingkungan dapat terganggu jika terjadi perubahan berupa pengurangan fungsi dari komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat menyebabkan putusnya rantai makanan dalam ekosistem di lingkungan itu.

Lingkungan yang seimbang memiliki daya lenting dan daya dukung yang tinggi. Daya lenting adalah daya untuk pulih kembali ke keadaan seimbang. Daya dukung adalah kemampuan lingkungan untuk dapat memenuhi kebutuhan sejumlah makhluk hidup agar dapat tumbuh dan berkembang secara wajar di dalamnya. Keseimbangan lingkungan ini ditentukan oleh seimbangannya energi yang masuk dan energi yang digunakan, seimbangannya antara bahan makanan yang terbentuk dengan yang digunakan, seimbangannya antara faktor-faktor abiotik dengan faktor-faktor biotik. Gangguan terhadap salah satu faktor dapat mengganggu keseimbangan lingkungan.

Kegiatan pembangunan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia sering menimbulkan perubahan lingkungan. Perubahan tersebut menjadikan kerusakan lingkungan yang terkadang dalam taraf yang sudah mengawatirkan. Perubahan lingkungan akibat pencemaran lingkungan saat ini sudah menjadi isu lokal, nasional dan global.

Perubahan lingkungan yang menyebabkan kerusakan lingkungan bisa terjadi karena faktor alam maupun faktor manusia.

a) Kerusakan Lingkungan Karena Faktor Manusia

Manusia memiliki berbagai jenis kebutuhan, baik kebutuhan pokok atau kebutuhan lainnya. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut manusia memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Semakin banyak jumlah manusia, semakin banyak pula sumber daya alam yang digali. Dalam proses pengambilan, pengolahan, dan pemanfaatan sumberdaya alam terdapat zat sisa yang tidak digunakan oleh manusia. Sisa-sisa tersebut dibuang karena

dianggap tidak ada manfaatnya lagi. Proses pembuangan yang tidak sesuai dengan mestinya akan mencemari perairan, udara, dan daratan. Sehingga lama-kelamaan lingkungan menjadi rusak.

Kerusakan lingkungan yang diakibatkan pencemaran terjadi dimana-mana berdampak pada menurunnya kemampuan kungan menimbulkan dampak buruk bagi manusia seperti penyakit dan bencana alam. Beberapa kegiatan manusia yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan yaitu:

- 1) Penebangan hutan
- 2) Penambangan liar
- 3) Pembangunan perumahan
- 4) Penerapan intensifikasi pertanian



Gambar Kerusakan lingkungan karena penebangan liar
Sumber: kompasiana.com

b) **Perubahan Lingkungan Karena Faktor Alam**

Sadar atau tidak lingkungan yang kita tempati sebenarnya selalu berubah. Pada awal pembentukannya bumi sangat panas sehingga tidak ada satupun bentuk kehidupan yang berada didalamnya. namun dalam jangka waktu yang sangat lamadan berangsur-angsur lingkungan bumi berubah menjadi lingkungan yang memungkinkan adanya bentuk kehidupan. Perubahan lingkungan itu terjadi karena adanya faktor-faktor alam. Beberapa faktor alam yang dapat mempengaruhi berubahnya kondisi lingkungan antara lain bencana alam, seperti gunung meletus, tsunami, tanah longsor, banjir, dan kebakaran hutan.

2. Pencemaran lingkungan

Pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Menurunnya kualitas lingkungan terlihat dari melemahnya fungsi atau menjadi kurang dan tidak sesuai lagi dengan kegunaannya, berkurangnya pertumbuhan serta menurunnya kemampuan reproduksi. Pada akhirnya ada kemungkinan terjadinya kematian pada organisme hidup dalam lingkungan tersebut. Segala sesuatu yang dapat menimbulkan pencemaran disebut dengan polutan atau bahan pencemar. Syarat-syarat suatu zat dapat disebut polutan adalah jika

keberadaannya dapat merugikan makhluk hidup karena jumlahnya melebihi batas normal, berada pada waktu yang tidak tepat, atau berada pada tempat yang tidak tepat.

Bahan pencemar yang umumnya merusak lingkungan berupa limbah. Limbah adalah bahan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang kehadirannya dapat berdampak negatif bagi lingkungan. Berdasarkan sifatnya bahan pencemar dapat dikategorikan kedalam dua macam, yaitu bahan pencemar yang dapat terdegradasi atau teruraikan (*biodegradabel*) dan bahan pencemar yang tidak dapat terdegradasi (*non biodegradabel*). *Biodegradabel* adalah limbah yang dapat diuraikan atau didekomposisi, baik secara alamiah yang dilakukan oleh dekomposer (bakteri dan jamur) ataupun yang disengaja oleh manusia, contohnya adalah limbah rumah tangga, kotoran hewan, daun, dan ranting. Sedangkan *nonbiodegradabel* adalah limbah yang tidak dapat diuraikan secara alamiah oleh dekomposer. Keberadaan limbah jenis ini di alam sangat membahayakan, contohnya adalah timbal (Pb), merkuri, dan plastik. Untuk menanggulangi menumpuknya sampah tersebut maka diperlukan upaya untuk dapat menanggulangi hal tersebut seperti proses daur ulang menjadi produk tertentu yang bermanfaat.

Berdasarkan tempat terjadinya pencemaran dibedakan menjadi:

a. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat masuknya organisme atau zat tertentu yang menyebabkan menurunnya kualitas air tersebut. Cottam (1969) mengemukakan bahwa pencemaran air adalah bertambahnya suatu material atau bahan dan setiap tindakan manusia yang mempengaruhi kondisi perairan sehingga mengurangi atau merusak daya guna perairan. Danau, sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Selain mengalirkan air juga mengalirkan sedimen dan polutan. Berbagai macam fungsinya sangat membantu kehidupan manusia.

Pemanfaatan terbesar danau, sungai, lautan dan air tanah adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya berpotensi sebagai objek wisata. Air merupakan kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Untuk dapat dikonsumsi air harus memenuhi syarat fisik, kimia maupun biologis. Akan tetapi apabila air tersebut tidak baik dan tidak layak untuk dikonsumsi, maka air tersebut bisa dikatakan tercemar.

Penyebab pencemaran air diantaranya:

1. Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, laut).
2. Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) kesungai, seperti air cucian, air kamar mandi.
3. Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan.
4. Terjadinya erosi yang membawa partikel-partikel tanah ke perairan.
5. Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan.
6. Pembuangan limbah rumah sakit, limbah peternakan ke sungai.
7. Tumpahan minyak karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai.



Gambar Pencemaran air karena sampah
Sumber: environmental-damage.blogspot.com

b. Pencemaran udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan.

Udara dimana di dalamnya terkandung sejumlah oksigen, merupakan komponen esensial bagi kehidupan, baik manusia maupun makhluk hidup lainnya. Udara merupakan campuran dari gas, yang terdiri dari sekitar 78 % Nitrogen, 20 % Oksigen; 0,93 % Argon; 0,03 % Karbon Dioksida (CO₂) dan sisanya terdiri dari Neon (Ne), Helium (He), Metan (CH₄) dan Hidrogen (H₂). Udara dikatakan "Normal" dan dapat mendukung kehidupan manusia apabila komposisinya seperti tersebut diatas dan seimbang. Sedangkan apabila terjadi penambahan gas-gas lain yang menimbulkan gangguan serta perubahan komposisi tersebut, maka dikatakan udara sudah tercemar/terpolusi. Adapun beberapa jenis bahan yang dapat mencemari udara yakni Karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO₂), Sulfur Dioksida (SO₂), Karbon dioksida (CO₂), Ozon (O₃), Benda Partikulat (PM), Timah (Pb) dan HydroCarbon (HC).

Akibat aktifitas perubahan manusia, udara seringkali menurun kualitasnya. Perubahan kualitas ini dapat berupa perubahan sifat-sifat fisis maupun sifat-sifat kimiawi. Perubahan kimiawi, dapat berupa pengurangan maupun penambahan salah satu komponen kimia yang terkandung dalam udara, yang lazim dikenal sebagai pencemaran udara. Kualitas udara yang dipergunakan untuk kehidupan tergantung dari lingkungannya. Kemungkinan disuatu tempat dijumpai debu yang bertebaran dimana-mana dan berbahaya bagi kesehatan. Demikian juga suatu kota yang terpolusi oleh asap kendaraan bermotor atau angkutan yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

Pencemaran udara dapat diklasifikasikan kedalam 2 macam, yaitu pencemaran primer dan pencemaran sekunder.

1) Pencemar primer

Pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara, diantaranya kendaraan bermotor dan aktifitas mesin pembakaran pada

pabrik-pabrik penghasil sulfur monoksida dan karbon monoksida akibat dari proses pembakaran yang tidak lengkap.

2) Pencemar sekunder

Pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Contohnya gabungan sulfur dioksida, sulfur monoksida dan wap air akan menghasilkan asam sulfuric. Tindak balas antara pencemar primer dengan gas terampai di atmosfera akan menghasilkan peroksid asetil nirat (PAN). Contoh: Sulfur dioksida, Sulfur monoksida dan uap air akan menghasilkan asam sulfurik.

Beberapa kegiatan yang dapat menimbulkan polusi udara diantaranya berikut ini:

- 1) Asap dari cerobong pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran atau kebakaran hutan, asap rokok, yang membebaskan CO dan CO₂ ke udara.
- 2) Asap vulkanik dari aktivitas gunung berapi dan asap letusan gunung berapi yang menebarkan partikel-partikel debu ke udara. Bahan dan partikel-partikel radioaktif dari bom atom atau percobaan nuklir yang membebaskan partikel-partikel debu radioaktif ke udara. Asap dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik atau pabrik yang membebaskan partikel, nitrogen oksida, dan oksida sulfur.
- 3) Chloro Fluoro Carbon (CFC) yang berasal dari kebocoran mesin pendingin ruangan, kulkas, AC mobil.



Gambar Pencemaran udara karena aktifitas industri
Sumber: nationalgeographic.grid.id

c. Pencemaran tanah

Pencemaran darat atau tanah adalah semua keadaan dimana polutan masuk kedalam lingkungan tanah sehingga menurunkan kualitas tanah tersebut. Dimana Polutan bisa berupa zat-zat bahan pencemar baik berupa zat kimia, debu, panas, suara, radiasi, dan mikroorganismenya. Sebelum adanya kemajuan teknologi dan industri manusia hanya membuang sampah dan limbah organik. Sampah atau limbah tersebut mudah diurai oleh mikroorganismenya sehingga menjadi bahan yang mudah menyatu kembali dengan alam. Namun, dewasa ini perkembangan teknologi dan industri sangat pesat berkembang. Dan sampah serta limbah yang dibuang bukan hanya sampah organik, melainkan sampah organik juga. Sampah organik sangat sulit untuk diurai oleh mikroorganismenya, sehingga memerlukan

waktu yang lama untuk hancur dan menyatu kembali dengan alam. Contoh sederhana sampah anorganik yaitu plastik yang dapat terurai dalam waktu 240 tahun, sedangkan sampah kaleng yang terbuat dari aluminium memerlukan waktu 500 tahun untuk dapat diuraikan.

Menurut sumbernya, penyebab pencemaran tanah dibagi menjadi 3 golongan yaitu, limbah domestik, limbah industri dan limbah pertanian.

- 1) Limbah domestik. Limbah jenis ini berasal dari pemukiman penduduk; perdagangan/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain. Kebanyakan limbah domestik merupakan sampah basah atau organik yang mudah diurai.
- 2) Limbah industri, yaitu limbah padat hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah, ikan daging dll.
- 3) Limbah pertanian, seperti pestisida atau DDT (Dikloro Difenil Trikloroetana) yang sering digunakan oleh petani untuk memberantas hama tanaman juga dapat berakibat buruk terhadap tanaman dan organisme lainnya.



Gambar Pencemaran tanah oleh limbah industri pestisida
Sumber: tubagus-indra.blogspot.com

3. Jenis-jenis Limbah

Berdasarkan sifatnya limbah digolongkan menjadi 5, yaitu:

1) Limbah cair

Limbah cair mengacu pada semua lemak, minyak, lumpur, air pencuci, limbah deterjen, dan air kotor yang telah dibuang. Mereka berbahaya dan beracun bagi lingkungan kita dan ditemukan di industri maupun rumah tangga. Air limbah, demikian sering disebut, adalah segala limbah yang ada dalam bentuk cair.

2) Limbah padat

Limbah padat adalah semua sisa sampah padat, lumpur, dan yang ditemukan di rumah tangga Anda dan lokasi industri dan komersial. Lima jenis utama sampah padat adalah:

- Kaca dan Keramik, adalah bahan kaca dan keramik yang diproduksi oleh perusahaan untuk kebutuhan sehari-hari. Cara mengelolanya yang benar di sini adalah Anda harus membuangnya dengan benar supaya bisa di daur ulang.
- Sampah plastic, adalah segala wadah, botol, dan tas yang ditemukan di perusahaan dan rumah. Plastik tidak dapat terurai secara hayati, dan

sebagian besar tidak dapat didaur ulang. Jangan mencampur sampah plastik dengan sampah biasa. Dan kurangi penggunaannya.

- Sampah kertas, adalah limbah dari semua surat kabar, bahan kemasan, kardus, dan produk kertas lainnya. Kertas dapat didaur ulang. Penting untuk bisa memisahkan dari sampah kotor lainnya yang bisa membuatnya rusak.
- Logam dan Kaleng, mudah ditemukan di sekitar kita karena kaleng dan logam di rumah dipakai untuk wadah makanan dan bahan rumah tangga dibuat dari keduanya. Sebagian besar logam dapat didaur ulang, jadi bisa memisahkannya dari sampah lain dan membawanya ke tempat daur ulang.

3) Limbah organik

Sampah organik mengacu pada limbah daging, kebun, dan makanan busuk. Jenis sampah ini banyak ditemukan di rumah-rumah. Seiring waktu, mereka terurai dan berubah menjadi kotoran oleh mikroorganisme.

4) Limbah daur ulang

Semua barang yang dibuang seperti logam, furnitur, sampah organik yang dapat didaur ulang termasuk dalam kategori ini.

5) Limbah berbahaya

Limbah berbahaya mencakup bahan yang mudah terbakar, korosif, beracun, dan reaktif. Singkatnya, mereka adalah limbah yang menimbulkan ancaman signifikan atau potensial bagi lingkungan kita.

Jenis limbah berbahaya khusus meliputi:

- E-waste: adalah limbah dari peralatan listrik dan elektronik seperti komputer, telepon, dan peralatan rumah tangga. Limbah elektronik umumnya digolongkan berbahaya karena mengandung komponen beracun, misalnya PCB dan berbagai logam).
- Limbah medis: berasal dari sistem perawatan kesehatan manusia dan hewan dan biasanya terdiri dari obat-obatan, bahan kimia, farmasi, perban, peralatan medis bekas, cairan tubuh dan bagian-bagian tubuh. Limbah medis dapat menular, beracun atau radioaktif atau mengandung bakteri dan mikroorganisme berbahaya (termasuk yang kebal obat).
- Limbah radioaktif: mengandung bahan radioaktif. Pengelolaan limbah radioaktif berbeda secara signifikan dari limbah lainnya.

C. Rangkuman

1. Lingkungan hidup dapat diartikan sebagai lingkungan fisik yang mendukung kehidupan serta proses-proses yang terlibat dalam aliran energi dan siklus materi.
2. Keseimbangan lingkungan dapat terganggu jika terjadi perubahan berupa pengurangan fungsi dari komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat menyebabkan putusnya rantai makanan dalam ekosistem di lingkungan itu.
3. Perubahan lingkungan dapat disebabkan oleh faktor alam seperti gunung meletus dan gempa bumi serta oleh aktivitas manusia seperti penebangan hutan dan pencemaran lingkungan.
4. Pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas

lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

5. Zat pencemar atau limbah, berdasarkan sifatnya digolongkan menjadi: limbah cair, limbah padat, limbah organik, limbah daur ulang dan limbah berbahaya (disebut dengan B3)

D. Penugasan

Cermati berbagai gambar perubahan lingkungan berikut!



- a. Sebutkan faktor-faktor yang mengakibatkan perubahan lingkungan pada gambar 1, 2, 3 dan 4!
- b. Jelaskan jenis pencemaran yang terjadi pada gambar 3 dan 4!
- c. Jelaskan dampak perubahan lingkungan yang terjadi pada peristiwa di gambar 4 serta carilah alternatif penanggulangannya!

E. Latihan Soal

Petunjuk: Pilihlah salah satu pilihan jawaban yang benar!

1. Keseimbangan lingkungan dapat menjadi rusak jika...
 - A. Perubahan tidak melebihi daya dukung dan daya lenting
 - B. Perubahan melebihi daya dukung
 - C. Perubahan melebihi daya lenting

- D. Perubahan yang terjadi statis/tetap
 - E. Perubahan melebihi daya dukung dan daya lenting
2. Perbuatan manusia yang berdampak negatif terhadap perubahan lingkungan adalah
- A. Perusakan hutan, pembangunan perumahan, urbanisasi
 - B. Pemupukan dan pemberantas hama ,reboisasi/ penghijauan
 - C. Pembangunan berwawasan lingkungan
 - D. Penggunaan pupuk organik
 - E. Intensifikasi pertanian
3. Hutan yang dijadikan areal perkebunan akan mengakibatkan terganggunya keseimbangan lingkungan karena....
- A. hilangnya fungsi hutan sebagai penyedia oksigen
 - B. berkurangnya tumbuhan yang menyerap karbondioksida
 - C. meningkatnya kesuburan tanah karena pemupukan
 - D. meningkatnya jumlah populasi hewan pemakan tanaman budidaya
 - E. menurunnya keanekaragaman sebagai daya dukung hutan
4. CO₂ merupakan polutan udara yang dapat menyebabkan
- A. perubahan suhu udara
 - B. gangguan respirasi manusia
 - C. korosi pada logam
 - D. peningkatan suhu udara
 - E. terbentuknya hujan asam
5. Contoh limbah yang terdegradasi secara lambat adalah....
- A. Plastik dan aluminium
 - B. Daun kering dan kayu
 - C. Deterjen dan DDT
 - D. Bangkai dan kotoran hewan
 - E. Kertas dan kain sutra

Kunci jawaban, pembahasan dan pedoman penilaian

Nomor soal	Kunci jawaban	Pembahasan
1.	E	Lingkungan yang seimbang memiliki daya lenting dan daya dukung yang tinggi. Daya lenting adalah daya untuk pulih kembali ke keadaan seimbang. Daya dukung adalah kemampuan lingkungan untuk dapat memenuhi kebutuhan sejumlah makhluk hidup agar dapat tumbuh dan berkembang secara wajar di dalamnya.
2.	A	Perbuatan manusia yang berdampak negatif terhadap perubahan lingkungan contohnya: perusakan hutan, pembangunan perumahan, urbanisasi.
3.	E	Pembabatan hutan dijadikan perkebunan akan menghilangkan banyak spesies tumbuhan yang mati sehingga mengurangi keanekaragaman hayati.
4.	D	CO dan CO ₂ limbah dari kegiatan industri dapat mengakibatkan terjadinya efek rumah kaca, yang dapat meningkatkan rata-rata suhu bumi.
5.	D	Bangkai dan kotoran hewan merupakan sampah organik yang mudah terurai oleh mikroorganisme.

Ket: Setiap nomor soal diberi skor = 1

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Untuk mengukur diri kalian terhadap materi yang sudah kalian pelajari di kegiatan belajar 1, jawablah sejujurnya terkait dengan penguasaan materi pada modul ini di tabel berikut.

Tabel penilaian diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat mengidentifikasi faktor-faktor penyebab perubahan lingkungan?		
2.	Apakah Anda dapat mengidentifikasi dampak perubahan lingkungan?		
3.	Apakah Anda dapat mencari alternatif menanggulangi dampak perubahan lingkungan?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Mengatasi Masalah Lingkungan

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan dapat:

1. Menganalisis perubahan lingkungan.
2. Memecahkan permasalahan lingkungan

B. Uraian Materi

1) Upaya Mengatasi Masalah Lingkungan

Dalam etika lingkungan, pelestarian lingkungan dilakukan agar tercipta keseimbangan antara perkembangan peradaban manusia dengan pemeliharaan lingkungan. Usa tersebut dilakukan dengan konservasi, pengolahan dan daur ulang limbah, serta penggunaan bahan kimia berbahaya sesuai dosis dan peruntukannya.

Konservasi adalah usaha untuk melindungi, mengatur, dan memperbaharui sumber daya alam. Beberapa contoh konservasi lingkungan antara lain:

- a. Konservasi sumber daya alam hayati: perlindungan tempat hidup satwa melalui taman nasional.
- b. Konservasi tanah: reboisasi, pembuatan sengkedan, dan rotasi tanaman.
- c. Konservasi hutan: peraturan penebangan hutan.
- d. Konservasi air: pembuatan waduk.
- e. Konservasi energi: pemanfaatan sumber energi alternatif.



Pemanas air tenaga surya
Sumber: www.ox.co.id

Pembangkit listrik tenaga angin
Sumber: news.tridinamika.com

Gambar konservasi energi

Selama ini aktivitas manusia telah menimbulkan banyak kerusakan dan pencemaran lingkungan. Bahkan para ahli ekologi memperkirakan bahwa kita akan makin banyak membuat kerusakan dan pencemaran lingkungan yang tidak dapat diperbaiki. Pada dasarnya terdapat tiga cara yang dapat dilakukan manusia untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran serta untuk melestarikan

lingkungan, yaitu secara administratif, secara teknologis, dan secara edukatif/pendidikan.

a. Penanggulangan secara administratif

Penanggulangan secara administratif terhadap pencemaran lingkungan merupakan tugas pemerintah, yaitu dengan membuat peraturan-peraturan atau undang-undang. Beberapa peraturan yang telah dikeluarkan, antara lain sebagai berikut :

- 1) Pabrik tidak boleh menghasilkan produk (barang) yang dapat mencemari lingkungan. Misalnya, pabrik pembuat lemari es, AC dan sprayer tidak boleh menghasilkan produk yang menggunakan gas CFC sehingga dapat menyebabkan penipisan dan berlubangnya lapisan ozon di stratofer.
- 2) Industri harus memiliki unit-unit pengolahan limbah (padat, cair, dan gas) sehingga limbah yang dibuang ke lingkungan sudah terbebas dari zat-zat yang membahayakan lingkungan.
- 3) Pembuangan sampah dari pabrik harus dilakukan ke tempat-tempat tertentu yang jauh dari pemukiman.
- 4) Sebelum dilakukan pembangunan pabrik atau proyek-proyek industri
- 5) Pemerintah mengeluarkan buku mutu lingkungan, artinya standar untuk menentukan mutu suatu lingkungan. Untuk lingkungan air ditentukan baku mutu air , sedangkan untuk lingkungan udara ditentukan baku mutu udara. Dalam buku mutua air, antara lain tercantum batasan kadar bahan pencemar logam berat, misalnya fosfor dan merkuri. Didalam buku mutu udara, antara lain tercantum batasan kadar bahan pencemar, misalnya gas CO₂ dan CO. Pemerintah akan memberikan sanksi kepada pabrik yang menghasilkan limbah dengan bahan pencemar yang melebihi standar baku mutu.

b. Penanggulangan secara teknologis

Penanggulangan pencemaran lingkungan secara teknologis, misalnya menggunakan peralatan untuk mengolah sampah atau limbah. Di surabaya terdapat suatu tempat pembakaran akhir sampah dengan suhu yang sangat tinggi sehingga tidak membuang asap. Tempat tersebut dinamakan insenerator.

c. Penanggulangan secara Edukatif

Penangkalan pencemaran secara edukatif dilakukan melalui jalur pendidikan baik formal maupun nonformal. Melalui pendidikan formal, disekolah dimasukkan pengetahuan tentang lingkungan hidup tentang lingkungan hidup kedalam mata pelajaran yang terkait, misalnya IPA dan Pendidikan agama. Melalui jalur pelestarian lingkungan dan pencegahan serta penanggulangan pencemaran lingkungan.

2) Pemanfaatan Limbah

a) Pemanfaatan limbah organik

Limbah organik merupakan sisa bahan hidup seperti sampah daun, kertas, kulit, kotoran hewan, dll. Karena tersusun atas bahan-bahan organik limbah jenis ini dapat mudah diuraikan oleh oraganisme pengurai. Meskipun begitu, sebenarnya limbah-limbah organik masih dpat dimanfaatkan kembali (*reuse*) baik dengan cara di daur ulang (*recycle*) maupun tanpa didaur ulang.

- Dengan daur Ulang

Limbah-limbah organik tertentu, seperti sampah sayuran, sampah daun atau sampah ranting dapat dimanfaatkan kembali dengan cara didaur ulang, misalnya menjadi pupuk kompos. Selain itu, kertas bekas juga dapat

didaur ulang menjadi kertas pembungkus, kertas tisu, kertas koran, dan kertas tulis.

- Tanpa Daur Ulang

Tidak semua limbah organik padat harus didaur ulang terlebih dahulu sebelum dapat digunakan kembali. Beberapa limbah pada tersebut antara lain:

- 1) Ban karet bekas dapat dijadikan tempat sampah, ember, sandal, meja, atau kursi.
- 2) Serbuk gergaji kayu dapat digunakan sebagai media tanam jamur.
- 3) Kulit jagung dapat dijadikan bunga hiasan.

b) Pemanfaatan limbah anorganik

Limbah anorganik merupakan limbah yang berasal dari bahan-bahan tak hidup atau bahan sintesis seperti minyak bumi, sisa-sisa bahan kimia, kaleng aluminium, kasa dan besi. Sama halnya seperti limbah organik, pada limbah anorganikpun dapat dimanfaatkan kembali dengan cara didaur ulang atau tanpa didaur ulang.

- Dengan Daur Ulang

Beberapa limbah anorganik seperti kaleng, aluminium, baja, pecahan botol, toples, kaca, serta botol gelas dapat dilebur dan diolah kembali.

- Tanpa Daur Ulang

Beberapa limbah anorganik dapat dimanfaatkan kembali tanpa melalui proses daur ulang, yaitu dengan dijadikan barang-barang yang terkadang memiliki harga jual tinggi. Contohnya botol dan gelas plastik bekas kemasan air mineral dijadikan mainan anak-anak, pot tanaman, atau hiasan. Begitupun dengan pecahan kaca yang dapat dijadikan hiasan dinding atau lukisan.

Untuk limbah dari bahan berbahaya dan beracun atau yang disingkat dengan B3, sebagai sisa atau limbah yang dihasilkan dari proses produksi dengan kandungan bahan berbahaya dan beracun karena memiliki jumlah dan konsentrasi *toxicity, reactivity, flammability* dan *corrosivity* yang mampu mencemari dan merusak lingkungan, serta membahayakan kesehatan manusia. Karena keberadaannya yang mengancam ekosistem di sekitarnya, limbah B3 harus ditangani dengan tepat agar tidak merusak dan membahayakan.

Kurang tepat jika beranggapan limbah B3 dapat ditimbun, dibuang, atau dibakar begitu saja. Pengelolaan limbah B3 membutuhkan penanganan khusus dibandingkan limbah yang lain agar bisa mengurangi bahkan menghilangkan kadar racun didalamnya. Adapun metode pengelolaan limbah B3 yang umum digunakan dan terbukti efektif dalam mencegah resiko terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan. Metode pengelolaannya dilakukan dengan:

1) Pengelolaan Limbah B3 secara fisik

Secara fisik, limbah B3 dapat diolah menggunakan 3 metode yang berbeda. Sesuaikan dengan karakteristik limbah dan lingkungan Anda dalam memilih metode yang digunakan untuk pengelolaan limbah B3.

- a) Menyisihkan komponen, meliputi stripping, dialisa, adsorpsi, electrodialisa, kristalisasi, leaching, solvent extraction, dan reverse osmosis.

- b) Memisahkan antara padatan dengan cairan, meliputi thickening, sedimentasi, floatasi, filtrasi, koagulasi, sentrifugasi, dan klarifikasi
 - c) Membersihkan gas, meliputi wet scrubbing, elektrostatik presipitator, adsorpsi karbon aktif, dan penyingkapan partikel.
- 2) Pengelolaan Limbah B3 secara kimia
- Melalui metode kimia, akan terjadi beberapa proses seperti stabilisasi atau solidifikasi, reduksi—oksidasi, absorpsi, prolisa, penukaran ion, pengendapan, elektrolisis, dan netralisasi.
- Secara keseluruhan, pengelolaan limbah B3 secara fisik dan kimia yang paling umum digunakan adalah stabilisasi atau solidifikasi. Sebuah proses yang memungkinkan terjadinya perubahan sifat kimia dan bentuk fisik melalui tambahan senyawa pereaksi atau bahan peningkat tertentu yang bisa digunakan untuk membatasi dan memperkecil pelarutan, penyebaran kadar atau daya racun limbah. Proses ini biasanya ditemukan pada bahan seperti termoplastik, kapur (CaOH_2), serta semen.
- 3) Pengelolaan Limbah B3 secara biologi
- Pengelolaan limbah B3 secara biologi paling dikenal dengan sebutan viktoremediasi serta bioremediasi. Viktoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan dalam proses akumulasi serta absorpsi berbagai bahan beracun dan berbahaya dari tanah. Sementara bioremediasi ialah penggunaan jenis mikroorganisme dan bakteri sebagai bahan untuk mengurai atau mendegradasi limbah B3. Kedua proses tersebut tak kalah efektif untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan oleh limbah B3. Apalagi biaya yang dibutuhkan lebih terjangkau jika dibandingkan dengan metode fisik dan kimia, meski secara praktis metode biologi juga memiliki kelemahan akibat prosedur alamnya. Jika dipakai untuk pengelolaan limbah B3 dalam jumlah besar, waktu yang dibutuhkan lebih lama. Serta penggunaan makhluk hidup di dalam proses biologi juga beresiko membawa berbagai senyawa beracun yang dibawa ke dalam rantai makanan ekosistem.

3) Etika Lingkungan

Manusia sebagai makhluk ciptaan Tuhan yang diberi kelebihan berupa derajat, kecerdasan, budaya, dan keyakinan terhadap penciptanya. Seiring dengan perkembangan teknologi memang telah berhasil membawa manusia untuk menaklukkan dan merajai bumi. Bila manusia mempunyai pandangan seperti kalimat diatas, akan terjadilah pengeksploitasian sumber daya alam baik hayati maupun non-hayati. Hal ini menandakan manusia bukan merupakan bagian dari lingkungan dan hal ini akan menyebabkan bencana dari alam itu sendiri.

Oleh karena itu, supaya tidak terjadi bencana alam diterapkan etika lingkungan, dimana manusia mempunyai tanggung jawab dan kewajiban melestarikan keseimbangan lingkungan baik lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik

Kehidupan manusia di muka bumi ini tidak terlepas dari peran serta lingkungan. Sebagaimana manusia merupakan bagian dari lingkungan, bersama-sama dengan tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang telah menjadi satu mata rantai yang tidak akan terpisah. Untuk itulah, manusia harus memanfaatkan sumber daya alam secara tepat, agar lingkungan tetap lestari.

Pengelolaan lingkungan hidup merupakan pengelolaan terpadu dalam pemanfaatan, penataan, pemeliharaan, pengawasan, pengendalian, pemuliaan, dan pengembangan lingkungan hidup.

Agar tujuan tersebut dapat tercapai perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Mencapai kelestarian hubungan manusia dengan lingkungan hidup sebagai tujuan pembangunan manusia seutuhnya.
- b. Mengendalikan pemanfaatan sumber daya secara bijaksana agar seluruh sumber daya alam digunakan oleh kepentingan orang banyak seproduktif mungkin dan menekan pemborosan seminimal mungkin.
- c. Mewujudkan manusia sebagai pembina lingkungan hidup, oleh sebab itu pengembangan sumber daya alam senantiasa harus disertai dengan usaha memelihara kelestarian tata lingkungan.
- d. Melaksanakan pembangunan berwawasan lingkungan untuk kepentingan generasi sekarang dan mendatang.

Manusia adalah komponen biotik yang memiliki pengaruh ekologi terkuat di biosfer bumi. Dengan ilmu dan teknologinya, manusia berpengaruh besar untuk memusnahkan maupun meningkatkan ekosistem.

C. Rangkuman

1. Pada dasarnya terdapat tiga cara yang dapat dilakukan manusia untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran serta untuk melestarikan lingkungan, yaitu secara administratif, secara teknologis, dan secara edukatif/ pendidikan.
2. Pemanfaatan limbah dengan cara didaur ulang atau tanpa daur ulang merupakan upaya manusia untuk menanggulangi masalah lingkungan yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan.
3. Manusia adalah komponen biotik yang memiliki pengaruh ekologi terkuat di biosfer bumi. Oleh karenanya supaya tidak terjadi bencana alam diterapkan etika lingkungan dalam mengelola sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan, dimana manusia mempunyai tanggung jawab dan kewajiban melestarikan keseimbangan lingkungan baik lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik

D. Latihan Soal

Petunjuk: Pilihlah salah satu pilihan jawaban yang benar!

1. Manusia adalah bagian dari lingkungan yang mempunyai kewajiban menjaga kelestarian hidup dan lingkungannya. Tindakan bijaksana yang dilakukan manusia adalah
 - A. memelihara dan mengelola lingkungan secara terencana dan terkendali
 - B. mengusahakan tercapainya keselarasan dan keseimbangan lingkungan
 - C. menjaga tidak terjadi peledakan penduduk
 - D. menjaga tanaman tetap berfotosintesis
 - E. menjaga interaksi antara tumbuhan dan hewan secara serasi

2. Tujuan pengelolaan lingkungan hidup terdapat pada pernyataan di bawah ini, **kecuali....**
 - A. mencapai kelestarian hubungan manusia dengan lingkungan hidup sebagai tujuan membangun manusia seutuhnya
 - B. mewujudkan manusia sebagai pembina lingkungan hidup
 - C. pemanfaatan sumber daya sesuai dengan keinginan manusia
 - D. melaksanakan pembangunan berwawasan lingkungan untuk kepentingan generasi sekarang dan mendatang
 - E. negara memiliki peranan penting agar kelestarian alam dapat terjaga

3. Bencana banjir yang melanda beberapa kota tidak hanya disebabkan oleh tingginya curah hujan. Faktor kerusakan hutan di kawasan tangkapan air wilayah hulu sungai diidentifikasi sebagai penyebab utama sering terjadinya banjir. Dampaknya juga berupa pendangkalan sungai. Kerusakan hutan diebabkan oleh beberapa kegiatan manusia, antara lain pembelakan liar dan penambangan liar. Kerusakan hutan juga banyak terjadi akibat kebakaran hutan, alih fungsi hutan menjadi kebun kelapa sawit, pertambangan batu baru, dan penambangan emas liar.
Cara mengatasi permasalahan tersebut adalah...
 - A. Membangun tanggul-tanggul di sepanjang aliran sungai
 - B. Merevisi undang-undang tentang pencemaran
 - C. Melarang usaha penambangan atau eksploitasi sumber daya alam
 - D. Mengharuskan pabrik atau proyek melakukan analisa dampak lingkungan
 - E. Memperketat pendidikan terhadap masyarakat dengan sistem

4. Sampah organik di dalam sungai atau kolam menyebabkan kadar O₂ meningkat sehingga mengganggu kehidupan organisme di perairan.
Usaha yang tepat adalah sampah organik itu sebaiknya
 - A. tetap ditimbun di tempat tertentu
 - B. dikeringkan lalu dibakar
 - C. dijadikan pupuk kompos
 - D. ditimbun tanah agar tidak berbau
 - E. dibakar, abunya untuk pupuk

5. Pengelolaan secara biologis merupakan cara paling efektif menanggulangi limbah dari bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) karena....
 - A. membutuhkan waktu yang relatif singkat
 - B. biaya yang dibutuhkan relatif murah
 - C. tidak menimbulkan limbah baru bagi lingkungan
 - D. tidak membutuhkan teknologi yang rumit
 - E. meminimalisir dampak bagi lingkungan

Kunci jawaban, pembahasan dan pedoman penilaian

Nomor soal	Kunci jawaban	Pembahasan
1.	A	Kehidupan manusia di muka bumi ini tidak terlepas dari peran serta lingkungan. Sebagaimana manusia merupakan bagian dari lingkungan, bersama-sama dengan tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang telah menjadi satu mata rantai yang tidak akan terpisah. Oleh karenanya manusia harus bijak dalam mengelola lingkungan. Pengelolaan lingkungan hidup merupakan pengelolaan terpadu dalam pemanfaatan, penataan, pemeliharaan, pengawasan, pengendalian, pemuliaan, dan pengembangan lingkungan hidup. Untuk itu manusia berkewajiban memelihara dan mengelola lingkungan secara terencana dan terkendali.
2.	C	Tujuan pengelolaan lingkungan hidup antara lain: a. mencapai kelestarian hubungan manusia dengan lingkungan hidup sebagai tujuan membangun manusia seutuhnya b. mewujudkan manusia sebagai pembina lingkungan hidup c. melaksanakan pembangunan berwawasan lingkungan untuk kepentingan generasi sekarang dan mendatang d. negara memiliki peranan penting agar kelestarian alam dapat terjaga.
3.	D	Mengatasi permasalahan lingkungan harus diidentifikasi terlebih dahulu faktor-faktor penyebabnya dan sumber penyebabnya sehingga dapat dicari langkah-langkah alternatif mengatasi permasalahan lingkungan tersebut. Kerusakan hutan misalnya, banyak terjadi karena faktor manusia yang tidak bijak memanfaatkan sumber daya di hutan sedangkan kegiatan pemanfaatan sumber daya di hutan harus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan. Oleh karenanya dibutuhkan analisis dampak lingkungan terlebih dahulu sebelum melakukan kegiatan pemanfaatan hutan.
4.	C	Limbah-limbah organik tertentu, seperti sampah sayuran, sampah daun atau sampah ranting dapat dimanfaatkan kembali dengan cara didaur ulang, misalnya menjadi pupuk kompos. Selain itu, kertas bekas juga dapat didaur ulang menjadi kertas pembungkus, kertas tisu, kertas koran, dan kertas tulis.
5.	E	Bioremediasi ialah penggunaan jenis mikroorganisme dan bakteri sebagai bahan untuk mengurai atau mendegradasi limbah B3 yang dapat mengurangi dampak bagi lingkungan jika dibandingkan dengan cara fisik dan kimia.

Ket: Setiap nomor soal diberi skor = 1

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban 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.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 pada KD berikutnya. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

E. Penilaian Diri

Untuk mengukur diri kalian terhadap materi yang sudah kalian pelajari di kegiatan belajar 2, jawablah sejujurnya terkait dengan penguasaan materi pada modul ini di tabel berikut.

Tabel penilaian diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah kalian telah dapat menganalisis faktor-faktor penyebab perubahan lingkungan?		
2.	Apakah kalian telah dapat mencari alternatif pemecahan masalah lingkungan jika terjadi kasus perubahan lingkungan?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

EVALUASI

Petunjuk: Pilihlah salah pilihan jawaban yang benar!

1. Berikut ini merupakan beberapa perubahan lingkungan akibat perbuatan manusia
 - A. menurunnya hasil pertanian karena serbuan burung –burung
 - B. berkurangnya sumber protein dari daging burung
 - C. berkurangnya pupuk kandang dari daging burung
 - D. berkurangnya populasi ulat pemakan daun sehingga hasil pertanian meningkat
 - E. naiknya populasi ulat pemakan daun sehingga hasil pertanian turun

2. Dampak negatif pencemaran alam bila terjadi eutrofikasi adalah ...
 - A. alga dan enceng gondok mati.
 - B. ikan dan hewan lain banyak terdapat di daerah tersebut.
 - C. bentos tidak hidup di daerah tersebut.
 - D. meningkatnya konsentrasi CO di air.
 - E. menurunnya konsentrasi CO di air.

3. Komponen industri di bawah ini yang dapat menyebabkan hujan asam adalah
 - A. produk akhir suatu industri
 - B. limbah buangan industri
 - C. pembakaran yang menghasilkan SO₂
 - D. hasil industri kosmetik dalam bentuk gas
 - E. CFC (Chloro Fluoro Carbon)

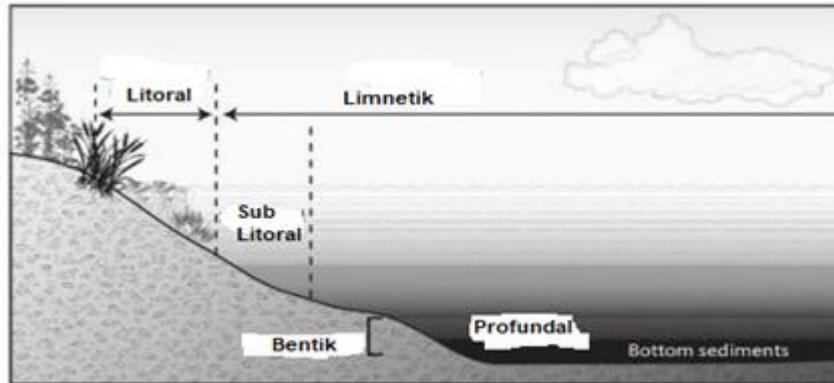
4. Dalam ekosistem air, diketahui komponen-komponen penyusun mengandung DTT sebagai berikut :
 1. fitoplankton mengandung 0,04 ppm
 2. burung pemakan ikan mengandung 6 ppm
 3. air mengandung 0,00005 ppm
 4. zooplankton mengandung 0,16 ppm
 5. ikan mengandung 0,94 ppmHal ini dapat terjadi dikarenakan
 - A. air dapat menetralkan DTT
 - B. burung terkena DTT langsung
 - C. ikan berada di permukaan air saat penyemprotan
 - D. zooplankton jumlahnya lebih sedikit dibanding fitoplankton
 - E. DDT dapat terakumulasi dalam tubuh mahluk hidup

5. Meningkatnya populasi sejenis Insecta yang merusak tanaman pertanian perlu dikendalikan secara serius. Cara pengendalian yang tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan adalah
 - A. disemprot pestisida
 - B. radiasi dengan zat radioaktif
 - C. ditangkap beramai-ramai
 - D. Dilepas pejantan steril
 - E. dilepaskan katak hijau

6. Pencemaran sampah plastik dalam tanah selain mengurangi kemampuan daya dukung tanah juga merupakan polutan yang tidak dapat diuraikan. Sebagai upaya penanggulangannya dilakukan
 - A. penyuluhan pada masyarakat agar tidak menggunakan plastik.

- B. penelitian cara penguraian plastik dalam tanah.
 - C. penggantian bahan plastik.
 - D. penguraian produksi plastik
 - E. daur ulang limbah plastik
7. Penggunaan kendaraan bermotor dan alat-alat yang mengandung CFC dapat mengakibatkan....
- A. peningkatan polutan biologis yang mencemari udara
 - B. peningkatan kadar CO₂ di atmosfer dan penipisan lapisan ozon
 - C. menurunnya kadar oksigen di atas permukaan air laut
 - D. peningkatan kemampuan tumbuhan hijau dalam berfotosintesis
 - E. menurunnya kualitas udara bersih di hutan hujan tropis
8. Salah satu prinsip etika lingkungan adalah : "Memelihara sumber daya alam terbatas untuk kepentingan manusia dan semua spesies lainnya". Tindakan kita dalam menerapkan prinsip etika lingkungan tersebut adalah
- A. pemanfaatan sumber daya alam secara maksimal.
 - B. pemanfaatan sumber daya alam secara optimal.
 - C. eksploitasi sumber daya alam untuk kepentingan manusia.
 - D. eksploitasi sumber daya alam untuk kepentingan pembangunan.
 - E. melindungi semua spesies untuk kepentingan manusia.
9. Salah satu pengaruh hutan terhadap lingkungan adalah sifatnya yang berhubungan dengan iklim. Hal ini disebabkan karena hutan
- A. memiliki keranekaragaman tumbuhan
 - B. memiliki keanekaragaman satwa
 - C. menghasilkan uap air yang membentuk hujan
 - D. selalu terletak pada daerah pegunungan
 - E. mampu menyimpan air yang jatuh di tanah
10. Pengadaan pohon pelindung jalan di perkotaan dapat membantu menurunkan suhu udara perkotaan. Kenyataan itu disebabkan
- A. penauangan oleh daun pohon
 - B. produksi oksigen pada proses fotosintesis
 - C. dampak dari proses transpirasi tumbuhan
 - D. pemanfaatan karbondioksida pada proses fotosintesis
 - E. dampak dari penyimpanan air tanah oleh akar tumbuhan.
11. Para petani menggunakan pupuk dengan harapan tanaman menjadi subur. Namun penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menyebabkan....
- A. terbunuhnya musuh alami hama
 - B. penyerapan unsur hara menjadi cepat
 - C. meningkatnya produktivitas tanah
 - D. penimbunan bahan organik dalam tanah
 - E. tanaman menjadi kerdil dan daunnya mengering
12. Cara menanggulangi pencemaran air yang merupakan penerapan dari kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah....
- A. membuang limbah sedikit demi sedikit
 - B. limbah dibuang ke tanah, bukan ke air
 - C. membatasi penggunaan zat kimia dalam industri
 - D. menutup industri yang menghasilkan bahan kimia tinggi
 - E. mengolah limbah sebelum dibuang ke lingkungan

13. Membuang sampah organik ke danau atau sungai akan berdampak buruk pada kehidupan organisme air. Hal ini karena pembusukan sampah organik dapat menyebabkan....
- A. pH air akan meningkat
 - B. air kekurangan oksigen
 - C. populasi cacing parasite meningkat
 - D. tumbuhan air kekurangan unsur hara
 - E. kandungan logam beracun meningkat
14. Gambar pembagian zona di ekosistem laut.



Gambar Pembagian zona di ekosistem laut

Alasan yang tepat terkait peristiwa yang terjadi di zona limnetik jika ekosistem tersebut tercemar oleh berbagai macam sampah plastik?

- A. Tumpukan berbagai sampah plastik terhempas ke pantai oleh gelombang laut sehingga organisme di zona itu ikut terdampar ke pantai.
- B. Tumpukan sampah plastik membelokkan gelombang laut menuju ke dasar sehingga merusak susunan habitat di zona itu.
 - a. Tumpukan berbagai sampah plastik menghambat penetrasi sinar matahari dan mengganggu proses fotosintesis produsen di zona itu.
 - b. Tumpukan sampah plastik yang menjadi partikel-partikel kecil menimbun di dasar laut dan merusak habitat organisme di zona itu.
- C. Tumpukan sampah plastik yang menjadi partikel-partikel kecil menghambat proses penguaraian mikroorganisme di zona itu.

Kunci jawaban dan pedoman penilaian

a. Soal pilihan ganda:

Nomor soal	Kunci jawaban	Nomor soal	Kunci jawaban
1.	B	8.	E
2.	C	9.	C
3.	C	10.	D
4.	E	11.	A
5.	D	12.	E
6.	E	13.	A
7	B	14.	C

Ket: Setiap nomor soal diberi skor = 1

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor benar}}{14} \times 100$$

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, Moch & Djoko Martono, 2009, *Biologi 1 : Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA)-Madrasah Aliyah (MA)*. Jakarta : Pusat Perbukuan.
- Endah S. dkk., 2013, *Buku Guru Biologi untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum 2013*, Klaten, Intan Pariwara.
- Irnaningtyas, 2010,. *Buku teks Biologi SMA/MA kelas XI* . Jakarta : Erlangga.
- Priadi, Aris., 2009, *Biology 1 For Senior High School Year X*, Yudhistira.
- Sri Pujiyanto,dkk., 2016, *Buku siswa Menjelajah Dunia Biologi kelas X SMA/MA*. Penerbit Tiga Serangkai.
- Yusa, Manickam B., 2013. *Aktif dan Kreatif Belajar Biologi 1 Untuk Kelas X SMA/MA Peminatan MIPA*, Bandung: Grafindo Media Tama.