

SMA



MODUL

Pembelajaran

Pendidikan Lingkungan Hidup

Program Perlindungan Harimau Sumatera
dan Habitatnya di Kawasan Bukit Rimbang
Bukit Baling



Kawasan Bentang Alam Rimbang Baling memiliki luas sekitar 509.365 Ha yang termasuk di dalamnya Suaka Margasatwa Bukit Rimbang Bukit Baling. Kawasan ini penting bagi kehidupan harimau sumatra. Untuk melestarikan harimau sumatra dan habitatnya, maka terbentuklah Integrated Tiger Habitat Conservation Program (ITHCP) atau IMBAU dengan program utama perlindungan terintegrasi, pengelolaan kawasan yang efektif, dan pengembangan mata pencaharian masyarakat berkelanjutan.

Dalam mendukung Integrated Tiger Habitat Conservation Program (ITHCP) atau Imbau yang ada di kawasan Rimbang Baling, penting untuk memberikan pemahaman dan pendidikan mengenai lingkungan hidup kepada masyarakat, khususnya para pelajar yang merupakan generasi muda yang tinggal di area penyangga kawasan dan kelak menjadi penerus untuk menjaga kawasan Rimbang Baling. Pendidikan lingkungan hidup sendiri berfungsi untuk memberikan pemahaman arti penting lingkungan hidup, sebagai salah satu indikator kepedulian terhadap lingkungan dan permasalahan yang terkait di dalamnya, sehingga mampu mencari alternatif solusi pemecahan permasalahan di dalamnya, memberikan pengetahuan dasar lingkungan hidup pada generasi muda untuk menjaga keberlangsungan ekosistem tempat mereka tinggal.

Penerapan pendidikan lingkungan hidup ke dalam kehidupan sehari-hari sangat penting karena masyarakat mengakses dan memanfaatkan sumber daya alam, khususnya kawasan hutan yang pada kondisi ini merupakan Kawasan Konservasi Suaka Margasatwa Rimbang Baling. Salah satu penerapan pendidikan lingkungan hidup adalah memasukkan nilai-nilai konservasi dan pengelolaan sumber daya alam pada materi pembelajaran di sekolah. Materi pembelajaran ini dimasukkan ke dalam buku modul yang menjadi pendukung kurikulum dan materi standar sekolah yang sudah disesuaikan dengan konten lokal. Buku ini juga disusun sebagai pegangan guru dalam mengajar. Sehingga, dengan adanya buku modul tambahan yang berisi konten lokal ini diharapkan guru lebih mudah memberi contoh dan murid lebih mudah memahami isi dari materi pembelajaran.

Buku modul ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran dari pembaca akan sangat dibutuhkan untuk membangun buku ini agar menjadi lebih baik lagi.

Yogyakarta, Mei 2018

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii

KELAS X

BAB I. Ruang Lingkup Biologi	2
BAB II. Keanekaragaman Hayati	18
BAB III. Klasifikasi Makhluk Hidup	41
BAB IV. Virus	53
BAB V. Bakteri	58
BAB VI. Protista	65
BAB VII. Fungi (Jamur)	74
BAB VIII. Plantae	80
BAB IX. Animalia (Hewan)	93
BAB X. Ekosistem	114
BAB XI. Perubahan Lingkungan	123

KELAS XI

BAB I. Makanan dan Sistem Pencernaan Makanan	140
BAB II. Sistem Pernapasan	147
BAB III. Sistem Ekskresi	150
BAB IV. Sistem Reproduksi	157
BAB V. Sistem Pertahanan Tubuh	160

KELAS XII

BAB I. Pertumbuhan dan Perkembangan	166
BAB II. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman	178
BAB III. Evolusi	183
BAB IV. Bioteknologi	190
Daftar Pustaka	198

KELAS

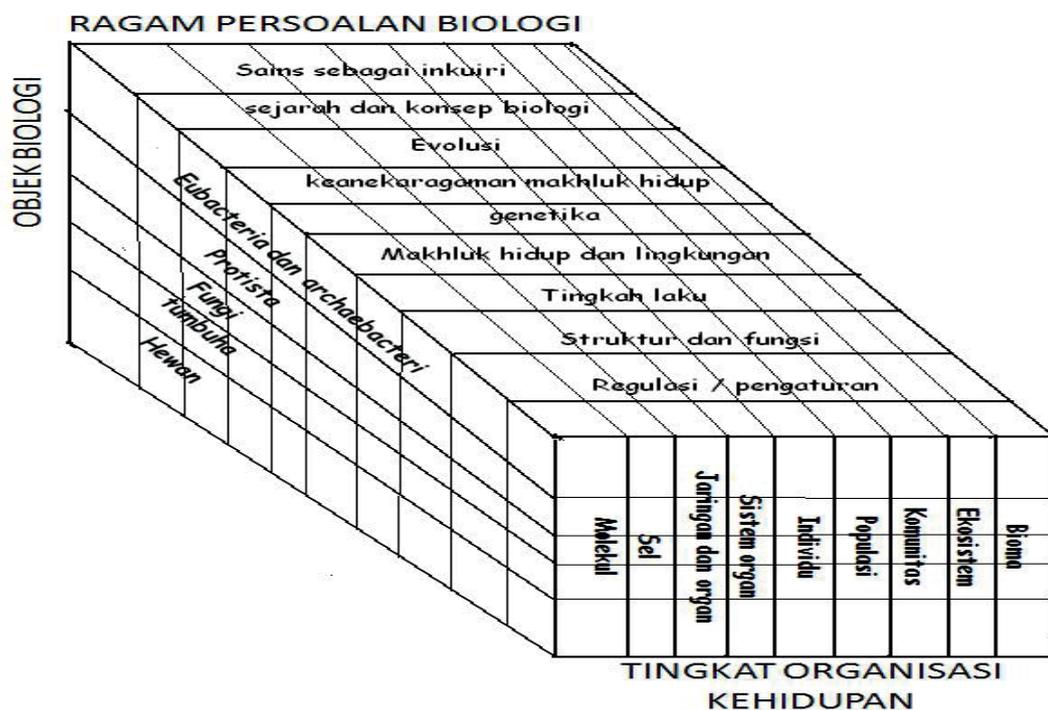
X

RUANG LINGKUP BIOLOGI

A. Ruang Lingkup Biologi

Biologi adalah ilmu yang mempelajari makhluk hidup beserta lingkungannya. Ruang lingkup yang dipelajari dalam biologi meliputi seluruh kehidupan yang ada di jagad raya ini, mulai dari makhluk hidup yang paling sederhana hingga tingkatan organisasi yang paling kompleks.

Struktur keilmuan biologi didasarkan pada hasil yang dirumuskan oleh tim **BSCS** (*Biological Science Curriculum Study*) (Mayer, 1978) sebagaimana dapat dibuat diagram seperti di bawah ini.



Gambar 1. Struktur Keilmuan Biologi

<https://abuhalim.wordpress.com/sma-ihbs/biology-lesson/grade-x-semester-1/1-1-1-hakikat-biologi-sebagai-ilmu/>

1. Persoalan Biologi

Berdasarkan struktur keilmuan di atas, ragam persoalan biologi meliputi sembilan tema dasar yakni sebagai berikut:

- a. Sains sebagai inkuiri/penyelidikan (*science as inquiry*)
- b. Sejarah dan konsep biologi
- c. Evolusi
- d. Keanekaragaman makhluk hidup
- e. Genetika
- f. Makhluk hidup dan lingkungan
- g. Tingkah laku
- h. Struktur dan fungsi
- i. Regulasi/ Pengaturan

2. Objek Biologi

Biologi mempelajari objek-objek berupa makhluk hidup. Selama perkembangannya, objek biologi juga terus berkembang. Klasifikasi makhluk hidup yang semula dibagi menjadi tiga kerajaan (Monera, Plantae, dan Animalia), kemudian meningkat menjadi lima kerajaan, meliputi kingdom: Plantae, Animalia, Protista, Monera, dan Jamur/Fungi menurut Robert H. Whittaker (1969). Bahkan menurut perkembangan terakhir, Carl Woese (1987) mengklasifikasikan makhluk hidup menjadi enam kingdom, yaitu Plantae, Animalia, Protista, Fungi, Archaeobacteria, dan Eubacteria.

3. Tingkat Organisasi Kehidupan

Kehidupan di bumi dibentuk oleh struktur yang sangat rumit dan membentuk keteraturan. Tingkatan organisasi kehidupan ini dimulai dari tingkat molekul, sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, komunitas, ekosistem, hingga bioma.

a. Molekul

Organisasi tingkat molekul adalah organisasi kehidupan pada tingkat paling rendah. Molekul tersusun atas gabungan atom-atom. Sedangkan atom tersusun atas partikel proton, neutron, dan elektron. Struktur tersebut membentuk molekul-molekul yang menyusun organela sel. Contohnya adalah molekul air, glukosa, protein, dan DNA. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa molekul, atom, dan partikel subatomik merupakan organisasi fungsional tingkat biokimia (senyawa kimia penyusun makhluk hidup).

b. Sel

Tiap makhluk hidup terdiri dari sel. Terdapat makhluk hidup yang hanya terdiri dari satu sel (uniseluler) dan banyak sel (multiseluler). Sel merupakan unit struktural dan fungsional dari makhluk hidup.

c. Jaringan

Di dalam tubuh organisme multiseluler terdapat banyak sel yang berbeda bentuk dan fungsinya. Bentuk dan susunan sel tergantung pada letak dan fungsinya di dalam tubuh. Sel-sel yang sama struktur dan fungsinya membentuk kelompok yang disebut jaringan. Sel-sel penyusun jaringan memiliki struktur dan fungsi yang spesifik.

Jaringan penyusun pada hewan dan tumbuhan memiliki perbedaan. Jaringan pada hewan terdiri dari jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan rangka/tulang, jaringan darah, jaringan saraf, dan jaringan otot. Jaringan pada tumbuhan terdiri dari jaringan epidermis, jaringan mesofil, jaringan parenkim, jaringan pembuluh (berupa xilem dan floem), jaringan sklerenkim, dan jaringan meristem. Jaringan yang tersusun dalam tubuh makhluk hidup sering disebut dengan anatomi.



TAHUKAH KAMU?

Anatomi Bambu

Bambu memiliki bentuk batang yang silindris dengan buku (nodus) yang memisahkan antara dua nodus (internodus). Nodus merupakan bagian keras yang seperti cincin. Sedangkan Internodus merupakan bagian yang memiliki rongga di tengahnya. Pada bagian Nodus biasanya terdapat tunas yang akan tumbuh bagian tangkai daun.

Bambu memiliki bentuk anatomi yang berbeda dengan tumbuhan kayu pada umumnya. Hal ini dikarenakan jaringan utama penyusun bambu berupa sel-sel parenkim dan gugus vaskuler yang mengandung pembuluh, serabut berdinding tebal dan pembuluh. Jika diperhatikan bagian melintang pada potongan batang bambu (*aur*), maka kamu akan melihat beberapa jaringan. Pada bagian keras yang berbentuk bulat banyak terdapat rongga kecil di pinggirannya yang merupakan berkas pembuluh. Berkas pembuluh tersebut berisi *xylem* dan *floem* tumbuhan bambu. Pada bagian yang mengkilat paling pinggirnya merupakan bagian epidermis.

d. Organ

Organ merupakan struktur yang terbentuk dari beberapa jenis jaringan yang bekerja sama untuk menjalankan fungsi tertentu. Misalnya pada hewan, jaringan saraf dan jaringan ikat menyusun organ otak dan bekerja sama untuk melaksanakan fungsi koordinasi. Contoh-contoh organ lainnya adalah organ jantung yang berperan untuk memompa darah, organ paru-paru untuk pertukaran oksigen dan karbon dioksida, organ telinga untuk mendengar, dan organ mata untuk melihat.

Pada tumbuhan, jaringan epidermis, jaringan tiang, dan jaringan bunga karang menyusun organ daun dan bekerja sama untuk melaksanakan fungsi fotosintesis, transpirasi, serta pertukaran gas.



TAHUKAH KAMU?

Pada saat menanam singkong/ubi kayu, bagian yang ditanam atau ditanamkan ke tanah adalah bagian batangnya. Bagian batang tersebut merupakan organ dari tumbuhan singkong. Sedangkan umbi yang kita makan merupakan organ yang berupa akar. Di akar tersebut tersimpan cadangan makanan singkong tersebut yang dapat kita makan setelah diolah menjadi berbagai makanan seperti singkong goreng, singkong rebus, atau bahkan tapai singkong melalui pengolahan fermentasi.

e. Sistem organ

Sistem organ adalah kumpulan organ yang melakukan fungsi dan tugas saling berkaitan. Sebagai contoh, sistem pernapasan terbentuk dari kerja sama organ hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan paru-paru untuk menjalankan fungsi respirasi.

Sistem pencernaan terbentuk dari kerja sama organ mulut, kerongkongan, lambung, usus, hati, dan pankreas. Sistem pencernaan berfungsi menjalankan pencernaan dan penyerapan sari-sari makanan.

Pada tumbuhan, pembagian organ-organ untuk yang melakukan kerja spesifik dalam sistem organ tertentu tidak terlihat dengan jelas. Sistem organ pada tumbuhan diantaranya adalah sistem transportasi.

f. Individu

Individu dapat berupa organisme bersel tunggal (uniseluler) atau bersel banyak (multiseluler). Bakteri dan protozoa adalah contoh organisme uniseluler. Satu bakteri dan satu protozoa dikatakan sebagai satu individu. Sedangkan organisme multiseluler contohnya manusia, kucing, pohon kelapa, tanaman melati dll. Seorang manusia, seekor kucing, sebatang pohon kelapa, dan setangkai tanaman melati juga dikatakan satu individu.

Individu multiseluler terbentuk dari sistem organ-sistem organ yang bekerja sama dalam suatu kesatuan. Setiap sistem organ tidak dapat melaksanakan fungsinya sendiri-sendiri. Setiap sistem organ memiliki kebergantungan pada sistem organ yang lainnya.

g. Populasi

Individu-individu sejenis yang berkumpul di suatu tempat tertentu pada waktu yang sama membentuk tingkat organisasi kehidupan yang disebut sebagai populasi. Kumpulan kerbau yang berada di padang rumput dinamakan sebagai populasi kerbau, kumpulan rumput yang ada di halaman sekolah dinamakan populasi rumput, kumpulan belalang dinamakan populasi belalang dan kumpulan lebah dinamakan populasi lebah.

h. Komunitas

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

i. Ekosistem

Ekosistem merupakan unit fungsional yang mencakup organisme (biotik) dengan lingkungannya yang tidak hidup (abiotik) dalam hubungan saling memengaruhi dan berinteraksi. Komponen biotik ekosistem terdiri atas produsen (tumbuhan), konsumen, dan pengurai.

Coba perhatikan halaman sekolah Anda! Rerumputan di halaman sekolah tumbuh pada sebidang tanah, rumput tersebut mendapat karbondioksida untuk fotosintesis dari udara disekelilingnya. Untuk dapat berfotosintesis, tumbuhan juga memerlukan energi cahaya matahari. Rumput tersebut juga memerlukan senyawa anorganik yang didapatkan

dari hasil penguraian, misalnya oleh cacing tanah dan proses penguraian molekul air agar dapat melakukan fotosintesis dengan baik. Proses fotosintesis yang dilakukan rerumputan menghasilkan senyawa karbohidrat yang dibutuhkan makhluk hidup lainnya sebagai makanan misalnya oleh belalang. Belalang juga mendapatkan oksigen dari fotosintesis rerumputan tersebut.

Pada contoh tersebut, yang bertindak sebagai produsen adalah rumput, konsumennya adalah belalang, dan pengurainya adalah cacing tanah. Adapun komponen abiotik pada contoh tersebut adalah tanah, udara, sinar matahari, zat anorganik, dan air. Di dalam organisasi kehidupan tingkat ekosistem, kita juga dapat melihat adanya aliran energi dari organisme fotosintetik ke herbivora dan selanjutnya ke karnivora.

j. Bioma/ Biosfer

Semua komunitas biotik berhubungan dengan komunitas biotik lain di sekelilingnya. Demikian pula ekosistem berhubungan dengan ekosistem lain di sekelilingnya. Ekosistem hutan berhubungan dengan ekosistem sungai. Ekosistem sungai berhubungan dengan laut. Dengan demikian, semua ekosistem di bumi ini saling berhubungan, sehingga bumi merupakan suatu ekosistem besar disebut juga bioma/ biosfer.

Bioma diklasifikasikan berdasarkan vegetasi dominan dan ditandai oleh adaptasi organisme terhadap lingkungan suatu habitat tertentu. Contohnya, bioma hutan hujan tropis seperti yang ada di bukit rimbang dan bukit baling, bioma tundra, bioma taiga, bioma gurun, bioma savana dan bioma hutan gugur.

4. Cabang Ilmu Biologi

Objek yang dipelajari dalam biologi sangatlah luas. Pada dasarnya, kajian dalam biologi sudah terdapat dalam struktur keilmuan biologi menurut BSCS yang meliputi tema persoalan, objek biologi, dan tingkat organisasi kehidupan. Kajian biologi tersebut dipelajari lagi secara lebih mendalam pada cabang-cabang ilmu biologi.

Tabel 1. Cabang Ilmu Biologi

No.	Cabang Ilmu Biologi	Objek Kajian
1.	Morfologi	Cabang biologi tentang penampakan atau bentuk luar tubuh makhluk hidup
2.	Anatomi	Cabang biologi tentang struktur dalam tubuh makhluk hidup
3.	Fisiologi	Cabang biologi tentang fungsi alat tubuh makhluk hidup
4.	Histologi	Cabang biologi tentang susunan dan fungsi jaringan tubuh makhluk hidup
5.	Sitologi	Cabang biologi tentang struktur dan fungsi sel
6.	Genetika	Cabang biologi tentang sifat-sifat keturunan beserta selukbeluknya.
7.	Embriologi	Cabang biologi tentang perkembangan zigot sampai fetus serta faktor-faktor yang memengaruhinya.
8.	Teratologi	Cabang biologi tentang cacat perkembangan pada embrio.
9.	Patologi	Cabang biologi tentang penyakit dan pengaruhnya pada organisme
10.	Endokrinologi	Cabang biologi tentang hormon.
11.	Ekologi	Cabang biologi tentang hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya.
12.	Taksonomi	Cabang biologi tentang pengelompokan makhluk hidup

13.	Zoologi	Cabang biologi tentang dunia hewan.
14.	Botani	Cabang biologi tentang dunia tumbuhan
15.	Mikrobiologi	Cabang biologi tentang mikroorganisme atau jasad renik.
16.	Entomologi	Cabang biologi tentang serangga
17.	Ornitologi	Cabang biologi tentang burung.
18.	Mikologi	Cabang biologi tentang jamur.
19.	Bakteriologi	Cabang biologi tentang bakteri.
20.	Virologi	Cabang biologi tentang virus.
21.	Malakologi	Cabang biologi tentang moluska.

5. Manfaat Biologi

Biologi mungkin merupakan ilmu sains yang memiliki cabang ilmu paling beragam. Dengan mempelajari Biologi, Anda akan lebih mengenal bagaimana bagian tubuh kita bekerja, bagaimana penyakit menyebar, atau bahkan cara melawan penyakit melalui berbagai pengobatan. Biologi juga berperan penting dalam hal penyediaan pangan yang sehat, tempat tinggal yang sehat dan juga dalam kehidupan sosial.

Berikut ini beberapa penemuan dalam bidang biologi yang berguna bagi umat manusia:

- a. Teknik transgenik, yaitu teknik penyisipan gen ke dalam sel lain untuk menghasilkan tumbuhan atau hewan yang lebih unggul.
- b. Fertilisasi *in vitro* (bayi tabung) untuk pasangan suami istri yang sulit mendapatkan keturunan.
- c. Teknik superovulasi, yaitu teknik penyuntikan hormon reproduksi agar hewan ternak lebih subur sehingga dihasilkan embrio lebih dari satu dalam satu induk.
- d. Bank sperma, teknik penyimpanan sperma dalam jangka waktu tertentu pada nitrogen cair.
- e. Teknik inseminasi buatan, yaitu teknik memasukkan sel sperma ke dalam rahim/serviks betina dengan menggunakan bantuan alat tertentu untuk memperoleh kehamilan. Hal ini dilakukan kepada hewan ternak seperti sapi atau kambing.
- f. Penemuan berbagai antibiotik, misalnya penemuan penisilin.
- g. Penemuan teknik kultur jaringan untuk menghasilkan tumbuhan baru dalam waktu relatif cepat dan jumlah banyak.

Bukan hanya manfaat yang didapatkan ketika mempelajari biologi. Terdapat dampak buruk dari hasil teknologi biologi yang saat ini masih menjadi kontroversi. Salah satunya adalah pembuatan senjata pemusnah massal menggunakan bakteri atau virus yang mematikan. Berdasarkan hal tersebut, tentunya kita harus bijaksana dalam memanfaatkan ilmu pengetahuan, terutama untuk menunjang kesejahteraan manusia.

B. Metode Ilmiah

Rasa ingin tahu manusia terhadap alam semesta yang diciptakan Tuhan dan kehidupan yang terdapat di dalamnya dari zaman dahulu hingga sekarang seakan tidak ada habis-habisnya. Persoalan dan permasalahan yang ada di alam pun seakan tidak akan pernah habis untuk digali. Itulah sebabnya, ilmu pengetahuan terus berkembang dan penemuan-penemuan baru pun terus bermunculan.

Anda juga dapat ikut berperan dalam perkembangan ilmu pengetahuan tersebut jika mempunyai keinginan untuk terus menggali ilmu pengetahuan. Ilmu pengetahuan dapat digali dengan melakukan suatu penelitian. Sebelum melakukan suatu penelitian, hendaknya anda harus tahu bagaimana kerja ilmiah yang dilakukan oleh para ilmuwan terdahulu dan mengaplikasikannya pada kegiatan-kegiatan ilmiah yang anda lakukan. Kerja ilmiah atau metode ilmiah adalah tahapan sistematis yang mengarah pada pola berfikir logis, analitis (menggunakan analisis), dan empiris (sesuai dengan kenyataan).

Berikut merupakan langkah-langkah kerja ilmiah dalam melakukan suatu penelitian:

1. Merencanakan penelitian

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

Langkah pertama untuk melakukan suatu penelitian adalah menyadari dan mengidentifikasi masalah yang dihadapi. Permasalahan penelitian dapat muncul secara sengaja ataupun tidak sengaja melalui pengamatan terhadap persoalan yang ingin dipecahkan. Permasalahan juga dapat muncul berdasarkan saran dari suatu penelitian yang pernah dilakukan, dari ahli, ataupun dari kegiatan seminar.

Ketika suatu persoalan sudah diperoleh, maka selanjutnya yang harus dilakukan adalah merumuskan tujuan dari penelitian tersebut. Hal ini sangat penting dilakukan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan mencapai hasil yang maksimal. Terdapat dua hal yang harus diperhatikan ketika merumuskan tujuan penelitian, yaitu apa yang akan dilakukan dan pertanyaan apa yang ingin dijawab. Pengetahuan awal Anda terhadap suatu masalah yang akan diteliti sangat membantu dalam merumuskan tujuan penelitian.

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

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

a) Deskriptif

Penelitian deskriptif bertujuan memberikan gambaran secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat objek yang diselidiki. Dengan penelitian ini, dapat diperoleh informasi atau data yang mendetail.

b) Eksperimental

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh perlakuan tertentu kepada suatu objek penelitian dan membandingkan hasilnya dengan kelompok kontrol. Kelompok kontrol dijadikan sebagai pembanding. Dalam bidang Biologi, banyak dilakukan penelitian jenis ini.

2. Melakukan penelitian

Melakukan penelitian diperlukan metode ilmiah, tahapan metode ilmiah yakni sebagai berikut:

a) Merumuskan masalah

Masalah yang ditemukan harus dirumuskan secara konkret atau tergambar dengan jelas. Perumusan masalah merupakan langkah untuk mengetahui masalah yang akan dipecahkan, sehingga masalah tersebut menjadi jelas batasan, kedudukan, dan alternatif cara untuk pemecahannya.

b) Merumuskan hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap suatu permasalahan. Dari hipotesis tersebut diharapkan adanya suatu prediksi berupa hasil yang diharapkan oleh peneliti.

c) Menguji hipotesis

Hipotesis yang sudah dirumuskan perlu diketahui kebenarannya. Hipotesis mungkin juga salah atau tidak terbukti. Untuk menguji suatu hipotesis, dapat dilakukan dengan cara eksperimen. Melakukan eksperimen dibutuhkan populasi, sampel, rancangan eksperimen, dan variabel.

Populasi dan sampel merupakan objek yang diamati di dalam suatu percobaan. Adapun rancangan penelitian adalah rencana dalam melakukan suatu penelitian, baik sebelum maupun sesudah penelitian dilakukan. Rancangan ini termasuk metode penelitian serta alat dan bahan yang akan digunakan.

Dalam melakukan eksperimen, kita harus menentukan kelompok percobaan, yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Fungsi kontrol adalah sebagai pembanding dalam percobaan yang sedang kita uji. Dalam membuat kontrol ini, kita juga harus menentukan faktor peubah atau variabel. Variabel merupakan suatu faktor yang berpengaruh terhadap percobaan. Variabel tersebut dapat dibagi menjadi variabel kontrol, variabel bebas, dan variabel terikat.

- 1) Variabel kontrol; faktor yang dibuat sama pada setiap unit percobaan.
- 2) Variabel bebas; variabel yang sengaja dimanipulasi atau divariasikan agar diketahui pengaruhnya.
- 3) Variabel terikat; variabel yang menunjukkan respon dari variabel bebas.

Contoh dari variabel kontrol, bebas, dan terikat dalam suatu penelitian

Beberapa biji kacang hijau ditanam di suatu media tanam yang sama, tempat tanam yang sama, dan diberi air dengan jumlah yang sama. Setiap tanaman diberi jumlah pupuk yang berbeda. Setiap hari tinggi setiap tumbuhan kacang hijau dihitung untuk dilihat pengaruh jumlah pupuk terhadap tinggi batang.

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa:

1. Variabel kontrol berupa biji kacang hijau, media tanam, tempat tanam, dan jumlah air
2. Variabel bebas berupa jumlah pupuk yang berbeda
3. Variabel terikat berupa tinggi tumbuhan yang diukur setiap hari akibat dari perlakuan pupuk.

d) Mengumpulkan data

Berdasarkan hasil pengamatan mengenai suatu objek, dapat diperoleh hasil berupa data. Berdasarkan jenisnya, data dibedakan menjadi dua, yakni data kualitatif dan data kuantitatif.

- 1) Data kualitatif → dilakukan dengan alat indra tanpa mengacu pada satuan pengukuran. Contoh: rasa satu buah yang manis, warna buah merah, warna daun yang hijau, dan sebagainya.
- 2) Data kuantitatif → dilakukan dengan alat indra dan menggunakan alat ukur. Data yang dihasilkan dinyatakan dalam bilangan atau angka. Contoh: lebar suatu daun 7 cm, berat daun 5 gr, tinggi tanaman 2 cm dan sebagainya.

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

e) Menarik kesimpulan

Kesimpulan merupakan kalimat yang meringkas suatu hasil percobaan yang telah dilakukan. Kesimpulan dapat Anda ambil setelah mendapatkan data dari hasil percobaan yang Anda lakukan. Ketika Anda menarik kesimpulan, Anda harus memutuskan apakah data yang Anda peroleh mendukung hipotesis yang dibuat atau tidak. Anda mungkin perlu mengulang beberapa kali percobaan untuk dapat menarik sebuah kesimpulan.

3. Mengkomunikasikan hasil penelitian

Mengomunikasikan hasil penelitian sangat penting dalam bidang IPA karena pengomunikasian hasil penelitian sangat berguna untuk kemajuan dan perkembangan IPA. Mengkomunikasikan hasil penelitian dapat dilakukan dengan laporan ilmiah. Laporan ilmiah memiliki sistematika penulisan, yakni sebagai berikut:

a. Pendahuluan

Pendahuluan berisi latar belakang penelitian, tujuan, manfaat, hipotesis, dan batasan masalah yang akan diteliti.

b. Kajian teori

Kajian teori berisi penjelasan dari teori dan variabel yang berhubungan dengan penelitian.

c. Metode penelitian

Metodologi penelitian berisi penjelasan alat dan bahan yang digunakan, lokasi, teknik penelitian, serta cara menganalisis data.

d. Hasil dan pembahasan

Hasil berupa data (tabel, grafik, dan diagram) ditampilkan, dianalisis, dan dibahas sebagai hasil penelitian.

e. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan adalah jawaban dari hasil pengujian hipotesis. Dalam bagian ini juga diberikan saran yang berhubungan dengan penelitian ataupun saran untuk penelitian lanjutan. Dalam melakukan kerja ilmiah harus diikuti dengan sikap ilmiah. Sikap ilmiah merupakan

sikap yang harus dimiliki oleh seorang ilmuwan atau akademisi ketika menghadapi persoalan ilmiah. Berikut merupakan sikap-sikap ilmiah yang harus dimiliki seorang ilmuwan ataupun akademisi:

- a. Sikap ingin tahu
- b. Sikap kritis
- c. Sikap terbuka
- d. Sikap objektif
- e. Sikap rela menghargai karya orang lain
- f. Sikap tekun
- g. Sikap berani mempertahankan kebenaran

AYO MENELITI!

Kita dapat melakukan penelitian sendiri di dekat rumah kita. Di dalam melakukan penelitian, kita hanya perlu mengikuti metode ilmiah tersebut. Contohnya, sebagai berikut:

1. Merumuskan masalah: Suatu ketika, kita menemukan banyak orang yang terjangkit Demam di desa kita. Kemudian kita mencari penyebab dari meningkatnya penyakit tersebut. Setelah kita cari tahu, diketahui bahwa Demam tersebut merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Coxiella burnetii*. Penyakit ini ditularkan oleh hewan seperti sapi, kerbau dan kambing melalui kotoran, urin, dan susunya. Didapati pula di dekat rumah kita bahwa kerbau-kerbau berkeliaran bebas dan kotorannya berceceran di mana-mana.
2. Hipotesis: Kita dapat berhipotesis bahwa penyakit Demam yang menjangkiti orang-orang tersebut berasal dari interaksi manusia dan kotoran hewan tersebut.
3. Kemudian kita mengumpulkan data dengan meneliti perilaku orang-orang yang terkena demam tersebut beserta lingkungannya dan meneliti kotoran hewan tersebut di laboratorium. Setelah diteliti, ternyata orang yang terjangkit penyakit tersebut ternyata lingkungan rumahnya banyak terdapat kotoran kerbau dan mereka biasanya membiarkan kotoran tersebut. Kemudian dilihat di laboratorium, ternyata memang terdapat bakteri *Coxiella burnetii* yang ada di lingkungan hidup orang-orang yang terjangkit penyakit tersebut.
4. Menarik kesimpulan: Dapat ditarik kesimpulan bahwa penyakit Demam tersebut diakibatkan oleh kotoran kerbau yang menjangkiti orang-orang di sekitarnya. Selain itu, perilaku manusia yang kurang bersih terhadap kotoran kerbau membuat penyakit tersebut semakin mudah menular ke manusia.

C. Keselamatan Kerja

Biologi merupakan salah satu ilmu yang tidak dapat dipisahkan dari aktivitas di laboratorium. Berikut merupakan hal-hal yang terdapat pada laboratorium:

1. Tata Tertib Penggunaan Laboratorium

- a. Pakailah baju khusus praktikum dan sepatu untuk melindungi dari kontaminasi zat-zat kimia
- b. Di atas meja kerja hanya diperbolehkan meletakkan buku, alat tulis, bahan dan alat praktikum.

- c. Jangan mencoba memegang alat dan bahan yang tidak diperlukan yang ada di laboratorium.
- d. Tidak diperkenankan makan dan minum di dalam laboratorium.
- e. Pengambilan zat sejumlah yang diperlukan, jangan berlebihan.
- f. Setelah selesai bekerja, bersihkan alat-alat, meja dan ruangan.
- g. Sampah cair dibuang di saluran pembuangan, sampah padat dibuang di tempat sampah.
- h. Sisa pengambilan zat sebaiknya dibuang, jangan dimasukkan kembali ke botol asal.
- i. Sebelum meninggalkan ruangan, teliti kembali keadaan di dalam laboratorium.

2. Hal-hal yang perlu dilakukan untuk memastikan keselamatan kerja di dalam laboratorium adalah :

- a. Sebelum praktikum sebaiknya minum segelas susu untuk menetralkan tubuh dari kontaminasi zat-zat kimia.
- b. Pakailah penutup hidung dan mulut, kaca mata, dan sarung tangan saat mengambil zat-zat kimia yang mudah menguap dan berbahaya.
- c. Gunakan alat bantu seperti pipa kaca, pipet tetes, sendok plastik, atau pinset untuk mengambil zat atau bahan.
- d. Hati-hati saat membawa menggunakan alat-alat praktikum yang terbuat dari kaca.
- e. Bila ada bagian tubuh yang terkena zat kimia, segera basuh dengan air.
- f. Gunakan obat-obatan P3K, bila ada yang terluka.
- g. Segera muntahkan bila ada zat-zat kimia yang masuk ke dalam mulut
- h. Jangan mencium zat kimia secara langsung.
- i. Arahkan mulut tabung menjauhi tubuh bila memanaskan zat di dalam tabung reaksi.
- j. Bila terjadi kebakaran segera padamkan dengan alat pemadam kebakaran atau tutup menggunakan lap yang telah dibasahi dengan air.
- k. Cucilah tangan dengan sabun setelah selesai bekerja.

3. Pertolongan Pertama pada Kecelakaan (P3K) di Laboratorium

Berikut ini beberapa kecelakaan yang mungkin terjadi di laboratorium beserta penanganannya.

- a. Luka bakar akibat zat kimia asam
 - Hapus zat asam dengan kapas atau kain halus
 - Cuci dengan air mengalir
 - Cuci dengan larutan Na_2CO_3 1%
 - Cuci kembali dengan air
 - Keringkan
 - Olesi salep levertran
 - Balut dengan perban
- b. Luka bakar akibat zat kimia basa
 - Cuci dengan air mengalir
 - Cuci dengan asam asetat 1%
 - Bilas dengan air mengalir
 - Keringkan

- Olesi salep boor
- Balut dengan perban
- c. Luka bakar karena panas alat atau api
 - Kulit memerah, olesi salep levertran/obat luka bakar
 - Nyeri, dialiri dengan air mengalir
 - Luka besar, tutup luka dengan kain perban dan segera bawa ke dokter.
- d. Mata terkena percikan zat kimia
 - Basuh dengan air sebanyak-banyaknya selama ± 15 menit
- e. Keracunan melalui hidung
 - Bawa ke tempat yang segar dan biarkan bernafas dalam-dalam. Bila perlu, berikan oksigen dalam kemasan (oxycan).
- f. Keracunan melalui mulut
 - Bila zat hanya di mulut, berkumur dengan air bersih
 - Bila zat tertelan, dibuat korban memuntahkan zat tersebut
 - Segera bawa ke tenaga medis atau dokter untuk penanganan lebih lanjut

4. Simbol-simbol bahan kimia

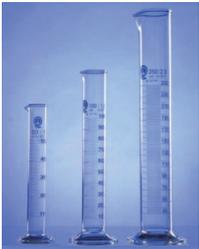
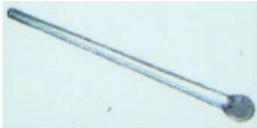
Simbol-simbol yang sering digunakan untuk menandai bahan kimia secara internasional diantaranya adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Simbol bahan kimia

No	Gambar	Makna symbol	Contoh Zat
1		Toxic / Beracun	Mercuri, sianida, gas klorin, formalin
2		Iritan / berbahaya	Alkohol, kloroform, aseton, xylol
3		Korosif	Asam sulfat, asam klorida
4		Mudah meledak	TNT, amonium nitrat
5		Mudah terbakar	Bensin, eter, benedict

6		Pengoksidasi	Kalium klorat, hidrogen peroksida
7		Radioaktif	Plutonium, uranium

Tabel 3. Daftar alat-alat laboratorium beserta fungsinya

No	Nama Alat	Gambar	Fungsi
1	Gelas ukur		untuk mengukur volume larutan
2	Tabung reaksi		Untuk mereaksikan larutan
3	Mortar		Untuk menghaluskan zat padat atau kristal
4	Plat tetes		Untuk tempat mereaksikan zat dalam jumlah sedikit
5	Pipet tetes		Untuk memindahkan larutan dari tempat satu ke tempat yang lain dalam jumlah yang sedikit
6	Batang pengaduk		Untuk mengaduk suatu larutan

7	Penjepit		Untuk menjepit tabung reaksi
8	Kaki tiga		Untuk menyangga gelas beaker saat memanaskan zat
9	Kawat kasa		Untuk alas ketika memanaskan larutan
10	Pembakar spiritus		Untuk memanaskan larutan dan untuk sterilisasi bakar

Kegiatan 1. Mengamati kehidupan biologi di lingkungan sekolah

Amati kehidupan makhluk hidup di lingkungan sekolah dan lingkungan rumah

Kegiatan 2. BSCS (Biological Science Curriculum Study)

BSCS berbentuk layaknya tumpukan kubus yang masing-masing dimensinya mewakili satu bagian dari 3 dimensi dari keilmuan biologi, yang masing masing dimensinya memiliki beberapa bagian yang masing-masing bagian tersebut diwakili di setiap kubus kecil yang bertumpuk menyusun BSCS.

3 dimensi tersebut adalah:

- a. Objek kajian biologi
- b. Tingkat organisasi kehidupan
- c. Tema persoalan biologi

Masing masing dimensi tersebut memiliki bagiannya masing-masing. Pada objek kajian biologi memiliki beberapa bagian sesuai dengan jumlah taxa kingdom yang diacu.

Jika mengacu pada sistem taxa 5 kingdom, maka Objek kajian biologi memiliki bagian dimensi berupa:

- Animalia
- Plantae
- Protista
- Monera
- Fungi

Pada tingkat organisasi kehidupan, memiliki beberapa tingkat yang berbeda, tingkatan tersebut adalah:

- a. Sel
- b. Jaringan
- c. Organ

- d. Sistem organ
- e. Organisme/individu
- f. Populasi
- g. Komunitas
- h. Ekosistem
- i. Bioma
- j. Biosfer

Pada tema persoalan biologi, memiliki beberapa tema yang menjadi persoalan kajian dalam keilmuan biologi, berikut adalah tema persoalannya:

- a. Biologi sebagai inkuiri
- b. Sejarah dan konsep biologi
- c. Keanekaragaman makhluk hidup
- d. Organisme dan lingkungan
- e. Regulasi dan pengaturan tubuh
- f. Evolusi
- g. Genetika
- h. Tingkah laku makhluk hidup
- i. Struktur dan fungsi

Pada masing-masing dimensi tersebutlah biologi dipelajari.

Agar kalian semakin mudah memahami tentang kubus BSCS, kita lakukan kegiatan berikut:

Membuat kubus BSCS

Alat dan bahan yang dibutuhkan

- *Daftar setiap kajian pada masing masing dimensi dari kubus BSCS seperti pada halaman sebelumnya.*
- *Kertas karton*
- *Penggaris*
- *Alat tulis*
- *Gunting*
- *Lem kertas*

Langkah pembuatan kubus BSCS.

- a. *Gambarkan jaring-jaring kubus sesuai dengan yang sudah dipelajari pada mata pelajaran matematika pada bab bangun ruang, pada kertas karton dengan panjang sisi 10 cm.*
- b. *Gunting jaring-jaring kubus tersebut, lalu bentuknya menjadi kubus dengan merekatkannya menggunakan lem kertas.*
- c. *Kubus yang sudah siap, diberi tanda sesuai dengan dimensi BSCS pada sisi depan, atas dan samping yang terlihat.*

Jika kubus sudah siap dan sudah diberi tanda sesuai dimensi kubus BSCS, berdiskusilah dengan teman sebelahmu untuk menentukan bagian-bagian yang ingin kalian pilih di masing-masing dimensi. Kalian harus memilih satu bagian pada setiap dimensi yang berbeda.

Misalkan pada dimensi objek kajian biologi kalian memilih bagian "Animalia", pada dimensi tingkat organisasi kehidupan kalian memilih bagian "Populasi", dan pada dimensi tema persoalan kalian memilih bagian "Tingkah laku makhluk hidup". Maka dimensi kubus yang kalian buat sudah terisi semua.

Yang perlu kalian diskusikan saat ini, kajian tentang apakah yang melibatkan “populasi” suatu “hewan” yang persoalannya berupa “tingkah laku makhluk hidup”? artinya adalah kajian tentang tingkah laku hewan tersebut pada tingkatan populasi. Semisal adalah semut yang selalu bersalaman sat bertemu dengan semut lainnya.

Semut adalah “hewan”, bersalaman dengan semut lainnya adalah tingkatan “populasi” dan bersalaman adalah kajian tentang “tingkah laku”.

Diskusikan dengan teman sebelahmu untuk contoh lainnya dan jangan ragu untuk berdiskusi bersama guru jika merasa kesulitan dalam menentukan kajian keilmuan biologi saat kalian berdiskusi dengan teman sebelahmu.

SOAL DISKUSI

1. *Apa saja objek biologi yang dapat kalian temukan di lingkungan sekitar mu?*
2. *Berikan contoh objek biologi beserta tingkat organisasi kehidupannya yang dapat kalian temukan di lingkungan sekitar mu!*
3. *Sebutkan faktor biotik dan abiotik dalam ekosistem yang terdapat di lingkungan sekitar mu!*
4. *Apakah kalian merasa mendapatkan manfaat ketika mempelajari biologi? Jelaskan alasan mu!*
5. *Apabila kalian mendapatkan manfaat ketika mempelajari biologi, jelaskan manfaat apa yang bisa diterapkan dalam kehidupan sehari-hari di lingkungan mu!*

KEANEKARAGAMAN HAYATI

A. Keanekaragaman Hayati

Diperkirakan lebih dari satu juta jenis makhluk hidup mendiami atau pernah mendiami planet bumi kita. Baik jenis-jenis tumbuhan, hewan, jamur, jasad renik maupun organisme lain merupakan sumber kekayaan keanekaragaman hayati yang tak ternilai harganya.

Keanekaragaman hayati (biodiversitas) terbentuk karena adanya keseragaman (kesamaan) dan keberagaman (perbedaan) sifat atau ciri makhluk hidup. Keanekaragaman ini dapat dilihat antara lain dari perbedaan bentuk, ukuran, warna, jumlah, dan faktor fisiologis.

B. Tingkat Keanekaragaman Hayati

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

1. Keanekaragaman Tingkat Gen

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

Fenotipe merupakan sifat hasil ekspresi gen yang nampak, sedangkan genotipe adalah tipe susunan gen yang dimiliki makhluk hidup (tidak nampak). Fenotipe tidak hanya dipengaruhi oleh genotipe, tetapi juga dipengaruhi oleh lingkungan. Oleh karena itu, dua individu dalam suatu spesies dengan susunan gen yang sama, belum tentu memiliki ciri yang sama pula.

$$F = G + L$$

Keanekaragaman tingkat gen menimbulkan variasi antar individu dalam satu spesies. Contoh keanekaragaman tingkat gen yang mudah diamati adalah adanya perbedaan warna pada bulu ayam, perbedaan bentuk hidung pada manusia, dan lain sebagainya.

2. Keanekaragaman Tingkat Jenis/ Spesies

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

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

Contoh keanekaragaman spesies yang mudah untuk dipahami adalah keanekaragaman

tingkat spesies yang ditemukan pada keluarga kucing-kucingan (kucing hutan, kucing rumah, anjing, harimau, srigala dll), keanekaragaman pada keluarga bambu (bambu kuning, bambu petung, bambu apus dll) dan keanekaragaman pada palem (palem raja, palem putri, palem ekor tupai, palem merah dll).

3. Keanekaragaman Tingkat Ekosistem

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

Faktor abiotik yang memengaruhi faktor biotik dibedakan menjadi dua, yaitu faktor klimatik dan faktor edafik. Faktor klimatik meliputi iklim, kelembaban udara, suhu, angin, intensitas cahaya, sedangkan faktor edafik adalah pH tanah, kandungan air dan mineral, salinitas, kekeruhan air, dan sebagainya.

Variasi faktor abiotik menimbulkan kondisi berbeda pada setiap ekosistem. Untuk mengetahui adanya keanekaragaman hayati pada tingkat ekosistem, dapat dilihat dari satuan atau tingkatan organisasi kehidupan di tempat tersebut.

Ekosistem dibedakan menjadi dua yakni ekosistem perairan dan ekosistem darat. Ekosistem perairan terbagi menjadi dua, yaitu ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Pembagian ini berdasarkan perbedaan fisik dan kimiawi yang memengaruhi komunitas perairan tersebut. Ekosistem air tawar umumnya memiliki konsentrasi garam kurang dari 1%, sedangkan bioma laut umumnya memiliki konsentrasi garam 3%. Ekosistem perairan yang dekat dengan sekolah adalah ekosistem Sungai Subayang.

Sungai Subayang adalah sungai yang paling dekat dengan desa Aur Kuning. Sungai ini menjadi jalur lalu lintas masyarakat Aur Kuning jika ingin melakukan perjalanan ke ibu kota Kecamatan Gema. Sungai ini juga menjadi pendukung hidupan masyarakat desa Aur Kuning. Masyarakat desa Aur Kuning masih melakukan penangkapan ikan terbatas atau memancing di sungai ini untuk memenuhi kebutuhan pangan keluarga. Air Sungai Subayang masih dimanfaatkan oleh masyarakat untuk keperluan mandi dan mencuci serta kebutuhan keseharian lainnya.

Pada prinsipnya, sedemikian banyaknya peran Sungai Subayang untuk warga desa Aur Kuning maka alangkah lebih baiknya jika keadaan ekosistem Sungai Subayang tetap dijaga kelestariannya. Jika ekosistem Sungai Subayang rusak, maka ikan akan pergi meninggalkan Sungai Subayang. Hal ini tentunya mengakibatkan masyarakat Aur Kuning menjadi kesulitan untuk menangkap ikan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Berikut ini ada jenis-jenis ikan yang pernah ditemukan di Sungai Subayang yang masih banyak dimanfaatkan oleh masyarakat desa sekitar Sungai Subayang.

Keanekaragaman Ikan di Sungai Subayang saat Lubuk Larangan di Sungai Subayang dibuka.

Tabel 4. Keanekaragaman Ikan di Sungai Subayang saat Lubuk Larangan dibuka.

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah
1	Tapah/Pacel	<i>Wallago</i> sp.
2	Barau/Hampal	<i>Hampala macrolepidota</i>
3	Balido/Belida	<i>Chitala lopis</i>
4	Juaro	<i>Pangasius polyuranodon</i>
5	Kapie	<i>Puntioptiles</i> sp
6	Lelan	<i>Osteochilus</i> sp
7	Geso	<i>Mystus wyckii</i>
8	Toba	
9	Bangalah	
10	Selimang	<i>Crossocheilus oblongus</i>
11	Pantau/Lunjar	<i>Rasbora bornensis</i>
12	Sengarek	<i>Ceratoglanis scleronema</i>
13	Tapiy	
14	Joro	
15	Tobang Alan	
16	Cangga	<i>Luciosoma trinema</i>
17	Kulari	<i>Tylognathus hisp.idus</i>
18	Gudi	
19	Patiek	
20	Seluang	<i>Osteochilus schlegelii</i>
21	Baug	<i>Hemibagrus nemurus</i>

Sumber: Annisa Hayyu Rahmadina, dkk. 2013

Ekosistem darat dibedakan berdasarkan iklim dan vegetasi dominan wilayah tersebut menjadi beberapa bioma. Berdasarkan vegetasi tumbuhan dominannya dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Tundra

Bioma tundra terdapat di bumi bagian utara, yaitu di kutub utara. Ciri utama tundra yaitu tumbuhan tidak dapat tumbuh besar dan hutan tidak dapat berkembang di daerah ini.

b. Taiga

Bioma taiga dikenal sebagai hutan konifer karena tumbuhan yang hidup di bioma taiga umumnya konifer dan pinus.

c. Hutan Hujan Tropis

Hutan hujan tropis terdapat di kawasan garis khatulistiwa di seluruh dunia, seperti Asia termasuk Indonesia. Hutan hujan tropis merupakan hutan yang paling luas di Indonesia terutama di Sumatera (termasuk didalamnya ekosistem Bukit Rimbang dan Bukit Baling), Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Ciri khas dari hutan ini adalah berada di garis khatulistiwa, selalu mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun, suhu udara yang stabil dan hangat, dan juga curah hujan yang tinggi.

Hutan hujan tropis merupakan bioma yang paling produktif dari bioma lainnya yang ada di dunia. Hal ini dikarenakan sinar matahari yang selalu menyinari setiap tahun. menghasilkan kerapatan kanopi hutan yang tinggi dari tumbuhan yang hijau sepanjang tahun. Lantai hutan gelap kecuali terdapat celah diantara pohon yang terbentuk akibat dari tumbangannya pohon. Hal ini dimanfaatkan oleh tumbuhan kecil atau anak pohon untuk dapat tumbuh dengan tumbuhan lainnya untuk mendapatkan cahaya matahari.

Kebanyakan tumbuhan dan hewan di hutan hujan tropis merupakan organisme yang aktif sepanjang tahun. Hal ini berarti bahwa tumbuhan dan hewan tersebut tidak ada jeda dalam aktivitasnya setiap hari. Berbeda dengan zona empat musim yang hewannya memiliki masa hibernasi atau tumbuhannya memiliki masa dormansi pada saat musim dingin.

Kekayaan spesies di hutan hujan tropis sangatlah tinggi. Rumah bagi berbagai spesies hewan seperti harimau sumatra (*Panthera tigris sumatrae*) dan orangutan sumatra (*Pongo abelii*) dan berbagai tumbuhan seperti bunga *Rafflesia arnoldi* dan bunga bangkai (*Amorphophallus titanum*). Walaupun demikian, tidak ada spesies yang mendominasi di hutan ini. Keanekaragaman dari pohon hutan hujan menyediakan sumber yang beranekaragam bagi herbivora dan seterusnya hingga terbentuk rantai makanan.

d. Savana

Savana (padang rumput) terdapat di wilayah beriklim sedang sampai tropis. Tumbuhan yang dominan di bioma ini adalah rumput. Hewan yang hidup di bioma ini diantaranya yaitu zebra, kuda, jerapah, dan singa.

e. Gurun

Gurun terdapat di Asia, Afrika, India, Amerika, dan Australia. Tumbuhan khas di bioma gurun adalah kaktus.

f. Hutan Gugur

Hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang dan tersebar di Amerika Timur, Eropa Tengah, dan Asia Timur. Jenis pohon yang khas adalah pohon-pohon yang dapat menggugurkan daunnya.

C. Keanekaragaman Hayati Indonesia

Indonesia terletak pada garis 6°LU - 11°LS dan 95°BT - 141°BT. Dengan demikian, Indonesia terletak di daerah beriklim tropis dan dilewati oleh garis khatulistiwa. Letak ini menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Tidak kurang dari 25.000 spesies tumbuhan berbunga tumbuh dengan baik di Indonesia, 3000 jenis di antaranya anggrek. Sebagai negara dengan bioma hutan hujan tropis memungkinkan tumbuh subur berbagai pohon penghasil kayu. Sekitar 400 jenis kayu meranti dari keluarga besar Dipterocarpaceae. Hutan di Indonesia juga menyimpan tidak kurang dari 35.000 jenis lumut dan alga.

Sekitar 6.000 jenis tumbuhan dan satwa domestik asli Indonesia telah digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk makanan, obat-obatan, kosmetik dan keperluan lainnya. Dari sekitar 38.000 spesies ikan yang ada di dunia, sekitar 9.500 spesies atau 25% hidup di perairan Indonesia.

1. Keunikan Fauna di Indonesia



Gambar 2. Peta Persebaran Fauna di Indonesia

<https://tekooneko.com/persebaran-flora-dan-fauna-di-indonesia/>

Pada tahun 1858, Alfred Russel Wallace mengenal pola perbedaan antar satwa pulau di Indonesia. Ia tidak mengira bahwa Kalimantan dan Sulawesi mempunyai jenis burung berbeda meski tidak dipisahkan oleh pembatas utama seperti fisik dan iklim. Berdasar pengamatannya, pada tahun 1859, Wallace menetapkan dua wilayah utama dengan menggambar garis batas di sebelah timur Kalimantan dan Bali, memisahkan satwa bagian barat dan timur.

Garis tersebut memisahkan wilayah barat atau Oriental (Sumatra, Jawa, Bali, dan Kalimantan) dengan wilayah timur atau Australian (Sulawesi, Papua, Irian Jaya, Maluku, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur).

Selain garis Wallace, kepulauan di Indonesia juga dipisahkan oleh garis Weber yang berada di sebelah timur Sulawesi memanjang ke arah utara ke Kepulauan Aru. Garis tersebut menjadikan Sulawesi merupakan pulau pembatas antara wilayah Oriental dan Australian. Oleh karena itu, Sulawesi merupakan wilayah peralihan.

Berikut merupakan jenis-jenis hewan dan keunikannya pada daerah Oriental, peralihan, dan Australian:

a. Wilayah Oriental

Hewan-hewan yang ada di Indonesia bagian barat (oriental), antara lain orangutan (*Pongo pygmaeus*), harimau jawa (*Panthera tigris sondaicus*), harimau sumatra (*Panthera tigris sumatrae*) yang salah satu habitatnya ada pada hutan bukit rimbang dan bukit baling, buaya muara (*Crocodylus porosus*), gajah (*Elephas maximus*), badak (*Rhinoceros sondaicus*), banteng jawa (*Bos javanicus*), rusa (*Cervus timorensis*), tapir (*Tapirus indicus*), burung rangkong badak (*Buceros rhinoceros*), ikan arwana (*Scleropages formosus*), dan biawak (*Varanus salvator*).



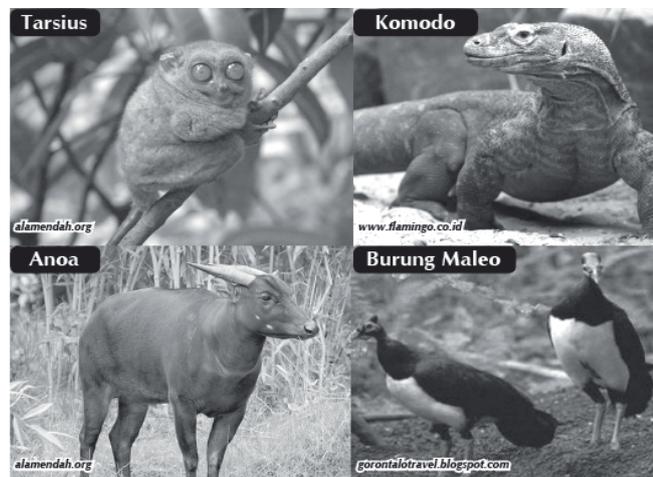
Gambar 3. Fauna Khas Wilayah Oriental

Ciri khas fauna wilayah oriental yakni sebagai berikut:

- 1) Banyak spesies mamalia dengan ukuran tubuh besar (gajah, banteng, harimau, badak).
- 2) Terdapat berbagai jenis primata (mandril, tarsius, orang utan).
- 3) Terdapat berbagai jenis burung (burung-burung oriental memiliki warna tidak semenarik burung daerah Australian, namun memiliki suara lebih merdu, karena umumnya dapat berkicau).
- 4) Terdapat berbagai hewan endemik (badak bercula satu, binturong, kukang, jalak bali, murai mengkilat, dan ayam hutan dada merah)

b. Wilayah Peralihan

Hewan-hewan yang ada wilayah peralihan merupakan hewan-hewan yang tidak ditemui di bagian barat maupun di bagian timur, contoh hewan-hewan yang terdapat di daerah peralihan ini adalah anoa (*Bubalus sp.*), komodo (*Varanus komodoensis*), burung maleo, dan babi rusa (*Babyroussa babyroussa*).



Gambar 4. Fauna Khas Wilayah Peralihan

c. Wilayah Australian

Hewan-hewan yang ada di Indonesia bagian timur (Australis) antara lain burung cendrawasih (*Paradisaea* sp.), burung kasuari (*Casuaris bennetti*), kakatua raja (*Probosciger atterrimus*), nuri (*Psittrichas fulgidus*), kanguru pohon (*Dendrolagus inustus*), kuskus (*Phalanger* sp.), dan walabi (*Macropus agilis*).

Ciri khas fauna wilayah Australian yakni sebagai berikut:

- 1) Banyak hewan berkantung (kanguru, kuskus).
- 2) Mamalia berukuran tubuh kecil.
- 3) Terdapat berbagai jenis burung dengan beranekaragam warna.



Gambar 5. Fauna Khas Wilayah Australian

2. Keunikan Flora di Indonesia

Indonesia memiliki tumbuhan yang tidak kalah beragam. Indonesia memiliki ekosistem yang memiliki tumbuhan yang beranekaragam jenisnya, seperti ekosistem hutan bakau, hutan hujan tropis, padang rumput, dan ekosistem pantai.

Keanekaragaman flora di Indonesia didominasi oleh flora Malesiana yang meliputi daerah Malaysia, Indonesia, Filipina, Papua Nugini, dan Kepulauan Solomon. Wilayah ini terletak di daerah sekitar khatulistiwa. Daerah Malesiana memiliki iklim tropis dan curah hujan yang relatif tinggi. Hutan di Indonesia (seperti wilayah Malesiana) merupakan bioma hutan hujan tropis, yang didominasi oleh:

- a. Pohon dari familia Dipterocarpaceae, yaitu pohon-pohon yang menghasilkan biji bersayap, contohnya: meranti (*Shorea* sp.), keruing (*Dipterocarpus* sp.), kayu ramin (*Gonystylus bancanus*).
- b. Tumbuhan liana (tumbuhan yang memanjat).

Indonesia juga memiliki banyak tumbuhan khas, seperti salak (*Salacca zalacca*), durian (*Durio zibethinus*), kedondong (*Canarium ovatum*), sukun (*Artocarpus altilis*), dan mengkudu (*Morinda citrifolia*). Selain itu, terdapat juga tumbuhan endemik Indonesia yang cukup terkenal, yaitu bunga bangkai (*Rafflesia arnoldii*) dan matoa (*Pometia pinnata*).



Gambar 6. Biji meranti (*Shorea* sp)

<http://gubukktani.blogspot.com/2014/05/pertumbuhan-dan-perkembangan-pohon.html>

3. Keanekaragaman hayati yang bisa ditemukan di kawasan SM Rimbang Baling

Satwa endemik di Pulau Sumatra

a. Cucak kerinci

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Class	: Aves
Ordo	: Passeriformes
Famili	: Pycnonotidae
Genus	: <i>Pycnonotus</i>
Spesies	: <i>Pycnonotus leucogrammicus</i>

Cucak kerinci (*Pycnonotus leucogrammicus*) atau dikenal juga dengan sebutan *Cream-striped Bulbul*. Burung ini dikenal memiliki siulan yang bagus. Burung ini merupakan jenis burung yang hanya ditemukan di Sumatra (endemik). burung ini dapat ditemukan di Kawasan Gunung Kerinci dan Pegunungan Bukit Barisan. Daftar merah IUCN memasukan burung ini dalam resiko punah rendah (*Least Concern*).

b. Rangkong papan

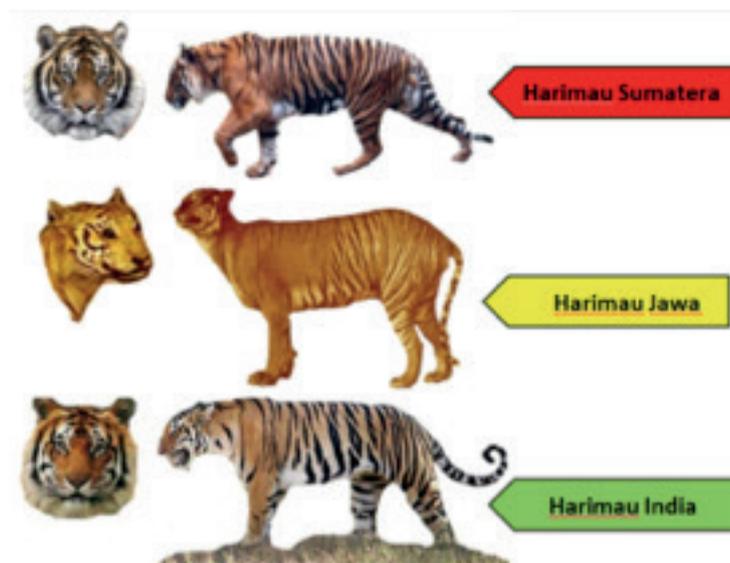
Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Ordo	: Bucerotiformes
Famili	: Bucerotidae
Genus	: <i>Buceros</i>
Spesies	: <i>Buceros bicornis</i>

Kehadiran rangkong merupakan indikator suatu kawasan hutan, adanya rangkong menunjukkan hutan tersebut masih memiliki hutan yang sehat. Rangkong membutuhkan pohon yang tegap dan kuat untuk digunakan sebagai sarangnya. Kehadirannya juga berperan sebagai penyebar benih pohon jenis buah-buahan yang mampu menciptakan keseimbangan ekologi. Namun burung ini keberadaanya semakin menurun karena perburuan, rusaknya habitat, dan burung ini membutuhkan waktu lama relatif lama untuk menghasilkan keturunan. Rangkong papan termasuk dalam daftar merah IUCN dalam katagori hampir Terancam (*Near Threatened*). Di Indonesia dilindungi oleh UU No. 5/1990, PP No. 7/1999.

c. Harimau Sumatra

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Class : Mammalia
Ordo : Carnivora
Famili : Felidae
Genus : *Panthera*
Spesies : *Panthera tigris sumatrae*

Harimau sumatra merupakan satwa endemik Pulau Sumatra. Awal mula populasi hewan ini tersebar mulai dari Aceh, Indragiri, Lumbu Dalam, Sungai Litur, Batang, Jambi, Sungai Siak, Bengkalis, dan Kep. Riau. Namun saat ini jumlahnya telah berkurang seiring makin semitnya habitat mereka dan penyebarannya terbatas. Dalam *Red List book IUCN (The World Conservation Union)*, harimau sumatra terdaftar dengan status terancam punah kritis (*critically endangered*), satwa ini telah dinyatakan sebagai satwa dilindungi undang-undang.



Gambar 7. Variasi pada Harimau

d. Badak Sumatra

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Class : Mammalia
Ordo : Perissodactyla
Famili : Rhinocerotidae
Genus : *Dicerorhinus*
Spesies : *Dicerorhinus sumatrensis*

Pada tahun 1986, spesies ini masuk ke dalam Daftar IUCN sebagai satwa terancam punah (*Endangered*), saat itu diperkirakan jumlah badak sumatra sekitar 400-800 individu. Tahun 1996, status satwa ini turun kembali sebagai amat terancam punah (*Critically Endangered*), jumlahnya diperkirakan tersisa 400 individu. Tahun 2008 jumlah individu terus menurun menjadi 275. Tujuh tahun kemudian, angka resmi menyebut hanya tersisa 100 individu badak sumatra di dunia. Penurunan jumlah individu ini dipengaruhi

rendahnya reproduksi jenis ini, perburuan dan jerat yang tinggi.

e. Gajah Sumatra

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Class	: Mammalia
Ordo	: Proboscidea
Famili	: Elephantidae
Genus	: Elephas
Spesies	: <i>Elephas maximus sumatranus</i>

Saat ini keberadaan gajah sumatra semakin terancam dimana jumlah populasinya terus mengalami penurunan. Berkurangnya populasi gajah di alam selain karena adanya perburuan, juga disebabkan oleh semakin berkurangnya luasan habitat gajah. Berdasarkan salah satu survey yang dilakukan pada tahun 2007, populasi satwa ini di seluruh Pulau Sumatra tinggal 2400-2800 ekor yang tersebar di tujuh provinsi yaitu Nanggroe Aceh Darussalam, Sumatra Utara, Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatra Selatan dan Lampung. Bahkan diyakini sejak 2007 satwa ini telah menghilang dari Kawasan Taman Nasional Bukit Duabelas. Dalam *Red List Book IUCN (The World Conservation Union)*, gajah sumatra terdaftar dengan status terancam punah (*endangered*), sementara itu CITES (*Convention on International Trade of Endangered Fauna and Flora/Konvensi tentang Perdagangan International Satwa dan Tumbuhan*) mengategorikan satwa ini dalam kelompok Appendix I. Di Indonesia sendiri, sejak tahun 1931 (Ordunansi Perlindungan Binatang Liar), satwa ini telah dinyatakan sebagai satwa dilindungi undang-undang.

f. Ikan Selais

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Pices
Ordo	: Siluriformes
Famili	: Siluridae
Genus	: <i>Kryptopterus</i>
Spesies	: <i>Kryptopterus lais</i> (Bleeker, 1851)

Ikan selais memiliki penyebutan lain untuk yaitu ikan lele kaca dari Asia. Ikan ini merupakan endemik air tawar yang banyak terdapat di Sungai Kampar, Kuantan, Rokan, Inderagiri, dan Segati. Ikan ini masuk ke dalam Genus *Kryptopterus*. Ikan ini dijadikan maskot Provinsi Riau, Tugu Ikan Selais Tiga Sepadan dapat dilihat di Jalan Jenderal Sudirman.

g. Orangutan Sumatra

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Class	: Mammalia
Ordo	: Primata
Famili	: Homnidae
Genus	: <i>Pongo</i>
Spesies	: <i>Pongo abeli</i>

Orangutan sumatra (*Pongo abelii*) merupakan salah satu hewan endemik yang hanya ada di Sumatra. Orangutan sumatra hanya terbatas menempati bagian utara pulau Sumatra, berdasarkan data dari IUCN Red List, populasi terbesar dijumpai di Aceh. Keberadaan hewan mamalia ini dilindungi Undang-Undang 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya dan digolongkan sebagai '*Critically Endangered*' oleh IUCN. Ancaman terbesar yang tengah dialami oleh orangutan adalah habitat yang semakin sempit karena kawasan hutan hujan beralih fungsi.

D. Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati di Indonesia sangat tinggi. Akan tetapi keanekaragaman hayati ini dapat berkurang karena aktivitas manusia. Kegiatan manusia terhadap dapat berdampak negatif bagi keanekaragaman hayati ini. Manusia melakukan banyak kegiatan dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Terkadang kegiatan yang dilakukan tersebut dapat berakibat buruk terhadap keanekaragaman hayati. Contoh kegiatan manusia yang berakibat buruk terhadap keanekaragaman hayati antara lain sebagai berikut:

1. Perubahan hutan menjadi tempat pemukiman, pertanian, pertambangan, pabrik, dan jalan raya akibat semakin bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya kebutuhan masyarakat. Pembukaan hutan ini secara otomatis akan mengurangi keanekaragaman hayati karena hutan yang merupakan rumah bagi jutaan organisme menjadi lenyap.
2. Perburuan liar, penangkapan ikan dengan menggunakan pukat harimau, penangkapan ikan dengan bom, dan perusakan terumbu karang merupakan kegiatan-kegiatan manusia yang secara langsung dapat merusak keanekaragaman hayati.
3. Industrialisasi, selain menyebabkan polusi, industrialisasi juga mengambil lahan yang cukup besar untuk aktivitas manusia sehingga mengurangi habitat hewan dan tumbuhan.
4. Introduksi spesies eksotik. Hal ini mengakibatkan spesies tertentu menjadi tersisihkan, sehingga spesies tertentu tersebut jarang digunakan, yang akhirnya terlupakan.

Agar keanekaragaman hayati tetap terjaga, maka manusia perlu melakukan upaya pemeliharaan keanekaragaman hayati. Berikut merupakan upaya pelestarian keanekaragaman hayati yang dapat dilakukan:

1. Pemuliaan, yaitu usaha membuat varietas unggul dengan cara melakukan perkawinan silang menghasilkan variasi baru (meningkatkan keanekaragaman gen).
2. Reboisasi (penghijauan), dapat meningkatkan keanekaragaman hayati. Adanya tumbuhan berarti memberikan lingkungan yang lebih baik bagi organisme lain.
3. Pembuatan taman-taman kota, yaitu memberikan keindahan dan lingkungan lebih nyaman, serta dapat meningkatkan keanekaragaman hayati.

Upaya pelestarian keanekaragaman hayati juga dapat dilakukan dengan perlindungan alam secara *in-situ* dan *ex-situ*. Pelestarian *in-situ* merupakan pelestarian alam yang dilakukan di habitat aslinya. Pelestarian ini dapat berupa pembuatan taman wisata, taman nasional, dan hutan lindung. Yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian hayati dengan cara *in situ* adalah sebagai berikut:

1. Pelestarian Lahan

Indonesia memiliki luas daratan hingga 190,9 juta hektar. Hal ini membuat sumber daya lahan bagi bangsa Indonesia merupakan sumber daya yang strategis untuk menunjang kehidupan dan meningkatkan kemakmuran yang merupakan tumpuan hidup sebagian besar penduduk untuk melakukan berbagai kegiatan produktif, seperti kegiatan pertanian. Lahan juga berperan penting dalam menyangga lingkungan, seperti mengendalikan siklus air dan menjaga keseimbangan komposisi udara di dalam atmosfer. Di Indonesia lahan kering dan lahan basah mempunyai nilai strategis untuk dikembangkan. Kegiatan yang dapat dilaksanakan antara lain: Memaksimalkan pemafaatan sumber daya lokal, Perluasan pembangunan pertanian melalui pengembangan teknologi.

Pelestarian lahan merupakan suatu usaha untuk pencegahan lahan agar tidak terdegradasi. Sehingga perlu pengaturan dengan memperhatikan karakteristik lahan tersebut. Masalah yang paling sering ditemui di Indonesia adalah pencucian tanah dan erosi karena Indonesia berada pada wilayah dengan curah hujan yang tinggi dan lahan-lahannya berada pada tingkat kemiringan yang curam.

2. Cagar alam

Cagar alam merupakan bagian dari kawasan suaka alam, suatu kawasan dapat ditetapkan sebagai kawasan cagar alam karena memiliki kekhasan flora, fauna, dan ekosistemnya. Flora, fauna yang dilindungi berada di dalam ekosistem alami dan tanpa campur tangan manusia. Indonesia telah menetapkan 237 kawasan sebagai Cagar Alam yang ada di daratan amupun perairan.

3. Suaka Margasatwa

Kawasan Suaka Margasatwa merupakan kawasan yang dikhususkan untuk konservasi fauna, baik karena kawasan tersebut memiliki keanekaragaman fauna, baik karena kawasan tersebut memiliki keanekaragaman fauna yang tinggi ataupun karena memiliki jenis fauna yang unik dan khas. Kriteria dari Suaka Margasatwa adalah:

- Tempat hidup dan perkembangbiakan dari jenis fauna yang perlu dilakukan upaya konservasi
- Habitat dari suatu jenis fauna langka dan atau dikhawatirkan akan punah,
- Memiliki keanekaragaman dan populasi fauna yang tinggi,
- Tempat hidup bagi jenis fauna migran tertentu
- Luasan yang cukup sebagai habitat jenis fauna yang bersangkutan.

Salah satu suaka margasatwa yang cukup terkenal di Indonesia adalah Suaka Margasatwa Bukit Rimbang - Bukit Baling, disingkat SMRBRB, yang ada di Provinsi Riau. Luas area tersebut menurut Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Riau (BBKSDA Riau) adalah 136.000 Ha. Secara administrasi, SMRBRB berada di Kecamatan Kampar Kiri Hulu, Kabupaten Kampar dan Kecamatan Singingi, Kabupaten Kuantan Singingi. Potensi yang ada di kawasan ini adalah berupa Flora dan Fauna yang unik seperti berikut:

Flora

- Meranti (*Shorea* sp.)
- Kempas (*Koompassia malaccensis*)
- Balam (*Palaquium* spp.)
- Rotan (*Calamus* sp.)
- Durian Hutan (*Durio* sp.)
- Terentang (*Camponotus* spp.)

Fauna

- Macan Dahan (*Neofelis nebulosa*)
- Rusa (*Cervus* sp.)
- Siamang (*Hylobates syndactylus*)
- Babi Hutan (*Sus scrofa*)
- Harimau Sumatra (*Panthera tigris Sumatrae*)
- Kancil (*Trigulus javanicus*)
- Kukang (*Nycticebus coucang*)
- Lutung (*Trachypithecus auratus*)

4. Taman Nasional

Taman Nasional adalah kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli, dikelola dengan sistem zonasi yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, pariwisata, dan rekreasi. Pengertian ini terdapat di dalam Undang-Undang No.5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya. Di Indonesia ada 50 Kawasan Taman Nasional, dengan enam di antaranya telah ditetapkan sebagai Cagar Biosfer. Cagar Biosfer adalah suatu kawasan konservasi ekosistem baik daratan maupun pesisir yang mempunyai kriteria sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan sebagai kawasan konservasi lanskap, ekosistem, jenis, dan plasma nutfah
2. Dapat meningkatkan pembangunan ekonomi secara berkelanjutan baik ekologi maupun budaya
3. Dapat dijadikan sebagai kawasan penelitian, pemantauan, pendidikan dan pelatihan yang berhubungan dengan konservasi dan pembangunan berkelanjutan baik secara lokal, regional, nasional dan internasional.

Di Riau, terdapat Taman Nasional Bukit Tiga Puluh dan Taman Nasional Tesso Nilo. Kawasan TN Bukit Tigapuluh memiliki luas kurang lebih 508.000 Ha yang berupa dataran rendah dan hutan perbukitan. Bagian lain taman nasional ini juga berada di Provinsi Jambi. Hutan ini menjadi tempat perlindungan terakhir bagi tiga dari empat satwa kunci Sumatra yaitu orangutan sumatra, gajah sumatra, harimau Sumatra, badak Sumatra, tapir asia, beruang madu, dan berbagai spesies burung yang terancam. Kawasan ini juga dinyatakan

sebagai salah satu dari kawasan prioritas global untuk konservasi harimau oleh pakar harimau global pada tahun 2006. Selain itu, kawasan ini juga dijadikan daerah konservasi bagi proyek pelepasliaran orangutan sumatra. Di kawasan Bukit Tiga Puluh terdapat Suku Asli Talang Mamak dan Orang Rimba (Suku Kubu). Talang Mamak merupakan suku yang berdiam di Bukit Tiga Puluh. Sedangkan Suku Orang Rimba hidup nomaden di wilayah Jambi.

Taman Nasional Tesso Nilo adalah kawasan hutan hujan dataran rendah yang merupakan sub-DAS aliran Sungai Tesso dan Nilo. Taman nasional ini memiliki luas 38.576 Ha yang berada di Kabupaten Pelalawan, Indra Giri Hulu, Kuantan Singingi, dan Kampar. Taman nasional ini diresmikan pada tanggal 19 Juli 2004 dan mengalami perluasan pada 19 Oktober 2009 menjadi kurang lebih 83.068 Ha. Taman Nasional Tesso Nilo memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Di kawasan ini terdapat 360 jenis flora yang tergolong dalam 165 marga dan 57 suku, 107 jenis burung, 23 jenis mamalia, tiga jenis primata, 50 jenis ikan, 15 jenis reptilian dan jenis amfibia. Tesso Nilo juga adalah salah satu sisa hutan dataran rendah yang menjadi habitat bagi satwa gajah sumatra dan harimau sumatra.

5. Taman Hutan Raya

Berdasarkan UU RI nomor 5 tahun 1990 tentang konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya disebutkan bahwa taman hutan raya adalah kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan/atau satwa yang alami atau buatan, jenis asli atau bukan asli, yang dimanfaatkan bagi kepentingan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, budaya, pariwisata, dan rekreasi. Di Indonesia terdapat 22 kawasan taman hutan raya. Suatu kawasan ditetapkan sebagai taman hutan raya harus memiliki kriteria sebagai berikut:

- Memiliki ekosistem yang khas baik ekosistem asli maupun buatan
- Memiliki daya tarik berupa keindahan alam dan atau gejala alam
- Memiliki daya tampung yang luas dalam rangka koleksi tumbuhan atau satwa baik lokal maupun introduksi.

Konservasi *ex-situ* merupakan suatu strategi pelestarian keanekaragaman hayati di luar wilayah alami atau habitatnya (Indrawan et al., 2012). Tujuan jangka panjang dari konservasi ini adalah untuk membentuk populasi di alam, begitu jumlah individu spesies tersebut mencukupi dan habitat yang sesuai tersedia. Beberapa fasilitas konservasi *ex-situ* adalah kebun binatang, akuarium, dan penangkaran serta berbagai program penangkaran. Untuk tumbuhan dipelihara dalam kebun raya, arboretum, dan bank biji. Populasi *ex-situ* juga dapat berperan memberikan informasi kepada masyarakat umum mengenai pentingnya upaya konservasi, baik terhadap spesies tersebut, maupun spesies terancam punah lain di alam. Kekurangan dari konservasi *ex-situ* adalah membutuhkan biaya yang besar. Selain itu, konservasi *ex-situ* hanya terfokus kepada satu atau beberapa spesies saja.

6. Lubuk Larangan

Sementara beberapa contoh pelestarian *in-situ* dilakukan, masyarakat lokal pada desa-desa yang berada di sepanjang Sungai Subayang sudah memiliki kearifan lokal yang juga secara tidak langsung dapat menjaga ekosistem sungai. Seperti pada Lubuk Larangan yang

diterapkan di beberapa desa. Lubuk Larangan ini menjadi tempat ikan untuk terus berpijah dan berkembang biak tanpa diganggu oleh manusia dalam kurun waktu tertentu

Lubuk Larangan adalah suatu kawasan di Sungai Subayang yang dijadikan sebagai daerah terlarang bagi masyarakat untuk menangkap ikan. Kawasan Lubuk Larangan biasanya sekitar 500 meter dipilih di daerah yang lebih dalam dibanding daerah lain di sepanjang aliran sungai. Tujuan dibentuknya Lubuk Larangan salah satunya adalah untuk memenuhi Kas desa atau dapat juga dipergunakan untuk kepentingan sekolah, dusun, masjid, dan lain-lain. Desa-desa di Kampar Kiri Hulu saling mencontoh/mengadaptasi untuk membuat Lubuk Larangan. Batas-batas Lubuk Larangan menggunakan tali berumbai, sebelumnya batas menggunakan papan bertulisan. Sanksi yang diberlakukan adat jika diketahui menangkap ikan di lokasi Lubuk Larangan mulanya adalah satu *sac* semen, namun pada saat ini hanya dibiarkan dan warga percaya Tuhan Yang Maha Esa yang akan membalasnya di waktu yang akan datang (karma). Sepanjang masa hingga saat ini belum ada orang yang melanggar aturan tersebut secara sengaja.

Proses diperbolehkannya memanen atau menangkap ikan di Lubuk Larangan akan tiba waktunya apabila adanya keputusan dan kesepakatan dari Musyawarah Adat. Pemanenan dilakukan setahun sekali, waktu yang dipertimbangkan dalam membuka Lubuk Larangan biasanya menjelang *Idul Fitri*, pada musim kemarau, ada keperluan desa dan pada saat mengadakan acara di Desa Aur Kuning. Pemilihan hari pembukaan Lubuk Larangan harus berbeda hari dengan desa lain karena desa lain juga diundang untuk ikut serta dalam kegiatan. Penangkapan ikan di dalam Lubuk Larangan tidak diperkenankan untuk memakai alat yang bersifat memusnahkan ikan, seperti racun. Alat yang diperkenankan untuk di pakai yaitu jaring, jala dan senapan dengan anak panah besi (mirip *harpoon*).

Lubuk Larangan di Desa Aur Kuning mulai diterapkan pada tahun 1981. Posisi Lubuk Larangan di Aur Kuning pada saat ini ada tiga, namun berdasarkan penuturan *Ninik Mamak* sebelumnya terdapat empat Lubuk Larangan. Lubuk Larangan yang keempat tersebut merupakan milik pemuda, namun tali pembatas Lubuk tersebut putus secara alami dan putus pula keberadaan Lubuk Larangan tersebut. Tiga Lubuk Larangan yang aktif tersebut adalah dua milik desa/ninik mamak dan satu milik dusun.

Acara pembentukan Lubuk Larangan:

Setelah ditentukan kesepakatan hari yang sesuai oleh *Ninik mamak* (pemangku adat), maka pemuda dan masyarakat bersama-sama mempersiapkan lokasi, yaitu dengan membentuk pagar di sekitar Lubuk Larangan yang berfungsi untuk tempat menempelnya jaring yang terbuat dari benang atau tali plastik. Pemasangan jaring berfungsi untuk menghambat ikan-ikan yang ada di Lubuk Larangan agar tidak ada yang akan lari keluar sewaktu proses panen dilakukan.

Pada saat acara pembukaan, warga berkumpul ke lokasi Lubuk Larangan. Acara dibuka secara resmi oleh *Ninik Mamak*, kemudian kesenian *Calempong* ditabuh. Selanjutnya *Ninik Mamak* turun ke Sungai (Lubuk Larangan) untuk melakukan campak pertama (lempar jala

pertama), ikan pertama yang tertangkap kemudian dibacakan salawat tiga kali. Ikan dipotong menjadi dua bagian (kepala dan badan). Bagian kepala dibuang ke darat dan bagian badan dibuang ke air. Konon ikan yang dibuang tersebut tidak dapat ditemukan lagi setelah dibuang.

Untuk pembagian hasil, hasil dibagikan berdasarkan "*andel*". Ikan yang dibagi yang berukuran di bawah ½ Kg. Pelelangan dilakukan terhadap ikan yang berukuran di atas ½ Kg. Dalam sekali membuka Lubuk Larangan, dapat menghasilkan uang sekitar 10-30 juta rupiah dengan harga ikan lelangan mencapai 500 ribu rupiah per ekor.

Sementara itu, pelestarian *ex-situ* merupakan pelestarian alam yang dilakukan bukan di habitat aslinya. Contoh pelestarian *ex-situ* adalah kebun koleksi, kebun botani, kebun binatang, dan kebun plasma nutfah.

1. Kebun Binatang

Pengelolaan kebun binatang memiliki tujuan utama menampung dan menangkarkan populasi satwa langka maupun terancam punah untuk jangka waktu yang panjang. Fokus utama kebun binatang adalah vertebrata besar seperti mamalia karena memiliki daya tarik tersendiri untuk khalayak ramai dan mendatangkan pemasukan dana bagi kebun binatang. Dana ini nantinya akan digunakan untuk konservasi dalam upaya pelestarian di alam bebas. Kebun binatang ini juga akan memberikan informasi mengenai ekologi dan ancaman terhadap spesies langka di alam bebas, serta mengembangkan program penelitian yang mendukung pelestarian spesies di alam bebas. Di Riau terdapat kebun binatang yang bernama Kebun Binatang Kasang Kulim. Kebun binatang ini berada di Kabupaten Kampar.

2. Akuarium

Akuarium merupakan tempat sejenis kebun binatang, namun lebih terfokus kepada hewan yang hidup di perairan. Akuarium berperan penting bagi konservasi hewan laut yang genting dan terancam punah. Akuarium memiliki program penangkaran menggunakan berbagai fasilitas baik dalam ruangan, kolam air semi alami, maupun fasilitas pembiakan ikan. Program ini juga turut membantu dalam memahami penanganan spesies yang masih umum dijumpai yang dapat digunakan untuk membantu program konservasi spesies yang telah langka.

3. Kebun Raya

Kebun raya menyimpan berbagai koleksi tumbuhan hidup serta merupakan sumber penting untuk upaya pelestarian tetumbuhan. Kebun raya ini memainkan peran penting dalam riset dan pemberian pelatihan, terutama konservasi tumbuhan dan holtikultur. Koleksi tumbuhan hidup serta spesimen kering dalam kebun raya merupakan sumber informasi terbaik mengenai sebaran tumbuhan dan kebutuhan habitatnya. Di Indonesia, terdapat sejumlah kebun raya yang mewakili berbagai flora hutan tropika humida dataran rendah dan tinggi. Salah satu yang terkenal adalah Kebun Raya Bogor yang berlokasi di Bogor, Jawa Barat.

4. Bank Benih

Kebun raya tidak hanya menumbuhkan tanaman, namun bersama institusi penelitian membangun koleksi benih yang disebut bank benih (*seed bank*). Benih merupakan cadangan penting bagi koleksi hidup tanaman budidaya. Sebagian benih berasal dari alam dan sebagian

berasal dari tanaman budidaya. Sebelum dikecambahkan, kebanyakan benih disimpan dalam kondisi dingin dan kering di bank benih untuk jangka waktu yang panjang. Hal ini dikarenakan benih atau biji memiliki kemampuan untuk dormansi atau ‘tidur’ sebelum ada faktor tertentu yang dapat membuat biji tersebut berkecambah seperti air dan cahaya. Namun terdapat juga benih yang tidak memiliki masa dorman dan tidak tahan terhadap penyimpanan yang dingin. Benih yang tidak memiliki masa dorman tersebut memiliki alternatif ditanam langsung di kebun. Masalah yang dihadapi oleh bank benih adalah kalau listrik padam, peralatan rusak, atau fasilitas tersebut kehabisan dana, maka seluruh koleksi beku dapat terancam.

E. Manfaat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati dalam kehidupan sehari-hari oleh manusia dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, di antaranya kebutuhan sandang, pangan, dan papan. Pemanfaatan untuk kebutuhan, pangan atau sebagai bahan makanan, contohnya sebagai sayuran, buah-buahan, dan daging. Adapun untuk kebutuhan sandang sebagai bahan pakaian. Contohnya kapas, bulu hewan, dan kulit hewan. Pemanfaatan untuk pemenuhan kebutuhan papan atau tempat tinggal, contohnya kayu jati, meranti, dan albasia.

Selain dimanfaatkan untuk sandang, pangan, dan papan, pemanfaatan keanekaragaman hayati dapat digunakan untuk obat-obatan dan kosmetik. Indonesia dengan hutan tropisnya menyimpan banyak potensi tanaman obat. Seperti pada masyarakat Riau, terutama disekitar wilayah Kecamatan Gema. Masyarakatnya banyak memanfaatkan tumbuhan sekitar untuk hal-hal tertentu dalam keseharian. Contohnya adalah sebagai berikut :

1. Pohon Sialang

Sialang adalah nama yang digunakan oleh masyarakat di Riau untuk menandai pohon tersebut sebagai tempat bersarang koloni lebah madu hutan. Jenis pohon yang biasanya menjadi Sialang, umumnya berbeda-beda jenis. Pohon yang menjadi Sialang biasanya berukuran besar, tinggi menjulang, umumnya relatif tinggi dari pohon-pohon lain di sekitarnya. Pohon ini sangat berguna untuk lebah madu bersarang sehingga membantu masyarakat untuk tetap dapat memanen madu hutan.

Berikut adalah tabel yang berisi jenis pohon yang menjadi Sialang untuk bersarang lebah madu.

Tabel 5. Jenis pohon yang menjadi Sialang.

No.	Nama Ilmiah Pohon	Nama Lokal
1	<i>Dipterocarpus sp.</i>	pohon keruing atau makaluang
2	<i>Shorea sp.</i>	pohon meranti
3	<i>Artocarpus elasticus</i>	pohon terap atau toro
4	<i>Alstonia sp.</i>	pohon pulai
5	<i>Dyera costulata</i>	batang jelutung
6	<i>Swintonia floribunda</i>	pohon rengas
7	<i>Koompassia malaccensis</i>	pohon kempas
8	<i>Tristaniopsis sp.</i>	pohon pelawan
9	<i>Octomeles sumatrana</i>	pohon benuwang
10	<i>Artocarpus maingayi</i>	pohon cempedak air

Selain dengan adanya jenis pohon yang dapat menjadi Sialang untuk bersarang lebah madu, ada juga beberapa pohon yang harus dijaga kelestariannya karena pohon tersebut menjadi sumber pakan dari lebah madu. Diantaranya ada pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Pohon yang menjadi pakan lebah madu

No.	Nama Ilmiah Pohon	Nama Lokal
1	<i>Sarcotheca griffithii</i> Hk.F	Belimbing hutan
2	<i>Ceripostagal</i> (Perr.) C.B. Rob.	Kayu Soda (Soga)
3	<i>Porteandia anisophylla</i> Jack	Tinjau belukar
4	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Jeruk manis
5	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swing	Jeruk nipis/sambel
6	<i>Madhuca utilis</i> Lam	Bitis
7	<i>Palaquium</i> sp..	Balam
8	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambutan
9	<i>Eurycoma longifolia</i> Jack	Pasak Bumi
10	<i>Solanum torvum</i> Swartz	Rimbang

2. Tumbuhan yang berfungsi sebagai tanaman obat

Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi kesehatan makhluk hidup disekitarnya. Lingkungan yang baik mampu memberikan dampak yang baik, begitu pula sebaliknya lingkungan yang buruk mampu menimbulkan dampak yang buruk seperti timbulnya penyakit yang dapat menyerang anak-anak hingga dewasa. Kondisi ini juga berlaku bagi masyarakat yang tinggal di sepadan sungai, mereka kerap menderita gangguan saluran pencernaan dan kulit. Hal ini dapat disebabkan pola hidup maupun lingkungan yang kurang sehat, contohnya kebiasaan masyarakat menggunakan sungai sebagai kebutuhan MCK.

Tabel 7. Daftar tanaman obat dan cara penggunaan di kawasan SM Rimbang Baling.

No	Keluhan	Nama Ilmiah	Nama Lokal	Cara Penggunaan
1	Ambeien	<i>Platyserium bifurcatum</i>	Paku tanduk rusa	Daun ditumbuk, kemudian ditempelkan ke dubur
		<i>Achras zapota</i>	Sawo	Buah yang sudah matang dimakan
2	Asma	<i>Enhydra fluctuans</i>	Sikorau	Daun sikorau, kumpai, dan sidingin direbus, airnya dicampur dengan air kelapa dan diminum
3	Batuk	<i>Costus sp.eciosus</i>	Sitawar	Daun ditambah madu dan air jeruk, kemudian diminum
		<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambu kuning	Air dalam bambu diminum
		<i>Citrus aurantiifolia</i>	Jeruk nipis	Air perasan buah ditambah madu, diminum
		<i>Citrus aurantium</i>	Limau jambu	Air perasan buah ditambah madu, diminum
		<i>Zingiber officinale</i>	Jahe	Rimpang direbus, airnya diminum
4	Bisul	<i>Melastoma cf. polyanthum</i>	Taktimah	Daun ditumbuk, kemudian ditempel di sekeliling bisul

5	Cacar air	<i>Pometia pinnata</i>	Kasai	Daun diremas dengan air, kemudian airnya dioleskan ke badan
		<i>Cocos nucifera</i>	Kelapa	Air buah yang masih muda diminum dan dioles ke tubuh
		<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Bunga raya	Daun diremas dengan air, kemudian airnya diusapkan ke badan
		<i>Piper caninum</i>	Sirih badak	Daun diremas dengan air, kemudian airnya dioleskan ke badan
		<i>Areca catechu</i>	Pinang	Buah yang sudah masak dibakar, kemudian dimasukkan ke air, airnya diminum
		<i>Psidium guajava</i>	Jambu biji	Daun muda diberi sedikit garam kemudian dimakan
		<i>Achras zapota</i>	Sawo	Bunga direbus, airnya diminum
		<i>Coleus atropurpureus</i>	Piladang	Daun dilewatkan ke api, kemudian ditempelkan pada kulit yang gatal
		<i>Cassia alata</i>	Gelinggang	Daun diremas dengan air atau minyak atau sirih kapur, kemudian dioleskan ke badan
6	Hipertensi	<i>Averrhoa bilimbi</i>	Belimbing beras	Daun diremas dengan air, kemudian airnya diminum
		<i>Morus sp.</i>	Daun hipertensi	Daun direbus, kemudian airnya diminum
7	Iritasi mata	<i>Tetracera scandens</i>	Inggiran balam	Batang dihancurkan, airnya dioleskan ke badan dan pada mata yang terkena iritasi
8	Kudis dan kurap	<i>Cassia alata</i>	Gelinggang	Daun diremas dengan air atau minyak atau sirih kapur, kemudian dioleskan ke badan
9	Kurang nafsu makan	<i>Mimosa pudica</i>	Sikojuik	Daun dan batang ditumbuk, dimakan dengan beras ketan
10	Maag	<i>Carica papaya</i>	Pepaya	Daun muda diremas dengan air, kemudian airnya diminum.
11	Malaria	<i>Sambucus javanica</i>	Molu	Bijinya dimakan langsung 5-10 butir sehari
12	Masuk angin	<i>Morinda citrifolia</i>	Pace	Buah ditumbuk, diperas, airnya diminum
13	Mata katarak	<i>Isotoma longiflora</i>	Sitarak	Bunga dicelupkan ke air, kemudian airnya diteteskan ke mata
14	Nyeri haid	<i>Piper betle</i>	Sirih	Daun direbus, airnya diminum
15	Panas dalam	<i>Codiaeum variegatum</i>	Puring mas	Daun diremas dengan air, kemudian airnya diusapkan ke badan

3. Tumbuhan pangan di kawasan SM Rimbang Baling

Bagian tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan meliputi buah, bunga, batang, rizoma atau umbi, dan daun. Pemanfaatan dapat berupa sayur, buah, bumbu dan panganan sekunder. Di kawasan Suaka Marga Satwa Rimbang Baling, masyarakat memanfaatkan banyak jenis tumbuhan yang ada di sekitarnya sebagai olahan pangan (tabel 8).

Tabel 8. Tumbuhan yang diolah menjadi panganan.

No	Nama Ilmiah	Nama Lokal (Bhs. Melayu)	Kategori bahan pangan *)	Bagian tumbuhan yang digunakan
1	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Bayam	SY	Daun
2	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	Ambacang	BU	Buah
3	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangga	BU	Buah
4	<i>Mangifera</i> sp.	Kunangan	BU	Buah
5	<i>Annona muricata</i> L.	Sirsak	BU	Buah
6	<i>Arenga pinnata</i> (Wurmb) Merr.	Enau	BU	Buah
7	<i>Cocos nucifera</i> L.	Kelapa	SY	Buah
8	<i>Calamus</i> sp.	Rotan air	SY	Daun muda
9	<i>Brassica rapa</i> L.	Sawi	SY	Daun
10	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Nanas	BU	Buah
11	<i>Canna indica</i> L.	Umbi kalin	PS	Umbi
12	<i>Carica papaya</i> L.	Pepaya	SY, BU	Daun dan bunga
13	<i>Garcinia atroviridis</i> Griff. ex T. Anderson	Asam gelugur	BU	Buah
14	<i>Garcinia mangostana</i> L.	Manggis	BU	Buah
15	<i>Ipomea aquatica</i> Forssk.	Kangkung	SY	Daun
16	<i>Ipomoea batatas</i> L.	Ubi jalar	PS	Umbi
17	<i>Luffa acutangula</i> (L.) Roxb.	Gambas	SY	Buah
18	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl.	Labu air	SY	Buah dan daun
19	<i>Momordica charantia</i> L.	Pare	SY	Buah
20	<i>Cucumis sativus</i> L.	Timun	SY	Buah
21	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Singkong	PS, SY	Umbi dan daun
22	<i>Archidendron pauciflorum</i> (Benth.) I.C.Nielsen	Jengkol	SY	Buah
23	<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) I.C.Nielsen	Kabau	SY	Buah
24	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Kacang panjang	SA	Buah
25	<i>Parkia sp. eciosa</i> Hassk.	Petai	SY	Buah
26	<i>Gnetum</i> sp.	Seminyak	SY	Daun
27	<i>Molineria latifolia</i> (Dryand) Herb. ex Kurz	Kutari	BU	Buah
28	<i>Ocimum tenuiflorum</i> L.	Kemangi	SY	Daun
29	<i>Durio zibethinus</i> Rumph. Ex Murray	Durian	BU	Buah
30	<i>Ficus racemosa</i> L.	Jambu	SY	Buah
31	<i>Artocarpus integra</i> Merr.	Nangka	SY, BU	Buah
32	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	Pandan harum	BM	Daun
33	<i>Passiflora foetida</i> L.	Markisa	BU	Buah
34	<i>Sauropus androgynus</i> L.	Katuk	SY	Daun
35	<i>Baccaurea motleyana</i>	Rambai	BU	Batang
36	Mull.Arg.			

37	<i>Baccaurea macrocarpa</i>	Tampui	BU	Buah
39	<i>Dendrocalamus asp.er</i> (Schult.f.) Backer ex Heyne	Bambu petung	SY	Bambu muda
40	<i>Zea mays L.</i>	Jagung	PS	Buah
41	<i>Cymbopogon citratus (D.C.) Stapf</i>	Serai	BM	Daun dan batang
42	<i>Citrus hystrix D.C.</i>	Jeruk purut	BM	Buah
43	<i>Dimocarpus longan Lour.</i>	Kelengkeng	BU	Buah
44	<i>Capsicum annuum L.</i>	Cabai	BM	Buah
45	<i>Solanum sp..</i>	Imbang petani	SY	Buah
46	<i>Solanum torvum Sw.</i>	Rimbang	SY	Buah
47	<i>Solanum melongena L.</i>	Terong	SY	Buah
48	<i>Solanum lycopersicum L.</i>	Tomat	SY	Buah
49	<i>Zingiber officinale Roscoe</i>	Jahe	BM	Rizoma
50	<i>Curcuma domestica Val.</i>	Kunyit	BM	Rizoma
51	<i>Alpinia galanga (L.) Willd.</i>	Lengkuas	BM	Rizoma
52	<i>Globba cf. leucantha Miq.</i>	Silome	BU	Buah

*) Keterangan: Katagori bahan pangan: (PS) Pangan sekunder, (SY) Sayur, (BU) Buah, dan (BM) Bumbu

4. Tumbuhan dalam Upacara adat Di Kawasan SM Rimbang Baling

Dalam upacara adat, tumbuhan merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan, dan beberapa diantaranya merupakan syarat wajib dalam upacara adat. Masyarakat Suku Melayu Daratan yang masih menggunakan tumbuhan untuk upacara adat seperti upacara pernikahan, kehamilan, persalinan, khitanan dan acara mandi balimau. Contoh upacara adat yang menggunakan tumbuhan:

a. Upacara Adat Mandi Balimau

Mandi Balimau merupakan acara yang dilakukan dalam menyambut bulan suci Ramadhan dengan mandi bersama menggunakan air limau (*Citrus aurantifolia*). Dalam upacara ini digunakan pula beberapa jenis tumbuhan, yaitu limau, kembang tujuh rupa dan beras (*Oryza sativa*) yang direndam dalam air kemudian digiling halus. Semua jenis ramuan ini kemudian direbus dengan air dan digunakan untuk Mandi Balimau. Selain aneka tumbuhan tersebut, juga digunakan pandan (*Pandanus tectorius*) dan pinang sebagai pelengkap dan simbolisasi di upacara adat Mandi Balimau.

b. Upacara Khitan

Dalam upacara khitan, dukun adat menggunakan pelepah rotan (*Dendrocalamus asp.er*) yang sebelumnya sudah diolesi menggunakan rimpang kunyit (*Curcuma longa*) untuk memotong *preputium* (kulup). Selama proses khitanan diperlukan beberapa tumbuhan sebagai pelengkap dan simbolisasi bersyukur, yaitu buah pinang, daun sirih hijau, daun tembakau, daun gambir, batang pisang, dan getah kemenyan (*Styrax benzoin*). Setelah sang anak dikhitan, maka para dukun akan memberi ramuan yang dibuat dari buah *Garcianan sizygiifolia*, daun bangle (*Zingiber purpureum*) dan daun sirih (*Piper betle*) untuk mempercepat penyembuhan luka. Apabila semua prosesi khitan telah selesai

dilakukan sang anak akan diarak keliling kampung menggunakan batang pisang (*Musa paradisiaca*).

F. Pentingnya menjaga keanekaragaman hayati

Indonesia merupakan negara mega-biodiversitas karena memiliki hutan tropis dengan tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi. Keanekaragaman hayati yang tinggi tersebut mencerminkan adanya keragaman plasma nutfah yang tinggi pula. Plasma nutfah merupakan sumber daya alam yang sangat penting dan menjadi modal dasar dalam pengembangan kultivar atau jenis baru yang memiliki sifat unggul. Plasma nutfah adalah substansi sebagai sumber sifat keturunan yang terdapat di dalam kelompok organisme. Substansi sifat keturunan inilah yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan untuk menghasilkan organisme jenis baru yang memiliki sifat unggul. Keanekaragaman plasma nutfah yang tinggi merupakan salah satu modal awal untuk dapat dimanfaatkan salah satunya yaitu mendapatkan ketahanan pangan. Tanaman-tanaman pangan dengan sifat unggul dapat dikembangkan dengan kombinasi dari sifat-sifat yang sudah ada saat ini.

Indonesia sebagai negara dengan kekayaan plasma nutfah yang tinggi ternyata mulai luntur. Lunturnya kekayaan plasma nutfah bukan disebabkan karena bencana alam, namun justru karena aktivitas manusia. Kebutuhan dan jumlah penduduk yang meningkat menjadi salah satu alasan utama hilangnya keragaman plasma nutfah di Indonesia.

Pertumbuhan penduduk yang tinggi menyebabkan peningkatan kebutuhan akan tempat tinggal. Hal ini menyebabkan adanya tuntutan perluasan lahan yang dialihfungsikan sebagai pemukiman. Tak jarang lahan yang dimanfaatkan sebagai pemukiman adalah lahan hutan.

Peningkatan kebutuhan penduduk yang terus meningkat juga berdampak pada kegiatan mengeksplorasi dan memanfaatkan tanaman-tanaman untuk diambil buah, getah, ataupun kayunya secara bebas. Selain eksploitasi besar-besaran, adanya perusakan hutan dan konversi hutan menjadi lahan pertanian juga berpengaruh terhadap berkurangnya sumber plasma nutfah tersebut.

Karet dan kelapa sawit merupakan tanaman primadona yang mendasari pengalihfungsian hutan menjadi lahan pertanian. Karet dan kelapa sawit merupakan tanaman yang biasa ditanam secara monokultur. Hal ini jelas berdampak pada hilangnya keanekaragaman hayati karena semua jenis tanaman dimusnahkan dan hanya diganti dengan karet maupun kelapa sawit. Persoalan bertambah ketika perkebunan tersebut juga menggunakan pestisida dan pupuk kimia yang dapat berpotensi menjadi sumber pencemaran lingkungan.

Aktivitas pertambangan juga mengancam keberadaan plasma nutfah ini. Pertambangan biasa dikelola dalam lingkup yang besar dan bisa diprediksi bahwa kerusakan lingkungan yang ditimbulkan tak kalah besar. Untuk mencegah kerusakan yang semakin parah, pengelolaan plasma nutfah harus segera mendapat perhatian tersendiri. Upaya yang dapat dilakukan yakni melakukan konservasi dengan cara penghijauan kembali (reboisasi), pembatasan pembukaan lahan hutan, serta melakukan pemeliharaan hutan dengan cara membuat kawasan suaka margasatwa, taman nasional, dan cagar alam.

Pengelolaan hutan menjadi hutan adat merupakan salah satu upaya yang bisa dilakukan. Hutan adat merupakan hutan yang pengelolaannya diserahkan kepada masyarakat adat sebagai hutan lindung dan hutan produksi. Pada beberapa daerah, hukum adat lebih dipercaya daripada hukum negara. Hal ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengelolaan hutan adat tersebut.

Konservasi plasma nutfah juga dapat dilakukan dengan pembuatan kebun koleksi melalui pemuliaan tanaman. Kebun koleksi plasma nutfah juga ditujukan untuk mempelajari tingkat keanekaragaman yang ada sebagai upaya konservasi atau penyelamatan keragaman genetik dalam plasma nutfah tersebut.

Kegiatan 3

1. *Mengamati keanekaragaman ikan di Sungai Subayang.*
2. *Mengamati keanekaragaman tanaman di lingkungan sekitar.*

SOAL DISKUSI

1. *Sebutkan minimal 4 contoh keanekaragaman hayati di daerahmu dan golongan berdasarkan tingkat keanekaragamannya!*
2. *Terdapat beberapa jenis harimau, diantaranya yaitu harimau sumatra dan harimau jawa. Termasuk tingkat keanekaragaman apa yang terdapat pada contoh tersebut? Mengapa demikian?*
3. *Semakin lama keberadaan harimau sumatra semakin menurun. Saat ini harimau sumatra diambang kepunahan. Menurut pendapatmu, apakah yang menyebabkan penurunan jumlah harimau sumatra?*
4. *Sebut dan jelaskan upaya yang dapat dilakukan masyarakat sekitar untuk menjaga keberadaan dan kelestarian harimau sumatra!*

KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP

A. Ciri makhluk hidup

Makhluk hidup adalah makhluk yang memiliki ciri-ciri kehidupan yang membedakannya dengan makhluk tak hidup. Ciri-ciri makhluk hidup sebagai berikut:

1. Bergerak
2. Memerlukan makan
3. Bernafas
4. Peka terhadap rangsang (iritabilitas)
5. Tumbuh dan berkembang
6. Mengeluarkan zat sisa (ekskresi)
7. Berkembang biak
8. Menyesuaikan diri terhadap lingkungan (adaptasi)
9. Pengaturan kerja tubuh (regulasi)

B. Klasifikasi Makhluk Hidup

Klasifikasi makhluk hidup adalah suatu cara untuk mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan kesamaan ciri yang dimiliki.

1. Tujuan klasifikasi makhluk hidup:
 - a. Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri-ciri yang dimiliki
 - b. Mendeskripsikan ciri-ciri suatu jenis makhluk hidup yang membedakannya dengan makhluk hidup dari jenis yang lain
 - c. Mengetahui hubungan kekerabatan antar makhluk hidup
 - d. Memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya
2. Dasar-dasar klasifikasi makhluk hidup:
 - a. Klasifikasi makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri yang dimilikinya
 - b. Klasifikasi makhluk hidup berdasarkan ciri bentuk tubuh (morfologi) morfologi dan alat dalam tubuh anatomi
 - c. Klasifikasi makhluk hidup berdasarkan manfaat, ukuran, tempat hidup, dan cara hidupnya

C. Kunci Determinasi

Kunci determinasi merupakan kunci yang digunakan untuk menentukan filum/ divisi, kelas, ordo, familia, genus, atau spesies. Dasar yang digunakan pada kunci determinasi adalah identifikasi makhluk hidup dengan kunci dikotomi.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam kunci determinasi adalah sebagai berikut:

1. Kunci harus dikotomi.
2. Kata pertama dalam tiap pernyataan dalam 1 kuplet harus identic, misalnya;
 - a) Tumbuhan berbiji
 - b) Tumbuhan tidak berbiji
3. Pilihan bagian dari kuplet harus kontradiktif, sehingga satu bagian dapat diterima dan yang lain ditolak.
4. Hindari pemakaian kisaran atau hal-hal yang bersifat relatif, misalnya daun berukuran besar-kecil.
5. Gunakan sifat-sifat yang bisa diamati.
6. Pernyataan dari dua kuplet yang berurutan jangan dimulai dengan kata yang sama.
7. Tiap kuplet diberi nomor.
8. Buat kalimat pernyataan yang pendek.

D. Klasifikasi makhluk hidup menurut Carolus Linnaeus

Carolus Linnaeus menyusun klasifikasi makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan struktur tubuh. Struktur tubuh yang dimaksud mencakup bentuk dan susunan tubuh makhluk hidup. Linnaeus mengklasifikasikan makhluk hidup menjadi dua kingdom yakni hewan dan tumbuhan. Masing-masing kingdom dibuat tingkatan-tingkatan takson sebagai berikut:

Tabel 9. Perbedaan Takson antara Hewan dan Tumbuhan

Hewan	Takson	Tumbuhan
Kingdom	kerajaan/dunia	Kingdom
Phylum	Filum / Divisi	Divisio
Classis	Kelas	Classis
Ordo	Bangsa	Ordo
Familia	Suku	Familia
Genus	Marga	Genus
Spesies	Jenis	Spesies

Carolus linneus juga menciptakan cara pemberian nama ilmiah untuk setiap makhluk hidup. Cara pemberian nama ilmiah dikenal dengan Binomial Nomenklatur (*Binomial Nomenclature*). Aturan dalam binomial nomenklatur yakni sebagai berikut:

1. Terdiri dari 2 kata.
2. Kata pertama adalah nama genus diawali dengan huruf kapital.
3. Kata kedua adalah penunjuk spesies judul dengan huruf kecil.
4. Menggunakan bahasa Latin atau bahasa lain yang dilatinkan.
5. Apabila diketik, diketik dengan huruf miring. Apabila ditulis tangan, diberi garis bawah.

E. Klasifikasi 5 kingdom

Pada tahun 1969 Robert Whittaker mengelompokkan makhluk hidup menjadi lima kingdom/ kerajaan. Pengelompokan menjadi lima kingdom berdasarkan struktur sel dan cara memperoleh makan, antara lain:

1. Kingdom Monera

Ciri- ciri kingdom Monera:

- a. Ukuran tubuh mikroskopis
- b. Tersusun atas sel prokariotik (sel yang tidak memiliki membran inti)
- c. Kelompok ini terdiri dari bakteri dan ganggang biru

2. Kingdom Protista

Ciri- ciri kingdom Protista:

- a. Tersusun atas sel eukariotik (sel yang memiliki membran inti)
- b. Bersel tunggal (uniseluler) dan sebagian bersel banyak (multiseluler)
- c. Bersifat autotrof dan ada yang heterotrof (memperoleh makanan dari organisme lain)
- d. Habitat di daerah berair

Anggota protista dapat dibedakan menjadi tiga kelompok berikut ini:

a. Protista mirip tumbuhan

Kelompok protista ini dikatakan mirip tumbuhan karena sudah mampu berfotosintesis untuk memenuhi kebutuhan makanannya sehingga bersifat autotrof. Contohnya: *Eugena*, *Sargassum*, Chlorophyta (alga hijau), Chrysophyta (alga keemasan).

b. Protista mirip hewan (Protozoa)

Kelompok protista ini dikatakan mirip hewan karena bersifat heterotrof dan dapat bergerak berpindah tempat. Contohnya: *Amoeba*, *Paramecium*, dan *Plasmodium*.

c. Protista mirip jamur

Kelompok ini dikatakan mirip jamur karena mempunyai morfologi dan tipe hidup yang menyerupai jamur sejati, tetapi dalam salah satu siklus hidupnya memiliki bentuk plasmodium yang menyerupai *Amoeba*.

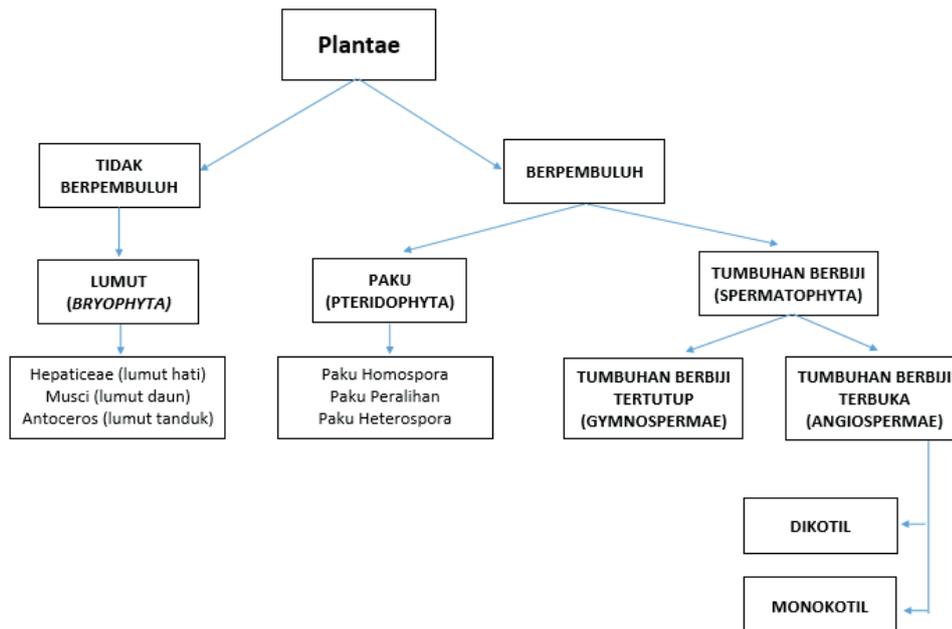
3. Kingdom Fungi

Ciri- ciri kingdom Fungi atau jamur:

- a. Tersusun atas sel eukariotik
- b. Bersel banyak
- c. Tubuh berupa talus yang biasanya berupa benang-benang bercabang yang disebut hifa. Kumpulan hifa membentuk miselium
- d. Tidak mempunyai klorofil sehingga tidak dapat berfotosintesis
- e. Memperoleh makanan dengan cara menyerap zat organik dari sekelilingnya melalui hifa
- f. Sebagian besar hidup pada organisme yang telah mati (sporofit), parasit pada organisme lain
- g. Berkembang biak dengan spora

Kelompok ini terdiri dari jamur kayu, jamur kuping, dan jamur merang

4. Kingdom Plantae



Ciri- ciri kingdom Plantae (tumbuhan):

- Memiliki membran inti (eukariotik)
- Bersel banyak
- Mempunyai klorofil sehingga dapat melakukan fotosintesis

Kingdom Plantae dikelompokkan berdasarkan ada atau tidaknya jaringan pembuluh. Jaringan pembuluh merupakan sekumpulan sel yang berfungsi mengangkut air, mineral, serta zat makanan ke seluruh bagian tubuh.

1) Tumbuhan tidak berpembuluh

- Tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati
- Memiliki akar sederhana yang disebut rizoid, struktur menyerupai bayang yang terlihat seperti tangkai, dan struktur menyerupai daun yang terlihat seperti lembaran berwarna hijau
- Hidup di daerah lembab
- Berkembang biak dengan spora

Contohnya: Lumut

Lumut (Bryophyta)

Ciri- ciri Bryophyta atau lumut:

- Memiliki bagian bagian yang menyerupai akar, batang, dan daun
- Mempunyai klorofil
- Hidup ditempat tempat lembab
- Mengalami pergiliran keturunan (metagenesis) antara generatif (gametofit) dan vegetatif (sporofit)

Berdasarkan bentuk tubuhnya lumut dibedakan menjadi dua kelas yaitu:

- Lumut hati (Hepaticae); tubuhnya berbentuk lembaran hijau dan bagian tepinya

bercuping, bercabang, atau membelah dua. Contoh: *Marchantia* dan *Pellia*.

- 2) Lumut sejati/ lumut daun (Musci); tubuhnya menyerupai pohon yang tingginya dapat mencapai beberapa sentimeter. Lumut ini tumbuh berkelompok sangat dekat sehingga dapat menyerupai hamparan permadani hijau contoh: *Funaria*, *Pogonatum*, *Polytrichum*, dan *Sp.hagnum*.
- 3) Lumut taduk (Anthoceros); tubuhnya mirip lumut hati, tetapi sporofitnya membentuk kapsul memanjang menyerupai tanduk

Peranan lumut bagi kehidupan manusia:

- 1) Merupakan tumbuhan perintis di daerah gersang
- 2) Komponen pembentuk tanah gambut (*sp.hagnum*)
- 3) Sebagai pengganti kapas (setelah disterilkan), yaitu *sp.hagnum*
- 4) Sebagai obat hepatitis (peradangan hati), yaitu *marchantia polymorpha*

2) Tumbuhan berpembuluh

- Memiliki jaringan pembuluh, yaitu xilem (pembuluh kayu) berfungsi mengangkut air dan mineral dari akar ke daun dan floem (pembuluh tapis) berfungsi mengangkut zat makanan dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.
- Memiliki akar, batang, dan daun sejati.

Contohnya: Tumbuhan paku (Pteridophyta) dan tumbuhan berbiji (Spermatophyta).

a. Pteridophyta

Ciri-ciri Pteridophyta atau tumbuhan paku:

- a. Memiliki akar, batang, dan daun sejati
- b. Mempunyai klorofil
- c. Tidak berbunga
- d. Daun mudanya menggulung
- e. Hidup ditempat teduh dan lembab atau di air
- f. Dipermukaan bagian bawah daun dewasa sering dijumpai bintik-bintik coklat kehitaman yang disebut sorus (kumpulan sporangium/ kontak spora)
- g. Mengalami metagenesis

b. Spermatophyta

Ciri- ciri Spermatophyta atau tumbuhan biji:

- a. memiliki akar, batang dan daun sejati
- b. berkembang biak dengan biji

Berdasarkan letak bakal bijinya tumbuhan biji dibedakan menjadi 2 subdivisi yaitu:

1) Gymnospermae

Gymnospermae (tumbuhan biji terbuka) mempunyai ciri khusus yaitu bakal biji tidak terbungkus oleh daun buah, bunganya hanya mempunyai satu jenis alat kelamin bahkan ada alat kelamin betina dan alat kelamin jantan terpisah pada pohon yang berada kebanyakan berlaku dan besar, ada yang perdu dan tidak berkayu. Tumbuhan biji terbuka terdiri dari 4 suku (familia) yaitu:

- a. Cycadinae, contoh: pakis haji (*Cycasrumpi*) dan *Cycasrefoluta*
- b. Gnetinae, contoh: mlinjo (*Genetum genemon*)
- c. Coniferinae, contoh: tusam (*Pinus merkusi*), damar (*Agathis alba*), cemara gunung (*Casarua junghuniana*)
- d. Ginkgoinae, contoh: *Ginkgo biloba*

2) Angiospermae

Angiospermae (tumbuhan biji tertutup) mempunyai ciri khusus yaitu: bakal biji terletak didalam bakal buah yang terbungkus oleh daun buah yang nantinya akan menjadi buah pada umumnya kedua jenis alat kelamin terdapat pada satu bunga (*hermaprodite*). Tumbuhan ini terdiri dari dua kelas (menurut jumlah keping bijinya):

a) Monokotil

Berikut ini merupakan ciri-ciri monokotil atau tumbuhan berbiji berkeping satu:

- a. Bijinya berkeping satu
- b. Akarnya serabut
- c. Batang tidak berkambium (kambium berfungsi memperbesar batang, kedalam bentuk kayu dan keluar membentuk kulit)
- d. Pembuluh pengangkut letaknya tidak teratur
- e. Lebar daun berbentuk seperti pita dengan tulang daun sejajar dan langsung melekat pada batang

Bunganya mempunyai bagian yang berjumlah 3 atau kelipatannya.

b) Dikotil

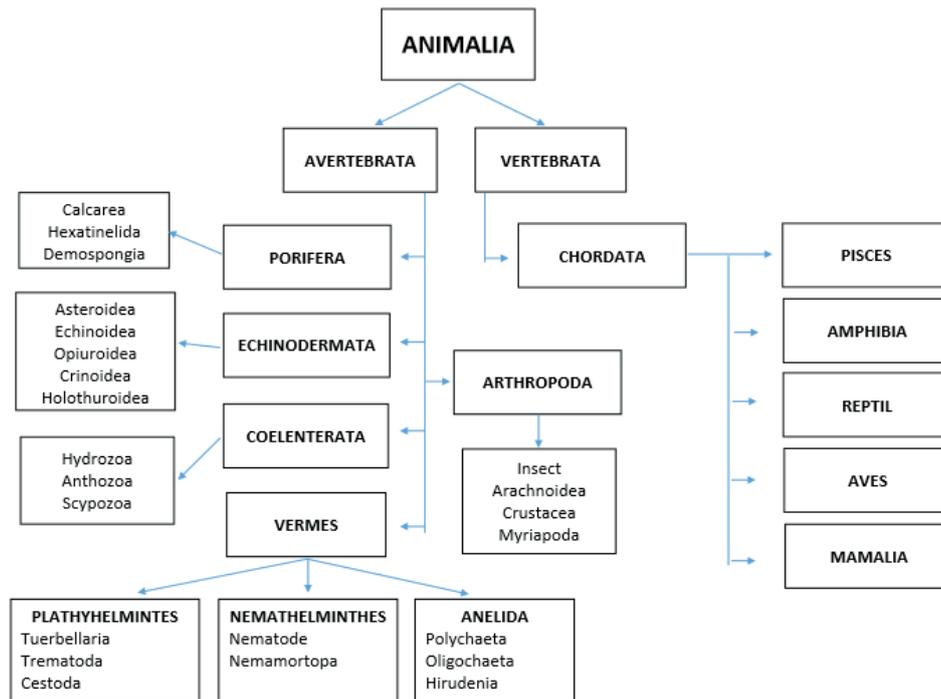
Berikut ini merupakan ciri-ciri dikotil atau tumbuhan berbiji berkeping dua:

- a. Bijinya berkeping dua
- b. Sistem perakaran tunggang
- c. Batangnya berkambium dan jaringan pengangkut terpusat pada kambiumnya
- d. Bentuk lebar daun macam macam, begitu pula dengan susunan daun
- e. Tulang daun ada yg menyirip dan ada yang menjari, mempunyai tangkai daun Putik pada umumnya satu buah, sedangkan bagian bunga lainnya berjumlah 2, 4, 5 atau kelipatannya.

Tabel 10. Perbedaan Takson antara Dikotil dan Monokotil

Ciri - ciri	Dikotil	Monokotil
Jumlah keping biji	Dua	Satu
Akar	Tunggang	Serabut
Bentuk tulang daun	menyirip atau menjarit	Sejajar atau melengkung
Jumlah helai bunga	Dua, empat, lima dan kelipatan	Tiga atau kelipatannya
Susunan pembuluh	Teratur dan mempunyai kambium	Menyebar dan tidak mempunyai kambium

5. Kingdom Animalia



Ciri-ciri kingdom Animalia atau hewan adalah tersusun dari sel eukariotik, bersel banyak dan memperoleh makanan dari organisme lain (heterotof). Anggota dari kelompok ini antara lain: Porifera, Coelenterata, Platyhelminthes, Nematelminthes, Annelida, Echinodermata, Molusca, Arthropoda, dan Chordata.

a. Porifera

Ciri-ciri Porifera adalah:

- a. Tubuh memiliki pori
- b. Sebagian besar hidup dilaut
- c. Bentuk tubuh umumnya seperti vas bunga

Porifera atau hewan berpori terbagi menjadi 3 kelas yaitu:

- a. Calcarea, misalnya *Scypha*, *Grantia*, *Sycon*
- b. Hexatineliida, misalnya *Pheronema*, *Hyalonema*
- c. Demospongia misalnya *Cliona*, *Sp.ongilla*, *Thenea*, *Halisarca*, *Eusp.ongia*

b. Coelenterata

Ciri- ciri Coelenterata adalah:

- a. Memiliki dua macam bentuk tubuh, yaitu polip dan medusa
- b. Sebagian besar hidup dilaut
- c. Mulut dikelilingi tentakel

Coelenterata atau hewan berongga terbagi menjadi 4 kelas yaitu:

- a. Hydrozoa, misalnya *Hydra*, *Obelia*, *Physalia*
- b. Scyphozoa, misalnya *Aurelia* (ubur- ubur), *Pelagia*, *Atolla*
- c. Anthozoa, misalnya *Tubipora*, *Coarallium*, *Euplexarua* (akar bahar)

c. Platyhelminthes

Ciri-ciri Platyhelminthes adalah:

- a. Tubuh pipih seperti pita
- b. Sebagian besar hidup sebagai parasit
- c. Tidak memiliki organ untuk mencerna makanan

Platyhelminthes atau cacing pipih) terbagi menjadi tiga kelas yaitu:

- a. Turbellaria (cacing berambut getar), misalnya *Planaria* sp
- b. Trematoda (cacing hisap), misalnya *Fasciola hepatica* (cacing hati)
- c. Cestoda (cacing pita), misalnya *Teania solium*, *Teanea saginata*.

d. Nematelminthes

Ciri-ciri Nematelminthes adalah:

- a. Tubuh gilig atau silindris
- b. Sebagian besar hidup bebas, beberapa bagian parasit
- c. Memiliki mulut dan anus.

Nematelminthes atau cacing gilig terbagi menjadi 2 kelas yaitu:

- a. Nematoda, misalnya *Ascaris lumbricoides*, *Oxyuris vermicularis* (kremit)
- b. Nematomorpha, misalnya *Gordius*, *Netonema*

e. Annelida

Ciri-ciri Annelida adalah:

- a. Tubuh bulat memanjang dan beruas-ruas
- b. Ditemukan hampir dimana saja
- c. Memiliki mulut dan anus

Annelida atau cacing gelang terbagi menjadi 3 kelas yaitu:

- a. Oligochaeta (cacing berambut sedikit), misalnya *Lumbricus terrestris* (cacing tanah)
- b. Polychaeta (cacing berambut banyak), misalnya *Lycidice oele* (cacing wawo)
- c. Hirudinea (lintah), misalnya *Hirudo medicinalis* (lintah)

f. Echinodermata

Ciri-ciri Echinodermata adalah:

- a. Tubuh berkulit duri
- b. Tubuh simetris radial
- c. Ditemukan di perairan
- d. Memiliki mulut dan anus

Echinodermata atau hewan berkulit duri terbagi menjadi 5 kelas yaitu:

- a. Asterozoa, misalnya *Asteroides* (bintang laut),
- b. Echinozoa, misalnya *Diadema* (bulu babi), *Strongylocentrotus* (landak laut)
- c. Ophiurozoa, misalnya *Ophiura* (bintang ular)
- d. Crinozoa, misalnya *Antedon* (lili laut)
- e. Holothurozoa, misalnya *Thyone brierreus* (teripang)

g. Mollusca

Ciri- ciri Mollusca adalah:

- a. Tubuhnya yang lunak biasanya dilindungi oleh cangkang
- b. Ditemukan di beberapa lingkungan yang berbeda
- c. Menggunakan kaki berotot untuk pergerakannya.

Mollusca atau hewan lunak terbagi menjadi 3 kelas yaitu:

- a. Gastropoda, misalnya *Achatina fulica* (bekicot), *Limnaea javanica*
- b. Cephalopoda, misalnya *Octopus vulgaris* (gurita), *Sepia* (cumi cumi)
- c. Lamellibranchiata, misalnya *Corbicula* (remis), *Meleagrina* (kerang), *Teredo navalis*

h. Arthropoda

Ciri- ciri Arthropoda adalah:

- a. Tubuh beruas ruas (berbuku-buku)
- b. Ditemukan hampir dimana saja
- c. Pada umumnya tubuh dapat dibedakan menjadi kepala, dada, dan perut
- d. Tubuh dilapisi kerangka luar yang keras yang mengandung zat kitin

Arthropoda atau hewan berkaki buku terbagi menjadi 4 kelas yaitu:

- a. Insecta (serangga), misalnya kutu buku, semut, rayap, belalang, lalat, kupu-kupu
- b. Crustacea (udang-udangan), misalnya udang, kepiting, ketam
- c. Arachnoidea (laba laba), misalnya caplak, ketonggeng, laba laba, kalajengking
- d. Myriapoda (lipan) misalnya luwing, lipan

i. Chordata

Chordata atau hewan yang memiliki notocord (jaringan keras pendukung tubuh) dan tali saraf dorsal (punggung). Salah satu subfilum chordata adalah kelompok vertebrata yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Memiliki tulang belakang
- b. Memiliki bentuk tubuh simetris bilateral
- c. Memiliki rangka dalam (endoskeleton) sebagai tempat meletakkan otot
- d. Memiliki tulang tengkorak yang melindungi otak
- e. Memiliki rongga badan yang didalamnya terdapat organ tubuh
- f. Memiliki kulit yang terdiri lapisan luar (epidermis) dan lapisan dalam (dermis)
- g. Memiliki alat pencernaan yang sudah sempurna dan dilengkapi dengan kelenjar pencernaan
- h. Memiliki alat pernapasan berupa paru paru atau insang
- i. Memiliki sistem peredaran darah tertutup, dan jantung yang terdiri dari dua, tiga, atau empat ruang
- j. Memiliki alat pernafasan berupa sepasang ginjal
- k. Memiliki sistem saraf yang terdiri dari saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang) dan saraf tepi
- l. Memiliki kelenjar hormon memiliki alat reproduksi yang terdiri dari kelenjar kelamin jantan (testis) yang menghasilkan sperma dan kelenjar kelamin betina (ovarium) yang menghasilkan sel telur (ovum).

Vertebrata dibagi menjadi 5 kelas yaitu:

1. Pisces

Ciri- ciri kelas Pisces:

- a. Hidup di air
- b. Bergerak dengan sirip
- c. Berdarah dingin atau poikiloterm, yaitu suhu tubuh berubah-ubah sesuai kondisi lingkungannya
- d. Tubuh biasanya ditutupi dengan kulit bersisik
- e. Bernafas dengan insang
- f. fertilisasi eksternal

contoh yang paling mudah diamati dari kelas Pisces ini adalah ikan. Di Sungai Subayang yang mengalir dekat sekolah, banyak sekali jenis ikan yang dapat diamati. Antara lain: Tapah/Pacel, Barau/Hampal, Balido/Belida, Juaro, Kapiék, Lelan, Geso, Toba, Bangalah, Selimang, Pantau/Lunjar, Sengarek, Tapiy, Joro, Tobang Alan, Cangga, Kulari, Gudi, Patiek, Seluang, Baung.

2. Amphibia

Ciri- ciri kelas Amphibi:

- a. Sebagian hidupnya didarat sebagian lagi di air
- b. Bergerak dengan dua pasang tungka
- c. Berdarah dingin atau poikiloterm
- d. Kulit ditutupi kulit yang lembab dan tidak brisik
- e. Bernafas dengan insang, kulit, dan paru - paru
- f. Fertilisasi eksternal

Contoh dari kelas amphibi yang mudah diamati adalah katak dan kodok.

3. Reptilia

Reptilia atau hewan melata mempunyai ciri- ciri sebagai berikut:

- a. Hidup di darat
- b. Bergerak dengan dua pasang tungkai kecuali ular
- c. Berdarah dingin atau poikiloterm
- d. Tubuh di tutupi kulit yang kering dan bersisik
- e. Bernafas dengan paru-paru
- f. Fertilisasi internal

Reptilia terbagi menjadi 4 ordo (bangsa) yaitu:

- a. Squamata (reptil bersisik), misalnya: ular
- b. Chelonia (bangsa kura kura), misalnya kura- kura, penyu
- c. Crocodilia (bangsa buaya), misalnya buaya, alligator, komodo, biawak
- d. Rhyncocephalia, misalnya tuatara

4. Aves

Aves atau unggas mempunyai ciri- ciri sebagai berikut:

- a. Hidup di darat
- b. Bergerak dengan sayap dan kaki
- c. Berdarah panas (suhu tubuh tetap)
- d. Tubuh di tutupi bulu
- e. Bernafas dengan paru paru
- f. Fertilisasi internal

Contoh dari kelas ini adalah burung. Bukit rimbang dan bukit baling memiliki jenis burung yang langka yang memerlukan perhatian khusus agar jenis burung tersebut tetap lestari dan tidak punah. Diantaranya adalah: rangkong papan dan juga cucak rinjani.

5. Mamalia

Mamalia atau hewan menyusui mempunyai ciri- ciri sebagai berikut:

- a. Sebagian besar hidup didarat, namun ada yang hidup di air
- b. Berdarah panas
- c. Tubuh ditutupi rambut
- d. Bernafas dengan paru-paru
- e. Memiliki kelenjar susu
- f. Fertilisasi internal
- g. Melahirkan anak (vivipar)

Anggota kelompok mamalia adalah:

- a. Monotremata, mamalia berparuh dan berkloaka, contoh: platipus
- b. Carnivora, mamalia pemakan daging, contoh: harimau, singa
- c. Primata, contoh: simpanse, orangutan
- d. Marsupialia, mamalia berkantung, contoh: kanguru
- e. Rodhentia, mamalia pengerat, contoh tikus
- f. Logomorpha, mamalia mirip rodentia dengan gigi serinya lebih dari 4, contoh: kelinci Sumatra
- g. Chiroptera, mamalia bersayap tangan, contoh: kelelawar
- h. Probosoidea, mamalia berproboscis atau dua lubang hidung yang dapat digunakan untuk memegang, contoh: gajah
- i. Pinnipedia (subordo), contoh: anjing laut
- j. Pholidota, mamalia bersisik tak bergigi, contoh: trenggiling
- k. Artiodactyla, mamalia berjari genap, contoh: kambing
- l. Sirenia, contoh: sapi laut
- m. Ceatacea, contoh: paus biru
- n. Dermoptera, mamalia bersayap kulit, contoh: kubung pelanduk sunda
- o. Insectivora, contoh: tikus cerurut
- p. Edentata, contoh: kukang
- q. Pecora, contoh: kijang
- r. Omnivora, contoh: babi hutan
- s. Turbulidentata, contoh: *Orcypus sp.*

Kegiatan 4

1. Mengklasifikasikan komponen abiotik dan biotik
2. Mengklasifikasi benda dan makhluk hidup di lingkungan sekitar

SOAL DISKUSI

1. Mengapa makhluk hidup perlu diklasifikasi/dikelompokkan?
2. Mengapa setiap makhluk hidup perlu diberi nama sesuai aturan penamaan Binomial Nomenclature?
3. Sebutkan dasar-dasar klasifikasi makhluk hidup!

VIRUS

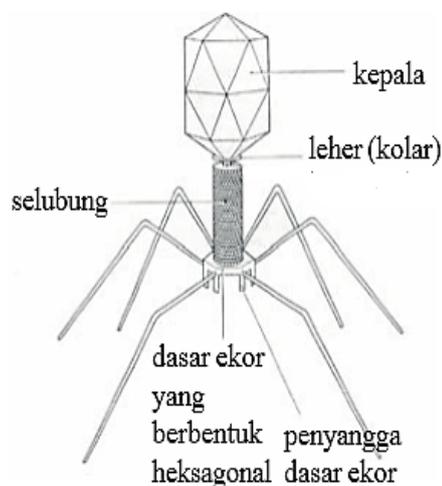
A. Ciri-ciri Virus

Virus merupakan makhluk peralihan antara makhluk hidup dan makhluk tak hidup. Virus dikatakan makhluk peralihan karena apabila diluar sel hidup, virus tidak dapat bergerak, tumbuh atau bereproduksi sehingga di luar sel hidup virus dikelompokkan sebagai makhluk tak hidup. Sebaliknya, jika virus ada di dalam sel makhluk hidup lain, seperti tumbuhan, hewan, atau manusia, virus dapat tumbuh dan bereproduksi sehingga dikatakan bahwa virus adalah makhluk hidup. Berikut adalah ciri-ciri umum yang dimiliki oleh virus:

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

Virus tersusun dari asam nukleat, yaitu asam deoksiribonukleat (DNA) atau asam ribonukleat (RNA) yang dibungkus oleh selubung protein yang disebut kapsid. Bentuk virus bermacam-macam, ada yang berbentuk batang, bola atau bulat, berbentuk peluru, dan beberapa berbentuk huruf T seperti pada virus bakteriofage.

Disebut bakteriofage karena virus ini menyerang bakteri. Tubuh virus bakteriofage terdiri atas kapsid, kepala, isi, dan ekor.



Gambar 8. Virus T (Bakteriofage)

<https://www.pintarbiologi.com/2014/11/ciri-ciri-virus.html>

- a. Kapsid merupakan lapisan pembungkus tubuh virus yang berfungsi memberi bentuk tubuh virus dan melindungi virus dari kondisi lingkungan sekitarnya. Kapsid tersusun atas protein yang disebut kapsomer.
- b. Kepala virus berisi materi genetik (asam nukleat), yaitu DNA atau RNA.
- c. Ekor merupakan bagian tubuh virus yang penting untuk melekatkan diri dengan sel inang serta untuk memasukkan materi genetik virus ke dalam sel inang tersebut.

B. Klasifikasi Virus

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

1. Ribovirus, yaitu virus yang asam nukleatnya berupa RNA.

Contoh virus yang termasuk kelompok ribovirus adalah :

- a. Virus toga (penyebab demam kuning dan ensefalitis);
- b. Virus arena (penyebab meningitis);
- c. Virus picorna (penyebab polio);
- d. Virus orthomyxo (penyebab influenza);
- e. Virus paramyxo (penyebab pes pada ternak);
- f. Virus rhabdo (penyebab rabies);
- g. Virus hepatitis (penyebab hepatitis pada manusia);
- h. Retrovirus (dapat menyebabkan AIDS).

2. Deoksiribovirus, yaitu virus yang asam nukleatnya berupa DNA.

Contoh virus jenis deoksiribovirus adalah:

- a. Virus herpes (penyebab herpes);
- b. Virus pox (penyebab kanker seperti leukemia dan limfoma, ada pula yang menyebabkan AIDS);
- c. Virus mozaik (penyebab bercak-bercak pada daun tembakau);
- d. Virus papova (penyebab kutil pada manusia/papiloma).

C. Peran Virus dalam Kehidupan

1. Virus yang Menguntungkan

Terdapat beberapa jenis virus yang dikembangkan oleh peneliti karena memiliki beberapa manfaat tertentu bagi tubuh, antara lain:

- a. Sebagai antibakterial, misalnya pada bakteri pengganggu produk pangan yang diawetkan.
- b. Untuk pembuatan insulin, misalnya pada virus penyebab kanker dapat dicangkokkan gen-gen penghasil hormon insulin ke dalam sel bakteri. Jadi, jika sel bakteri bereplikasi maka sekaligus memproduksi insulin.
- c. Pada pembuatan vaksin, misalnya vaksin polio, vaksin campak, dan vaksin cacar.
- d. Untuk membuat zat antitoksin.

2. Virus yang Merugikan

Beberapa virus yang menyebabkan timbulnya infeksi penyakit dikelompokkan menjadi

tiga, yaitu:

a. Virus yang menyebabkan penyakit pada manusia

- Virus *Avian influenza*, penyebab virus flu burung.
- Poliovirus, yaitu virus penyebab penyakit polio pada manusia.
- Virus Ebola, yaitu virus yang menyebabkan penyakit ebola pada manusia.
- *Human Immunodeficiency Virus (HIV)*, penyebab penyakit AIDS yang merupakan virus yang menyerang sistem kekebalan tubuh manusia atau menyerang sel darah putih. Sel darah putih ini mengontrol sistem kekebalan tubuh.
- *Influenza virus*, menyebabkan penyakit flu pada manusia. Virus ini bernama *Orthomyxovirus*. Virus ini menyebar melalui udara dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan.
- *Herpes virus*, menyebabkan penyakit herpes. Herpes merupakan penyakit yang ditandai dengan adanya bintik merah nanah dan berkelompok di kulit, dan disertai oleh demam. Penyebab herpes adalah virus anggota famili *Herperviridae*.
- *Varicella zoster virus*, menyebabkan cacar air. Virus ini hanya menyerang kulit. Gejala yang ditimbulkan berupa demam, sakit kepala, serta timbul bintik kemerahan berisi cairan di kulit.

b. Virus yang menyebabkan penyakit pada tumbuhan

- *Tobacco Mosaic Virus (TMV)*, virus yang menyebabkan timbulnya bercak-bercak mozaik pada daun tembakau.
- *Citrus Leprosis Virus (CLV)*, virus yang menyebabkan penyakit pada tanaman jeruk.
- Virus *Tungro*, virus yang menyebabkan kekerdilan pada tanaman padi.
- *Tomato Mosaic Virus (ToMV)*, virus yang menyebabkan tanaman tomat mengerdil dan menguning. Sebagai hasilnya, tumbuhan akan layu dan hasil panen menurun.
- *Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)*, virus yang menyebabkan timbulnya cincin merah dan hijau pada buah tomat. Tomat yang terserang virus ini akan layu dan mati setelah beberapa minggu. Gejala lainnya adalah daun menggulung dengan bercak coklat atau hitam, buah cacat, serta batang kerdil. Sejauh ini belum ada bahan kimia yang dapat menyembuhkan tumbuhan yang terkena penyakit ini. Salah satu cara untuk menanggulangnya adalah dengan menyingkirkan tanaman yang terjangkit dari tanaman lainnya agar tidak menular.
- *Chilli Leaf Curl Virus (ChiLCV)*, atau virus daun cabe keriting merupakan virus yang menyebabkan daun cabe keriting, kerut, dan mengerombol. Ukuran dari daun tersebut juga akan mengecil. Terkadang mempengaruhi produksi buah cabe yang berkurang, mengecil dan cacat. Virus ini dibawa oleh serangga putih/*whitefly (Bemisia tabaci)*. Cara penanggulangnya adalah dengan menyingkirkan tanaman yang terjangkit virus. Untuk pencegahan, selalu awasi tumbuhan dari serangga putih tersebut. Ketika akan ditanam, diusahakan biji selalu dicuci hingga bersih.

c. Virus yang menyebabkan penyakit pada hewan

- *Rhabdovirus*, virus yang menyebabkan penyakit rabies pada anjing, kucing, dan monyet. Rabies merupakan virus yang menyerang sel saraf menyebabkan hewan takut air dan menyebabkan hewan tersebut menjadi agresif. Virus ini dapat ditularkan kepada manusia melalui gigitan hewan yang terinfeksi virus ini. Hal ini menyebabkan peradangan pada otak sehingga sel saraf terganggu.
- *New Castle Disease* (NCD) atau virus tetelo pada ayam.
- *Adenovirus*, menyebabkan penyakit saluran pernapasan pada hewan.
- *Virus Coxsackie*, virus yang menyebabkan penyakit *Foot and Mouth Disease* (FMD), atau penyakit gigi dan mulut. Penyakit ini menjangkit pada hewan kerbau, sapi, kambing, domba dan hewan liar berkuku belah seperti gajah. Virus ini dapat menular melalui udara, kontak langsung, makanan dan peralatan yang terkontaminasi virus. Gejala yang dialami hewan yang terinfeksi adalah lesu, gelisah, dehidrasi, malas berdiri, pincang, demam tinggi, banyak mengeluarkan air liur, dan nafsu makan berkurang. Gejala khas yang tampak adalah timbul vesikula (cairan bening berwarna kuning kemerahan dan mudah terkelupas) pada bagian mulut dan ujung kaki hewan. Penyakit ini dapat ditanggulangi dengan cara vaksinasi, pengawasan yang ketat, pembatasan perdagangan, karantina hewan yang terinfeksi.

Kegiatan 5. Penyakit karena Virus

Alat dan bahan

- Lembar pencatat
- Alat tulis

Cara Kerja

- Bentuk kelompok siswa dengan jumlah 3-5 siswa.
- Setiap kelompok diberi tugas untuk mengumpulkan informasi mengenai penyakit yang berhubungan dengan virus di Puskesmas atau pusat layanan kesehatan lainnya
- Data yang diambil adalah berupa

Nama penyakit/kelainan :
Virus penyebab :
Penularan :
Bagian tubuh yang diserang :
Pencegahan :

Lembar Kegiatan
Pendataan Penyakit/Kelainan Akibat Virus

Lokasi :
Hari/Tanggal :
Nama Kelompok :
Makhluk Hidup Penderita : Tumbuhan/Hewan/Manusia

1. Nama penyakit/kelainan :
Virus penyebab :
Penularan :
Bagian tubuh yang diserang :
Pencegahan :

2. Nama penyakit/kelainan :
Virus penyebab :
Penularan :
Bagian tubuh yang diserang :
Pencegahan :

Gambar 9. Lembar kegiatan pendataan penyakit/kelainan akibat virus. Fajrin Fahmi/Imbau

- *Setiap data yang didapat kemudian dipresentasikan dan didiskusikan di kelas.*
- *Catatan: Penyakit tersebut dapat ditambahkan informasinya dari buku atau di internet sebanyak-banyaknya.*

BAKTERI**A. Ciri-ciri Bakteri**

Bakteri merupakan makhluk hidup bersel satu (uniseluler) dan berukuran mikroskopis. Bakteri termasuk organisme prokariotik, karena inti sel (nucleus) tidak dibatasi oleh membran. Adapun organisme eukariotik, sudah memiliki membran inti. Organisme prokariotik tidak bervariasi dalam ukuran dan bentuk, serta memiliki ribosom yang berbeda dengan ribosom organisme eukariotik.

Bakteri dapat ditemui hampir di setiap jenis lingkungan yang ada di bumi, mulai dari dasar laut, di dalam batuan karang, dan daratan. Ukurannya yang kecil dan kemampuannya untuk bereproduksi dengan sangat cepat, anggota dari Bakteri menjadi makhluk hidup yang paling melimpah di bumi ini. Misalnya, *Escherichia coli* yang dapat bereproduksi melalui pembelahan biner setiap 15 menit sekali dan kisaran habitatnya yang luas.

Jenis bakteri sangat banyak, ditambah dengan siklus reproduksi yang cepat menjadikan bakteri ada di setiap tempat di bumi. Pada permukaan tubuh kita juga banyak sekali bakteri. Pada suatu sumber menyebutkan bahwa benda sehari-hari yang paling banyak mengandung bakteri adalah sikat gigi dan juga handuk. Kedua benda tersebut menjadi tempat yang sangat cocok untuk pertumbuhan bakteri karena benda tersebut cenderung lembab.

B. Klasifikasi Bakteri

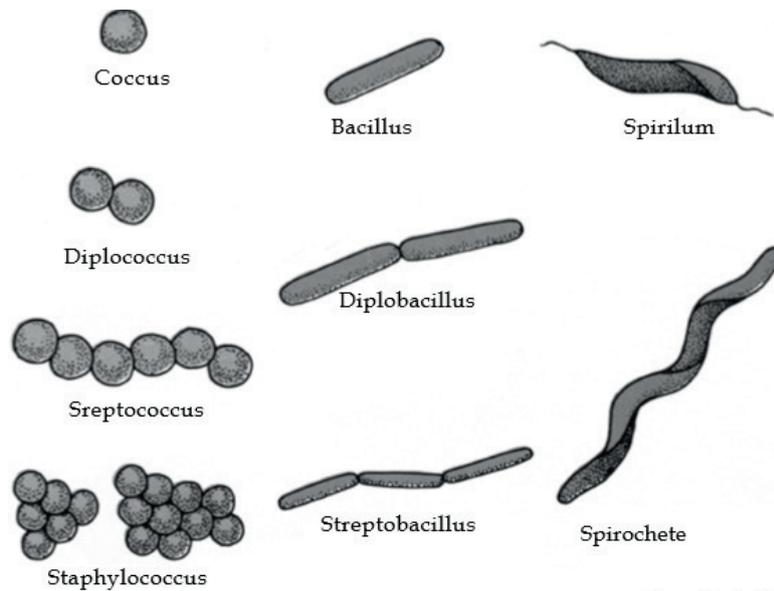
Bakteri dibedakan menjadi 2 kelompok besar, yakni Archaeobacteria dan Eubacteria.

1. Eubacteria (Bakteri)

Bakteri merupakan organisme bersel tunggal yang hidup bebas di setiap jenis lingkungan. Bakteri berukuran sangat kecil, yaitu hanya 0,2–10 μm (1 μm = 1/1000 milimeter).

- **Bentuk Bakteri**

Bakteri mempunyai bentuk yang bermacam-macam. Bentuk bakteri yang paling dikenal adalah batang atau basil (tunggal: basilus), bulat atau cocci (tunggal: coccus), dan spiral atau spirila (tunggal: spirillum). Bakteri coccus ada yang tersusun sendiri (monococcus) atau berkelompok. Bentuk kelompok bakteri, yaitu bergandengan (diplococcus), untaian anggur (staphylococcus), rantai (streptococcus), dan tersusun delapan-delapan (sarcina). Bakteri bacillus ada yang berdiri sendiri (monobacillus), berpasangan (diplobacillus), dan membentuk rantai (streptobacillus). Bakteri spiral ada yang berbentuk koma (vibrio), spiral, dan spiroseta (spirochete).



Gambar 10. Bentuk Bakteri

<http://www.kuttabku.com/2016/11/pengertian-organisme-kingdom-monera.html>

- Struktur Tubuh Bakteri

Bakteri mempunyai struktur tubuh berikut:

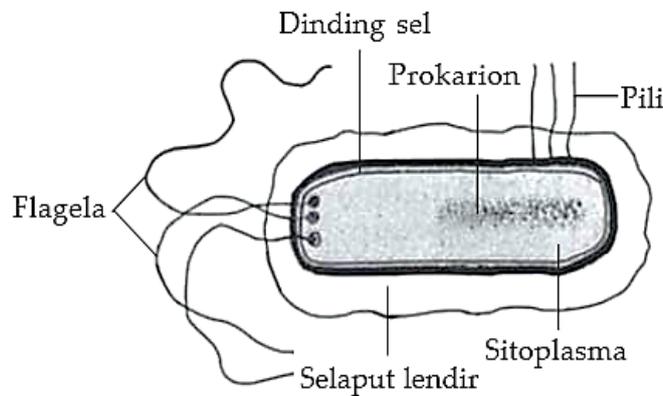
1) Struktur luar

- Kapsul** → merupakan bagian paling luar berupa lapisan lendir. Kapsul berfungsi sebagai pelindung sel dan dapat digunakan sebagai cadangan makanan.
- Dinding sel** → berfungsi melindungi dan memberi bentuk sel bakteri. Dinding sel bakteri mengandung material yang disebut **peptidoglikan**. Peptidoglikan disusun oleh rantai gula yang berikatan dengan peptida (rantai pendek asam amino). Berdasarkan tebal-tipisnya peptidoglikan, bakteri dapat diebedakan menjadi 2, yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. **Bakteri gram positif** memberikan warna ungu pada pengecatan gram karena dinding peptidoglikannya tebal. Sedangkan **bakteri gram negatif** memiliki dinding sel bakteri ini lebih tipis dengan kandungan peptidoglikan yang lebih sedikit, namun memiliki struktur yang lebih kompleks. Bakteri gram negatif memberikan pewarnaan merah saat diuji pengecatan gram karena dinding peptidoglikannya tipis dan selnya dilapisi oleh periplasma dan membran luar lipoprotein.
- Membran plasma** → tersusun atas lapisan lipoprotein (fosfolipid dan protein) yang bersifat permeable dan berperan untuk mengatur keluar masuknya zat-zat di dalam sel bakteri.

2) Struktur dalam

- DNA**, merupakan materi inti genetik sebagai pembawa sifat pada makhluk hidup, khususnya bakteri.
- Mesosom**, merupakan bagian dari membran sitoplasma yang mengalami pelipatan. Mesosom berperan dalam sintesis dinding sel serta pada pembelahan nucleus (inti sel).

- c) **Ribosom**, merupakan bagian dari organel sel yang berperan utama dalam proses sintesis protein di dalam sel.
- d) **Plasmid**, berbentuk seperti cincin, terdapat di dalam sitoplasma, dan berfungsi sebagai alat pertahanan sel terhadap lingkungan yang ekstrim.
- e) **Endospora**, merupakan spora/ struktur yang berdinding tebal yang terbentuk saat kondisi lingkungan tidak menguntungkan bagi bakteri (panas, dingin, dan kering). Endospora akan kembali menjadi sel bakteri saat kondisi lingkungan membaik. Endospora merupakan agen penyebaran bakteri karena mereka dapat terbawa dalam jarak yang jauh di udara atau air. Kemudian, memproduksi bakteri baru secara cepat ketika memasuki lingkungan yang menguntungkan.



Gambar 11. Struktur umum bakteri

<http://panjiades.blogspot.com/2016/12/bakter-eubacteria-ciri-ciri-bakteri.html>

Beberapa bakteri dilengkapi dengan flagella. Dengan flagela memungkinkan bakteri menyebar di habitat baru, melakukan migrasi menuju sumber nutrisi, atau meninggalkan lingkungan yang tidak memungkinkan. Namun, terdapat beberapa bakteri yang bergerak tanpa flagela. Bakteri tanpa flagela bergerak dengan cara berguling dan mengalir terbawa arus.

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

- 1) Monotrik, terdapat satu flagela pada salah satu ujung bakteri.
- 2) Amfitrik, terdapat flagela satu ataupun banyak pada kedua ujung bakteri.
- 3) Lofotrik, terdapat banyak flagela pada salah satu ujung bakteri.
- 4) Peritrik, terdapat banyak flagela di seluruh tubuh bakteri.

- Pengelompokan dalam Filum/ Divisi

Eubacteria dibagi menjadi lima kelompok, yaitu Proteobacteria, bakteri Gram positif, Cyanobacteria, Spirochetes, dan Chlamydiae.

- 1) Proteobacteria

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

2) Bakteri gram positif

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

3) Spirochetes

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

4) Chlamydias

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

5) Cyanobacteria

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

Cyanobacteria ada yang bersel satu dan ada yang bersel banyak. Cyanobacteria memiliki klorofil yang tersebar di dalam plasma sel dan berpigmen fikobilin, yaitu fikosianin (pigmen biru) dan fikoeritrin (pigmen merah). Cyanobacteria hidup di berbagai habitat. Ada yang hidup di air tawar dan air laut. Cyanobacteria berkembang biak dengan membelah, fragmentasi, atau dengan spora. Contoh dari Cyanobacteria adalah *Nostoc*, *Chlorococcus*, *Oscillatoria*, dan *Anabaena*.

2. Archaeobacteria

Kelompok Archaeobacteria merupakan organisme yang menempati daerah yang ekstrim seperti sumber air panas dan air dengan kadar garam (salinitas) tinggi. Para ilmuwan mengelompokkan Archaeobacteria ke dalam tiga kelompok, yaitu Metanogenik, Halofilik, dan Termofilik.

a. Metanogenik

Kelompok Archaeobacteria ini bersifat anaerobik dan kemosintetik. Bakteri ini memperoleh makanan dengan mereduksi CO_2 menggunakan H_2 menjadi metana (CH_4). Hidup di rawa-rawa dan danau yang kekurangan oksigen karena konsumsi mikroorganisme lain. Metanogenik juga berperan dalam pembusukan sampah dan kotoran ternak. Metanogenik merupakan bakteri utama dalam pembentukan biogas atau gas metana. Beberapa bakteri metanogenik bersimbiosis dalam rumen herbivora dan hewan pengonsumsi selulosa lainnya. Contohnya *Methanosarcina mazei*.

b. Halofilik

Bakteri Halofilik (halo: garam, philis: suka) ini hidup pada lingkungan dengan kadar garam tinggi dan sebagian memerlukan kadar garam 10 kali lebih tinggi daripada air laut untuk dapat hidup, seperti di Laut Mati dan Great Salt Lake. Beberapa bakteri halofilik

dapat berfotosintesis dan memiliki zat warna yang disebut *bacteriorhodopsin*.

c. Termofilik

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

C. Cara Hidup Bakteri

Berdasarkan kebutuhan oksigennya, bakteri dapat dibedakan menjadi berikut:

1. Bakteri aerob

Bakteri aerob adalah jenis bakteri yang memerlukan oksigen bebas dalam kehidupannya.

Contoh: *Nitrosococcus* dan *Nitrosomonas*.

2. Bakteri anaerob

Bakteri anaerob adalah jenis bakteri yang tidak membutuhkan oksigen bebas dalam kehidupannya. Bakteri anaerob dibedakan sebagai berikut:

- a. Bakteri anaerob obligat, yaitu bakteri yang tidak membutuhkan gas oksigen karena dapat merusak selnya. Contoh: *Clostridium tetani* (bakteri penyebab tetanus).
- b. Bakteri anaerob fakultatif, yaitu bakteri yang membutuhkan gas oksigen, namun masih dapat hidup tanpanya. Contoh: *Escherichia coli* (ditemukan pada usus manusia). Karena memang hidup dalam usus manusia untuk membantu pembusukan sisa makanan, maka bisa saja bakteri ini keluar bersama feses manusia. Bakteri *Escherichia coli* yang keluar bersama feses manusia dapat tetap hidup. Jika bakteri ini kemudian menginfeksi seseorang yang sehat, maka orang tersebut berpeluang untuk tertular penyakit saluran pencernaan seperti Diare, Typhus, Disentri, Kolera atau penyakit pencernaan lainnya. Hal tersebut menjadi alasan untuk kita semua saling menjaga kesehatan salah satunya dengan tidak buang air besar sembarangan.
- c. Bakteri anaerob aerotoleran, yaitu bakteri yang tidak membutuhkan gas oksigen, namun masih dapat hidup di tempat yang mengandung oksigen. Contoh: *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis* digunakan dalam industri pembuatan yoghurt dan keju.

Berdasarkan cara mendapatkan makanannya, bakteri dibedakan menjadi berikut:

1. Bakteri Autotrof

Bakteri autotrof yaitu jenis bakteri yang dapat mensintesis makanannya sendiri dari zat anorganik menjadi zat organik. Bakteri ini dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a. Bakteri fotoautotrof, energi untuk sintesis berasal dari cahaya (fotosintesis). Contoh bakteri sulfur hijau (*Chlorobium*), bakteri sulfur ungu (*Chromatium*), dan Cyanobacteria (*Anabaena*).
- b. Bakteri kemoautotrof, energi untuk sintesis senyawa organik (makanan) berasal dari reaksi-reaksi kimia. Contoh: *Nitrosococcus*, *Nitrosobacter*, dan *Nitrosomonas*.

2. Bakteri Heterotrof

Bakteri tipe ini tidak dapat mengubah zat anorganik menjadi zat organik, sehingga untuk keperluan makannya bergantung pada zat organik dari organisme lain yang ada di sekitarnya.

Bakteri heterotrof dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a. Parasit, yaitu bakteri yang mengambil makanan dari organisme lain (inangnya) sehingga dapat merugikan inangnya. Contoh: *Mycobacterium tuberculosis*.
- b. Saprofit, yaitu bakteri yang memperoleh makanan dari sisa-sisa organisme yang telah mati, seperti bangkai hewan dan sampah organik. Contoh: *E. coli*.

D. Reproduksi Bakteri

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

Bakteri juga dapat bereproduksi seksual yakni dengan cara

1. **Konjugasi**, merupakan cara memindahkan materi genetik melalui kontak langsung antar bakteri menggunakan pili seksual.
2. **Transformasi**, yaitu pemindahan satu gen/DNA bakteri ke sel bakteri lain melalui proses fisiologis
3. **Transduksi**, yaitu proses pemindahan materi genetik/DNA melalui perantara infeksi virus.

E. Peran Bakteri

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

Berikut merupakan bakteri-bakteri yang menguntungkan:

1. Bakteri yang bermanfaat dalam produksi bahan makanan:
 - a. *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus bulgaricus*, untuk membuat yoghurt.
 - b. *Acetobacter xylinum*, untuk membuat nata de coco
 - c. *Acetobacter*, untuk membuat asam cuka.
 - d. *Streptococcus lactis*, untuk membuat mentega.
 - e. *Lactobacillus* sp. untuk membuat terasi.
2. Bakteri penghasil antibiotik:
 - a. *Streptomyces griceus*, penghasil streptomisin.
 - b. *Streptomyces aureofaciens*, penghasil aureomisin.
 - c. *Streptomyces venezuelae*, penghasil kloramfenikol.
 - d. *Bacillus brevis*, penghasil tirotrisin.

- e. *Bacillus polymyxa*, menghasilkan polimiksin.
 - f. *Bacillus substilis*, mengasilkkan basitrasin.
3. Bakteri penyubur tanah:
 - a. *Rhizobium leguminosarum* bersimbiosis pada akar tanaman kacang-kacangan dan dapat mengikat nitrogen.
 - b. *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*, dapat mengubah amonia menjadi nitrit, dan *Nitrobacter*, dapat mengubah nitrit menjadi nitrat.
 4. Bakteri bioteknologi tanaman:
 - a. *Bacillus thuringensis* disisipkan pada tanaman untuk menciptakan tanaman tahan hama, selain itu juga sebagai agen pengendali hayati.
 - b. *Agrobacterium tumefaciens* untuk pembuatan tanaman transgenik, baik untuk tujuan resistensi terhadap hama dan penyakit, daya simpan produk, maupun untuk peningkatan nutrisi.

Selain menguntungkan, terdapat pula bakteri yang merugikan bagi manusia diantaranya yakni sebagai berikut:

1. Bakteri penyebab penyakit pada manusia
 - a. *Clostridium tetani*, penyebab tetanus
 - b. *Salmonella typhosa*, penyebab tipus
 - c. *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab TBC
 - d. *Diplococcus pneumonia*, penyebab Radang paru-paru
 - e. *Shigella dysentriae*, penyebab disentri
2. Bakteri penyebab penyakit pada hewan
 - a. *Bacillus anthracis*, penyebab antraks pada sapi.
 - b. *Cytophaga columnaris*, penyebab penyakit pada ikan.
 - c. *Streptococcus agalactia*, penyebab radang payudara sapi.
 - d. *Actinomyces bovis*, penyebab bengkak rahang pada sapi.
3. Bakteri penyebab penyakit pada tanaman
 - a. *Xanthomonas oryzae*, penyebab menyerang pucuk batang padi
 - b. *Xanthomonas campestris*, penyebab menyerang tanaman kubis
 - c. *Pseudomonas solenacearum*, penyebab daun layu pada terung-terungan
 - d. *Erwinia amylovora*, penyebab penyakit busuk pada buah-buahan
 - e. *Xanthomonas citri*, penyebab nekrosis pada tanaman jeruk

SOAL DISKUSI

1. Sebutkan 5 penyakit yang disebabkan oleh bakteri!
2. Sebutkan 5 jenis bakteri yang bermanfaat bagi kehidupan manusia!
3. Bagaimana cara atau upaya agar kita terhindar dari bakteri yang dapat menyebabkan penyakit?

PROTISTA

A. Ciri Umum Protista

Istilah nama protista diambil dari bahasa Yunani, yaitu protos yang berarti pertama/mula-mula dan kritos yang artinya membuat/menyusun. Ciri-ciri kingdom Protista yakni sebagai berikut:

- a. Tersusun atas sel eukariotik (sel yang memiliki membran inti)
- b. Bersel tunggal (uniseluler) dan sebagian bersel banyak (multiseluler)
- c. Bersifat autotrof dan ada yang heterotrof
- d. Habitat di daerah berair tawar, air laut, dan beberapa bersifat parasit pada makhluk hidup.
- e. Hidup soliter atau secara berkoloni.

B. Klasifikasi Protista

Protista adalah kelompok makhluk hidup yang mempunyai ciri-ciri morfologi dan fisiologi seperti hewan, tumbuhan, dan jamur. Berdasarkan hal tersebut, Protista digolongkan menjadi tiga kategori, yaitu: Protista mirip hewan, Protista mirip tumbuhan, dan Protista mirip jamur.

1. Protista mirip Hewan (Protozoa)

Protozoa artinya hewan pertama (*protos* = pertama; *zoon* = hewan), digambarkan sebagai organisme mirip hewan karena dapat bergerak dan mengambil makanan dari organisme lain. Adapun ciri-ciri Protozoa pokok adalah sebagai berikut:

- a. Bersel satu, berukuran mikroskopis
- b. Bentuk sel ada yang asimetris (tidak simetris), ada yang simetri bilateral, radial atau bentuk spheris (lonjong).
- c. Tubuh berinti satu atau berjumlah banyak, bagian-bagian struktur tubuhnya disebut organela-organela, belum ada jaringan.
- d. Alat gerak berupa cilia, flagella, pseudopodia (kaki semu) atau dengan pergerakan sel itu sendiri.
- e. Beberapa spesies tubuhnya dilengkapi dengan pelindung, dan banyak spesies yang mampu membentuk cyste (kiste) yang resisten atau spora-spora sehingga mampu bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, sehingga juga digunakan untuk penyebarannya.
- f. Hidup secara soliter (sendiri-sendiri) atau berkoloni (berkelompok).
- g. Cara hidup ada hidup bebas, ada yang hidup secara komensalisme, mutualisme, atau bentuk parasitisme.
- h. Dalam memperoleh makanan (nutrisi) ada yang secara holozoik (hidup pada organisme lain), holofitik (mampu fotosintesis), saprofitik (hidup memanfaatkan bahan terlarut dalam air atau tumbuhan mati), saprozoik (hidup memanfaatkan hewan mati) atau gabungan dari cara-cara tersebut.

- i. Pembiakan secara seksual dengan konjugasi dan secara aseksual (dengan kawin: membelah diri dan membentuk tunas).

Berdasarkan alat geraknya, Protozoa dibedakan menjadi 4 kelompok, yakni sebagai berikut:

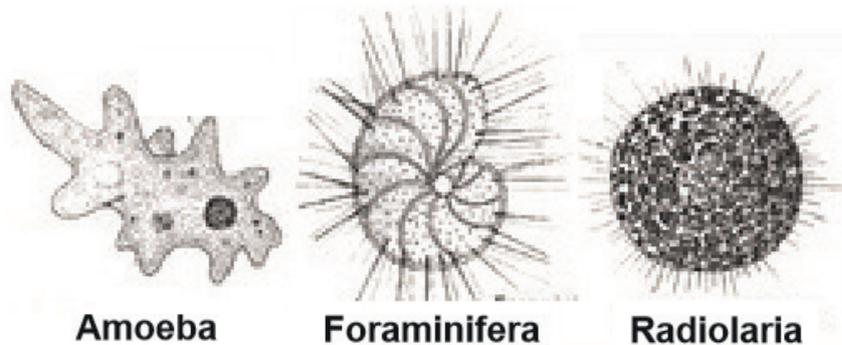
a. Rhizopoda (Sarcodina)

Ciri-ciri:

- Bersel satu (uniseluler).
- Alat gerak berupa tonjolan sitoplasma yang disebut pseudopodia (kaki semu).
- Bentuk tubuh tidak tetap, terdiri atas ektoplasma dan endoplasma.
- Habitat di perairan yang mengandung banyak zat organik.
- Reproduksi secara aseksual dengan membelah diri.

Berikut merupakan contoh Rhizopoda:

- 1) Amoeba, beberapa hidup di lingkungan bebas, namun ada juga yang hidup di dalam tubuh manusia, seperti *Entamoeba dysenteriae*, *Entamoeba histolitica* (penyebab penyakit disentri), dan *Entamoeba coli*, yang membantu proses pembusukan sisa metabolisme.
- 2) Foraminifera, habitatnya di laut dan fosilnya dapat membentuk tanah globigirena yang berguna sebagai penunjuk sumber minyak bumi.
- 3) Radiolaria, memiliki habitat di laut dan fosilnya tersusun atas silikat membentuk tanah radiolaria yang dimanfaatkan sebagai bahan penggosok.



Gambar 12. Amoeba, Foraminifera, dan Radiolaria

<https://ilmumalas.blogspot.com/2018/04/materi-sbmptn-biologi-protista.html>

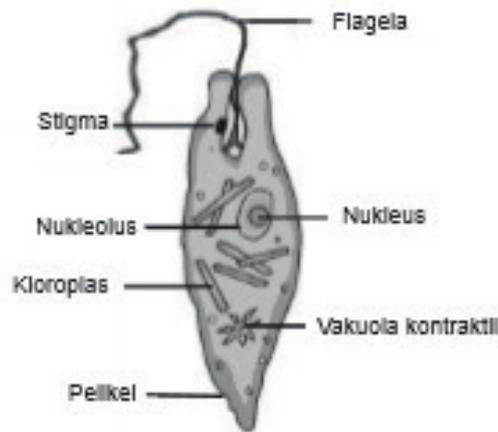
b. Flagelata (Mastigophora)

Ciri-ciri:

- Bersel satu (uniseluler).
- Bentuk sel tetap dan tidak punya rangka.
- Ukuran tubuh antara 35—60 mm.
- Umumnya berkloroplas.
- Alat gerak berupa flagel.
- Kebanyakan hidup di air tawar.
- Bersifat autotrof dan memakan zat organik berupa larutan.
- Reproduksi secara aseksual dengan membelah diri secara memanjang.

Berikut merupakan contoh Flagelata (Mastigophora):

- 1) *Euglena viridis*, *Volvox*, dan *Pandorina*, memiliki kloroplas sehingga berperan sebagai produsen dalam ekosistem perairan.
- 2) *Trichonympha* dan *Myxotricha* yang hidup dalam usus rayap dan membantu rayap dalam mencerna kayu karena memiliki enzim selulosa.
- 3) *Trypanosoma gambiense* yang hidup dalam kelenjar ludah lalat Tsetse (*Glossina palpalis*) yang menyebabkan penyakit tidur pada manusia. Trypanosoma dapat hidup di dalam kelenjar getah bening atau cairan serebro spinal manusia.
- 4) *Trichomonas vaginalis*, parasit pada vagina saluran urine wanita.



Gambar 13. Flagellata

<http://fatimatus-zahro.blogspot.com/2014/06/bentuk-dan-struktur-tubuh-flagellata.html>

c. Ciliata (Ciliophora)

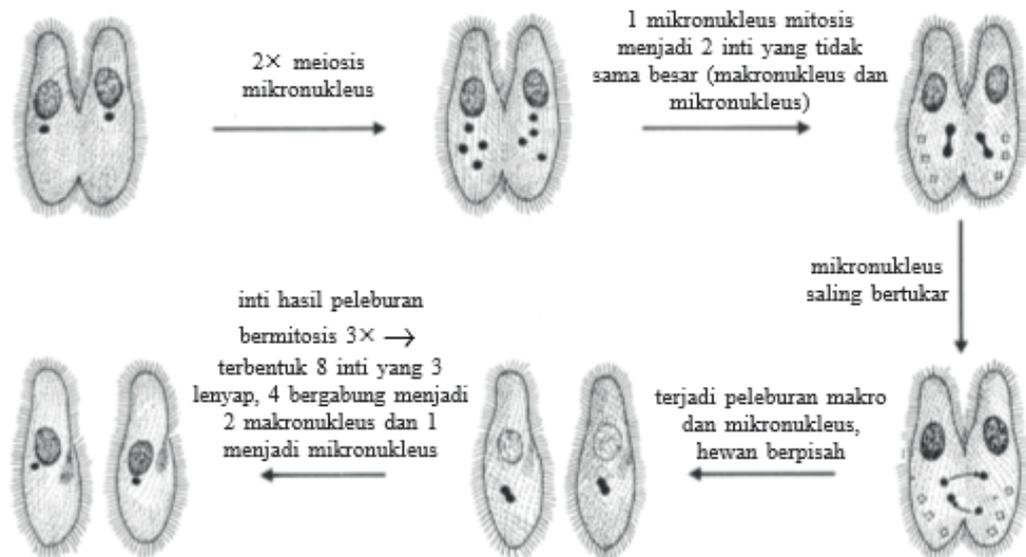
Ciri-ciri:

- Bersel satu dengan bentuk tubuh tetap.
- Mempunyai celah mulut dan dilengkapi dengan anus sel.
- Memiliki dua buah inti sel, yaitu makronukleus (alat reproduksi aseksual) dan mikronukleus (alat reproduksi seksual).
- Pada dinding sel terdapat rambut getar (silia) sebagai alat gerak.
- Reproduksi secara seksual dengan konjugasi dan aseksual dengan membelah diri.
- Hidup di perairan tawar yang banyak mengandung zat organik.

Berikut merupakan contoh Ciliata (Ciliophora):

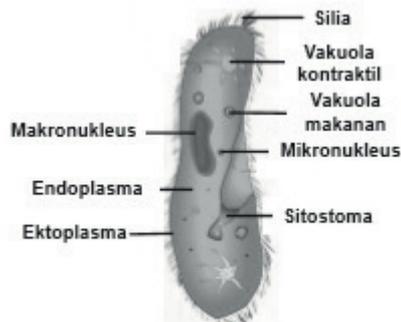
- 1) *Paramecium caudatum*, bereproduksi secara aseksual dengan membelah diri dan seksual dengan konjugasi. Konjugasi pada Paramecium sebagai berikut:
 - a) Paramecium berdekatan dan saling menempelkan bagian mulutnya.
 - b) Mikronukleus membelah berturut-turut menjadi empat mikronukleus, makronukleusnya lenyap/menghilang.
 - c) Tiga mikronukleus lenyap, satu mikronukleus membelah lagi menjadi dua mikronukleus yang berbeda ukurannya (besar dan kecil), kemudian mikronukleus yang kecil dipertukarkan antar dua *Paramecium* yang berlekatan tadi sehingga menghasilkan zigot nukleus. Setelah itu *Paramecium* memisah.

- d) Selanjutnya zigot nukleus membelah tiga kali berturut-turut menghasilkan delapan inti baru
- e) Kemudian tiga inti lenyap, empat inti bergabung menjadi makronukleus dan satu inti menjadi mikronukleus.
- f) Pada akhirnya *Paramecium* akan membelah dua kali berturut-turut yang menghasilkan empat *Paramecium* baru



Gambar 14. Konjugasi *Paramecium* sp.
<http://www.lumir.info/new/mikronukleus.awp>

- 2) *Stentor*, bentuk seperti terompet dengan tangkai yang melekat pada substrat.
- 3) *Balantidium coli*, habitat pada kolon (usus besar) manusia dan dapat menimbulkan penyakit balantidiosis (disentri).



Gambar 15. *Paramecium* sp..

<https://ilmumalas.blogspot.com/2018/04/materi-sbmptn-biologi-protista.html>

d. Sporozoa (Apikompleksa)

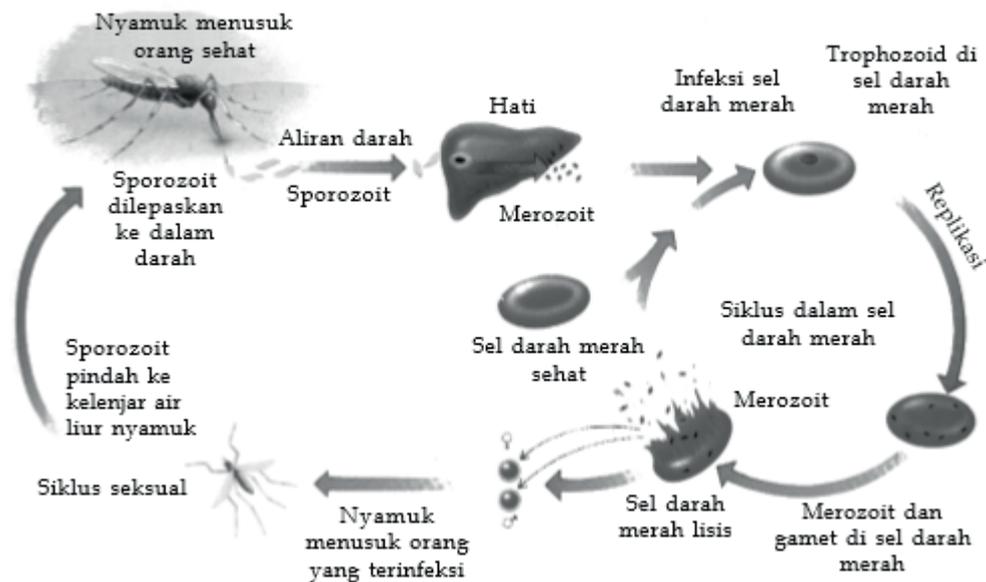
Ciri-ciri:

- Bersel satu.
- Dapat membentuk semacam spora dalam siklus hidupnya.
- Tidak mempunyai alat gerak.
- Parasit pada hewan dan manusia.
- Reproduksi secara aseksual dengan schizogoni (membelah diri dalam tubuh inang) atau sporogoni (membentuk spora dalam tubuh inang) dan secara seksual dengan peleburan dua gamet dalam tubuh nyamuk (inangnya).

Plasmodium merupakan contoh dari sporozoa yang hidup pada sel inangnya, yaitu nyamuk. Jenis-jenis *Plasmodium*, yaitu:

- *Plasmodium vivax*, penyebab malaria tertiana, masa sporulasi (gejala demam) setiap 2 x 24 jam.
- *Plasmodium falcifarum*, penyebab malaria tropika, masa sporulasi setiap 1-3 x 24 jam.
- *Plasmodium malariae*, penyebab malaria kuartana, masa sporulasi setiap 1-3 x 24 jam.
- *Plasmodium ovale*, penyebab malaria ovale tertiana (limpa).

Berikut merupakan daur hidup *Plasmodium*:



Gambar 16. Daur Hidup *Plasmodium*

<https://duniainformasisemasa302.blogspot.com/2018/10/penjelasan-wacana-protista-seakan-akan.html>

2. Protista mirip Tumbuhan (Alga)

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

Protista mirip tumbuhan dikelompokkan sebagai berikut:

a. Alga hijau (Chlorophyta)

- Kandungan pigmen utama yang dimiliki oleh *Chlorophyta* adalah klorofil (hijau) dengan pigmen tambahan berupa karoten.
- Hidup di perairan (tawar maupun air laut), ada pula yang bersimbiosis dengan jamur membentuk lichen.
- Reproduksi secara asexual (membelah diri, fragmentasi, dan spora) dan seksual (isogami, anisogami, dan oogami).

- Contoh: *Protococcus*, *Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Sp.irogyra* (berfilamen), dan *Ulva lactua* (berbentuk talus).
- b. Alga coklat (Phaeophyta)
- Kandungan pigmen utama yang dimiliki adalah fikosantin (pigmen coklat).
 - Reproduksi aseksual dengan fragmentasi, zoospora. Reproduksi seksual dengan oogami, sel telur dihasilkan oleh oogonia, dan sperma oleh anteridia.
 - Reproduksi aseksual dilakukan dengan pembentukan zoospora berflagel dan fragmentasi, sedangkan reproduksi seksual dilakukan dengan oogami atau isogami.
 - Pada dinding sel, selain selulosa terdapat asam alginat, pigmen fotosintesis aksesoris (tambahan) klorofil a dan c, xantofil, simpanan karbon karbohidrat.
 - Contoh: *Laminaria* sp. (penghasil asam alginat yang dibutuhkan untuk produksi tekstil, makanan, dan kosmetik), *Sargassum*, *Fucus*, *Turbinaria decurens*, dan *Macrocystis*.
- c. Alga merah (Rhodophyta)
- Kandungan pigmen utama yang dimiliki adalah fikoeritrin (pigmen merah).
 - Hampir semua jenis Rhodophyta hidup di laut.
 - Reproduksi secara aseksual melalui spora, seksual dengan oogami.
 - Rhodophyta tidak memiliki fase berflagel dalam siklus hidupnya. Untuk kawin, gamet bergantung pada arus air.
 - Alga merah juga dapat menghasilkan carrageenan, suatu zat aditif yang dapat ditambahkan pada puding dan es krim.
 - Contoh: *Eucheuma* sp.*inosum* (bahan baku agar-agar)
- d. Alga keemasan (Chrysophyta)
- Pigmen dominan yang dikandung adalah xantofil (pigmen keemasan), tidak memiliki pirenoid, dan memiliki kloroplas dengan ukuran kecil.
 - Hidup di tempat berair (air tawar maupun air laut).
 - Berkembang biak secara aseksual dengan membelah diri atau spora dan dengan seksual melalui penyatuan 2 gamet.
 - Contoh: *Mischococcus*, *Synura*, dan *Navicula*.
- e. Alga api (Pyrrophyta)
- Beberapa Pyrrophyta mampu memendarkan cahaya (karena adanya senyawa fosfor) sehingga bersifat fosforesensi. Fosforesensi menyebabkan laut tampak bercahaya pada malam hari, oleh karenanya alga ini disebut alga api.
 - Pyrrophyta juga dapat menyebabkan peristiwa *ride tide* (air laut berwarna merah kecokelatan). Dari peristiwa ini, alga menghasilkan racun yang dapat membunuh ikan dan hewan laut di sekitarnya.

- Memiliki kandungan pigmen berupa xantofil, dinosantin, fikobilin, dan klorofil.
- Pyrrophyta merupakan jenis alga yang uniseluler dan dapat melakukan fotosintesis.
- Reproduksi secara aseksual (membelah diri).
- Contoh: *Gymnodinium breve* (penghasil toksin bagi saraf).

f. Diatomae (Bacillariophyta)

- Anggota kelompok ini dapat hidup di air tawar dan air laut.
- Bacillariophyta memiliki pigmen fotosintetik, yaitu klorofil a, klorofil c, xantofil, dan karoten.
- Diatom menyekresikan dioksida silisium (disebut juga sebagai frustule) yang kemudian membentuk deposit fosil yang dikenal sebagai tanah diatom. Tanah diatom dapat digunakan sebagai bahan pembuat saringan dan sebagai bahan campuran penggosok. Diatom dapat juga digunakan sebagai indikator untuk kualitas air, pasta gigi, dan sebagai penunjuk usia fosil.
- Diatom dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok *pennalean* yang mempunyai tubuh yang simetri bilateral dan bentuk tubuh yang panjang; kelompok *centralean* dengan simetri radial dan bentuk bulat gemuk.
- Beberapa contoh spesiesnya, antara lain *Rhaphoneis* sp., *Triceratium pentacrinus*, *Arachnoidiscus ehrenbergi*, dan *Trinaria regina*.

3. Protista mirip Jamur

Ciri-ciri

- Struktur tubuh berbentuk seperti lendir (fase asimilatif).
- Bergerak seperti amoeba (fase plasmodium).
- Digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu Oomycotina dan Myxomycotina.

a. Myxomycotina (jamur lendir)

- Disebut jamur lendir karena tubuhnya memiliki massa berlendir yang menyebar dalam daur hidupnya yang disebut dengan plasmodium. Plasmodium dapat bergerak dengan gerakan ameboid di atas substrat.
- Myxomycotina merupakan predator fagosit karena dapat memakan bakteri, hama ataupun partikel-partikel bahan organik yang membusuk di dalam selnya.
- Bersifat heterotrof dengan tahapan makan mirip amoeba (ameboid).
- Contoh: *Dictyostelium discoideum*, *Dinoflagelata*.

b. Oomycotina (jamur air)

- Bersel banyak (multiseluler) dan berinti banyak.
- Terdiri atas hifa (filamen atau benang halus yang membentuk bagian vegetatif jamur).
- Dinding sel tersusun atas selulosa dengan hifa tidak bersekat.
- Memiliki habitat di air tawar dan darat.
- Bereproduksi menghasilkan oogonia. Beberapa yang lainnya bereproduksi secara aseksual dengan zoospora.

- Contoh: *Phytophythora infestan* (parasit pada kentang), dan *Phytium* (penyebab penyakit busuk pada kecambah berbagai tanaman).

C. Peranan protista

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

Protista mirip hewan juga kerap menyebabkan masalah bagi manusia. *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba coli*, dan *Entamoeba gingivalis* merupakan organisme penyebab beberapa penyakit sekitar mulut dan pencernaan. *Trypanosoma* merupakan parasit pada hewan dan manusia yang menyebabkan penyakit tidur pada manusia. Salah satu anggota protista mirip hewan yang cukup berbahaya adalah Plasmodium, penyebab penyakit malaria.

Protista mirip tumbuhan dapat bersifat merugikan, contohnya pada Chlorophyta dan Prrophyta yang mampu menyebabkan kematian ribuan ikan-ikan di danau atau sungai yang disebut *alga bloom* dan *red tide*. Namun demikian, terdapat banyak manfaat dari anggota Protista. Manfaat terbesar adalah sebagai penghasil oksigen dan sebagai produsen terbesar di laut. Selain itu, beberapa manfaat lain dari anggota kingdom Protista yakni sebagai berikut:

Tabel 11. Manfaat Anggota Kingdom Protista

Jenis	Manfaat
Diatom	Manfaat Bahan campuran penggosok, campuran pasta gigi
Chlorella	Makanan sumber protein tinggi dan vitamin
Eucheuma	Bahan pembuat agar-agar
Paramecium	Indikator air tawar yang tercemar
Foraminifera	Fosilnya sebagai petunjuk sumber minyak bumi

Kegiatan 6. Protista (Mengamati Protista di Air)

Alat dan bahan

- Wadah air (bisa botol air atau gelas)
- Air kolam atau waduk yang mengalami eutrikikasi
- SRCC modifikasi sederhana (sejenis kaca preparat dengan ruang untuk meletakkan/ menampung zat cair untuk diamati di bawah mikroskop)
- Kaca penutup preparat
- Pipet tetes
- Mikroskop
- Alat gambar

Cara kerja

- *Air kolam atau waduk diambil dengan menggunakan wadah plastik. Dipilih kolam atau waduk yang mengalami eutrifikasi dengan ciri-ciri air yang berwarna hijau atau ditumbuhi eceng gondok, alga, lumut, dan makhluk hidup lainnya.*
- *Air di wadah tersebut kemudian diambil dengan menggunakan pipet tetes dan diteteskan di atas SRCC modifikasi sederhana.*
- *SRCC kemudian ditutup dengan kaca penutup preparat*
- *Setelah itu, disiapkan mikroskop dengan posisi siap digunakan.*
- *SRCC kemudian dilatekkan di bawah lensa objektif dan diamati dengan perbesaran yang sesuai*
- *Protista yang ditemukan kemudian digambar dan diidentifikasi jenisnya*

Catatan:

- *Selain digambar, protista dapat juga difoto dengan bantuan kamera agar mudah diamati bersama.*
- *SRCC dapat diganti dengan kaca benda biasa, namun harus hati-hati saat meneteskan air sampel agar tidak tumpah.*

SOAL DISKUSI

1. *Apa yang kamu ketahui tentang kingdom Protista?*
2. *Ada berapa jenis Protista yang dapat kalian amati berdasarkan pengamatan mu? Dimana Protista tersebut kalian temukan?*
3. *Jenis Protista yang kalian amati memiliki cara hidup soliter atau berkoloni?*
4. *Apakah Protista melakukan simbiosis dengan organisme lain? Jelaskan dan berikan contohnya berdasarkan pendapatmu!*
5. *Mengapa Protista dapat dikatakan mirip hewan, mirip tumbuhan, dan mirip jamur? Jelaskan menurut pendapatmu!*
6. *Jelaskan daur hidup Plasmodium!*
7. *Jelaskan manfaat dari kingdom Protista!*

FUNGI (JAMUR)

1. Ciri Umum Kingdom Fungi

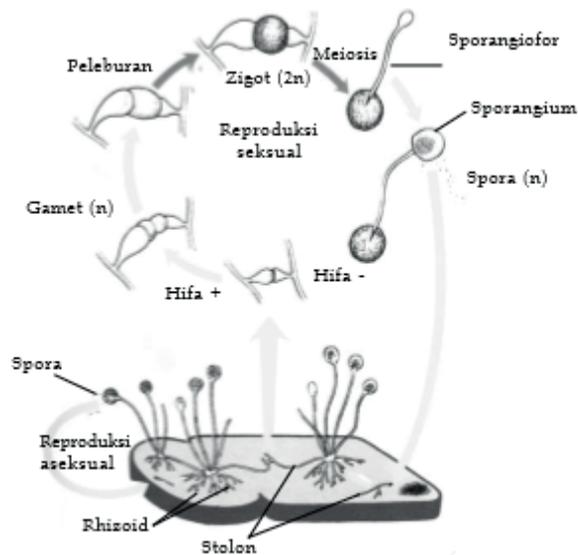
- Bersel banyak (multiseluler), tetapi ada sebagian kecil yang bersel tunggal.
- Inti sel sudah memiliki membran inti (eukariotik).
- Tidak memiliki klorofil dan bersifat heterotrof, baik secara parasit maupun saprofit.
- Dinding sel tersusun atas karbohidrat dan protein, disebut kitin.
- Tubuh tersusun atas benang-benang halus yang disebut hifa. Pada beberapa spesies, hifa memiliki sel memanjang dengan sejumlah nukleus yang dipisahkan menjadi beberapa bagian oleh septa.
- Percabangan hifa membentuk jaringan miselium yang berfungsi untuk menyerap makanan dan struktur reproduksi sementara.
- Hidup di tempat yang kaya akan zat organik, lembap, dan kurang cahaya.
- Reproduksi secara aseksual melalui pembelahan dan secara seksual melalui peleburan inti sel dari dua sel induk.
- Tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati.

2. Klasifikasi Fungi

Kingdom Fungi diklasifikasikan dalam 4 kelas, yakni sebagai berikut:

a. Zygomycota

- Tubuh Zygomycota tersusun atas hifa senositik yang tidak bersekat. Sekat hanya ditemukan pada hifa bagian tubuh yang membentuk alat reproduksi.
- Zygomycota memiliki tiga jenis hifa, yaitu Stolon (hifa yang menjalar di permukaan substrat), Rizoid (hifa yang menembus ke dalam substrat), dan Sporangiospor (hifa yang menjulang ke atas membentuk sporangium).
- Ciri khas dari jamur jenis ini ada pada cara reproduksi seksualnya, yaitu melalui peleburan gamet yang membentuk zigospora diploid. Sedangkan, reproduksi aseksualnya dengan sporangium.



Gambar 17. Reproduksi Zygomycota

<https://www.kalimantanpers.co.id/gambar/gambar-zygomycota/attachment/ciri-ciri-jamur-zygomycota-contoh-zygomycota-gambar-dan-fungsi/>

- Contoh:
 - 1) *Rhizopus stolonifer*, pengurai bagian sisa organik pada tanaman ubi jalar dan roti.
 - 2) *Rhizopus oryzae*, dimanfaatkan pada proses pembuatan tempe.
 - 3) *Mucor mucedo*, hidup secara saprofit pada roti atau kotoran hewan.

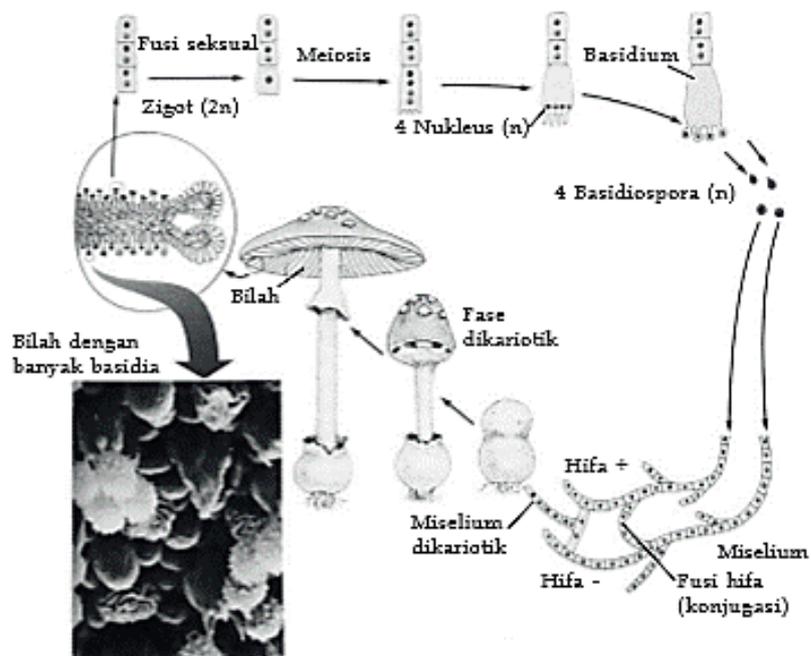
b. Ascomycota

- Tubuh tersusun atas miselium dengan hifa yang bersekat (berseptata).
- Pada umumnya, hidup di lingkungan berair, bersifat parasit pada tumbuhan dan saprofit pada sampah.
- Ascomycota memiliki spora yang terdapat pada kantung-kantung penyimpanan yang disebut askus (konidia).
- Ciri khas pada jamur jenis Ascomycota adalah pada reproduksi seksualnya membentuk askospora.
- Reproduksi aseksualnya dilakukan dengan membentuk konidium, tunas, dan fragmentasi.
- Jenis jamur ascomycota ada yang uniseluler, yaitu *Saccharomyces cereviceae* atau dikenal dengan ragi (yeast).
- Berdasarkan bentuk askokarp yang dihasilkan, jamur Ascomycota terbagi menjadi empat, yaitu:
 - 1) Kleistotesium, yaitu kelompok jamur Ascomycota yang memiliki askokarp berbentuk bulat tertutup (ciri dari kelas Plectomyces). Contoh: jamur dari genus *Penicillium* dan *Asp.ergillus*.
 - 2) Peritesium, yaitu kelompok jamur yang memiliki askokarp berbentuk botol (ciri dari genus Pyrenomycetes). Contoh: *Neurosp.ora*, *Roselinia arcuata*, dan *Xylaria tabacina*.
 - 3) Apotesium, yaitu kelompok jamur Ascomycota yang askokarpnya berbentuk seperti cawan atau mangkok. Contoh: *Peziza aurantia* (hidup sebagai saprofit di sampah), *Marshella esculenta* dan *Tuber sp.* yang dimanfaatkan sebagai makanan.

- 4) Askus telanjang, yaitu golongan jamur ascomycota yang tidak memiliki askokarp (tidak membentuk badan buah) dan merupakan ciri dari kelas Protoascomycetes. Contoh: *Saccharomyces cereviceae*, *Candida albicans*, dan *Tricoderma*.
- Contoh jamur jenis ascomycota beserta peranannya, yaitu:
 - 1) *Asp.ergillus oryzae*, sebagai pelunak adonan roti.
 - 2) *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum* sebagai penghasil antibiotik penisilin.
 - 3) *Asp.ergillus wentii*, yang dimanfaatkan dalam pembuatan kecap.
 - 4) *Candida albicans*, penyebab penyakit kandidiasis, yaitu penyakit pada selaput lendir mulut vagina dan saluran pencernaan.
 - 5) *Claviceps purpurea*, salah satu jamur anggota divisi Ascomycota, dapat menyerang tumbuhan dan memproduksi struktur yang disebut *ergot*. Struktur ini melepaskan mineral beracun yang salah satu bahan aktifnya adalah *lysergic acid diethylamide* (LSD) yang merupakan zat psikotropika jenis halusinogen.

c. Basidiomycota

- Ciri umum jamur ini adalah hifanya bersekat dikariotik (setiap sel memiliki inti sel yang berpasangan).
- Bentuk tubuh makroskopis sehingga dapat dilihat langsung, bentuk tubuh buahnya (basidiokarp) yang menyerupai payung dan terdiri atas batang dan tudung.
- Bagian bawah tudung terdapat lembaran-lembaran bilah sebagai tempat terbentuknya basidium. Reproduksi aseksual ditandai dengan pembentukan konidium. Sedangkan, fase reproduksi seksualnya dengan pembe lahan basidiospora yang terbentuk pada basidium yang berbentuk ganda.



Gambar 18. Pembentukan Basidiospora

<https://gambardesain.online/detail/basidiomycota-pengertian-definisi-contoh-reproduksi>

- Sebagian besar jamur jenis ini dimanfaatkan sebagai makanan karena mengandung nilai gizi yang tinggi.
- Contoh:
 - 1) Jamur merang (*Volvariella volvaceae*), hidup pada lingkungan dengan kelembapan tinggi dan dimanfaatkan sebagai bahan makanan.
 - 2) Jamur kuping (*Auricularia polytricha*), tubuh berwarna cokelat kehitaman, hidup sebagai saprofit pada kayu lapuk, dan umumnya digunakan sebagai campuran sup.
 - 3) Jamur shitake, hidup pada batang kayu dan banyak dibudidayakan di Jepang dan Cina sebagai bahan makanan.
 - 4) *Puccinia graminis*, merupakan parasit pada rumput.
 - 5) *Ganoderma applanatum*, penyebab kerusakan pada kayu.

d. Deuteromycota

- Ciri umum jamur ini adalah hifa bersekat membentuk konidia.
- Cara reproduksi secara aseksual saja, yaitu dengan membentuk blastospora (berbentuk tunas), artrospora (pembentukan spora dengan benang-benang hifa) dan konidia, sedangkan fase reproduksinya seksualnya belum diketahui sehingga sering disebut sebagai fungi imperfecti (jamur tidak sempurna).
- Hidup secara saprofit maupun parasit.
- Contoh:
 - 1) *Epidermophyton floocosum*, parasit pada kaki, biasanya menyebabkan penyakit pada kaki para atlet.
 - 2) *Epidermophyton*, *Microsp. orium*, *Trichophyton* penyebab penyakit dermatomikosis, sasarannya ialah pada kulit, rambut, dan kuku.
 - 3) *Tinea versicolor*, yaitu penyebab penyakit panu pada kulit.
 - 4) *Alternaria*, parasit pada tanaman kentang.
 - 5) *Helminthosp. orium*, parasit pada tanaman padi.
 - 6) *Colletrichum*, parasit pada bawang merah.

3. Peranan Kingdom Fungi

Jamur memiliki peranan yang cukup penting bagi manusia. Jamur kancing merupakan sumber protein bagi manusia. Jamur dapat menghasilkan antibiotik. Jamur juga berperan dalam memberikan nutrisi bagi manusia. Selain jamur yang dapat langsung dimakan, seperti jamur merang, jamur kuping, dan jamur shitake, jamur juga dapat digunakan untuk membuat roti, mengubah jus anggur menjadi minuman anggur, membuat tape, membuat keju, dan pembuatan tempe.

Beberapa jamur dapat menyebabkan penyakit seperti jamur kaki, histoplasmosis (penyakit pada paru-paru), dan infeksi organ kelamin wanita. Jamur yang sangat sering menjangkiti manusia adalah jamur pada permukaan kulit. Salah satunya adalah jamur yang menyebabkan panu. Potensi terkena penyakit panu menjadi lebih besar karena Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang menyebabkan penduduknya lebih mudah berkeringat, berminyak dan menyebabkan

kulit lebih lembab. Keadaan kulit berkeringat, berminyak, dan lembab dalam waktu yang lama merupakan lingkungan yang subur dan sempurna bagi pertumbuhan jamur penyebab panu.

Jamur *Malassezia furfur* juga sangat mudah menginfeksi kulit orang yang selalu melakukan kontak langsung dengan air dalam waktu yang lama dan disertai dengan kurangnya kesadaran akan kebersihan diri dan lingkungan disekitar.

Panu atau secara istilah kedokteran disebut *pityriasis versicolor* disebabkan oleh jamur *Malessezia furfur*. *Malessezia furfur* menyerang stratum korneum dari epidermis kulit. Infeksi jamur *Malessezia furfur* pada kulit dapat diindikasikan dari munculnya bercak-bercak kecil tipis dan berwarna putih. Bercak tersebut kemudian menjadi banyak dan menyebar disertai dengan munculnya sisik.

Infeksi jamur penyebab panu dapat terjadi pada tubuh bagian atas (muka, leher, dada, perut) dan pada tubuh bagian bawah. Infeksi jamur *Malessezia furfur* dapat menyebabkan gangguan pada kulit berupa gatal-gatal. Gatal akibat infeksi jamur ini akan semakin terasa pada saat tubuh berkeringat. Adanya panu pada kulit selain menimbulkan rasa gatal juga dapat menimbulkan perasaan malu penderitanya apabila terdapat pada bagian muka.

Penularan penyakit panu dapat terjadi apabila terjadi kontak langsung dengan jamur penyebab panu tersebut. Misalnya menggunakan aksesoris dan pakaian secara bergantian dengan orang lain yang menderita panu. Penggunaan aksesoris (misalnya: jam tangan, perhiasan, kaos kaki, dan sepatu) ataupun pakaian/ kaos yang terlalu ketat juga dapat memicu pertumbuhan jamur *Malessezia furfur* penyebab panu.

Salah satu upaya pencegahan infeksi jamur *Malessezia furfur* adalah dengan cara menjaga kebersihan badan. Menjaga kebersihan badan dapat dilakukan dengan cara mandi dan mengganti pakaian yang sudah kotor ataupun karena berkeringat. Selain menjaga kebersihan tubuh, kebersihan lingkungan juga perlu diperhatikan. Upaya lain yang perlu dilakukan untuk mencegah panu yaitu tidak menggunakan pakaian ataupun aksesoris secara bergantian dengan orang lain.

Jamur juga menyebabkan penyakit pada tanaman ladang. Jamur parasit dapat menyerang hama serangga atau Arthropoda lainnya sehingga dapat digunakan sebagai pengendali hama. Ada pula fungsi jamur lain yang tidak terlihat, tetapi tak kalah pentingnya, yaitu sebagai pengurai. Peran ini sangat penting bagi ekosistem. Aktivitas ekstraselulernya membuat jamur berperan dalam menguraikan senyawa organik menjadi anorganik seperti karbon, nitrogen, fosfor, dan mineral lain yang dapat dipergunakan organisme lain.

Kegiatan 7 : Pengamatan jamur pada roti dan nasi

Tujuan : Mengetahui tahap pertumbuhan jamur

Alat dan bahan :

1. Roti tawar
2. Nasi putih
3. Piring
4. Lup / Kaca pembesar

Langkah pengamatan pertumbuhan jamur.

1. Siapkan satu potong roti dengan ukuran 5 x 5 cm atau dapat juga dengan menggunakan 1 lembar roti tawar.
2. Siapkan nasi putih sebanyak 3-5 sendok makan.
3. Letakkan kedua jenis bahan tersebut (roti dan nasi) pada sebuah piring yang sudah dibersihkan.
4. Tempatkan piring berisi roti dan nasi tersebut secara terpisah pada tempat terbuka namun tidak terpapar cahaya matahari dan memiliki tingkat kelembapan yang cukup tinggi.
5. Amati perubahan warna, bau, tekstur yang terjadi pada roti dan nasi tersebut setiap hari selama 7 hari.

Bahan	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7
Roti · Warna · Bentuk · Bau · Tekstur · Keterangan lain							
Nasi · Warna · Bentuk · Bau · Tekstur · Keterangan lain							

Diskusikan bersama anggota kelompokmu!

1. Selama 7 hari pengamatan, adakah perubahan warna pada bagian roti atau nasi yang ditumbuhi jamur? Mengapa hal tersebut dapat terjadi?
2. Pada permukaan roti dan nasi yang ditumbuhi jamur terdapat bercak berwarna. bagian dari tubuh jamur yang manakah, bagian yang berwarna tersebut?
3. Apa yang akan terjadi pada jamur jika roti dan nasi tersebut terus dibiarkan selama lebih dari 2 bulan? Apakah jamur akan tetap tumbuh, apakah akan terjadi perubahan warna, tekstur dan lainnya pada permukaan roti dan nasi? Berikan paparan analisismu.

PLANTAE

A. Ciri Plantae

Tumbuhan digolongkan ke dalam kingdom tersendiri, yaitu kingdom Plantae. Tumbuhan memiliki karakteristik istimewa, diantaranya adalah kemampuannya untuk melakukan fotosintesis. Fotosintesis adalah suatu proses perubahan karbondioksida dan air melalui bantuan matahari untuk membentuk senyawa karbohidrat yang dibutuhkan oleh makhluk hidup di bumi ini. Kemampuan melakukan fotosintesis tersebut disebabkan karena adanya klorofil.

Kingdom Plantae merupakan organisme multiseluler atau terdiri atas banyak sel. Selain itu, kingdom Plantae merupakan organisme eukariot. Terdapat ciri khas pada sel kingdom Plantae yang tidak dimiliki oleh sel kingdom Animalia. Ciri tersebut adalah adanya dinding sel yang tersusun atas selulosa sehingga bentuk sel tumbuhan relatif tetap, tidak mudah mengalami perubahan. Cara reproduksi tumbuhan juga berbeda-beda, ada yang secara vegetatif maupun secara generatif.

B. Klasifikasi Plantae

Tumbuhan dapat dibagi menjadi tumbuhan tidak berpembuluh (nontracheophyta) dan tumbuhan berpembuluh (tracheophyta). Tumbuhan tidak berpembuluh hidup di antara habitat air dan darat. Adapun tumbuhan berpembuluh memiliki struktur yang telah teradaptasi sempurna dengan habitat darat.

Berikut merupakan perbedaan ciri antara tumbuhan berpembuluh (tracheophyta) dengan tumbuhan tidak berpembuluh (nontracheophyta):

Tabel 12. Perbedaan tumbuhan berpembuluh dan tidak berpembuluh

Tumbuhan Berpembuluh (Tracheophyta)	Tumbuhan Tidak Berpembuluh (Nontracheophyta)
Sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati (berkormus)	Akar, batang, dan daun belum bisa dibedakan
Sudah memiliki berkas pembuluh pengangkut	Tidak memiliki jaringan pengangkut
Air diangkut dari akar menuju daun oleh pembuluh xylem dan zat makanan diangkut oleh pembuluh floem	Air dan zat-zat diangkut ke seluruh bagian sel secara difusi atau osmosis
Contoh: Tumbuhan paku (Pteridophyta) dan tumbuhan berbiji (Spermatophyta)	Contoh: Lumut (Byrophyta)

1. Tumbuhan Tidak Berpembuluh

a. Bryophyta (Lumut)

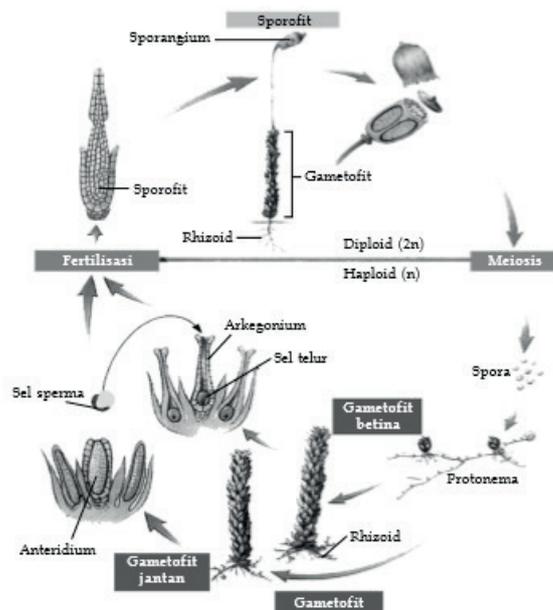
1) Ciri-ciri Bryophyta:

- Multiseluler, berklorofil, dan bersifat fotoautotrof.
- Akar, batang, dan daun belum bisa dibedakan.
- Merupakan tumbuhan peralihan antara tumbuhan talus (lembaran) dan tumbuhan berkormus (kormophyta).
- Tidak memiliki jaringan pembuluh.
- Habitat di tempat lembap atau basah.
- Memiliki siklus pergiliran keturunan (metagenesis).
- Mengalami dua fase kehidupan, yaitu fase gametofit dan fase sporofit.
- Bereproduksi secara aseksual dengan pembentukan spora dan reproduksi seksual dengan peleburan gamet jantan dan gamet betina.

2) Siklus Reproduksi

Pada tumbuhan lumut, proses reproduksi baik secara seksual dan aseksual berlangsung melalui suatu proses yang disebut sebagai metagenesis. Dalam metagenesis, terjadi pergiliran keturunan antara generasi sporofit yang menghasilkan spora dan generasi gametofit yang menghasilkan gamet jantan dan betina. Berdasarkan pergiliran keturunan, dapat diketahui bahwa fase gametofit pada tumbuhan lumut lebih dominan dibandingkan fase sporofit.

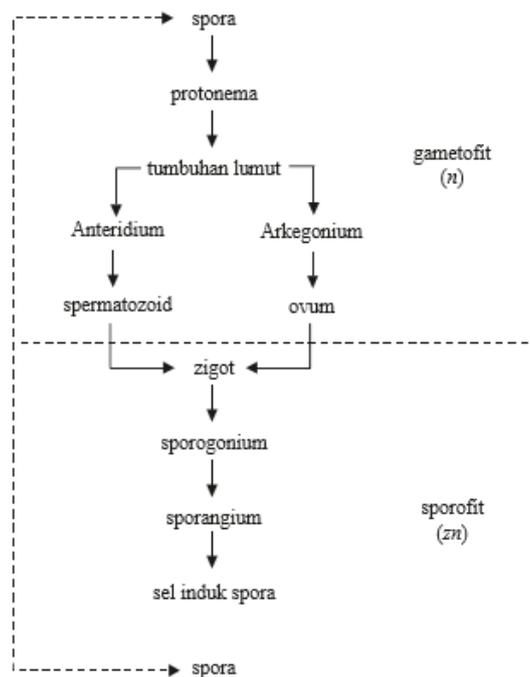
Berikut merupakan siklus reproduksi tumbuhan lumut (Bryophyta):



Gambar 19. Siklus Reproduksi Lumut

<https://smatetepmaju.wordpress.com/2016/06/14/atracheophyta/>

Gambar siklus reproduksi diatas apabila digambarkan secara skematis menjadi seperti gambar dibawah ini:



Gambar 20. Siklus Reproduksi Lumut secara Skematis

<https://www.websitependidikan.com/2017/08/metagenesis-tumbuhan-paku-dan-lumut.html>

3) Klasifikasi Bryophyta

Divisio Bryophyta (lumut) dapat dikelompokkan menjadi 3 kelas, yakni sebagai berikut:

a) Lumut daun (Bryophyta)

Lumut daun (Bryophyta) banyak ditemukan di tempat yang basah atau lembap, berbatang semu, dan terdapat daun yang bersusun spiral. Pada pangkal batang terdapat rizoid yang bercabang dan bersekat dan berfungsi sebagai akar. Contoh: *Polytrichum juniperinum*, *Pogonatum cirratum*, dan *Sp.hagnum sp.*

b) Lumut hati (Hepatophyta)

Lumut hati (Hepatophyta) banyak ditemukan menempel di bebatuan, tanah atau dinding tua yang lembab. Tubuh lumut hati memiliki struktur mirip akar, batang, dan daun berbentuk lembaran (talus). Siklus hidup lumut hati mirip dengan lumut daun.

Perkembangbiakan lumut hati dilakukan secara seksual dan aseksual. Secara seksual dengan membentuk anteridium dan arkegonium. Secara aseksual, lumut hati melakukan reproduksi dengan sel yang strukturnya menyerupai mangkuk berisi kumpulan tunas di permukaan gametofit. Struktur ini disebut ***gemma cup***. Contoh lumut hati adalah *Marchantia sp.*

c) Lumut tanduk (Anthoceroophyta)

Lumut tanduk (Anthoceroophyta) memiliki sporofit mirip tanduk sehingga dinamakan lumut tanduk. Anthoceroophyta hanya memiliki satu kloroplas di dalam

tiap selnya. Oleh karena itu, Anthoceroophyta dianggap sebagai lumut primitif. Siklus hidupnya menyerupai divisi Bryophyta dan Hepatophyta. Contoh Anthoceroophyta adalah *Anthoceros* sp.

2. Tumbuhan Berpembuluh

a. Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

1) Ciri-ciri Pteridophyta

- Sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati.
- Memiliki berkas pembuluh angkut.
- Terdiri atas dua fase generasi, yaitu sporofit (menghasilkan spora) dan gametofit (menghasilkan sel kelamin).
- Fase sporofit memiliki sifat lebih dominan dari fase gametofit.
- Berdasarkan fungsinya, daun tumbuhan paku dibedakan menjadi daun tropofil (untuk fotosintesis) dan daun sporofil (penghasil spora).
- Di bagian bawah sporofil terdapat banyak bulatan kecil berwarna kecokelatan. Bulatan tersebut berkumpul membentuk struktur yang disebut sorus. 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.
- Pada waktu masih muda, biasanya daun tumbuhan paku menggulung dan bersisik.
- Berdasarkan bentuknya, daun tumbuhan paku dibedakan menjadi daun mikrofil (daun kecil) dan daun makrofil (daun besar).
- Habitat ada yang di darat, di perairan, dan ada yang hidupnya menempel.

2) Klasifikasi Pteridophyta

Tumbuhan paku diklasifikasikan berdasarkan perbedaan morfologi tubuh. Berdasarkan hal tersebut, tumbuhan paku dibagi menjadi empat divisi, yaitu **Psilophyta**, **Lycophyta**, **Spenophyta**, dan **Pterophyta**.

a) Psilophyta

Tumbuhan paku ini belum memiliki daun dan akar, batangnya bercabang menggarpu dengan sporangium terdapat pada ujung cabangnya, dan telah memiliki berkas pengangkut. Struktur akarnya berupa rhizoma. Contoh: *Psilotum nodum*, *Rhynia major*.

b) Lycophyta

Tumbuhan paku ini memiliki ciri-ciri berdaun kecil, tidak bertangkai, batang menyerupai kawat dengan akar yang bercabang. Sporangium terdapat pada sisi daun yang berkumpul membentuk kerucut yang disebut strobilus. Contoh: *Lycopodium clavatum*, *Lycopodium* sp. (paku tanduk rusa), dan *Selaginella* sp.

Umumnya Lycophyta adalah tumbuhan epifit. Akan tetapi, ada juga yang tumbuh di dasar lantai hutan di daerah tropis. Lycophyta memiliki spora dalam

sporofit. Terdapat Lycophyta yang tidak berfotosintesis, namun bersimbiosis dengan jamur. *Lycopodium* sp. dapat menghasilkan spora tunggal yang nantinya berkembang menjadi gametofit yang memiliki organ jantan dan betina. Adapun *Selaginella* sp dapat menghasilkan dua spora, yaitu spora kecil (mikrospora) dan spora besar (makrospora).

c) Spenophyta

Tumbuhan paku ini merupakan jenis paku yang berdaun kecil seperti selaput dan tersusun melingkar. Batangnya mirip daun cemara, berongga, dan tumbuh tegak. Umumnya jenis paku ini hidup di dataran tinggi. Contoh: *Equisetum debile* (paku ekor kuda).

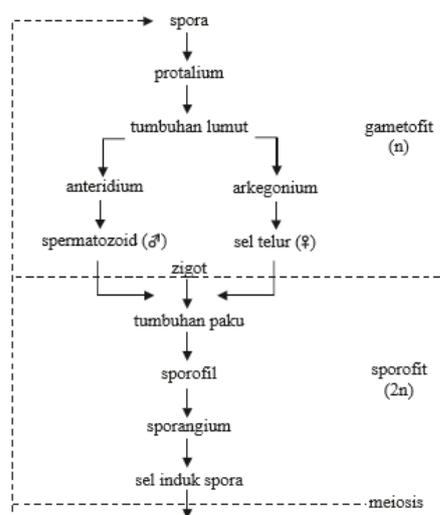
d) Pterophyta

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

3) Siklus Reproduksi

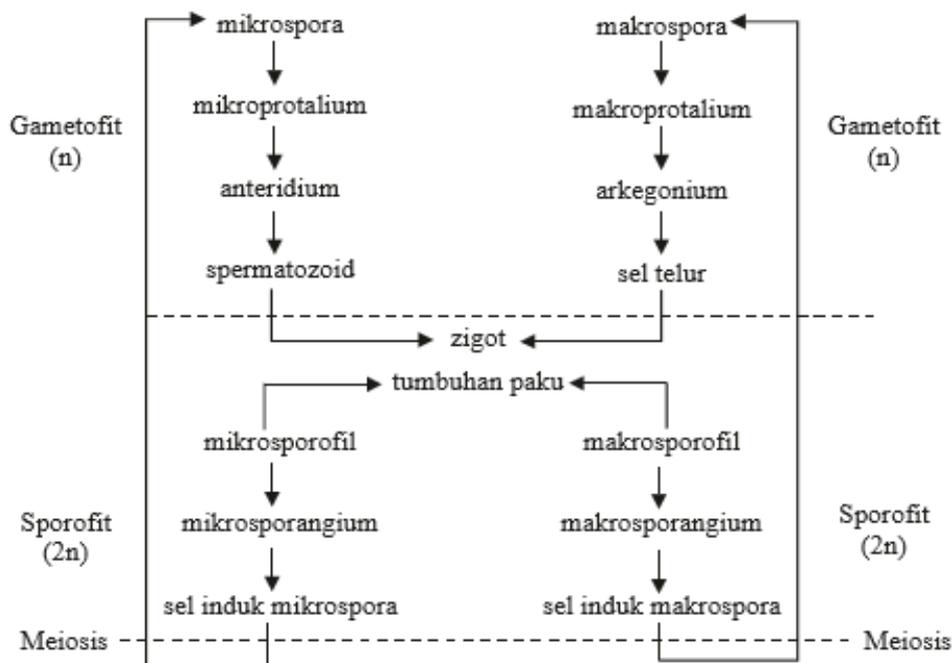
Terdapat beberapa bentuk spora pada paku yakni, paku homospora, paku heterospora, dan paku peralihan. **Paku homospora** menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran yang sama, contohnya paku kawat (*Lycopodium* sp.). **Paku heterospora** menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran berbeda, contohnya *Selaginella*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

Tumbuhan paku juga mengalami pergiliran keturunan (metagenesis). Metagenesis pada paku heterospora berbeda dengan paku homospora.



Gambar 21. Skema Metagenesis Paku Homospora

<https://www.websitependidikan.com/2017/08/metagenesis-tumbuhan-paku-dan-lumut.html>



Gambar 22. Skema Metagenesis Paku Heterospora

<https://www.websitependidikan.com/2017/08/metagenesis-tumbuhan-paku-dan-lumut.html>

b. Tumbuhan Berbiji (Spermatophyta)

Tracheophyta berbiji (Spermatophyta) dianggap sebagai tumbuhan yang tingkat perkembangannya paling tinggi. Pada tumbuhan ini akar, batang, dan daun telah nyata ada, serta menghasilkan biji sebagai alat perkembangbiakan. Tumbuhan dengan akar, batang dan daun sejati disebut tumbuhan berkormus (kormophyta). Atas dasar ciri-ciri itulah maka tumbuhan berbiji (Spermatophyta) disebut (kormophyta berbiji).

Tumbuhan ini menghasilkan biji yang merupakan alat perkembangbiakan generatif. Di dalam biji terdapat embrio yang merupakan calon individu baru. Bentuk tubuh tumbuhan bervariasi, seperti pohon, perdu, semak, dan herba. Spermatophyta dibagi menjadi dua kelompok, yaitu tumbuhan biji terbuka (**Gymnospermae**) dan tumbuhan biji tertutup (**Angiospermae**).

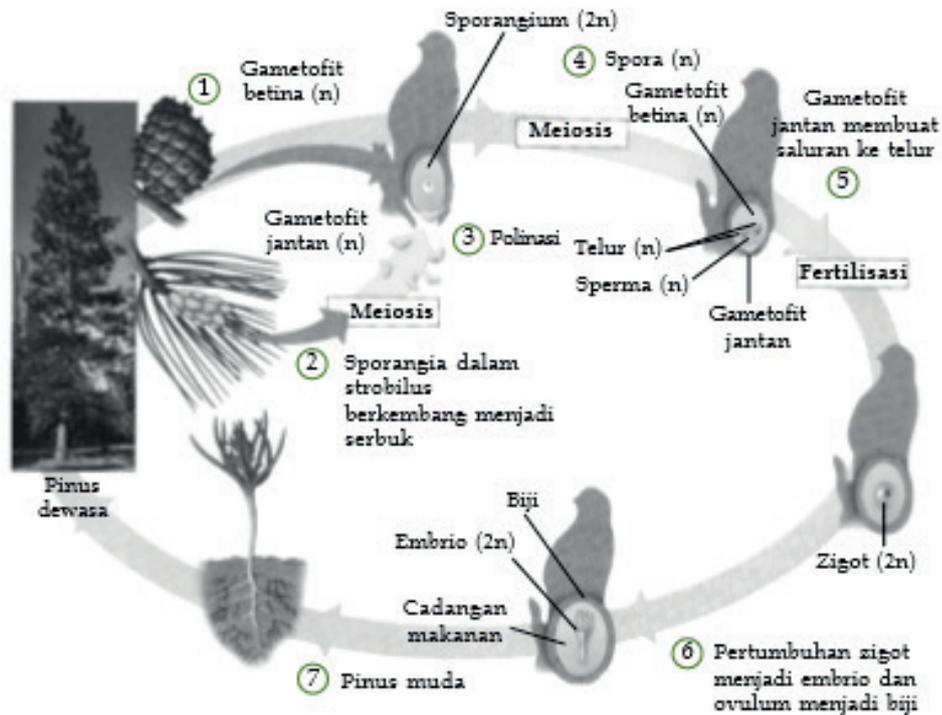
1) Tumbuhan biji terbuka (**Gymnospermae**)

a) Ciri-ciri tumbuhan biji terbuka (Gymnospermae)

- Daun sempit, tegak, dan kaku.
- Umumnya berakar tunggang.
- Bakal biji tidak terlindungi daging buah.
- Bentuk tubuh tumbuhan ada yang berupa semak, perdu, atau pohon.
- Tidak memiliki bunga yang sesungguhnya, melainkan berbentuk strobilus.
- Pembuahan terjadi secara tunggal.
- Memiliki kambium, sehingga batang dan akar tumbuhan bisa membesar.

Gymnospermae bereproduksi secara seksual. Bakal bijinya terletak pada daun buah atau makrosporofil yang disebut strobilus betina. Serbuk sari terletak pada mikrosporofil. Mikrosporofil terletak pada bagian yang disebut strobilus jantan.

Gymnospermae memiliki daur hidup yang mirip dengan paku heterospora.



Gambar 23. Metagenesis Gymnospermae

<http://muhammadnailulabor.blogspot.com/2016/02/kingdom-plantae.html>

b) Klasifikasi tumbuhan biji terbuka (Gymnospermae)

Tumbuhan biji terbuka (Gymnospermae) diklasifikasikan ke dalam empat kelas, yaitu sebagai berikut:

(1) Coniferae

Anggota kelas ini memiliki batang yang tegak, lurus, dan bercabang, daunnya berbentuk jarum. Strobilus berbentuk kerucut, terdiri dari strobilus jantan (berupa sisik) dan strobilus betina (berbentuk runjung/ conus dan menghasilkan bakal biji). Strobilus jantan dan strobilus betina terdapat di ketiak daun dan pada cabang yang sama. Contoh: pinus (*Pinus merkusii*), dan damar (*Agathis alba*).

(2) Cycadinae

Anggota kelas ini memiliki ciri khas, yaitu batangnya tidak bercabang, daunnya berbentuk pita dengan tulang daun yang menyirip. Jenis ini memiliki strobilus jantan yang halus dan kecil. Sedangkan, strobilus betina lebih besar dan berkayu. Umumnya berumah dua dan berkelamin satu. Contoh: pakis haji (*Cycas rumpii*).

(3) Gnetinae

Anggota kelas ini memiliki strobilus tunggal yang tersusun majemuk, daun berhadapan atau melingkar. Tumbuhan divisi ini dianggap paling tinggi tingkat perkembangannya evolusinya dari Gymnospermae dan dianggap pula sebagai tumbuhan peralihan antara Gymnospermae dan Angiospermae. Umumnya berumah dua dan jarang yang berumah satu. Bunga betina berupa bulir yang tersusun dalam lingkaran. Buah mempunyai biji yang diliputi oleh integumen luar

yang mengeras dan integumen dalam yang lembut. Contoh: melinjo (*Gnetum gnemon*).

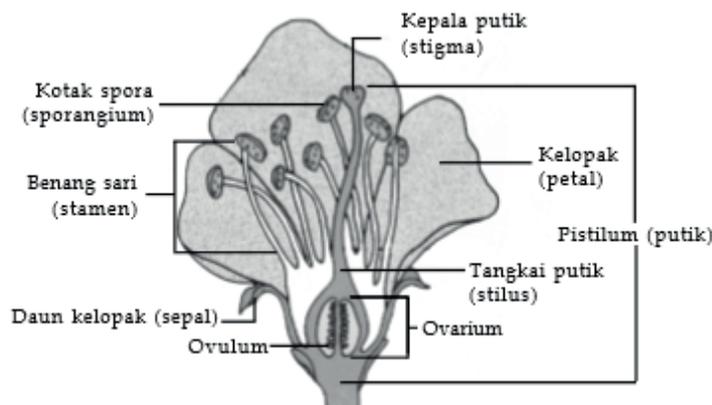
(4) Ginkgoinae

Tumbuhan divisi ini hanya diwakili oleh spesies *Ginkgo biloba*. Tumbuhan ini memiliki ciri pohon besar dengan daun lebar mirip kipas dan tangkai yang panjang serta tulang daun bercabang. Berumah dua dan mengeluarkan bau tidak sedap. Tumbuhan ini terkenal sebagai tanaman obat.

2) Tumbuhan biji tertutup (Angiospermae)

a) Ciri tumbuhan berbiji terbuka (Angiospermae)

- Memiliki akar, batang, daun, dan bunga yang sesungguhnya.
- Berdaun lebar, tunggal, dan majemuk. Susunan tulang daun menyirip, menjari, dan sejajar.
- Bakal biji terlindung oleh daging buah.
- Akar tunggang atau serabut.
- Pembuahan terjadi secara ganda.
- Memiliki bunga sebagai alat perkembangbiakan (benang sari sebagai alat kelamin jantan dan putik sebagai alat kelamin betina).



Gambar 24. Bagian-bagian Bunga

<http://kumpulanmateribiologisahabat.blogspot.com/2015/04/reproduksi-seksual.html>

Bunga pada Angiospermae dibedakan menjadi 2, yakni:

- Bunga lengkap
Merupakan bunga yang memiliki semua bagian bunga, yaitu tangkai bunga, kelopak bunga, mahkota bunga, benang sari, dan putik. Contohnya adalah bunga melati (*Jasminum sambac*), dan bunga sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*).
- Bunga sempurna
Merupakan bunga yang memiliki benang sari dan putik sekaligus. Contohnya adalah bunga melati (*Jasminum sambac*), dan bunga sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*).

b) Klasifikasi tumbuhan berbiji terbuka (Angiospermae)

Semua anggota Angiospermae ditempatkan dalam satu divisi, yakni divisi

Anthophyta. Divisi Anthophyta dibagi menjadi dua kelas, yaitu:

(1) Kelas monokotil (tumbuhan biji berkeping satu)

Tumbuhan monokotil adalah tumbuhan yang hanya memiliki satu keping atau daun biji. Berikut ini adalah famili-famili dari tumbuhan monokotil:

- (a) Liliaceae, contohnya kembang sunsang.
- (b) Poaceae atau Graminae, contohnya padi, alang-alang, dan jagung.
- (c) Zingiberaceae, contohnya jahe, lengkuas, dan kencur.
- (d) Musaceae, contohnya pisang.
- (e) Orchidaceae, contohnya anggrek.
- (f) Arecaceae, contohnya kelapa, palem.

(2) Kelas dikotil (tumbuhan biji berkeping dua)

Tumbuhan dikotil adalah tumbuhan yang memiliki dua keping atau daun biji. Berikut ini adalah famili-famili tumbuhan dikotil:

- (a) Euphorbiaceae, contohnya karet.
- (b) Moraceae, contohnya beringin.
- (c) Papilionaceae, contohnya kacang tanah.
- (d) Labiatae, contohnya kentang.
- (e) Convolvulaceae, contohnya kangkung.
- (f) Apocynaceae, contohnya kamboja.
- (g) Rubiaceae, contohnya kopi.
- (h) Verbenaceae, contohnya jati.
- (i) Myrtaceae, contohnya cengkeh.
- (j) Rutaceae, contohnya jeruk.
- (k) Bombacaceae, contohnya durian.
- (l) Malvaceae, contohnya waru.
- (m) Mimosaceae, contohnya putri malu.
- (n) Caesalpiniaceae, contohnya asam.

Berikut merupakan perbedaan antara tanaman monokotil dengan tanaman dikotil:

Tabel 13. Perbedaan Monokotil dan Dikotil

Bagian	Monokotil	Dikotil
Keping Biji	Satu	Dua
Akar	Serabut	Tunggang
Batang	Beruas dan berbuku, tidak bercabang,	Tidak beruas dan tidak berbuku, bercabang
Kambium	Tidak ada	Ada
Tulang daun	Sejajar dan melengkung	Menyirip dan menjari
Perhiasan bunga	Mahkota bunga berjumlah 3 atau kelipatannya	Mahkota bunga berjumlah 2, 4, dan 5 atau kelipatannya
Berkas pembuluh	Tersebar pada batang	Tersusun dalam lingkaran pada batang

C. Peranan Plantae

Tumbuhan adalah makhluk hidup yang dapat membuat makanannya sendiri. Banyak makhluk hidup di alam bergantung pada tumbuhan. Melalui fotosintesis yang dilakukannya, tumbuhan menghasilkan berbagai zat yang dapat dijadikan makanan untuk makhluk lain. Kingdom plantae memiliki banyak manfaat bagi kehidupan makhluk hidup lainnya. Bagi manusia, kingdom Plantae dapat dimanfaatkan sebagai bahan sandang, pangan dan papan serta obat-obatan.

Tumbuhan lumut juga memiliki manfaat, dalam ekosistem yang masih alami, lumut merupakan tumbuhan perintis karena dapat melapukkan batuan sehingga dapat ditempati oleh tumbuhan yang lain. Lumut dapat menyerap air yang berlebih, sehingga dapat mencegah terjadinya banjir. Lumut jenis *Marchantia polymorpha* dapat digunakan sebagai obat radang hati, dan lumut *Sp.hagnum* dapat dijadikan sebagai bahan pengganti kapas untuk industri tekstil.

Tumbuhan Paku juga berperan dalam kehidupan, salah satunya adalah sebagai tanaman hias, misalnya *Adiantum cuneatum* (suplir), *Asp.lenium nidus* (paku sarang burung) dan *Platyserium biforme* (paku simbar menjangan). Tumbuhan Paku juga berperan sebagai tanaman obat, misalnya rimpang dari *Asp.idium filixmas* (*Dryopteris*) yang mampu mengobati cacingan. Tumbuhan Paku dapat juga digunakan sebagai sayuran, contohnya adalah *Marsilea crenata* (semanggi).

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

Di dekat sekolah di kecamatan Gema, ada komunitas yang membudidayakan Gaharu sebagai bahan baku industri. Pada dasarnya gaharu adalah gumpalan berwarna coklat kehitaman, berbau harum, mengandung damar wangi, yang berada di batang, cabang,

ranting atau akar dari pohon dan sudah mengalami proses perubahan fisika dan kimia akibat diinduksi oleh mikroorganisme endofit. Saat ini, gaharu sudah banyak dikembangkan untuk meningkatkan perekonomian karena harganya yang cukup tinggi. Salah satu cara budidaya yang ditempuh adalah dengan cara inokulasi.

Gaharu dikenal tiga jenis, antar lain:

1. Gaharu hasil alam

Terbentuk karena proses alami, tidak diketahui kapan permulaan, berapa lama dan proses terbentuknya

2. Gaharu hasil rekayasa

Gaharu yang terbentuk karena sebagian adanya campur tangan manusia, mis. pelukaan & inokulasi

3. Black Magic Wood (BMW)

Tiruan, hitam, wangi & terbuat dari bahan kayu lain dengan cara menginjeksi resin gaharu kedalamnya.

Tabel 14. Beberapa jenis kayu penghasil Gaharu di Indonesia

<i>Aquilaria</i>	<i>Gyrinops</i>	<i>Wikstroemia</i>	<i>Phaleria</i>
<i>A. malaccensis</i>	<i>G. versteegii</i>	<i>W. androsaemifola</i>	<i>P. capitata</i>
<i>A. beccariana</i>	<i>G. landermanii</i>	<i>W. polyantha</i>	<i>P. microcarpa</i>
<i>A. microcarpa</i>	<i>G. caudate</i>	<i>W. tenuiramis</i>	<i>P. nisdai</i>
<i>A. hirta</i>	<i>G. decipiens</i>	<i>W. ridleyi</i>	<i>P. macrocarpa</i>
<i>A. crassna</i>	<i>G. acuminata</i>		<i>P. papuana</i>
<i>A. cumingiana</i>	<i>G. urdanentensis</i>		
<i>A. filaria</i>	<i>G. citrinaecarpa</i>		
<i>A. tomentosa</i>	<i>G. pubifolia</i>		
<i>A. audate</i>	<i>G. cumingiana</i>		
<i>A. brachyantha</i>	<i>G. decemcostata</i>		
<i>A. Moszkowskii</i>	<i>G. Salicifolia</i>		
<i>A. borne</i>	<i>G. podocarpus</i>		

Nilai jual Gaharu sangat tinggi, kayu Gaharu sangat jarang ditemukan dan memiliki nilai jual yang tinggi akibat manfaatnya yang banyak. Hampir seluruh bagian Pohon Gaharu dapat dimanfaatkan, beberapa hasil yang diperoleh dari Gaharu antara lain;

1. Minyak Gaharu

Minyak Gaharu didapatkan dari hasil penyulingan kayu Gaharu, minyak ini digunakan sebagai bahan baku berbagai industri seperti kosmetik, sabun, parfum, dupa/pengharum ruangan, dan perlengkapan spa.

2. Daun Gaharu segar

Daun Gaharu dikonsumsi sebagai teh setelah dikeringkan. Daun ini memiliki beberapa manfaat sebagai anti alergi, anti diabetes, obat pencahar, menurunkan kolestrol, menurunkan tekanan darah, dan menjaga stamina.

3. Kayu Gaharu segar

Kayu Gaharu dapat dimanfaatkan sebagai dupa, pengharum ruangan, diambil minyaknya, asesoris beads (gelang, tasbih, kalung), dan pajangan dinding.

4. Buah Gaharu

Buah Gaharu dimanfaatkan sebagai minuman kesehatan (teh), tepung kue.

Pada tahun 1994 konvensi CITES (*Convention on International Trade in Endangered Sp.ecies*) di Amerika Serikat menetapkan kayu Gaharu (terutama dari spesies *Aquilaria malaccensis* termasuk dalam Appendix II), artinya pemanfaatan jenis ini dibatas. Hal ini dipicu karena berkurangnya populasi spesies ini dengan cukup cepat, diakibatkan oleh ketidakmampuan petani Gaharu untuk mengenali apakah pohon Gaharu mengandung minyak Gaharu atau tidak, sehingga petani Gaharu ini menebang semua pohon Gaharu (termasuk pohon Gaharu yang tidak memiliki minyak Gaharu). Genus *Aquilaria*, sebenarnya bukan merupakan satu-satunya penghasil kayu Gaharu, namun biasanya kayu Gaharu yang berkualitas baik dihasilkan oleh spesies *Aquilaria malaccensis*.



Gambar 25. Alur budidaya Gaharu. Roesma Narulita/Imbau

Karena makin berkurang di alam, maka perlu dikembangkan budidaya Gaharu melalui teknologi inokulasi. Inokulasi adalah nokulasi adalah pengeboran batang pohon dan penyuntikan cairan inokulan. Beberapa jamur yang biasa digunakan sebagai inokulan yaitu:

Tabel 15. Jamur pembentuk Gaharu

Filum	Spesies Jamur	Sifat Pertumbuhan Koloni
Ascomycota	<i>Acremonium sp..</i>	Sangat lambat
Ascomycota	<i>Asp.ergillus niger</i>	Sangat cepat
Ascomycota	<i>Laziodiplodia sp..</i>	Sangat cepat
Heterokontophyta	<i>Phytium sp..</i>	Sangat cepat
Ascomycota	<i>Fusarium solani</i>	Sangat cepat

Perawatan Gaharu

Dalam perawatan gaharu, penting untk melakukan pemangkasan cabang, pemupukan, dan pemberian naungan.

1. Pemangkasan Cabang

Pemangkasan cabang ditujukan agar tanaman gaharu tumbuh dengan cepat dan tinggi. Hal ini disebabkan untuk memaksimalkan nutrisi yang diserap tumbuhan pada bagian

pertumbuhan saja. Pemangakasan sebaiknya dilakukan ketika akan muncul cabang atau ranting dengan panjang pemotongan hanya 2-3 cm. Kegiatan ini rutin dilakukan sekali dalam dua minggu atau dua kali dalam satu bulan. Ketika pemotongan, penting untuk memilih beberapa cabang yang kuat dan subur untuk dibiarkan.

2. Pemupukan

Pemupukan ditujukan untuk mempercepat pertumbuhan dengan menyokong nutrisi tumbuhan gaharu. Pemupukan dilakukan secara rutin dengan kadar sesuai ukuran pohon. Pupuk yang digunakan sebaiknya menggunakan pupuk kompos atau pupuk kandang yang bersifat organik selama 6 bulan satu kali. Namun hal ini tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan pupuk buatan seperti NPK (Nitrogen, Phosphorous/Fosfor, dan Kalium/Potassium) yang dapat dilakukan 3 bulan sekali.

3. Pembasmian Hama

Terdapat berbagai jenis hama yang menyerang tumbuhan gaharu seperti ulat pemakan daun dan serangga kutu putih. Penting untuk membasmi hama tersebut secara rutin dengan penyemprotan dan metode lainnya. Untuk hama seperti babi dan kambing, batang gaharu bagian bawah bisa dipagari dengan kayu yang cukup tinggi atau dibungkus dengan karung bekas.

4. Pemberian Naungan

Dalam pertumbuhannya, bibit gaharu membutuhkan naungan agar mempercepat pertumbuhannya optimal. Naungan dapat berupa tumbuhan berdaun lebar atau buatan dari atap atau paranet. Hal ini ditujukan untuk menghindari sinar matahari langsung dan mengurangi penguapan yang dapat memperlambat pertumbuhan.

Kegiatan 8

Mengamati dan mendata tumbuhan dikotil dan monokotil di lingkungan sekitar.

SOAL DISKUSI

1. *Sebutkan ciri tumbuhan!*
2. *Jelaskan perbedaan antara tumbuhan lumut dan tumbuhan paku!*
3. *Gambarkan metagenesis pada tumbuhan lumut dan paku!*
4. *Jelaskan perbedaan antara tanaman dikotil dan monokotil!*
5. *Sebutkan jenis-jenis tanaman yang ada di lingkungan sekitarmu beserta manfaatnya bagi kehidupan masyarakat!*

ANIMALIA (HEWAN)

A. Ciri-ciri Animalia

- Makhluk hidup multiseluler dan eukariotik (inti sel sudah memiliki membran inti)
- Sel-sel penyusunnya sudah terspesialisasi dengan struktur dan fungsi tertentu
- Memperoleh makanan secara heterotrof
- Memerlukan oksigen
- Reproduksi secara seksual, pada beberapa filum secara aseksual

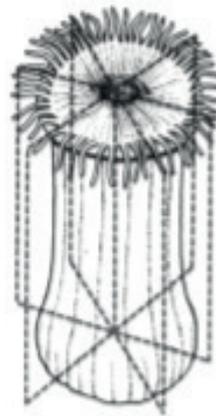
B. Klasifikasi Animalia

Para ahli taksonomi melakukan klasifikasi dari sekian banyak anggota kingdom Animalia berdasarkan empat hal, yakni simetri tubuh, rongga tubuh, jumlah lapisan tubuh, dan segmentasi tubuh.

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



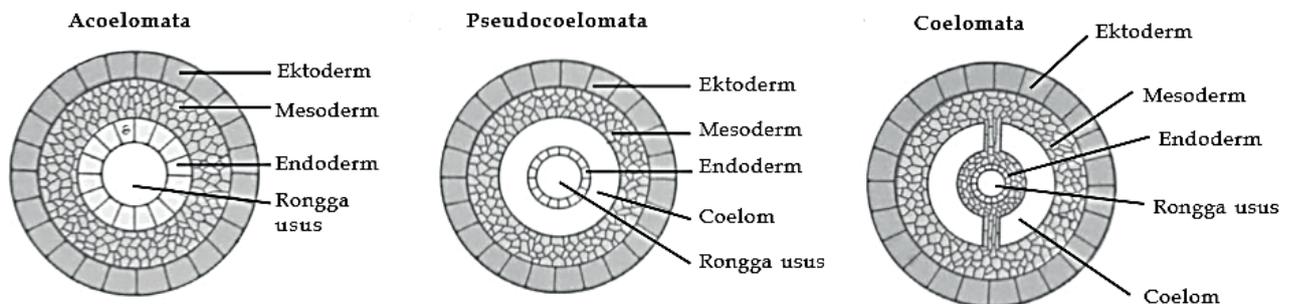
Gambar 26a. Simetri Bilateral



Gambar 26b. Simetri Radial

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

Acoelomata adalah hewan yang bertubuh padat tanpa rongga (coelom) di antara usus dan tubuh bagian luarnya. Contoh dari hewan ini antara lain anggota Platyhelminthes (cacing pipih). **Pseudocoelomata** adalah hewan yang memiliki rongga (coelom) di dalam saluran tubuhnya. Rongga tersebut berisi cairan, yang memisahkan alat pencernaan dengan lapisan mesoderm dan ektoderm. Contoh hewan dari kelompok ini adalah Nematoda (cacing gilig) dan Porifera. **Coelomata** adalah hewan yang memiliki rongga tubuh (coelom) berisi cairan dan memiliki sekat. Sekat-sekat tersebut berasal dari jaringan mesoderm.



Gambar 27. Acoelomata, Pseudocoelomata, dan Coelomata.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, kingdom Animalia dikelompokkan antara lain menjadi 14 filum. Keempat belas filum tersebut terdiri atas dua kelompok besar, yaitu invertebrate/avertebrata dan vertebrata.

Avertebrata merupakan hewan yang tidak memiliki tulang belakang, sedangkan vertebrata merupakan hewan yang memiliki tulang belakang. Sebanyak 97% anggota animalia merupakan kelompok avertebrata, sedangkan 3% sisanya merupakan kelompok vertebrata.

Berikut akan dijelaskan mengenai beberapa filum dari kingdom Animalia baik dari kelompok invertebrata maupun vertebrata. Filum-filum tersebut adalah Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Mollusca, Echinodermata, Arthropoda, dan Chordata.

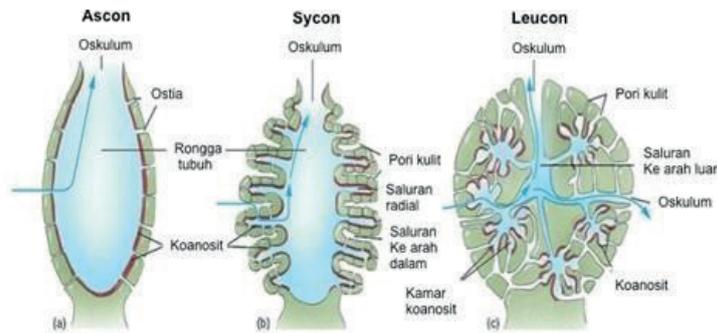
1. Porifera

Nama porifera berasal dari Bahasa latin, *porus* yang berarti lubang kecil dan *ferre* yang berarti membawa atau memiliki. Tubuh Porifera dihubungkan oleh saluran-saluran. Saluran-saluran tersebut terbuka di ujungnya dan membentuk pori-pori. Pori-pori inilah yang membuat filum ini dinamakan filum Porifera.

Porifera merupakan hewan multiseluler yang paling sederhana, mereka tidak memiliki kepala atau anggota badan lain layaknya hewan. Porifera memiliki sekitar 10.000 spesies yang kebanyakan hidup di air laut. Hewan ini merupakan hewan *sessile* (hidup melekat pada substrat).

a. Ciri-ciri Porifera

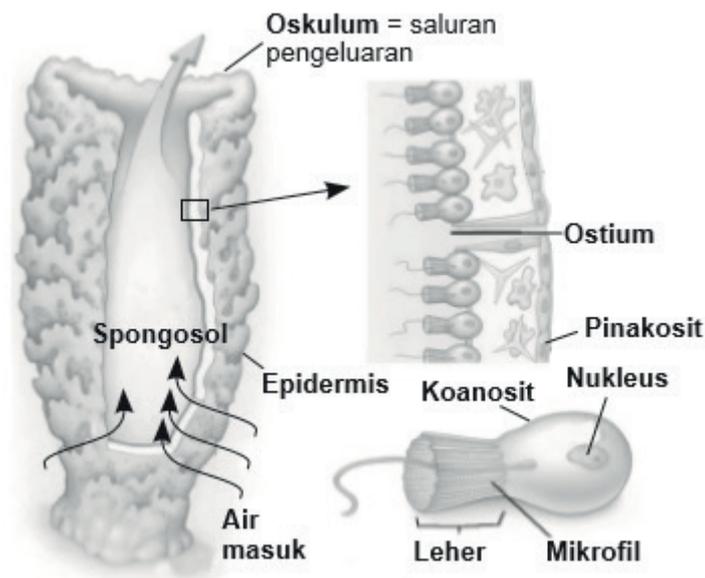
- Hewan diploblastik (memiliki dua lapisan tubuh, yaitu ektoderm dan endoderm).
- Terdapat pori-pori atau rongga pada tubuhnya yang disebut spongosol sebagai jalan masuk air yang membawa makanan.
- Memiliki tiga buah saluran air, yaitu askon, sikon, dan leukon.



Gambar 28. Tipe tubuh Porifera

<https://sel.co.id/ciri-ciri-serta-struktur-tubuh-porifera-lengkap/>

- Belum memiliki jaringan (*parazoa*).
- Lapisan tubuh bagian luar tersusun oleh sel-sel epidermis berbentuk pipih dan ber dinding tebal yang disebut pinakosit (sebagai kulit luar) dan sel-sel koanosit (lapisan dalam) yang berbentuk seperti corong berflagela.
- Kerangka dalam tubuhnya (endoskeleton) terdiri atas serabut-serabut organik yang tidak teratur (spongin) atau spikula.
- Habitat di perairan terutama di air laut.
- Pencernaan makanan dilakukan secara interselluler, makanan dicerna di dalam vakuola makanan, kemudian diserab oleh sel amobosit (*amoebocyte*) dan diedarkan ke seluruh tubuhnya.
- Sistem reproduksi ada dua, yaitu:
 - Reproduksi aseksual, dilakukan dengan pembentukan kuncup tunas dan gemmule (tunas internal).
 - Reproduksi seksual, yaitu melalui proses fertilisasi yang dilakukan dengan pembentukan arkeosit yang mengandung sperma dan ovum.



Gambar 29. Struktur Porifera

<https://gambarlmn.blogspot.com/2018/08/gambar-hewan-filum-porifera.html>

b. Klasifikasi Porifera

Menurut bahan penyusun spikulanya, Porifera dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu:

- 1) Calcarea, spikula tersusun dari zat kapur/kalsium, tipe saluran airnya asconoid. Umumnya hidup di laut dangkal. Contohnya *Grantia* sp., *Leucosolenia* sp., *Scypha* sp., dan *Clathrina* sp.
- 2) Hexactinellida, spikula tersusun dari silikat/kersik, tipe saluran airnya sycon. Contohnya *Pheronema* sp., *Euplectella* sp., dan *Hyalonema* sp..
- 3) Demospongia, rangka terdiri dari spikula kersik dan/ atau spongin. Tersusun dari zat kersik atau serabut songin, tipe saluran airnya sycon atau leucon. Contohnya *Euspongia* sp., *Spongilla* sp., dan *Haliclona*.

2. Coelenterata/ Cnidaria

a. Ciri-ciri Coelenterata

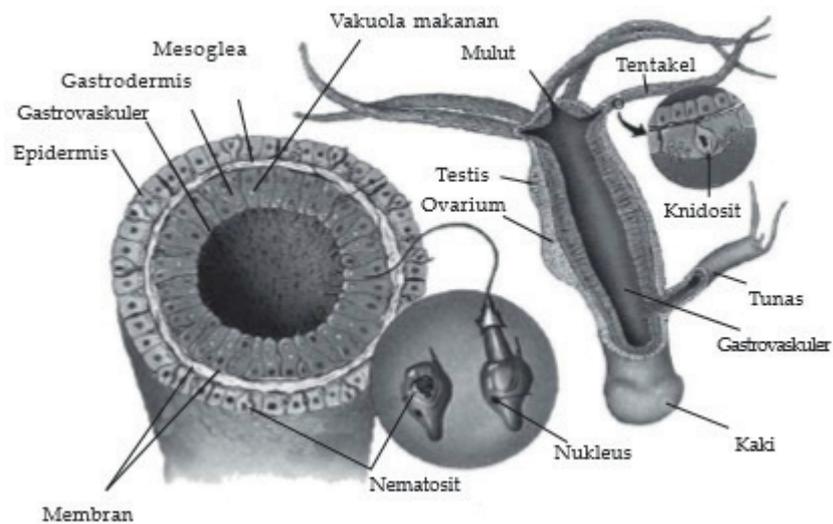
- Tubuh simetri radial dan diploblastik
- Rongga tubuh (gastrovaskuler) berfungsi sebagai usus
- Memiliki tentakel yang dilengkapi dengan sel knidoblast yang mengandung sel penyengat (nematokis) yang berfungsi untuk menangkap dan melumpuhkan mangsa
- Pengambilan gas O₂ dan CO₂ dilakukan secara difusi.
- Habitat di perairan (air tawar/ laut)
- Tubuh mengalami metagenesis menjadi dua, yaitu:
 - Tipe polip, yaitu tipe tubuh yang hidupnya tak bebas atau menempel pada substrat tertentu
 - Tipe medusa (seperti payung), yaitu tipe yang dapat hidup bebas (dapat berenang).
- Sistem reproduksinya, yaitu:
 - Reproduksi aseksual, melalui pembentukan tunas/kuncup yang menempel pada hewan induknya.
 - Reproduksi seksual melalui fertilisasi eksternal, yaitu dengan penyatuan sperma dengan sel telur hingga membentuk zigot.

a. Klasifikasi Coelenterata

Coelenterata diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yakni sebagai berikut:

1) Hydrozoa

Berupa polip, hanya sebagian kecil yang berbentuk medusa dan hidup berkoloni. Habitat Hydrozoa di air tawar, sebagian hidup di laut. Biasanya hidup menempel pada benda yang ada dalam air, misalnya tanaman air. Reproduksi aseksual Hydrozoa dengan membentuk tunas, adapun reproduksi seksual dengan membentuk sperma dan ovum. Hydrozoa kebanyakan hermaphrodit, meskipun ada yang gonochoris. Contoh: *Hydra* sp., *Obelia* sp., dan *Physalia* sp..



Gambar 30. Struktur Tubuh *Hydra* sp.

<http://jurnal-belajar-online.blogspot.com/2017/03/kingdomanimalia-dunia-hewan.html>

2) Scyphozoa

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

Planula biasanya menempel di dasar air dan akan tumbuh menjadi polip. Polip bereproduksi secara aseksual dengan membentuk medusa. Pergiliran tahap seksual dan aseksual pada Coelenterata mirip pergiliran keturunan pada tumbuhan. Akan tetapi, pada Coelenterata tidak ada generasi haploid. Baik medusa maupun polip adalah diploid. Contoh spesies kelas Scyphozoa, yakni *Aurelia* sp. (ubur-ubur).

3) Anthozoa

Anthozoa merupakan Coelenterata yang memiliki bentuk tubuh menyerupai bunga. Kelas ini merupakan pembentuk anemon laut atau terumbu karang. Kelas anthozoa hanya memiliki bentuk polip. Bentuk polip dari anemon laut, lebih kompleks daripada struktur *Hydra*. Gastrovaskuler anemon laut dibagi menjadi bagian-bagian kecil.

Bentuk polip dari anthozoa menyekresikan kalsium karbonat di sekitar tubuhnya. Kebanyakan koral berukuran kecil, berkoloni, dan bersatu membentuk massa yang besar membentuk susunan yang disebut *coral reef*. Contohnya adalah *The Great Barrier Reef* di Australia yang panjangnya hampir 2.000 km. Contoh spesies Anthozoa, yakni *Stephanozoe* sp., *Tubifora musica*, dan *Acropora* sp..

3. Platyhelminthes

a. Ciri-ciri Platyhelminthes

- Tubuh bilateral simetris dengan bentuk, hewan triploblastik (lapisan ektoderm mesoderm, dan endoderm).
- Tidak memiliki rongga tubuh (aselomata).

- Tidak memiliki sistem sirkulasi.
- Proses respirasi dilakukan secara difusi oleh seluruh tubuh.
- Sistem ekskresi menggunakan sel api (*flame cell*).
- Sistem saraf berupa sistem tangga tali yang terdiri atas ganglion (simpul saraf) dan sepasang tali saraf.
- Berkembang biak dengan dua cara:
 - Aseksual, dengan fragmentasi (membelah diri).
 - Seksual, yaitu dengan perkawinan silang antar individu, karena bersifat hermafrodit (memiliki dua alat kelamin)

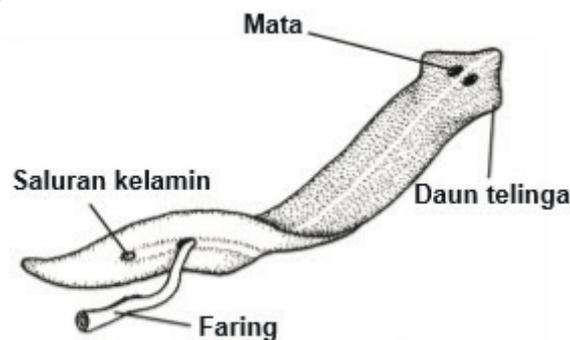
a. Klasifikasi Platyhelminthes

Filum Platyhelminthes dapat dikelompokkan dalam beberapa kelas, antara lain:

1) Turbellaria (cacing rambut getar)

Jenis cacing ini merupakan cacing yang hidup bebas dan bergerak dengan bulu getar.

Contoh: *Planaria* sp.



Gambar 31. *Planaria* sp.

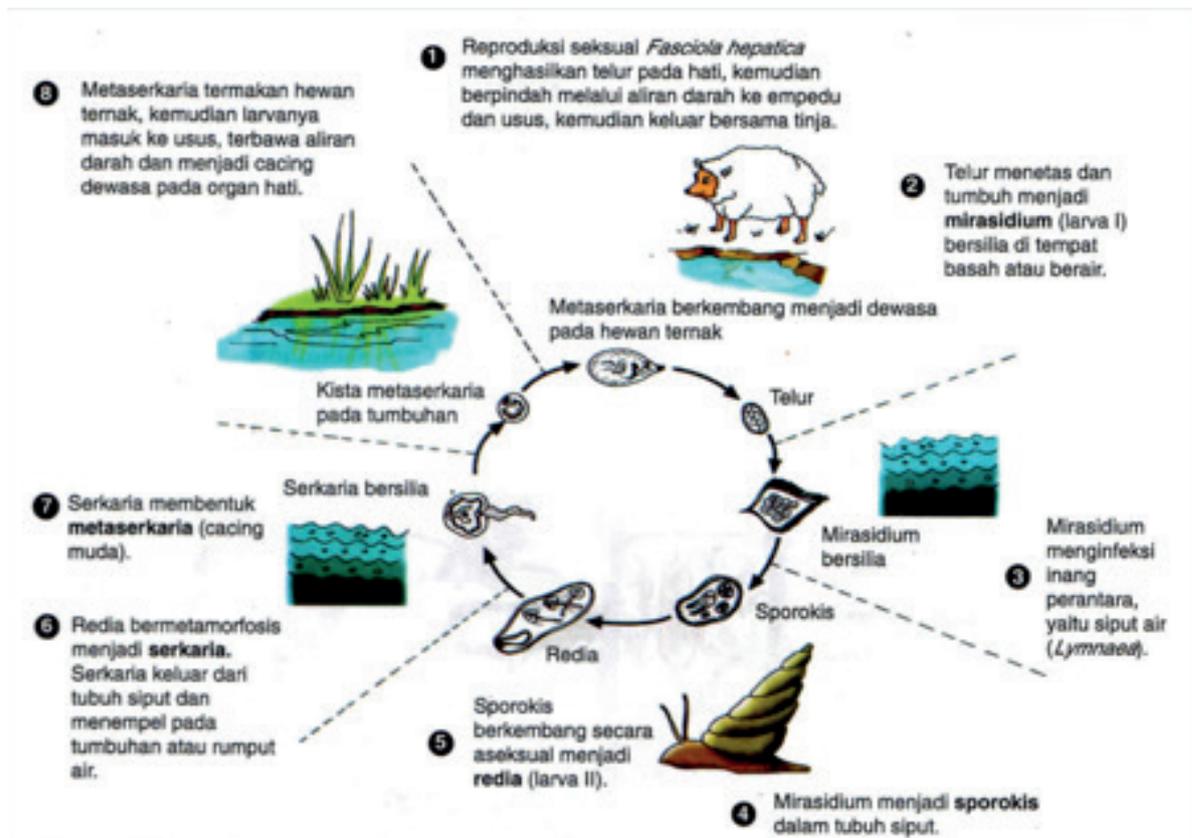
<https://www.slideshare.net/cyrasoreda/phylum-platyhelminthes-17332918>

2) Trematoda (cacing isap)

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

a) *Fasciola hepatica* (cacing hati pada ternak)

Cacing ini parasit pada hati hewan ternak. Dalam daur hidupnya cacing ini menempati tubuh siput air sebagai inang perantara (*hospes intermedier*) yaitu siput *Lymnaea* sp. Cacing ini dapat menginfeksi hewan ternak jika hewan ternak berada di lokasi yang tidak bersih. Maka akan lebih aman untuk hewan ternak dan manusia yang mengonsumsi daging hewan ternak tersebut jika hewan ternak dikandangkan.



Gambar 32. Daur Hidup *Fasciola hepatica*

<http://sammlungfotos.online/brandsddwn-daur-hidup-fasciola-hepatica.htm>

b) *Clonorchis sinensis*

Clonorchis sinensis merupakan cacing hati yang parasit pada hati manusia. Cacing ini hospes antaranya adalah ikan air tawar. Cacing ini banyak menjangkit orang yang memiliki kebiasaan makan ikan mentah, seperti di Jepang, Cina, Taiwan, dan Korea. Agar terhindar dari cacing hati yang bersifat parasit ini, hendaknya masyarakat menjaga kebersihan sungai sebagai tempat hidup ikan, dan jika memasak ikan masyarakat harus memasaknya sampai matang.

c) *Schistosoma haematobium* (cacing darah)

Schistosoma haematobium hidup dalam saluran darah dan dapat menyebabkan anemia.

3) Cestoda (cacing pita)

Cacing ini tidak memiliki alat pencernaan, tubuhnya beruas-ruas (*proglotid*), dan setiap proglotid mengandung alat reproduksi, ekskresi, serta mampu menyerap sari makanan dari inangnya. Contoh: *Taenia saginata* (cacing pita pada sapi) dan *Taenia solium* (cacing pita pada babi). Cacing jenis inipun akan menginfeksi hewan ternak seperti sapi dan babi, jika hewan tersebut tidak berada pada area yang bersih.

a) Nemathelminthes (Nematoda)

a. Ciri-ciri Nematoda

- Tubuh triploblastik dan berbentuk bulat panjang. Disebut sebagai hewan pseudoselomata karena memiliki rongga semu.
- Tubuh simetri bilateral.
- Sistem respirasi melalui permukaan tubuh.
- Memiliki kutikula yang berfungsi untuk melindungi diri dari enzim pencernaan inang.
- Memiliki alat ekskresi berupa sel glanduler.
- Hampir semua jenis cacing dalam filum ini bersifat parasit dan menyebabkan penyakit pada manusia.
- Sistem reproduksinya, yaitu:
 - Umumnya Nemathelminthes bereproduksi secara seksual dengan fertilisasi internal.
 - Organ kelamin jantan dan betina terpisah pada individu yang berbeda.

b. Klasifikasi Nemathelminthes (Nematoda)

Filum Nemathelminthes terdiri dari dua kelas, yaitu: Aphasmidia dan Phasmidia. Contoh-contoh yang telah dikenal kebanyakan berasal dari kelas Phasmidia, seperti *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale*, *Enterobios vermicularis*, *Filaria bancrofti*, dan *Trichinella sp. iralis*.

Contoh-contoh cacing Nemathelminthes, antara lain:

1) *Ascaris lumbricoides* (cacing perut)

Cacing ini parasit pada usus halus manusia. Dikenal sebagai cacing gelang atau cacing perut. Cacing betina berukuran lebih panjang daripada cacing jantan. Cacing ini dapat menginfeksi manusia jika manusia tersebut kurang menjaga kebersihan.

2) *Ancylostoma duodenale* (cacing tambang)

Ancylostoma duodenale disebut juga cacing tambang, banyak ditemukan di daerah pertambangan. Parasit pada usus manusia pada dinding usus dan mengisap darah dari inangnya, oleh karena itu cacing ini dapat menyebabkan anemia.

3) *Enterobios vermicularis* (cacing kremi)

Enterobios vermicularis disebut cacing kremi. Parasit pada usus besar manusia. Jika akan bertelur cacing betina bermigrasi ke daerah sekitar anus sehingga menimbulkan rasa gatal. Sama seperti sebelumnya bahwa cacing ini menginfeksi manusia jika manusia kurang menjaga kebersihan. Karena itu, sangat penting bagi masyarakat untuk menjaga kebersihan.

4) *Wuchereria bancrofti* (cacing filaria)

Wuchereria bancrofti disebut juga *Filaria bancrofti* (cacing filaria). Cacing ini menyebabkan penyakit kaki gajah (filariasis, elephantiasis), yang ditandai dengan pembengkakan di daerah kaki. Penularannya melalui gigitan nyamuk *Culex*.

b) Annelida

a. Ciri-ciri Annelida

- Hewan triploblastik, selomata (sudah terdapat selom sejati).
- Tubuh bersegmen (disebut metameri) memiliki sistem saraf, pencernaan, reproduksi, dan sistem ekskresi.
- Tiap segmen tubuhnya dibatasi oleh sekat yang disebut septa.
- Organ-organ ekskresi terdiri atas nefridia (saluran), nefrostom (corong), dan nefrotor (pori tempat keluarnya kotoran).
- Memiliki sistem peredaran darah tertutup, dan sistem saraf tangga tali.
- Reproduksi secara seksual melalui fertilisasi dan secara aseksual melalui proses fragmentasi.
- Meskipun termasuk hewan hemafrodit (berkelamin ganda), proses pembuahan tetap harus dilakukan oleh dua individu dengan saling memberikan sperma yang disimpan di dalam *reseptakulum seminalis*.

b. Klasifikasi Annelida

Annelida dibagi menjadi tiga kelas, yaitu:

1) Polychaeta

Polychaeta berasal dari kata *poly* yang artinya banyak dan *chaeta* yang artinya rambut. Semua anggota Polychaeta hidup di laut. Tubuhnya memiliki rambut-rambut pada setiap parapodia. Parapodia merupakan struktur seperti daging pada setiap segmen tubuh Polychaeta yang dapat berfungsi sebagai alat gerak. Pada banyak Polychaeta, parapodia berfungsi juga sebagai insang yang merupakan perpanjangan area kulit untuk pernapasan. Contoh Polychaeta, antara lain *Nereis virens*, cacing wawo (*Lysidice oele*), dan cacing palolo (*Eunice viridis*).

2) Oligochaeta

Oligochaeta berasal dari kata *oligos* yang artinya sedikit dan *chaeta* yang artinya rambut. Tidak memiliki mata dan parapodia. Hidup di darat atau perairan tawar dan bersifat hemaprodit (memiliki ovarium dan testis). Anggota Oligochaeta hidup di tanah dan beberapa spesies hidup di air. Contoh: cacing tanah (*Pheretima*, *Lumbricus terrestris*).

3) Hirudinea

Cacing ini termasuk cacing pengisap darah. Adapun yang termasuk dalam kelas ini adalah bangsa lintah. Lintah parasit menempel di permukaan tubuh binatang, seperti ikan. Lintah mengisap darah inang dan menyekresikan substansi yang dapat membuat darah tidak membeku (hirudin). Contohnya adalah lintah (*Hirudo medicinalis*) dan pacet (*Haemadipsa javanica*).

c) Mollusca

Mollusca (moluska) merupakan kelompok hewan yang bertubuh lunak. Mollusca berasal dari bahasa latin *molluscus* yang artinya lunak.

a. Ciri-ciri Moluska

- Tubuh triploblastik selomata dan simetri bilateral.
- Tubuh terdiri atas tiga komponen, yaitu kaki berotot untuk pergerakan, massa visceral (bagian tubuh lunak yang mengandung organ internal), dan mantel (untuk melindungi massa visceral dan mensekresikan bahan baku cangkang).
- Sebagian besar dilindungi oleh cangkang yang tersusun atas zat kapur.
- Sudah memiliki alat pencernaan yang lengkap.
- Memiliki lidah bergigi (radula) yang berfungsi untuk melumat makanan.
- Sistem reproduksi, yaitu:
 - Mollusca berkembang biak dengan fertilisasi internal.
 - Beberapa hewan mollusca ada yang memiliki kelamin ganda (hemaprodit), namun ada pula yang kelaminnya terpisah.

b. Klasifikasi Moluska

Moluska dikelompokkan menjadi lima kelas, yaitu sebagai berikut:

1) Amphineura

Hewan ini memiliki ciri-ciri, yaitu cangkangnya memiliki susunan yang bertumpuk-tumpuk seperti susunan genting, hidupnya melekat di dasar perairan. Pada mulutnya dilengkapi dengan lidah parut atau radula. Contohnya adalah *Chiton* sp..

2) Bivalvia

Bivalvia adalah Mollusca yang memiliki dua cangkang. Hewan golongan ini bernapas dengan insang yang berlapis-lapis yang berbentuk seperti lembaran sehingga disebut juga sebagai *Lamelibranchiata* (lamela = lembaran, branchia = insang). Dari celah cangkangnya akan keluar kaki yang pipih seperti mata kapak sehingga hewan ini disebut juga *Pelecypoda* (pelecy = pipih, podos = kaki).

Cangkang kerang terdiri atas 3 lapisan, yaitu:

- Lapisan periostrakum, merupakan lapisan paling luar dan tersusun atas zat tanduk.
- Lapisan prismatic, merupakan lapisan tengah yang tebal, terdiri atas zat kapur.
- Lapisan nakreas, merupakan lapisan paling dalam yang tersusun atas zat-zat kapur yang halus. Lapisan ini disebut juga sebagai lapisan mutiara. Contohnya adalah: *Asaphis detlorata* (remis), *Pecten*, *Ostrea* (tiram), dan *Maleagrina margaritivera* (kerang mutiara).

3) Gastropoda

Gastropoda adalah anggota Mollusca yang menggunakan perut sebagai kaki atau berjalan dengan menggunakan perutnya. Semua Gastropoda memiliki cangkang sebagai pelindung kecuali *Vaginulae*. Gastropoda merupakan hewan hermafrodit, alat pernapasannya adalah insang untuk yang hidup di perairan dan paru-paru untuk yang hidup di darat.

Pada mulut terdapat alat-alat, seperti rahang, gigi parut (radula), dan lidah. Memiliki dua pasang antena, sepasang antena panjang yang dilengkapi bintik mata untuk membedakan gelap dan terang serta sepasang antena pendek sebagai indra peraba dan

pembau. Contohnya adalah *Acatina* sp. (bekicot), *Lymnaea* sp. (siput), dan *Melania* sp. (sumpil).

4) Schapopoda

Hewan ini hidupnya ada di dasar perairan atau terpendam dalam pasir atau lumpur. Cangkang hewan ini mirip dengan bentuk gading namun memiliki ujung yang terbuka. Contoh spesiesnya adalah *Dentalium vulgare*.

5) Chepalopoda

Chepalopoda adalah hewan yang memiliki kaki yang terdapat di kepala. Kaki tersebut telah berevolusi menjadi lengan yang panjang untuk menangkap mangsanya dan memasukkannya ke dalam mulut. Pada kulit Cephalopoda mengandung kromatofor, yaitu pigmen yang memungkinkan tubuhnya berubah warna. Contoh spesies Cephalopoda antara lain, gurita (*Octopus* sp.), sotong (*Sepia officinalis*), cumi-cumi (*Loligo indica*), dan *Nautilus* sp.

7. Arthropoda

Arthropoda adalah hewan yang kakinya beruas-ruas. Arthropoda merupakan filum yang paling kaya akan jenis spesiesnya. Jumlah spesiesnya diduga sebanyak 75% dari hewan-hewan yang ada di dunia.

a. Ciri-ciri Arthropoda

- Tubuh beruas-ruas, dan terbagi atas kepala (caput), dada (thorax) dan perut (abdomen).
- Rangka luar (eksoskeleton) tersusun atas zat kitin dan pada waktu tertentu kulit akan mengalami pergantian (ekdisis/molting).
- Memiliki organ sensoris mata, penciuman, dan antenna untuk sentuhan dan penciuman.
- Sistem peredaran darah terbuka dan darah tidak berwarna merah.
- Alat respirasi berupa insang, trakea, dan paru-paru buku.
- Alat ekskresi berupa kelenjar hijau dengan buluh malphigi.
- Sistem reproduksinya, yaitu:
 - Secara seksual dilakukan melalui proses fertilisasi.
 - Secara aseksual dengan melakukan partenogenesis (proses reproduksi terjadi tanpa fertilisasi) dan paedogenesis (reproduksi terjadi pada individu yang muda (larva).

b. Klasifikasi Arthropoda

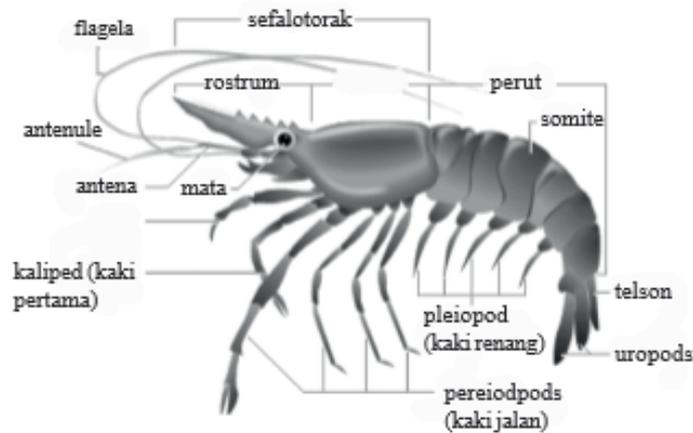
Arthropoda lazimnya diklasifikasikan menjadi empat kelas sebagai berikut:

1) Crustaceae

Kelas ini sebagian besar anggotanya hidup di air, bernapas dengan insang. Tubuhnya terdiri dari bagian kepala-dada yang bersatu (cephalothorax) dan perut (abdomen). Crustacea memiliki eksoskeleton keras, terdiri dari zat kitin yang berlendir.

Pada bagian cephalotorax terdapat lima pasang kaki besar yang berfungsi untuk berjalan (kaki jalan) di mana sepasang kaki pertama berukuran lebih besar disebut keliped. Adapun di bagian abdomen terdapat 5 pasang kaki berukuran kecil yang berfungsi untuk berenang (kaki renang). Bagian depan sefalotorak terdapat sepasang

antena panjang dan sepasang antenule pendek. Crustacea dibedakan menjadi 2, yaitu Entomostraca (mikrocrustacea), misalnya *Daphnia* sp., *Cyclops* sp., yang merupakan komponen penting dari zooplankton, dan Malacostraca (makro-crustacea), misalnya *Pinnaeus monodon* (udang windu), *Cancer* sp. (kepiting), *Panulirus* sp. (lobster).



Gambar 33. Bagian Tubuh Crustacea

<https://sainsmini.blogspot.com/2014/11/defenisi-dan-penjelasan-filum-arthropoda.html>

2) Myriapoda

Hewan yang tergolong kelas Myriapoda memiliki banyak segmen tubuh, dapat mencapai 100 – 200 ruas. Tubuh terdiri dari kepala yang kecil, berada pada ruas pertama, dan perut yang pada tiap ruasnya memiliki sepasang atau dua pasang kaki. Habitatnya di darat, bernapas dengan paru-paru buku. Pada bagian kepala hewan ini terdapat sepasang mandibula dan dua pasang maksila. Kelas ini terdiri dua ordo, yaitu:

a) Chilopoda

Tubuh Chilopoda agak pipih (gepeng), tiap ruas tubuh terdapat sepasang kaki. Di bagian kepala terdapat sepasang antena panjang dan semacam cakar yang berbisa. Chilopoda merupakan hewan karnivora. Contohnya adalah *Scolopendra* sp. (kelabang).

b) Diplopoda

Diplopoda tubuh bulat, tiap ruas tubuh terdapat dua pasang kaki. Hewan ini menyukai tempat yang lembap. Diplopoda merupakan herbivora. Contohnya adalah *Julus* sp. (luwing).

3) Insecta

Insekta merupakan kelas terbesar dalam Arthropoda, bahkan anggota insekta merupakan bagian terbesar dari filum Animalia. Tubuh insekta terdiri dari tiga bagian, yaitu kepala (caput), dada (toraks), dan perut (abdomen). Di kepala terdapat bermata tunggal (oceli), mata majemuk (faset), alat-alat mulut, mungkin juga antena.

Insekta memiliki tiga pasang kaki (heksapoda), bersayap sepasang atau dua pasang, meski ada sebagian insekta yang tidak bersayap. Tipe mulut insekta bermacam-macam (mengisap, menusuk dan mengisap, menggigit, mengunyah). Insekta mengalami metamorfosis, baik metamorfosis sempurna/ *Holometabola* (Contoh: kupu-kupu, nyamuk, lebah) maupun tidak sempurna/ *Hemimetabola* (contoh: kecoa), hanya beberapa

golongan insekta yang tidak mengalami metamorfosis/ Ametabola (contoh: kutu buku).

Insecta terdiri dari dua subkelas, yaitu: Apterygota (serangga tidak bersayap) dan Pterygota (serangga bersayap). Berikut merupakan anggota dari masing-masing subkelas:

a) Apterygota

- Ordo Protura: Contoh: *Acerentulus* sp.
- Ordo Thysanura: Contoh: *Lepisma saccharina* (kutu buku).
- Ordo Collembola: Contoh: *Entomobrya laguna* (ekor loncat), *Papirus fuscus* (kutu kebun).

b) Pterygota

- Ordo Orthoptera: Contoh: *Valanga nigricornis* (belalang), *Gryllus* sp. (jangkrik)
- Ordo Isoptera: Contoh: *Reticuli termes* (rayap kayu dan tanah)
- Ordo Anoplura: Contoh: *Pediculus humanus capitis* (kutu rambut kepala)
- Ordo Homoptera: Contoh: *Aphis medicaginis* (kutu daun)
- Ordo Hemiptera: Contoh *Nilavarpata lugens* (wereng)
- Ordo Odonata: Contoh: *Pantala* sp. (capung)
- Ordo Neuroptera: Contoh: *Myrmeleon frontalis* (undur-undur)
- Ordo Lepidoptera: Contoh: *Attacus atlas* (Ngengat)
- Ordo Diptera: Contoh: *Musca domestica* (lalat rumah), *Drosophyla melanogaster* (lalat buah)
- Ordo Siphonoptera: Contoh: *Pulex irritans* (pinjal manusia)
- Ordo Coleoptera: Contoh: *Necrophorus* sp. (kumbang sampah)
- Ordo Hymenoptera: Contoh: *Apis indica* (lebah madu)

4) Arachnoidea

Tubuh Arachnoidea terdiri dari sefalotoraks (kepala dada menyatu) dan abdomen (perut). Mempunyai kaki empat pasang yang terdapat pada cephalotorax dan juga terdapat alat tambahan berupa sepasang kelisera yang beracun dan sepasang palpus. Pada ujung posterior abdomen, sebelah ventral anus terdapat sutera dan bermuara pada alat serupa pembuluh yang disebut *spinneret*. Contoh: *Scorpion* sp. (kalajengking), laba-laba.

8. Echinodermata

Echinodermata adalah hewan berkulit duri. Semua Echinodermata hidup di laut. Ada lebih dari 5.000 spesies dalam filum ini, seperti bintang laut, bulu babi, dan timun laut.

a. Ciri-ciri Echinodermata

- Tubuh tersusun atas tiga lapisan dan memiliki rongga tubuh (triploblastic selomata).
- Bentuk tubuh simetri bilateral (larva) dan simetri radial (dewasa).
- Kulit tubuh terbuat dari zat kitin sebagai rangka luar dan pada permukaan insang kulit terdapat duri.
- Bergerak dengan kaki ambulakral atau kaki tabung, yaitu gerakannya terjadi dengan

mengubah tekanan air yang diatur oleh sistem pembuluh air yang berkembang dari selom.

- Sudah memiliki sistem pencernaan yang sempurna, kecuali bintang mengular yang tidak memiliki anus.
- Tidak memiliki sistem ekskresi.
- Terdapat cincin saraf yang mengelilingi mulut sebagai sistem saraf dan memiliki lima cabang saraf radial pada masing-masing lengannya.
- Sistem respirasi menggunakan kulit berupa tonjolan dinding selom tipis dan dilindungi oleh silia.
- Semua jenisnya merupakan hewan laut.
- Sistem reproduksi terjadi secara seksual dengan proses fertilisasi (pembuahan) eksternal.

b. Klasifikasi Echinodermata

Echinodermata terdiri dari lima kelas, yaitu Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, dan Crinoidea.

1) Crinoidea (lili laut)

Hewan mirip dengan tumbuhan yang hidup di laut. Hidup menempel pada substrat yang ada di laut. Memiliki lima buah lengan yang berfungsi untuk menangkap plankton sebagai makanan. Paling primitif dibandingkan yang lain dan memiliki bentuk tubuh seperti piala. Contohnya adalah *Antedon sp.*, *Holopus sp.*

2) Asteroidea

Tubuh Asteroidea terdiri dari cakram sentral dengan lima lengan, sehingga disebut juga bintang laut. Tubuhnya dapat dibedakan sisi oral (sisi bawah) di mana terdapat mulut dan sisi aboral (sisi atas) di mana terdapat anus. Sisi aboral tertutup oleh duri-duri dan terdapat lubang madreporit. Madreporit merupakan saluran penghubung air laut dengan sistem pembuluh air (sistem ambulakral) yang ada dalam tubuh.

3) Ophiuroidea

Ophiuroidea merupakan hewan berbentuk bintang dengan lengan lurus, panjang, dan fleksibel. Sering juga disebut sebagai bintang mengular karena apabila bergerak menyerupai gerakan ular. Ciri lain dari kelas ini adalah madreporitnya terletak di bagian bawah dan tidak memiliki kaki tabung. Ophiuroidea tidak memiliki usus maupun anus, jadi sisa makanan dimuntahkan melalui mulut. Contohnya adalah *Ophiothrix flagilis*.

4) Echinoidea

Bentuk tubuh Echinoidea bulat tanpa lengan dan diliputi duri yang banyak. Duri-duri pada tubuhnya dapat digerakkan sebagai alat pergerakan. Mulut terletak di bagian oral dan dilengkapi dengan 5 buah gigi, sedangkan madreporit, anus, dan lubang kelamin terletak di bagian aboral. Contoh *Diadema* (bulu babi) dan *Echinus* (landak laut).

5) Holothuroidea

Secara sekilas, anggota Holothuroidea tidak seperti anggota Echinodermata lainnya karena tidak memiliki duri dan eksoskeleton. Tubuhnya lunak dan berbentuk seperti mentimun. Mulut terletak pada bagian anterior dan anus terletak pada bagian posterior. Tiga baris kaki tabung di daerah ventral untuk bergerak dan dua baris di bagian

dorsal digunakan untuk bernapas. Contohnya adalah teripang laut (*Holothuria* sp)

9. Chordata

Terdapat tiga hal yang membedakan filum Chordata dengan filum yang lainnya, yaitu dalam hal perkembangannya.

- Notochord, yaitu suatu tangkai pendukung di bagian dorsal tepatnya di bawah susunan saraf. Notochord berfungsi sebagai pendukung. Pada hewan vertebrata semua embrionya memiliki notochord.
- Tali saraf (nerve cord), yaitu suatu cekungan saraf di bagian atas notochord.
- Kantung insang faring (*pharyngeal gill pouches*).

Chordata dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu Chordata yang bertulang belakang (Chordata Vertebrata) dan Chordata yang tidak bertulang belakang (Chordata invertebrata). Chordata yang tidak bertulang belakang, antara lain, Urochordata dan Cephalochordata. Adapun Chordata yang bertulang belakang, yaitu Vertebrata.

Urochordata disebut juga Tunicata. Tubuhnya pendek, tebal dengan selubung seperti kulit. Urochordata hidup di laut, hidup bebas atau sebagai parasit. Notokorda dan korda saraf hewan ini tumbuh dengan baik dalam ekornya, tapi setelah dewasa menghilang. Hewan dewasa memiliki lubang inkuren (oral) yang membawa air ke dalam ruang faringeal, serta lubang ekskuren (atrial) yang berhubungan dengan ruang faringeal melalui suatu celah. Air keluar melalui lubang ekskuren ini. Contoh: *Molgula* sp., *Botryllus* sp..

Cephalochordata memiliki tubuh kecil, pipih, memanjang, seperti ikan tapi tanpa sirip dan memiliki bentuk kepala yang jelas. Notokorda dan korda sarafnya tumbuh dengan baik dan tetap ada selama hidupnya. Cephalochordata memiliki faring dengan banyak celah-celah insang. Faring terbuka ke arah ventral. Cephalochordata tidak memiliki jantung, namun terdapat aliran darah yang mengalir ke seluruh tubuh. Jenis kelamin terpisah antara jantan dan betina dan fertilisasi terjadi secara eksternal. Contoh *Amphioxus* sp., *Branchiostoma* sp..

Hewan Vertebrata memiliki ruas-ruas tulang belakang sebagai perkembangan dari notokorda. Habitatnya di darat, air tawar maupun di laut. Vertebrata memiliki bentuk kepala yang jelas dengan otak yang dilindungi oleh cranium (tulang kepala). Memiliki rahang dua pasang (kecuali Agnatha), bernapas dengan insang, paru-paru, dan kulit. Anggota geraknya berupa sirip, sayap, kaki dan tangan, namun juga ada yang tidak memiliki anggota gerak. Reproduksi secara seksual, jenis kelamin terpisah, fertilisasi eksternal atau internal, ovipar, ovovivipar, atau vivipar. Jantung Vertebrata berkembang baik, terbagi menjadi beberapa ruangan, darahnya mengandung hemoglobin, sehingga berwarna merah. Vertebrata memiliki sepasang mata, umumnya juga memiliki sepasang telinga. Subfilum Vertebrata terdiri dari lima kelas, yaitu Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, dan Mamalia.

a. Pisces (Ikan)

Pisces (ikan) dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu Agnatha dan Gnatostomata.

1) Agnatha

Agnatha meliputi ikan-ikan yang tidak berahang, memiliki mulut bulat, yang berada di ujung anterior. Contohnya adalah ikan lamprey (*Petromyzon* sp.).



Gambar 34. Ikan Lamprey (*Petromyzon* sp.)

http://www.geo.tu-freiberg.de/dynamo/Abb_Lehre/ESE-3-Paleozoic.pdf

2) Ikan bertulang rawan (Chondrichthyes)

Chondrichthyes meliputi ikan yang bertulang rawan sepanjang hidupnya. Memiliki rahang, mulut di bagian ventral. Kulitnya tertutup sisik placoid (berasal dari kombinasi mesoderm dan ectoderm). Sirip dua pasang, serta sirip ekor heterocercal (tidak seimbang). Fertilisasi terjadi secara internal dan bersifat ovipar juga ovovivipar. Contohnya adalah *Squalus* sp (ikan hiu), *Raja* sp (ikan pari).



Gambar 35. *Squalus* sp. (ikan hiu), *Raja* sp. (ikan pari).

(kiri) https://bg.wikipedia.org/wiki/Файл:Caribbean_reef_shark.jpg; (kanan) Seisihi, Kimura, et al. 2009.

Fishes of Andamana Sea. National Museum Tokyo. Tokyo

3) Ikan bertulang sejati (Osteichthyes).

Osteichthyes meliputi ikan yang bertulang keras/ sejati, otak dilindungi oleh tulang rawan. Mulutnya memiliki rahang. Sisik bertipe ganoid, sikloid, atau stenoid, yang semuanya berasal dari mesodermal. Insang dilengkapi operkulum (tutup insang). Contohnya adalah *Ameiurus melas* (ikan lele).

b. Amphibia

1) Ciri-ciri Amphibia

- Berkulit licin, tidak bersisik, dan tipis.
- Alat pernapasan: paru-paru dan/atau kulit.
- Jantung terdiri atas tiga ruang (2 ventrikel, 1 atrium).
- Fertilisasi terjadi secara eksternal dan bersifat ovipar (bertelur).

- Dapat hidup, baik di darat maupun di air.
- Mengalami metamorfosis.

2) Klasifikasi Amphibia

Amphibia memiliki 3 ordo berikut:

a) Ordo Caudata (Urodela)

Caudata bentuknya seperti kadal, berekor, bernapas dengan paru-paru, sebagian ada yang bernapas dengan insang. Tubuhnya jelas terbagi dalam bagian kepala, badan, dan ekor. Kaki-kaki sama besar. Contoh: *Megalobatrachus japonius* (salamander raksasa).

b) Ordo Salientia (Anura)

Anura adalah bangsa katak, tidak berekor, pandai melompat. Hewan dewasa bernapas dengan paru-paru. Kepala dan tubuh hewan ini bersatu, tanpa leher. Kaki depannya pendek, kaki belakang besar dan kuat untuk melompat. Anura memiliki selaput renang pada jari-jari kaki. Mengalami metamorfosis, fertilisasi eksternal. Contoh *Bufo terrestris* (katak bangkong), *Rana pipiens* (katak hijau).

c) Ordo Apoda (Gymnophiona)

Ordo Apoda terlihat seperti cacing, tanpa kaki dan memiliki kulitnya yang lunak. Di antara mata dan hidung pada terdapat tentakel yang dapat ditonjolkan. Hewan ini mempunyai mata tanpa kelopak dan ekornya pendek. Hewan jantan memiliki organ kopulasi yang dapat ditonjolkan. Perkembang-biakannya secara ovipar atau ovovivipar. Hewan-hewan Anura banyak terdapat di daerah tropis. Contoh: *Ichthyosis glutinosus*.

c. Reptilia (hewan melata)

1) Ciri-ciri Reptilia

- Tubuh ditutupi oleh sisik zat tanduk.
- Bernapas dengan paru-paru.
- Jantung memiliki empat ruang yang tidak sempurna (2 ventrikel, 2 atrium).
- Merupakan hewan berdarah dingin karena suhu tubuh mengikuti suhu lingkungannya.
- Fertilisasi terjadi secara internal dan tergolong ovipar.
- Dapat hidup di darat dan di air.

2) Klasifikasi Reptilia

Reptilia dikelompokkan menjadi 3 ordo sebagai berikut:

a) Ordo Chelonia

Chelonia meliputi sebangsa penyu dan kura-kura. Tubuhnya lebar, bagian dorsal dilindungi oleh karapaks (perisai dorsal), dan plastron (perisai ventral). Rahangnya tidak bergigi, tapi dilapisi zat tanduk. Contoh: *Chelonia mydas* (penyu), *Chelydra serpentina* (kura-kura air tawar).

b) Ordo Squamata

- Sub-Ordo Lacertilia

Lacertilia adalah bangsa kadal, panjang tubuhnya sekitar 30 cm, memiliki empat kaki atau tanpa kaki, kelopak mata dapat digerakkan, bentuk lidah bercabang. Contoh: *Lacerta* sp. (kadal), *Hemidactylus turcicus* (tokek), *Chameleo chameleon* (bunglon), *Varanus komodoensis* (komodo), dan biawak.

- Sub-Ordo Ophidia/Serpentes

Ophidia/Serpentes adalah bangsa ular, tubuh memanjang, tanpa kaki. Ular berbisa memiliki sepasang taring untuk menyalurkan bisa pada tubuh mangsanya. Di dalam rongga hidungnya terdapat organ Jacobson yang dapat terangsang secara kimia untuk membau mangsanya. Contoh *Phyton molurus*, *Phyton reticulatus* (ular piton), *Natrix* sp. (ular air), *Naja* sp. (kobra), *Anaconda* sp..

c) Ordo Crocodilia

Ordo ini meliputi golongan buaya. Hewan ini memiliki kulit tebal, dengan rusuk-rusuk abdominal. Tubuhnya memanjang, kepala besar dan panjang dengan rahang dan gigi-gigi yang kuat. Crocodilia hidup di air tawar dan laut. Crocodilia memiliki kaki sebanyak empat buah, pendek, jari-jari berkuku. Contoh: *Crocodylus* sp., *Alligator* sp..

d. Aves (burung/ unggas)

a) Ciri-ciri Aves

- Tubuh ditutupi oleh bulu dan berdarah panas (*homoioterm*).
- Bernapas dengan paru-paru, tapi saat terbang menggunakan pundi-pundi udara (*saccus pneumaticus*).
- Alat gerak berupa kaki dan sayap, kerangka tubuh kuat namun ringan.
- Jantung terdiri atas empat ruang (2 ventrikel dan 2 atrium).
- Fertilisasi secara internal dan tergolong ovipar.

b) Klasifikasi Aves

Aves memiliki beberapa ordo yang bervariasi, diantaranya sebagai berikut:

- Ordo Struthioniformes, contohnya *Struthio camelus* (burung unta).
- Ordo Casuariiformes, contohnya *Dromiceius* sp. (burung kasuari).
- Ordo Apterygiformes, contohnya *Apteryx* sp. (kiwi).
- Ordo Procellariiformes, contohnya *Oceanodroma* sp. (albatros kecil).
- Ordo Pelecaniformes, contohnya *Pelecanus occidentalis* (pelikan putih), *Morus bassana* (camar).
- Ordo Ciconiiformes, contohnya *Cosmerodius albus* (blekok putih), *Ardea herodias* (blekok biru), *Phoenicopterus ruber* (flamengo).
- Ordo Anseriformes, contohnya *Anas* sp. (bebek liar), *Anser* sp. (entok), *Cygnus* sp. (angsa).

- Ordo Falconiformes, contohnya *Cathartes aura* (kepala merah), *Gymnogyps* sp. (burung kondor), *Falcon* sp. (elang), *Buteo borealis* (ekor merah).
- Ordo Galliformes, contohnya *Gallus varius* (ayam hutan), *Gallus gallus* (ayam kampung), *Pavo cristatus* (merak), *Melleagris gallopavo* (kalkun).
- Ordo Columbiformes, contohnya *Columba livia*, *Columba fasciata* (merpati), *Zenaidura macroura* (perkutut).
- Ordo Psittaciiformes, contohnya burung kakatua, betet, burung makao.
- Ordo Strigiformes, contohnya *Tyto alba*, *Bubo* sp. (burung hantu).

e. Mamalia

a) Ciri-ciri Mamalia

- Tubuh tertutupi oleh rambut
- Berdarah panas (*homoiotherm*).
- Bernapas dengan paru-paru.
- Alat gerak berupa kaki dan berdaun telinga, kecuali Monotremata, Cetaceae, dan Sirenia.
- Fertilisasi secara internal dan merupakan hewan vivipar.
- Jantung terdiri atas empat ruang (2 ventrikel dan 2 atrium).

b) Klasifikasi Mamalia

Mamalia memiliki beberapa jenis ordo yang bervariasi, diantaranya sebagai berikut:

- Monotremata, ovipar, mengerami telur dan bila telur menetas anaknya akan menyusu pada induk. Contoh: *Platyphus*, *Ornithorhynchus* (paruh bebek).
- Marsupialia, hewan berkantong, vivipar. Contoh: *Dendrolagus* sp. (kanguru), *Phalanger* sp (kuskus), *Phascolarctus* sp. (koala), *Didelphia marsupialia* (opossum).
- Insektivora, mamalia pemakan (terutama) serangga. Contoh: *Scalopus* sp., *Scapanus* sp., *Echinosorex albus*.
- Dermoptera, monyet terbang, keempat kaki dan ekornya bersama-sama membentuk parasut berbulu (patagium). Contoh: *Gakopithecus* sp.
- Chiroptera, mamalia terbang, sayap berupa membran interdigital pada kaki depan dan kaki belakang. Contoh *Pteropus edulis* (kalong Jawa)
- Primata, mencakup lemur, monyet, kera, orang utan, gorila, dan manusia.
- Rodentia, meliputi tikus, tupai, landak, hamster. Tidak memiliki gigi taring. Contoh: *Sciurus* sp (tupai pohon), *Marmota* sp. (marmut), *Rattus* sp. (tikus), *Mus musculus* (mencit), *Erethyson* sp. (landak).
- Carnivora, mamalia pemakan daging, gigi taring berkembang baik. Jari-jarinya bercakar tajam. Contoh: *Panthera tigris* (harimau), *Felis domestica* (kucing rumah).
- Lagomorpha, hewan pemakan tumbuhan meliputi kelinci. Contoh: *Oryctologus cuniculus* (kelinci).
- Cetacea, mammalia air. Contoh *Dolphinus delvis* (dolpin laut), *Phalenoptera musculus* (paus biru).

- Proboscidea, mammalia berproboscis meliputi semua jenis gajah. Contoh: *Elephas maximus* (gajah di India dan Indonesia)
- Perissodactyla, mammalia berjari kaki ganjil. Contoh: *Equus caballus* (kuda), *Equus asinus* (keledai), *Tapirus indicus* (tapir).
- Cetartiodactyla, mammalia berjari kaki genap. Contoh: *Camelus* sp. (unta), *Cervus* sp. (kijang), *Aries* sp. (kambing), *Bos sondaicus* (banteng), *Bos indicus* (sapi putih).

C. Peranan Animalia

Kingdom Animalia yang begitu berlimpah dan beraneka ragam di bumi ini tentu memiliki manfaat yang sangat banyak pula. Porifera sering dimanfaatkan sebagai spons penggosok mandi atau spons penggosok untuk membersihkan kaca. Coelenterata yang membentuk karang mampu menahan abrasi daratan oleh ombak. Selain itu batu karang merupakan tempat perkembangbiakan biota laut, bahkan pembentuk taman laut yang sangat penting bagi pengembangan objek wisata bahari. Coelenterata yang menghasilkan sengat (Hydrozoa) cukup mengganggu apabila terkena kulit.

Kelompok vermes berupa Platyhelminthes merugikan karena bersifat parasit, baik pada manusia maupun hewan ternak (domba, sapi, babi). Nematelminthes juga bersifat merugikan, karena parasit pada manusia dan hewan serta dapat menyebabkan ascariasis, filariasis, trichinosis, dan anemia. Annelida merupakan salah satu jenis cacing yang bermanfaat, contohnya adalah cacing tanah yang dapat membantu degradasi sampah organik menjadi zat anorganik dan memperbaiki aerasi (pengudaraan) tanah sehingga meningkatkan kualitas tanah pertanian. Anggota Annelida juga dapat berperan sebagai obat dan bahan pembuatan konsentrat makanan ternak. Lintah (*Hirudo* sp.) dapat digunakan dalam bidang kedokteran, terutama untuk menyedot darah kotor atau cairan nanah dari bagian tubuh tertentu.

Banyak hewan Mollusca dapat dikonsumsi (cumi-cumi, kerang, siput) sehingga dapat difungsikan sebagai sumber protein hewani. Kerang mutiara menghasilkan butiran mutiara yang bernilai ekonomi tinggi. Selain menguntungkan, beberapa Mollusca seperti siput dan keong sangat merugikan petani karena sering menimbulkan kerusakan pada tanaman budidaya. Siput *Lymnaea* sp. berperan sebagai inang perantara bagi cacing parasit.

Beberapa hewan yang termasuk Arthropoda mempunyai peranan dalam kehidupan manusia. Crustacea dimanfaatkan sebagai sumber protein hewani dan bernilai ekonomi tinggi. Myriapoda berperan dalam membantu proses penguraian sampah organik, karena kemampuannya memakan partikel-partikel sampah (detritus) menjadi partikel yang lebih kecil. Arachnida umumnya bersifat merugikan, karena merupakan ektoparasit pada hewan-hewan ternak.

Insekta terdiri dari spesies yang sangat beragam sehingga peranannya dalam kehidupan manusia juga beragam. Insekta dapat bermanfaat sebagai sumber protein hewani, menghasilkan produk yang berguna bagi manusia. Contoh: lebah madu menghasilkan madu, kokon ulat sutera menghasilkan serat sutera. Insekta juga dapat membantu proses penyerbukan/polinasi tanaman. Selain menguntungkan, beberapa insekta juga bersifat merugikan, misalnya sebagai vektor (agen penular) berbagai penyakit Contoh: nyamuk *Anopheles* sp., nyamuk *Aedes aegypti*, nyamuk *Culex* sp., lalat *tsetse*.

Dalam ekosistem laut Echinodermata sangat membantu dalam proses biodegradasi sampah organik. Dengan demikian Echinodermata merupakan “pasukan pembersih” di ekosistem laut. Pada Vertebrata, mulai dari Pisces hingga Mammalia, sudah memiliki manfaat yang jelas bagi manusia. Pisces merupakan sumber protein yang tinggi bagi manusia. Amphibia dan Reptilia juga memiliki peranan tersendiri dalam keseimbangan alam di bumi ini. Aves dan Mammalia sangat berguna untuk manusia karena dapat dimanfaatkan telur maupun dagingnya.

Kegiatan 9

Mengamati dan mengklasifikasi hewan vertebrata di lingkungan sekolah.

SOAL DISKUSI

1. *Sebutkan ciri kingdom Animalia!*
2. *Sebutkan manfaat dari kelompok vermes!*
3. *Apa yang dimaksud dengan hewan moluska? Carilah 5 contoh hewan yang termasuk filum moluska!*
4. *Arthropoda merupakan hewan yang memiliki kaki beruas-ruas. Filum ini dibagi menjadi 4 kelas, yakni crustacean, insecta, arachnida, dan myriapoda. Carilah minimal 3 contoh hewan yang termasuk kedalam masing-masing kelas tersebut!*
5. *Sebutkan ciri-ciri dari filum pisces, amphibi, reptil, aves, dan mamalia serta sebutkan masing-masing 3 contoh hewan yang termasuk dalam masing-masing kelompok. Buatlah dalam bentuk tabel!*

EKOSISTEM

A. Ekosistem

1. Komponen ekosistem

A. Komponen biotik

Komponen biotik adalah komponen hidup yang ada di alam meliputi semua makhluk hidup, seperti hewan, tumbuhan, mikroorganisme, dan manusia. Satuan organisasi kehidupan dalam ekosistem adalah sebagai berikut

- a) **Individu**, individu merupakan satuan fungsional dan struktural terkecil dalam ekosistem. Individu adalah satu makhluk hidup tunggal. Contoh individu adalah seorang manusia, seekor ikan, seekor semut, seekor kupu-kupu, seekor sapi, satu pohon mangga, satu pohon kelapa, dan satu pohon beringin.
- b) **Populasi**, populasi merupakan sekelompok individu dari spesies makhluk hidup sejenis yang menempati suatu kawasan tertentu. Kumpulan dari spesies sapi akan membentuk populasi sapi. Kumpulan dari spesies ikan akan membentuk populasi ikan. Begitu pula jika spesies rumput berkumpul, akan terbentuk populasi rumput.
- c) **Komunitas**, komunitas merupakan kumpulan bermacam-macam populasi yang saling berinteraksi dan menempati kawasan tertentu. Di dalam komunitas terjadi interaksi di antara organisme-organisme yang membentuk komunitas tersebut.
- d) **Ekosistem**, ekosistem merupakan hubungan timbal balik antara komponen biotik (komponen yang hidup) dan komponen abiotik (komponen tidak hidup) di alam yang membentuk suatu sistem. Setiap makhluk hidup dalam ekosistem menempati tempat tertentu yang disebut **habitat**. Habitat dapat diartikan sebagai tempat tinggal suatu organisme di alam. Selain habitat, dalam ekosistem dikenal juga istilah **niche (nisia/ relung)**. Nisia merupakan status fungsional dari organisme dalam ekosistemnya, sehubungan dengan tempat tinggal, tingkah laku, dan sifat-sifat khas lainnya. Misalnya, nisia dari berudu dan siput pada air tenang yang banyak tumbuhan air. Berudu dan siput mungkin menempati habitat yang sama, tetapi nisianya tidak sama karena siput tidak dapat berenang bebas, serta memiliki sifat-sifat serta aktivitas yang berbeda dengan berudu. Satuan organisasi dalam ekosistem tersebut dapat menduduki peran sebagai berikut;

a) Produsen

Semua organisme yang memiliki kemampuan melakukan sintesis senyawa organik dari zat-zat anorganik disebut produsen. Organisme berklorofil, seperti tumbuhan hijau, merupakan komponen pokok dalam ekosistem. Tumbuhan hijau mampu melakukan fotosintesis, menghasilkan zat organik berupa glukosa yang tersimpan dalam buah, biji, atau umbi dalam bentuk zat tepung/amilum. Senyawa organik hasil sintesis oleh produsen ini akan dimanfaatkan oleh organisme lain untuk memenuhi kebutuhan energi hidupnya.

b) Konsumen

Organisme yang mendapatkan makanan dari organisme lain dinamakan konsumen. Organisme kelompok ini tidak memiliki kemampuan melakukan sintesis senyawa organik secara mandiri, karenanya kebutuhan makanannya murni bergantung pada organisme lain. Jika organisme tersebut mendapatkan zat organik langsung dari produsen, disebut *herbivora* atau konsumen primer.

Jika organisme tersebut mendapatkan zat organik dari herbivora, maka disebut karnivora atau konsumen sekunder. Hewan karnivora dapat memangsa karnivora lain. Organisme yang mendapatkan zat organik baik dari produsen maupun dari konsumen disebut *omnivora* atau pemakan segala.

c) Detritivor

Sisa-sisa organisme maupun bangkai organisme yang telah hancur/lapuk dinamakan detritus. Detritus merupakan sumber energi bagi detritivor. Jadi, detritivor merupakan organisme pemakan detritus. Organisme ini sangat membantu dalam penghancuran secara mekanik sampah organik sebelum mengalami proses penguraian secara kimia oleh pengurai.

d) Decomposer/Pengurai

Setelah dihancurkan oleh detritivor, selanjutnya sampah organik akan diuraikan secara kimia menjadi zat-zat anorganik oleh organisme pengurai atau decomposer. Hasil dekomposisi (proses penguraian) sampah organik dikembalikan ke tanah sebagai mineral-mineral tanah. Pada akhirnya mineral-mineral tanah ini akan diserap kembali oleh akar tumbuhan untuk dipakai dalam proses pertumbuhan, termasuk sintesis senyawa organik lagi.

Organisme dalam ekosistem dapat dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan cara mendapatkan makanan, yaitu sebagai berikut:

a) *Organisme autotrof*, merupakan organisme yang mampu mensintesis zat makanannya sendiri. Organisme autotrof dibedakan menjadi berikut ini.

(1) Fotoautotrof; jika dalam mensintesis makanannya memerlukan bantuan energi cahaya. Contohnya semua tumbuhan hijau, bakteri hijau, bakteri ungu. Tumbuhan hijau memiliki pigmen berwarna hijau yaitu klorofil. Bakteri hijau memiliki pigmen yang menyerupai klorofil yaitu bakterioklorofil. Bakteri ungu memiliki pigmen berwarna ungu yang disebut bakteriopurpurin.

(2) Kemoautotrof; jika dalam mensintesis makanannya memanfaatkan energi hasil reaksi kimia. Contohnya bakteri pereduksi sulfur (bakteri belerang), bakteri besi, bakteri *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrobacter*.

b) *Organisme heterotrof*, merupakan organisme yang tidak mampu menghasilkan zat makanan sendiri, hidupnya bergantung pada organisme lain. Contohnya hewan, manusia, dan bakteri (di luar bakteri kemoautotrof).

B. Komponen abiotik

Komponen abiotik merupakan segala sesuatu di luar makhluk hidup yang meliputi faktor fisik dan kimia. Faktor abiotik meliputi:

- 1) **Tanah**, tanah merupakan habitat sebagian besar makhluk hidup. Tumbuhan membutuhkan tanah sebagai sumber unsur hara maupun air. Demikian pula hewan-hewan yang menggunakan tanah sebagai tempat hidupnya serta melakukan segala aktivitasnya.
- 2) **Air**, semua makhluk hidup membutuhkan air untuk keperluan hidupnya. Dalam tubuh hewan dan manusia air berfungsi sebagai pelarut makanan, menjaga tekanan osmotik sel, sebagai sarana transportasi zat (air merupakan bagian terbesar plasma darah). Bagi tumbuhan, air merupakan komponen penting dalam fotosintesis, sarana transportasi zat, membantu proses pertumbuhan sel-sel, serta menjaga tekanan osmotik sel.
- 3) **Udara**, atmosfer bumi merupakan campuran berbagai macam gas. Sekitar 78% gas di atmosfer berupa gas nitrogen, 21% gas oksigen, 1% gas argon, serta sekitar 0,035% terdiri gas CO₂, sisanya berupa uap air. Semua makhluk hidup membutuhkan gas oksigen untuk bernapas serta membebaskan CO₂ ke udara.
- 4) **Suhu**, setiap makhluk hidup membutuhkan suhu tertentu yang sesuai untuk melakukan aktivitas hidupnya dengan optimum.
- 5) **Sinar matahari**, sinar matahari mengandung energi kehidupan yang sangat tinggi. Tumbuhan hijau mampu mengubah zat anorganik menjadi zat organik jika ada bantuan energi sinar matahari. Energi kimia yang tersimpan dalam senyawa organik hasil fotosintesis tumbuhan hijau sangat diperlukan sebagai energi kehidupan bagi makhluk hidup lain.
- 6) **Kelembaban**, kelembaban udara menyatakan persentase jumlah uap air di udara. Makin tinggi kadar uap air di udara makin tinggi tingkat kelembapan udaranya.

2. Tipe ekosistem

Di muka bumi terdapat bermacam-macam tipe ekosistem. Namun secara garis besar, ekosistem dapat dibagi menjadi dua, yaitu ekosistem darat dan ekosistem perairan.

a. Ekosistem Darat

Ekosistem darat dibedakan berdasarkan iklim dan vegetasi dominan wilayah tersebut menjadi beberapa bioma. Berdasarkan vegetasi tumbuhan dominannya dapat dibedakan sebagai berikut:

1) Tundra

Bioma tundra terdapat di bumi bagian utara, yaitu di kutub utara. Ciri utama tundra yaitu tumbuhan tidak dapat tumbuh besar dan hutan tidak dapat berkembang di daerah ini.

2) Taiga

Bioma taiga dikenal sebagai hutan konifer karena tumbuhan yang hidup di bioma taiga umumnya konifer dan pinus.

3) Hutan Hujan Tropis

Hutan hujan tropis terdapat di kawasan garis khatulistiwa di seluruh dunia, seperti Asia termasuk Indonesia. Tumbuhan dan hewan yang hidup di bioma ini paling beragam dibandingkan dengan tumbuhan dan hewan yang hidup di bioma-bioma lainnya.

4) Savana

Savana (padang rumput) terdapat di wilayah beriklim sedang sampai tropis. Tumbuhan yang dominan di bioma ini adalah rumput. Hewan yang hidup di bioma ini diantaranya yaitu zebra, kuda, jerapah, dan singa.

5) Gurun

Gurun terdapat di Asia, Afrika, India, Amerika, dan Australia. Tumbuhan khas di bioma gurun adalah kaktus.

6) Hutan Gugur

Hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang dan tersebar di Amerika Timur, Eropa Tengah, dan Asia Timur. Jenis pohon yang khas adalah pohon-pohon yang dapat menggugurkan daunnya.

b. Ekosistem Perairan

Ekosistem perairan terbagi menjadi dua, yaitu ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Pembagian ini berdasarkan perbedaan fisik dan kimiawi yang memengaruhi komunitas perairan tersebut. Bioma air tawar umumnya memiliki konsentrasi garam kurang dari 1%, sedangkan bioma laut umumnya memiliki konsentrasi garam 3%.

1) Ekosistem air tawar

Ekosistem air tawar meliputi sungai dan danau. Ciri ekosistem air tawar diantaranya yaitu variasi suhu air tidak terlalu mencolok, penetrasi cahaya matahari sedang, terpengaruh oleh iklim dan cuaca.

Salah satu ekosistem air tawar yang penting di daerah Riau adalah ekosistem sungai atau daerah aliran sungai (DAS). Salah satu ekosistem penting di Riau, khususnya Kabupaten Kampar adalah ekosistem Sungai Subayang dan sungai Muara Bio. Ekosistem ini memberikan berbagai manfaat kepada manusia dan berbagai makhluk hidup yang berada di sekitar perairan sungai tersebut.

Ekosistem sungai merupakan ekosistem dengan aliran air yang mengikuti arah gaya gravitasi untuk perpindahan air dan substansinya menuju ke daerah yang lebih rendah dengan berbagai jenis aliran. Oleh karena itu, aliran air dari sungai tersebut hanya mempunyai satu arah, yaitu dari atas ke bawah atau dari hulu menuju hilir. Terkadang aliran tersebut tidak hanya di permukaan tanah, namun juga terdapat di bawah permukaan tanah. Sungai membawa mineral dari daratan menuju laut, menggerus bentang lahan dan membentuk benua.

Sungai merupakan salah satu daerah tangkapan air yang terbentuk oleh proses geologi dan biologi yang panjang. Di samping kanan dan kiri sungai, secara alami terdapat vegetasi yang mempengaruhi dan dipengaruhi oleh sungai yang disebut dengan vegetasi

riparian. Vegetasi ini sangat penting perannya bagi daerah aliran sungai. Sumber energi yang ada di sungai berupa seresah banyak berasal dari vegetasi ini. Vegetasi riparian juga berperan penting dalam menahan pengikisan lahan akibat arus sungai.

Sungai dapat terhubung dengan danau, lahan basah, dan aliran bawah tanah. Di dalam ekosistem sungai, biota (makhluk hidup) tersebar menurut bentuk fisik sungai. Banyak spesies telah beragam mengikuti kondisi lingkungan spesifik yang optimal hanya pada lokasi tertentu. Sebagai contoh, suatu serangga air hanya hidup di kondisi sungai yang tenang dan berkerikil. Serangga ini belum tentu dapat ditemukan di sungai dengan air yang deras dan berbatu.

2) Ekosistem Laut

Ekosistem laut biasa juga dinamakan sebagai ekosistem bahari. Ekosistem bahari merupakan ekosistem paling luas di permukaan bumi. Lebih dari dua pertiga bagian bumi ini merupakan ekosistem laut. Ekosistem ini meliputi:

a) Ekosistem perairan laut dalam

Ekosistem ini memiliki ciri spesifik, yaitu tidak terjangkau oleh sinar matahari. Oleh karena keadaannya yang gelap, di ekosistem ini tidak ditemukan organisme fotoautotrof dan banyak organisme yang dilengkapi dengan organ yang bercahaya.

b) Ekosistem perairan laut dangkal

Ekosistem ini disebut juga ekosistem litoral. Ekosistem ini berada di daerah pantai yang tergenang air laut, kecuali pada saat air surut.

c) Ekosistem terumbu karang

Ekosistem terumbu karang terbentuk di daerah perairan jernih, yaitu hasil aktivitas organisme hewan berongga (Coelenterata).

d) Ekosistem pantai batu

Ekosistem ini didominasi batuan yang umumnya berukuran besar dan keras hasil penyatuan (konglomerasi) batu-batu kecil dengan tanah liat dan kapur.

e) Ekosistem pantai lumpur

Ekosistem pantai lumpur terdapat di muara sungai yang menjorok ke laut dengan bentangan yang cukup luas. Komunitas pionir yang berkembang di komunitas ini, di antaranya api-api (*Avicennia*), bakau (*Sonneratia*), dan beberapa rumput laut seperti *Enhalus acoroides*.

B. Interaksi Komponen Ekosistem

Pada hakekatnya semua organisme akan senantiasa bergantung pada organisme yang lain yang ada di sekitarnya. Pola interaksi organisme melibatkan dua atau lebih organisme. Jenis, sifat, dan tingkah laku organisme sangat beraneka ragam, oleh karena itu pola interaksi antar organisme dibahas sebagai berikut:

1. Netral

Pola interaksi netral merupakan interaksi antar organisme dalam populasi yang tidak saling mempengaruhi. Contohnya adalah ayam dan kucing yang berada di pekarangan rumah,

karena berbeda makanannya sehingga tidak ada persaingan di antara mereka.

2. Kompetisi

Pola interaksi kompetisi adalah interaksi antar organisme dalam populasi dalam bentuk persaingan. Kompetisi terjadi bila kedua individu mempunyai kebutuhan yang sama sedangkan lingkungan tidak menyediakan kebutuhan tersebut dalam jumlah yang cukup. Kompetisi dapat terjadi pada sesama jenis atau intraspesifik spesies dan pada Jenis yang berbeda atau interspesifik spesies. Contoh kompetisi adalah sapi, kambing, dan kelinci yang berebut makanan berupa rumput.

3. Predasi

Predasi adalah hubungan antara pemangsa dengan mangsanya. Pemangsa disebut *predator*, dan kan mangsa disebut *prey*. Pola interaksi predasi dapat digunakan untuk menjaga keseimbangan alam karena dapat menekan suatu populasi organisme tertentu. Contoh predasi adalah harimau dengan kambing.

4. Simbiosis

Simbiosis antara dua jenis makhluk hidup dibedakan menjadi tiga macam, yaitu simbiosis mutualisme, komensalisme, dan parasitisme.

- a. Simbiosis mutualisme adalah hubungan simbiosis yang saling menguntungkan. Contohnya adalah pada simbiosis antara red-billed oxpeckers (sejenis burung jalak) dan kerbau. Burung tersebut memperoleh keuntungan dengan memakan kutu yang ada di tubuh kerbau. Sebaliknya, kerbau juga memperoleh keuntungan karena kutu tubuhnya menjadi bersih.
- b. Simbiosis komensalisme adalah simbiosis yang hanya menguntungkan salah satu simbion, tetapi simbion yang lainnya tidak merasa dirugikan. Contoh bentuk simbiosis ini adalah yang terjadi antara tumbuhan paku dengan pohon mangga. Tumbuhan paku yang menempel pada batang pohon mangga mendapatkan manfaat karena memiliki substrat untuk menempel. Namun dengan adanya tumbuhan paku tersebut, pohon mangga tidak dirugikan, karena tumbuhan paku hanya menempel dan tidak menyerap sari-sari makanan dari pohon mangga.
- c. Simbiosis parasitisme adalah simbiosis yang menguntungkan salah satu simbion dan merugikan simbion lain. Simbiosis parasitisme terjadi antara benalu dan pohon yang ditumpanginya. Benalu mendapatkan makanan dengan menyerap air dan mineral dari pohon yang ditumpanginya. Organisme yang hidup menempel dan mengambil makanan dari organisme yang ditemelinya disebut parasit, sedangkan organisme yang menjadi tempat hidup parasit disebut inang atau hospes.

5. Antisimbiosis/Amensalisme adalah hubungan antara dua organisme yang saling menghambat pertumbuhan organisme lain. Contoh dari amensalisme adalah hubungan antara jamur *Penicilium* dengan bakteri tertentu. *Penicilium* adalah jenis jamur yang mampu mengeluarkan antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Organisme yang mampu menghambat pertumbuhan organisme lain disebut antibiosis.

C. Aliran Energi

Aliran energi merupakan proses berpindahnya energi dari satu organisme ke organisme lainnya. Aliran energi dapat berupa rantai makanan dan jaring-jaring makanan.

1. Rantai Makanan

Proses makan dan dimakan pada serangkaian organisme secara sederhana (lurus) dan tidak bercabang disebut sebagai rantai makanan. Contoh rantai makanan:

a. Rantai makanan perumput

Padi → ulat → katak → ular

Fitoplankton zooplankton → ikan kecil → ikan besar

Pada contoh rantai makanan di atas, tingkat trofi pertamanya padi dan fitoplankton (produsen), tingkat trofi kedua ulat dan zooplankton (konsumen pertama), tingkat trofi ketiga katak dan ikan kecil (konsumen kedua), dan tingkat trofi keempat ditempati oleh ular dan ikan besar (konsumen ketiga).

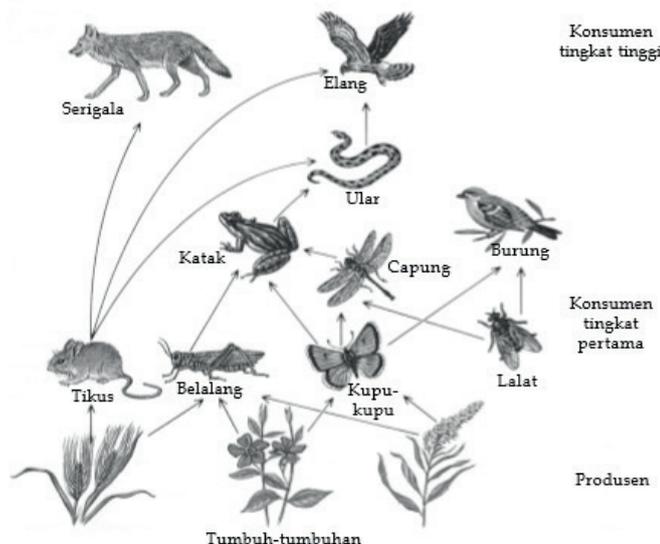
b. Rantai makanan detritus

Sampah dedaunan → cacing tanah → ayam → ular

Pada contoh rantai makanan di atas, tingkat trofi pertamanya sampah dedaunan (detritus), tingkat trofi keduanya cacing tanah (detritivor), tingkat trofi ketiga ditempati ayam (konsumen kedua), dan tingkat trofi keempat ditempati oleh ular (konsumen ketiga).

2. Jejaring Makanan

Proses makan dan dimakan pada umumnya tidak terjadi dalam urutan yang linier, tetapi terjadi dalam proses yang kompleks. Jaring-jaring makanan merupakan kumpulan dari beberapa rantai makanan yang saling berhubungan.



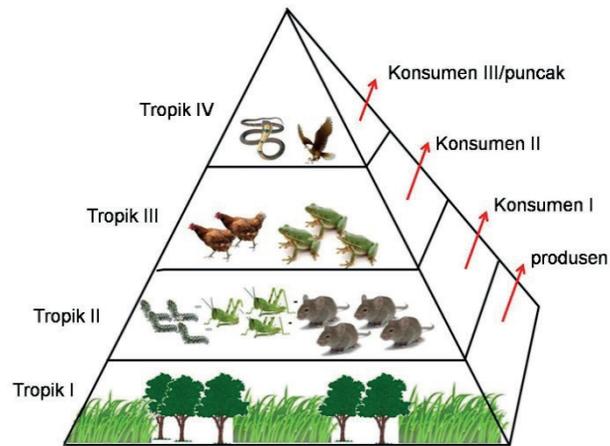
Gambar 36. Jaring-jaring Makanan

<http://aslammahmudi.blogspot.com/2018/01/ekosistem-menurut-campbell-2006-754.html>

3. Piramida Ekologi

Dalam rantai makanan, organisme pada tingkatan trofik rendah memiliki jumlah individu lebih banyak. Makin tinggi tingkat trofik, makin sedikit jumlahnya dalam ekosistem.

Tumbuhan sebagai produsen menempati tingkatan trofik pertama, hewan-hewan herbivora menempati tingkatan trofik kedua sebagai konsumen I, hewan-hewan karnivora menempati tingkatan trofik ketiga sebagai konsumen II, dan demikian seterusnya.



Gambar 37. Piramida Makanan

<https://materiipa.com/tag/biotik>

Makin tinggi tingkat trofik, makin sedikit jumlah individunya dalam ekosistem. Jika jumlah individu per satuan luas untuk masing-masing tingkatan tropik digambarkan dalam histogram, akan membentuk semacam piramida yang disebut **piramida jumlah**.

Piramida-piramida jumlah pada ekosistem-ekosistem yang berbeda tidak dapat dibandingkan satu dengan yang lain. Hal tersebut karena pada masing-masing ekosistem, individu-individu yang terlibat di dalamnya tidak sama. Oleh karena itu, muncul yang disebut **piramida biomassa**. Piramida biomassa merupakan piramida yang dibuat berdasarkan pada massa kering suatu organisme dari tiap tingkatan trofik persatuan luas suatu area. Piramida biomassa berfungsi menggambarkan perpaduan massa seluruh organisme di habitat tertentu yang diukur dalam gram.

Piramida biomassa terkadang tidak memberi informasi aliran energi yang cukup pada ekosistem tertentu. Oleh karena itu, **piramida energi** dibuat berdasarkan penelitian yang mendalam mengenai aliran energi dan mampu memberikan gambaran akurat mengenai aliran energi. Piramida energi dibuat berdasarkan pada perhitungan jumlah energi tiap satuan luas yang masuk ke tingkat trofik dalam waktu tertentu. Dalam piramida energi terdapat pengurangan energi dalam tiap tingkat trofik yang terjadi karena beberapa makanan tidak dicerna sempurna menjadi energi. Hanya bagian tertentu dari makanan yang dapat dimakan dan hanya sebagian makanan yang disimpan dalam tubuh karena sisanya digunakan sebagai energi dan hilang dalam bentuk panas.

Kegiatan 10

1. *Mengamati Ekosistem hutan*
2. *Mengamati Ekosistem kebun*
3. *Mengamati Ekosistem sungai*

SOAL DISKUSI

1. *Apa yang dimaksud dengan komponen biotik dan abiotik? Berikan masing-masing 5 contoh!*
2. *Sebutkan contoh interaksi antar organisme yang bersifat netral!*
3. *Sebutkan contoh interaksi antar organisme yang bersifat kompetisi!*
4. *Jelaskan yang dimaksud dengan simbiosis mutualisme, komensalisme, dan parasitisme serta berikan masing-masing 3 contoh yang ada dilingkungan sekitarmu!*
5. *Buatlah rantai makanan pada suatu ekosistem yang ada di daerah mu!*
6. *Buatlah jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem yang ada di daerah mu!*

PERUBAHAN LINGKUNGAN

A. Perubahan Lingkungan

Lingkungan dapat mengalami perubahan baik karena kegiatan manusia atau peristiwa alam seperti letusan gunung berapi, tanah longsor, dan kebakaran hutan. Perubahan lingkungan terjadi apabila ada perubahan dalam daur biologi atau daur biogeokimia.

Perubahan lingkungan yang terjadi, baik yang dilakukan oleh manusia atau kejadian alam dapat bersifat positif, artinya bermanfaat bagi kesejahteraan manusia dan bersifat negatif yang merugikan bagi kehidupan manusia. Perubahan lingkungan dapat menurunkan mutu lingkungan, yang pada akhirnya dapat menurunkan daya dukung lingkungan.

B. Penyebab Perubahan Lingkungan

1. Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya suatu zat atau makhluk hidup atau komponen lain yang berbahaya ke dalam lingkungan sehingga dapat menyebabkan perubahan tatanan lingkungan dan kualitas lingkungan menjadi menurun serta tidak mampu berfungsi lagi sesuai peruntukannya. Pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh aktivitas manusia ataupun proses alam.

Suatu zat yang masuk dan berpotensi menjadi penyebab pencemaran disebut polutan. Suatu zat juga dapat disebut polutan apabila jumlahnya melebihi ambang batas dan berada pada tempat dan waktu yang tidak tepat. Polutan bersifat merusak untuk sementara waktu ataupun dalam jangka waktu yang sangat lama.

Polutan dapat dibedakan sebagai berikut:

- Polutan kimia → Polutan yang berasal dari zat-zat kimia, misalnya logam berat: raksa (Hg) dan timbal (Pb).
- Polutan fisik → Polutan yang berasal dari zat cair atau gas. Misalnya adalah limbah pabrik dan asap dari pabrik.
- Polutan biologi → Polutan yang berasal dari berbagai macam mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit, misalnya bakteri yang mencemari sumber air.

a. Jenis Pencemaran Lingkungan

Berdasarkan jenisnya, pencemaran lingkungan dapat dibedakan sebagai berikut:

1) Pencemaran air

Pencemaran air adalah masuknya polutan ke dalam lingkungan perairan sehingga menyebabkan kualitas air terganggu. Berikut adalah ciri-ciri air yang tercemar:

- (a) Adanya perubahan suhu air
- (b) Adanya perubahan warna, rasa, dan bau air
- (c) Adanya endapan atau bahan terlarut
- (d) Adanya mikroorganisme

Sumber-sumber pencemaran air dapat berupa:

- (a) Limbah industri
- (b) Limbah pertanian (pupuk kimia yang berlebihan)
- (c) Limbah rumah tangga (sampah dan air yang mengandung detergen)
- (d) Limbah minyak

Pencemaran Sungai

Sungai merupakan ekosistem yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Salah satu sungai yang penting bagi kehidupan masyarakat Aur Kuning adalah keberadaan Sungai Subayang. Sungai Subayang merupakan aset yang dimiliki oleh masyarakat. Keberadaan Sungai Subayang merupakan suatu berkah tersendiri, berbagai aktivitas seperti mandi, mencuci, mengairi lahan pertanian, dan sarana transportasi dapat terjadi karena keberadaan sungai ini. Keberadaan Sungai Subayang memegang peranan yang cukup vital bagi kehidupan masyarakat, sehingga perlu mendapat perhatian khusus agar keberadaannya tetap lestari.

Salah satu hal yang mengancam kelestarian Sungai Subayang adalah adanya pencemaran. Pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya suatu zat, makhluk hidup, atau komponen lain yang berbahaya ke dalam lingkungan sehingga dapat menyebabkan perubahan tatanan lingkungan dan penurunan kualitas lingkungan sehingga tidak mampu berfungsi lagi sesuai peruntukannya. Salah satu penyebab utama adanya pencemaran lingkungan adalah aktivitas manusia.

Salah satu aktivitas manusia yang berdampak pada pencemaran ekosistem sungai adalah perilaku membuang “air besar” dan penggunaan sabun untuk mencuci serta mandi di sungai. Kotoran manusia dan sabun yang masuk ke dalam ekosistem sungai merupakan polutan yang membahayakan.

Masuknya polutan ke dalam lingkungan perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Ciri kualitas air yang menurun adalah adanya perubahan suhu, perubahan warna, rasa, dan bau, serta adanya endapan bahan terlarut. Penurunan kualitas air ini berbahaya bagi manusia maupun bagi keberadaan makhluk hidup yang ada di sungai.

Keberadaan polutan ini dapat membahayakan kesehatan manusia yang menggantungkan hidup dari air sungai. Air yang tercemar dapat membahayakan kulit (menyebabkan penyakit kulit). Selain itu juga dapat membahayakan kesehatan sistem pencernaan apabila dikonsumsi. Air sungai yang tercemar juga membahayakan keberadaan hewan-hewan yang ada di sekitar sungai. Misalnya ikan, air yang tercemar

menyebabkan keberadaan ikan disungai menjadi menurun. Selain itu, polutan juga dapat terakumulasi dalam tubuh ikan, apabila ikan tersebut dikonsumsi maka dapat menyebabkan penyakit pada sistem pencernaan manusia.

Mengingat pentingnya ekosistem sungai sebagai penunjang kehidupan masyarakat Aur Kuning, seharusnya kita bisa menjaga kebersihan sungai tersebut. Salah satu yang perlu kita kurangi adalah perilaku kita dalam membuang “air besar” di sungai dan mengurangi penggunaan sabun untuk mandi dan mencuci di sungai. Mengapa hal ini perlu dilakukan? Tentunya untuk menjaga agar kualitas air di sungai tetap bersih dan kita tetap bisa memanfaatkannya untuk keperluan sehari-hari. Apabila sungai kita tercemar, tentu kita sendiri yang akan merasakan dampaknya.

Kenapa tidak boleh membuang sampah sembarangan ke sungai? Sekali lagi, hal ini berkaitan dengan banyaknya makhluk hidup yang menggantungkan hidupnya ke sungai. Mulai dari plankton, ikan-ikan kecil, ikan besar, hewan darat, tumbuhan, bahkan manusia. Sungai jangan sampai tercemar dan terkotori. Ketika kita membuang sampah ke sungai, maka bukan cuma kita yang akan terkena dampaknya, tetapi seluruh makhluk hidup tersebut. Sampah atau limbah yang kita buang ke sungai akan mencemari air. Air yang tercemar tersebut akan diminum oleh orang-orang dan hewan. Atau secara tidak langsung kita memakan ikan dari air tercemar tersebut.

Sampah juga menyebabkan terjadinya banjir. Sampah yang dibuang ke sungai, akan berkumpul di satu titik dan akan menyumbat aliran sungai. Kemudian secara berkala akan terbentuk bendungan dan akan menaikkan batas permukaan air. Ketika hujan lebat, sungai akan meluap dan akan menyebabkan banjir. Lebih parah lagi, ketika bendungan tersebut tiba-tiba jebol secara spontan, maka akan menyebabkan banjir dengan arus yang sangat deras. Hal ini akan menyapu vegetasi dan pedesaan yang ada di bawahnya. Efeknya dapat lebih buruk dengan hilangnya vegetasi riparian yang bertugas menahan pengikisan lahan tersebut yang dikarenakan penebangan liar.

2) Pencemaran tanah

Pencemaran tanah adalah masuknya polutan ke dalam tanah yang mempengaruhi keseimbangan ekologis pada area tanah tersebut. Sumber pencemaran tanah dapat berupa sampah plastik, detergen, dan zat kimia dari pertanian. Sampah anorganik seperti plastik, logam, dan kaca merupakan sampah yang sulit untuk diurai mikroorganisme tanah. Sampah plastik akan hancur dalam waktu 240 tahun apabila ditimbun didalam tanah. Sampah kaleng yang terbuat dari besi atau timah akan hancur dalam waktu 100 tahun. Sampah kaleng yang terbuat dari aluminium akan hancur dalam waktu 500 tahun. Sampah kaca akan hancur dalam waktu 1 juta tahun.

Pencemaran tanah dapat berakibat pada:

- a) Terganggunya mikroorganisme tanah
- b) Berubahnya sifat kimia dan fisik tanah sehingga menurunkan kesuburan tanah
- c) Mempengaruhi keseimbangan ekologis dalam ekosistem

Pencemaran tanah oleh Feses Hewan Ternak

Pencemaran tanah tidak hanya dapat disebabkan oleh bahan anorganik seperti kaca, logam, ataupun plastik. Pencemaran juga dapat disebabkan karena adanya sampah organik dengan jumlah yang terlalu besar. Salah satunya adalah kotoran ternak.

Hewan pada dasarnya juga memiliki regulasi tubuh yang tidak jauh berbeda dari manusia. Hewan juga melakukan metabolisme tubuh seperti halnya manusia yang juga mengeluarkan zat sisa metabolisme. Zat sisa metabolisme tersebut berupa cairan dan padatan. Urin adalah zat sisa yang berupa cairan, sedangkan feses adalah zat sisa metabolisme yang berbentuk padatan atau emulsi.

Pada feses, zat sisa ini mengalami defekasi dalam tubuh makhluk hidup. Zat yang sudah tidak lagi berguna dan tidak dapat dimanfaatkan oleh tubuh dikeluarkan dari tubuh. Sebelum dikeluarkan zat tersebut mengalami pembusukan dengan bantuan mikroorganisme dalam tubuh. Maka ketika feses tersebut dikeluarkan dari dalam tubuh, feses tersebut juga mengandung mikroorganisme yang memang membantu membusukkan feses tersebut. Hal tersebut menjadi perlu diperhatikan jika feses berada di tempat-tempat yang terakses oleh manusia.

Mikroorganisme yang keluar bersama feses, dapat menjadi penyebab menurunnya kualitas lingkungan dan mempengaruhi kesehatan masyarakat di sekitar feses tersebut karena terpapar oleh mikroorganisme tersebut. Pada hewan ternak, feses pada kandang ternak harus selalu dibersihkan secara berkala. Hewan ternak sebaiknya juga tetap dikandangkan agar tidak mengeluarkan feses di halaman rumah.

3) Pencemaran udara

Pencemaran udara adalah masuknya polutan ke dalam lingkungan udara sehingga kualitas udara menurun. Penurunan kualitas udara dapat mempengaruhi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pencemaran udara biasanya disebabkan oleh polutan berikut:

a) Karbondioksida (CO_2)

Karbondioksida (CO_2) merupakan hasil samping dari pembakaran. Karbondioksida (CO_2) dapat mengganggu proses fisiologis yang terjadi pada manusia. Selain itu juga dapat menyebabkan *global warming* (pemanasan global).

b) Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida merupakan hasil dari sisa pembakaran bahan bakar fosil (minyak, oli, dan batubara). Karbon monoksida (CO) dapat menyebabkan keracunan pada manusia. Karbon monoksida lebih reaktif dibandingkan oksigen, sehingga haemoglobin akan cenderung mengikat karbon monoksida dibandingkan oksigen, akibatnya tubuh kekurangan oksigen. Apabila karbon monoksida terhirup dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan gejala pusing, pandangan kabur, sesak nafas, dan bahkan dapat menimbulkan kematian.

c) Sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen oksida (NO₂)

Sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen oksida (NO₂) merupakan polutan yang menyebabkan hujan asam. Hujan asam dapat menyebabkan korosi pada benda-benda yang terbuat dari logam, selain itu juga menyebabkan kematian pada tumbuhan.

d) CFC (*Cloro Flouro Carbon*)

CFC berasal dari obat nyamuk semprot dan lemari es. CFC dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan ozon (O₃).

e) Asap

Asap dapat menyebabkan pencemaran udara. Asap dapat berasal dari kebakaran hutan yang menyebabkan gangguan pernapasan dan kerusakan mata.

4) Pencemaran suara

Pencemaran suara adalah masuknya suara atau bunyi yang tidak diinginkan pada lingkungan pemukiman penduduk yang dapat mengganggu aktivitas penduduk tersebut. Sumber pencemaran suara adalah suara kendaraan (pesawat, kendaraan bermotor), suara mesin pabrik, dan suara dari alat elektronik (radio dan televisi) yang terlalu keras. Ambang batas suara yang menyebabkan pencemaran suara adalah 55 desibel (dB).

b. Jenis Limbah

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan manusia juga semakin meningkat sehingga jumlah sampah yang dihasilkan juga semakin tinggi. Limbah yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dulu dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Secara biologis, limbah dapat dibagi menjadi:

1) Limbah yang Dapat Diuraikan (*Biodegradable*)

Limbah jenis ini adalah limbah yang dapat diuraikan atau didekomposisi, baik secara alamiah yang dilakukan oleh dekomposer (bakteri dan jamur). Contohnya adalah limbah rumah tangga, kotoran hewan, daun, dan ranting.

2) Limbah yang Tak Dapat Diuraikan (*Nonbiodegradable*)

Limbah jenis ini 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. Pemanfaatan limbah dapat ditempuh melalui dua cara, yaitu dengan proses daur ulang menjadi produk tertentu yang bermanfaat dan tanpa daur ulang.

a) Melalui daur ulang

Limbah-limbah organik seperti sisa-sisa kotoran hewan dan yang berasal

dari tumbuhan dapat dimanfaatkan menjadi pupuk kompos yang dapat digunakan untuk menyuburkan tanaman. Limbah kertas juga dapat didaur ulang menjadi kertas baru. Limbah pabrik tahu yang biasanya dibuang begitu saja juga dapat dimanfaatkan menjadi makanan yang berserat tinggi yang baik untuk pencernaan.

Limbah-limbah anorganik, contohnya besi, aluminium, botol kaca, dan plastik dapat didaur ulang menjadi produk-produk baru. Besi tua dan aluminium dapat dilebur dijadikan bubur kemudian dicetak menjadi besi baja dan aluminium yang baru. Limbah-limbah plastik juga dapat dilebur dijadikan peralatan rumah tangga dan peralatan lain dari plastik.

b) Tanpa daur ulang

Selain melalui daur ulang, sampah juga bisa langsung dimanfaatkan tanpa daur ulang. Contohnya adalah pemanfaatan ban bekas yang dijadikan perabot (meja, kursi, dan pot), serbuk gergaji sebagai media penanaman jamur, botol, dan kaleng yang dapat digunakan untuk pot.



Gambar 38. Pemanfaatan Limbah Botol

<https://id.pinterest.com/>

C. Upaya pengelolaan lingkungan

1) Sanitasi

Sanitasi merupakan usaha pencegahan penyakit yang menitikberatkan kegiatannya kepada usaha kesehatan lingkungan hidup manusia. Hal ini ditujukan untuk menyelenggarakan kualitas hidup yang sehat berdasarkan UU Kesehatan nomor 23 tahun 1992 pasal 22. Kualitas hidup yang sehat dalam hal ini merupakan keadaan lingkungan yang bebas dari resiko yang membahayakan kesehatan dan keselamatan hidup manusia, melalui pemukiman termasuk sekolah. Upaya-upaya dalam menjaga dan memelihara kesehatan tersebut termasuk ke dalam kajian sanitasi meliputi tempat tinggal kita.

Ruang lingkup dari kegiatan sanitasi meliputi:

- a. Penyediaan air bersih/air minum
 - Pengawasan terhadap kualitas dan kuantitas
 - Pemanfaatan air
 - Penyakit-penyakit yang ditularkan melalui air
 - Cara pengolahan
 - Cara pemeliharaan
- b. Pengolahan sampah
 - Cara/sistem pembuangan
 - Peralatan pembuangan dan cara penggunaannya serta cara pemeliharannya
- c. Pengolahan makanan dan minuman
 - Pengadaan bahan makanan/bahan baku
 - Penyimpanan bahan makanan/bahan baku
 - Pengolahan makanan
 - Pengangkutan makanan
 - Penyimpanan makanan
 - Penyajian makanan
- d. Pengawasan/pengendalian serangga dan binatang pengerat
- e. Kesehatan dan keselamatan di sekolah

Manfaat sanitasi

- Mencegah penyakit menular
- Mencegah kecelakaan
- Mencegah timbulnya bau yang tidak sedap
- Menghindari pencemaran lingkungan
- Mengurangi jumlah sakit
- Lingkungan menjadi bersih, sehat dan nyaman

Jenis-jenis bahan pembersih dan bahan saniter

Bahan saniter adalah bahan kimia yang digunakan untuk merusak atau menginaktifkan bakteri yang terdapat pada piring, panci, wajan, meja, lantai dan semua permukaan peralatan makan yang kontak dengan makanan dan minuman. Bahan kimia pembersih merupakan bahan kimia yang digunakan untuk menghilangkan sisa-sisa makanan, kotoran, debu, bahan-bahan asing atau bahan pengotor lainnya. Dengan adanya penggunaan bahan saniter dan bahan kimia pembersih, lingkungan hidup kita akan bersih, sehat, dan asri. Selain itu, biasanya bahan-bahan tersebut dilengkapi dengan wewangian yang akan membuat kita nyaman dalam beraktivitas.

Jenis-jenis bahan pembersih

- Air : Digunakan sebagai pelarut detergen dan pembersih muka
- Sabun : Digunakan untuk membersihkan kulit dan pakaian
- Pengkilap : Digunakan untuk membersihkan kayu dan permukaan logam
- Abrasif : digunakan untuk keramik dan permukaan enamel
- Detergen : Digunakan untuk membersihkan piring, pakaian, biasanya tidak sekuat bahan pembersih lainnya

2) Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)

Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) di sekolah merupakan upaya untuk memberdayakan siswa, guru, dan masyarakat lingkungan sekolah agar tahu, mau dan mampu mempraktikkan PHBS, dan berperan aktif dalam mewujudkan sekolah sehat. PHBS yang ada di Sekolah adalah, sebagai berikut:

a. Mencuci tangan dengan air yang mengalir dan memakai sabun

- Air yang tidak bersih banyak mengandung kuman dan bakteri penyebab penyakit. Bila tangan yang kotor digunakan, maka kuman berpindah ke tangan. Pada saat makan, kuman dengan cepat masuk ke dalam tubuh, yang dapat menimbulkan penyakit.
- Sabun dapat membersihkan kotoran dan membunuh kuman. Jika tanpa sabun, cuci tangan dengan air saja akan membuat kuman masih tertinggal di tangan.

b. Waktu-waktu penting kita mencuci tangan

- Setelah buang air besar dan kecil
- Sebelum memegang makanan
- Sebelum makan
- Setiap kali tangan kita kotor (setelah: memegang uang, memegang binatang, berkebun, dan lain-lain).

c. Manfaat mencuci tangan

- Membunuh kuman penyakit yang ada di tangan
- Mencegah penularan penyakit seperti diare, disentri, kolera, dan lain-lain
- Tangan menjadi bersih dan berpenampilan lebih menarik

Cara mencuci tangan yang baik dan benar, sebagai berikut:

- 1) Cuci tangan dengan air bersih yang mengalir dan memakai sabun
- 2) Bersihkan telapak tangan, pergelangana tangan, selah-selah jari dan punggung tangan
- 3) Keringkan dengan lap bersih

d. Mengonsumsi makanan dan minuman sehat

Makanan yang sehat, aman, dan bergizi adalah makan yang mengandung zat gizi yang diperlukan seorang anak untuk dapat hidup sehat dan produktif. Makanan tersebut harus bersih harus bersih, tidak kadaluarsa, dan tidak mengandung bahan kimia maupun mikroba berbahaya bagi kesehatan.

Gizi yang baik dan cukup akan membantu pertumbuhan dan perkembangan anak secara optimal, dan akan meningkatkan kemampuan kecerdasan seorang anak. Sebaliknya, jika anak kurang gizi maka pertumbuhan dan perkembangannya akan terlambat.

Selain masalah gizi, keamanan pangan juga merupakan masalah yang tidak kalah penting bagi anak-anak sekolah. Makanan yang tidak bersih dan tidak aman dapat menimbulkan keracunan dengan gejala seperti diare, mual, pusing dan dalam jangka panjang dapat menimbulkan penyakit. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) RI melaporkan bahwa sumber terbesar keracunan makanan yang terjadi di Indonesia adalah makanan olahan rumah tangga, jasa boga dan makanan jajanan anak sekolah. Penyediaan makanan yang sehat, aman dan bergizi di sekolah penting untuk mendukung kebutuhan gizi dan kesehatan anak sekolah.

Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS) untuk anak sekolah:

1. Mengonsumsi aneka ragam makanan
2. Mengonsumsi makanan untuk memenuhi kecukupan energi
3. Mengonsumsi makan sumber karbohidrat setengah dari kebutuhan energi
4. Membatasi konsumsi lemak dan minyak (1/4 kecukupan energi)
5. Menggunakan garam beryodium
6. Mengonsumsi makanan sumber zat besi
7. Membiasakan makan pagi
8. Minum air bersih yang aman dan dalam jumlah cukup
9. Melakukan aktivitas fisik secara teratur
10. Mengonsumsi makanan yang aman
11. Membaca label pada makanan yang dikemas

e. Perananan kantin sekolah

Kantin atau warung sekolah merupakan salah satu tempat jajanan anak sekolah selain penjaja makanan jajanan di luar sekolah. Kantin ini memiliki peran dalam mewujudkan pesan-pesan kesehatan dan dapat menentukan perilaku makan siswa sehari-hari melalui penyediaan makanan jajanan di sekolah. Kantin sekolah dapat menyediakan makanan sebagai pengganti makan pagi dan makan siang di rumah serta camilan dan minuman yang sehat, aman dan bergizi.

1. Makanan yang di jual di kantin sekolah:

i. Makanan utama

Merupakan makanan yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan kehidupan sehari-hari sebagai asupan gizi utama. Pada umumnya makanan utama terdiri dari makanan pokok sumber karbohidrat, lauk-pauk sebagai sumber protein, dan sayur-mayur sebagai sumber vitamin, mineral dan serat. Terkadang juga ditambah buah sebagai sumber vitamin dan mineral. Contoh makanan utama adalah nasi uduk, gado-gado, lontong, dan lain-lain

ii. Makanan kecil atau camilan

Makanan camilan adalah makanan yang dikonsumsi di antara dua waktu makan utama dan bukan merupakan makanan utama. Biasanya makan camilan tidak ditujukan untuk memenuhi gizi harian, namun sebagai gizi tambahan dan terkadang untuk menimbulkan selera makan. Makanan camilan terdiri dari makanan camilan basah (seperti pisang goreng, lempeng, risoles, dan lain-lain) dan makanan camilan kering (seperti keripik, biskuit, kue kering, dan lain-lain).

iii. Minuman

Kelompok yang biasa dijual di kantin adalah air putih (dalam kemasan atau tanpa kemasan), minuman ringan (dalam kemasan seperti minuman berkarbonasi atau disiapkan sendiri seperti es teh dan es sirup), dan minuman capur (es buah dan es campur).

iv. Buah-buahan

Buah merupakan salah satu jenis makanan sumber vitamin dan mineral penting untuk anak usia sekolah. Buah-buahan sebaiknya dikonsumsi setiap hari dalam keadaan masih segar. Agar gizi yang terkandung masih bagus. Buah biasanya dijual dalam keadaan utuh dan telah dikupas dan dipotong. Biasanya yang dijual di kantin sekolah adalah buah rambutan, pisang, manggis, dan jambu.

2. Keamanan pangan dan pengendaliannya

Panganan aman adalah panganan yang tidak mengandung bahaya keamanan pangan yang terdiri dari bahaya biologis/mikrobiologis, kimia, dan fisik sebagai berikut:

- **Bahaya mikrobiologis:** Merupakan bahaya yang ditimbulkan oleh mikroba yang dapat menyebabkan penyakit seperti *Salmonella*, *E. coli*, virus, parasit, dan kapang penghasil mikotoksin (racun jamur).
- **Bahaya kimia:** Merupakan bahaya yang ditimbulkan dari bahan kimia berbahaya bagi pencernaan seperti logam dan polutan lingkungan, bahan tambahan pangan yang tidak digunakan semestinya, pestisida, bahan kimia pembersih, racun, dan sejenisnya.
- **Bahaya fisik:** Merupakan benda-benda yang ketika tertelan akan menimbulkan luka

atau cedera pada organ pencernaan seperti pecahan gelas, kawat stapler, potongan tulang, potongan kayu, kerikil, rambut, kuku, sisik, dan sebagainya.

3) Menggunakan jamban yang bersih dan sehat

Jamban adalah suatu ruangan yang mempunyai fasilitas pembuangan kotoran manusia yang terdiri atas tempat jongkok atau tempat duduk dengan leher angsa atau tanpa leher angsa (cemplung) yang dilengkapi dengan unit penampungan kotoran dan air untuk membersihkan.

a. Jenis-jenis jamban

- Jamban Cemplung: Jamban yang penampungannya berupa lubang yang berfungsi menyimpan dan meresapkan kotoran ke dalam tanah dan mengendapkan kotoran ke dasar lubang.
- Jamban leher angsa: jenis jamban yang paling umum di toilet-toilet yang ada di Indonesia. Jamban ini berbentuk leher angsa pada salurannya dan tempat penampungannya berupa tangki septik kedap air yang berfungsi sebagai wadah proses penguraian kotoran manusia yang dilengkapi dengan resapannya. Kamu bisa melihat toilet ini di daerahmu dengan bentuk wc jongkok maupun wc duduk.

b. Alasan harus buang air di jamban

- Menjaga lingkungan bersih, sehat dan tidak berbau
- Tidak mencemari sumber air yang ada di sekitarnya
- Tidak mengundang datangnya lalat atau serangga yang dapat menjadi penular penyakit

c. Syarat-syarat jamban sehat

- Tidak mencemari tanah di sekitarnya
- Mudah dibersihkan dan aman digunakan
- Dilengkapi dinding dan atap pelindung
- Penerangan dan ventilasi cukup
- Lantai kedap air dan luas ruangan memadai
- Tersedia air, sabun dan alat pembersih

d. Cara memelihara jamban sehat

- Lantai jamban hendaknya selalu bersih dan tidak ada genangan air
- Bersihkan jamban secara teratur sehingga ruang jamban dalam keadaan bersih
- Di dalam jamban tidak ada kotoran yang terlihat
- Tidak ada serangga (kecoa dan lalat) dan tikus yang berkeliaran.
- Tersedia alat pembersih (sabun, sikat dan air bersih)
- Bila ada kerusakan, segera diperbaiki

4) Olahraga yang teratur dan terukur

Olahraga yang baik adalah olahraga yang dilakukan secara teratur. Hal ini dapat membuat jantung, pernapasan, dan peredaran darah lancar dan baik. Oleh karena itu, kesehatan tubuh kita akan terjamin dari segala macam penyakit. Olahraga juga akan menghilangkan kecemasan, meningkatkan nafsu makan dan rasa percaya diri. Olahraga dapat dilakukan secara sederhana seperti jalan kaki, senam, jogging, berenang, atau bersepeda. Kegiatan tersebut dianjurkan untuk dilaksanakan minimal 15-20 menit setiap hari secara teratur.

Jika tidak ada waktu berolahraga, maka bisa diganti dengan beraktivitas fisik. Aktivitas fisik adalah pergerakan anggota tubuh yang menyebabkan pengeluaran tenaga yang sangat penting bagi pemeliharaan kesehatan fisik, mental dan mempertahankan kualitas hidup agar tetap sehat dan bugar sepanjang hari. Aktivitas fisik dapat dilakukan di berbagai tempat seperti sekolah, rumah, dan ladang. Aktvitas fisik sehari-hari yang bisa dilakukan adalah seperti mencuci pakaian, berjalan kaki, bertani, berkebun, menyapu, mengepel, dan aktivitas lainnya.

Dengan beraktivitas fisik secara tereatur, kita dapat terhindar dari berbagai penyakit seperti stroke, penyakit jantung, osteoporosis, kanker, dan lain-lain. Selain itu, berat badan terkendali, otot lebih lentur, tulang menjadi kuat, bentuk tubuh bagus, lebih percaya diri, dan leebih bertenaga.

5) Memberantas jentik nyamuk

Jentik nyamuk adalah larva nyamuk yang ada di genangan atau daerah tumpungan air. Jentik nyamuk perlu dibernatas agar lingkungan terbebas dari cikal bakal penyebar penyakit yaitu nyamuk. Nyamuk merupakan penyebar bagi banyak penyakit seperti Demam Berdarah Dengue (DBD), Malaria, Chikungunya, atau kaki gajah.

a. Pemeriksaan Jentik Berkala (PJB)

PJB adalah pemeriksaan jentik pada tempat-tempat perkembangbiakan nyamuk (tempat penampungan air) yang ada di dalam rmah seperti bak mandi/WC, vas bunga, tatakan kulkas, dan lain-lain dan di luar rumah seperti talang air, alas pot kembang, ketiak daun, tempat minum burung, lubang pohon atau pagar bambu yang dilakukan secara sekali dalam seminggu.

b. Manfaat lingkungan bebas jentik

- Populasi nyamuk terkendali sehingga penularan penyakit dengan perantara nyamuk dapat dicegah atau dikurangi
- Kemungkinan terhindar dari berbagai penyakit semakin besar seperti Demam Berdarah Dengue (DBD), Malaria, Chikungunya, dan kaki gajah
- Lingkungan rumah menjadi bersih dan sehat

c. Hal yang perlu dilakukan agar lingkungan bebas jentik

- Lakukan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) dengan cara 3M Plus (Menguras, Menutup, Mengubur, plus Menghindari gigitan nyamuk).
- PSN merupakan kegiatan memberantas telur, jentik dan kepompong nyamuk penular berbagai penyakit seperti Demam Berdarah, Demam Dengue, Chikungunya, Malaria, Filariasis (kaki gajah) di tempat-tempat perkembangbiakannya.

3 M Plus adalah tiga cara plus yang dilakukan pada saat PSN, yaitu:

- Menguras dan menyikat tempat-tempat penampungan air seperti bak mandi, tatakan kulkas, alas/tatakan pot kembang.
- Menutup rapat-rapat tempat penampungan air seperti lubang bak kontrol, lubang pohon, lekukan-lekukan yang dapat menampung air hujan
- Mengubur atau menyingkirkan barang-barang bekas yang dapat menampung air seperti ban bekas, kalang bekas, plastik-plastik yang dibuang sembarangan (bekas botol/gelas air mineral, plastik kresek, dll)
- Plus menghindari gigitan nyamuk, yaitu:
 - Menggunakan kelambu
 - Memakai obat yang dapat mencegah gigitan nyamuk
 - Menghindari kebiasaan menggantung pakaian dalam kamar
 - Mengupayakan pencahayaan dan ventilasi yang memadai
 - Memperbaiki saluran dan talang air yang rusak
 - Menaburkan larvasida (bubuk pembunahan jentik) di tempat-tempat yang sulit dikuras misalnya di talang air atau di daerah sulit air.
 - Memelihara ikan pemakan jentik di kolam/bak penampung air, misalnya ikan cupang, nila, dan lain-lain.
 - Menanam tumbuhan pengusir nyamuk misalnya, Zodia, Lavender, Rosemerry, dan lain-lain.

6) Tidak merokok

Merokok merupakan kegiatan yang membakar rokok dan/atau menghisap asap rokok. Merokok menyebabkan salah satu penyebab gangguan kesehatan yang berujung kepada kematian.

a. Dampak merokok terhadap tubuh:

- **Dampak terhadap rambut:** Menyebabkan rambut rontok dan bintik merah (erupsi cutan) terhadap kulit kepala

- **Dampak terhadap mata:** Dapat memperburuk kondisi mata terutama yang terkena penyakit katarak. Hal ini akan berujung kepada kebutaan.
- **Dampak terhadap kulit:** Menyebabkan penuaan dini kepada kulit. Hal ini akan tampak pada mengering dan mengeriputnya kulit terutama di bagian bibir dan mata. Selain itu perokok menyebabkan pembengkakan kulit yang terasa gatal dan berwarna merah yang menjadi faktor terjadinya kanker kulit.
- **Dampak terhadap pendengaran:** Menyebabkan kehilangan pendengaran dan lebih mudah terkena infeksi telinga.
- **Dampak terhadap gigi:** Menyebabkan flek pada gigi dan mulut akibat dari bahan kimia pada rokok yang menjadikan lobang pada gigi dan keompongan dini
- **Dampak terhadap sistem pernapasan:** Merangsang keluarnya lendir atau dahak sehingga bakteri dengan mudah berkembang di lendir tersebut dan memicu penyakit bronkhitis kronis. Partikel dalam rokok akan mengendap di permukaan dinding paru-paru dan merubah sel paru-paru yang berujung kepada kanker paru-paru. Selain itu, merokok juga menyebabkan emphysema, yaitu pelebaran dan rusaknya kantung udara pada paru-paru yang menurunkan kapasitas paru-paru untuk menghirup oksigen.
- **Dampak terhadap tulang:** Menyebabkan tulang menjadi lebih mudah retak/patah dan penyembuhan dari patah tulang akan berlangsung lebih lama.
- **Dampak terhadap pembuluh darah:** Gas karbon monoksida yang dihisap dari asap rokok akan menurunkan kapasitas sel darah merah mengangkut oksigen yang diperlukan jaringan tubuh. Kemampuan darah 200 kali lebih besar mengikuti karbon monoksida dibanding oksigen, sehingga otak kekurangan oksigen, yang sering ditandai dengan nafas pendek dan dangkal. Terjadinya inflamasi pada arteri, vena, dan syaraf utama kaki yang mengakibatkan terhambatnya aliran darah dan bila dibiarkan tanpa peratan akan mengarah ke gangren (matinya jaringan tubuh) sehingga perlu diamputasi.
- **Dampak terhadap sistem pencernaan:** Menyebabkan penurunan ketahanan tubuh terhadap bakteri yang menyebabkan mudahnya penyakit tukak lambung terjadi. Selain itu kemampuan lambung untuk menetralkan asam akan menurun setelah makan sehingga akan asam tersebut akan menggerogoti dinding lambung.
- **Dampak terhadap jari-jari dan kuku:** Tar yang dikandung oleh rokok akan terakumulasi pada jari dan kuku sehingga jari dan kuku akan berwarna kuning kecoklatan.
- **Dampak terhadap uterus wanita:** Menyebabkan kanker leher rahim (serviks) dan uterus. Menyebabkan timbulnya masalah kesuburan pada wanita dan berbagai komplikasi selama masa kehamilan serta kelahiran bayi. Merokok selama masa kehamilan meningkatkan resiko kelahiran bayi dengan berat badan rendah dan masalah kesehatan sesudahnya. Kegagalan kehamilan/abortus terjadi 2-3 kali lebih besar pada wanita perokok, karena kekurangan oksigen pada janin dan plasenta yang abnormal karena tercemar oleh karbon monoksida dan nikotin sehingga kematian bayi mendadak.

- **Dampak terhadap bukan perokok:** Rokok yang dibakar mengeluarkan dua kali lebih banyak dibandingkan dengan asap yang dihisap oleh perokok, yaitu pada karbon monoksida sampai empat kali lebih tinggi.

Asap rokok mempunyai pengaruh tidak hanya kepada perokok saja, namun orang yang berada di sekitar perokok juga akan ikut merasakan asap rokok yang terpaksa mereka hirup. Perokok merugikan orang lain, karena:

- Mengganggu kesehatan orang lain yang tidak merokok
- Merusak lingkungan (polusi udara)
- Membuat orang lain tidak dapat menghirup udara segar. Hal ini berhubungan dengan menghilangkan hak orang lain untuk mendapatkan udara segar.

b. Renungan bagi bukan perokok dan perokok

- Bagi yang bukan perokok, jangan sekali-sekali untuk memulai dan mencoba karena akan susah untuk berhenti.
- Secara ilmiah telah dibuktikan oleh peneliti bahwa rokok menyebabkan banyak penyakit dan gangguan kesehatan.
- Merokok dapat membebani ekonomi keluarga.
- Jika sayang pada diri sendiri, pada keluarga, dan orang di sekitar anda, maka jangan merokok.
- Uang yang digunakan untuk membeli rokok dapat digunakan untuk keperluan lain yang lebih bermanfaat.

7) Membuang sampah pada tempatnya

Setiap kegiatan manusia terutama kegiatan sehari-hari pasti menghasilkan sampah. Jika sampah tersebut dibiarkan berceceran di lingkungan kita, maka akan mendatangkan bahaya yang berkaitan dengan kesehatan manusia. Selain itu akan nampak kotor sekali dan baunya akan menyengat. Hal ini akan memicu kehadiran lalat, tikus, kecoak, dan hewan lainnya untuk datang. Padahal, hewan-hewan yang biasa hinggap di sampah merupakan hewan pembawa bitbit-bibit penyakit yang dapat ditularkan kepada manusia. Bila sampah-sampah tersebut berceceran di sekitar sungai, danau, sumur atau mata air, maka bahaya yang mengancam adalah sampah itu akan mencemari air minum dan akan menyumbat sistem aliran air tersebut yang akan berujung kepada bencana alam. Jika terdapat luka pada tubuh kita dan terkena atau bermain-main di lingkungan sampah, maka luka tersebut akan terinfeksi dan akan semakin parah. Oleh karena itu, sampah-sampah tersebut perlu dibuang ke tempat sampah dan dikelola agar hidup menjadi sehat.

Umumnya di daerah pedesaan, orang-orang membuat lubang-lubang di atas tanah untuk menimbun sampah-sampah. Sebaiknya lubang-lubang itu dibuat sedemikian rupa agar terbebas dari lalat, tikus, kecoa dan binatang-binatang lainnya yang menularkan penyakit. Idealnya lubang sampah terletak di luar daerah pemukiman dan paling sedikit berjarak 20

meter dari bangunan. Letaknya berada di dataran rendah, bukan di dataran tinggi atau bukit. Jarak dari sumber air seperti sungai atau sumur yaitu 100 meter. Di sekeliling pagar diusahakan terdapat pagar. Sampah-sampah di lubang tersebut kemudian ditutup dengan tanah setinggi 2-3 meter.

a. Saran-saran lain untuk membuang sampah

Kumpulkanlah sampah-sampah di dalam sebuah bak khusus atau buatlah menjadi sebuah timbunan yang rapi, lalu dibakar setiap 1 minggu sekali di tempat yang jauh dari pemukiman agar terhindar dari asap dan bau.

Akan lebih baik sampah dipilah berdasarkan bahan dasar dari sampah tersebut. Bila sampah berasal dari bahan alami seperti tumbuhan atau bekas daging dan tulang, sebaiknya sampah-sampah itu ditimbun di tempat yang terpisah. Maka sampah itu akan menjadi kompos yang berguna bagi pertumbuhan tanaman. Jika ada sampah yang masih bisa di daur ulang, maka sampah tersebut di kumpulkan dan dijadikan barang yang lebih berguna seperti sampah plastik air mineral yang dibuat menjadi kerajinan yang bernilai ekonomi.

b. Tidak meludah sembarang tempat

Meludah tidak boleh di sembarang tempat. Perilaku ini, khususnya di Indonesia merupakan perilaku yang tidak sopan jika dilakukan di depan orang lain. Selain itu, meludah di tempat umum dapat menyebabkan bakteri dan virus yang ada di air liur tersebar melalui udara. Sebagian besar penyakit menular pernapasan menular melalui udara. Penyakit TBC dapat menular melalui air liur atau dahak yang dikeluarkan penderita di sembarang tempat. Hal ini dapat dihindari dengan meludah di tempat-tempat tertentu selain tempat umum seperti toilet dan kamar mandi yang dapat dibersihkan.

Kegiatan 11

Mengidentifikasi jenis-jenis polutan di lingkungan rumah.

SOAL DISKUSI

1. Apa yang dimaksud dengan pencemaran lingkungan?
2. Sebutkan penyebab terjadinya pencemaran tanah, air, dan udara?
3. Apakah di lingkungan sekitarmu terdapat indikasi adanya pencemaran lingkungan?
4. Apabila ada indikasi pencemaran lingkungan, bagaimana solusi yang dapat kamu lakukan untuk mengurangi atau menanggulangi pencemaran tersebut

KELAS

XI

MAKANAN DAN SISTEM PENCERNAAN MAKANAN

A. Zat Makanan

Makanan yang dimasukkan ke dalam tubuh berfungsi untuk sumber energi, pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh, mengatur proses tubuh, dan melindungi tubuh dari lingkungan dan penyakit.

Makanan bergizi adalah makanan yang mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral sesuai kebutuhan tubuh.

1. **Karbohidrat** : Karbohidrat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok:
- **Monosakarida**
 - **Disakarida**
 - **Polisakarida**

Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi utama, mengatur metabolisme lemak, menghambat protein, dan membantu pengeluaran feses.

Umbi singkong merupakan salah satu sumber karbohidrat disekitar kita. Kita biasa menanam sendiri untuk mendapatkannya. Menanam singkong dapat dilakukan dengan menggunakan biji dan stek, namun biasanya yang dilakukan masyarakat adalah menggunakan metode stek batang.

Cara menanam singkong untuk mendapatkan hasil umbi / buah:

1. Potong batang singkong menjadi beberapa potongan dengan ukuran panjang sekitar 20 cm.
2. Tanam bibit singkong satu dengan yang lain dengan jarak kurang lebih 60 cm. Perhatikan arah tunas pada batang sebelum menanam. Pastikan anak tunas menghadap ke atas. Untuk melihat arah tunas, bias dilakukan dengan melihat mata tunas di dekat buku-buku atau tonjolan bekas daun singkong yang terlepas.
3. Lakukan pemupukan selama masa tanam (pupuk organik lebih baik).
4. Lakukan perawatan seperti penyiangan atau membersihkan gulma, tumbuhan liar yang mengganggu disekitar pohon.
5. Tanaman singkong pada umumnya dapat dipanen pada usia sekitar 7-8 bulan dari penanaman. Ciri-ciri tanaman singkong yang telah siap dipanen adalah daun-daun sudah mulai rontok, untuk mengambil hasil umbinya kita harus menggalinya.
6. Jika kita mengambil umbinya, maka tanaman ini bersifat sekali panen

2. **Protein** : Protein tersusun atas atom C, H, O, N, S, dan P. Protein tersusun atas asam amino. Terdapat dua jenis asam amino, yaitu asam amino esensial (tidak dapat dibuat oleh tubuh) dan asam amino non-esensial (dapat dibuat oleh tubuh). Protein berasal dari sumber hewani dan nabati. Protein berfungsi untuk menghasilkan jaringan baru, menggantikan protein yang hilang, cadangan energi, mengatur keseimbangan air, membentuk antibodi, dan mengangkut zat-zat gizi. Contoh sumber protein di lingkungan sekitar kita adalah: ikan sungai, kacang-kacangan, daging ayam, telur.

Untuk menjaga ketersediaan ikan di sungai diperlukan kebijaksanaan dalam pemanfaatan ikan sungai. Lubuk larangan yaitu kawasan di Sungai Subayang. Kampar Kiri Hulu yang dijadikan sebagai daerah terlarang bagi masyarakat untuk menangkap ikan. Kawasan Lubuk Larangan biasanya sekitar 500 meter dipilih di daerah yang lebih dalam dibanding daerah lain di sepanjang sungai. Proses diperbolehkannya memanen atau menangkap ikan di lubuk larangan akan tiba waktunya apabila adanya keputusan dan kesepakatan dari Musyawarah Adat

3. **Lemak** : Lemak terdiri atas gabungan gliserol dan asam lemak. 1 gliserol berikatan dengan 3 asam lemak membentuk trigliserida. Lemak berasal dari sumber hewani dan nabati. Berfungsi untuk cadangan energi, perlindungan, isolasi, membangun jaringan tubuh, pelarut vitamin (Vitamin A, D, E, dan K), menghemat protein, dan sebagai pelumas.

Contoh sumber lemak di lingkungan sekitar kita hampir sama dengan sumber protein, antara lain : santan, ikan sungai, kacang-kacangan, kulit ayam

4. **Vitamin** : Vitamin adalah zat makanan yang tidak dapat dibentuk tubuh dan diperoleh dari makanan. Vitamin dikelompokkan menjadi 2, yaitu vitamin larut air (vitamin B kompleks dan vitamin C) dan vitamin larut lemak (vitamin A, D, E, dan K). Secara umum vitamin berfungsi sebagai koenzim, biokatalisator pada metabolisme, fungsi normal tubuh (faal), dan pertumbuhan.

Tabel 16. Berbagai jenis vitamin dalam bahan makanan dan kegunaannya

Nama Vitamin	Bahan Makanan	Kegunaan
Vitamin A	Minyak ikan, hati sapi, susu kuning telur, buah-buahan, wortel	Menjaga kesehatan mata dan kulit
Vitamin B	Bekatul, beras merah, kacang hijau, kacang kedelai, daging, roti	Mencegah penyakit beri-beri Menjaga kesehatan rambut
Vitamin C	Jeruk, sayuran hijau	Mencegah sariawan dan menjaga kesehatan kulit
Vitamin D	Minyak ikan, ikan, susu, mentega, kuning telur	Mencegah penyakit tulang (rachitis)
Vitamin E	Taoge, gandum, minyak, kacang-kacangan, kuning telur, hati, susu	Pembentuk sel darah merah dan mencegah kemandulan
Vitamin K	Kuning telur, kacang kedelai, sayuran segar, susu	Membantu pembekuan sel-sel darah merah

5. **Mineral** : Mineral berfungsi sebagai zat pembangun dan berperan untuk pemeliharaan fungsi tubuh pada tingkat sel, jaringan, dan organ. Mineral juga berfungsi menjaga keseimbangan asam-basa dan ion-ion dalam tubuh, kofaktor enzim, komponen hormon dan enzim, penyusun jaringan, dan membantu transfer zat melalui membran sel.

Tabel 17. Berbagai jenis mineral dalam bahan makanan dan kegunaannya

No	Mineral	Sumber	Fungsi
1	Kalium (K)	Strawberi, apel, pisang, wortel, paprika, tomat, kopi	Mengatur tata air tubuh, mengatur tegangan jaringan
2	Kalsium (Ca)	Susu, yoghurt, mentega, keju, coklat, air mineral	Tulang, gigi, pembekuan darah, otot, syaraf, melindungi alergi kulit.
3	Magnesium (Mg)	Apel hijau, sayuran mentah, jagung, kacang, air mineral	Sel, otot, syaraf, jantung
4	Natrium (Na)	Garam dapur	Mengatur tata air, tekanan darah
5	Fosfor (P)	Kacang-kacangan, coklat, marzipan, popcorn, teh hitam	Tulang, otot, energi
6	Zat Besi (Fe)	Sayur-sayuran mentah, kopi, teh hitam	Sel darah merah, pertumbuhan badan
7	Flour	Ikan tongkol, teh hitam, air mineral	Gigi, tulang
8	Iodium (I)	Garam beriodium, kerang, teh hitam, sitrun	Hormon kelenjar gondok, pertumbuhan, fungsi otak
9	Zink (Zn)	Keju, kuning telur	Metabolisme protein dan karbohidrat

Sumber: Müller (1995).

Daun singkong merupakan salah satu sumber protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, C, B17, mineral, kalsium, fosfor, dan zat besi yang mudah ditemukan disekitar kita. Untuk mendapatkannya kita bisa menanamnya, namun ada perbedaan cara penanaman.

Cara menanam singkong untuk mendapatkan hasil daun:

1. Batang singkong di potong pendek kira – kira 30-40 Cm
2. Bakar ujung bagian atas bibit, cara ini bertujuan menghentikan pertumbuhan batang singkong ke atas. Atau bias dengan cara memotong terus bagian atas apabila batang mulai terlihat meninggi.
3. Tanam bibit pada tanah berbedeng,
4. Lakukan pemupukan selama masa tanam (pupuk organic lebih baik).
5. Lakukan perawatan seperti penyiangan atau membersihkan gulma, tumbuhan liar yang mengganggu disekitar pohon. Hasil daun bisa dipanen setelah berumur 25-40 hari, dan bias diambil berulang

6. **Air** : Air berfungsi sebagai pelarut zat, pengangkut zat, katalisator, pelumas, pengatur, pelindung, dan pembangun. Sungai Subayang merupakan salah satu sumber air bersih yang bisa kota konsumsi, maka dari itu kita harus menjaga kebersihan Sungai Subayang. Air yang bersih merupakan salah satu kriteria air yang bagus. Sungai Subayang. Syarat air bagus yaitu:



Gambar 39. Kriteria Air yang Bagus. Roesma Narulita/Imbau

7. **Zat Aditif Makanan** : Zat aditif merupakan bahan yang biasa ditambahkan ataupun dicampurkan pada makanan atau minuman agar bahan makanan tersebut lebih menarik dan menambah selera. Zat aditif dapat berasal dari bahan kimia dan dari bahan alami. Zat aditif alami didapat dari ekstrak bahan-bahan alami. Penggunaan bahan alami sebagai zat tambahan dalam makanan perlu dilakukan karena bahan alami tidak memiliki efek samping dan aman bagi kesehatan, sedangkan penggunaan bahan kimia untuk zat tambahan dalam makanan berpotensi mempengaruhi kesehatan

Berikut merupakan tabel zat aditif buatan yang biasa ditambahkan pada jajanan:

Tabel 18. Zat aditif buatan yang biasa ditambahkan pada jajanan:

No.	Nama Bahan	Fungsi
1.	Sakarin	Perasa manis tingkat kemanisan 300x gula
2.	Monosodium Glutamat	Penguat rasa masakan, penambah aroma masakan dengan rasa kaldu ayam/kaldu sapi
3.	Rodamin B	Pewarna dalam katagori baaya, karena bahan ini merupakan pewarna textile
4.	Natrium Benzoat	Pengawet pada minuman kaleng dan kemasan berasa
5.	Siklamat	Perasa manis tingkat kemanisan 30x gula

6.	Essent Flavour Etil butirrat, amil valerat, oktil asetat, amil asetat, butyl asetat, isobutyl propionate	Penambah aroma buah-buahan
----	---	----------------------------

Berikut merupakan tabel tumbuhan zat aditif alami:

Tabel 19. Tumbuhan zat aditif alami

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Famili	Bagian yang digunakan	Fungsi
1.	Bunga pukul empat	<i>Mirabilis jalapa</i>	Nyctaginaceae	Bunga	Pewarna merah
2.	Kunyit	<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae	Umbi	Pewarna kuning
3.	Pandan wangi	<i>Pandanus amaryllifolitus</i>	Pandanaceae	Daun	Pewarna hijau
4.	Pacar/inai	<i>Lawsonia inermii</i>	Lythraceae	Daun	Pewarna kuning
5.	Jahe	<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae	Umbi	Aroma, rasa
6.	Sereh	<i>Cymbopogon nardus</i>	Poaceae	Daun	Aroma

Tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc) tidak hanya digunakan untuk menambah aroma masakan, namun juga rasa, serta memiliki banyak manfaat untuk kesehatan, untuk menyediakan jahe secara mandiri kita bisa menanamnya. Jahe akan optimal apabila ditanam pada lingkungan mendukung, jahe memerlukan paparan sinar matahari sepanjang hari, kurangnya cahaya matahari memberikan efek pertumbuhan rimpang mengecil, walaupun perawakan daun normal. Untuk kondisi tanah jahe memerlukan tanah yang gembur dan tidak terendam air selama masa tanam sehingga diperlukan bedengan. Kondisi terendam dapat menyebabkan jahe membusuk. Selain itu bibit juga mempengaruhi keberhasilan hasil panen.

Cara memilih bibit :

1. Pilih tanaman induk yang sudah tua (10 bulan) yang ditandai tajuk mulai mengering, pastikan tanaman induk bebas penyakit dan memiliki sifat pertumbuhan yang baik. Ambil tanaman induk dengan hati-hati supaya rimpang tidak rusak.
2. Bersihkan rimpang dari batang, akar, dan tanah. Kemudian keringanginkan pada tempat sejuk hingga kulit rimpang mengeras dan berwarna mengkilat.
3. Seleksi rimpang, rimpang yang baik memiliki ciri sebagai berikut; rimpang padat berisi, berwarna coklat mengkilap, halus, dan licin. Hindari rimpang yang berjamur, kulit kasar, dan kusam.

Cara menyemai jahe:

Taruh bibit ditempat lembab, siram bibit dengan air jika mulai tampak mengering. Jika sudah mulai muncul tunas bibit siap ditanam. Bibit yang tampak membusuk jangan digunakan.

Cara menanam jahe :

1. Usahakan mulai menanam pada awal musim penghujan (sekitar Oktober-November). Pada 6 bulan masa tanam jahe memerlukan suplay air yang cukup banyak, namun setelahnya suplay air harus dibatasi.
2. Jahe dapat ditanam secara monokultur dan polikultur.
3. Penanaman jahe dapat dilakukan langsung di lahan maupun polybag.

Cara penanaman di Lahan:	Cara penanaman di media polybag:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Rendam bibit jahe yang telah di semai dan disterilkan dengan fungsida 2. rebahkan bibit jahe ke dalam lubang tanam, posisi tunas menghadap ke atas. 3. Tutup lubang menggunakan sekam dan tanah (1:1) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Isi polybag dengan media tanam hingga ketinggian $\frac{3}{4}$ bagian, 2. Benamkan bibit pada media tanam sedalam 5 cm. Posisikan tunas menghadap ke atas. 3. Tutup kembali bibit dengan media tanam 4. Tambahkan jerami kering setinggi 3 cm, fungsinya menjaga kelembaban tanah 5. Tempatkan polybag pada lahan yang disinari matahari
Lakukan penyiraman rutin selama 3 bulan, selanjutnya opsional melihat kondisi kelembaban tanah.	
Bersihkan bibit dari gulma dan apabila diperlukan lakukan penyemprotan untuk menghindari hama.	

B. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Pencernaan Manusia

Berikut merupakan kelainan dan penyakit pada sistem pencernaan manusia:

1. **Gastritis** : Peradangan pada lambung yang disebabkan karena sekresi HCl yang berlebihan.
2. **Apendisitis** : Peradangan apendiks (umbai cacing) akibat tersumbat.
3. **Malnutrisi** : Keadaan yang disebabkan karena ketidakseimbangan pengambilan makanan dengan nutrisi yang dibutuhkan.
4. **Malabsorpsi** : Kekurangan gizi akibat penyerapan bahan makanan yang buruk.
5. **Parositis** : Pembengkakan kelenjar ludah akibat virus dan bersifat menular.
6. **Peritonitis** : Peradangan pada peritoneum (jaringan yang melapisi organ pada rongga perut) oleh bakteri, jamur, dan virus.
7. **Ulkus peptikum** : Luka pada lambung yang disebabkan karena infeksi bakteri.
8. **Xerostomia** : Mulut kering akibat berkurangnya produksi kelenjar ludah.
9. **Hepatitis** : Peradangan pada hati yang disebabkan karena infeksi bakteri, konsumsi alkohol, dan obat penenang tertentu.
Proses pemecahan etanol yang merupakan alkohol yang terkandung dalam bir, anggur dan minuman keras dapat menghasilkan bahan kimia sangat beracun, seperti asetaldehida. Bahan kimia ini memicu peradangan yang menghancurkan sel-sel hati. Kemudian jaringan hati yang sehat digantikan oleh jaringan parut yang ditimbulkan akibat luka peradangan. Hal tersebut akan mengganggu kemampuan hati untuk berfungsi dengan baik.

10. **Diare** : Gangguan berupa feses berbentuk cair yang disebabkan karena mikroorganisme, alergi, dan vitamin C berlebih. Salah satu penyebab diare adalah bakteri *E.colli*, bakteri ini dapat ditemukan di feses manusia dan hewan ternak. Untuk menghindari penyakit diare maka diperlukan penjagaan lingkungan yang serius. Kebiasaan membuang air besar di sungai bisa menjadi salah satu penyebab diare, karena air sungai tercemar kotoran manusia. Kotoran hewan ternak yang berceceran di lingkungan aktivitas juga dapat menjadi pemicu penyakit pencernaan.
11. **Konstipasi** : Pengerasan tinja sehingga sulit buang air besar. Disebabkan karena makanan yang dikonsumsi kurang berserat. Untuk menghindari penyakit ini diperlukan konsumsi makanan berserat yang cukup.

Kegiatan 12

1. *Menghitung indeks massa tubuh*
2. *Membuat makalah dan mempresentasikan kandungan yang ada dalam jajanan. Saat pengumpulan tugas tekankan pada siswa bahwa penggunaan zat aditif buatan tidak baik untuk kesehatan terlebih jika dikonsumsi berlebihan.*
3. *Menyusun makanan 4 sehat 5 sempurna*

SOAL DISKUSI

1. *Sebutkan bahan-bahan alami yang biasa digunakan sebagai zat aditif oleh masyarakat di lingkungan sekitar!*
2. *Susunlah menu makanan 4 sehat 5 sempurna dari makanan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat disekitarnu!*
3. *Jelaskan mekanisme pencernaan pada hewan ruminansia!*

SISTEM PERNAPASAN

A. Pengertian respirasi

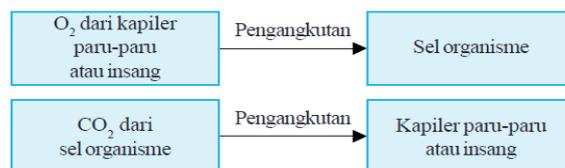
Respirasi atau Pernapasan dapat diartikan sebagai suatu proses pengambilan O_2 dari lingkungan luar ke dalam tubuh dan pelepasan CO_2 dari dalam tubuh ke lingkungan yang ditujukan untuk mendapatkan energi. Pernapasan dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu pernapasan eksternal, pernapasan internal, dan pernapasan selular.

1. Respirasi Eksternal, adalah pertukaran udara antara darah dan atmosfer.

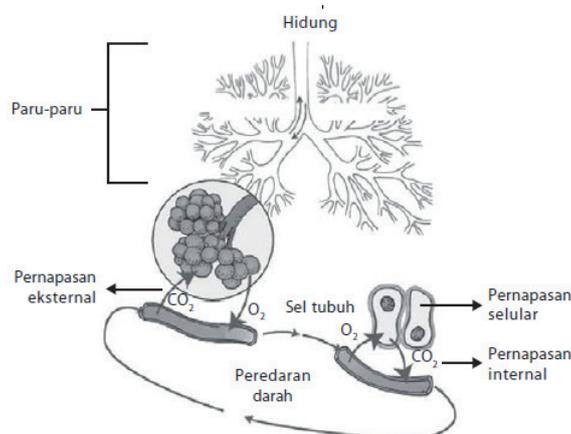


2. Pengangkutan Gas Oksigen dan Karbon Dioksida

Pengangkutan atau transportasi gas terdiri atas dua proses, yaitu transportasi oksigen dari kapiler paru-paru atau kapiler insang diedarkan ke seluruh sel-sel organisme dan transportasi karbon dioksida dari sel-sel organisme ke kapiler paru-paru atau insang.



3. Respirasi Internal, adalah pertukaran udara yang terjadi antara darah dan sel-sel tubuh. Oksigen yang diperoleh dari lingkungan digunakan pada proses pembakaran untuk menghasilkan energi, sedangkan sebagai hasil sampingannya adalah karbon dioksida yang harus dikeluarkan dari tubuh.



Gambar 40. Respirasi pada manusia

<http://mtpelajaran.blogspot.com/2018/01/pengertian-pernapasan-eksternal.html>

B. Kelainan pada Sistem Pernapasan manusia

- a. Asma, merupakan penyakit kronis dan menurun ini terjadi akibat menyempitnya bronki dan bronkiolus sehingga udara yang masuk di bawah batas minimal. Asma akan terpicu oleh alergi terhadap beberapa jenis makanan dan partikel di udara seperti serbuk sari dan debu.
- b. Bronkitis, merupakan radang tenggorokan (bronki) akibat infeksi bakteri yang menyerang selaput epitel bronki.
- c. Pneumonia, merupakan radang paru-paru yang menyerang dinding alveolus. Biasanya disebabkan oleh infeksi bakteri, jamur, dan virus.
- d. TBC, disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* pada jaringan paru-paru. Dapat menular melalui udara.
- e. Kanker paru-paru, asus ini sebagian besar disebabkan oleh polusi, baik polusi tidak langsung yang berasal dari limbah teknologi ataupun polusi langsung bagi perokok. Polutan antara lain CO, CO₂, H₂SO₄, HCO, dan asbestos. Rokok menyimpan nikotin dan polutan lainnya.
- f. Asfiksi, merupakan gangguan pada pengangkutan O₂ ke jaringan atau gangguan penggunaan O₂ oleh jaringan. Asfiksi pada keracunan gas karbon monoksida dan asam sianida disebabkan kedua zat tersebut mempunyai daya afinitas yang lebih tinggi terhadap Hb dibanding oksigen.

Salah satu penyebab penyakit pernafasan adalah rokok. Rokok adalah gulungan tembakau yang dibungkus daun nipah atau kertas (KBBI, 2016). Rokok dikonsumsi dengan cara dibakar dan dihisap/dihirup asapnya. Tembakau yang digunakan untuk pembuatan rokok mengandung 2.500 komponen bahan kimia yang sudah teridentifikasi. Berdasarkan jumlah tersebut, sekitar 1.100 komponen diturunkan menjadi komponen asap secara langsung dan 1.400 lainnya mengalami dekomposisi atau terpecah, bereaksi dengan komponen lain dan membentuk komponen baru yang berbahaya bagi kesehatan. Telah diidentifikasi komponen kimia rokok yang berbahaya bagi kesehatan, yaitu tar, nikotin, gas CO, dan NO. (Ajak siswa membuka buku visual tentang kandungan pada sebatang rokok)

Selain berbahaya bagi perokok (perokok aktif), ternyata rokok juga berbahaya bagi orang-orang yang berada di sekitar perokok tersebut (perokok pasif). Orang-orang yang ada disekitar ikut menghirup asap berbahaya dari rokok tersebut, sehingga ikut dihantui oleh ada dampak mematikan dari rokok.

Dampak dari perilaku merokok ternyata tidak hanya dapat dirasakan dalam jangka panjang, bahkan bisa dirasakan secara langsung. Berikut merupakan dampak-dampak merokok bagi kesehatan: (Ajak siswa membuka buku visual tentang efek rokok pada tubuh manusia)

1. Dampak langsung:
 - a. Air mata keluar banyak.
 - b. Rambut, baju, dan badan berbau.
 - c. Denyut nadi dan tekanan darah meningkat.
 - d. Peristaltik usus meningkat, nafsu makan menurun.
2. Dampak jangka pendek:
 - a. Sirkulasi darah kurang baik.
 - b. Suhu ujung-ujung jari (tangan/kaki) menurun.
 - c. Rasa mengecap dan membau hilang.
 - d. Gigi dan jari menjadi coklat atau hitam.
3. Dampak jangka panjang:
 - a. Kerja otak menurun.
 - b. Adrenalin meningkat.
 - c. Tekanan darah dan denyut nadi meningkat.

- d. Rongga pembuluh darah menciut.
- e. Muncul efek ketagihan dan ketergantungan.

Salah satu yang sangat mudah dipengaruhi adalah pelajar. Perokok di Indonesia didominasi oleh perokok dengan usia rata-rata 19 tahun, bahkan perokok di Indonesia memulai merokok pada usia 10-14 tahun (usia pelajar). Perilaku merokok pada pelajar diduga kuat sebagai salah satu faktor penyebab adanya kenakalan pada remaja. Penurunan kerja otak dan peningkatan adrenalin menyebabkan ketidak stabilan emosi pada pelajar. Hal tersebut memicu adanya tawuran, *bullying*, dan perilaku kenakalan remaja yang lain. Selain berdampak pada perilaku kenakalan remaja, rokok juga berdampak pada penurunan prestasi akademis dan non-akademis pada pelajar. Dugaan adanya korelasi rokok dengan penurunan prestasi akademik disebabkan karena penurunan memori otak dan suplai oksigen di otak yang berkurang karena darah lebih banyak mengikat gas yang dihasilkan dari rokok. Hal ini menyebabkan pelajar malas beraktivitas dan malas berpikir. Sedangkan dugaan adanya penurunan prestasi non akademik akibat rokok dikarenakan nafas menjadi pendek, mudah lelah, dan berakibat pada penurunan aktivitas/ kegiatan.

Sedikit ataupun banyak pengaruh dari adanya integrasi bahaya merokok dalam materi pembelajaran tergantung lingkungan dari pelajar tersebut. Himbuan-himbaun anti rokok ataupun kampanye anti rokok akan hambar apabila lingkungan para pelajar merupakan lingkungan perokok. Percuma orang tua menyuruh anak untuk tidak merokok apabila mereka juga perokok. Percuma guru sebagai orang tua disekolah menyuruh siswanya untuk tidak merokok, tetapi di lingkungan sekolah didapati guru yang merokok.

Selain memberikan himbuan, orang tua dan guru juga perlu memberikan contoh perilaku hidup sehat tanpa asap rokok. Tantangan adanya pencegahan perilaku merokok menjadi perhatian khusus dari berbagai pihak dan *stakeholder* terkait. Perlu adanya kerjasama dalam upaya penumpasan asap rokok pada pelajar. Tantangan ini semakin nyata ditengah geliat industri rokok yang membuat iklan diberbagai media cetak dengan intensitas yang sangat sering. Setelah mengetahui bahaya rokok, maka mulai buat aturan perlarangan merokok di lingkungan sekolah baik untuk guru maupun staff sekolah.

SOAL DISKUSI

1. *Jelaskan mekanisme pernapasan pada manusia?*
2. *Sebutkan jenis-jenis penyakit dan kelainan sistem pernapasan yang sering terjadi didaerah sekitar mu!*
3. *Bagaimana cara menjaga kesehatan sistem pernapasan? Jelaskan pendapatmu!*
4. *Sebutkan dampak-dampak dari perilaku merokok!*

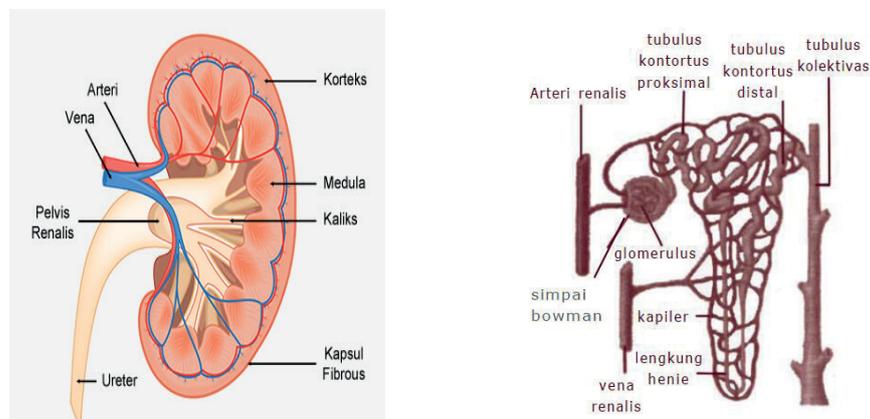
SISTEM EKSKRESI

A. Sistem Ekskresi pada manusia

Proses pengeluaran zat sisa dari tubuh antara lain sekresi, ekskresi dan defekasi. Sekresi merupakan proses pengeluaran zat yang berbentuk cairan oleh sel-sel atau jaringan. Ekskresi merupakan proses pengeluaran zat sisa metabolisme dari tubuh yang sudah tidak dapat digunakan lagi seperti pengeluaran urine, keringat dan CO₂ dari tubuh. Defekasi merupakan proses pengeluaran feses dari tubuh.

1. Organ ekskresi pada manusia

a. Ginjal



Gambar 41. Anatomi ginjal

<http://www.erwinedwar.com/2018/04/struktur-anatomis-sistem-urinaria.html>

Bentuk ginjal seperti kacang merah dengan lekukan yang menghadap ke dalam, jumlahnya sepasang dan terletak di dorsal kiri dan kanan tulang belakang di daerah pinggang, di bawah hati dan limpa. Berat ginjal diperkirakan 0,5% dari berat badan, dan ukurannya kira-kira 11x 6x 3 cm. Setiap menit 20-25% darah dipompa oleh jantung yang mengalir menuju ginjal. Di tiap ginjal terdapat bukaan yang disebut hilus yang menghubungkan arteri renal, vena renal, dan ureter.

Ginjal terdiri dari tiga bagian utama yaitu:

1) Korteks (bagian luar/kulit ginjal)

Bagian korteks ginjal mengandung banyak sekali nefron; 100 juta sehingga permukaan kapiler ginjal menjadi luas, akibatnya perembesan zat buangan menjadi banyak. Setiap nefron terdiri atas badan Malphigi dan tubulus (saluran) yang panjang. Pada badan Malphigi terdapat kapsula Bowman yang bentuknya seperti mangkuk atau piala yang berupa selaput sel pipih. Kapsula Bowman membungkus glomerulus.

2) Medulla (sumsum ginjal)

Tubulus pada badan Malphigi adalah tubulus proksimal yang bergulung dekat kapsula Bowman yang pada dinding sel terdapat banyak sekali mitokondria. Tubulus yang kedua adalah tubulus distal.

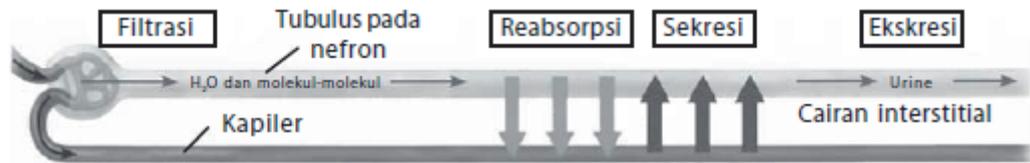
3) Pelvis renalis (rongga ginjal / piala ginjal)

Pada rongga ginjal bermuara pembuluh pengumpul. Rongga ginjal dihubungkan oleh ureter (berupa saluran) ke kandung kencing (vesika urinaria) yang berfungsi sebagai tempat

penampungan sementara urin sebelum keluar tubuh. Dari kandung kencing menuju luar tubuh urin melewati saluran yang disebut uretra

Ginjal sebagai sistem urinaria yang berfungsi memproduksi urine. Selain itu, sistem urinaria dapat mempertahankan keseimbangan air didalam tubuh, mempertahankan volume dan komposisi cairan dalam tubuh, serta mengatur pH cairan tubuh.

Proses pembentukan urine terjadi dibagian nefron. Pembentukan urine terjadi melalui tiga proses, yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi.



Gambar 42. Skema proses pembentukan urine

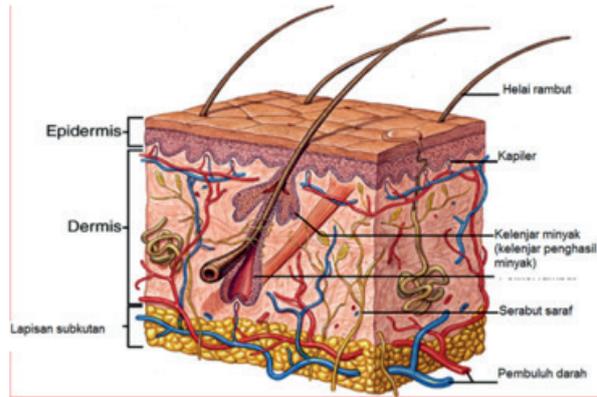
- 1) Filtrasi/penyaringan:** terjadi pada glomerulus berasal dari darah yang mengalir melalui arteri aferen ginjal dan terbentuk urine primer yang mengandung urea, glukosa, air, ion-ion anorganik seperti Na, K, Ca dan Cl. Hasil penyaringan (filtrat) disimpan didalam kapsula bowman untuk sementara.
- 2) Reabsorpsi:** merupakan proses penyerapan kembali zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh seperti glukosa, air, asam amino dan ion-ion organik. Terjadi didalam tubulus proksimal dan terbentuk urine sekunder. NaCl akan direabsorpsi di tubulus kontortus proksimal dan kontortus distal. Pada saat NaCl direabsorpsi, air akan berosmosis pula kedalam darah. Selain itu, sekresi H⁺ dan reabsorpsi HCO₂⁻ terjadi pula di tubulus kontortus proksimal dan tubulus kontortus distal.

Lengkung Henle dan tubulus kolektivus memiliki satu fungsi utama yaitu reabsorpsi air. Lengkung Henle akan membawa filtrat ke bagian medula dan kembali ke bagian korteks. Air akan meninggalkan tubulus karena cairan interstitial (darah) pada bagian medula memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan pada filtrat.

Pada bagian lengkung Henle ascenden (naik), reabsorpsi air akan berhenti karena tubulus tersebut impermiabel terhadap air. Pada bagian ini, terjadi reabsorpsi NaCl dan filtrat menuju darah.

- 3) Augmentasi:** pada bagian tubulus kolektivus terjadi reabsorpsi NaCl. Proses ini menentukan kadar garam dalam urine. Pada bagian medula, tubulus kolektivus menjadi permeabel terhadap urea, sehingga urea direabsorpsi menuju darah dan air lebih banyak direabsorpsi sebelum masuk pelvis. Setelah masuk ke pelvis, kemudian akan menuju ureter sebelum akhirnya sampai dikandung kemih untuk ditampung sementara sebelum dikeluarkan melalui uretra.

b. Kulit



Gambar 43. Anatomi kulit

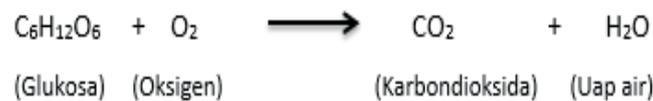
<http://ilmupengetahuanalamonline.blogspot.com/>

Kulit terdiri atas lapisan epidermis (kulit ari) yang tersusun oleh sejumlah lapisan sel yaitu lapisan tanduk dan lapisan malphigi. Pada lapisan dermis terdapat otot penggerak rambut, pembuluh darah, dan limfa, indera, kelenjar minyak dan kelenjar keringat. Kelenjar keringat berbentuk pembuluh yang panjang dari lapisan malphigi menuju ke dermis. Kapiler darah dan kelenjar keringat akan menyerap air dengan larutan NaCl dan sedikit urea. Air beserta larutannya akan dikeluarkan menuju pori-pori kulit.

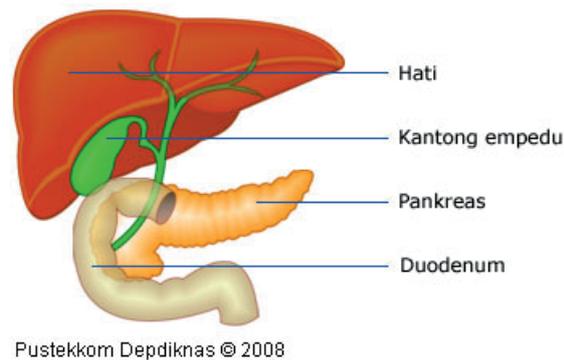
Kulit pada manusia memiliki beberapa fungsi, yaitu sebagai pelindung tubuh pengatur suhu tubuh, peraba, tempat sintesis vitamin D, serta pelindung jaringan dibawahnya. Dalam hal ini ekskresi berfungsi mengeluarkan sisa metabolisme berupa garam dan senyawa lainnya dalam bentuk keringat.

c. Paru-Paru

Paru-paru sebagai organ ekskresi berfungsi dalam mengeluarkan CO₂ dan uap air hasil metabolisme sel-sel tubuh. Pertukaran oksigen atau O₂ dan Karbondioksida atau CO₂ terjadi didalam alveolus paru-paru. Oksigen yang ada diudara akan berdifusi dengan cepat melalui epitelium kedalam kapiler yang mengelilingi alveolus, sedangkan CO₂ berdifusi dengan arah yang sebaliknya. O₂ akan diikat oleh darah untuk diedarkan keseluruh tubuh, sedangkan CO₂ diikat oleh darah untuk dikeluarkan bersama dengan uap air.



d. Hati



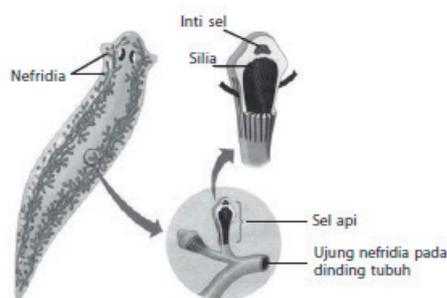
Gambar 44. Organ hati

Hati terletak disebelah komponen kanan atas rongga perut dibawah diafragma. Dalam proses ekskresi, hati berfungsi menghasilkan cairan empedu. Cairan empedu mengandung beberapa bahan, seperti garam garam empedu, bilirubin atau pigmen empedu, kolesterol, mineral dan air. Hati berperan pula dalam merombak eritrosit yang telah tua dan rusak oleh sel makrofag yang terdapat didalam hati.

Mekanisme perombakan eritrosit yang telah tua dimulai dari pemecahan hemoglobin menjadi zat besi, globin dan hemin. Zat besi disimpan kembali dihati untuk dikembalikan ke sumsum tulang. Globin digunakan untuk metabolisme potein membentuk Hb baru, sedangkan hemin diubah menjadi zat warna empedu berwarna hijau kebiruan yang disebut sebagai bilirubin atau biliverdin. Bilirubin dikeluarkan diusuis 12 jari dan dioksidasi menjadi urobilinogen, kemudian diubah menjadi sterkobilin berwarna kuning coklat yang berperan memberi warna pada feses. Perlu diketahui pula bahwa hati menghasilkan zat sisa urea akibat penguraian asam amino yang akan dikeluarkan bersama urine.

B. Sistem Ekskresi pada hewan

1. Planaria



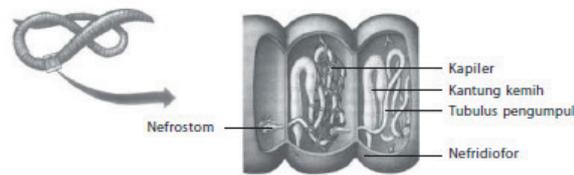
Gambar 45. Organ ekskresi pada planaria

<https://camizu.org/gambar-filum-platyhelminthes-cacing-pipih-biologipedia/>

Planaria atau yang sering disebut sebagai cacing pipih mempunyai organ nefridium yang disebut sebagai *protonefridium*. Protonefridium tersusun dari tabung dengan ujung membesar mengandung silia. Di dalam protonefridium terdapat sel api yang dilengkapi dengan silia. Tiap sel api mempunyai beberapa flagela yang gerakannya seperti gerakan api lilin. Air dan beberapa zat sisa ditarik ke dalam sel api. Gerakan flagela juga berfungsi mengatur arus dan menggerakkan air ke sel api pada sepanjang saluran ekskresi. Pada tempat tertentu, saluran bercabang menjadi pembuluh ekskresi yang terbuka sebagai lubang di permukaan tubuh

(nefridiofora). Air dikeluarkan lewat lubang nefridiofora ini. Sebagian besar sisa nitrogen tidak masuk dalam saluran ekskresi. Sisa nitrogen lewat dari sel ke sistem pencernaan dan diekskresikan lewat mulut. Beberapa zat sisa berdifusi secara langsung dari sel ke air.

2. Cacing tanah



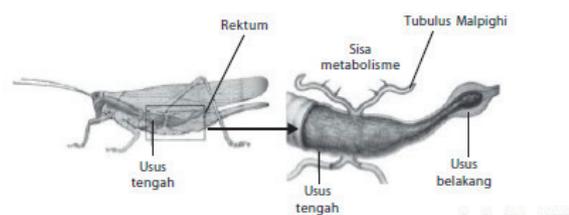
Gambar 46. Sistem ekskresi pada cacing tanah

<https://www.kuliahkechina.com/sistem-ekskresi-manusia-dan-hewan-ginjal-urine-proses-metabolisme-tubuh/>

Annelida mempunyai organ nefridium yang disebut *metanefridium*. Pada cacing tanah yang merupakan anggota anelida, setiap segmen dalam tubuhnya mengandung sepasang metanefridium, kecuali pada tiga segmen pertama dan terakhir. Metanefridium memiliki dua lubang. Lubang yang pertama berupa corong, disebut *nefrostrom* (di bagian anterior) dan terletak pada segmen yang lain. Nefrostom bersilia dan bermuara di rongga tubuh (pseudoselom). Rongga tubuh ini berfungsi sebagai sistem pencernaan.

Corong (nefrostrom) akan berlanjut pada saluran yang berkelu-liku pada segmen berikutnya. Bagian akhir dari saluran yang berkelu-liku ini akan membesar seperti gelembung. Kemudian gelembung ini akan bermuara ke bagian luar tubuh melalui pori yang merupakan lubang (corong) yang kedua, disebut nefridiofor. Cairan tubuh ditarik ke corong nefrostom masuk ke nefridium oleh gerakan silia dan otot. Saat cairan tubuh mengalir lewat celah panjang nefridium, bahan-bahan yang berguna seperti air, molekul makanan, dan ion akan diambil oleh sel-sel tertentu dari tabung. Bahan-bahan ini lalu menembus sekitar kapiler dan disirkulasikan lagi. Sampah nitrogen dan sedikit air tersisa di nefridium dan kadang diekskresikan keluar.

3. Belalang



Gambar 47. Organ ekskresi pada belalang

<https://www.kuliahkechina.com/sistem-ekskresi-manusia-dan-hewan-ginjal-urine-proses-metabolisme-tubuh/>

Alat ekskresi pada belalang adalah tubulus Malpighi, yaitu alat pengeluaran yang berfungsi seperti ginjal pada vertebrata. Tubulus Malpighi berupa kumpulan benang halus yang berwarna putih kekuningan dan pangkalnya melekat pada pangkal dinding usus. Di samping Tubulus Malpighi, serangga juga memiliki sistem trakea untuk mengeluarkan zat sisa hasil oksidasi yang berupa CO_2 .

Belalang tidak dapat mengekskresikan amonia, sehingga amonia akan diubah menjadi asam urat dalam bentuk kristal. Saat cairan bergerak lewat bagian proksimal pembuluh Malpighi, bahan yang mengandung nitrogen diendapkan sebagai asam urat, sedangkan air dan berbagai garam diserap kembali biasanya secara osmosis dan transpor aktif. Asam

urat dan sisa air masuk ke usus halus, dan sisa air akan diserap lagi. Kristal asam urat dapat diekskresikan lewat anus bersama dengan feses.

4. Pisces

Organ ekskresi pada ikan adalah sepasang ginjal opistonefros. Opistonefros ini berbentuk lonjong dan berwarna coklat. Opistonefros berhubungan dengan sistem reproduksi. Mekanisme ekskresi ikan air tawar berbeda dengan ikan air laut. Ikan air tawar mengekskresi ammonia dan aktif menyerap ion anorganik melalui insang serta mengeluarkan urine dalam jumlah besar. Sebaliknya pada air laut mengekskresikan sampah nitrogen berupa Trimetilamin Oksida (TMO), mengekskresikan ion-ion lewat insang dan mengeluarkan urine sedikit.

C. Kelainan dan penyakit pada manusia

1. Gagal ginjal

Gagal ginjal adalah kelaianan pada ginjal sehingga tidak bisa menjalankan fungsinya sebagai organ ekskresi. Untuk mengatasinya sebaiknya dilakukan cuci darah (hemodialisis) atau transplantasi ginjal. Penyebabnya adalah diabetes.

2. Batu ginjal

Gangguan fungsi ginjal akibat pembentukan batu pada saluran urine. Batu ginjal disebabkan oleh kelainan hormon paratinoid, kurang minum, atau urine terlalu asam.

Kurang minum dapat disebabkan oleh kurangnya suplay air yang layak minum (air yang bagus). Rimbang Baling memiliki potensi penyedia air bersih yang sangat melimpah yakni Sungai Subayang, maka dari itu kita harus menjaga supaya air Sungai Subayang tetap bersih.

3. Pielonefritis

Peradangan ginjal pada bagian korteks dan medula, disebabkan oleh infeksi *Escherichia coli*. Infeksi *Escherichia coli* umumnya berasal dari makanan dan air yang terkontaminasi. Apabila kita mengonsumsi makanan yang tercemar *E. coli*, di usus organisme ini akan mengeluarkan toksin dan diserap ke pembuluh darah kemudian terbawa oleh sel darah putih (leukosit) ke ginjal. Penyakit pada ginjal ini disebut *Hemolytic Uremic Syndrome (HUS)*. HUS merupakan jenis gagal ginjal yang jarang ditemukan. Gejala HUS meliputi demam, nyeri pada perut, kulit pucat, kelelahan, urine berkurang, memar tanpa sebab, perdarahan dari hidung dan mulut, serta pembengkakan pada wajah, tangan, kaki, atau bagian tubuh lain. Dampak dari penyakit ini adalah kerusakan pada otak, kejang, bahkan koma. Penyakit ini juga bisa menyebabkan gangguan pada organ pankreas dan organ lain.

4. Glumerulonefritis

Peradangan ginjal bagian glumerulus. Disebabkan oleh infeksi bakteri *Streptococcus*. Mengakibatkan terganggunya proses filtrasi yang ditandai dengan adanya protein dan darah dalam darah.

Kegiatan 13. Pengamatan kinerja sistem ekskresi pada manusia

Permainan ini berhubungan dengan suhu dan kalor. Manusia sebagai makhluk hidup memiliki regulasi tubuh untuk menyesuaikan pada keadaan panas dan (dingin) teduh. Pada keadaan panas, bisa dilakukan di tengah lapangan sekolah. Pada keadaan teduh atau dibawah bayangan, siswa bisa melakukannya dibawah teduhan pohon yang cukup besar.

Langkah pengamatan jumlah keringat sebagai salah satu indikator kinerja sistem ekskresi.

- 1. Tentukan satu lokasi di area sekolahmu yang terpapar cahaya matahari secara langsung seperti lapangan sekolah lainnya.*

2. Tentukan satu lokasi lainnya di area sekolahmu yang ternaungi oleh kanopi pohon rindang.
3. Bagilah anggota kelasmu menjadi 4 kelompok secara merata.
4. Keempat kelompok ini akan dikenai perlakuan yang berbeda.
 - a. Kelompok 1 akan menempati area lahan terpapar cahaya matahari secara langsung dan akan beraktifitas duduk selama 15 menit.
 - b. Kelompok 2 akan menempati area lahan terpapar cahaya matahari secara langsung dan akan beraktifitas berlari keliling lapangan selama 15 menit
 - c. Kelompok 3 akan menempati area lahan dibawah naungan pohon rindang dan akan beraktifitas duduk selama 15 menit
 - d. Kelompok 4 akan menempati area lahan dibawah naungan pohon rindang dan akan beraktifitas berlari mengelilingi pohon rindang selama 15 menit
5. Masing masing kelompok melakukan kegiatan pada nomer 4 sambil melakukan pengamatan keringat setiap 3 menit.

Tanda	Jumlah keringat	Keterangan
-	Tidak berkeringat	Sama sekali tidak ada basah keringat
+	Sedikit sekali	Basah keringat pada bagian tubuh tertentu seperti ketiak, punggung dan kepala
++	Sedikit	Basah keringat pada bagian tubuh tertentu. pakaian juga basah
+++	Cukup berkeringat	Basah keringat pada lengan, punggung, kepala dan leher. Pakaian basah dibagian bagian tersebut.
++++	Banyak	Basah keringat sampai ada keringat yang menetes pada dahi dan kepala. Pakaian bagian punggung basah.
+++++	Banyak sekali	Basah keringat sampai ada keringat yang menetes. Semua bagian pakaian basah kuyup.

Tabel data pengamatan

Kelompok	3 menit	6 menit	9 menit	12 menit	15 menit
1					
2					
3					
4					

Diskusi kelompok dengan menggunakan data kelas

1. Lokasi mana yang suhu udaranya lebih tinggi? Mengapa demikian?
2. Mana yang lebih banyak berkeringat, antara kelompok yang berada dibawah pohon dengan yang berada dilapangan? Mengapa demikian?
3. Mana yang lebih banyak berkeringat antara yang berlari dengan yang hanya duduk di lokasi yang sama? Mengapa demikian?
4. Mengapa saat tubuh banyak beraktifitas, keringat akan lebih banyak keluar?
5. Apa yang terjadi jika saat beraktifitas berat, namun tubuh kita tidak berkeringat?
6. Yang mana lokasi yang lebih nyaman untuk beraktifitas? Dibawah sinar matahari langsung atau dibawah teduhan pohon?
7. Apa yang sebaiknya dilakukan agar sekolah kita nyaman?

SISTEM REPRODUKSI

A. Menstruasi, Fertilisasi, Kehamilan, Persalinan, dan Laktasi

- Menstruasi (haid) : Merupakan pendarahan periodik karena peluruhan endometrium uterus. Menstruasi terjadi apabila oosit yang sudah diovulasikan tidak dibuahi oleh sperma.
- Fertilisasi : Penyatuan sperma dengan oosit sekunder untuk membentuk zigot. Bagian kepala sperma yang dilengkapi dengan akrosom dan beberapa enzim hidrolitik untuk menembus korona radiata dan zona pelusida.
- Kehamilan (gestasi) : Merupakan proses perkembangan embrio di dalam uterus sejak terjadinya fertilisasi hingga kelahiran. Tahapan kehamilan yakni sebagai berikut:
 - Tahap trimester pertama: ditandai dengan jantung fetus sudah mulai berdetak.
 - Tahap trimester kedua: ditandai dengan pertumbuhan secara cepat dan ibu dapat merasakan aktivitas fetus melalui dinding abdomen.
 - Tahap trimester ketiga ditandai dengan pertumbuhan fetus yang cukup cepat hingga mampu mencapai bobot \pm 3 kg dan panjang mencapai 50 cm.
- Persalinan (partus) : Merupakan proses kelahiran bayi melalui serangkaian kontraksi uterus yang kuat dan berirama. Proses persalinan dipengaruhi beberapa hormon yakni hormon estrogen, prostaglandin, oksitosin, dan ACTH.
- Laktasi : Prolaktin merupakan hormon yang berperan merangsang kelenjar mammae untuk memproduksi susu. Susu yang sudah diproduksi tersebut dirangsang oleh oksitosin untuk dikeluarkan. Susu yang dikeluarkan di awal kelahiran mengandung kolustrum yang penting untuk melindungi bayi dari infeksi dan alergi.

B. Kelainan dan Penyakit Sistem Reproduksi

- Sifilis (raja singa) : Penyakit sifilis disebabkan oleh bakteri *Treponema pallidum* yang dapat menular melalui kontak seksual.
- Gonore (kencing nanah) : Disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae* yang dapat menular melalui kontak seksual.
- Limfogranuloma venerium atau : Disebabkan oleh bakteri *Chlamydia trachomatis* yang dapat menyebabkan luka disekitar organ kelamin.
- Herpes genitalis : Disebabkan oleh virus herpes simpleks tipe 1 dan tipe 2.
- Kondiloma akuminata : Disebabkan oleh virus *Papilloma virus* yang menyerang daerah lipatan yang lembab pada organ reproduksi pria dan wanita.

- HIV & AIDS : *Human immunodeficiency virus* (HIV) merupakan virus yang menyerang dan merusak sel darah putih (sel CD4). AIDS merupakan fase saat tubuh tidak mampu melawan infeksi penyakit yang masuk ke dalam tubuh. HIV/AIDS disebabkan oleh adanya pertukaran cairan tubuh antara penderita dan bukan penderita seperti cairan sperma, cairan vagina, cairan anus, darah, dan ASI. HIV tidak bisa menyebar melalui keringat atau urine. Berikut ini adalah beberapa cara penyebaran HIV lainnya:
 - Penularan dari ibu kepada bayi pada masa kehamilan, ketika melahirkan atau menyusui.
 - Melalui seks oral.
 - Pemakaian alat bantu seks secara bersama-sama atau bergantian.
 - Melalui transfusi darah dari orang yang terinfeksi.
 - Memakai jarum, suntikan, dan perlengkapan menyuntik lain yang sudah terkontaminasi, misalnya spon dan kain pembersihnya.

- Endometriosis : Terdapat jaringan endometrium di luar uterus, misalnya pada ovarium dan tuba falopi.
- Mioma uterus : Tumor jinak berupa daging yang tumbuh pada dinding rahim.
- Disfungsi ereksi : Ketidakmampuan pria mempertahankan ereksi
- Prostatitis : Disebabkan karena infeksi bakteri, menyebabkan rasa nyeri dan kesulitan membuang air kecil.

Kegiatan 14. Menghitung kalender mensturasi pada wanita

A. Judul : Menghitung kalender mensturasi pada wanita

B. Tujuan : Untuk mengetahui kalender mensturasi pada wanita

C. Alat dan bahan:

1. Beberapa siswi yang sudah mensturasi
2. Kalender masehi

D. Cara Kerja

1. Siapkan kalender yang akan digunakan untuk penghitungan
2. Tetapkan tanggal hari pertama dan hari terakhir menstruasi siswi pada bulan lalu. Kemudian lingkarkanlah tanggal tersebut pada kalender yang telah disiapkan
3. Lakukan hal yang sama pada saat mensturasi bulan ini.
4. Cara menghitung siklus adalah dengan menghitung selisih hari pertama mens bulan ini dikurangi hari terakhir mens bulan lalu, misalnya Siwi pada bulan ini mengalami mens pada 1 November dan bulan lalu selesai mens pada 4 Oktober, maka selisih hari kalender adalah 28 hari.
5. Ulangi cara di atas untuk orang ke 2,3,4,5,6 dan seterusnya.

No	Nama Siswi	Bulan lalu		Bulan berjalan		Siklus mensturasi
		Hari Pertama	Hari Terakhir	Hari Pertama	Hari Terakhir	
1	Siwi	30 September	4 Oktober	1 november	-	28 hari

SOAL DISKUSI

Bagaimana cara menjaga kesehatan sistem reproduksi? Jelaskan pendapatmu!

SISTEM PERTAHANAN TUBUH**A. Antigen dan Antibodi**

Antigen adalah suatu substansi kimia yang mampu merangsang sistem imun (kekebalan) untuk menimbulkan respon spesifik. Contohnya adalah dinding sel bakteri. Antigen disebut juga sebagai imunogen. Sedangkan antibodi adalah protein yang dibentuk sebagai respon terhadap suatu antigen dan secara spesifik mengadakan reaksi dengan antigen tersebut. fungsi utama antibodi yaitu menonaktifkan dan menandai antigen untuk penghancuran lebih lanjut. Antibodi disebut juga imunoglobulin. Terdapat lima macam imunoglobulin yaitu IgG, IgA, IgM, IgD, dan IgE.

B. Sistem Kekebalan tubuh

Sistem imun atau kekebalan tubuh merupakan sekelompok sel, molekul, dan organ yang bersama-sama secara aktif mempertahankan tubuh dari serangan benda-benda asing yang menyebabkan penyakit, seperti virus, bakteri, dan jamur. Mekanisme pertahanan tubuh terjadi karena masuknya antigen atau imunogen ke dalam tubuh yang kemudian tubuh merespon dengan memproduksi sel-sel atau zat kimia yang berfungsi untuk mempertahankan tubuh melawan antigen.

1. Kekebalan Bawaan

Kekebalan bawaan disebut juga kekebalan tidak spesifik. Kekebalan ini merupakan garis utama tubuh yang pertama melawan semua agen asing yang masuk ke dalam tubuh. Alat yang menghalangi dalam imunitas bawaan, seperti kulit, air mata, mukus, dan air ludah yang mencegah laju peradangan setelah terjadi luka atau infeksi. Mekanisme kekebalan bawaan adalah menghalangi masuknya dan penyebaran penyakit, tetapi jarang mencegah penyakit secara keseluruhan.

Beberapa cara untuk menjaga daya tahan tubuh antara tidur cukup, konsumsi makanan bergizi seperti buah-buahan dan sayuran untuk mendapatkan semua vitamin dan mineral yang diperlukan tubuh. Olahraga teratur serta gaya hidup sehat dengan tidak minum alkohol dan merokok dapat membantu daya tahan tubuh menjadi lebih baik.

2. Kekebalan adaptasi

Kekebalan ini disebut juga dengan kekebalan spesifik yang dapat mengenali mikroba antigen spesifik yang telah menginfeksi sehingga dapat aktif kembali jika antigen yang sama kembali menyerang tubuh. Contohnya sel B yang menghasilkan antibodi.

Berdasarkan cara mempertahankan diri dari penyakit, dibedakan menjadi dua, yaitu kekebalan nonspesifik dan kekebalan spesifik. Berikut merupakan tabel perbedaan antara pertahanan tubuh spesifik dan non-spesifik.

Tabel 20. Sistem pertahanan tubuh spesifik dan non-spesifik

Mekanisme Pertahanan Nonspesifik		Mekanisme Pertahanan Spesifik
Garis Pertahanan Pertama	Garis Pertahanan Kedua	Garis Pertahanan Ketiga
<ul style="list-style-type: none"> • Kulit • Membran mukosa • Sekresi dari kulit dan membran mukosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Sel darah putih fagositik • Protein antimikroba • Respons peradangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Limfosit • Antibodi

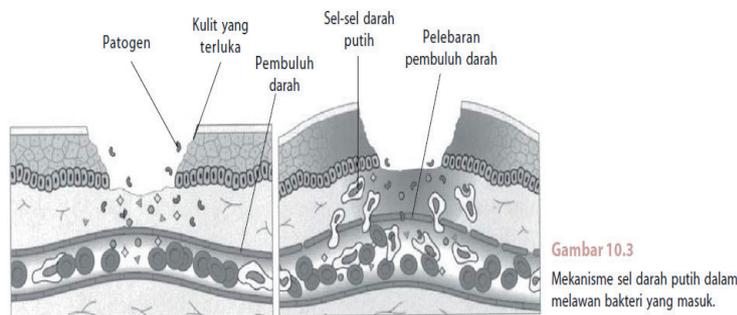
3. Sistem Kekebalan Tubuh Nonspesifik

a. Kulit dan Membran Mukosa

Sebelum masuk ke dalam tubuh, patogen harus menembus tubuh manusia. Kulit merupakan garis pertahanan pertama tubuh terhadap patogen/antigen. Selain kulit, membran mukosa yang melapisi saluran pencernaan, saluran pernapasan, dan saluran kelamin dapat menghalangi masuknya mikroba yang berbahaya.

b. Sel-Sel Fagosit

Adakalanya garis pertahanan pertama dapat ditembus oleh patogen akibat adanya luka pada kulit. Jika hal ini terjadi, patogen yang masuk akan menghadapi garis pertahanan kedua. Garis pertahanan kedua ini bergantung pada fagositosis. Fagositosis merupakan peristiwa sel yang memakan sel atau benda lain, ini dilakukan oleh jenis sel darah putih tertentu.



Gambar 48. Mekanisme sel darah putih dalam melawan bakteri yang masuk

<https://www.kuliahkechina.com/sistem-pertahanan-tubuh-sel-kekebalan-antibodi-darah-antigen-protein/>

c. Protein Antimikroba

Salah satu cara pertahanan tubuh nonspesifik adalah protein antimikroba. Protein antimikroba disebut juga dengan sistem komplemen. Sistem komplemen ini terdiri atas 20 jenis protein yang normalnya nonaktif. Apabila ada mikroba yang masuk ke dalam tubuh, glikoprotein dari permukaan sel mikroba tersebut akan mengaktifkan sistem komplemen ini.

d. Respons Peradangan (Inflamasi)

Respons peradangan terjadi ketika sel-sel pada jaringan rusak atau mati karena infeksi patogen. Reaksi atau respons tubuh terhadap kerusakan sel-sel tubuh yang disebabkan oleh infeksi dan gangguan lainnya disebut radang. Beberapa gejala dari radang adalah panas, bengkak, sakit, kulit merah, dan gangguan fungsi pada daerah tertentu.

4. Sistem Pertahanan Tubuh Spesifik

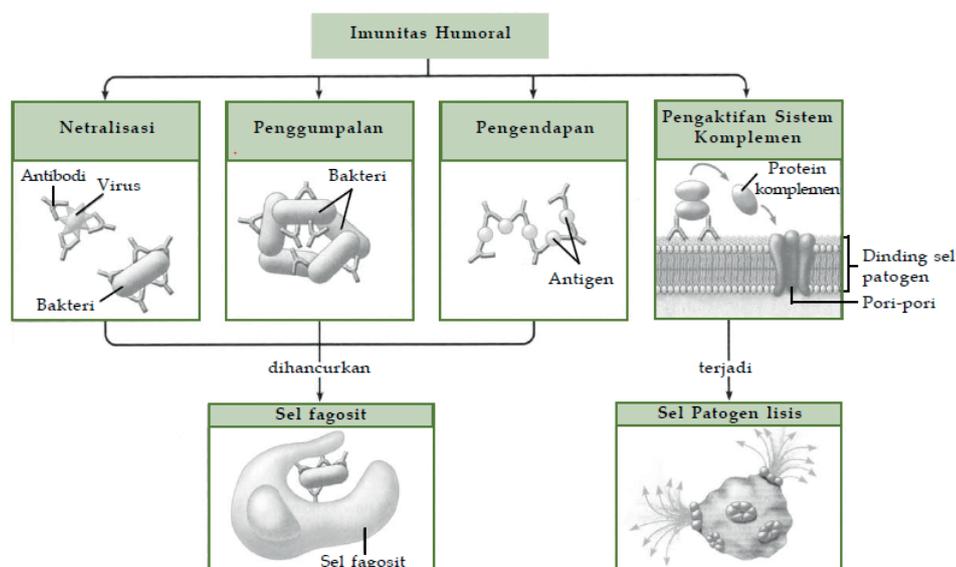
Sistem pertahanan tubuh spesifik merupakan pertahanan tubuh terhadap patogen tertentu yang masuk ke dalam tubuh. Sistem pertahanan tubuh spesifik diantaranya adalah:

- Limfosit B, berfungsi membentuk antibodi untuk melawan antigen. Sel B berdiferensiasi menjadi sel plasma (produksi antibodi) dan sel memori yang berfungsi dalam respon imunitas sekunder.
- Limfosit T, sel T bekerja dengan cara berinteraksi langsung dengan sel-sel lainnya. Sel T mampu mengenali sel yang terinfeksi oleh antigen yang masuk.
- Antibodi, merupakan suatu protein. Antibodi berikatan dengan protein yang lainnya (antigen) yang ditemukan di dalam tubuh. Molekul protein pada permukaan bakteri atau virus berperan sebagai antigen.

C. Respon Kekebalan Tubuh

1) Imunitas Humoral

Imunitas humoral menghasilkan pembentukan antibodi yang disekresikan oleh sel limfosit B. Antibodi ini berada dalam plasma darah dan cairan limfa (dahulu disebut cairan humor) dalam bentuk protein. Pembentukan antibodi ini dipicu oleh kehadiran antigen. Antibodi secara spesifik akan bereaksi dengan antigen. Spesifik, berarti antigen A hanya akan bereaksi dengan dengan antibodi A, tidak dengan antibodi B. Antibodi umumnya tidak secara langsung menghancurkan antigen yang menyerang. Namun, pengikatan antara antigen dan antibodi merupakan dasar dari kerja antibodi dalam kekebalan tubuh. Terdapat beberapa cara antibodi menghancurkan patogen atau antigen, yaitu netralisasi, penggumpalan, pengendapan, dan pengaktifan sistem komplemen (protein komplemen).



Gambar 49. Respon imunitas humoral

<https://www.pustakabelajar.com/2018/03/sistem-pertahanan-tubuh.html>

2) Imunitas Seluler

Imunitas seluler bergantung pada peran langsung sel-sel (sel limfosit) dalam menghancurkan patogen. Setelah kontak pertama dengan sebuah antigen melalui makrofag, sekelompok limfosit T tertentu dalam jaringan limfatik akan membesar diameternya. Setelah itu, berkembang biak dan berdiferensiasi menjadi beberapa sub populasi. Sub populasi tersebut, antara lain sel T sitotoksik (*cytotoxic T cell*), sel T penolong (*helper T cell*), sel T supressor (*supressor T cell*), dan sel T memori (*memory T cell*). Tugas utama imunitas seluler adalah untuk menghancurkan sel tubuh yang telah terinfeksi patogen, misalnya oleh bakteri atau virus. Bakteri atau virus yang telah menyerang sel tubuh akan memperbanyak diri dalam sel tubuh tersebut. Hal ini tidak dapat dilakukan oleh antibodi tubuh.

D. Macam Kekebalan Tubuh

1. Kekebalan Aktif, yaitu kekebalan yang diperoleh karena tubuh membuat antibodi sendiri. Dibedakan menjadi kekebalan aktif buatan yaitu kekebalan tubuh yang diperoleh setelah mendapatkan vaksin dan kekebalan aktif alami yaitu kekebalan tubuh yang diperoleh setelah seseorang sembuh dari sakit.
2. Kekebalan pasif, yaitu kekebalan yang terjadi bukan karena tubuh membuat antibodi sendiri. Dibedakan menjadi kekebalan pasif buatan yang diperoleh setelah tubuh mendapat antibodi sudah jadi yang terlarut dalam serum dan bersifat sementara dan kekebalan pasif alami yaitu kekebalan yang diperoleh dari ibu selama dalam kandungan.

E. Imunisasi

Tindakan untuk menimbulkan kekebalan tubuh terhadap penyakit dikenal sebagai imunisasi. Seseorang yang pernah terserang penyakit dan kemudian sembuh akan memperoleh imunisasi secara alami. Adapun imunisasi secara buatan atau imunisasi artifisial diperoleh melalui pemberian vaksin.

1. Imunisasi Aktif

Imunisasi aktif merupakan kondisi pada saat tubuh dapat membentuk imunitas sendiri terhadap bibit penyakit dengan cara memasukkan vaksin ke dalam tubuh seseorang dengan tujuan untuk merangsang tubuh memproduksi antibodi sendiri. Contohnya adalah imunisasi polio, difteri, atau campak. (Ajak siswa membuka modul visual bagian imunisasi difetri)

Difteri termasuk salah satu penyakit yang dapat dicegah dengan imunisasi dan imunisasi terhadap difteri termasuk ke dalam program imunisasi wajib pemerintah Indonesia. Imunisasi difteri yang dikombinasikan dengan pertusis (batuk rejan) dan tetanus ini disebut dengan imunisasi DTP. Difteri disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium diphtheriae*. Bakteri difteri akan menghasilkan racun yang akan membunuh sel-sel sehat dalam tenggorokan, sehingga akhirnya menjadi sel mati. Sel-sel yang mati inilah yang akan membentuk membran (lapisan tipis) abu-abu pada tenggorokan. Di samping itu, racun yang dihasilkan juga berpotensi menyebar dalam aliran darah dan merusak jantung, ginjal, serta sistem saraf.

Ada sejumlah cara penularan yang perlu diwaspadai, seperti:

- Terhirup percikan ludah penderita di udara saat penderita bersin atau batuk. Ini merupakan cara penularan difteri yang paling umum.
- Barang-barang yang sudah terkontaminasi oleh bakteri, contohnya mainan atau handuk.
- Sentuhan langsung pada luka borok (ulkus) akibat difteri di kulit penderita. Penularan ini umumnya terjadi pada penderita yang tinggal di lingkungan yang padat penduduk dan kebersihannya tidak terjaga.

2. Imunisasi Pasif

Imunisasi pasif merupakan imunisasi yang terjadi pada saat tubuh memperoleh imunitas dengan cara menyuntikkan serum yang mengandung antibodi terhadap suatu penyakit ke dalam tubuh. Imunisasi pasif sering dilakukan dalam keadaan darurat yang diperkirakan tidak ada waktu untuk pembentukan antibodi yang cukup untuk melawan antigen yang masuk. Contoh imunisasi pasif yaitu pemberian serum antibisa ular pada orang yang terkena gigitan ular berbisa.

Kegiatan 15. Sistem Imun

Alat dan bahan

- Lembar kegiatan pendataan
- Alat tulis

Cara Kerja

- Bentuk kelompok siswa dengan jumlah 3-5 siswa.
- Setiap kelompok diberi tugas untuk mengumpulkan informasi mengenai penyakit yang berhubungan dengan sistem imun di Puskesmas atau pusat layanan kesehatan lainnya
- Data yang diambil adalah berupa:

Nama Penyakit :

Penyebab :

Penularan :

Bagian tubuh yang diserang :

Pencegahan :

Lembar Kegiatan
Pendataan Penyakit/Kelainan Sistem Imun

Lokasi :
Hari/Tanggal :
Nama Kelompok :

1. Nama penyakit/kelainan :
Penyebab :
Penularan :
Bagian tubuh yang diserang :
Pencegahan :

2. Nama Penyakit/Kelainan :
Penyebab :
Penularan :
Bagian tubuh yang diserang :
Pencegahan :

Gambar 50. Contoh lembar kegiatan pendataan penyakit/kelainan sistem imun.
Fajrin Fahmi/Imbau.

- Setiap data yang didapat kemudian dipresentasikan dan didiskusikan di kelas.

Catatan:

- Penyakit tersebut dapat ditambah informasinya dari buku atau di internet sebanyak-banyaknya.

KELAS

XIII

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN

A. Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Salah satu ciri makhluk hidup adalah tumbuh dan berkembang. Tumbuhan termasuk makhluk hidup yang tumbuh dari kecil menjadi besar dan berkembang. Dimulai dari sel zigot menjadi satu individu yang kemudian memiliki akar, batang dan daun.

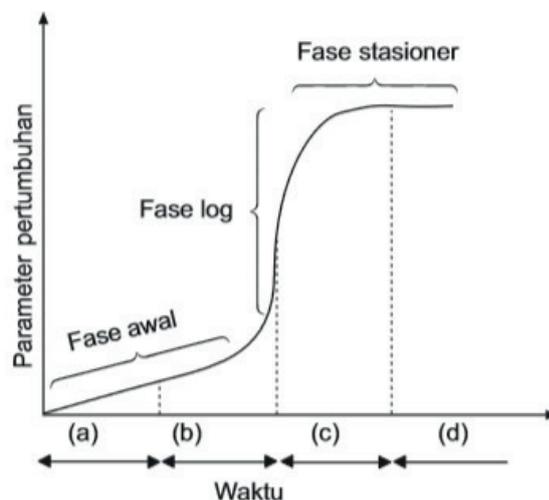
Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan berbiji diawali dengan pertemuan antara sel kelamin jantan dan kelamin betina, menjadi biji, berkecambah, tumbuh menjadi tanaman kecil yang sempurna, dan berlanjut tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan dewasa. Tumbuhan dewasa akan berbunga dan berbuah.

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan terjadi di bagian-bagian tertentu, misalnya ujung akar dan batang. Pertumbuhan dan perkembangan merupakan dua proses yang berjalan secara simultan atau pada waktu yang bersamaan. Perbedaannya terletak pada faktor kuantitatif dan kualitatif. Pertumbuhan dapat diukur secara kuantitatif karena mudah diamati, yaitu terjadi perubahan jumlah dan ukuran. Lain halnya dengan perkembangan yang dapat dinyatakan secara kualitatif karena perubahannya bersifat fungsional.

1. Pertumbuhan

Pertumbuhan diartikan sebagai perubahan yang dapat ditentukan berdasarkan sejumlah ukuran atau kuantitasnya. Pertumbuhan meliputi bertambah besar dan bertambah banyaknya sel-sel pada jaringan. Proses yang terjadi pada pertumbuhan adalah suatu kegiatan yang *irreversible* (tidak dapat kembali ke bentuk semula).

Pengukuran perubahan panjang atau tinggi batang dapat dilakukan dengan alat ukur misalnya penggaris, jangka sorong, atau dengan auksanometer. Pengukuran pertumbuhan akan menghasilkan grafik berbentuk huruf S yang dikenal dengan **grafik sigmoid**. Berdasarkan grafik ini, pertumbuhan dapat dibedakan menjadi empat fase yaitu fase awal (pertumbuhan secara lambat), fase log (pertumbuhan mencapai maksimum), fase perlambatan (pertumbuhan menjadi lambat), dan fase stasioner (pertumbuhan terhenti). Pada fase log terjadi pertumbuhan yang sangat cepat dan diikuti penurunan kecepatan pertumbuhan.



G

Gambar 51. Kurva Pertumbuhan (kurva Sigmoid)

<https://brainly.co.id/tugas/4678337>

a. Pertumbuhan Primer

Pertumbuhan dapat terjadi karena adanya aktivitas pada daerah titik tumbuh. Titik tumbuh merupakan daerah atau bagian pada tumbuhan yang dapat mengalami pertambahan panjang lebih cepat dari bagian lainnya. Pada ujung batang dan ujung akar terdapat sel-sel meristem yang dapat berdiferensiasi menjadi sel-sel yang memiliki struktur dan fungsi yang khusus. Sel meristem merupakan sel yang bersifat embrionik yaitu selalu membelah dan memanjang.

Pertumbuhan primer merupakan pertumbuhan dasar yang dapat terjadi akibat adanya aktivitas pembelahan sel pada jaringan meristem primer. Jaringan meristem primer ini berada pada daerah titik tumbuh primer yaitu ujung akar dan ujung batang. Pada jaringan meristem terdapat titik atau bagian yang aktif membelah.

Pada ujung akar dan ujung batang tumbuhan berbiji yang sedang aktif tumbuh, terdapat tiga daerah pertumbuhan dan perkembangan. Ketiga daerah tersebut adalah daerah pembelahan, daerah pemanjangan, dan daerah diferensiasi.

1) Daerah Pembelahan

Daerah pembelahan merupakan daerah yang paling ujung. Pada daerah ini terutama terjadi pembentukan sel-sel baru melalui pembelahan sel. Sel-sel di daerah pembelahan memiliki inti sel yang relatif besar, berdinding tipis, dan aktif membelah diri. Daerah pembelahan disebut pula daerah meristematik

2) Daerah Pemanjangan

Daerah pemanjangan merupakan hasil pembelahan sel-sel meristem di daerah pembelahan. Sel-sel hasil pembelahan tersebut akan bertambah besar ukurannya, sehingga membentuk daerah pemanjangan. Sel-sel di daerah ini berukuran jauh lebih besar dibandingkan sel-sel meristem.

3) Daerah Diferensiasi

Daerah diferensiasi terletak di belakang daerah pemanjangan. Sel-sel di daerah ini telah berubah bentuk sesuai fungsinya. Sebagian sel mengalami diferensiasi menjadi epidermis, korteks, empulur, xilem, dan floem. Sebagian sel lagi mengalami diferensiasi menjadi jaringan parenkim (jaringan dasar), jaringan penunjang seperti kolenkim dan sklerenkim, dan sebagainya. Dengan terjadinya diferensiasi sel, maka terbentuklah berbagai jaringan tumbuhan yang menyusun organ tumbuhan.

b. Pertumbuhan Sekunder

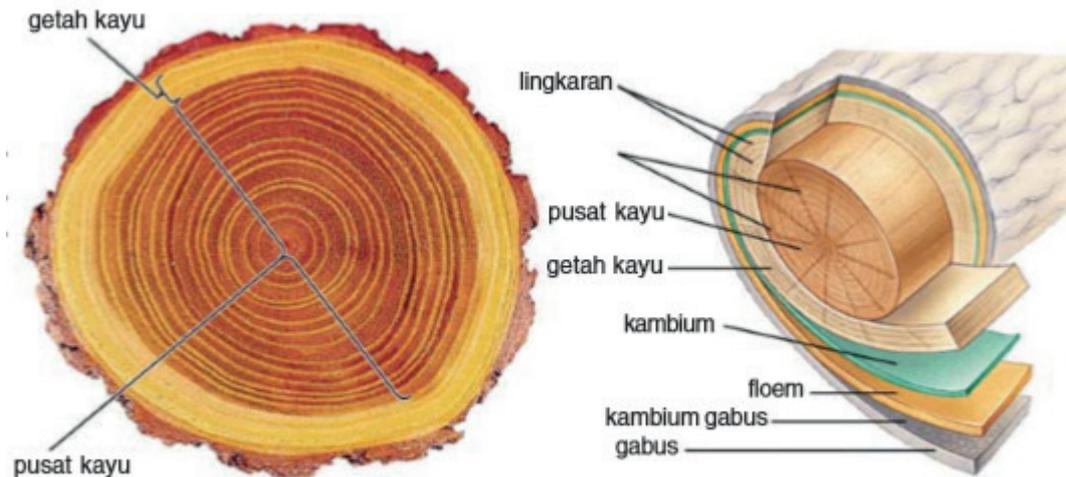
Pertumbuhan sekunder merupakan pertumbuhan yang disebabkan oleh kegiatan jaringan kambium. Jaringan kambium bersifat meristematik, yaitu sel-selnya aktif membelah diri. Kambium hanya terdapat pada tumbuhan dikotil dan Gymnospermae. Pertumbuhan sekunder menyebabkan diameter batang bertambah besar. Jadi, tumbuhan yang memiliki kambium mengalami pertumbuhan sekunder.

Xilem dan floem yang terbentuk dari aktivitas kambium disebut xilem sekunder dan floem sekunder. Pertambahan jumlah sel floem dan xilem sekunder menyebabkan diameter batang bertambah besar.

Aktivitas kambium yang membentuk xilem dan floem sekunder ini merupakan pertumbuhan sekunder. Aktivitas pembentukan floem dan xilem sekunder pada batang dipengaruhi oleh musim. Pada musim kemarau, lapisan yang terbentuk lebih tipis daripada pada saat musim penghujan. Perbedaan pertumbuhan ini membuat formasi lingkaran yang disebut lingkaran tahun.

Kambium gabus atau felogen juga melakukan aktivitasnya. Felogen ini akan membentuk lapisan gabus. Ke arah dalam, felogen membentuk feloderm yang

merupakan sel-sel hidup dan ke arah luar membentuk felem (jaringan gabus) yang merupakan sel-sel mati. Lapisan gabus perlu dibentuk karena fungsi epidermis sebagai pelindung tidak memadai lagi. Hal ini diakibatkan oleh pertumbuhan sekunder yang dilakukan kambium mendesak pertumbuhan ke arah luar. Hal tersebut mengakibatkan rusaknya epidermis sehingga kulit batang menjadi pecah-pecah. Adanya lapisan gabus mengakibatkan batang menjadi lebih terlindungi dari perubahan cuaca. Zat suberin pada sel-sel gabus dapat mencegah penguapan air dari batang. Agar pertukaran gas tetap berjalan lancar, di beberapa bagian dari permukaan batang terdapat lentisel.



Gambar 52. pertumbuhan sekunder

<https://hisham.id/2015/11/pengertian-pertumbuhan-dan-perkembangan.html>

Kegiatan 16. Lingkaran Tahun

Guru bisa mengajak siswa berkeliling di sekitar sekolah untuk melihat garis pada batang pohon yang ada.



Apa itu getah?

Getah kayu merupakan segala sesuatu yang bersifat cair sampai kental yang keluar dari bagian tumbuhan. Cairan tersebut merupakan cairan nutrisi dari pembuluh tapis atau cairan metabolik sekunder dari pembuluh lateks atau resin. Cairan ini berfungsi sebagai alat pertahanan diri atau penanganan luka.

Pada tanaman karet, pohon sengaja dilukai/disadap/ditoreh untuk mengeluarkan cairan ini. Cairan yang keluar berupa lateks yang mengandung senyawa hidrokarbon. Karet dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama ban dan alat-alat yang memerlukan kelenturan.

Sedangkan pada tanaman gaharu, cairan yang dimanfaatkan adalah berupa resin. Gaharu merupakan kayu yang mengandung resin yang dihasilkan oleh beberapa spesies pohon. Resin tersebut dimanfaatkan sebagai wewangian (parfum dan sejenisnya) karena dapat menghasilkan aroma yang harum. Secara alami, gaharu terbentuk karena adanya luka pada pohon tertentu dan luka tersebut dimasuki oleh mikroba. Mikroba tersebut dilawan oleh zat fitoaleksin yang dihasilkan sel tanaman. Senyawa fitoaleksin tersebut menumpuk pada jaringan xilem dan floem untuk mencegah perluasan dari luka. Senyawa fitoaleksin tersebutlah yang berupa resin berwarna coklat dan beraroma harum.

2. Perkembangan

Perkembangan makhluk hidup lebih tepat diartikan sebagai suatu perubahan kualitatif yang melibatkan perubahan struktur serta fungsi yang lebih kompleks. Suatu hal yang perlu dipahami dalam perkembangan adalah adanya diferensiasi sel. Diferensiasi dapat diartikan sebagai perubahan sel menjadi bentuk lainnya yang berbeda baik secara fungsi, ukuran, maupun bentuk.

3. Perkecambahan

Pada tumbuhan, pertumbuhan dimulai dari proses perkecambahan biji. Perkecambahan merupakan proses pertumbuhan dan perkembangan embrio. Perkecambahan dapat terjadi apabila kandungan air dalam biji semakin tinggi karena masuknya air ke dalam biji melalui proses imbibisi. Apabila proses imbibisi sudah optimal, dimulailah perkecambahan. Hasil perkecambahan ini adalah munculnya tumbuhan kecil dari dalam biji. Struktur yang muncul pertama kali biasanya adalah radikula yang menyobek selaput biji kemudian tumbuh dan berkembang menjadi akar. Radikula adalah bagian dari hipokotil, sedangkan pada bagian ujung sebelah atas terdapat epikotil (calon batang).

a. Macam-macam perkecambahan

1) Epigeal

Perkecambahan epigeal adalah perkecambahan dengan kotiledon (keping biji) terangkat ke permukaan tanah. Hal ini disebabkan karena hipokotil tumbuh memanjang sehingga plumulae dan kotiledon terdesak ke permukaan tanah. Contohnya perkecambahan biji kacang hijau.

2) Hypogeal

Perkecambahan hipogeal adalah perkecambahan dengan kotiledon (keping biji) tetap berada di dalam tanah. Contohnya perkecambahan biji jagung.

B. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam (intern) dan faktor luar (ekstern). Faktor dalam adalah semua faktor yang terdapat dalam tubuh tumbuhan antara lain faktor genetik yang terdapat di dalam gen dan hormon. Faktor luar adalah faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Berikut faktor dalam dan faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan:

1. Faktor dalam

a. Gen

Gen adalah faktor pembawa sifat menurun yang terdapat dalam sel makhluk hidup. Gen bekerja untuk mengkodekan aktivitas dan sifat yang khusus dalam pertumbuhan dan perkembangan. Tumbuhan yang mengandung gen baik dan didukung lingkungan yang sesuai akan memperlihatkan pertumbuhan yang baik pula.

b. Hormon

Hormon merupakan senyawa kimia yang diproduksi dalam konsentrasi yang kecil oleh tubuh yang akan memengaruhi sel atau organ target. Hormon yang dihasilkan oleh tumbuhan disebut *fitohormon*. *Fitohormon* yang dihasilkan oleh tumbuhan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan berupa pembelahan sel, pertumbuhan akar, pertumbuhan batang, pertumbuhan bunga, pertumbuhan kuncup, dan lain sebagainya.

Pada bahasan ini, kita akan mengenal beberapa macam *fitohormon* yang membantu dalam proses pertumbuhan dan perkembangan.

1) Auksin

Auksin adalah suatu hormon yang ditemukan oleh F.W. Went pada 1928. Hormon ini dihasilkan dalam jumlah yang relatif kecil oleh suatu bagian tumbuhan yang didistribusikan ke seluruh tubuh tumbuhan. Bagian tumbuhan yang dapat membentuk auksin merupakan jaringan meristematik seperti ujung koleoptil, daun muda atau kuncup, dan daun lembaga. Serbuk sari yang sedang berkecambah menjadi buluh serbuk juga menghasilkan auksin.

Auksin sangat mudah terurai oleh cahaya sehingga menimbulkan gerakan fototropisme (gerakan yang disebabkan oleh rangsang cahaya). Auksin yang tidak terurai oleh cahaya dapat menimbulkan pertumbuhan yang cepat di tempat gelap atau disebut **etiolasi**.

Peran auksin pada pertumbuhan adalah:

- Berpengaruh terhadap pemanjangan, pembelahan dan diferensiasi sel.
- Merangsang aktivitas kambium dan pembentukan pembuluh floem serta xylem.
- Memelihara dinding sel agar tetap bersifat elastis dan merangsang pembentukan dinding sel, tetapi tidak merangsang dinding sel sekunder.
- Menghambat rontoknya buah yang masih muda dan juga menghambat gugurnya daun.
- Merangsang pembentukan bunga.

2) Giberelin

Giberelin merupakan hormon yang disintesis di hampir semua bagian tanaman, seperti biji, daun muda, dan akar. Bentuk-bentuk giberelin diantaranya adalah GA3, GA1, GA4, GA5, GA19, GA20, GA37, dan GA38.

Giberelin memiliki beberapa peranan, antara lain:

- Memacu perpanjangan secara abnormal batang utuh.
- Membantu proses perkecambahan dengan merangsang butir aleuron untuk mensintesis enzim α -amilase dan protease sehingga dapat menghambat dormansi biji perkembangan bunga dan buah.
- Menghilangkan sifat kerdil secara genetik pada tumbuhan.
- Merangsang pembelahan dan pemanjangan sel.

3) Sitokinin

Sitokinin merupakan hormon tumbuh yang terdapat pada tubuh tumbuhan. Sitokinin mempunyai beberapa fungsi, antara lain:

- Memacu pembelahan sel dalam jaringan meristematik.
- Merangsang diferensiasi sel-sel yang dihasilkan dalam meristem.
- Mendorong pertumbuhan tunas samping dan perluasan daun.
- Menunda penuaan daun.
- Merangsang pembentukan pucuk dan mampu memecah masa istirahat biji (*breaking dormancy*)

4) Etilen

Etilen merupakan hormon yang berupa gas. Etilen disintesis oleh tumbuhan dan menyebabkan proses pemasakan yang lebih cepat. Selain etilen yang dihasilkan oleh tumbuhan, terdapat etilen sintetik, yaitu etepon (asam 2-kloroetifosfonat). Etilen sintetik ini sering di gunakan para pedagang untuk mempercepat pemasakan buah.

Etilen berfungsi sebagai berikut:

- Meningkatkan proses pematangan buah
- Menghambat pertumbuhan akar
- Menghambat pembentukan bunga

- Merangsang terjadinya epinasti (daun tumbuh menggulung atau menekuk)

5) Asam Absisat

Asam absisat (ABA) merupakan penghambat (inhibitor) dalam kegiatan tumbuhan. Hormon ini dibentuk pada daun dewasa. Asam absisat mempunyai peran fisiologis diantaranya adalah:

- Mempercepat absisi bagian tumbuhan yang menua, seperti daun, buah dan dormansi tunas.
- Menginduksi pengangkutan fotosintesis ke biji yang sedang berkembang dan mendorong sintesis protein simpanan.
- Mengatur penutupan dan pembukaan stomata terutama pada saat cekaman air.

6) Asam Traumalin

Fitohormon ini dihasilkan oleh kambium pada kambium pada batang dikotil. Asam traumalin merangsang sel-sel di daerah yang terluka menjadi bersifat meristem lagi sehingga mampu mengadakan pembelahan sel untuk menutup bagian yang luka. Jaringan penutup luka disebut kalus.

7) Kalin

Fitohormon ini banyak dihasilkan pada jaringan-jaringan meristem pada seluruh tubuh tumbuhan, dimana fungsinya untuk memacu pertumbuhan organ tumbuhan. Macam hormone kalin adalah sebagai berikut;

- Filokalin yang berfungsi untuk memacu pertumbuhan daun.
- Kaulokalin yang berfungsi untuk memacu pertumbuhan batang.
- Rhizokalin yang berfungsi untuk memacu pertumbuhan akar.
- Anthokalin yang berfungsi untuk memacu pertumbuhan bunga.

2. Faktor luar

Faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan adalah sebagai berikut:

a. Nutrisi

Semua makhluk hidup membutuhkan makanan (nutrisi) untuk sumber energi. Unsur yang diperlukan tumbuhan dalam jumlah besar yang disebut elemen makro atau unsur makro. Elemen makro terdiri atas karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, sulfur, fosfor, kalium, dan magnesium. Selain itu, ada elemen yang disebut elemen mikro atau unsur mikro seperti besi, klor, tembaga, seng, molibdenum, boron, dan nikel. Elemen mikro adalah unsur yang diperlukan tumbuhan dalam jumlah sedikit.

Keadaan fisiologis berupa kekurangan elemen makro atau mikro disebut defisiensi. Defisiensi yang terjadi pada tumbuhan akan berpengaruh terhadap proses pertumbuhan. Contohnya, daun tumbuhan akan menguning jika kekurangan besi (Fe), karena Fe berfungsi dalam pembentukan klorofil. Selain itu, besi merupakan salah satu unsur yang diperlukan pada pembentukan enzim-enzim pernapasan yang mengoksidasi karbohidrat menjadi karbondioksida dan air. Contoh lainnya, jika tumbuhan kekurangan unsur fosfor, tepi daunnya akan menggulung.

Untuk mengetahui lebih jelas mengenai unsur-unsur yang diperlukan tumbuhan, perhatikanlah tabel di berikut ini:

Tabel 21. Berbagai jenis nutrisi.

Nutrien	Bentuk yang Tersedia	Fungsi Utama	Gejala Kekurangan
Makronutrien			
Karbon (C)	CO ₂ (udara)	Penyusun bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, enzim dan turunannya)	Pertumbuhan dan metabolisme terhambat, akhirnya mati
Hidrogen (H)	H ₂ O (air)	Penyusun bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, enzim dan turunannya)	Pertumbuhan dan metabolisme terhambat, akhirnya mati
Oksigen (O)	O ₂ (udara), H ₂ O (air)	Penyusun bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, enzim dan turunannya)	Pertumbuhan dan metabolisme terhambat, akhirnya mati
Fosfor (P)	H ₂ PO ₄ , HPO ₄ ⁻	Penyusun asam nukleat, fosfolipid membran sel, ATP, NADP, koenzim	Pertumbuhan terhambat, daun berwarna hijau tua, daun bercak kemerahan, ada bagian yang mati
Kalium (K)	K ⁺	Kofaktor atau aktivator enzim dalam sintesis protein dan metabolisme karbohidrat, untuk meniadakan keseimbangan ion	Perubahan karbohidrat terhambat, daun bercak-bercak kuning
Nitrogen (N)	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁻ dari tanah		
Sulfur (S)	SO ₄ ²⁻	Penyusun asam amino, protein, asam nukleat, klorofil, hormon, dan enzim	Pertumbuhan terhambat, daun pucat dan kuning
Kalsium (Ca)	Ca ²⁺	Penyusun asam amino sistein dan metionin, koenzim-A dan beberapa vitamin: tiamin dan biotin	Daun mengalami klorosis (menguning)
Besi (Fe)	Fe ³⁺ , Fe ²⁺	Menjaga permeabilitas membran, membentuk kofaktor enzim dalam metabolisme karbohidrat	Pertumbuhan terhambat, gangguan aktivitas meristem ujung akhirnya mati, klorosis
Magnesium	Mg ²⁺	Berperan dalam pembentukan klorofil, merupakan komponen penting enzim sitokrom, peroksidase, dan katalase	Klorosis, daun menjadi kuning pucat, dan mati
Mikronutrien			
Boron (B)	H ₃ BO ₃	Penyusun klorofil dan kofaktor enzim dalam metabolisme karbohidrat	Klorosis dari batang bawah ke ujung daun, pucat dan mati
Mangan (Mn)	Mn ²⁺	Berperan dalam translokasi glukosa	Ujung batang mengering dan rusak
Molibdenum (Mo)	MoO ₄	Komponen enzim yang mereduksi nitrat menjadi nitrit. Penting untuk fiksasi N pada bakteri	Pertumbuhan terhambat
Seng (Zn)	Zn ²⁺	Dibutuhkan dalam sintesis triptofan (prekursor auksin), aktivator beberapa enzim dehidrogenase dan berperan dalam sintesis protein	Ukuran daun dan panjang ruas-ruas menjadi berkurang
Tembaga (Cu)	CU ⁺ , CU ²⁺	Berperan dalam transfer elektron di dalam kloroplas, komponen enzim yang berperan dalam reaksi redoks	Daun muda berwarna hijau tua, daun berguguran
Klor (Cl)	Cr	Aktivator fotosintesis dan kesetimbangan ionik	Daun layu, klorosis, akar pendek dan menebal

Jika lingkungan tidak bisa menyediakan nutrisi yang diperlukan tumbuhan maka diperlukan pemupukan, pupuk dibagi menjadi dua jenis yakni organik dan kimia. Pupuk kimia merupakan pupuk yang dibuat melalui proses pengolahan oleh manusia dari bahan-bahan mineral. Pupuk kimia biasanya lebih “murni” daripada pupuk organik, dengan kandungan bahan yang terukur. Sedangkan pupuk organik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik, baik tumbuhan maupun hewan.

Kelebihan pupuk organik bahan baku mudah didapatkan, ramah lingkungan, dan mudah dikembangkan. Namun kelemahan pupuk organik saat penggunaan lebih boros daripada pupuk buatan dan kandungan di dalamnya tidak ada standar (kandungan tidak dapat diukur). Pupuk berfungsi untuk meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan kandungan hara tanah,

menyediakan hara mikro, memperbaiki struktur mikro, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan kandungan mikroorganisme yang berperan pada siklus hara dalam tanah. Pupuk organik terdiri dari pupuk kompos dan pupuk kandang.

1. Pupuk kandang merupakan pupuk yang bahan bakunya berasal dari kotoran ternak yang dikandangkan. Fungsi pengandangan sendiri untuk mempermudah pengumpulan kotoran hewan agar mudah dipanen dan kemudian diolah menjadi pupuk. Umumnya hewan yang kotorannya digunakan antara lain ayam, kerbau, sapi, dan kambing.
2. Pupuk kompos terdiri dari berbagai macam hasil proses antara lain, pegomposan bahan hijauan saja, pegomposan dengan dicampur kotoran hewan sebagai activator, dan pegomposan dengan penambahan bahan activator sediaan mikroba. Penambahan mikroba pada proses untuk mempercepat proses pegomposan.

Kegiatan 17. Cara membuat mol:

MOL BUAH:

Bahan:

- 1 kg limbah buah-buahan (nanas, pisang, pepaya, mangga, tomat)
- 1 liter air kelapa
- 1 ons gula merah atau tetes tebu

Cara membuat:

- Potong kecil buah-buahan yang tersedia
- Masukkan gula merah yang telah dihaluskan
- Campurkan air kelapa
- Tutup rapat dalam jerigen atau botol
- Biarkan selama 15 hari

MOL BONGGOL PISANG

Bahan:

- 1 kg bonggol pisang
- 2 ons gula merah atau tetes tebu
- 2 liter air kelapa

Cara Membuat:

- Bonggol pisang ditumbuk hingga halus, masukkan dalam ember
- Campurkan tetes tebu atau gula merah yang sudah dihaluskan
- Tambahkan air kelapa dan aduk hingga rata
- Tutup rapat ember, diamkan selama 14 hari

Cara Penggunaan MOL :

- Untuk pemupukan, campurkan 10 ml MOL dengan 1 liter air, semprotkan ke tanaman
- Untuk stater, campurkan MOL dan air (1:5) dan tambahkan air gula 1 ons

Kegiatan 18. Cara membuat Pupuk Dari Kotoran Kerbau/Ternak

1. Campurkan hijauan, serbuk gergaji, dan kotoran dengan perbandingan 1:2:3
 - 1 bagian hijauan/daun-daunan
 - 2 bagian serbuk gergaji
 - 3 bagian kotoran

2. *Buat lapisan campuran dengan ketinggian 20cm, kemudian siram MOL yang telah dilarutkan. Campuran MOL (mikroorganisme lokal) dengan air menggunakan perbandingan 10 L air : 250 mL MOL, tambahkan Dolomith (kapur)*
3. *Tutup campuran dengan serbuk gergaji 20cm*
4. *Siram kembali dengan MOL*
5. *Tutup dengan daun*
6. *Ulang proses untuk membuat berlapis-lapis sesuai keinginan*
7. *Kemudian tutup dengan terpal atau plastik.*
8. *Campuran harus dibalik dan disiram lagi dengan mol pada hari ke 5, 10, 15, pada hari ke 20 pupuk bias digunakan*
Hari ke-5 dibalik dan disiram mol
Hari ke-10 dibalik dan disiram mol
Hari ke-15 dibalik dan disiram mol
Hari-20 bisa dibalik atau digunakan
9. *Yang perlu diperhatikan kondisi campuran harus selalu ditutup, tidak terkena cahaya matahari dan air hujan.*

b. Air

Air merupakan senyawa yang sangat penting bagi tumbuhan. Air berfungsi membantu reaksi kimia dalam sel. Selain itu, air menunjang proses fotosintesis dan menjaga kelembapan. Kandungan air yang terdapat dalam tanah berfungsi sebagai pelarut unsur hara sehingga unsur hara tersebut mudah diserap oleh tumbuhan. Selain itu, air memelihara temperatur tanah yang berperan dalam proses pertumbuhan. Pertumbuhan akan berlangsung lebih aktif pada malam hari daripada siang hari karena pada malam hari kandungan air dalam tubuh tumbuhan lebih tinggi daripada siang hari.

Air berperan penting dalam pertumbuhan tumbuhan. Namun, jika jumlah yang diberikan tidak sesuai, maka tumbuhan tersebut malah mengalami kerusakan jaringan tubuh bahkan mati. Sebagai contoh, pada tanaman cabai, jika kekurangan air maka pertumbuhan cabang dan daun terganggu, daun berukuran kecil, dan kerontokan pada bunga, bakal buah, dan buah. Jika tanaman cabai kelebihan air maka akar tanaman akan membusuk, bunga dan buah akan rontok, dan akan meningkatkan perkembangan pathogen seperti jamur dan bakteri (Syukur dkk, 2016).

c. Suhu

Suhu merupakan faktor lingkungan yang penting bagi tumbuhan karena berhubungan dengan kemampuan melakukan fotosintesis, translokasi, respirasi, dan transpirasi. Tumbuhan memiliki suhu optimum untuk dapat tumbuh dan berkembang. Suhu optimum merupakan suhu yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman secara ideal. Sebagian besar tumbuhan memerlukan temperatur sekitar 10–38°C untuk pertumbuhannya.

d. Cahaya

Kualitas, intensitas, dan lamanya radiasi yang mengenai tumbuhan mempunyai pengaruh yang besar terhadap berbagai proses fisiologi tumbuhan. Cahaya mempengaruhi pembentukan klorofil, fotosintesis, fototropisme, dan fotoperiodisme. Efek cahaya meningkatkan kerja enzim untuk memproduksi zat metabolik untuk pembentukan klorofil. Sedangkan, pada proses fotosintesis, intensitas cahaya mempengaruhi laju fotosintesis saat berlangsung reaksi terang. Jadi cahaya secara tidak langsung mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena hasil fotosintesis berupa karbohidrat digunakan untuk pembentukan organ-organ tumbuhan.

Perkembangan struktur tumbuhan juga dipengaruhi oleh cahaya (fotomorfogenesis). Efek fotomorfogenesis ini dapat dengan mudah diketahui dengan cara membandingkan kecambah yang tumbuh di tempat terang dengan kecambah dari tempat gelap. Kecambah yang tumbuh di tempat gelap akan mengalami etiolasi atau kecambah tampak pucat dan lemah karena produksi klorofil terhambat oleh kurangnya cahaya. Sedangkan, pada kecambah yang tumbuh di tempat terang, daun lebih berwarna hijau, tetapi batang menjadi lebih pendek karena aktifitas hormon pertumbuhan auksin terhambat oleh adanya cahaya.

Intensitas penyinaran sehari-hari berbeda pada daerah beriklim tropis dengan daerah 4 musim. Perbedaan intensitas tersebut mempengaruhi proses pembungaan. Lama siang hari di daerah tropis kira-kira 12 jam. Sedangkan, di daerah yang memiliki empat musim dapat mencapai 16 - 20 jam. Respon tumbuhan yang diatur oleh panjangnya hari ini disebut fotoperiodisme. Fotoperiodisme dipengaruhi oleh fitokrom (pigmen penyerap cahaya). Fotoperiodisme menjelaskan mengapa pada spesies tertentu biasanya berbunga serempak.

Berdasarkan panjang hari, tumbuhan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu:

- Tumbuhan hari pendek, tumbuhan yang berbunga jika terkena penyinaran kurang dari 12 jam sehari. Tumbuhan hari pendek contohnya krisan, jagung, kedelai, anggrek, dan bunga matahari.
- Tumbuhan hari panjang, tumbuhan yang berbunga jika terkena penyinaran lebih dari 12 jam (14 - 16 jam) sehari. Tumbuhan hari panjang, contohnya kembang sepatu, bit gula, selada, dan tembakau.
- Tumbuhan hari sedang, tumbuhan yang berbunga jika terkena penyinaran kira-kira 12 jam sehari. Tumbuhan hari sedang contohnya kacang dan tebu.
- Tumbuhan hari netral, tumbuhan yang tidak responsif terhadap panjang hari untuk pembungaannya. Tumbuhan hari netral contohnya mentimun, padi, wortel liar, dan kapas.

e. Oksigen

Oksigen mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan. Dalam respirasi pada tumbuhan, terjadi penggunaan oksigen untuk menghasilkan energi. Energi ini digunakan, antara lain untuk pemecahan kulit biji dalam perkecambahan, dan aktivitas pertumbuhan.

f. Kelembapan

Laju transpirasi dipengaruhi oleh kelembapan udara. Jika kelembapan udara rendah, transpirasi akan meningkat. Hal ini memacu akar untuk menyerap lebih banyak air dan mineral dari dalam tanah. Meningkatnya penyerapan nutrisi oleh akar akan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Selain kelembapan udara, kelembapan tanah juga berperan terhadap pertumbuhan tanaman. Kelembapan tanah yang bagus dapat meningkatkan serapan nutrisi. Kondisi lembap menyebabkan banyak air yang diserap tumbuhan dan lebih sedikit yang diuapkan sehingga mendukung aktivitas pemanjangan sel-sel.

g. pH

Derajat keasaman tanah (pH tanah) sangat berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara yang diperlukan oleh tumbuhan. Pada kondisi pH tanah netral unsur-unsur yang diperlukan, seperti Ca, Mg, P, K cukup tersedia. Adapun pada pH asam, unsur yang tersedia adalah Al, Mo, Zn, yang dapat meracuni tubuh tumbuhan. Derajat keasaman (pH) tanah di Indonesia umumnya bersifat netral. Namun karena sering ditanami dan tergujur hujan maka tanah tersebut dapat berubah menjadi asam. Tanah asam kurang baik untuk lahan pertanian karena tanaman tidak dapat menyerap unsur fosfor dan boron. Dalam kondisi tersebut, tanaman dapat keracunan unsur Fe, Cu, dan Al yang menyebabkan tanaman tumbuh kerdil.

Tanah perlu dibuat menjadi netral dengan cara pengapuran atau memberikan kapur ke tanah. Pengapuran dilakukan karena banyak jenis tanaman seperti cabai, tomat, dan kembang

kol hidup pada tanah yang mendekati netral (pH 7). Fungsi pengapuran selain untuk menaikkan pH tanah, juga menambah unsur Ca, Mg, P dan Mo. Pengapuran biasanya dilakukan sekira dua minggu sebelum tanam dengan jenis kapur kalsit atau dolomit (Prihantoro, 2007)

Kegiatan 19. Perkembangan dan Pertumbuhan Tumbuhan Alami dan Buatan

Alat dan bahan

- Biji kacang hijau (*Vigna radiata*)
- Batang singkong yang telah dipotong-potong dengan ujung runcing
- Dua buah pot atau polybag atau wadah tanam
- Media tanam berupa tanah subur (berhumus)
- Alat ukur penggaris
- Lembar Pencatat

Cara Kerja

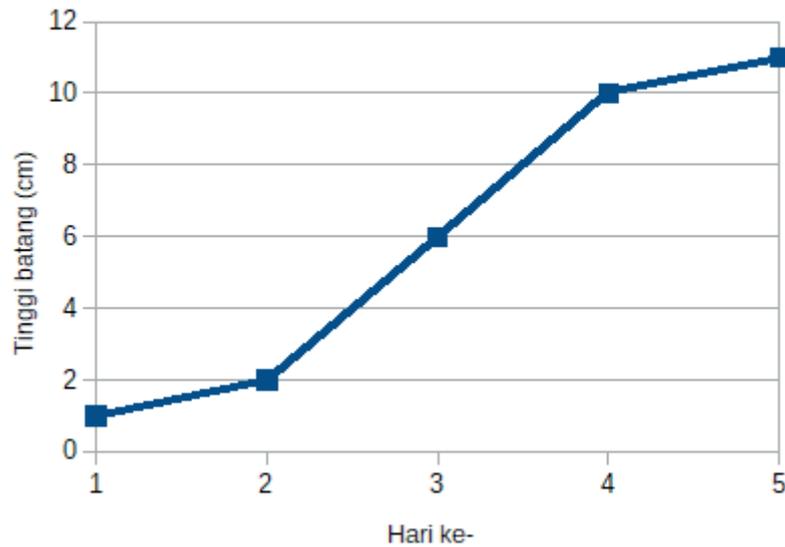
- Dua buah pot atau polybag diisi dengan tanah subur
- Pot pertama ditanami dengan biji kacang hijau dan pot satunya ditanami dengan batang singkong
- Kedua pot tersebut kemudian disiram dengan air
- Setiap hari dicatat tinggi batang, jumlah daun, pangkang daun, dan warna daun.

Tabel 23. Hasil pengamatan pertumbuhan kacang hijau/singkong

Hari ke-	Tinggi batang (cm)	Jumlah daun (lembar)	Rata-rata panjang daun (cm)	Warna daun	Keterangan
0	0				
1	1				
2	2				
3	6				
4	10				
5	11				

- *Data yang didapatkan kemudian dijadikan bentuk grafik untuk setiap variabel (tinggi batang, jumlah daun, rata-rata panjang daun, dan warna daun) untuk setiap harinya.*

Grafik Pertumbuhan Tinggi Batang Kacang Hijau



Gambar 53. Hasil pengamatan pertumbuhan kacang hijau/singkong

<https://www.faunadanflora.com/klasifikasi-ciri-ciri-kingdom-plantae-dan-sistem-organ-pada-tumbuhan/>

- Hasil yang didapat kemudian ditulis makalah atau laporan dan dipresentasikan di kelas

Catatan:

- Biji kacang hijau dan batang singkong dapat diganti dengan jenis tumbuhan lainnya yang dapat ditanam cara menggunakan biji atau dengan stek.
- Kegiatan ini bisa dilakukan oleh beberapa kelompok dengan berbagai jenis tumbuhan

SOAL DISKUSI

1. Apa perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan?
2. Apa perbedaan antara perkecambahan epigeal dan hipogeal?
3. Hormon yang berperan dalam penutupan luka pada tanaman yaitu
4. Hormon yang berperan dalam pemasakan buah yaitu
5. Hormon yang berperan dalam mekanisme pengguguran daun yaitu
6. Apabila menginginkan tanaman yang subur maka kita harus memberikan pupuk. Apa fungsi pupuk pada kasus tersebut?
7. Mengapa cahaya matahari dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman?
8. Mengapa saat kita menanam biji suatu tanaman, perkecambahan masing-masing biji berbeda?

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TANAMAN

Kajian Pustaka

1. Salah satu ciri dari organisme adalah tumbuh dan berkembang. Pertumbuhan adalah proses penambahan ukuran sel atau organisme. Pertumbuhan ini bersifat kuantitatif atau terukur.
2. Bila kita menanam biji tanaman, dapat diamati bahwa dari hari ke hari terjadi perubahan tinggi. Secara kualitatif, terlihat bentuk awal (biji) yang demikian sederhana menjadi bentuk tanaman yang lengkap. Tanaman dapat tumbuh dan berkembang karena dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu:
 - Faktor dalam (internal) antara lain seperti gen dan hormon.
 - Faktor luar (eksternal) seperti cahaya, suhu, kelembaban, air, makanan, nutrisi dan sebagainya.

Kegiatan 20. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman

A. Alat dan Bahan

1. Biji kacang hijau
2. Kapas
3. Gelas bekas air mineral
4. Air
5. Penggaris

B. Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan pada praktikum kali ini.
2. Letakkan kapas pada gelas bekas air mineral
3. Tambahkan air hingga kapas menjadi basah
4. Letakkan sejumlah biji kacang hijau di atas kapas basah
5. Amati perkecambahan masing-masing biji kacang hijau

C. Diskusi

1. Pada hari ke berapa biji kacang hijau mulai berkecambah?
2. Pada hari ke berapa biji kacang hijau yang berkecambah?
3. Apakah sampai akhir percobaan ada biji kacang hijau yang gagal berkecambah?
4. Apakah kecepatan perkecambahan masing-masing biji kacang hijau sama?
5. Apa faktor yang mempengaruhi hal tersebut (soal nomor 4)? Jelaskan pendapatmu!

Kegiatan 21. Nutrien dan Pertumbuhan Tanaman

A. Masalah

1. Apakah ada pengaruh pemberian pupuk kompos terhadap pertumbuhan tanaman?
2. Berapa konsentrasi pupuk kompos yang paling optimal untuk pertumbuhan tanaman?

B. Hipotesis

.....
.....
.....

C. Alat dan bahan

1. Bibit tanaman cabai (± 3 cm)
2. Pupuk kompos
3. Tanah
4. Polibek / pot
6. Mistar / Penggaris
7. Timbangan
8. Sekop kecil

D. Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan pada praktikum kali ini.
2. Labeli ketiga pot atau polibek dengan huruf A, B, C, D dan E.
3. Pada pot atau polibek A diisi dengan tanah 100 % (tanpa pupuk kompos).
4. Pada pot atau polibek B diisi dengan perbandingan tanah 70% : pupuk kompos 30%.
5. Pada pot atau polibek C diisi dengan perbandingan tanah 50% : pupuk kompos 50%.
6. Pada pot atau polibek D diisi dengan perbandingan tanah 30% : pupuk kompos 70%.
7. Pada pot atau polibek E diisi dengan perbandingan tanah 30% : pupuk kompos 70%.
8. Pada pot atau polibek E diisi dengan pupuk kompos 100%.
9. Ulangi setiap perlakuan sebanyak 3 kali pengulangan.
10. Amati perubahan pada tanaman cabai setiap hari setelah penanaman dan catat pertambahan tinggi tanaman cabai pada hari ke-14 setelah penanaman.

E. Tabel pengamatan :

No.	Pot	Tinggi tanaman ulangan ke- (cm)			Rata-rata tinggi tanaman (cm)	Keterangan
		1	2	3		
1.	A					
2.	B					
3.	C					
4.	D					
5.	E					

F. Diskusi

1. Variabel penelitian
 - a. Variabel bebas :
 - b. Variabel kontrol :
 - c. Variabel terikat :
2. Apakah ada perbedaan warna daun dari semua tanaman?
3. Pada konsentrasi berapakah pertumbuhan tanaman paling optimal?
4. Mengapa pertumbuhan tanaman optimal justru tidak pada perlakuan penambahan pupuk dengan konsentrasi paling besar?
5. Apa saran kalian agar hasil atau data penelitian lebih valid?
6. Diskusikan dengan teman kelompokmu dari hasil percobaan yang didapat, carilah pustaka

tentang topik yang terkait dan tuliskan pembahsan kalian.

Kegiatan 22. Cahaya dan Pertumbuhan Tanaman

A. Masalah

1. Apakah cahaya mempengaruhi pertumbuhan tanaman?
2. Bagaimana pertumbuhan tanaman apabila ditempatkan pada lingkungan gelap (tanpa cahaya)?

B. Hipotesis

.....
.....
.....

C. Alat dan bahan

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| 1. Biji kacang hijau : 6 | 4. Mistar / Penggaris |
| 2. Polibag : 2 | 5. Tanah |
| 3. Sungkup dari karton hitam | 6. Air |
- a. 1 tertutup rapat (tanpa lubang)
 - b. 1 dengan satu lubang di salah satu sisinya

D. Langkah Kerja

1. Membuat sungkup dari karton hitam sebanyak 2 buah dengan diameter 12 cm dan tinggi 30 cm, 1 tanpa lubang dan yang 1 diberi lubang pada salah satu sisinya.
2. Menyiapkan polibag diisi tanah secukupnya sebanyak 3 buah.
3. Menyiapkan 6 biji kacang hijau.
4. Menanam ke dalam polybag masing-masing sebanyak 3 biji kacang tanah.
5. Memberi 2 perlakuan yang berbeda pada ketiga polybag tadi sebagai berikut:
 - a. Pot 1 diletakkan pada tempat terkena sinar dan diberi penyungkup yang berlubang pada salah satu sisinya.
 - b. Pot 2 diberi penyungkup rapat (tanpa lubang).
1. Selama percobaan selalu menjaga kelembaban tanah agar tidak kering dengan menyiram menggunakan air.
2. Mengamati dan mencatat perubahan-perubahan yang terjadi, mencatat tentang perubahan tinggi, jumlah daun dan warna tanaman setiap 2 hari.
3. Menghentikan pengamatan setelah 2 minggu.

E. Tabel pengamatan :

a. Tabel pengamatan pertumbuhan kacang dengan sungkup tertutup rapat (perlakuan A)

Tanggal	Tanaman ke-	Panjang batang (cm)	Jumlah daun	Warna daun/ batang	Arah pertumbuhan	Keterangan
	A1					
	A2					
	A3					
Rata- rata						
	A1					
	A2					
	A3					
Rata- rata						
	A1					
	A2					
	A3					
Rata- rata						
	A1					
	A2					
	A3					
Rata- rata						

b. Tabel pengamatan pertumbuhan kacang dengan sungkup berlubang (perlakuan B)

Tanggal	Tanaman ke-	Panjang batang (cm)	Jumlah daun	Warna daun/ batang	Arah pertumbuhan	Keterangan
	B1					
	B2					
	B3					
Rata- rata						
	B1					
	B2					
	B3					
Rata- rata						
	B1					
	B2					
	B3					
Rata- rata						
	B1					
	B2					
	B3					
Rata- rata						

F. Diskusi

1. *Mengapa tanaman ditutup dengan sungkup kertas karton?*
2. *Apa fungsi lubang kecil pada sungkup kertas karton?*
3. *Apakah terdapat perbedaan warna daun dan batang pada kedua perlakuan tanaman?*
4. *Apakah terdapat perbedaan arah tumbuh tanaman pada masing-masing perlakuan?*

Diskusikan dengan teman kelompokmu dari hasil percobaan yang didapat, carilah pustaka tentang topik yang terkait dan tuliskan pembahsan kalian.

EVOLUSI

A. Fenomena Evolusi

Dari waktu ke waktu bumi mengalami perubahan. Seiring dengan perubahan tersebut, terjadi pula perubahan pada makhluk hidup. Perubahan makhluk hidup dari waktu ke waktu ini dipelajari dalam suatu teori yang disebut *teori evolusi*.

Telah banyak ahli yang mengemukakan teori evolusi, namun teori-teori dari para ahli tersebut masih banyak ditentang dan sampai saat belum ada satu pun teori yang mampu menjawab semua fakta dan fenomena tentang kemunculan kehidupan dan sejarah perkembangan makhluk hidup yang ada di bumi.

Evolusi biologi adalah perubahan makhluk hidup dalam waktu yang sangat lama dari organisme tingkat rendah menjadi organisme tingkat tinggi. Evolusi biologi ini juga merupakan proses pewarisan sifat yang berubah dari generasi ke generasi selanjutnya dalam kurun waktu jutaan tahun.

Evolusi berusaha memahami faktor yang mendorong terbentuknya berbagai macam makhluk hidup yang ada di bumi ini. Evolusi mempelajari bagaimana suatu spesies dapat muncul dari perkembangan spesies sebelumnya dalam kurun waktu jutaan tahun.

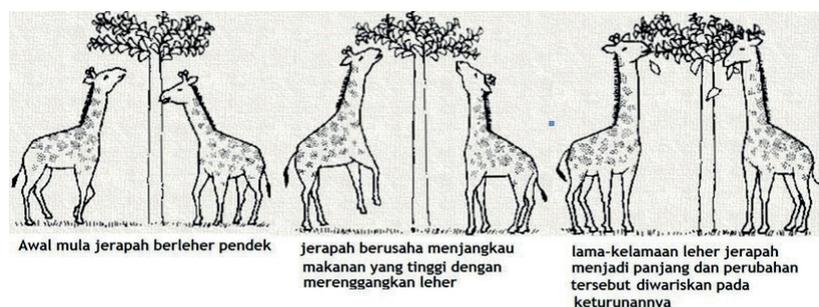
B. Teori Evolusi

1. Tokoh

1. Lamarck (1744-1829)

Memiliki nama asli Jean Baptiste de Lamarck. Lamarck merupakan orang pertama yang menyatakan bahwa makhluk hidup berevolusi. Dia mengemukakan teori evolusi pada tahun 1809. Teori yang dia ajukan adalah bahwa makhluk hidup berevolusi sebagai respon terhadap berbagai perubahan lingkungan (Firmansyah dkk, 2007).

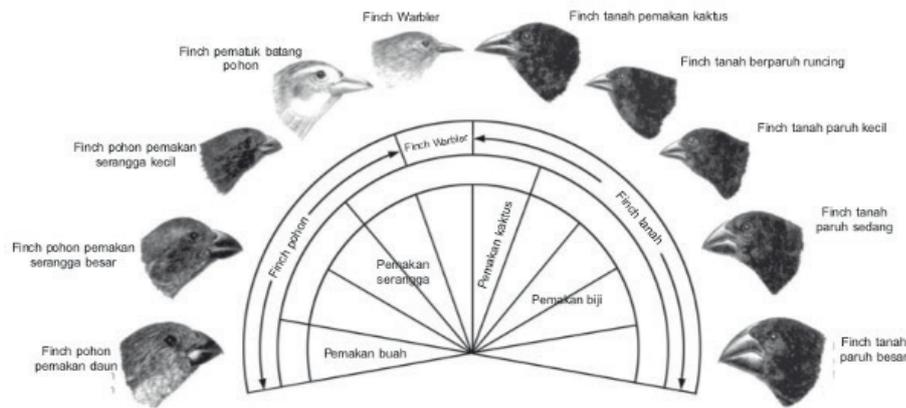
Menurut Lamarck, makhluk hidup mengembangkan ciri khusus melalui organ yang digunakan dan tidak digunakan. Sebagai contoh, jerapah terus menggunakan lehernya untuk menjangkau pucuk daun pohon yang tinggi. Sehingga, leher jerapah akan terus memanjang akibat penggunaan organ tersebut terus menerus. Lamarck percaya bahwa sifat yang demikian dapat terus menurun kepada keturunannya (Firmansyah dkk, 2007).



Gambar 54. Pertambahan panjang leher jerapah

2. Charles Darwin (1809-1882)

Charles Robert Darwin merupakan seorang naturalis yang berasal dari Inggris. Charles R. Darwin terkenal mengenai teori evolusinya didukung oleh bukunya yang berjudul *“On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Presevation of Favoured Races in the Struggle for Life”* atau biasa disingkat *“On the Origin of Species”* pada tahun 1858. Darwin menemukan teorinya setelah mengunjungi berbagai tempat menggunakan Kapal HMS Beagle. Salah satu tempat tersebut adalah Kepulauan Galapagos. Di sana Darwin menemukan bahwa berbagai jenis hewan seperti burung Finch memiliki spesies yang berbeda berdasarkan pulau yang berbeda.



Gambar 55. Perbedaan paruh pada burung Finch

<http://spsleao.blogspot.com/2012/>

3. August Weismann (1834-1914)

August Weismann merupakan seorang ahli biologi berkebangsaan Jerman mencoba menerapkan teori Darwin dalam peristiwa genetika. Weisman berpendapat bahwa sel sel tubuh tidak dapat dipengaruhi oleh lingkungan. Ia membuktikan pendapatnya dengan mengawinkan dua tikus yang dipotong ekornya. Hingga generasi ke 21 semua keturunan dilahirkan tikus dengan ekor panjang. Weisman menyimpulkan bahwa :

- Perubahan sel tubuh karena pengaruh lingkungan tidak akan diwariskan ke generasi berikutnya. Hal ini membuktikan bahwa teori evolusi Lamarck tidak benar.
- Evolusi adalah masalah pewarisan gen-gen melalui sel kelamin, atau evolusi adalah gejala seleksi alam terhadap faktor-faktor genetic.

2. Mekanisme evolusi

a. Mutasi

Peristiwa mutasi akan mengakibatkan terjadinya perubahan frekuensi gen, sehingga akan mempengaruhi fenotipe dan genotipe. Mutasi dapat bersifat menguntungkan dan merugikan. Sifat menguntungkan maupun merugikan tersebut terjadi jika: dapat menghasilkan sifat baru yang lebih menguntungkan, dapat menghasilkan spesies yang adaptif, memiliki peningkatan daya fertilitas dan viabilitas. Selain menguntungkan, ada kemungkinan mutasi bersifat merugikan yaitu menghasilkan sifat-sifat yang berkebalikan dengan sifat-sifat di atas.

b. Seleksi Alam dan Adaptasi

Proses adaptasi akan diikuti dengan proses seleksi. Individu yang memiliki adaptasi yang baik akan dapat mempertahankan hidupnya, memiliki resistensi yang tinggi dan dapat melanjutkan keturunannya. Sedangkan individu yang tidak dapat beradaptasi akan mati selanjutnya akan punah.

c. Aliran Gen

Dengan adanya aliran gen maka akan terjadi perpindahan alel di antara populasi-populasi melalui migrasi dan individu yang kawin.

d. Perkawinan yang Tidak Acak

Perkawinan tak acak dapat mengakibatkan alel yang membawa sifat lebih disukai akan

menjadi lebih sering dijumpai dalam populasi, sedangkan alel dengan sifat yang tidak disukai akan berkurang dan mungkin akan hilang dari populasi. Perkawinan yang terjadi antar keluarga dekat dapat mengakibatkan frekuensi gen abnormal atau gen resesif.

e. Genetik Drift

Genetik Drift merupakan perubahan secara acak pada frekuensi gen dari populasi kecil yang terisolasi. Keadaan ini dapat Anda jumpai pada populasi terisolir kaum Amish di Amerika, ternyata ada yang membawa alel yang menyebabkan sifat cebol satu dari setiap seribu kelahiran. Hasil perkawinan secara acak tidak akan mengubah populasi tertentu. Penghitungan populasi secara acak tersebut dapat ditentukan dengan hukum Hardy Weinberg. Hukum Hardy Weinberg menyatakan bahwa frekuensi gen dalam populasi dapat tetap distabilkan dan tetap berada dalam keseimbangan dari satu generasi. Syarat terjadinya prinsip ini adalah:

- 1) Perkawinan secara acak,
- 2) Tidak ada seleksi alam,
- 3) Jumlah populasi besar,
- 4) Tidak terjadinya mutasi maju atau surut,
- 5) Tidak ada migrasi.

3. Terbentuknya spesies baru

Isolasi merupakan kunci terjadinya spesies baru, karena isolasi mencegah terciptanya kembali keseragaman antar spesies melalui hibridisasi. Berikut merupakan bentuk isolasi :

1. Isolasi Geografi

Isolasi yang terjadi apabila suatu organisme dari suatu spesies berpindah ke lingkungan baru yang berbeda dari lingkungan asal dan dipisahkan oleh laut, gurun atau gunung. Di lingkungan ini organisme akan beradaptasi dan membentuk populasi. Bentuk adaptasi ini dapat membentuk suatu spesies baru.

Di Indonesia yang terjadi di Pulau Sumatra adalah dengan terjadinya variasi dalam satu spesies. Variasi tersebut terjadi pada hewan harimau. Di Indonesia dikenal dengan beberapa varietas spesies harimau yang tersebar di pulau-pulau tertentu. Misalkan *Phantera tigris sondaica* yang tersebar hanya di Pulau Jawa, dan *Phantera tigris sumatrae* yang tersebar di Pulau Sumatra termasuk wilayah hutan di Riau. Menurut para ilmuwan, berbagai jenis varietas harimau tersebut dipercaya terbentuk akibat dari isolasi geografi yang terjadi di Pulau Sumatra dan Pulau Jawa.

2. Isolasi Ekologi

Isolasi ini disebabkan karena dua spesies yang berkerabat dekat tinggal di daerah geografi yang sama, namun habitat yang berbeda. Contohnya adalah katak yang hidup di atas pohon dan katak yang hidup di lantai hutan di habitat yang sama. Kedua jenis katak tersebut berkerabat dekat namun tidak dapat kawin akibat dari isolasi ekologi yang telah berlangsung lama.

3. Isolasi Musim

Masa/musim kawin atau pematangan gamet dari makhluk hidup yang berbeda. Sehingga, walaupun berada di lokasi yang sama, hewan tertentu tidak akan saling kawin akibat perbedaan musim kawin.

4. Isolasi Tingkah Laku

Adanya perilaku berbeda atau suatu ritual sebelum terjadi perkawinan. Ritual dapat berupa jantan memberi sinyal tertentu kepada betina dan betina hanya mengenal signal dari spesies tersebut sehingga tidak akan terjadi perkawinan antarspesies.

Contohnya:

- Burung Kuau Raja (*Morus macroura*)

Di Indonesia, kuau raja dapat ditemukan di Sumatera dan Kalimantan. Secara global, persebarannya ada di Thailand, Myanmar, Malaysia, dan Brunei Darussalam. Habitat burung

ini adalah hutan primer di dataran rendah hingga ketinggian 1.500 meter di atas permukaan laut.

Dalam status konservasi yang dikeluarkan oleh IUCN Redlist, status kuau raja adalah *Near Threatened* (mendekati terancam punah). Burung kuau raja juga tercantum dalam Apendiks II CITES. Burung ini ditetapkan sebagai maskot (fauna identitas) provinsi Sumatera Barat lewat Kepmendagri Nomor 48 Tahun 1989, pun tertera sebagai burung yang dilindungi berdasarkan PP No. 7 Tahun 1999.

Perilaku kawin burung ini termasuk salah satu contoh isolasi tingkah laku kawin. Kuau jantan akan memamerkan tarian di depan kuau betina dengan mengembangkan bulu sayap dan ekor. Bulu ekor akan mengembang seperti kipas dengan dua bulu ekor terpanjang tegak menjulang di tengah-tengah 'kipas raksasa' tersebut. Perlahan-lahan 'kipas raksasa' tersebut ditarik ke depan sehingga tubuh, kepala dan kakinya tersembunyi di balik bulu. Kemudian kipas itu digetarkan sehingga menimbulkan suara gemerisik.

- Murai batu (*Copsychus malabaricus*)

Burung ini biasanya banyak ditemukan di kawasan hutan dengan pepohonan rimbun tapi tidak terlalu tinggi, dan berada dekat dengan sumber air seperti sungai atau danau yang digunakan oleh burung untuk mencari serangga, mandi, minum, dan mencari pasangannya pada saat musim kawin. Daerah penyebarannya meliputi dari Cina, Andaman, hingga Kepulauan Indo-Australia. Pada wilayah Indonesia, murai batu banyak terdapat di Pulau Sumatra, Kalimantan, dan sebagian kecil daerah di pulau Jawa. Berdasarkan Peraturan Presiden (PP) Nomor 07 Tahun 1999 tentang Satwa dilindungi, burung ini termasuk tidak dilindungi. Selain itu dalam konvensi Cites satwa tersebut juga tidak termasuk satwa yang dilindungi.

Dalam perilaku kawin Murai batu jantan akan menunjukkan perilaku yang lebih agresif dibandingkan dengan betina. Murai batu jantan akan menunjukkan perilaku yang atraktif dengan mengibas-kibaskan ekornya dan mengeluarkan suara yang merdu untuk menarik perhatian betina, sedangkan betina akan membungkuk dan melebarkan kedua sayapnya.

5. Isolasi Mekanik

Isolasi mekanik menghalangi perkawinan akibat struktur kelamin yang berbeda, sehingga sistem "lock and key" tidak berlaku. Contoh mudah isolasi ini dapat diamati pada tumbuhan, yakni ukuran bunga dan polinatornya.

6. Isolasi Gamet

Isolasi gamet menghalangi terjadinya pembuahan akibat struktur kimia dan molekul yang berbeda antara dua gamet. Sehingga, walaupun proses kawin terjadi, namun tidak terjadi pembuahan sel telur. Isolasi ini tampak pada spesies yang melakukan pembuahan di luar tubuh (fertilisasi eksternal) seperti ikan dan katak.

4. Petunjuk evolusi

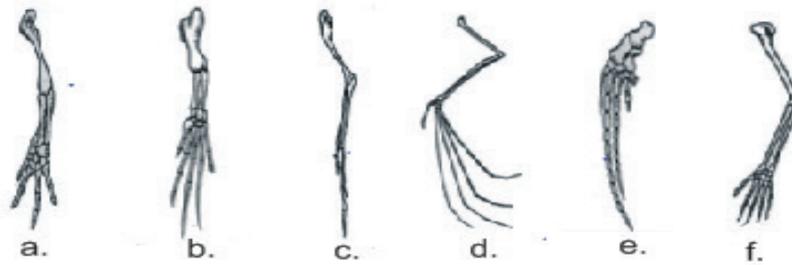
a. Fosil

Fosil merupakan sisa-sisa organisme yang telah membatu. Suatu kehidupan dapat menjadi fosil melalui proses pemfosilan. Proses ini merupakan proses dimana terekamnya data-data kehidupan suatu organisme atau perubahan-perubahan yang terjadi pada saat organisme tersebut mati dan terkubur, baik berupa sebagian atau seluruh kehidupan organisme tersebut. Proses pemfosilan ini terjadi karena bahan-bahan organik pada organisme digantikan oleh mineral-mineral dalam tanah terutama silika (SiO_2).

b. Perbandingan Anatomi

Apabila kita mengamati struktur organ tubuh dari berbagai jenis hewan, maka kamu dapat menemukan hal yang menarik, yaitu organ-organ tubuh yang mempunyai bentuk dan fungsi berbeda, tetapi mempunyai bentuk dasar sama. Peristiwa ini, dikenal dengan **Homologi**.

Contoh homologi adalah anggota tubuh depan dari manusia dipakai untuk memegang. Sedangkan, pada burung dan kelelawar anggota tubuh depan untuk terbang, kaki depan buaya dan salamander untuk berjalan, sirip dada ikan dan paus untuk berenang.



Gambar 56. Homologi a. Salamander, b. Buaya, c. Burung, d. Kelelawar, e. Paus, dan f. Manusia

<http://biologissma.blogspot.com/2015/01/sejarah-munculnya-teori-evolusi.html>

Organ-organ tersebut memiliki bentuk dasar yang sama, tetapi dengan adanya evolusi, organ-organ tersebut menjadi berbeda. Akibatnya, terjadi perubahan adaptasi yang berbeda sehingga fungsinya menjadi berbeda.

Adanya homologi organ ini menunjukkan perkembangan evolusi divergen. Evolusi divergen yaitu evolusi dari satu spesies yang menghasilkan beberapa spesies yang memiliki anatomi tubuh yang sama. Kita dapat membandingkan struktur anatomi tulang lengan (sayap) pada burung dan kambing. Secara kasat mata memang tidak ada persamaan. Namun, jika diteliti maka akan terdapat persamaan struktur tulang namun berbeda bentuk. Bahkan hewan tersebut homolog dengan tulang lengan manusia. Padahal fungsi ketiga lengan tersebut cukup berbeda. Lengan burung untuk terbang, lengan kambing untuk menopang tubuh, dan lengan manusia untuk memegang.

Selain mempunyai organ-organ tubuh Homolog, makhluk hidup juga memiliki organ yang bentuk dan asalnya berbeda namun memiliki fungsi yang sama. Hal ini disebut dengan **Analogi**. Contoh dari peristiwa analogi adalah sayap pada kupu-kupu dan sayap pada burung dan kelelawar. Sayap tersebut memiliki fungsi yang sama untuk terbang, namun memiliki bentuk dasar yang berbeda.



Gambar 57. analogi. a. Kupu-kupu, b. Burung, c. Kelelawar

<https://www.slideshare.net/NurCholifah1/petunjuk-evolusi-38769776>

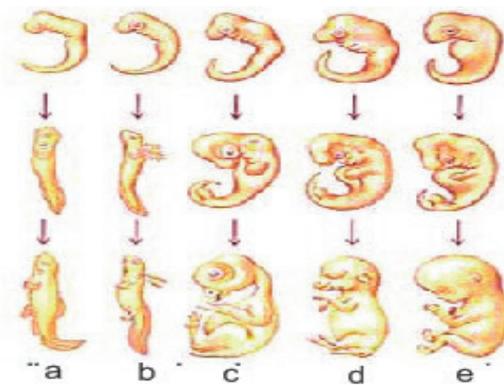
Adanya analogi menunjukkan adanya evolusi konvergen. Evolusi konvergen adalah evolusi dari beberapa spesies berbeda yang menempati lingkungan yang sama dan akhirnya memiliki organ tubuh yang fungsinya sama, meskipun secara anatomi berbeda.

c. Persamaan Embriologi

Petunjuk evolusi dapat juga ditemukan pada perkembangan beberapa organisme. Perkembangan sel telur yang sudah dibuahi hingga dilahirkan disebut embrio. Adapun ilmu tentang perkembangan organisme ini disebut Embriologi.

Semua anggota vertebrata dalam perkembangan embrionya menunjukkan adanya persamaan. Awal perkembangan ikan mirip dengan perkembangan embrio hewan lain dan manusia. Meskipun bentuk dewasa setiap organisme tersebut jauh berbeda, kesamaan mereka saat awal perkembangannya merupakan hal yang menguatkan adanya kesamaan nenek moyang hewan-hewan tersebut.

Kesamaan embrio ini sering digunakan sebagai petunjuk adanya evolusi. Jika dua spesies berasal dari nenek moyang yang sama, keduanya mungkin masih memiliki kesamaan dalam perkembangannya.



Gambar 58. perbandingan embrio

Ikan, b. Salamander, c. Ayam, d. Kelinci, e. Manusia

<https://www.slideshare.net/NurCholifah1/petunjuk-evolusi-38769776>

d. Bukti Biokimia

Perkembangan ilmu biokimia turut membantu dalam menentukan tingkat kekerabatan antar organisme. Untuk menentukan kekerabatan secara biokimia digunakan uji presipitin (endapan) yang pada dasarnya adalah reaksi antara antigen dan antibody. Semakin banyak presipitin yang terbentuk maka semakin jauh pula kekerabatannya.

Manusia	100%
Simpanse	97%
Gorela	92%
Gibbon	79%
Babon	75%
Monyet laba-laba*	58%
Lemur	37%
Landak kecil (insektivora)	17%
Babi	8%

Gambar 59. Reaksi antara antibodi antihuman dan serum yang berasal dari berbagai mamalia dengan serum manusia dinilai 100%

<https://www.edubio.info/2015/02/bukti-bukti-teori-evolusi.html>

PRO-KONTRA TEORI EVOLUSI

Gagasan tentang bagaimana asal-usul kehidupan dan sejarah perkembangan makhluk hidup yang dicetuskan oleh Darwin dalam bukunya *“The Origin Of Species by Means of Natural Selection”* telah mendapat tentangan dari berbagai pihak. Ada beberapa pihak yang menentang pendapat Darwin dengan mengemukakan pendapat bahwa makhluk hidup tercipta dengan bentuk yang sudah sedemikian rupa. Kelompok penentang Darwin ini juga menyebutkan bahwa makhluk hidup yang ada terlalu kompleks untuk terjadi secara kebetulan kecuali memang diciptakan dengan sedemikian rupa.

Teori dari kelompok disebut teori Kreasionisme. Teori ini dilahirkan dari kaum yang menganggap bahwa sejarah awal kali kemunculan makhluk hidup yaitu berasal dari kuasa Tuhan sebagai Dzat yang menciptakan kehidupan. Teori evolusi telah menyusun pohon kehidupan, dimana awal kali penciptaan manusia ataupun seluruh makhluk hidup yang ada sampai sekarang ini yaitu berasal dari makhluk bersel satu yang berevolusi selama jutaan tahun. Tentunya kaum evolusionis membatah mentah-mentah pandangan kaum agama yang menerangkan bahwa manusia diciptakan secara tiba-tiba oleh Tuhan. Teori Kreasionisme mendapat penolakan dari kaum evolusionis karena keberadaan Tuhan tidak dapat dibuktikan secara ilmiah. Kreasionis juga ditolak di beberapa negara, karena tidak mencerminkan perilaku ilmiah. Sampai sekarang ini, kebenaran tentang awal kali kemunculan kehidupan di dunia ini belum menemui titik akhir yang hingga sampai saat ini masih menjadi bahan penelitian oleh para ilmuwan.

SOAL DISKUSI

1. *Apa yang kamu ketahui tentang evolusi?*
2. *Salah satu penyebab adanya evolusi adalah seleksi alam. Apakah seleksi alam dapat terjadi dilingkungan sekitar mu? Berikan contohnya!*

BIOTEKNOLOGI

A. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam (SDA), baik yang ada di darat maupun yang ada di laut. Sumber daya alam yang sangat melimpah perlu didukung dengan sumber daya manusia (SDM) yang tinggi untuk mengelolanya. Dengan pengetahuan yang tinggi, manusia dapat mengelola sumber daya alam menjadi suatu produk yang bernilai tinggi dengan menerapkan bioteknologi.

B. Prinsip Dasar Bioteknologi

Bioteknologi adalah penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu. Bioteknologi memanfaatkan bakteri, ragi, kapang, alga, sel tumbuhan, atau jaringan hewan. Penerapan bioteknologi memadukan berbagai disiplin ilmu, seperti mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi molekuler, kimia, rekayasa proses, pengolahan makanan, kesehatan, perkebunan, bidang lingkungan, dan teknik kimia. Berdasarkan pengertian tersebut, maka terdapat 4 prinsip dasar bioteknologi, yaitu:

1. Menggunakan agen biologi
2. Menggunakan metode tertentu
3. Dihasilkan suatu produk turunan, dan
4. Melibatkan banyak disiplin ilmu.

C. Jenis Bioteknologi

Ada 2 jenis bioteknologi, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern:

1. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri yang mampu menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme sehingga diperoleh produk yang diinginkan.

Ciri-ciri:

- a. Menggunakan secara langsung hasil yang diproduksi mikroorganisme berupa senyawa kimia atau bahan pangan tertentu yang bermanfaat.
- b. Peralatan yang digunakan masih sederhana
- c. Pemanfaatan mikroorganisme terbatas.

Fermentasi merupakan salah satu contoh dari penerapan bioteknologi konvensional dan telah digunakan dalam menghasilkan produk, baik dalam skala kecil maupun industri besar (misalnya: tauco, kecap, minuman anggur, dan sake).

Tabel 24. Produk dan Mikroorganisme dalam Bioteknologi Konvensional

No.	Produk	Bahan Makanan	Mikroorganisme
1.	Tempe	Kedelai	<i>Rhizopus oligospora</i> <i>Rhizopus oryzae</i>
2.	Kecap	Kedelai	<i>Aspergillus wentii</i>
3.	Keju	Susu	<i>Penicillium roqueforti</i> <i>Penicillium camemberti</i> <i>Lactobacillus</i> sp.
4.	Yoghurt	Susu	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>
5.	Roti	Gandum	<i>Saccharomyces cereviceae</i>
6.	Tape	Beras ketan, singkong	<i>Saccharomyces cereviceae</i>
7.	Brem padat	Beras ketan	<i>Saccharomyces cereviceae</i>
8.	Oncom	Kacang tanah	<i>Neurospora crassa</i>
9.	<i>Nata de coco</i>	Air kelapa	<i>Acetobacter xylinum</i>
10.	Minuman anggur	Buah anggur	<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>

Kegiatan 23. Membuat Tape Singkong

A. Tujuan

Peserta didik mampu membuat tape singkong secara berkelompok.



Gambar 60. Tape

<https://steemit.com/food/@sedekah/tape-e90c487b77aac>

B. Alat dan Bahan

1. Kompor
2. Panci
3. Sendok
4. Tampah/ nampan
5. Bak/ ember
6. Daun pisang/ kain
7. 2 kg singkong
8. 3 buah ragi bulat
9. Air

C. Cara Kerja

1. Kupas singkong lalu cuci hingga bersih.
2. Kukus singkong hingga empuk.
3. Selama menunggu singkong dikukus, jemur ragi bulat \pm 15 menit lalu hancurkan dengan cara digerus.

4. Apabila singkong dirasa sudah empuk, letakkan singkong pada tampah/ nampan dan tunggu sampai benar-benar dingin.
5. Taburkan ragi yang sudah dijemur dan dihaluskan di atas singkong hingga rata.
6. Simpan singkong dalam bak/ ember lalu tutup rapat dengan daun pisang dan kain, diamkan selama 2 hari 2 malam.

D. Diskusi

1. Dari mana kamu bisa mendapatkan singkong untuk membuat tape?
2. Bagaimana cara membuat bibit tanaman singkong?
3. Bagaimana cara menanam singkong?
4. Apa makanan khas daerah mu yang berbahan dasar singkong?
5. Apakah tape singkong bisa dijual?
6. Harga singkong dengan harga tape lebih mahal mana?
7. Apakah menjual singkong bisa menjadi alternatif mata pencaharian baru?
8. Mengapa membuat tape harus ditaburi dengan ragi?
9. Apa yang terdapat pada ragi tape?
10. Mengapa ragi harus ditaburkan dalam keadaan dingin?
11. Mengapa membuat tape disebut sebagai bioteknologi?

Kegiatan 24. Bioteknologi (ikan pakasam)

Alat dan bahan

- 0.25 kg Ikan air tawar
- Garam secukupnya
- 2 genggam beras yang disangrai dan digiling kasar
- Wadah kedap udara

Cara kerja

- Ikan air tawar pertama-tama dibersihkan sisik dan isi perutnya
- Kemudian ikan dilumuri dengan garam dan beras
- Setelah itu, ikan yang telah dilumuri garam dan beras dimasukkan ke dalam wadah kedap udara
- Wadah didiamkan selama 2 hari atau hingga berbau khas di tempat yang sejuk dan tidak terpapar sinar matahari langsung
- Ikan pakasam siap dimasak dengan berbagai cara untuk dinikmati

Catatan:

- Ikan Pakasam merupakan olahan ikan air tawar yang difermentasi oleh bakteri asam laktat.
- Ikan Pakasam berasal dari Kalimantan Selatan, namun olahan ini dapat juga ditemukan di berbagai daerah di Indonesia seperti Sumatera dan Jawa bahkan Malaysia dengan nama yang bervariasi pula. Nama lainnya adalah Iwak Samu, Wadi, dan Jukut.
- Olahan ini memiliki berbagai variasi dalam pengolahannya seperti penambahan kunyit pada gilingan beras atau ikan direndam di larutan gula aren terlebih dahulu selama satu hari. Variasi lainnya adalah menambahkan sayur asin atau rebung bersama ikan ke dalam wadah.

2. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetik. Rekayasa genetik adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA baru. Teknik yang digunakan dalam bioteknologi modern adalah teknik manipulasi bahan genetik (DNA) secara *in vitro*, yaitu proses biologi yang berlangsung di luar sel atau organisme, misalnya dalam tabung percobaan. Oleh karena itu, bioteknologi modern juga dikenal dengan rekayasa genetika, yaitu proses yang ditujukan untuk menghasilkan organisme transgenik. Organisme transgenik adalah organisme yang urutan informasi genetik dalam kromosomnya telah diubah sehingga mempunyai sifat menguntungkan yang dikehendaki.

a. DNA Rekombinan

Teknologi DNA rekombinan banyak melibatkan bakteri atau virus sebagai vektor (perantara). Proses DNA rekombinan melalui 3 tahapan. Tahap pertama yaitu mengisolasi DNA, tahap kedua memotong dan menyambung DNA (transplantasi gen/DNA), serta tahap ketiga memasukkan DNA ke dalam sel hidup.

Isolasi DNA dilakukan untuk memilih dan memisahkan DNA maupun gen yang dikehendaki. Isolasi ini dilakukan dengan mengekstrak kromosom dari organisme donor. DNA dalam kromosom yang dipilih harus dipotong terlebih dahulu. Pemotongan gen dalam satu untaian DNA menggunakan enzim endonuklease restriksi yang berperan sebagai gunting biologi. DNA dari suatu organisme dapat diisolasi dengan memotongnya menjadi segmen-segmen kecil menggunakan enzim tersebut.

Segmen DNA yang diperoleh, kemudian dimasukkan dalam suatu vektor. Vektor ini harus dapat berikatan dengan gen, memperbanyak, dan mengekspresikan gen tersebut. Vektor (pembawa) pada proses ini berupa plasmid atau virus. Plasmid adalah rantai DNA melingkar di luar kromosom bakteri.

Plasmid maupun DNA virus harus dipotong terlebih dahulu agar dapat digunakan sebagai vektor. Pemotongan ini juga menggunakan enzim endonuklease restriksi. Gen atau DNA yang telah diisolasi kemudian dicangkokkan ke dalam plasmid. Proses ini dikenal dengan transplantasi gen. Transplantasi dilakukan dengan cara mencangkokkan (menyambung) gen yang telah diisolasi ke dalam DNA plasmid vektor. Penyambungan gen tersebut menggunakan enzim ligase yang mampu menyambung ujung-ujung nukleotida dan berperan sebagai lem biologi. Setelah penyambungan ini maka vektor mengandung DNA asli dan DNA sisipan (asing). Dengan demikian, diperoleh organisme dengan rantai DNA gabungan atau kombinasi baru sehingga rantai DNA ini disebut DNA rekombinan.

b. Hibridoma

Fusi sel (teknologi hibridoma) merupakan proses peleburan atau penyatuan dua sel dari jaringan atau spesies yang sama atau berbeda sehingga dihasilkan sel tunggal yang mengandung gen-gen dari kedua sel yang berbeda tersebut. Sel tunggal ini dinamakan hibridoma yang mempunyai sifat-sifat kedua sel. Contoh penggunaan teknologi hibridoma adalah produksi antibodi dalam skala besar.

c. Fusi Protoplasma

Fusi protoplasma adalah penggabungan dua sel dari jaringan yang sama atau dua sel dari organisme yang berbeda dalam suatu medan listrik. Hal ini akan mengakibatkan kedua sel akan tertarik satu sama lain dan akhirnya mengalami fusi (melebur). Prinsip ini dapat dilakukan pada sel tumbuhan.

Fusi protoplasma pada tumbuhan dilakukan melalui serangkaian tahap. Tahap-tahap tersebut diawali dengan menyiapkan protoplasma. Protoplasma biasanya diambil dari sel-sel yang masih muda karena mempunyai dinding sel tipis serta protoplasma yang banyak dan utuh.

Tahap selanjutnya adalah mengisolasi protoplasma sel yang telah dipersiapkan. Protoplasma diisolasi dengan cara menghilangkan dinding selnya. Dinding sel ini dihancurkan terlebih dahulu dengan menggunakan enzim kemudian dilakukan

penyaringan dan sentrifugasi berkali-kali. Protoplasma yang didapat kemudian diuji viabilitasnya (aktivitas hidupnya) dengan cara melihat aktivitas organel, misalnya melihat aktivitas fotosintesisnya. Fusi protoplasma dilakukan dalam suatu medan listrik. Setelah sel-sel tadi mengalami fusi, tahap selanjutnya adalah menyeleksi protoplasma yang dihasilkan. Setiap sel mempunyai spesifikasi tertentu. Protoplasma yang terseleksi kemudian dibiakkan.

Keragaman tanaman yang dihasilkan melalui fusi protoplas lebih tinggi dibandingkan melalui persilangan seksual karena terjadinya segregasi inti dan sitoplasma yang menghasilkan kombinasi unik antara informasi genetik pada inti dan sitoplasma, instabilitas kombinasi inti sel yang menyebabkan hilangnya beberapa informasi genetik, dan variabilitas akibat subkultur relatif tinggi sehingga dapat membentuk keragaman.

Fusi protoplasma dapat dilakukan untuk menghasilkan hibrida somatic yang memiliki sifat seperti yang diinginkan. Misalkan tanaman tahan hama, tanaman tahan virus, tanaman tahan kekeringan dan lain sebagainya.

D. Penerapan Bioteknologi dalam Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia

Penerapan bioteknologi beberapa bidang juga memberikan manfaat, yakni sebagai berikut:

1. Bidang Pangan
 - a. Meningkatkan nilai gizi dari produk-produk makanan dan minuman.
 - b. Menciptakan sumber makanan baru, misalnya dari singkong dapat diciptakan makanan baru yaitu tape.
 - c. Dapat membuat makanan yang tahan lama, misalnya asinan.
2. Bidang Peternakan

Bioteknologi dapat digunakan untuk mengembangkan produk-produk peternakan, misalnya pembuatan vaksin dan antibodi hewan. Bioteknologi juga dapat digunakan untuk mengobati penyakit hewan ternak serta hormon pertumbuhan yang merangsang pertumbuhan hewan ternak.
3. Bidang Pertanian

Pengembangan bioteknologi banyak diterapkan di bidang pertanian, misalnya pada pembuatan tanaman transgenik (tanaman yang sifatnya sengaja diubah sesuai sifat yang dikehendaki). Misalnya tanaman padi yang mampu hidup dalam keadaan minim air, tembakau tahan virus.
4. Bidang Kedokteran
 - a. Pembuatan antibodi monoklonal
 - b. Pembuatan obat dan vaksin
 - c. Pembuatan hormon

E. Dampak Bioteknologi

1. Dampak terhadap lingkungan
 - a. Dampak positif:
 - Penemuan tumbuhan yang tahan terhadap serangan hama
 - Peningkatan aktivitas pengolahan bahan tambang sehingga mengurangi pencemaran limbah.
 - b. Dampak negatif:
 - Dapat menyebabkan gulma menjadi resisten sehingga populasinya melimpah
 - Dapat menimbulkan ketidakseimbangan ekosistem.

2. Dampak di bidang sosial-ekonomi
 - a. Dampak positif:
 - Bioteknologi secara tidak langsung dapat meningkatkan perekonomian rakyat karena masyarakat bisa menjual hasilnya untuk keperluan hidup sehari-hari.
 - Kalangan industri giat mencari tanaman atau hewan varietas baru agar nilai jualnya lebih tinggi
 - Pasar komersial banyak menyediakan produk-produk hasil rekayasa genetika.
 - b. Dampak negatif:
 - Terjadi kesenjangan dan kecemburuan dalam masyarakat karena produk-produk dari petani tradisional mulai tersisih.
3. Dampak terhadap kesehatan
 - a. Dampak positif:
 - Penemuan-penemuan produk obat atau hormon menyebabkan produk tersebut murah dan mudah didapat oleh masyarakat
 - b. Dampak negatif:
 - Penggunaan produk kesehatan juga dapat menimbulkan gejala-gejala lain dari suatu penyakit, misalnya alergi.
4. Dampak etika
 - Menyisipkan gen makhluk hidup kepada makhluk hidup lain memiliki dampak etika yang serius. Menyisipkan gen makhluk hidup lain yang tidak berkerabat dianggap sebagai pelanggaran terhadap hukum alam dan sulit diterima masyarakat. Dengan itu, manusia diharapkan dapat bertindak bijaksana dalam merekayasa alam.

Apa perbedaan bioteknologi dan teknobiologi?

Bioteknologi adalah penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu. Teknobiologi adalah pengaplikasian teknologi dibidang biologi untuk menghasilkan produk dan jasa dari sistem hayati (tumbuhan, hewan, maupun mikrobia) untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pengembangan teknobiologi banyak diterapkan di bidang pertanian, misalnya pada kultur jaringan, hidroponik, dan aeroponik.

a. Kultur Jaringan

Kultur jaringan adalah teknik perbanyakan tanaman dengan cara mengisolasi bagian tanaman (jaringan batang, akar, daun, tunas dll) pada media bernutrisi dan dalam keadaan aseptik (steril).



Gambar 61. Kultur Jaringan Tumbuhan

<http://atjenese.eklablog.com/kultur-jaringan-c350164>

b. Hidroponik

Suatu cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai tempat menanam tanaman. Nutrisi tanaman yang ditanam secara hidroponik diperoleh dari air yang mengandung zat-zat anorganik yang diberikan melalui pipa-pipa air atau dengan cara disiramkan.



a.



b.

Gambar 62. Hidroponik

c. **Aeroponik**

Modifikasi dari sistem hidroponik namun pada aeroponik tidak menggunakan media sama sekali. Akar tanaman diletakkan menggantung dalam suatu wadah yang dijaga kelembabannya. Zat makanan diperoleh melalui larutan nutrisi yang disemprotkan ke bagian akar tanaman.

Kegiatan 25. Membuat Hidroponik Sederhana

A. Tujuan

Peserta didik mampu membuat hidroponik sederhana dengan memanfaatkan barang bekas.

B. Alat dan Bahan

1. Botol bekas air mineral + tutup
2. Gunting/ cutter
3. Kain perca/ sumbu kompor
4. Busa
5. Tanah
6. Pupuk
7. Air
8. Bibit sayur

C. Cara Kerja

1. Siapkan botol air mineral bekas, lalu potong botol menjadi 2 bagian (bagian dasar dan bagian mulut botol).
2. Lubangi tutup botol dengan gunting atau cutter, masukkan kain atau sumbu kompor pada lubang yang sudah dibuat.
3. Masukkan busa pada botol bagian atas (bagian mulut).
4. Masukkan tanah yang sudah diberi pupuk pada botol bagian atas (bagian mulut) tersebut.
5. Botol bagian bawah diberi air dan sedikit pupuk (dilarutkan dalam air).
6. Letakkan botol bagian atas (bagian mulut) secara terbalik pada botol bagian bawah, kemudian tanam 2-3 benih sayuran.
7. Letakkan pot tersebut yang sudah jadi pada ruang terbuka yang tidak terkena sinar matahari langsung.
8. Tunggu 3 – 4 minggu hingga sayuran siap panen.

D. Diskusi

1. *Darimana kamu mendapatkan botol bekas air mineral?*
2. *Mengapa menggunakan botol bekas air mineral?*
3. *Apakah yang terjadi apabila botol-botol tersebut tidak dimanfaatkan?*
4. *Apakah sebelumnya sampah botol air mineral pernah dimanfaatkan? Untuk apa pemanfaatannya?*
5. *Apa fungsi kain atau sumbu kompor pada pembuatan pot hidroponik sederhana tersebut?*
6. *Dimana kalian mendapatkan kain atau sumbu kompor tersebut?*
7. *Mengapa sayuran tidak perlu terkena cahaya secara langsung?*



SOAL DISKUSI

1. *Jelaskan perbedaan antara bioteknologi dan teknobiologi!*
2. *Jelaskan aplikasi bioteknologi diberbagai bidang!*
3. *Apakah masyarakat di lingkungan sekitarmu memanfaatkan prinsip bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari? Jelaskan dan berikan contoh atau produknya!*

DAFTAR PUSTAKA

- Anang. (2013, November 25). *Kumpulan dan Pembahasan soal-soal UN*. Diakses pada <http://pak-anang.blogspot.com/2013/11/pembahasan-soal-un-biologi-sma-2011.html>.
- Bakhtiar, Suaha. 2011. *Biologi untuk SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Bram. "Gagal Ginjal akibat Infeksi E Coli", <https://lifestyle.kompas.com/read/2011/06/03/11391245/gagal.ginjal.akibat.infeksi.e.coli>.
- Campbell, N.A., Reece. J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. 2008. *Biology. 8th Edition*. USA: Pearson education, Inc.
- Citrawathi, D.M. (2014). *Sistem Reproduksi Manusia*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Diastuti, Renni. 2009. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Ferdinand P, Fictor dan Moekti Ariebowo. 2009. *Praktis Belajar Biologi untuk Kelas XI SMA/MA Program IPA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Firmansyah, Rikky, Agus Mawardi, M. Umar Riandi. 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Biologi untuk Kela XI SMA/MA Program IPA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Firmansyah, R., A. Mawardhi, dan M. U. Riandi. 2007. *Mudah dan aktif belajar biologi: untuk kelas xii sekolah menengah atas/madrasah aliyah program ilmu pengetahuan alam jilid 3*. Setia Purna Inves. Bandung.
- Irnaningtyas. 2014. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Kusmiran, E. 2014. *Kesehatan Reproduksi Remaja dan Wanita*. Jakarta: Salemba Medika.
- Kuswanti N, dkk. 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional
- Latifah Hanum, Eva, Widi Purwianingsih, Tintin Atikah, Ida Herlina, Riana Yani, Dian Peniasiani. 2009. *BIOLOGI 2 Kelas XI SMA dan MA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Lodish H, et al. 2000. *Molecular Cell Biology 4th Edition*. New York: W.H. Freeman.
- Lugtyastyono. *Ekskresi Hewan dan Manusia*. Diakses pada <https://biologiklaten.wordpress.com/bab-19-sist-ekskresi-pada-hewan-manusia-xi/>.
- Marmi. 2015. *Kesehatan Reproduksi*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Marianti. 2017. *Difetri*. <https://www.alodokter.com/difetri> diakses pada 18 April 2018
- Murray, Robert K, et al. 2006. *Biokimia Harper Edisi 27*. Jakarta: EGC
- Prihmantoro, H. 2007. *Memupuk tanaman sayur*. Penebar Swadaya. Depok.
- Purnomo, Sudjino, Trijoko, Suwarno Hadisusanto. 2009. *Biologi Kelas XI untuk SMA dan MA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Rachmawati, Faidah, Nuruh Urifah, dan Ari Wijayanti. 2009. *BIOLOGI untuk SMA/MA Kelas XI Program IPA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Saktiyono. 2008. *Seribu Pena Biologi untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Saladin, K.S. 2008. *Human Anatomy: Second Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Soewolo. 2005. *Fisiologi Manusia*. Malang: UM Press
- Sri Lestari, Endang dan Idun Kistinnah. 2009. *BIOLOGI 2 : Makhluk Hidup dan Lingkungannya untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Suryani, Yoni. 2004. *Biologi Sel dan Molekuler*. Yogyakarta: UNY
- Sudiby, E, W Widodo, Wasis & D Suhartanti. (2008). *IPA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional
- Syaifuddin. 2011. *Fisiologi Tubuh Manusia untuk Mahasiswa Keperawatan Edisi Kedua*. Jakarta: Salemba Medika.

- _____. 2011. *Anatomi Tubuh Manusia untuk Mahasiswa Keperawatan Edisi Kedua*. Jakarta: Salemba Medika.
- Syukur, M., R. Yuniarti, dan R. Dermawan. 2016. *Budidaya cabai: panen setiap hari* Penebar Swadaya. Jakarta Timur.
- Tate, S.S. 2008. *Anatomy and Physiology: Eight Edition*. New York: Mc Graw Hill
- Tim penulis. 2017. *Biologi SMA/MA Kelas XI Semester 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Tortora, G.J & Bryan D. 2014. *Principles of Anatomy and Physiology: 14th Edition*. United States of Amerika: Jhon Wiley and Sons, Inc.
- VanPutte, C.L, Jennifer L.R & Andrew F.R. 2016. *Seeley's Essentials of Anatomy and Physiology: Ninth Edition*. New York: Mc Graw Hill.

ISBN 978-623-91107-0-3



9 786239 110703