



KONSEP
DASAR
SAINS

PENDIDIKAN SEKOLAH DASAR

Sudi Dul Aji
Muhammad Nur Hudha

KONSEP DASAR SAINS

PENDIDIKAN SEKOLAH DASAR

Penulis

Sudi Dul Aji
Muhammad Nur Hudha



KANJURUHAN
PRESS

2019

KONSEP DASAR SAINS

PENDIDIKAN SEKOLAH DASAR

© Kanjuruhan Press, 2019

Penulis

Sudi Dul Aji

Muhammad Nur Hudha

Desain Cover & Penata Isi

Tim Kanjuruhan Press

Cetakan I, Oktober 2019

Diterbitkan oleh :

Kanjuruhan Press

Anggota IKAPI 135/JTI/2011

APPTI 002.019.1.10.2017

Email : kanjuruhanpress@unikama.ac.id

ISBN 978-602-19859-8-4

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ke dalam bentuk apapun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk fotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit. Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2000 tentang Hak Cipta, Bab XII Ketentuan Pidana, Pasal 72, Ayat (1), (2), dan (6)

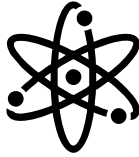
DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
BAB I. ALAM SEMESTA DAN SISTEM TATA SURYA	1
1. Pendahuluan	1
2. Alam Semesta	1
3. Tata Surya	2
4. Bumi	3
5. Proses Terbentuknya Batuan	4
6. Mineral	6
BAB II. SUMBER DAYA ALAM	9
1. Pendahuluan	9
2. Air sebagai Sumber Daya Alam	10
3. Udara sebagai Sumber Daya Alam	11
4. Tanah sebagai Sumber Daya Alam	12
BAB III. GERAK DAN GAYA	17
1. Pendahuluan	17
2. Besaran dan Satuan	17
3. Gerak	19
4. Gaya	21
5. Usaha	23
BAB IV. ENERGI	25
1. Pendahuluan	25
2. Energi Gerak	25
3. Energi Matahari	26
4. Energi Panas Bumi	26
5. Energi Nuklir	27

BAB V.	SUHU DAN KALOR	29
	1. Pendahuluan	29
	2. Pengukuran Suhu	29
	3. Perubahan Tingkat Wujud	30
	4. Kesetaraan Kalor dan Energi Mekanik	33
BAB VI.	GELOMBANG	35
	1. Pendahuluan	35
	2. Bunyi	36
	3. Cahaya	36
BAB VII.	KELISTRIKAN	41
	1. Tegangan Listrik	41
	2. Kuat Arus Listrik	42
	3. Tahanan/Resistor/Hambatan	43
	4. Hukum Ohm	43
	5. Hukum Kirchoff I	43
	6. Hukum Kirchoff II	44
	7. Rangkaian Listrik	44
	8. Energi Listrik	45
BAB VIII.	MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGANNYA	47
	1. Pendahuluan	47
	2. Lingkungan Biotik dan Abiotik	48
	3. Rantai Makanan	50
	4. Perubahan Lingkungan	51
BAB IX.	STRUKTUR MANUSIA	53
	1. Jaringan	53
	2. Organ	60
	3. Sistem Organ	60
BAB X.	STRUKTUR TUMBUHAN	101
	1. Jaringan pada Tumbuhan	101
	2. Organ Tumbuhan	107

BAB XI.	HEWAN DAN LINGKUNGANNYA	115
1.	Invertebrata	116
2.	Vertebrata	124
BAB XII.	MAKANAN, GIZI, KESEHATAN, DAN PENYAKIT	137
1.	Makanan dan Gizi	137
2.	Kesehatan dan Penyakit	139
DAFTAR PUSTAKA		141

BAB I



ALAM SEMESTA DAN SISTEM TATA SURYA

1. Pendahuluan

Untuk memahami Konsep dasar IPA, maka manusia selalu mengandalkan fikiran (rasional) dan fakta (obyektif). Dua hal inilah yang menjadi kunci untuk memahami alam semesta dan system tatasurya. Keduanya harus muncul secara bersamaan inilah salah satu ciri bahwa Konsep dasar IPA ditinjau secara Ilmiah.

Disamping itu harus juga dipahami tentang teori dan hukum. Karena antara teori dan hukum memiliki makna yang jauh berbeda. Teori adalah menjelaskan sesuatu yang menyebabkan suatu peristiwa terjadi, sedangkan hukum adalah hubungan antara dua buah fenomena alam yang terjadi. Gejala-gejala fisis yang terjadi di alam semesta ini selalu dapat ditinjau dari aspek teori atau hukum.

2. Alam Semesta.

Alam semesta kita terbentuk berdasarkan sebuah teori, salah satu teori yang menjelaskannya disebut teori *big bang* (ledakan dasyat). Dari hasil pengamatan dan berpikir timbullah satu hipotesis yaitu bahwa pada awalnya ada suatu massa yang maha besar dan massif. Kemudian massa itu meledak menjadi kepingan-kepingan massa yang berpijar yang menyebar keseluruhan penjuru. Massa yang berpijar ini kemudian dikenal sebagai bintang-bintang.

Seorang astronom bernama *Hubble* mendukung hipotesis tersebut dengan jelas mengemukakan gejala-gejala alam yang lain. Dia membenarkan bahwa bintang-bintang tersebut bergerak saling menjauh satu sama lain. Dengan mempergunakan efek doppler dikatakan bahwa jika benda bercahaya saling mendekat maka frekuensi cahaya menjadi bertambah hingga warnanya cenderung menjadi biru, jika menjauh maka warnanya cenderung menjadi merah.

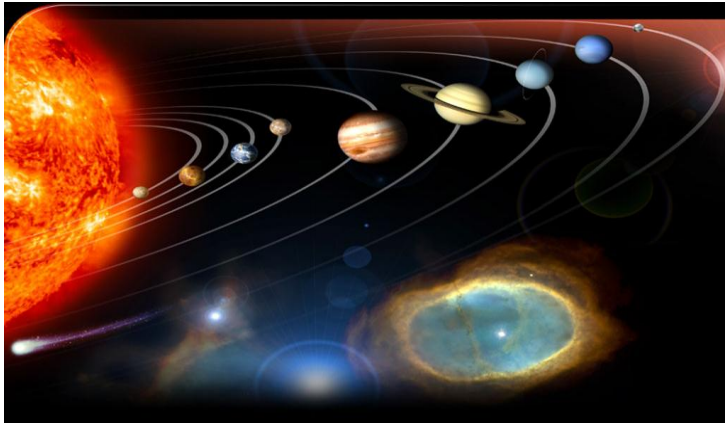
Benda-benda bercaya yang menyebar ke segala penjuru itu ada yang membentuk suatu kumpulan benda-benda langit yang disebut galaksi. Galaksi-galaksi ini ada yang berbentuk bola, spiral maupun berbentuk tak beraturan. Galaksi dimana bumi kita berada disebut galaksi Bima sakti (Milky Way), sedangkan galaksi terdekat dari galaksi bima sakti disebut galaksi Andromeda.

3. Tata Surya

Ada dua pendapat tentang system tatasurya kita;

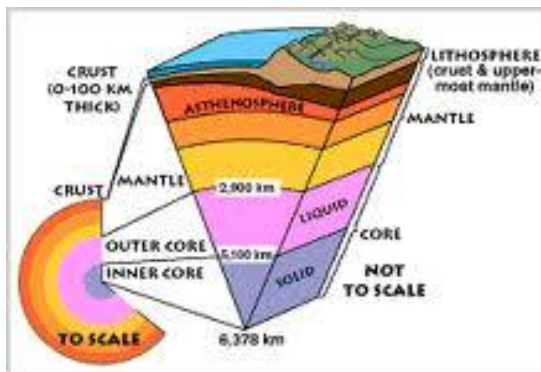
- a. Paham pertama diungkapkan oleh **Ptolomeus**, berdasarkan pengamatan yang dilakukan setiap harinya bahwa matahari selalu terbit disebelah timur dan tenggelam disebelah barat. Hal inilah yang mendasari Ptolomeus untuk mengatakan bahwa matahari bergerak mengelilingi bumi. Paham seperti ini disebut Geosentris (geo = bumi, sentries = pusat), maknanya bahwa bumi sebagai pusat tatasurya.
- b. Paham kedua diungkapkan oleh **Nicolas Copernicus**, berdasarkan kenyataan bahwa matahari sebagai sebuah bintang ukurannya jauh lebih besar daripada bumi, sehingga menurut Copernicus bukan benda yang besar mengelilingi benda yang lebih kecil, tetapi sebaliknya benda yang kecil yang mengelilingi benda yang lebih besar. Maka sebenarnya bukan matahari yang bergerak mengelilingi bumi, tetapi bumilah yang bergerak mengelilingi matahari. Paham inilah yang disebut Holiocentris (Holio = matahari, sentries = pusat), artinya bahwa matahari sebagai pusat tatasurnya kita.

Paham inilah yang sampai saat ini diyakini para ilmuwan kita, berdasarkan pandangan Heliocentris maka susunan tatasurnya kita adalah sebagai berikut;



Matahari, Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus dan Pluto. Merkurius dan Venus disebut planet dalam, sedangkan Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus dan Pluto merupakan planet luar.

4. Bumi



Bumi kita bentuknya bulat, yang sebenarnya secara topografi bentuk bumi kita tidaklah rata, yang dikatakan bulat karena ada ukuran yang disebut means see level atau rata-rata muka air lautlah sehingga bumi kita bulat.

Bumi kita ternyata dibungkus oleh lapisan air dan udara; maka per lapisannya terdiri dari Hidrosfere (lapisan air), Atmosfere, stratosphere, dan ionosphere.

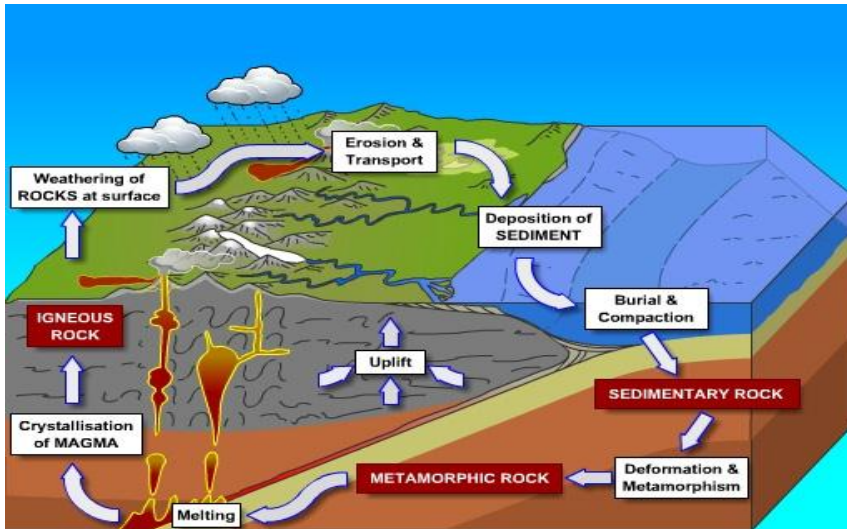
Struktur bumi kita tidaklah homogen berupa padatan, tetapi struktur bumi kita bentuknya berlapis dan terdiri dari dua bagian, yaitu berupa padatan dan liquid (cair yang kental); secara umum struktur bumi kita terbagi menjadi tiga bagian, yaitu;

- a. *Crust* (kerak bumi) bentuknya padatan merupakan permukaan bumi kita dapat berupa daratan, lempeng samudra.
- b. *Mantle* (selimut bumi) bagian yang cukup tebal; karena itu pada lapisan ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu;
 1. *Lytosfere* ; merupakan lapisan asthenosfere paling atas yang melekat pada kerak bumi bentuknya berupa padatan.
 2. *Asthenosfere*; merupakan bagian terpenting dari bumi kita karena disinilah tersimpan sumber panas bumi. Banyak peristiwa-peristiwa dalam kerak bumi yang diawali dari kegiatan didalam asthenosfere. Misalnya terbentuknya batuan, terbentuknya gunung berapi dll. Bentuknya berupa liquid (cair yang kental).
 3. *Mesosfere*; merupakan bagian terdalam dari asthenosfere dan menempel pada inti bumi. Bentuknya berupa padatan
- c. *Core* (inti bumi) merupakan bagian terdalam dalam struktur bumi kita, tetapi masih terbedakan menjadi dua; yaitu Outer Core (inti bagian luar) yang berbentuk liquid dan Inner Core (inti bagian dalam) yang berbentuk padatan.

5. Proses Terbentuknya Batuan

Proses terbentuknya batuan diawali dari sebuah peristiwa *Hipodefferensiasi* yang terjadi pada lapisan *Asthenosfere*. *Hipodefferensiasi* adalah sebuah peristiwa pemisahan mineral didalam lapisan *asthenosfere* akibat adanya proses fisis dan kimia. Hasil pemisahan akibat peristiwa *Hipodefferensiasi* ada yang bersifat asam dan ada yang bersifat basa.

Untuk yang bersifat asam memiliki ciri-ciri sebagai berikut; 1) memiliki warna terang, densitasnya rendah, 2) bergerak naik kelapisan *lytosfere* membentuk *asthenolit* (akar pegunungan), 3) didominasi mineral Silikat, 4) Alumunium. Sedangkan yang bersifat basa memiliki ciri-ciri sebagai berikut; 1) memiliki warna lebih gelap, 2) densitasnya tinggi, 3) bergerak turun ke lapisan *mesosphere*, 4) didominasi mineral Silikat dan Magnesium.



a. Batuan beku.

Karena asthenosfere merupakan sumber panas bumi, maka hasil peristiwa *hipodefferensiasi* yang bersifat asam akan bergerak naik ke lapisan *Lythosfere* membentuk *asthenolit* yang suhunya cukup tinggi. Disinilah awal terbentuknya magma pegunungan. Pada saat *asthenolit* sudah penuh maka magma akan keluar melalui lubang kepundan, karena magma suhunya cukup tinggi ketemu udara luar yang relative dingin, maka magma tersebut membeku terbentuklah batuan beku. Proses pembekuan magma dapat terjadi diluar maupun didalam pegunungan sehingga batuan beku ada dua macam yaitu; batuan beku luar (*ekstrusi*) dan batuan beku dalam (*intrusi*).

b. Batuan Sedimen

Batuan beku yang terjadi karena pengaruh iklim (fisis), tanaman (biologis) dan air (kimia) mengalami pelapukan. Hasil pelapukan batuan akan ditransport baik oleh air maupun udara akan dibawa ke suatu tempat dan diendapkan. Lama kelamaan endapan tersebut membatu, batuan yang terbentuk itulah yang disebut batuan endapan. Berdasarkan transportnya batuan endapan terbedakan menjadi dua; yang ditansport oleh air disebut batuan *aquatic* sedangkan yang ditransport oleh udara disebut batuan *aerotic*.

c. Batuan Malihan (*Metamorf*)

Bahan dasar batuan malihan adalah batuan beku dan batuan sedimen. Batuan beku dan batuan sedimen karena pengaruh tekanan dan suhu akan berubah sifatnya, karena perubahan sifat tersebut, maka batuan tersebut akan malih. Inilah yang disebut batuan malihan atau metamorf.

6. Mineral.

Mineral dapat didefinisikan sebagai suatu unsure atau persenyawaan anorganik padat yang terbentuk secara alamiah dalam kerak bumi. Mineral memiliki kesamaan cirri dan sifat sebagai berikut;

- a. Terbentuk secara alamiah di dalam/permukaan tanah
- b. Berasal dari zat tak hidup (anorganik)
- c. Berbentuk zat padat. Jadi air bukanlah mineral
- d. Terdiri dari unsure atau persenyawaan
- e. Atom-atomnya tersusun sedemikian rupa hingga membentuk pola kisi tertentu.

Mengenal mineral melalui sifat fisiknya lebih mudah dari pada melalui cara kimia. Sifat-sifat fisik yang dapat digunakan antara lain; warna, kilau, warna goresan, kekerasan, massa jenis dan bentuk serpihan.

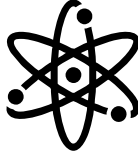


Soal latihan;

1. Jelaskan secara singkat bagaimana tatasurya kita terbentuk
2. Apa yang dimaksud dengan planet dalam dan planet luar
3. Apa nama planet terbesar dalam system tatasurya kita
4. Jelaskan struktur penyusun bumi
5. Struktur bumi kita ada yang berbentuk padat dan liquid, sebutkan masing-masingnya.
6. Apa yang dimaksud dengan batuan
7. Batuan dapat digolongkan menjadi 3 jenis. Jelaskan masing-masingnya
8. Apa bedanya batuan intrusif dengan batuan ekstrusif

9. Marmer atau batu pualam termasuk jenis batuan apa? Bagaimana proses terbentuknya.
10. Batu konglomerat termasuk jenis batuan apa? Bagaimana proses terbentuknya.

BAB II



SUMBER DAYA ALAM

1. Pendahuluan

Yang dimaksud dengan sumber daya alam adalah segala sesuatu yang bukan ciptaan manusia, berfungsi untuk memenuhi kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya yang berada didarat, laut maupun udara baik secara langsung maupun tak langsung.

Pada dasarnya sumber daya alam dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu;

- 1) Sumber daya alam yang dapat diperbaharui (renewable). Dinamakan juga sumber daya alam biotic, artinya tidak dapat habis. Misalnya: tumbuh-tumbuhan, hewan dan sebagainya.
- 2) Sumber daya alam yang tak bias diperbaharui (non renewable) disebut juga sumber daya alam abiotik artinya dapat habis. Misalnya: bahan bakar, fosil dan sebagainya.

Sumber daya alam yang dapat diperbaharui dapat digolongkan menjadi dua bagian, yaitu;

- 1) Sumber daya alam nabati, yaitu berupa tumbuh-tumbuhan misalnya sayur-sayuran, hasil hutan dan sebagainya.
- 2) Sumber daya alam hewan, berupa hasil peternakan, misalnya ayam, sapi, ikan dan sebagainya.

Pembagian sumber daya alam, juga dapat diamati dari jenisnya; yaitu

- 1) Sumber daya alam biotik, adalah penggolongan sumber daya alam berdasarkan jenisnya, yaitu makhluk hidup; dapat berupa tumbuhan maupun hewan.
- 2) Sumber daya alam abiotik, adalah penggolongan sumber daya alam karena berupa benda tak hidup, misalnya; air, batuan, udara dan lain sebagainya.

2. Air sebagai sumber daya alam.

Sebagian besar zat dalam biosfer mengandung zat yang dikenal sebagai air.

Air mempunyai sifat-sifat fisik maupun kimia yang unik antara lain;

- Air tetap berbentuk zat cair pada temperature dimana microorganismenya masih tetap hidup.
- Mempunyai sifat anomali (keanehan air)
- Sebagai penyimpan panas yang baik
- Merupakan penghantar panas yang baik
- Merupakan pelarut yang baik

Persediaan air bagi mikroorganismenya hidup tergantung pada system pendauran air yang digerakkan oleh matahari. Diawali dari peristiwa evaporasi (penguapan), air dari perairan di muka bumi menguap karena dipanaskan oleh sinar matahari dan uap air ini disebarkan oleh angin. Kemudian mengalami peristiwa kondensasi (pendinginan), bila uap air tersebut mengalami pengembunan karena mengenai lapisan atmosfer yang dingin maka akan terjadi hujan (presipitasi). Dari air hujan inilah ada air tanah yang dimanfaatkan untuk kehidupan mikroorganismenya, yang seringkali disebut *ground water* (air tanah). Sebagian besar air hujan tetap pada permukaan dan disebut air permukaan akan mengalir kesungai-sungai kembali ke laut. Air laut menguap dan udara yang mengandung uap air ini ditiup dengan angin ke benua dimana udara akan naik menjadi dingin, mengembun, turun sebagai hujan dan seterusnya membentuk siklus. Pendauran ini berlangsung terus menerus. Jadi dapat dikatakan bahwa air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui.



3. Udara Sebagai Sumber daya alam.

Udara sebagai sumberdaya alam bisa dilihat pada atmosfer. Atmosfer bumi kita terdiri dari 80 % gas-gas yang dibutuhkan oleh untuk kehidupan, gas tersebut adalah Nitrogen, kurang dari 20 % berupa gas Oksigen dan sebagian kecil gas-gas lain seperti gas karbondioksida, Hidrogen, helium, argon, krypton, neon dan xenon.

Bagian udara yang sangat bermanfaat bagi kehidupan adalah gas oksigen. Karena Oksigen berfungsi dalam proses pertukaran energi untuk kegiatan-kegiatan dalam tubuh. Sewaktu orang menarik nafas, udara masuk melalui hidung dan batang tenggorakan ke paru-paru. Di dalam paru-paru oksigen masuk ke dalam aliran darah dan diangkut ke seluruh bagian tubuh melalui pembuluh-pembuluh darah. Hembusan nafas ke luar akan melepaskan gas asam arang (CO_2) yaitu suatu gas hasil pembakaran. Gas ini dibutuhkan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis, disamping itu peran gas Nitrogen dalam tubuh juga sangat penting. Sementara itu gas-gas Hidrogen, helium, argon, krypton, neon dan xenon merupakan gas-gas pelengkap dalam kehidupan sehari-hari.

Pencemaran udara; Udara dapat tercemar apabila udara mengandung zat-zat dalam jumlah yang melebihi susunan udara yang normal, dan mengganggu kehidupan organisme yang menempatinnya. Zat-zat lain yang dapat mencemari udara adalah gas karbonmonookasida (CO), sulfurdioksida (SO₂), Nitrogendioaksida (NO₂) dan partikel padat seperti debu.

Tindakan untuk mengatasi pencemaran udara antara lain dengan;

- Mencegah terjadinya pencemaran
- Memisahkan tempat pemukiman dari sumber pencemaran
- Menghilangkan bahan-bahan pencemaran dari udara.

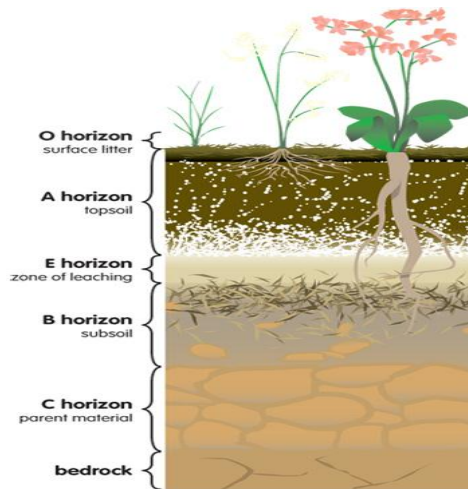
SIKLUS UDARA



4. Tanah sebagai sumber daya alam

Bahan dasar tanah terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik, dimana bahan anorganik sebagai media untuk tumbuhnya bahan organik. Secara khusus bahan anorganik tersebut terdiri dari mineral, udara dan air. Sehingga bahan dasar tanah terdiri dari bahan organik, mineral, udara, dan air.

Jenis-jenis tanah, dapat dilihat dari profil tanah melalui horizon-horizon tanah.



Horizon O; seringkali disebut *top soil* (lapisan tanah paling atas) biasanya gembur, banyak mengandung humus (unsure hara) yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang; horizon ini apabila ditumbuhi tanaman dapat berkembang dengan baik.

Horizon A; seringkali disebut lapisan *Iluviasi* (pencucian), adalah lapisan yang dapat melarutkan unsure-unsur beracun dengan menggunakan air hujan. Apabila suatu daerah karena pengaruh erosi sehingga tidak memiliki horisan O, tetapi masih memilikim horisan A maka tanah tersebut apabila ditanami, tanamannya akan subur karena tidak adanya unsure beracun.

Horizon B; seringkali disebut lapisan *Eluviasi* (penimbunan), karena adanya air hujan dapat melarutkan unsure-unsur beracun dilapisan iluviasi dan larutan tersebut akan tertimbun dilapisan eluviasi. Oleh karena itu dalam lapisan eluviasi banyak mengandung unsure-unsur beracun, akibatnya kalau diberi tanaman maka tanamannya tidaklah produktif.

Horison C; seringkali disebut batuan setengah terlapuk, sehingga belum dapat dikatakan sebagai tanah sempurna karena hanya merupakan bahan dasar terbentuknya tanah.

Horison D; seringkali disebut batuan segar, artinya batuan yang belum mengalami proses pelapukan.

Untuk dapat meningkatkan produktivitas tanah, dapat dilakukan;

- a. Reboisasi; karena dengan melakukan penanaman kembali tanaman, akan kita dapatkan lapisan paling atas (*top soil*), dimana dalam lapisan itu akan banyak mengandung humus.
- b. Proses mekanik; pengolahan tanah (pencangkulan, pembajakan dll)
- c. Proses kimia; dengan cara pemupukan, baik melalui pupuk kandang maupun pupuk buatan.

Kesuburan Tanah

Tingkat kesuburan tanah dapat ditunjukkan dengan ukuran pH tanah. pH tanah adalah derajat asam basanya tanah, secara khusus bahwa pH tanah adalah banyaknya konsentrasi ion H^+ dan konsentrasi ion OH^- . Apabila konsentrasi ion H^+ lebih banyak dari konsentrasi ion OH^- maka tanah tersebut bersifat asam, sebaliknya jika konsentrasi ion OH^- lebih banyak dari konsentrasi ion H^+ maka tanah tersebut bersifat basa.

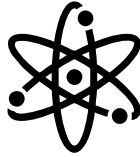
Tanah dikatakan subur apabila konsentrasi ion H^+ dan konsentrasi ion OH^- seimbang, apabila diukur besarnya pH tanah = 7. Artinya tanah tersebut bersifat netral.

Tanah yang bersifat asam atau basa tidaklah produktif; karena tanaman yang berada di kedua daerah tersebut tidak dapat berkembang secara optimal, ada cara agar tanah yang bersifat asam maupun basa dapat kembali produktif. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan membuat tanah tersebut netral, apabila tanah tersebut asam maka harus ditambahkan belerang, sedangkan tanah yang terlalu basa dapat ditambahkan kapur.

Soal latihan

1. Mengapa ada berbagai penggolongan mengenai sumber daya alam
2. Apakah ada satu macam sumber daya alam yang dapat digolongkan ke dalam beberapa bentuk penggolongan. Jelaskan jawaban saudara dan berikan contohnya
3. Air sebagai sumber daya alam memiliki karakteristik yang unik. Jelaskan karakter air tersebut.
4. Jelaskan tentang siklus air
5. Apakah yang dapat anda lakukan untuk memelihara kelestarian pemanfaatan air yang berkualitas
6. Jelaskan tentang proses terbentuknya tanah
7. Jelaskan yang dimaksud dengan profil tanah
8. Apakah yang dimaksud dengan pH tanah. Jelaskan jawaban saudara
9. Bagaimanakah cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas udara kita.
10. Apakah yang harus dilakukan untuk dapat meningkatkan produktivitas tanah kita.

BAB III



GERAK DAN GAYA

1. Pendahuluan.

Setiap benda yang ada di alam semesta ini selalu mengalami gerak misalnya manusia, hewan tumbuhan bahkan bumi kita juga bergerak. Gerak adalah perubahan posisi dari titik acuan. Karena acuan inilah sebenarnya benda-benda yang ada dialam mengalami gerak.

2. Besaran dan Satuan.

Sebelum dibicarakan mengenai gerak, maka perlu mahasiswa dibekali dulu tentang pemahaman antara besaran dan satuan. Besaran dan satuan akan sangat berpengaruh dalam pembahasan konsep dasar IPA, karena sebuah bilangan tidak akan bermakna kalau tidak memiliki besaran dan satuan.

Besaran kita bedakan menjadi dua; yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Yang dimaksud dengan *besaran pokok* adalah besaran yang didasarkan pada perbandingan dengan alat ukur yang telah disepakati secara internasional, yang sering kali disebut besara pokok dengan sisten internasional (SI). Sedangkan besaran turunan adalah besaran-besaran yang tersusun dari beberapa besaran pokok.

Berdasarkan Sistem Internasional (SI) ada tujuh besaran pokok berdimensi dan dua besaran pokok tak berdimensi. Besaran pokok tersebut adalah sebagai berikut;

Besaran pokok	Satuan	Dimensi
Panjang	Meter	M
Massa	Kilogram	L
Waktu	Detik	T
Kuat Arus	Ampere	A
Suhu	Kelvin	Θ
Jumlah Zat	Mole	N
Intensitas Cahaya	Candela	J

Sedangkan dua besaran pokok tak berdimensi adalah sudut datar dan sudut ruang.

Untuk besaran turunan misalnya; luas, kecepatan, volume dan sebagainya.

Disamping itu besaran terbedakan juga menjadi dua; yaitu besaran vektor dan besaran skalar. Yang dimaksud dengan besaran vector adalah besaran yang disamping memperhatikan besarnya juga arahnya; misalnya: perpindahan, berat, kecepatan, gaya, usaha dan sebagainya. Untuk besaran skalar adalah besaran yang hanya memperhatikan besarnya saja; misalnya: jarak, waktu, panjang dan sebagainya.

a. Jarak dan Perpindahan.

Merupakan dua besaran yang berbeda tetapi memiliki satuan yang sama.

Jarak merupakan besaran skalar sedangkan perpindahan merupakan besaran vector.

Misal: kita bergerak dari kota A ke kota B, kemudian dilanjutkan ke kota C seperti pada gambar berikut;



Jika jarak AB = 8 km, dan BC = 4 km, maka kita dapat tentukan;

Jarak AC = 12 km, dan perpindahan AC = 4 km.

b. Kecepatan

Kecepatan merupakan perubahan perpindahan terhadap perubahan waktu. Besaran kecepatan merupakan besaran vector, dengan rumus sebagai berikut;

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \dots\dots\dots 1)$$

dimana; Δx = perubahan perpindahan (m)
 Δt = perubahan waktu (s)
 V = kecepatan (m/s)

c. Percepatan

Percepatan merupakan perubahan kecepatan terhadap perubahan waktu. Besaran percepatan merupakan besaran vector, dengan rumus sebagai berikut;

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \dots\dots\dots 2)$$

dimana; Δv = perubahan kecepatan (m/s)
 Δt = perubahan waktu (s)
 V = percepatan (m/s²)

3. Gerak

Gerak sebuah benda berdasarkan lintasannya terbedakan menjadi tiga; yaitu gerak lurus karena lintasannya berupa garis lurus, gerak melingkar karena lintasannya berupa lingkaran dan gerak parabola karena lintasannya melengkung.

Untuk ditingkat dasar maka yang perlu dipelajari adalah gerak lurus. Gerak lurus adalah gerak yang lintasannya berupa garis lurus, didalam gerak lurus terbedakan menjadi tiga; yaitu;

a. Gerak Lurus beraturan (GLB).

Adalah gerak yang lintasannya berupa garis lurus dan memiliki kecepatan konstan. Karena memiliki kecepatan konstan maka rumus yang digunakan hanya satu;

$$v = \frac{x}{t} .$$

Artinya apabila ada dua variable yang

diketahui, maka variable yang lain dapat ditentukan.

b. Gerak Lurus berubah beraturan (GLBB)

Adalah gerak yang memiliki percepatan konstan, artinya sebuah benda bergerak dengan kecepatan yang berubah. Jika perubahannya bertambah maka gerak yang terjadi adalah gerak lurus berubah beraturan dipercepat, sedangkan jika perubahan kecepatannya berkurang maka disebut gerak lurus berubah beraturan diperlambat.

Karena rumusnya agak rumit dalam hal ini tidak diturunkan dari mana asal rumusnya, tetapi akan disajikan rumus yang dipergunakan pada gerak lurus berubah beraturan ini. Rumusnya adalah sebagai berikut;

$$V_t = V_0 \pm at$$

$$X_t = V_0 t \pm \frac{1}{2}at^2 \dots\dots\dots 3)$$

$$V_t^2 = V_0^2 \pm 2aX_t$$

Dimana;

V_t = adalah kecepatan pada saat t detik

V_0 = adalah kecepatan pada saat t = 0

a = adalah percepatan

t = waktu

X_t = jarak yang ditempuh selama t detik

+ = rumus untuk gerak lurus berubah beraturan dipercepat

- = rumus untuk gerak lurus berubah beraturan diperlambat

c. Gerak Jatuh bebas (GJB)

Apabila sebuah benda dijatuhkan, maka semakin lama kecepatannya semakin besar. Hal ini akan menunjukkan gerak lurus berubah beraturan (GLBB), tetapi kecepatan awalnya sama dengan Nol dan percepatan yang terjadi adalah percepatan gravitasi bumi (g). Sehingga rumus yang diberlakukan adalah;

Karena; $V_0 = 0$ dan $a = g$, maka rumusan untuk gerak jatuh bebas adalah

$$V_t = g t$$

$$X_t = h = \frac{1}{2} g t^2 \dots\dots\dots 4)$$

$$V_t^2 = 2gh$$

Dimana;

V_t = adalah kecepatan pada saat t detik

g = adalah percepatan gravitasi bumi

t = waktu

$X_t = h$ = jarak yang ditempuh selama t detik atau ketinggian

4. Gaya

Pembahasan gaya diawali dari sifat gerak sebuah benda, yang seringkali disebut dinamika partikel. Gerak dari suatu partikel tertentu ditentukan oleh sifat dan susunan benda-benda lain yang merupakan lingkungannya. Persoalan tentang berbagai macam lingkungan telah berhasil dipecahkan oleh Isaac Newton (1642 - 1727) dengan hukum geraknya dan merumuskan gravitasi universalnya. Hukum gerak tersebut sangat dipengaruhi oleh gaya yang bekerja pada benda.

Gaya adalah perubahan momentum tiap satu-satuan waktu. Gaya disimbulkan F merupakan besaran vector karena disamping ditentukan besarnya juga arahnya. Satuan gaya sesuai dengan penemu konsep diatas adalah Newton (N). Kalau diformulasikan maka rumusan gaya adalah sebagai berikut;

$$F = \frac{dp}{dt}, \text{ karena } p = m v, \text{ maka } F = \frac{mdv}{dt}$$

Karena; $\frac{dv}{dt} = a$, maka $F = m a \dots\dots\dots 5)$

Rumus $F = m a$ inilah yang sering dijumpai untuk menjelaskan definisi gaya, yang sebenarnya rumus tersebut merupakan hasil akhir dari konsep gaya.

Dimana; m = massa (kg)
 a = percepatan (m/dt²)
 F = gaya (Newton)

a. Hukum Newton I.

Hukum pertama Newton berbunyi; “ apabila ada sebuah benda dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan akan cenderung tetap diam atau bergerak lurus beraturan jika tidak ada gaya yang bekerja padanya”. Sering kali hukum ini disebut hukum Inersia, karena sebuah benda akan selalu mempertahankan keadaannya. Artinya bahwa semua gaya yang bekerja pada sebuah benda sama dengan nol, jika diformulasikan ; $\sum F = 0$

b. Hukum Newton II.

Seringkali disebut hukum gerak, artinya jumlah gaya yang bekerja pada sebuah benda akan menyebabkan benda bergerak dengan percepatan konstan. Diformulasikan;

$$\sum F = m a$$

Hukum Newton tentang gerak ini merupakan dasar pemahaman tentang sifat benda yang bergerak jika dihubungkan dengan penyebabnya yaitu, gaya, dan dampaknya yaitu percepatan.

Dalam system Internasional (SI), satuan massa adalah kilogram (kg), dan satuan gaya adalah (Newton).

Pengertian massa sering dikacaukan dengan pengertian berat. Berat suatu benda adalah gaya gravitasioanal yang dilakukan kepada benda tersebut. Berat termasuk gaya, merupakan besaran vector, dengan arah menuju ke pusat bumi. Berat dinyatakan dengan satuan gaya.

c. Hukum Newton III.

Seringkali disebut hokum aksi reaksi. Apabila sebuah benda diberi gaya sebesar F, maka sebenarnya benda tersebut memberikan gaya sebesar F juga hanya arahnya berlawanan. Sehingga dirumuskan ; $F_{aksi} = - F_{reaksi}$
Gaya aksi dan reaksi akan berpasangan dan bekerja pada benda yang berbeda.

5. Usaha

Usaha adalah aktivitas yang menghasilkan perubahan, aktivitas yang dimaksud adalah gaya yang diberikan pada sebuah benda; perubahan adalah perpindahan posisi. Sehingga dapat dijelaskan bahwa; Usaha yang dilakukan oleh suatu gaya yang bekerja pada suatu benda adalah sama dengan hasil perkalian dari gaya dan perpindahan yang dilalui.

$$W = F \Delta x$$

Dimana; F = gaya pada sebuah benda (Newton)

Δx = perubahan posisi (m)

W = usaha ($\text{kg m}^2/\text{dt}^2 = \text{Newton meter} = \text{Joule}$)

Besarnya usaha persatuan waktu disebut daya, jika dirumuskan menjadi;

$$P = \frac{W}{t}, \text{ Satuan untuk daya adalah watt.}$$

1 watt (W) = 1 joule/detik

1 kilowatt = 10^3 watt

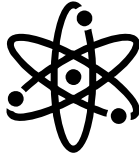
1 kilowatt-hour (kwh) = $3,6 \cdot 10^6$ joule

Soal Latihan

1. Amir bersepeda dengan kecepatan 40 km/jam, selama 20 menit. Berapakah jarak yang ditempuh amir
2. Sebuah mobil dari keadaan diam bergerak dipercepat sehingga dalam waktu 20 detik kecepatannya menjadi 40 km/jam. Berapakah percepatan mobil tersebut
3. Sebuah kendaraan kecepatannya berubah dari 20 km/jam menjadi 60 km/jam selama 10 detik. Tentukan;
 - a. Kecepatan rata-ratanya
 - b. Percepatannya
 - c. Jarak yang ditempuhnya
4. Sebuah batu bermassa 4 kg dijatuhkan dari ketinggian 30 m, jika percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 ; maka berapakah besarnya;
 - a. Energi kinetic di titik tersebut

- b. Energi potensial dititik tersebut
- c. Energi mekanik dititik tersebut
- d. Energi mekanik di titik 15 m di atas tanah
- e. Energi kinetic saat akan menyentuh tanah
- f. Kecepatan benda saat akan menyentuh tanah

BAB IV



ENERGI

1. Pendahuluan

Hampir setiap kehidupan kita memerlukan energi, untuk bergerak, untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Apa yang dimaksud dengan energi?. Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan hanya bisa diubah bentuknya menjadi energi lain. Pernyataan inilah yang disebut Hukum Kekekalan Energi.

Contoh yang dapat menjelaskan hukum kekekalan energi ini misalnya; lampu neon, merupakan perubahan energi listrik menjadin energi cahaya; seterika listrik, perubahan energi listrik menjadi energi panas; kipas angin, perubahan energi listrik menjadi energi gerak; dan lain-lain.

Satuan untuk energi adalah joule. Ada beberapa macam energi; energi gerak, energi panas, energi kimia, energi listrik dan macam-macam energi yang lainnya. Karena terkait dengan gerak benda, maka akan dibahas energi gerak.

2. Energi Gerak

Energi gerak terbedakan menjadi dua, yaitu energi potensial, energi kinetik.

a. Energi Kinetik.

Adalah energi yang dimiliki benda karena benda tersebut bergerak dengan kecepatan v . Jika sebuah benda tadi bermassa m dan bergerak dengan kecepatan v , maka energi kinetic yang dimiliki sebesar;

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

b. Energi Potensial.

Energi suatu benda berdasarkan posisinya dinamakan energi potensial. Energi potensial gravitasional suatu benda dengan massa m yang berada pada ketinggian h di atas tingkat acuan dirumuskan sebagai berikut;

$$E_p = m g h; \text{ dimana } g \text{ adalah percepatan gravitasi}$$

c. Energi Mekanik.

Setiap benda selalu memiliki energi mekanik. Energi mekanik adalah penggabungan antara energi kinetik dan energi potensial, sehingga kalau dirumuskan bentuknya menjadi;

$$\begin{aligned} E_m &= E_k + E_p \\ &= \frac{1}{2} m v^2 + m g h \end{aligned}$$

Hukum kekekalan energi mekanik; bahwa setiap benda dalam keadaan apapun selalu memiliki energi mekanik yang konstan. Jika dirumuskan dalam bentuk;

$$\frac{1}{2} m v_1^2 + m g h_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 + m g h_2$$

3. Energi Matahari

Matahari merupakan sumber energi terbesar bagi kehidupan di bumi. Oleh karenanya pemanfaatannya harus dioptimalkan. Energi matahari dapat diubah menjadi energi yang lain. Misalnya energi listrik, energi surya (*solar cell*); energi matahari ini telah banyak digunakan untuk penerangan, penggerak mobil, kalkulator, dan sebagainya.

4. Energi Panas Bumi

Indonesia merupakan daerah vulkanis. Oleh karenanya sering muncul penemuan sumber panas bumi atau geothermal. Sumber panas bumi terdapat pada lapisan bumi yang kedua yaitu

Mantle. Didalam *mantle* ada lapisan *asthenosfer* yang berupa liquid disinilah panas bumi tersimpan (sering kali disebut energi endogen). Panas bumi dapat pula dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik; seperti di Kamojang, Dieng, dan lain-lainnya.

5. Energi Nuklir

Penggunaan energi nuklir masih kurang dilakukan di Indonesia. Energi nuklir merupakan energi yang luar biasa besarnya, karena dihasilkan dari reaksi inti terutama reaksi berantai.

Diperbagai Negara maju telah banyak dibangun PLTN (pembangkit listrik tenaga nuklir). PLTN ini sangat efektif dan efisien karena tidak memerlukan bahan dalam jumlah besar. Di Indonesia banyak ditemui barang-barang tambang seperti uranium, radium, dan sebagainya.

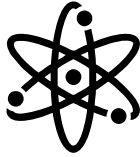
Uranium merupakan bahan utama untuk reactor atom. Tetapi pendirian PLTN masih banyak mengalami tantangan karena masih banyak orang yang mengkhawatirkan terjadinya kebocoran reaktor yang akan berakibat fatal bagi kehidupan umat manusia. Tantangan utama adalah bagaimana membangun PLTN atau reaktor atom yang aman.

Soal Latihan

1. Diantara peristiwa berikut manakah yang berbentuk energi potensial dan mana yang berbentuk energi kinetic.
 - a. Air terjun
 - b. Angin laut
 - c. Buah kelapa di pohon
 - d. Air mengalir
2. Sebuah benda bergerak dengan kecepatan 20 km/jam, selama 10 menit. Jika massa benda 1,5 kg. Maka besarnya energi kinetic yang dimiliki sebesar?.

3. Sebuah bola bermassa 2 kg, terletak 10 m di atas tanah. Jika harga percepatan gravitasi di tempat tersebut sebesar 10 m/s^2 . Tentukan;
- Energi kinetic di titik tersebut
 - Energi mekanik dititik tersebut
 - Energi mekanik di titik 5 m di atas tanah.
 - Energi kinetic saat akan menyentuh tanah
 - Kecepatan bola sesaat akan menyentuh tanah

BAB V



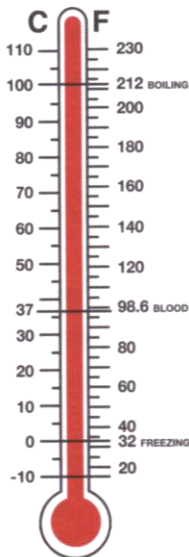
SUHU DAN KALOR

1. Pendahuluan.

Suhu adalah derajat panas dinginnya suatu benda, alat untuk mengukurnya disebut thermometer. Berdasarkan penemunya maka thermometer terbedakan menjadi empat yaitu; thermometer Celcius, thermometer Reamur, thermometer Fahrenheit, thermometer Kelvin.

2. Pengukuran Suhu

Thermometer Comparisons



Untuk dapat mengukur panas benda digunakan alat ukur yang disebut thermometer, karena ada empat macam thermometer, maka dengan hanya menggunakan satu alat saja, kita dapat juga menghitung jika digunakan alat ukur lain, inilah yang disebut konversi. Untuk dapat menjelaskan konversi, maka kita perlu membandingkan skala yang digunakan; jika digunakan thermometer celcius maka titik beku air 0° dan titik didih air 100° sehingga terbagi menjadi 100 skala, untuk thermometer Reamur titik beku air 0° dan titik didih air 80° sehingga terbagi menjadi 80 skala, untuk thermometer Fahrenheit titik beku air 32° dan titik didih air 212° sehingga terbagi menjadi 180 skala, sedangkan untuk thermometer Kelvin titik beku air 273° dan titik didih air 373° sehingga terbagi menjadi 100 skala. Dengan membandingkan skalanya kita dapat mengkonversi dari satu alat ukur ke alat ukur yang lainnya.

$$C : R : F - 32 : K - 273 = 100 : 80 : 180 : 100$$

$$C : R : F - 32 : K - 273 = 5 : 4 : 9 : 5$$

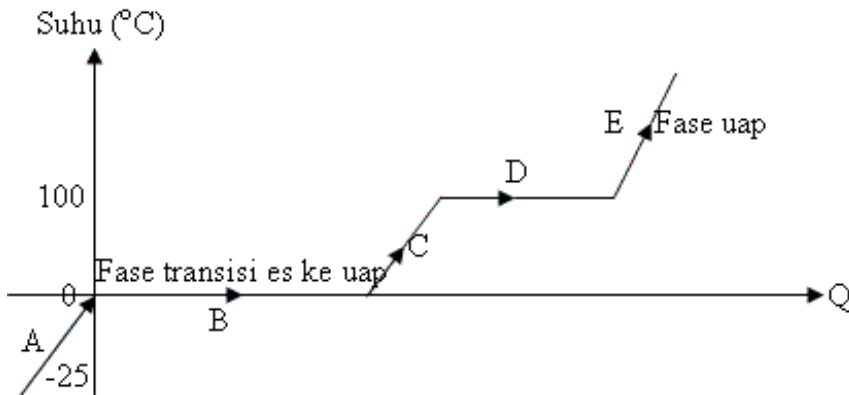
Misalnya; pengukuran menggunakan thermometer celcius, berapa derajat jika menggunakan reamur; maka rumus yang digunakan adalah perbandingan skala antara dua alat ukur tersebut;

$$C : R = 5 : 4; \quad 4C = 5R, \text{ akibatnya } C = \frac{5}{4} R \text{ dan sebaliknya.}$$

Untuk thermometer celcius terhadap thermometer Fahrenheit, menggunakan rumus yang diturunkan dari perbandingan skala yang ada.

3. Perubahan Tingkat Wujud;

Telah diketahui bahwa sesungguhnya benda di alam ini terdiri atas tiga wujud, yaitu padat, cair dan gas. Ketiga wujud benda di alam tersebut disebut *tingkat wujud benda*. Ketiga wujud benda tersebut disebabkan karena adanya kalor yang diterima.



Grafik Perubahan Wujud Air

Apabila kita mengambil sebungkah es yang berupa padatan, kemudian kita letakkan kedalam gelas, kemudian kita amati, maka beberapa saat kemudian akan terlihat ada cairan. Jika diamati terus menerus maka seluruh es berupa padatan tersebut akan berubah menjadi cairan. Setelah itu jika cairan tersebut dipanaskan maka akan berubah menjadi uap, apabila uap tersebut dibiarkan terus hingga jenuh, maka akan terjadi pengembunan yaitu benda berwujud gas berubah menjadi cairan. Dengan kata lain telah terjadi perubahan tingkat wujud es, yaitu dari keadaan padat menjadi cairan, kemudian menjadi uap (gas), dan uap yang jenuh akan dapat berubah menjadi embun (cairan) dan seterusnya.

a. Kalor;

Kalor seringkali disebut energi panas, yang besarnya bergantung dari komponen suhu dan massa benda. Apabila benda yang massanya m berubah suhunya sebesar Δt , maka jumlah kalor yang diperlukan adalah;

$$Q = m c \Delta t$$

Dimana ; Q = jumlah kalor (kkal)

m = massa (kg)

c = kalor jenis benda (kkal/kg°C)

Δt = perubahan suhu (°C)

Pada suhu 0°C es mulai melebur menjadi air. Selama proses peleburan ini suhu tidak berubah, karena kalor diperlukan untuk melebur es dengan suhu 0°C menjadi air seluruhnya pada suhu yang sama (0°C). Setelah es melebur semuanya menjadi air dengan suhu 0°C dan terus dipanaskan, maka air terlihat akan meningkat suhunya, hingga suhunya menjadi 100°C baru berhenti peningkatan suhu tersebut.

Apabila air terus dipanaskan, maka terlihat mendidih. Selama mendidih suhu tetap menunjukkan angka 100°C . Pada keadaan ini terjadilah proses penguapan air. Dengan kata lain air mulai berubah menjadi uap air. Keadaan suhu tetap tersebut akan bertahan selama pemanasan berlangsung hingga seluruh air berubah wujudnya menjadi uap air. Jika pemanasan berlangsung terus hingga menjadi suhu 150°C , maka suhu uap air akan meningkat sesuai dengan peningkatan kalor.

b. Kalor Laten;

Kalor laten adalah kalor yang diperlukan untuk merubah wujud benda, didalam kalor laten ada yang disebut kalor lebur dan kalor uap.

Kalor Lebur; adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk merubah 1 kg zat pada titik leburnya dari keadaan padat menjadi keadaan cair. Bila kalor lebur zat disimbolkan dengan L_{es} , maka; $Q = m L_{es}$. Untuk es kalor leburnya sebesar 80 kkal/kg

Kalor uap; adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg zat pada titik didihnya dari keadaan cair menjadi gas. Bila kalor uap suatu zat disimbolkan dengan L_u , maka ; $Q = m L_u$; dimana besarnya kalor uap air = 540 kkal/kg

4. Kesetaraan Kalor dan Energi Mekanik

Pandangan lama mengatakan bahwa kalor adalah merupakan zat. Apabila dua buah benda saling disinggungkan maka menurut pandangan tersebut akan menjadi aliran zat dari benda yang satu ke benda yang lain.

Kemudian muncul pandangan baru yang dikemukakan oleh Rumford yang bertolak dari hasil pengamatannya terhadap pembuatan laras meriam. Dia mengambil kesimpulan bahwa kalor itu bukan zat.

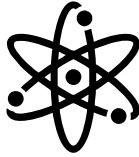
Selanjutnya Joule dengan berbagai percobaannya mengatakan bahwa kalor adalah suatu bentuk energi. Oleh karenanya juga mematuhi hukum kekekalan energi. Apabila dua benda yang berbeda suhunya saling bersentuhan maka akan berlaku ketentuan bahwa kalor yang diterima oleh benda yang satu sama dengan jumlah kalor yang dikeluarkan atau diberikan oleh benda yang lain.

Sebuah percobaan memberikan hubungan antara kalor dan energi, angka yang diperoleh bahwa jumlah usaha yang dilakukan oleh beban yang jatuh adalah; 1 kkal timbul setiap 4.185 joule usaha yang dilakukan. Persamaan ini lebih dikenal dengan kesetaraan kalor mekanis. Dengan kata lain satu kalori setara dengan 4,186 joule.

Soal Latihan;

1. Berapakah jumlah kalor yang harus ditambahkan pada 4 kg air untuk meningkatkan suhunya dari 25°C menjadi 100°C .
2. Dua kilogram air pada suhu 40°C ditambah pada tiga kilogram air pada suhu 10°C . Berapakah suhu akhir dari campuran air tersebut.
3. Berapakah kalor harus ditambahkan pada 80 kg timah hitam yang suhunya 25°C agar melebur. (Kalor jenis timah hitam $130\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, titik didihnya 330°C , dan kalor leburnya 24.600 J/kg)
4. 10 kg air yang suhunya 30°C dicampur dengan sebuah balok es yang suhunya 0°C . Berapakah jumlah es yang melebur.

BAB VI

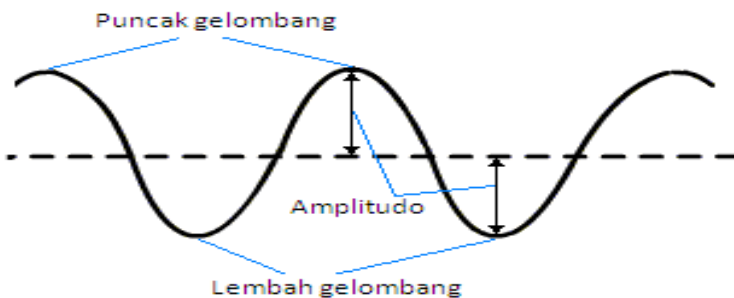


GELOMBANG

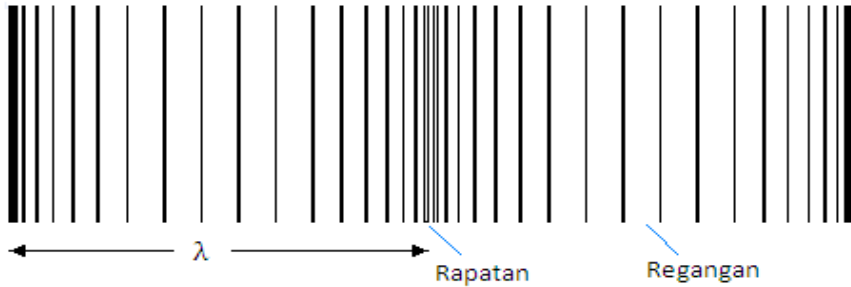
1. Pendahuluan;

Gelombang merupakan rambatan energi, tetapi tidak menghasilkan transport materi. Pada prinsipnya gelombang terbedakan menjadi dua; berdasarkan mediumnya dan berdasarkan arah getarannya. Berdasarkan mediumnya gelombang terbedakan menjadi gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Gelombang mekanik adalah gelombang yang didalam penjarannya memerlukan medium, misalnya gelombang suara, gelombang tali dll. Sedangkan gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dalam perambatannya tidak memerlukan media, misalnya; gelombang cahaya. Menurut arah getarnya, gelombang dibagi menjadi dua, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal adalah gelombang dengan arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatannya. Sedangkan gelombang Longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya berimpit dengan arah rambatnya.

Gelombang Transversal;



Gelombang Longitudinal;



Beberapa definisi tentang gelombang;

- Satu gelombang terdiri dari satu bukit dan satu lembah.
- Frekuensi (f) merupakan jumlah gelombang dalam satu detik
- Periode Gelombang (T); waktu yang diperlukan terjadinya satu gelombang
- Cepat rambat gelombang (v); jarak yang ditempuh gelombang selama satu detik
- Panjang gelombang (λ); jarak yang ditempuh selama satu periode
- Amplitudo (A); simpangan terjauh dari bukit gelombang atau lembah gelombang

2. Bunyi.

Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal. Gelombang bunyi dapat berjalan melalui zat padat, cair, dan gas.

Intensitas gelombang bunyi I (db) diruuskan;

$$I = 10 \log \frac{I}{I_0} , \text{ dimana } I_0 = \text{merupakan intensitas ambang}$$

besarnya 10^{-12} W/m^2

3. Cahaya

Pada dasarnya cahaya merupakan gelombang elektromagnetik yang dapat merambat. Semua benda yang menghasilkan cahaya disebut sumber cahaya. Sebagai contoh

sumber cahaya yaitu matahari, lampu pijar, nyala lilin, dan sebagainya.

Ada tiga macam berkas cahaya yang berasal dari sumber cahaya. Ketiga berkas cahaya tersebut adalah;

- a. Berkas cahaya divergen; berkas cahaya yang berasal dari satu titik dan memancar ke segala arah.
- b. Berkas cahaya konvergen; berkas cahaya yang terkumpul menuju ke satu titik.
- c. Berkas cahaya parallel; berkas cahaya yang titik kumpulnya terletak ditempat tak terhingga.

3.1. Pemantulan cahaya

Jika seberkas cahaya jatuh pada suatu permukaan benda, maka sebagian cahaya akan dipantulkan. Apabila permukaan benda tersebut merupakan bidang datar, maka menurut hukum pemantulan Snellius;

- a. Cahaya datang dan cahaya terpantul terletak pada satu bidang datar, dengan garis normal terletak pada permukaan pantul.
- b. Sudut datang = sudut pantul

Semua benda yang dapat memantulkan cahaya disebut cermin, ada tiga macam cermin; yaitu: cermin datar, cermin cekung dan cermin cembung.

Untuk menentukan jarak benda, jarak bayangan dan focus

cermin menggunakan rumus: $\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}$

Dimana; S = jarak benda; S' = jarak bayangan dan f = focus cermin

Hal yang perlu diperhatikan;

- a. Jarak benda bertanda positif jika pengukurannya berlawanan dengan arah sinar datang dan sebaliknya.
- b. Jarak bayangan bertanda positif jika pengukurannya searah dengan sinar pantul dan sebaliknya.
- c. Fokus bertanda positif jika pengukuran berlawanan arah dengan sinar datang dan sebaliknya.

3.2. Pembiasan Cahaya

Pembiasan terjadi apabila cahaya datang dari medium kurang rapat menuju medium lebih rapat. Dalam hal ini sudut datang lebih besar daripada sudut bias. Hubungan antara sudut datang dan sudut bias dijelaskan menurut hukum Snellius sebagai berikut;

- a. Cahaya datang, cahaya bias, dan garis normal berada dalam satu bidang datar.
- b. Perbandingan sinus sudut datang dan sinus sudut bias menunjukkan harga yang tetap.

Harga perbandingan yang tetap disebut indeks bias relative, bila ditulis secara matematis adalah sebagai berikut;

$$n_{12} = \frac{n_2}{n_1}$$

Indeks bias mutlak adalah perbandingan antara sinus sudut datang terhadap sinus sudut bias apabila zat pertama hampa.

Dalam kehidupan sehari-hari sering melihat orang memakai kaca mata. Kaca mata merupakan alat optic yang merupakan benda bening yang dibatasi oleh permukaan lengkung. Benda bening inilah yang disebut lensa, menurut sifatnya lensa terdiri atas dua macam yaitu lensa cembung (lensa positif) dan lensa cekung (lensa negative).

Hal yang perlu diperhatikan dalam lensa;

- a. Jarak benda bertanda positif jika pengukurannya berlawanan dengan arah sinar datang dan sebaliknya.
- b. Jarak bayangan bertanda positif jika pengukurannya searah dengan sinar bias dan sebaliknya.
- c. Fokus bertanda positif jika pengukuran berlawanan arah dengan sinar datang dan sebaliknya.

Rumus yang digunakan ;

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f} ; \text{dimana } \frac{1}{f} = (n_{12} - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Perbesaran bayangan mengikuti rumus; $M = \frac{h'}{h} = \frac{S'}{S}$

Setiap lensa mempunyai ukuran sendiri-sendiri. Ukuran lensa dinyatakan dengan *kekuatan lensa*. Kekuatan lensa didefinisikan sebagai besaran kebalikan dari jarak titik focus. Satuan kekuatan lensa adalah dioptri, dimana 1 dioptri = 1 meter;

$$\text{disimbolkan } D = \frac{1}{f}$$

Baik peristiwa pemantulan (refleksi) maupun pembiasan (refraksi), maka terbentuknya bayangan berdasarkan tiga sinar utama.

Tiga sinar utama tersebut antara lain;

1. Sinar sejajar sumbu utama akan dipantulkan/dibiaskan melalui focus.
2. Sinar yang melalui focus dipantulkan/dibiaskan sejajar sumbu utama.
3. Sinar yang melalui vertek akan mengikuti hukum pemantulan pada cermin dan akan diteruskan pada lensa.

3.3. Alat Optik.

Alat yang berfungsi untuk membantu mata kita dalam beraktivitas disebut alat optic. Sedangkan mata adalah alat optic terpenting bagi kita, oleh karenanya akan dibahas lebih lanjut.

Jika cahaya masuk pada mata, pertama kali melalui selaput bening tipis yang disebut kornea, lalu melewati cairan, kemudian lewat lensa ke lensa mata. Otot-otot pemegang lensa mata dapat mengatur kedudukan lensa terhadap cairan di depan dan dibelakang lensa. Gerakan pengaturan ini disebut *daya akomodasi* dalam memperjelas penglihatan yang tajam.

Cahaya setelah lewat lensa kemudian melalui cairan di belakang lensa, dan akhirnya sampai kepada retina. Retina merupakan tempat dimana syarat-syarat penglihatan berakhir. Selaput tipis yang berada di depan lensa mata disebut *iris*. Selaput iris berfungsi memberikan pewarnaan pada mata.

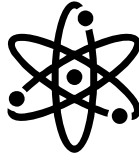
Untuk mata normal benda-benda letaknya tak terhingga sampai 25 cm dari lensa mata dapat terlihat dengan jelas. Jarak terjauh dimana lensa mata masih mampu melihat jelas disebut titik jauh (*punctum remotum*). Jarak terdekat disebut titik dekat (*punctum proximum*).

Ada beberapa kelainan mata, antara lain kelainan yang diakibatkan usia. Kelainan tersebut disebut presbiopik/hiperopik/ mata jauh, dibantu dengan kacamata positif. Sedangkan untuk kelainan mata miopik/mata dekat, dibantu dengan kacamata negative.

Soal Latihan;

1. Apakah yang dimaksud dengan gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
2. Kecepatan bunyi dalam air 1700 m/dt. Carilah panjang gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi 256 hz dalam air.
3. Suatu benda berada 120 cm di depan cermin cekung. Bila jari-jari kelengkungan cermin 30 cm, dimanakah letak bayangan dan bagaimana sifatnya.
4. Suatu benda berada 40 cm di depan cermin cekung yang jari-jarinya 80 cm. Dimanakah letak bayangan dan bagaimanakah sifatnya.
5. Jika cahaya datang dari kaca ke dalam air dengan sudut datang 30° dan dibiaskan dalam air dengan sudut 45° , berapakah indeks bias relative air terhadap kaca.
6. Suatu benda berada 50 cm di muka sebuah lensa yang jarak titik fokusnya 20 cm, tentukan
 - a) letak bayangan benda dan sifatnya;
 - b) Pembesaran bayangan;
 - c) kekuatan lensa

BAB VII



KELISTRIKAN

1. Tegangan Listrik

a. Muatan Listrik.

Muatan listrik ada dua jenis, yaitu muatan listrik positif dan muatan listrik negative. Pada hakekatnya atom dan senyawa bermuatan listrik “netral” artinya jumlah proton (bermuatan positif) dan jumlah electron (bermuatan negative) sama banyaknya. Suatu benda bermuatan negative artinya benda tersebut kelebihan electron, sedangkan benda yang bermuatan positif artinya benda tersebut kekurangan electron.

b. Gaya Elektrostatis.

Gaya elektrostatis dikemukakan oleh Coulomb, menyatakan bahwa apabila dua buah muatan listrik terpisah sejauh r , maka antar muatan listrik tersebut terjadi interaksi. Interaksi yang terjadi berupa gaya eletrostatis; yang dapat berupa gaya tarik ataupun gaya tolak. Gaya tarik ataupun gaya tolak tergantung dari jenis kedua muatan listrik tersebut. Apabila dua muatan listrik tersebut jenisnya sama, maka akan terjadi interaksi gaya tolak. Sebaliknya jika kedua muatan listrik jenisnya tidak sama, maka akan terjadi interaksi gaya tarik.

Besarnya gaya tarik ataupun gaya tolak bergantung dari besarnya muatan listrik masing-masingnya dan jarak antara kedua muatan tersebut. Secara matematis besarnya gaya tarik ataupun gaya tolak diformulasikan;

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad ; \text{dimana } F = \text{Gaya tarik/tolak (Newton)}$$

Q_1 & Q_2 = Besarnya muatan listrik (Coulomb)

r = Jarak antar dua muatan (m)

k = Konstanta $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

c. Medan Listrik.

Medan listrik adalah suatu daerah dari suatu ruang dimana sebuah muatan listrik berada. Dengan kata lain dapatlah dinyatakan bahwa sebuah muatan listrik akan menimbulkan suatu medan listrik di sekitarnya. Suatu medan listrik dapat dihasilkan oleh suatu atau lebih muatan, dapat berupa serba sama atau dapat berbeda besar dan arahnya dari suatu tempat ke tempat lain.

Jika muatan q_0 pada suatu titik tertentu mengalami gaya F , maka medan listrik pada titik tersebut akan mengikuti

hubungan; $E = \frac{F}{q}$

d. Potensial Listrik.

Beda potensial V antara dua titik dalam medan listrik adalah usaha yang diperlukan untuk membawa satu satuan muatan listrik dari suatu titik ke titik yang lain. Jadi pernyataan tersebut dapat dirumuskan; $V = \frac{W}{q}$, satuan beda potensial adalah volt. Dimana 1 volt adalah 1 joule/coulomb.

2. Kuat Arus Listrik

Arus listrik adalah muatan yang bergerak. Gerak muatan listrik dipengaruhi oleh potensial listrik, arus listrik bergerak dari potensial tinggi ke potensial rendah. Arah arus listrik searah

dengan gerak muatan listrik positif dan berlawanan arah dengan gerak muatan listrik negative. Besarnya arus listrik dinyatakan dengan kuat arus listrik, disimbolkan i dan satuannya ampere. Arus listrik merupakan besaran vector karena arah arus listrik tertentu sesuai gerak muatan listrik dari potensial tinggi ke potensial rendah.

3. Tahanan/Resistor/Hambatan

Hambatan berfungsi untuk menahan arus listrik.

Disimbolkan R , dengan satuan ohm (Ω) dirumuskan ; $R = \rho \frac{L}{A}$

Dimana; ρ = resistivitas bahan konduktor

L = panjang konduktor

A = penampang lintang konduktor

4. Hukum Ohm;

Apabila sebuah penghantar berhambatan R , kedua ujungnya diberi beda potensial sebesar V , maka didalam penghantar tersebut akan mengalir arus sebesar i , dimana

$$\text{formulasinya; } i = \frac{V}{R} ; \quad V = R i$$

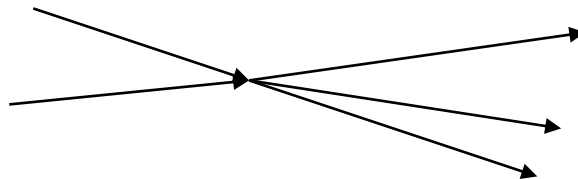
Dimana; R = hambatan (Ω)

i = arus listrik (ampere)

V = tegangan (volt)

5. Hukum Kirchoff I

Dalam satu percabangan jumlah arus yang masuk sama dengan jumlah arus yang keluar; $\sum i_{masuk} = \sum i_{keluar}$

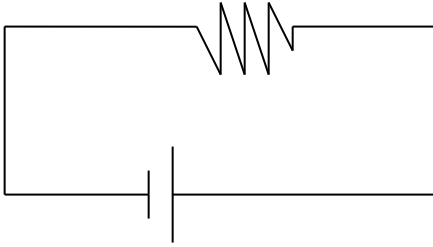


$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

6. Hukum Kirchoff II

Setiap sumber tegangan mempunyai hambatan dalam r . Apabila kutub positif (berpotensial tinggi) dihubungkan dengan kutub negative maka akan terjadi sebuah rangkaian tertutup. Selisih potensial kedua kutub itu disebut gaya gerak listrik ($GGL = E$). Untuk rangkaian tertutup seperti ini berlaku hukum Kirchoff II, yang berbunyi; *Dalam rangkaian tertutup jumlah aljabar GGL dan penurunan potensial sama dengan nol.*

$$\sum E = 0$$



7. Rangkaian Listrik

Berdasarkan hukum-hukum yang ada maka kita kenal dua macam jenis rangkaian, yaitu rangkaian seri dan paralel.

a. Rangkaian Seri;

Ciri rangkaian seri adalah; arus yang masuk pada masing-masing hambatan besarnya sama dengan arus totalnya. Sedangkan tegangan masing-masing hambatan berbeda, tetapi jumlah tegangan masing-masing hambatan sama dengan tegangan totalnya. Akibat ciri tersebut maka kita dapatkan besarnya hambatan pengganti dari hambatan yang terangkai secara seri yang disebut $R_{\text{seri}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

b. Rangkaian paralel;

Ciri rangkaian paralel adalah; arus yang masuk pada masing-masing hambatan besarnya tidak sama akan mengikuti hukum Kirchoff I, tetapi jumlah tegangan masing-masing hambatan besarnya sama dengan tegangan totalnya.

Akibat ciri tersebut maka kita dapatkan besarnya hambatan pengganti dari hambatan yang terangkai secara paralel

$$\text{adalah } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

8. Energi Listrik

Besarnya usaha yang dilakukan untuk mempertahankan arus listrik dapat dinyatakan dengan; $P = V I$;

V = tegangan (volt)

I = arus (ampere)

P = daya listrik (watt)

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha; $W = P \cdot t$

P = daya listrik (watt)

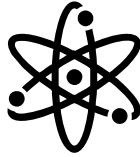
t = waktu (s)

W = energi (joule)

Soal Latihan;

1. Dua muatan listrik $7 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ dan $-3 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ saling tarik menarik. Berapakah jarak antara kedua muatan tersebut, jika gaya yang terjadi 6 N.
2. Berapakah besar gaya yang dilakukan pada sebuah muatan 10^{-5} C dengan kuat medan listrik 60 V/m^2 .
3. Suatu pemanas listrik untuk tegangan 220 volt menghasilkan arus 2 A. Berapakah besar tahanan listriknya.
4. Berapakah besar tahanan kawat tembaga yang panjangnya 30 m dan garis tengahnya 0,6 mm.
5. 4 buah hambatan besarnya sama 6 ohm, berapakah hambatan penggantinya jika hambatan tersebut dirangkai secara seri dan dirangkai secara paralel.

BAB VIII



MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGANNYA

1. Pendahuluan

Semua ciptaan Tuhan di alam ini disebut dengan makhluk. Makhluk ciptaan Tuhan dapat digolongkan menjadi dua golongan besar, yakni makhluk hidup dan makhluk tak hidup. Makhluk hidup adalah makhluk yang memiliki gejala hidup, seperti:

- a. Setiap makhluk hidup memerlukan makan,
- b. Setiap makhluk hidup bernafas,
- c. Setiap makhluk hidup bergerak,
- d. Setiap makhluk hidup tumbuh dan berkembang,
- e. Setiap makhluk hidup melakukan aktivitas ekskresi,
- f. Setiap makhluk hidup menanggapi rangsang,
- g. Setiap makhluk hidup meneruskan generasi (berkembang biak),
- h. Setiap makhluk hidup memiliki umur.

Makhluk tak hidup tidak memiliki gejala-gejala hidup seperti tersebut.

Makhluk hidup di alam ini senantiasa berdampingan dengan makhluk hidup lainnya. Kelompok makhluk hidup yang sama spesiesnya disebut populasi, misalnya populasi gajah, harimau, burung elang, banteng dan lain sebagainya. Suatu individu dapat dianggap sebagai anggota populasi tertentu apabila:

- a. Hidup bersama dalam populasi;
- b. Berfungsi sebagai anggota populasi;

- c. Memiliki persamaan anatomi dan fisiologi dengan anggota lainnya;
- d. Dapat melakukan interhibriditasi dengan anggota-anggota populasi tersebut.

Populasi-populasi yang hidup di suatu daerah dan saling berinteraksi satu sama lainnya disebut komunitas. Hubungan antarspesies di dalam suatu komunitas mempunyai pengaruh besar terhadap berbagai spesies pembentuk komunitas tersebut. Hubungan interaksi populasi ini dapat bermacam-macam sifatnya:

- a. *Netral*, bila tidak ada saling mempengaruhi antarpopulasi.
- b. *Kompetisi*, bila terjadi persaingan antarpopulasi.
- c. *Mutualisme*, bila terjadi hubungan yang saling menguntungkan antarpopulasi
- d. *Predasi*, bila terjadi hubungan populasi yang satu memangsa populasi lainnya.
- e. *Parasitisme*, bila salah satu populasi parasit terhadap populasi lainnya.
- f. *Komensalisme*, hubungan antarpopulasi di mana satu populasi untung tetapi populasi lainnya tidak dirugikan

Di bumi ini banyak ditemukan komunitas, tetapi secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

- a. **Komunitas Terrestrial**, ialah kelompok organisme yang terdapat di darat. Termasuk di sini organisme yang hidup di hutan, padang rumput, gurun pasir, dan lain sebagainya.
- b. **Komunitas Aquatik**, ialah kelompok organisme yang hidup di air seperti di laut, sungai danau, kolam, parit, sawah, dan lain sebagainya.

Pada komunitas yang berbeda terdapat produsen, konsumen, serta pengurai yang berbeda.

2. Lingkungan Biotik dan Abiotik

Setiap makhluk hidup senantiasa berinteraksi dengan lingkungannya. Interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya

disebut ekosistem. Lingkungan suatu organisme dapat dibedakan menjadi:

- Lingkungan Biotik, yaitu makhluk hidup lainnya yang berada di sekitar suatu organisme.
- Lingkungan Abiotik atau Fisik, yaitu benda-benda tak hidup yang terdapat di sekitar organisme.

Komponen biotik atau hayati terdiri dari dari makhluk hidup yang berupa:

- a. *Produsen*, organisme penghasil senyawa organik yang terdiri atas tumbuhan hijau. Organisme ini dapat menyerap energi matahari dan dengan melalui proses fotosintesis diubah menjadi energi kimia.
- b. *Konsumen*, kelompok organisme yang tidak dapat mensintesis makanan sendiri. Kebutuhan akan zat makanan sangat tergantung kepada tumbuhan hijau baik secara langsung atau tidak.
- c. *Pengurai atau dekomposer*, mikroorganisme yang menguraikan senyawa organik menjadi anorganik yang selanjutnya dikembalikan ke ekosistem untuk digunakan lagi oleh produsen.

Komponen Abiotik terdiri atas benda-benda tak hidup serta keadaan yang terdapat dalam suatu ekosistem, misalnya tanah, air, udara, iklim, panas, dingin, lembab, terang, gelap, dan lain sebagainya.

- a. *Tanah*, merupakan tempat tumbuh bagi tumbuhan. Dari tanah tumbuhan mendapatkan air dan mineral untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Tanah juga tempat tinggal hewan dan manusia.
- b. *Udara dan gas-gas pembentuk atmosfer*, Oksigen merupakan gas yang penting bernafas, sedang CO₂ penting untuk proses fotosintesis.
- c. *Air*, merupakan tempat hidup makhluk hidup di air. Air juga merupakan zat yang menentukan kelembaban udara

- yang sangat besar pengaruhnya terhadap makhluk hidup di darat.
- d. *Cahaya matahari*, merupakan sumber energi untuk proses fotosintesis. Juga sangat besar pengaruhnya terhadap organisme lainnya.
 - e. *Suhu atau temperatur*, sangat berpengaruh terhadap organisme. Setiap organisme memiliki batas ambang kemampuan minimal dan maksimal terhadap suhu.
 - f. *Gaya gravitasi*, merupakan faktor yang menentukan pada pertumbuhan tanaman, hewan terbang, dan yang hidup di air yang mengalir.

Antara komponen yang satu dengan yang lainnya saling berhungan dan ketergantungan, oleh karena itu menjaga keseimbangan antarkomponen menjadi sesuatu yang harus dilakukan.

3. Rantai Makanan

Materi dan energi di dalam suatu ekosistem akan selalu mengalami perubahan dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya melalui mekanisme yang sangat rumit. Energi primer dari suatu ekosistem berasal dari cahaya matahari. Selanjutnya oleh tumbuhan hijau diubah menjadi energi kimia, yang jika dimakan oleh herbivora, energi tersebut akan pindah ke tubuh hewan, selanjutnya pindah ke karnivora, ke penguasai, dan seterusnya. Setiap perpindahan energi dari bentuk yang satu ke bentuk lainnya akan disertai dengan pembebasan sebagian energinya.

Perpindahan energi dari sinar matahari yang mula-mula dipakai oleh tumbuhan melalui serangkaian organisme dalam peristiwa makan-memakan dengan arah tertentu disebut rantai makanan (food chain).

Antara makhluk hidup dengan lingkungannya selalu terdapat saling ketergantungan, sehingga perubahan pada salah satu komponen akan menyebabkan perubahan pada komponen lainnya.

4. Perubahan Lingkungan

Lingkungan hidup kita tidak akan tetap selamanya, tetapi selalu mengalami perubahan sejalan dengan perubahan waktu. Antara lingkungan biotik dengan lingkungan abiotik dalam suatu ekosistem senantiasa terjadi interaksi. Akibatnya perubahan salah satu komponen akan mempengaruhi komponen lainnya. Perubahan lingkungan dapat terjadi:

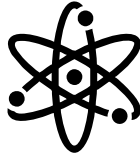
- a. *Secara alamiah*, misalnya kemarau panjang, banjir, gempa bumi, angin ribut, dan lain sebagainya.
- b. *Akibat campur tangan manusia*, misalnya penebangan hutan tak terkendali, pemanfaatan bahan kimia, alih fungsi lahan dan lain sebagainya.

Perubahan lingkungan secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi organisme yang hidup di suatu daerah. Keadaan ini pula yang menyebabkan terjadinya perubahan populasi pada suatu ekosistem, yang pada akhirnya akan berpengaruh pada perubahan komunitas.

Pengaruh perubahan lingkungan terhadap organisme yang hidup di dalamnya sangat bervariasi. Ada organisme yang tidak dapat beradaptasi dan pada akhirnya mati dan punah. Ada pula yang dapat beradaptasi, bertahan hidup, dan mempunyai peluang berkembang biak.

Akibat terjadinya perubahan lingkungan, maka akan terjadi pula perubahan-perubahan komunitas pada ekosistem tersebut. Perubahan tersebut dapat terjadi sedikit demi sedikit dalam jangka waktu tertentu, sampai terjadi komunitas baru yang berbeda dengan komunitas sebelumnya. Peristiwa ini disebut dengan *suksesi*.

BAB IX



STRUKTUR MANUSIA

Tubuh hewan dan manusia tersusun atas sel, jaringan, organ, dan sistem organ. Sel merupakan unit terkecil penyusun tubuh yang yang dapat melakukan aktivitas hidup dan memperbanyak diri. Pada hewan bersel satu seluruh kegiatan hidup dilakukan oleh sel itu sendiri.

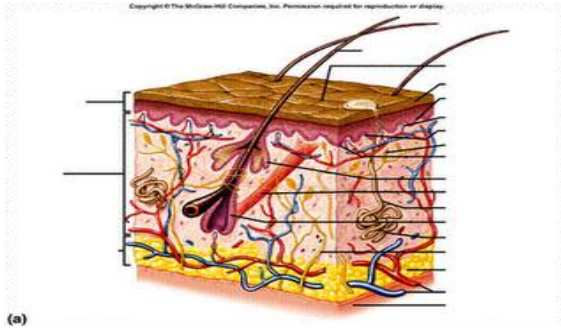
1. Jaringan

Jaringan tersusun dari sel-sel yang sama bentuk dan fungsinya. Jaringan pembentuk organ manusia atau vertebrata terdiri dari empat (4) kelompok, yaitu: jaringan epitel, jaringan otot, jaringan ikat, dan jaringan saraf.

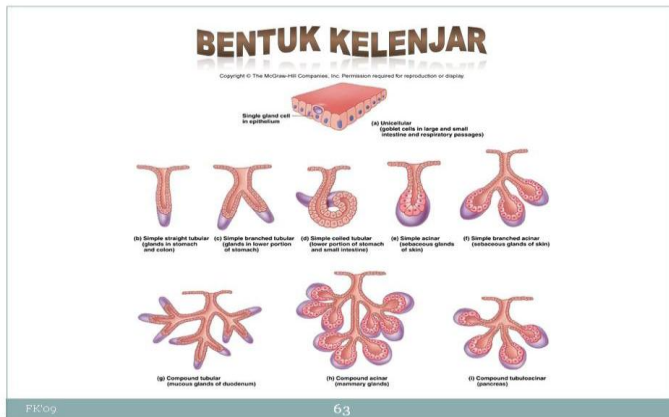
a. Jaringan Epitel

Jaringan epitel merupakan merupakan jaringan penutup tubuh permukaan dalam dan permukaan luar. Jaringan epitel berfungsi sebagai pelindung, sekresi, dan penyerapan. Berdasarkan fungsinya jaringan epitel terdiri dari:

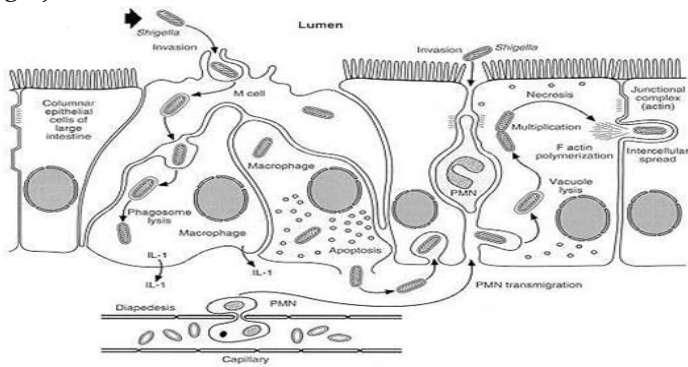
- a) **Epitel pelindung:** epitel yang berfungsi untuk melindungi jaringan yang terdapat di bawahnya. Contoh : epidermis (kulit).



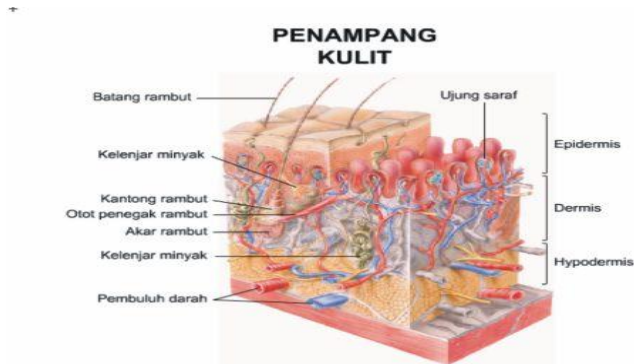
- b) **Epitel kelenjar:** epitel yang sel-selnya pembentuknya menunjukkan aktivitas sekresi, (1) kelenjar eksokrin, hasil sekresinya dialirkan melalui saluran, misalnya kelenjar keringat dan kelenjar ludah. (2) kelenjar endokrin, hasil sekresinya tidak dialirkan melalui saluran, tetapi langsung ke darah, misalnya kelenjar terid, kelenjar adrenal, dan kelenjar hormon lainnya.



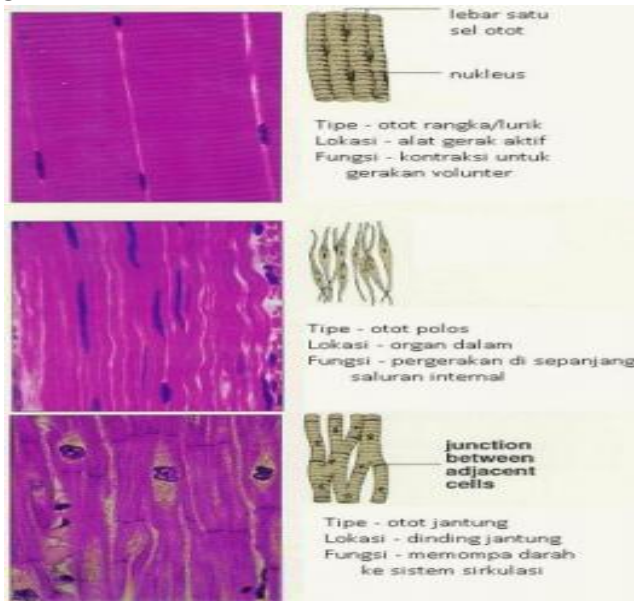
- c) *Epitel penyerap*: epitel yang melakukan penyerapan secara intensif, misalnya epitel usus halus dan epitel nefron ginjal.



- d) *Epitel indera*: epitel yang berfungsi menerima rangsangan dari luar, disebut juga epitelium sensori. Misalnya epitel di sekitar alat-alat indera.



b. Jaringan Otot



Jaringan otot adalah jaringan yang berfungsi sebagai alat gerak aktif. Otot dapat berkontaksi (mengerut). Kontraksi ini dapat berlangsung manakala ada rangsangan oleh saraf atau pengaruh lainnya.

Sel otot dilapisi oleh selaput atau membran yang disebut sarkolema, dan plasmanya sarkoplasma. Setiap serabut otot terbentuk oleh sejumlah serabut halus yang dinamakan miofibril, dan setiap miofibril tersusun atas unit-unit sarkomer.

Otot dapat berkontraksi karena pada sarkomer terdapat protein otot yang disebut aktomiosin, yang memiliki daya kontraksi. Otot akan berkontraksi apabila aktomiosin terurai menjadi aktin dan miosin. Jaringan otot terdiri dari:

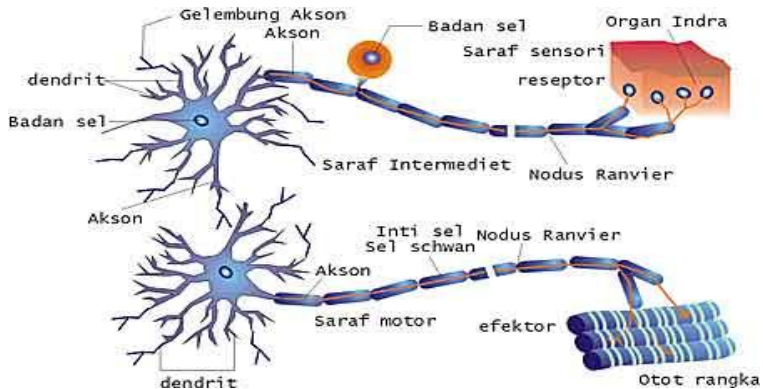
- Otot polos:** sel otot polos berujung runcing dan mempunyai nukleus yang terletak di tengah. Serat miofibril sangat halus dan tidak memiliki garis-garis gelap. Kerja otot polos dipengaruhi oleh saraf outonom (saraf tak sadar) sehingga kontraksinya tak sadar,

gerakannya tidak cepat lelah, dan reasi terhadap rangsangan lemah. Otot ini banyak terdapat pada organ-organ bagian dalam, seperti: saluran pencernaan, pembuluh darah, saluran pernafasan, dan uterus.

- b) *Otot lurik atau otot rangka*: satuan otot lurik lazim disebut serabut, dengan bentuk serabut silindris. Dalam satu serabut otot lurik terdapat banyak inti yang terletak di pinggir. Miofibrilnya mempunyai garis-garis gelap dan garis-garis cerah yang memberi aspek lurik. Sifat kontraksinya sadar menurut kehendak kita karena dipengaruhi oleh susunan saraf pusat. Reaksi terhadap rangsangan cepat, tetapi cepat lelah. Otot lurik banyak terdapat pada rangka, sehingga disebut juga otot rangka. Otot lurik juga terdapat di sekitar anus, mulut, dan mata.
- c) *Otot jantung*: otot jantung tergolong otot lurik, sehingga miofibril dan bentuk selnya seperti otot lurik, tetapi ini terletak di tengah. Otot ini memiliki serabut bercabang yang saling berhubungan melalui ujungnya. Hubungan ini disebut sinsitium. Reaksinya terhadap rangsangan lambat dan tahan kelelahan. Kerja otot jantung dipengaruhi saraf outonom, yaitu simpatetik dan parasimpatetik. Otot jantung merupakan otot pembentuk jantung.

c. Jaringan Saraf

Jaringan saraf berfungsi untuk mengatur dan mengkoordinasikan segala aktivitas tubuh. Jaringan saraf dibentuk oleh sel-sel saraf yang disebut neuron. Neuron terdiri atas dendrit, badan sel, dan neurit.



- a) **Dendrit** : adalah penjurulan keluar dari badan sel yang berfungsi membawa rangsangan ke badan sel.
- b) **Badan sel** : bagian sel saraf yang mengandung inti (nukleus) dengan nukleolus di tengahnya. Sitoplasmanya berganula, berasal dari retikulum endoplasma yang disebut Badan Nissl. Badan sel saraf terletak di pusat saraf dan di ganglion. Ganglian adalah kumpulan badan sel saraf. Ganglian terletak di tempat-tempat tertentu, seperti kiri kanan sumsum tulang belakang.
- c) **Neurit (akson)**: adalah penjurulan panjang dari badan sel yang berfungsi membawa rangsangan dari badan sel ke neuron lainnya. Antara neuron satu dengan neuron lainnya saling berhubungan. Tempat hubungan itu disebut sinapsis.

d. Jaringan Ikat

Jaringan ikat antara lain terdiri dari dari jaringan tulang rawan, jaringan tulang, dan jaringan darah dan limfa.

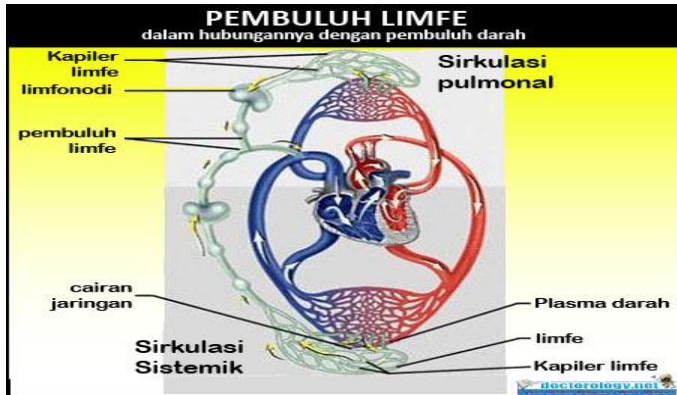
Jaringan Tulang Rawan: sel tulang rawan disebut kondrosit, yang dibentuk oleh kondroblas. Tulang rawan dapat dibedakan menjadi: tulang rawan hialin, tulang rawan elastis, dan tulang rawan fibrosa.

- a) **Tulang Rawan Hialin**: dalam keadaan segar tulang rawan ini bersifat lentur, semi transparan, dan berwarna putih kebiruan. Tulang rawan hialin terdapat pada permukaan persendian, tulang rawan laring, trakea, dan bronki.

- b) **Tulang Rawan Elastis**: dalam keadaan segar tulang rawan ini berwarna kekuningan karena adanya serabut elastis dalam matriks. Tulang rawan elastis terdapat pada daun telinga dan membran niktitans.
- c) **Tulang Rawan Fibrosa**: memiliki banyak serabut kolagin dalam matriks, matrik berwarna keruh dan gelap. Tulang rawan ini terdapat antara lain pada tempat pertautan tendon atau ligamentum pada tulang dekat permukaan persendian.

Jaringan Tulang (osteon): sel tulang disebut osteosit dan berada dalam lakuna. Sel-sel pembentuk jaringan tulang disebut osteoblas. Sel tulang dibentuk berurutan dari arah dalam ke luar, sehingga proses pembentukannya konsentris. Setiap satuan sel-sel tulang mengelilingi pembuluh darah, limfa, dan saraf, membentuk suatu sistem yang disebut sistem Havers. Tulang terdiri dari (a) serabut kolagin yang agak pekat, (b) matrik (bahan dasar) yang mengandung bahan organik yang terdiri dari protein dan bahan anorganik yang sebagian besar terdiri dari kalsium karbonat, dan (c) tulang keras (tulang kompak) yang mempunyai matrik yang rapat padat, sedangkan tulang spons (tulang karang) mempunyai matrik yang berongga.

Jaringan Darah dan Limfa: darah dan limfa termasuk jaringan ikat, sebab: (a) mempunyai sel-sel, yakni sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah, (b) mempunyai bahan dasar, yakni plasma darah (cairan darah), dan (c) mempunyai serabut, yang hanya dapat dilihat dalam keadaan membeku dengan menggunakan mikroskop elektron.



2. Organ

Organ terbentuk dari beberapa jaringan yang saling bekerja sama melaksanakan fungsi tertentu. Misalnya, organ usus halus terdiri dari empat jaringan sebagai berikut: (a) jaringan epitel, tempat penyerapan sari makanan dan menghasilkan lendir, (b) jaringan otot, menghasilkan gerakan paristalsis, (c) jaringan ikat (pembuluh darah) mengangkut sari makanan, (d) jaringan saraf, mengkoordinasikan kerja jaringan epitel, jaringan otot, dan jaringan ikat.

Berdasarkan letaknya, organ dibedakan menjadi dua, yaitu: (a) organ luar: terdiri dari tangan, kaki, hidung, mulut, dan mata. (b) organ dalam: terdiri dari hati, ginjal, usus, jantung, dan paru-paru.

3. Sistem Organ

Setiap sistem organ mempunyai fungsi tertentu. Sistem organ tersusun dari beberapa organ yang bekerjasama melaksanakan fungsi tubuh. Sebagai contoh sistem organ ini adalah:

- a. Sistem peredaran darah, tersusun atas organ jantung, pembuluh darah, dan darah.
- b. Sistem pernafasan, tersusun atas organ hidung, tenggorokan, dan paru-paru.

- c. Sistem pencernaan, tersusun atas organ mulut, faring, tenggorokan, lambung, usus, dan kelenjar.
- d. Sistem pengeluaran, tersusun atas organ ginjal, ureter, kantong kemih, dan uretra.
- e. Sistem saraf, tersusun atas organ otak, saraf, dan simpul saraf.
- f. Sistem indera
- g. Sistem gerak, tersusun atas organ tulang, otot, saraf.
- h. Sistem reproduksi, tersusun atas organ kelamin jantan dan betina.

a. Sistem Peredaran Darah

a) 1. Sistem peredaran darah

Sistem peredaran darah pada manusia berfungsi sebagai alat unyuk mengangkut sari makanan dan oksigen keseluruh bagian tubuh, mengangkut sisa metabolisme dari jaringan tubuh ke alat ekskresi, dan mengedarkan hormon dari kelenjar indokrin ke bagian tubuh tertentu yang mengatur kegiatan fisiologis.

Sistem organ peredaran darah terdiri dari organ-organ: jantung dan pembuluh darah. Pembuluh darah dibedakan lagi menjadi pembuluh darah balik (vena), pembuluh darah nadi (arteri), pembuluh kapiler vena, pembuluh kapiler arteri.

Jantung manusia terletak diantara rongga dada sebelah kiri dan di atas diafragma. Jantung manusia berdinding tiga lapis: a) perikardium (selaput pembungkus jantung), b) mio kardium (otot jantung), c) endokardium (selaput yang membatasi ruang jantung). Otot jantung bekerja secara otomatis, meskipun otot jantung merupakan otot lurik yang memiliki pencabangan (anastomose).

Jantung memiliki 4 ruang, yang terdiri dari 2 serambi (atrium) kiri dan kanan, dan 2 bilik (ventrikel) kiri dan kanan. Bilik jantung berfungsi memompa darah baik ke paru-paru maupun ke pembuluh darah, sedangkan

serambi (atrium) hanya berfungsi menerima darah. Oleh karena itu otot bilik lebih tebal daripada otot serambi. Di antara serambi kiri dan bilik kiri terdapat katup berdaun dua (valvula bikupidal) yang dijaga oleh urat korda tendinae. Oleh sebab itu darah yang mengalir dari serambi kiri ke bilik kiri tidak akan kembali ke serambi. Sedangkan di antara serambi kanan dan bilik kanan terdapat katup berdaun tiga (valvula trikupudal) yang juga dijaga oleh urat tendinae.

Ketika otot bilik berkerut atau berkontraksi, darah dipompakan keluar menuju aorta dan sekaligus menuju arteri paru-paru atau arteri pulmonal. Jika otot bilik mengendur atau relaksasi, maka jantung menerima darah dari venakava superior dan venakava inferior, serta vena paru-paru yang masuk melalui serambi dan menuju bilik kiri. Keadaan otot jantung yang sedang berkontraksi atau jantung mengempis ini disebut sistol, sedangkan keadaan otot jantung yang sedang relaksasi disebut diastol.

Tekanan sistol pada orang normal adalah sekitar 120 mm Hg, dan tekanan diastolnya sekitar 80 mm Hg, yang diukur dengan tensimeter. Jantung berdenyut secara normal sekitar 70 kali tiap satu menit. Denyut jantung dipengaruhi beberapa faktor, seperti: jenis kegiatan, berat badan, kondisi kesehatan, jenis kelamin, dll. Jantung bayi berdenyut lebih cepat dibanding dengan jantung orang dewasa.

Jantung yang bekerja secara terus-menerus sejak manusia masih dalam embrio, memerlukan makan dan O₂ yang diperoleh melalui nadi tajuk koronaria yang berukuran kecil.

Pembuluh darah merupakan bagian dari sistem sirkulasi yang berfungsi mengalirkan darah. Pembuluh darah dibedakan atas tiga bagian utama, yaitu: arteri atau pembuluh nadi, vena atau pembuluh balik, dan kapiler.

Arteri atau pembuluh nadi adalah seluruh pembuluh darah yang mengalirkan darah dengan arah meninggalkan jantung. Dinding otot arteri bersifat elastis dan lebih tebal dari dinding vena atau pembuluh balik. Arteri mempunyai sebuah katup yang berbentuk bulan sabit yang terletak pada pangkal aorta atau batang nadi, yang disebut dengan *valvula semilunar*. Katup ini berfungsi mengatur agar aliran darah tetap searah, yakni meninggalkan jantung.

Pembuluh nadi ini keluar dari bilik jantung sebelah kiri dan mengangkut darah yang kaya akan O₂, sedangkan pembuluh nadi kedua adalah pembuluh yang keluar dari bilik jantung sebelah kanan dan mengangkut CO₂ menuju paru-paru. Pembuluh nadi ini disebut dengan pembuluh nadi paru-paru atau arteri pulmonal.

Pembuluh darah yang mengangkut darah dari seluruh jaringan tubuh menuju jantung disebut dengan pembuluh darah vena atau balik. Pembuluh vena dibedakan menjadi dua, yakni: pembuluh vena pulmonal, dan pembuluh vena kava. Vena pulmonal mengangkut darah yang kaya O₂ dari paru-paru ke serambi sebelah kiri. Vena kava mengangkut darah yang penuh CO₂ dari bagian tubuh atas (*superior*) dan bagian tubuh bawah (*inferior*) menuju serambi sebelah kanan.

Umumnya vena memiliki dinding lebih tipis dari dinding arteri, tetapi diameter vena lebih besar. Vena memiliki katup hampir di sepanjang pembuluh, yang berfungsi untuk mengatur agar darah tetap mengalir menuju jantung.

Peredaran darah dari bilik kanan ke paru-paru, kembali ke serambi kiri, disebut peredaran darah pendek atau peredaran darah kecil. Sedangkan peredaran darah dari bilik kiri menuju seluruh tubuh dan kembali ke serambi kanan, disebut peredaran darah besar atau peredaran darah panjang.

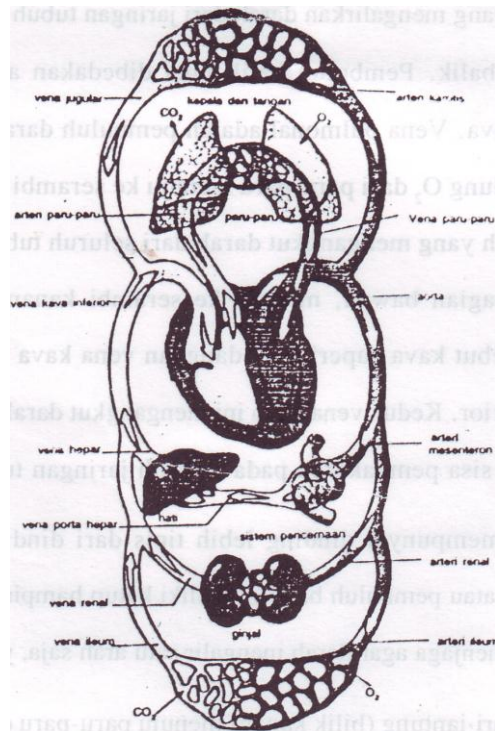
Kapiler merupakan cabang-cabang halus dari arteri maupun vena. Arteri bercabang-cabang lebih halus menjadi arteriol, arteriol bercabang-cabang lebih halus menjadi kapiler arteri. Vena bercabang-cabang-cabang menjadi venula, venula bercabang lebih halus menjadi kapiler vena. Pada kapiler-kapiler inilah terjadi pertukaran gas, dan hasil pertukaran gas diangkut ke vena, dan selanjutnya ke pembuluh balik utama (vena kava) menuju jantung dan paru-paru.

a) 2. Sistem Peredaran Limfa

Sistem peredaran limfa (getah bening) yang merupakan sistem peredaran terbuka, dimulai dari jaringan-jaringan tubuh masuk dalam kapiler-kapiler getah bening dan berakhir di pembuluh balik yang terdapat di bawah tulang selangka kanan.,

Karena cairan getah bening berasal dari cairan tubuh, ada kemungkinan cairan tersebut mengandung kuman-kuman penyakit. Namun kuman-kuman itu akan disaring oleh kelenjar limfa. Di sepanjang pembuluh limfa, sebelum kuman-kuman tersebut dapat masuk ke dalam pembuluh darah, akan dilawan oleh antibodi yang dibentuk oleh limfosit atau sejenis sel darah putih.

Berikut ini merupakan peredaran darah pada manusia:



b. Sistem Pernafasan (Respirasi)

Respirasi pada manusia termasuk dalam jenis respirasi aerob, yaitu respirasi yang membutuhkan oksigen. Respirasi adalah seluruh proses sejak pengambilan O₂, pengeluaran CO₂, sampai dengan penggunaan energi di dalam tubuh manusia. Ditinjau dari gejala;anya, respirasi dapat diartikan sebagai bernafas, mengambil dan mengeluarkan udara pernafasan melalui paru-paru.

b) 1. Saluran Pernapasan

Rongga hidung merupakan saluran pernapasan yang pertama, karena udara dari luar akan masuk lewat rongga hidung (cavum nasalis). Rongga hidung berlapis selaput lendir yang berfungsi sebagai penangkap benda asing yang masuk ke dalam saluran pernapasan. Rongga hidung juga memiliki rambut pendek

dan tebal yang berfungsi untuk menyaring partikel kotoran yang masuk bersama udara. Selain itu, dalam rongga hidung terdapat konka yang berfungsi untuk menghangatkan udara yang masuk.

Struktur lapisan mukosa yang sama dengan tenggorokan, namun tulang rawan pada bronkus Faring merupakan organ berikutnya dalam saluran pernapasan. Udara dari rongga hidung masuk ke faring. Faring merupakan percabangan dua saluran, yaitu saluran pernapasan pada bagian depan dan saluran pencernaan pada bagian belakang. Pada bagian belakang faring terdapat laring (tekak) yang juga merupakan tempat pita suara.

Tenggorokan (trakea) berupa pipa yang panjangnya kurang lebih 10 cm, sebagian terletak di leher dan sebagian lagi di rongga dada (torak). Tenggorokan berdinding tipis dan kaku. Dinding tenggorokan itu dikelilingi oleh cincin tulang rawan dan bersilia pada bagian dalam rongga. Silia-silia ini berfungsi menyaring benda-benda asing yang masuk ke dalam saluran pernapasan.

Tenggorokan bercabang dua, yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri. Bronkus memiliki bentuk tidak teratur. Bronkus bercabang kecil-kecil yang disebut bronkiolus.

Paru-paru terletak di dalam rongga dada bagian atas, di atas diafragma yang berotot kuat. Paru-paru terdiri dari dua bagian, yaitu paru-paru kanan (pulmodekster) yang terdiri atas 3 lobus dan paru-paru kiri (pulmo sinister) yang terdiri atas 2 lobus. Paru-paru dibungkus oleh dua selaput tipis yang disebut pleura, yaitu pleura dalam dan pleura luar. Di antara kedua pleura terdapat rongga berisi cairan yang berfungsi sebagai pelumas paru-paru.

Paru-paru atas bronkiolus, alveolus, jaringan elastik, dan pembuluh darah. Paru-paru berstruktur seperti spon

yang elastik sebagai tempat pertukaran gas. Di dalam paru-paru, bronkiolus bercabang-cabang halus dengan diameter kurang lebih 1 mm, dengan dinding lebih tipis dari bronkus. Bronkiolus berakhir pada alveolus (gugus kantung udara). Alveolus berupa kantong-kantong kecil yang salah satu sisinya terbuka sehingga menyerupai sarang tawon. Karena alveolus berselaput tipis dan tempat muara kapiler darah, pada alveolus dapat terjadi difusi gas pernapasan.

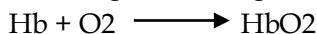
b) 2. Mekanisme Pernapasan

Berdasarkan tempat terjadinya pertukaran gas, pernapasan dapat dibedakan atas dua jenis yaitu *pernapasan luar dan pernapasan dalam*. Pernapasan luar adalah pertukaran udara antara udara dalam alveolus dengan darah dalam kapiler. Sedangkan pernapasan dalam adalah pertukaran udara antara darah dalam kapiler dengan cairan sel-sel tubuh.

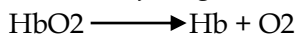
Pada respirasi luar, ketika darah masuk ke dalam kapiler paru-paru yang menyangkut sebagian besar karbon dioksida sebagai ion bikarbonat (HCO_3), ketika karbon dioksida yang tertinggal mulai berdifusi ke luar, maka reaksi berikut terjadi.



Enzim karbonat anhidrase yang terdapat dalam sel-sel darah merah dapat mempercepat reaksi. Ketika reaksi berlangsung, hemoglobin melepaskan ion-ion hidrogen yang telah diangkut sehingga menjadi Hb yang telah siap untuk mengambil oksigen dan menjadi oksihemoglobin



Pada respirasi dalam, arah masuk ke dalam jaringan tubuh, oksigen meninggalkan hemoglobin dan berfusi ke dalam cairan jaringan tubuh.



Difusi itu dapat terjadi karena tekanan oksigen di dalam cairan jaringan rendah. Sebaliknya, tekanan karbon dioksida adalah tinggi, karena karbon dioksida secara terus-menerus dihasilkan oleh sel-sel tubuh. Oleh sebab itu, karbon dioksida akan berdifusi masuk ke dalam darah.

Selama respirasi luar di dalam paru-paru, CO₂ meninggalkan darah O₂ masuk ke dalam darah, dan selama respirasi dalam di dalam jaringan, O₂ meninggalkan darah dan CO₂ masuk ke dalam darah.

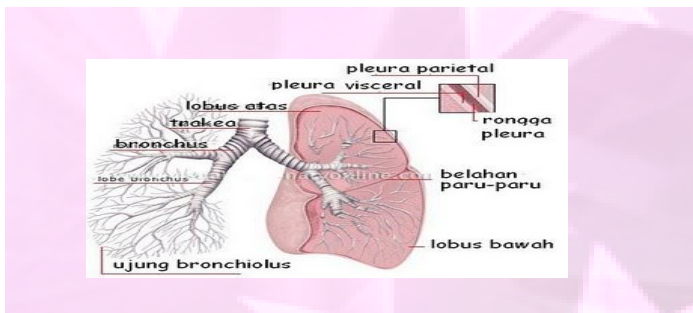
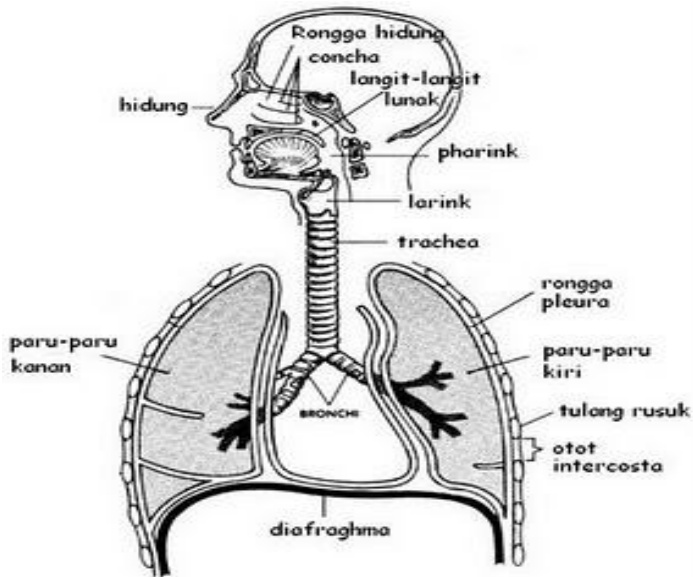
Pemasukan (inspirasi) dan pengeluaran (ekspirasi) udara dalam paru-paru dipengaruhi oleh perbedaan tekanan udara dalam rongga dada dengan tekanan udara dari luar tubuh. Jika tekanan udara dalam rongga dada lebih besar dari tekanan udara di luar tubuh maka udara akan masuk. Jika sebaliknya terjadi maka udara akan keluar.

Mekanisme pernapasan dibedakan atas dua macam, yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut. Pernapasan dada melibatkan otot antar tulang rusuk. Pada fase inspirasi, otot antara tulang rusuk berkontraksi sehingga rongga dada membesar. Akibatnya, tekanan udara dalam rongga dada mengecil sehingga udara luar yang kaya oksigen masuk. Pada fase ekspirasi, otot antara tulang rusuk kembali ke posisi semula atau relaksasi sehingga rongga dada mengecil. Akibatnya, tekanan udara di dalam rongga dada membesar sehingga udara dalam rongga dada yang kaya akan karbon dioksida keluar.

Pernapasan perut melibatkan aktivitas otot-diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada. Pada fase inspirasi, otot diafragma berkontraksi sehingga diafragma mendatar. Akibatnya, rongga dada membesar dan tekanannya mengecil sehingga udara luar dapat masuk. Pada fase ekspresi, otot diafragma kembali ke posisi semula atau relaksasi sehingga rongga dada

mengecil. Akibatnya, udara terdorong keluar dari paru-paru.

ALAT PERNAFASAN MANUSIA

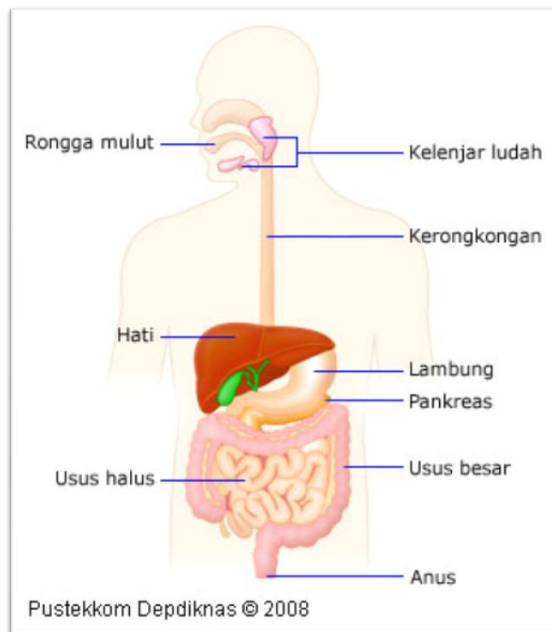
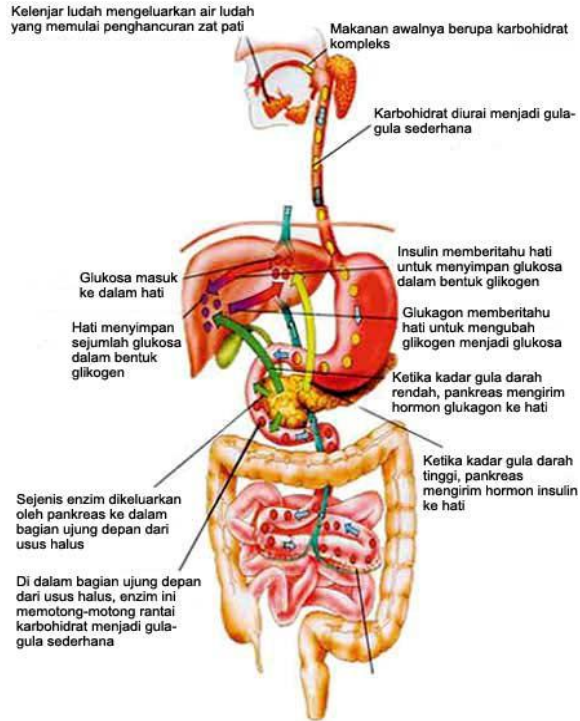


c. Sistem Pencernakan

Agar makanan yang kita makan dapat diserap oleh usus halus, maka makanan itu harus diubah terlebih dahulu dalam bentuk yang lebih sederhana melalui proses pencernaan. Proses pencernaan adalah proses perubahan makanan dari bentuk yang kompleks ke bentuk yang lebih

sederhana. Dengan demikian, proses pencernaan dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu proses pencernaan fisik dan proses pencernaan kimia.

Proses pencernaan makanan melibatkan alat-alat pencernaan. Alat pencernaan dapat dikelompokkan atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan yang membantu proses pencernaan. Saluran pencernaan adalah alat pencernaan yang akan dilewati oleh makanan dan tempat terjadinya proses pencernaan. Sedangkan kelenjar menghasilkan enzim atau zat lain yang diperlukan dalam proses pencernaan. Secara berurutan, alat pencernaan manusia adalah mulut, faring atau tekak, kerongkongan (esofagus), lambung, usus halus, usus besar, rektum, dan anus. Pada saluran pencernaan itu terdapat kelenjar-kelenjar yang menghasilkan enzim pencernaan, seperti hati dan pankreas. Saluran dari kedua kelenjar pencernaan ini bermuara di saluran pencernaan. Selain kelenjar pencernaan, beberapa organ pencernaan juga menghasilkan enzim pencernaan, yaitu mulut, lambung, dan usus halus. Berikut ini gambar alat pencernaan pada manusia:



c) 1. Mulut

Proses pencernaan diawali dengan makanan masuk ke dalam mulut atau Kavum oris. Di dalam mulut makanan itu disederhanakan oleh alas-alas yang membantu dalam proses pencernaan, yaitu gigi, lidah, dan air liur

Menurut fungsinya, gigi dapat dibedakan atas 4 macam, yaitu: gigi seri, gigi taring, gigi geraham depan, dan gigi geraham belakang. Gigi seri (insisivus), berjumlah 8 buah, berfungsi memotong dan menggigit makanan. Gigi taring (kaninus), berjumlah 4 buah, berfungsi merobek makanan. Gigi geraham depan (premolar), berjumlah 8 buah, berfungsi untuk mengunyah makanan. Gigi geraham belakang (molar) berjumlah 12 buah, berfungsi unyuk mengunyah makanan. Gigi geraham belakang ini baru tumbuh setelah kita dewasa.

Berdasarkan strukturnya, gigi dibagi atas puncak (korona), leher, dan akar (radiks). Gigi tersusun atas lapisan terluar yang berupa email, lapisan yang keras dan berwarna putih. Di dalam lapisan itu terdapat dentin dan rongga gigi. Di dalam rongga gigi terdapat pembuluh-pembuluh darah dan urat saraf.

Lidah berfungsi untuk membalik dan mendorong makanan. Di samping itu, lidah memiliki banyak tonjolan (papila) dan sel-sel saraf sehingga kita dapat merasakan manis, asam, asin, dan pahitnya makanan. Bagian lidah yang dapat merasakan manis dan asin ;adalah ujung lidah, bagian tepi lidah sebagai perasa asam, dan bagian pangkal lidah sebagai perasa pahit.

Air liur (saliva) dihasilkan oleh tiga pasang kelenjar air liur (glandula saliva) yang masing-masing terdapat di dekat telinga (kelenjar parotis), rahang bawah (submaksilaris), dan di bawah lidah (kelenjar sublingualis). Air liur terdiri atas 99,5% air yang mengandung lendir dan enzim ptialin. Enzim ptialin

berfungsi mengubah makanan dalam mulut yang mengandung zat karbohidrat (amilum) menjadi disakarida, yaitu maltosa. Enzim ptialin bekerja pada suhu tertentu dan dalam pH sekitar 6,8-7. Selain mengubah karbohidrat menjadi maltosa, air liur juga berfungsi untuk membasahi dan melumasi makanan agar mudah ditelan. Air liur juga mengandung zat imunoglobulin A yang berfungsi untuk mengurangi risiko infeksi mulut.

c) 2. Faring

Faring atau tekak merupakan pertemuan antara saluran pencernaan (rongga mulut dan kerongkongan) dan saluran pernapasan (rongga hidung dan tenggorokan). Pada faring terdapat klep yang disebut epiglotis. Jika makanan dari rongga mulut masuk ke kerongkongan maka epiglotis secara otomatis akan menutup lubang tenggorokan. Pada saat bersamaan anak lidah (uvula) akan menutup saluran yang menuju rongga hidung (nasofaring).

c) 3. Kerongkongan

Kerongkongan hanya merupakan pangkal saluran menuju lambung sehingga pada kerongkongan tidak terjadi proses pencernaan. Makanan dari kerongkongan dapat memasuki lambung disebabkan oleh gerak peristaltis. Gerak peristaltis pada kerongkongan ditimbulkan oleh otot polos yang tersusun secara memanjang dan melingkar. Pada bagian pangkal kerongkongan (faring) berotot lurik sehingga bekerja secara sadar memenuhi kehendak kita pada saat kita menelan. Namun sesudah proses menelan ini hingga sebelum pengeluaran feces, kerja otot tidak menurut kehendak kita.

c) 4. Lambung

Lambung yang terletak di sebelah kiri atas rongga perut, merupakan tempat terjadinya sejumlah proses pencernaan. Lambung terbagi atas bagian kardiak, fundus, dan pilorus. Kardiak adalah bagian atas lambung yang berdekatan dengan hati dan berhubungan dengan kerongkongan. Fundus merupakan bagian tengah lambung yang berbentuk bulat. Sedangkan pilorus adalah bagian bawah lambung yang berhubungan langsung dengan usus 12 jari atau duodenum.

Dinding lambung mengandung sel-sel kelenjar yang berfungsi sebagai kelenjar pencernaan. Kelenjar pencernaan ini menghasilkan getah lambung yang menghasilkan lendir, asam lambung, pepsinogen, dan renin. Lendir atau *cousin* berguna untuk melindungi dinding lambung, dari pengaruh asam lambung (HD). Asam lambung atau HD selain berfungsi membunuh kuman yang tidak tahan terhadap asam, juga mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin. Pepsinogen yang telah diubah menjadi pepsin ini akan memecah protein menjadi pepton atau polipeptida pendek. Sedangkan renin berfungsi untuk menggumpalkan kasein. Selain itu, pencernaan karbohidrat menjadi maltosa, seperti terjadi di mulut, tetap dilanjutkan di lambung sampai enzim amilase dinonaktifkan oleh lambung.

Makanan yang telah berada di lambung, tentu telah mengalami penyederhanaan secara kimia sehingga berbentuk larutan kental yang kita sebut kim. Kim ini akan turun ke usus halus karena tekanan di lambung lebih besar dari tekanan di usus 12 jari. Kim akan melewati usus 12 jari sedikit demi sedikit karena peran semacam katup yang disebut sfinkter.

c) 5. Usus Halus

Usus halus merupakan saluran pencernaan makanan tempat penyerapan sari makanan dan sekaligus tempat terjadinya proses pencernaan terakhir. Usus halus yang panjangnya lebih kurang 8,5 meter terdiri atas tiga bagian, yaitu: usus dua belas jari (duodenum), usus tengah (jejunum), dan usus penyerap (ileum).

Usus dua belas jari merupakan usus halus yang paling pendek, yaitu sekitar 25 sampai 30 cm dan berhubungan langsung dengan lambung. Di samping itu, usus dua belas jari juga merupakan muara saluran dari kantong empedu dan pankreas yang dihasilkan zat-zat yang membantu proses pencernaan. Dalam proses pencernaan itu, usus duabelas jari menghasilkan beberapa enzim, yaitu: enterokinase, sakarase, laktase. Enterokinase mengaktifkan tripsinogen menjadi tripsin, sakarase memecah sakarosa menjadi glukosa menjadi fruktosa, dan laktase memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa.

Empedu dihasilkan oleh hati dan ditampung dalam kantong empedu. Empedu mengandung air, garam-garam empedu, kolesterol, pigmen empedu, dan lesitin. Melalui

saluran empedu, empedu mengeluarkan zat warna empedu. (bilirubin dan biliverdin. Zat-zat tersebut berfungsi menurunkan tegangan butir lemak sehingga dapat diemulsikan untuk pencernaan selanjutnya.

Pankreas adalah suatu kelenjar memanjang yang terdapat di belakang lambung di dekat lipatan usus dua belas jari. Kelenjar pankreas menghasilkan enzim pencernaan dan hormon insulin yang berfungsi mengatur kadar gula dalam darah. Pankreas menghasilkan enzim-enzim lipase, amilase pankreas, tripsinogen, peptidase, dan disakarase dan menyalurkannya ke usus dua belas jari lewat saluran pankreas. Enzim lipase berfungsi memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Amilase pankreas

berfungsi memecah amilum menjadi disakarida, misalnya maltosa. Tripsinogen diaktifkan oleh enterokinase menjadi tripsin yang berfungsi memecah protein dan pepton menjadi dipeptida dan asam amino. Selanjutnya enzim peptidase berfungsi memecah polipeptida dan peptida menjadi asam amino. Sedangkan enzim disakarase berfungsi memecah disakarida menjadi monosakarida.

Setelah melewati usus dua belas jari, sari-sari makanan siap untuk diserap. Proses penyerapan sari makanan akan berlangsung di usus tengah atau jejunum dan sebagian besar terjadi di usus penyerap atau ileum, karena pada permukaan ileum terdapat banyak epitel berjonjot kecil yang berfungsi memperluas permukaan daerah penyerapan. Penyerapan sari makanan ini terjadi melalui kombinasi difusi, mengikuti gradien konsentrasi, dan transpor aktif.

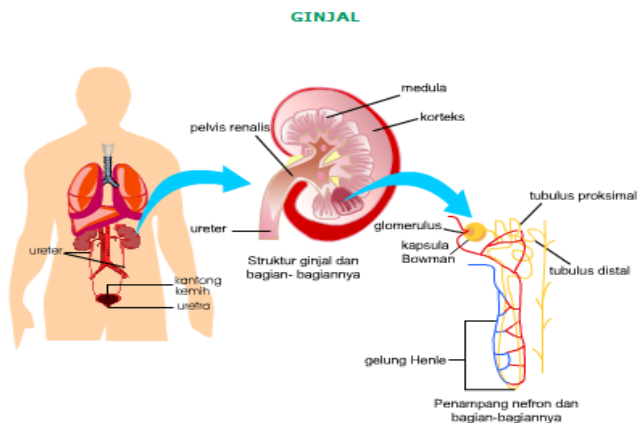
Makanan yang tidak tercerna di usus halus akan diuraikan atau dibusukkan dalam usus besar oleh bakteri Ecoli. Di samping itu, di usus besar juga terjadi proses penyerapan air. Dengan gerak peristaltik, sisa makanan dalam usus besar didorong secara teratur sampai ke rektum. Namun, pada saat kita buang air besar otot sfinkter di anus dipengaruhi oleh otot sadar.

Usus besar atau kolon dibedakan atas 3 bagian, yaitu kolon askenden, kolon transversum, dan kolon deskenden. Kolon askenden atau usus besar menanjak berpangkal pada usus buntu (sekum) yang memiliki umbai cacing atau apendiks. Kolon transversum atau usus besar melintang terletak pada perut di bawah lambung. Kolon deskenden atau usus besar melandas adalah usus besar yang membelok ke bawah yang pada bagian akhirnya terdapat rektum.

d. Sistem Ekskresi.

Proses pengeluaran zat-zat dari dalam tubuh dapat dibedakan atas 3 macam, yaitu: defekasi, ekskresi, dan sekresi. Defekasi adalah proses pengeluaran sisa-sisa pencernaan yang disebut feses, melalui anus. Sisa-sisa pencernaan ini tidak pernah masuk ke dalam sel-sel, sehingga tidak pernah ikut dalam metabolisme sel. Ekskresi adalah proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang sudah tidak berguna bagi tubuh. Zat-zat sisa metabolisme itu dikeluarkan dari tubuh dalam bentuk air kencing atau urine, keringat, pernapasan. Sedangkan sekresi adalah proses pengeluaran zat oleh sel atau kelenjar yang berupa getah dan berguna bagi tubuh untuk melaksanakan aktivitas hidup. Zat-zat itu berupa hormon atau enzim-enzim

Seperti dikemukakan di depan, ekskresi adalah pengeluaran hasil metabolisme yang tak berguna. Ekskresi dilakukan oleh alat ekskresi, yaitu: ginjal, kulit, paru-paru, hati, dan pelepasan (anus). Ginjal mengeluarkan urine, kulit mengeluarkan keringat, paru-paru mengeluarkan karbon dioksida (CO_2), hati mengeluarkan empedu, dan saluran pencernaan mengeluarkan sisa-sisa makanan.



Ginjal merupakan alat pengeluaran utama. Ginjal memiliki beberapa fungsi. Pertama, ginjal mengeluarkan badan buangan yang mengandung nitrogen dan kelebihan

garam. Kedua, ginjal mengatur keseimbangan air dalam tubuh. Ketiga, ginjal mengatur konsentrasi garam dan darah serta keseimbangan asam basa darah.

Kita memiliki sepasang ginjal yang terdapat di rongga perut. Ginjal kita terdiri atas 2 lapisan, yaitu lapisan luar (korteks) dan lapisan dalam (medula). Korteks mengandung satu juta penyaring yang disebut nefron. Tiap nefron terdiri atas badan malphigi atau badan renalis yang tersusun atas kapsula Bowman dan glomerulus. Medula mengandung banyak tubulus rmuara pada tonjolan papila di ruang ginjal (pelvis renalis).

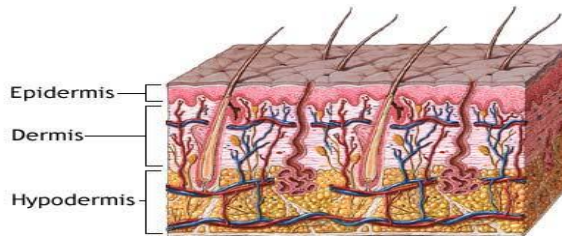
Proses pembentukan urine dalam ginjal terdiri atas 3 tahap, yaitu: filtrasi, reabsorpsi, dan aumentasi. Filtrasi merupakan proses panyaringan darah yang terdapat dalam glomerulus oleh kapsula bowman di dalam badan malphigi. Filtrat glomerulus atau urine primer Yang merupakan hasil penyaringan masih mengandung zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh, seperti glukosa, garam-garam, dan asam amino.

Reabsorpsi merupakan proses penyerapan kembali zat-zat yang masih diperlukan tubuh yang terjadi di tubulus kontorti proksimal. Dengan demikian, urine primer diserap kembali di tubulus kontorti proksimal sehingga dihasilkan filtrat tubulus atau urine sekunder yang mengandung kadar urea lebih tinggi.

Augmentasi merupakan proses pengeluaran zat yang tidak berguna dan tidak dapat disimpan dalam tubuh yang terjadi di tubulus kontorti distal. Di dalam tubulus kontorti distal, pembuluh darah menambahkan zat-zat lain yang tidak dipergunakan lagi dan menyerap kembali kelebihan air. Di sinilah terbentuk urine sesungguhnya yang selanjutnya disalurkan melalui tubulus koligens menuju ke pelvis renalis atau piala ginjal. Dari organ ini, urine dialirkan oleh pembuluh ureter ke kandung urine (vesika urinaria). Selanjutnya melalui uretra, urine dikeluarkan dari tubuh.

Kulit atau integumen merupakan lapisan terluar tubuh kita yang memiliki berbagai fungsi.

- 1) *Pertama*, kulit melindungi tubuh dari gesekan, penyinaran, kuman-kuman, panas, zat kimia, dan lain-lain.
- 2) *Kedu*., kulit berfungsi untuk mengatur suhu badan.
- 3) *Ketiga*, kulit berfungsi sebagai alat peraba. Terakhir, kulit berfungsi sebagai alat ekresi.



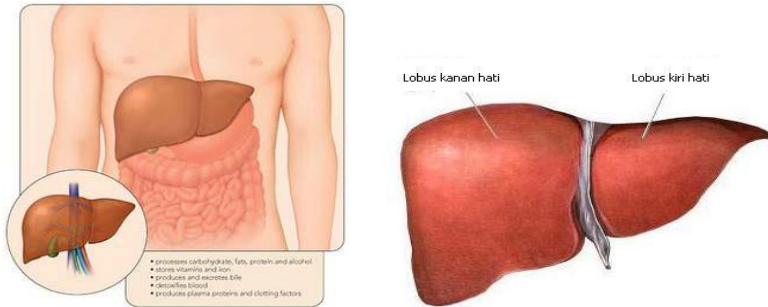
Sebagai alat ekskresi, kulit mengandung kelenjar keringat (glandula sudorifera) yang mengeluarkan 5% sampai dengan 10% dari seluruh sisa metabolisme. Pusat pengatur suhu pada susunan saraf pusat akan mengatur aktivitas kelenjar keringat dalam mengeluarkan keringat.

Keringat mengandung air, larutan garam, dan urea. Oleh sebab itu, pengeluaran keringat yang berlebihan pada pekerja berat dapat menimbulkan hilangnya garam-garam mineral sehingga dapat menyebabkan kejang otot dan pingsan.

Pada bagian dermis, kelenjar keringat akan menyerap air dan garam mineral dari kapiler darah karena letaknya yang berdekatan. Selanjutnya, air dan garam mineral ini akan dikeluarkan pori-pori di permukaan kulit sebagai keringat. Keringat yang keluar akan menyerap panas tubuh sehingga suhu tubuh tetap stabil.

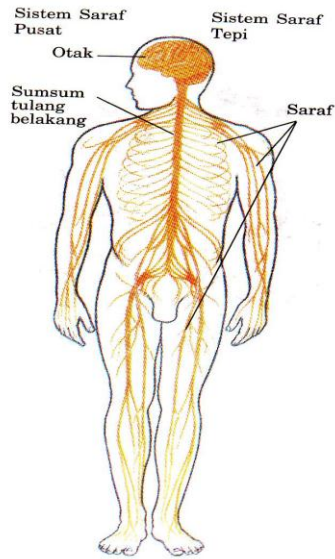
Dalam kondisi normal, keringat yang keluar sekitar 50 cc per Jain. Jumlah ini akan berkurang atau bertambah jika terjadi perubahan faktor-faktor suhu lingkungan, gangguan penyerapan air pada ginjal, kelembaban udara, aktivitas

tubuh, gangguan emosional, penyempitan pembuluh darah. Paru-paru yang fungsi utamanya sebagai alat pernapasan, juga merupakan alat ekskresi karena mengeluarkan zat sisa metabolisme. Karbon dioksida dan air hasil metabolisme di jaringan diangkut oleh darah lewat vena untuk dibawa ke Jantung. Di jantung, zat-zat itu dipompakan ke paru-paru untuk berdifusi di alveolus. Selanjutnya, air dan karbon dioksida diekskresikan di alveolus paru-paru karena pada alveolus bermuara banyak kapiler yang berselaput tipis.



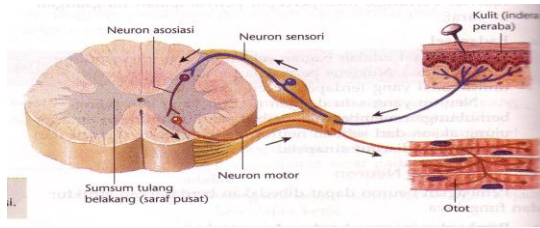
Hati atau hepar, di samping sebagai kelenjar dalam sistem pencernaan, berfungsi sebagai alat ekskresi karena menghasilkan empedu. Hati juga berfungsi merombak hemoglobin menjadi bilirubin dan biliverdin, dan setelah mengalami oksidasi akan berubah menjadi urobilin yang berwarna pada feces menjadi kekuningan. Selain itu, hati mengatur pembuangan kreatinin, yaitu hasil pemecahan protein, untuk kemudian diangkut oleh darah ke ginjal.

e. Sistem Syaraf



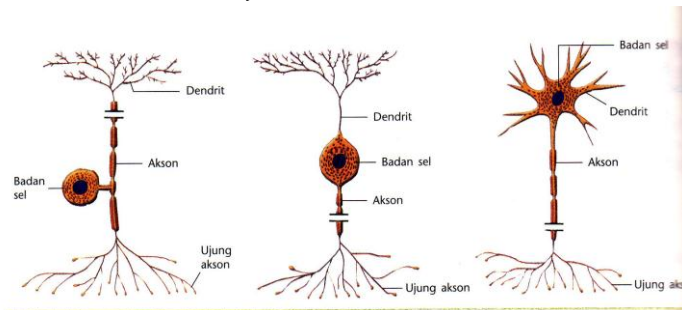
Sistem saraf sangat berperan dalam iritabilita, yaitu kemampuan menanggapi rangsangan yang merupakan salah satu sifat dari makhluk hidup. Sel otot banyak berperan dalam memberikan tanggapan terhadap rangsangan. Kemampuan ini yang memungkinkan kita menyesuaikan diri terhadap perubahan-perubahan lingkungan kita. Dengan demikian, sistem saraf berfungsi untuk mengatur dan mengkoordinasikan segala aktivitas tubuh.

Sistem saraf terbagi atas dua macam, yaitu saraf sadar dan saraf tak sadar atau saraf otonom. Saraf sadar tersusun atas saraf pusat dan saraf tepi, sedangkan saraf tak sadar dibagi atas saraf simpatik dan saraf parasimpatik. Saraf pusat terdiri atas otak besar, otak kecil, otak tengah, sumsum lanjutan, dan sumsum tulang belakang. Sedangkan saraf tepi terdiri atas 12 pasang serabut saraf otak dan 31 pasang saraf sumsum tulang belakang.



Jaringan saraf dibentuk oleh sel-sel saraf yang disebut neuron. Sel saraf terdiri atas 3 bagian, yaitu: badan sel, neurit, dan dendrit. Badan sel memiliki plasma yang bergranula yang berasal dari retikulum endoplasma. Neurit atau akson berupa penjurulan panjang yang berfungsi membawa rangsangan dari badan sel ke neuron lain. Sedangkan dendrit merupakan penjurulan yang keluar dari badan sel dan berfungsi untuk menerima rangsangan.

Berdasarkan fungsinya, sel-sel saraf dapat dibedakan atas 4 macam, yaitu: neuron sensorik, neuron motorik, neuron konektor, dan neuron ajustor.



Sel saraf sensori sel saraf penghubung sel saraf matorik

f. Alat Indera

Kita mempunyai lima macam indera, yaitu: indera pendengar, indera peraba, indera pembau, dan indera pengecap. Dengan memiliki indera tersebut, kita mampu mengenal lingkungan kita dan memberikan respons terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan tersebut.

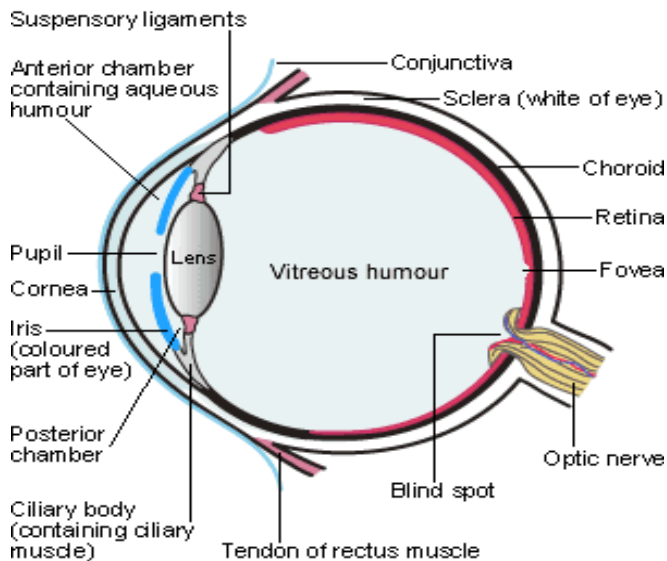
Indera merupakan "jendela" bagi tubuh untuk mengenal dunia luar. Selain itu, dengan reseptor-reseptor

yang terdapat pada masing-masing alat indera, kita mampu mengadakan respons yang dapat digunakan sebagai upaya proteksi terhadap gangguan-gangguan dari luar tubuh.

f) 1. Indera Penglihat

Mata, indera penglihat kita, berbentuk bola, sedikit pipih dari arah depan ke belakang. Dinding bola mata terdiri atas tiga lapisan yang jelas batas-batasnya, yaitu: sklera, koroid, dan retina.

Sklera atau selaput keras merupakan lapisan terluar bola mata dan berwarna putih. Sklera berfungsi melindungi struktur mata yang sangat halus dan membantu mempertahankan bentuk biji mata. Bagian depan sklera yang tembus cahaya disebut kornea. Sklera dipegang oleh enam otot mata, yaitu empat otot rektus dan dua otot obliq. Berikut struktur mata kita:



Koroid atau selaput darah merupakan lapisan tengah bola mata yang berisi banyak pembuluh darah, kecuali di bagian depan. Pada bagian depan lapisan ini sedikit terbuka dan disebut pupil. Pupil ini terletak tepat

di belakang kornea bagian tengah. Koroid berisi gel pigmen di sekitar pupil. Daerah yang mengandung pigmen disebut iris. Retina merupakan lapisan paling dalam bola mata yang sangat kompleks dan lunak. Pada bagian terdalam retina terdapat beberapa lapis sel, yaitu reseptor, ganglia, dan serabut saraf. Retina berisi reseptor untuk rangsang cahaya, sehingga reseptor ini disebut fotoreseptor. Sel-sel fotoreseptor ini ada dua macam, yaitu batang (basilus) dan kerucut (konus).

Sel konus ini berisi pigmen lembayung dan sel basilus berisi pigmen ungu. Karena pigmen-pigmen ini terurai pada saat terkena sinar, pigmen pada sel basilus berfungsi untuk cahaya kurang terang, sedangkan pigmen sel konus berfungsi pada cahaya terang, yaitu untuk membedakan warna. Pembentukan pigmen ungu pada sel basilus terjadi dalam keadaan gelap yang tentu saja membutuhkan waktu. Waktu pembentukan ini disebut adaptasi gelap dan pada saat adaptasi ini mata sulit melihat.

Sel konus terdiri atas tiga macam, yaitu sel konus yang peka terhadap warna merah, hijau, dan biru. Dengan ketiga macam sel konus itu, mata dapat menangkap spektrum warna.

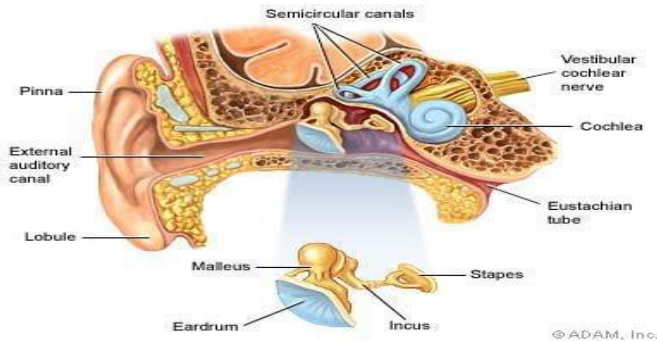
Sinar yang masuk ke mata mengalami pembiasan sebanyak lima kali sebelum sampai di retina. Pembiasan itu terjadi pada saat sinar melalui konjungtiva, kornea, aqueus humor, lensa, vitreous humor, dan pembiasan terbesar di kornea. Untuk mata normal, bayangan benda akan jatuh pada bintik kuning, yaitu bagian yang paling peka terhadap sinar.

Seperti telah dikemukakan di atas, pada saat melewati konjungtiva kornea cahaya dibiaskan. Cahaya dari benda yang dekat membutuhkan lebih banyak pemfokusan dibandingkan dengan benda yang jauh. Dengan mengubah bentuk lensa mata, manusia mengubah

derajat pemfokusan ini. Cahaya dari benda yang jauh difokuskan oleh lensa yang tipis, sedangkan cahaya benda yang dekat difokuskan oleh lensa yang tebal. Perubahan bentuk lensa mata ini diakibatkan oleh kerja otot siliari dan perubahan ini disebut daya akomodasi mata.

f) 2. Indera Pendengar

Telinga, indera pendengar manusia, mempunyai reseptor khusus untuk mengenali gelombang bunyi dan keseimbangan. Telinga manusia terdiri atas tiga bagian utama, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam. Telinga luar berfungsi menangkap gelombang bunyi yang diteruskan ke telinga tengah menuju telinga dalam. Reseptor yang berada pada telinga dalam akan menerima rangsang bunyi dan mengirimkannya berupa impuls ke otak untuk diolah.



Telinga luar terdiri dari daun telinga, saluran luar, dan membran timpani (gendang telinga). Saluran luar telinga dilengkapi dengan rambut-rambut halus yang menjaga agar benda asing tidak masuk, dan kelenjar lilin yang menjaga agar permukaan saluran luar dan gendang telinga tidak kering.

Telinga tengah merupakan rongga yang berisi udara untuk menjaga tekanan udara agar seimbang. Di dalam telinga tengah terdapat saluran Eustachio yang menghubungkan telinga tengah dengan faring. Rongga

telinga tengah berhubungan dengan telinga luar melalui membran tifani. Rongga telinga tengah berhubungan dengan telinga dalam melalui jendela oval dan jendela bundar yang keduanya dilapisi oleh membran yang transparan.

Selain itu, pada telinga tengah juga terdapat tiga tulang pendengar yang tersusun seperti rantai yang menghubungkan gendang telinga dengan jendela oval. Ketiga tulang tersebut adalah tulang martil (*maleus*) menempel pada gendang telinga, tulang landasan (*inkus*) yang terikat erat dengan tulang martil, dan tulang sanggurdi (*stapes*) yang berhubungan dengan jendela oval. Rangkaian tulang-tulang ini berfungsi untuk mengirim gelombang bunyi darigendang telinga menyeberangi rongga telinga tengah ke jendela oval.

Telinga dalam tersusun atas labirin tulang dan labirin membran. Labirin membran terdiri atas 5 bagian utama, yaitu tiga saluran setengah lingkaran (saluran gelung), ampula, utrikulus, sakulus, dan rumah siput (*koklea*). Tiga saluran setengah lingkaran, ampula, utrikulus, dan sakulus merupakan organ kesetimbangan, dan keempatnya terdapat di dalam, rongga vestibulum pada labirin tulang.

Pada telinga dalam, rumah siput (*koklea*) mengandung organ korti untuk pendengaran. *Koklea* terdiri dari tiga saluran yang sejajar, yaitu : saluran vestibulum yang berhubungan dengan jendela oval, saluran tengah dan saluran timpani yang berhubungan dengan jendela bundar, dan saluran yang dipisahkan satu dengan lainnya oleh membran.

Di antara saluran tengah dengan saluran timpani terdapat membran basiler. Sel sensori untuk mendengar tersebar di permukaan membran basiler. Bagian dasar sel pendengar terletak pada membran basiler yang berhubungan dengan serabut saraf yang bergabung

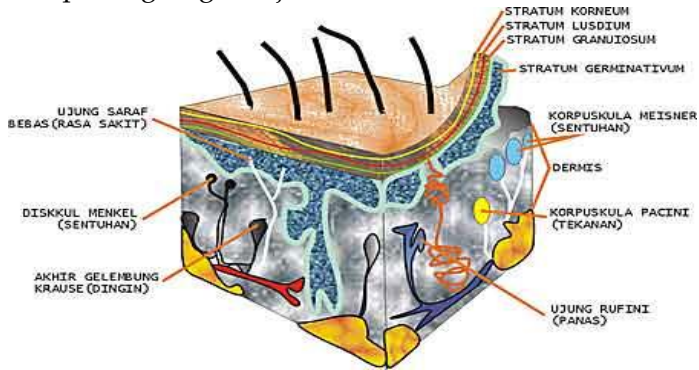
membentuk saraf pendengar. Bagian yang peka terhadap rangsang bunyi disebut organ korti.

Cara kerja indera pendengar adalah sebagai berikut. Gelombang bunyi yang masuk ke dalam telinga luar menggetarkan gendang telinga. Getaran ini diteruskan oleh ketiga tulang pendengar (maleus, inkus, dan stapes) ke jendela oval. Getaran pada jendela oval diteruskan ke cairan limfa yang terdapat di dalam saluran vestibulum. Getaran cairan tadi menggerakkan membran Raissner dan menggetarkan cairan limfa dalam saluran tengah. Perpindahan getaran cairan limfa di dalam saluran tengah menggerakkan membran basiler yang dengan sendirinya akan menggetarkan cairan dalam saluran timpani. Perpindahan ini menyebabkan melebarnya membran pada jendela bundar. Getaran dengan frekuensi tertentu akan menggetarkan selaput-selaput basiler, yang akan menggerakkan sel-sel rambut ke atas dan ke bawah. Ketika rambut-rambut sel menyentuh membran tektorial, maka terjadilah rangsangan atau impuls. Getaran membran tektorial dan membran basiler akan menekan sel sensori pada organ korti dan kemudian menghasilkan impuls yang akan dikirim ke pusat pendengaran di dalam otak melalui saraf pendengaran.

Selain sebagai indera pendengar, telinga juga berfungsi sebagai alat keseimbangan. Alat keseimbangan berupa tiga saluran setengah lingkaran (saluran gelung). Saluran gelung mempunyai beberapa reseptor dan berisi cairan limfa seperti halnya dalam rumah siput. Apabila kepala berubah posisi maka akan terjadi guncangan dalam cairan itu dan akan merangsang reseptor-reseptor sehingga menghasilkan impuls. Impuls akan diteruskan ke cabang-cabang saraf pendengar di otak kecil. Kita kemudian menyadari perubahan posisi kepala tersebut.

f) 3. Indera Peraba

Kulit merupakan indera peraba yang mempunyai reseptor-reseptor khusus untuk sentuhan, panas, dingin, sakit, dan tekanan. Jadi, tiap reseptor hanya cocok untuk satu tipe rangsangan saja.



Distribusi saraf-saraf sensorik pada kulit tidak merata dan terletak pada kedalaman yang berbeda. Sebagai contoh, jika anda menggerakkan ujung pensil di permukaan kulit tanpa menekan, maka yang terangsang hanya saraf untuk sentuhan. Reseptor sentuhan tertutup oleh permukaan kulit (epidermis). Ujung jari, dahi, dan ujung lidah mempunyai banyak reseptor untuk menanggapi

Reseptor rasa sakit merupakan reseptor yang terdapat di seluruh permukaan kulit dengan ujung menjorok masuk ke daerah epidermis. Jika rangsangan cukup kuat maka reseptor ini akan bereaksi. Sensasi rasa sakit yang timbul merupakan suatu upaya untuk melindungi diri, yaitu melindungi dari ancaman bagi tubuh.

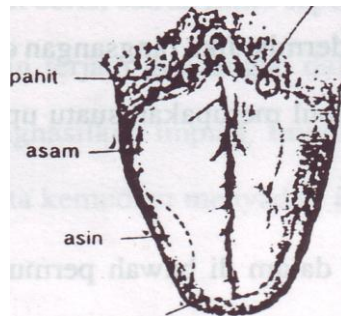
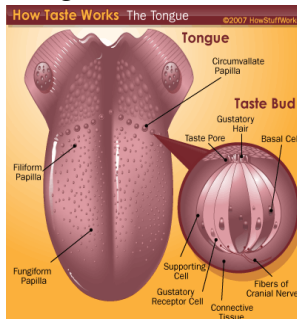
Reseptor tekanan terletak lebih dalam di bawah permukaan kulit dibandingkan dengan reseptor sentuhan, yaitu ujungnya berada di dermis yang jauh dari epidermis. Reseptor untuk panas dan dingin adalah berbeda. Ini merupakan kemampuan protensi tubuh. Apabila kita hanya mempunyai reseptor tunggal untuk menanggapi

dua macam rangsang, yaitu panas dan dingin. maka tubuh kita tidak akan dapat bereaksi terhadap kedua rangsang itu jika kita berada di lingkungan yang amat panas atau amat dingin.

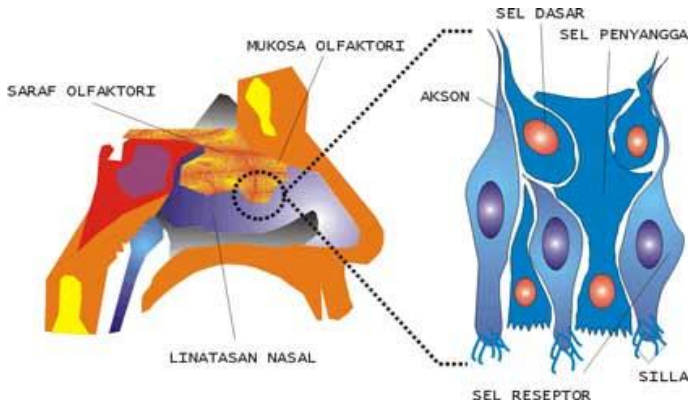
f) 4. Indera Pengecap

Lidah, indera pengecap kita, mempunyai reseptor khusus yang berkaitan dengan rangsangan kimia. Lidah yang merupakan organ yang tersusun dari otot, memiliki permukaan yang dilapisi dengan epitel yang banyak mengandung kelenjar lendir dan reseptor pengecap berupa tunas pengecap. Tunas pengecap terdiri atas sekelompok sel sensori yang mempunyai tonjolan (papila) seperti rambut.

Tonjolan (papila) yang banyak terdapat di permukaan atas lidah, dapat dikelompokkan menjadi tiga macam bentuk, yaitu bentuk benang, bentuk dataran yang dikelilingi parit-parit, dan bentuk jamur. Tunas pengecap terdapat pada parit papila bentuk dataran, bagian samping papila berbentuk jamur, dan permukaan papila berbentuk benang. Berikut struktur indera pengecap kita:



f) 5. Indera Pembau



Hidung, indera pembau kita memiliki kemoreseptor yang terdapat di permukaan dalam hidung, yaitu pada lapisan lendir bagian atas. Reseptor pembau tidak bergerombol seperti tunas pengecap.

Epitel pembau mengandung sekitar 20 juta sel-sel olfaktori yang khusus dengan akson-akson yang tegak sebagai serabut-serabut saraf pembau. Di akhir setiap sel pembau pada permukaan epitel mengandung beberapa rambut-rambut pembau yang bereaksi terhadap bahan kimia dan bau-bauan di udara.

g. Sistem Reproduksi

Reproduksi seksual pada manusia diawali dengan pembentukan gamet. Pembentukan gamet juga dikenal dengan istilah gametogenesis. Secara khusus pembentukan sperma (gamet jantan) disebut spermatogenesis, dan pembentukan sel telur atau ovum (gamet betina) disebut oogenesis. Prinsip yang sama antara kedua gametogenesis adalah bahwa kedua gamet yang dihasilkan adalah haploid yang berasal dari sel yang diploid, dan kemudian mengalami meiosis yang diikuti mitosis.

Spermatogenesis terjadi di dalam testis atau buah zakar yang terletak dalam kantung zakar atau skortum.

Spermatogenesis bermula dari sel yang disebut spermatogonia atau induk sperma, yang mengandung kromosom sebanyak 23 pasang. Kemudian induk sperma berkembang menjadi spermatosit primer yang juga mengandung kromosom sebanyak 23 pasang pula. Setelah melalui pembelahan reduksi, maka terbentuklah spermatosit sekunder yang haploid, dan akhirnya menjadi spermatid. Spermatid mengalami spermatogenesis, pendewasaan dan kemudian menjadi spermatozoa.

Pada oogenesis, sel induk telur atau oogonia mengandung kromosom sebanyak 23 pasang, berkembang menjadi oosit primer yang juga mengandung kromosom yang sama. Agak berbeda dengan spermatogenesis, oosit primer ini akan membelah secara meiosis sehingga kromosomnya menjadi 23 (separohnya), namun di sini yang terbentuk adalah oosit sekunder dan sel yang bentuknya lebih kecil yang disebut badan kutub primer. Selanjutnya oosit sekunder membelah secara mitosis menjadi ootid dan badan polar sekunder. Akhirnya ootid berkembang menjadi ovum. Berbeda dengan spermatogenesis yang menghasilkan spermatozoa yang jumlahnya empat, oogenesis ovum yang dihasilkan hanya satu.

Perkembangan sel telur (ovum) pada manusia terjadi secara periodik. Setiap 28 hari sel telur dibebaskan dari kantong telur (ovarium). Peristiwa pelepasan telur ini dikenal dengan istilah ovulasi. Sel telur yang terlepas itu segera masuk ke saluran telur yang disebut Tuba Falopii.

Apabila sel telur itu bertemu dengan sperma yang masuk melalui vagina, maka sel telur itu akan dibuahi atau terjadi fertilisasi sehingga membentuk zigot. Zigot akan mengalami beberapa kali pembelahan sehingga menjadi embrio yang menempel di uterus.

Di dalam uterus, embrio itu dihubungkan dengan jaringan ibunya melalui tali pusat atau plasenta untuk kelangsungan hidup embrio tersebut. Jadi, zat makanan dan

oksigen diperoleh embrio dari ibunya melalui tali pusat. Sebaliknya, zat-zat ekskresi yang dikeluarkan embrio juga disalurkan lewat tali pusat menuju ibunya.

Embrio dilindungi oleh beberapa selaput, yaitu: amnion, korion, dan alantois, yang masing-masing mempunyai tugas khusus. Amnion merupakan selaput yang berisi cairan amnion yang berfungsi untuk menjaga embrio dari guncangan, tekanan, dan benturan. Korion adalah selaput yang berada di sebelah luar dari amnion yang berperan dalam pembentuk ari-ari. Alantois merupakan kantung kecil yang masuk ke dalam jaringan tungkai badan yang berfungsi sebagai organ respirasi dan pembuangan sisa metabolisms.

h. Sistem Alat Gerak

Sebagian besar sistem dalam tubuh manusia tersusun dari organ-organ dan jaringan-jaringan yang bertekstur lemah. Oleh sebab itu, organ-organ itu perlu dilindungi dan ditopang agar organ-organ itu mempunyai bentuk yang tetap. Perlindungan dan penopangan terhadap organ-organ tubuh itu dilakukan oleh rangka. Selain itu, tanpa rangka tubuh tidak akan memiliki bentuk.



Rangka tubuh (skeleton) manusia berfungsi di samping melindungi, menopang dan menstabilkan tubuh, juga memiliki peran penting dalam membuat gerakan. Selain itu, rangka tubuh juga berfungsi sebagai tempat melekat otot, tempat penimbunan mineral, dan tempat pembentukan sel-sel darah merah.

Manusia memiliki rangka dalam (endoskeleton) yang terdiri atas tulang-tulang sejati (tulang keras atau sering disebut tulang saja) dan tulang rawan (kartilago). Tulang rawan memiliki penampakan yang berbeda dengan tulang, karena tulang rawan lebih transparan dan lentur dibandingkan dengan tulang.

Rangka manusia dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu: tengkorak yang berfungsi melindungi otak, tulang badan yang berfungsi menopang tubuh secara keseluruhan dan membentuk tubuh, dan tulang-tulang anggota yang berfungsi menopang anggota gerak dan melekatkan otot ke tubuh. Tengkorak dan tulang badan, yaitu tulang belakang, tulang dada, dan tulang rusuk, disebut rangka sumbu, sedangkan tulang-tulang anggota tubuh disebut rangka tambahan.

Tengkorak tersusun dari 22 tulang dan terbentuk dari tempurung kepala (kranium), tulang muka, dan rahang. Tempurung kepala atau kranium mengelilingi dan melindungi organ yang vital, yaitu otak. Tempurung ini memiliki lubang khusus di atasnya yang disebut foramen magnum sebagai jalan untuk saraf dan pembuluh darah yang menuju dan meninggalkan otak dan sumsum belakang.

Tulang-tulang muka terletak di bagian muka kepala. Tulang ini terdiri atas 14 tulang yang menyusun bentuk khusus muka, seperti rongga mata untuk melindungi mata, rongga hidung, langit-langit, rahang atas dan bawah, serta gigi. Semua tulang muka, kecuali rahang bawah (mendibula), bersatu dan tak dapat digerakkan. Sedangkan rahang bawah dapat digerakkan untuk mengunyah dan berbicara.

Tulang badan terdiri atas tiga bagian, yaitu dada, bagian belakang, dan bagian panggul. Setiap bagian tulang ini tersusun atas otot dan tulang-tulang yang melindungi rongga tubuh. Bagian dada terdiri atas ruas tulang belakang, tulang rusuk, dan tulang dada. Bagian tulang belakang hanya terdiri atas ruas tulang belakang. Sedangkan tulang panggul tersusun atas tulang pinggul, tulang belakang, dan tulang kemaluan.

Seperti telah dikemukakan, tulang belakang berada di tengah tubuh yang menopang seluruh tubuh dan melindungi organ-organ lunak di dalam rongga tubuh, nienyokong tubuh dan menjaga kemandapan tubuh. Tulang belakang terdiri atas 33 ruas tulang belakang yang dapat melakukan gerakan berbeda sesuai dengan letaknya, walaupun semua ruas itu memiliki bentuk dasar yang sama. Tiap ruas tulang belakang memiliki lubang di tengah yang berhubungan satu dengan yang lainnya sehingga membentuk saluran spinal. Saluran ini melindungi sumsum tulang belakang di sepanjang tulang belakang. Selain itu, beberapa bagian ruas berbentuk taju atau tonjolan yang berfungsi memperkuat tulang.

Apabila kita mengamati tulang belakang maka kita akan melihat bahwa tulang belakang itu tidak lurus, tetapi terdapat bagiannya yang melengkung. Lengkungan ini memiliki kegunaan yang sangat penting untuk membantu tubuh dalam menjaga keseimbangan berat kepala, badan, dan anggota gerak.

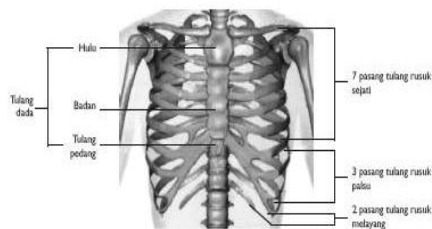
Ruas-ruas tulang belakang memiliki bentuk yang bervariasi karena ruas-ruas itu mempunyai tugas yang berbeda. Tujuh ruas tulang leher memiliki tonjolan kecil, sehingga tulang-tulang ini agak lentur dan dapat digerakkan, misalnya untuk gerak kepala. Dua belas ruas tulang punggung memiliki tonjolan dan tempat melekatnya tulang rusuk sehingga gerakan pada tulang-tulang ini kurang lentur. Lima ruas tulang pinggang atau lumbar memiliki ukuran dan tonjolan agak besar sehingga tulang-tulang itu sukar

digerakkan tetapi sangat kokoh. Lima ruas tulang kelangkang atau sakrum yang bersatu sehingga tulang ini tidak dapat digerakkan. Tulang kelangkang ini menjadi bagian dari gelang pinggul. Sebanyak 3 sampai 5 ruas tulang ekor atau koksiks yang bersatu memiliki ukuran yang kecil dan tidak berfungsi. Tulang ekor ini berada di ujung belakang. Berikut gambar struktur tulang belakang kita:



Tulang rusuk dan dada memiliki susunan sebagai berikut. Tulang rusuk terdiri atas 7 pasang rusuk sejati atau kosta vera, 3 pasang rusuk palsu atau kosta spurula, dan 2 pasang rusuk melayang atau kosta fluktuatens. Sedangkan tulang dada terdiri atas bagian hulu (manubrium sterni), bagian badan (corpus sterni), dan taju pedang (processus xyphoigeus).

Bagian-bagian dari tulang dada dan penyusun tulang rusuk pada manusia terdiri atas 12 pasang
Terdiri atas apakah tulang rusuk manusia?



Seperti yang telah dikemukakan di atas, tulang panggul terdiri atas tulang pinggul, tulang belakang, dan tulang kemaluan. Tulang pinggul dan tulang kemaluan membentuk gelang panggul. Berdasarkan tempatnya, tulang anggota tubuh dibedakan atas dua kelompok, yaitu tulang anggota depan dan tulang anggota belakang.

Tulang anggota melekat pada tubuh dengan bantuan rangka gelang. Tulang anggota depan dilekatkan oleh pangkal lengan (humerus), sedangkan tulang anggota belakang dilekatkan oleh tulang paha (femur). Di tulang anggota depan, pada siku berpangkal dua tulang lengan bawah, yaitu tulang hasta (ulna) dan tulang pengumpil (radius).

Tulang pengumpil dapat digerakkan di atas tulang hasta lewat gerakan memutar. Di bawah tulang hasta dan pengumpil terdapat tulang pangkal lengan (karpal), tulang tapak tangan (metakarpal), dan tulang jari tangan (falang). Sedangkan pada tulang anggota belakang setelah tulang paha terdapat tulang tempurung lutut (patella), tulang betis (fibula), dan tulang kering (tibia).





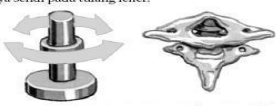

Di bawah tulang betis dan tulang kering terdapat tulang pangkal kaki (tarsal), tulang tapak kaki (metatarsal), dan tulang jari kaki (falang). Tulang-tulang di dalam tubuh manusia berhubungan-hubungan baik secara erat maupun tidak erat. Hubungan antara dua tulang disebut sendi. Berdasarkan besar-kecilnya gerak yang terjadi antara kedua tulang, sendi

dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu: diartrosis, amfiartrosis, dan sinartrosis.

Diartrosis adalah sendi yang dapat digerakkan dengan sangat leluasa, misalnya sendi yang menghubungkan antara skeleton aksial dan skeleton apendikuler. Amfiartrosis adalah sendi yang gerakannya sangat terbatas, misalnya sendi antara tulang iga dan tulang belakang, dan antara ruas tulang belakang. Sinartrosis adalah sendi yang tidak dapat digerakkan, misalnya sendi-sendi pada tulang-tulang tengkorak. Kebanyakan persendian pada tubuh manusia adalah sendi diartrosis. Persendian jenis ini pada umumnya memiliki struktur terdiri dari tulang rawan sendi, kapsul sendi (bursa), dan cekung sendi (sinoval).

Persendian diartrosis meliputi berbagai macam persendian, yaitu: sendi luncur, sendi engsel, sendi putar, sendi pelana, dan sendi peluru. Sendi luncur terdapat pada hubungan antara ruas-ruas tulang belakang sehingga memungkinkan kita melakukan gerakan membungkuk. Sendi engsel merupakan sendi yang hanya mampu bergerak pada satu arch, seperti sendi pada lutut, siku, dan ruas-ruas jari. Sendi putar memungkinkan tulang yang dihubungkan dapat melakukan gerakan berputar, seperti sendi antara tulang atas dan tengkorak, pergelangan tangan, tulang pergelangan kaki. Sendi pelana merupakan sendi yang berporos dua tetapi dapat bergerak lebih bebas seperti gerak orang naik kuda, misalnya pada tulang ibu jari.

Sendi peluru merupakan sendi yang memungkinkan gerak dapat terjadi secara lebih bebas, seperti sendi antara tulang papa (femur) dan tulang pinggul, dan sendi antara tulang lengan atas (humerus) dan tulang belikat (skapula).

1. Sendi peluru, memungkinkan gerakan yang bebas hampir ke segala arah, misalnya sendi antara lengan atas dan bahu.

Contoh sendi peluru yang terdapat pada tulang bahu.
2. Sendi engsel, memungkinkan gerakan satu bidang seperti pada engsel pintu atau jendela, misalnya sendi pada siku dan lutut.

Sendi engsel terdapat pada siku tangan.
3. Sendi putar, memungkinkan gerakan memutar, misalnya sendi pada tulang leher.

Sendi putar yang memungkinkan gerakan memutar, misalnya seperti pada tulang leher.
4. Sendi geser, memungkinkan pergeseran antar tulang, misalnya sendi yang terdapat pada tulang belakang.

Sendi geser terdapat pada sumbu tulang belakang kita.

Tulang tak akan dapat digerakkan tanpa otot. Persendian tulang sebagai suatu konstruksi untuk pergerakan dikelilingi oleh otot. Otot tersusun atas sel-sel otot yang mampu menghasilkan gerak. Jika otot mendapat rangsangan, sel otot itu dapat berkontraksi.

Otot berkontraksi menjadi pendek karena bagian tengah otot itu menebal, mengakibatkan tulang tempat otot itu bertaut dapat tertarik. Oleh karena itu otot mampu menggerakkan tulang maka otot disebut alat gerak aktif.

Jaringan otot tersusun dari sejumlah berkas otot yang dibungkus oleh fascia superfisial. Berkas otot terdiri atas serabut-serabut otot yang terbentuk oleh sel-sel otot. Sel-sel otot tampak lurik karena susunan protein otot berupa fibril, yaitu aktin dan miosin. Protein otot inilah yang menyebabkan adanya bagian gelap dan terang pada otot itu.

Jenis otot menurut bentuk selnya adalah otot lurik dan otot polos. Sedangkan menurut sifatnya, otot dikelompokkan atas otot sadar dan otot tak sadar. Selain itu, menurut lokasinya otot dibedakan atas otot dalam dan otot rangka. Sedangkan berdasarkan tempat melekatnya otot dikelompokkan atas otot rangka dan otot kulit. Otot lurik umumnya merupakan otot sadar yang bekerja berdasarkan

perintah otak. Contoh otot semacam ini adalah otot-otot yang melekat pada rangka. Sedangkan otot polos merupakan otot tak sadar sehingga dapat bekerja tanpa perintah otak. Otot-otot pada organ dalam merupakan otot-otot jenis ini, kecuali otot jantung yang bentuk selnya seperti otot lurik tetapi dapat bekerja secara tak sadar. Otot lurik berfungsi untuk melaksanakan kerja, seperti: berjalan, memegang, dan mengangkat. Sedangkan otot polos berfungsi untuk transpor makanan dan mengalirkan darah pada pembuluh darah. Untuk memompa darah ke seluruh tubuh, jantung digerakkan oleh otot jantung.

Seperti telah dikemukakan di bagian depan bahwa otot bekerja dengan dua cara, yaitu berkontraksi atau memendek dan menebal, dan relaksasi atau kembali ke keadaan semula. Pada saat otot memendek maksimal, otot berada pada keadaan tonus kemudian diikuti relaksasi. Namun, apabila tonus tidak diikuti dengan relaksasi maka keadaan otot semacam ini disebut kejang (tetanus).

Bagian otot yang berkontraksi sesungguhnya adalah sel-sel otot. Pada saat sel otot menerima rangsangan maka asetilkolin, zat ester asetil dari kolin yang peka terhadap rangsangan dan sekaligus pemindah rangsangan yang dihasilkan oleh bagian ujung serabut saraf, terpengaruh. Asetilkolin yang terlepas akan membebaskan ion kalsium yang berada diantara sel-sel otot. Ion kalsium ini mengangkut troponium dan tropomisin dalam otot menuju aktin. Oleh sebab itu, posisi aktin berubah dan perubahan ini mempengaruhi filamen penghubung. Aktin mendekati miosin sehingga aktin dan miosin bertempelan membentuk aktomiosin. Akibatnya, benang sel menjadi pendek atau dikatakan otot sedang berkontraksi.

Sedangkan apabila ion kalsium itu masuk kembali ke plasma sel maka ikatan antara troponium dan ion kalsium lepas, sehingga pelekatan aktin dan miosin pun lepas. Keadaan inilah yang disebut otot relaksasi.

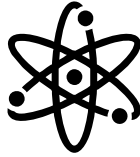
Perlu Anda ketahui bahwa kegiatan kontraksi otot memerlukan energi. Energi yang digunakan kontraksi dipenuhi dalam bentuk energi kimia. Energi ini diambil dari molekul ATP (Adenosin trifosfat) dan kreatinfosfat yang berenergi tinggi. Energi ini menggerakkan filamen penghubung antara aktin dan miosin. Kreatinfosfat menyumbangkan fosforil pada ADP (Adenosin difosfat) selama otot berkontraksi. ATP yang dihirolisis akan terurai menjadi ADP dengan mengeluarkan energi. Apabila ATP telah habis dan tinggal ADP maka ADP ini juga akan terurai menjadi AMP (Adenosin monofosfat). Pada fase ADP menjadi AMP ini otot tidak dapat berkontraksi lagi, sebab energi yang dihasilkan tidak mencukupi. Oleh sebab itu ATP harus dibentuk kembali.

ATP dibentuk dari gula otot yang berupa glikogen. Glikogen akan dilarutkan menjadi laktasidogen atau pembentuk asam laktat (asam susu) yang kemudian diuraikan menjadi glukosa dan asam susu. Melalui aktivitas respirasi atau pemasukan O₂, glukosa dipecah menjadi H₂O dan CO₂ sambil membebaskan energi. Energi yang dihasilkan ini akan digunakan untuk membentuk ATP.

Berdasarkan sifat kerjanya, gerak otot dibedakan menjadi dua macam, yaitu antagonis dan sinergis. Kerja otot antagonis atau berlawanan terjadi bila salah satu otot berkontraksi, sedangkan otot yang lainnya relaksasi. Sebagai contoh adalah otot biseps (kontraksi) dan otot triceps (relaksasi).

Gerakan-gerakan anggota tubuh yang menyebabkan otot bekerja secara antagonis, antara lain gerak meluruskan (ekstensor) dan membengkokkan (fleksor) lengan atas, gerak menengadahkan (supinator) dan menelungkupkan (pronator) telapak Langan. Sedangkan kerja otot sinergis atau searah, terdapat pada gerak pronator teres dan pronator kuadratus atau gerak memutar lengah bawah.

BAB X



STRUKTUR TUMBUHAN

Seperti halnya tubuh manusia dan hewan, tubuh tumbuhan juga tersusun atas sel, jaringan, organ, dan sistem organ. Sel merupakan unit terkecil penyusun tubuh yang yang dapat melakukan aktivitas hidup dan memperbanyak diri. Pada tumbuhan bersel satu seluruh kegiatan hidup dilakukan oleh sel tersebut.

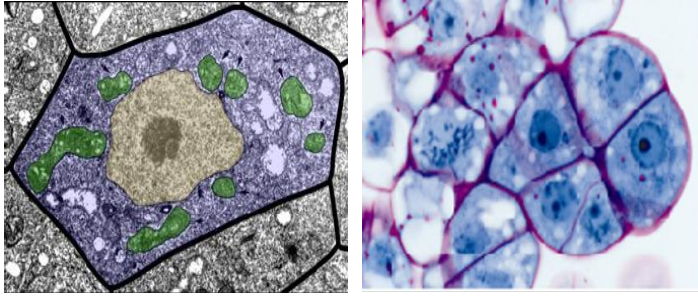
Jaringan adalah kumpulan sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Berbagai jaringan bersatu membentuk suatu organ yang menjalankan fungsi tertentu. Organ-organ bersatu membentuk sistem organ. Antarorgan dalam sistem organ terjadi koordinasi.

1. Jaringan pada Tumbuhan

Berdasarkan kemampuannya dalam memperbanyak diri, jaringan tumbuhan dapat dibedakan ke dalam dua kelompok, yakni: (1) jaringan meristem dan (2) jaringan permanen.

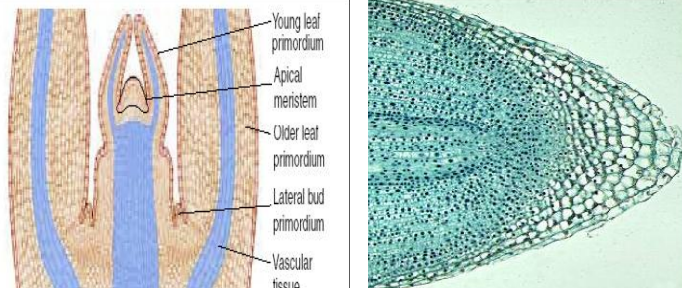
1.1. Jaringan Meristem

Jaringan meristem adalah jaringan yang terdiri atas sekelompok sel yang mempunyai sifat selalu membelah diri.

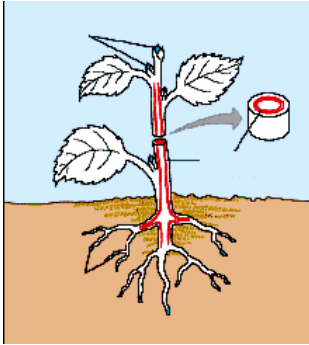


Berdasarkan cara terbentuknya, jaringan meristem dapat dibedakan menjadi tiga golongan:

- a. **Promeristem** : jaringan meristem yang telah ada ketika tumbuhan masih berada dalam masa embrional.
- b. **Meristem Primer**: jaringan meristem pada tumbuhan dewasa dan masih bersifat membelah diri. Jaringan ini terdapat pada ujung batang, ujung akar, dan menyebabkan tumbuhan bertambah tinggi.



- c. **Meristem sekunder**: jaringan meristem yang berasal dari meristem primer, misalnya kambium yang menyebabkan pertumbuhan sekunder (batang membesar) pada tumbuhan dikotil dan gymnospermae. Kambium tumbuh keluar membentuk kulit dan tumbuh ke dalam membentuk kayu.

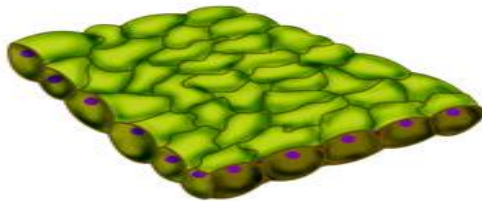


1.2. Jaringan Permanen

Jaringan permanen merupakan jaringan yang tidak meristematis. Artinya jaringan tersebut tidak tumbuh dan memperbanyak diri lagi. Jaringan permanen terbentuk oleh adanya diferensiasi sel-sel meristem, baik meristem primer maupun meristem sekunder.

Menurut fungsinya jaringan permanen dibagi menjadi (1) jaringan epidermis, (2) jaringan parenkim, (3) jaringan penyokong, dan (4) jaringan pengangkut.

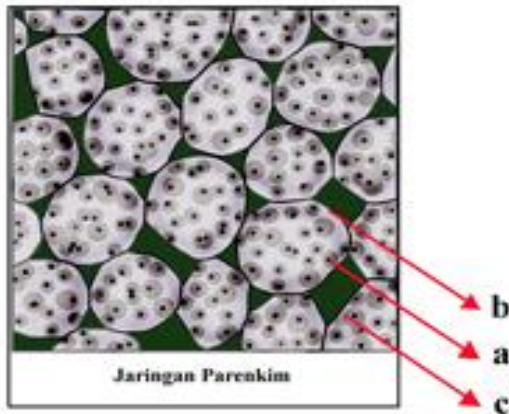
a. Jaringan Epidermis: disebut juga sebagai jaringan pelindung, merupakan jaringan yang menutupi permukaan tubuh tumbuhan seperti menutup permukaan akar, batang, daun, dan biji. Epidermis berfungsi melindungi jaringan lainnya.



Karena fungsi tersebut, beberapa epidermis mengalami modifikasi seperti rambut (trikoma), duri, dan mulut daun (stomata). Pada umumnya epidermis tertutup oleh lapisan lilin atau kutikula pada daun, zat gabus pada batang, kecuali pada lentisel yang berfungsi

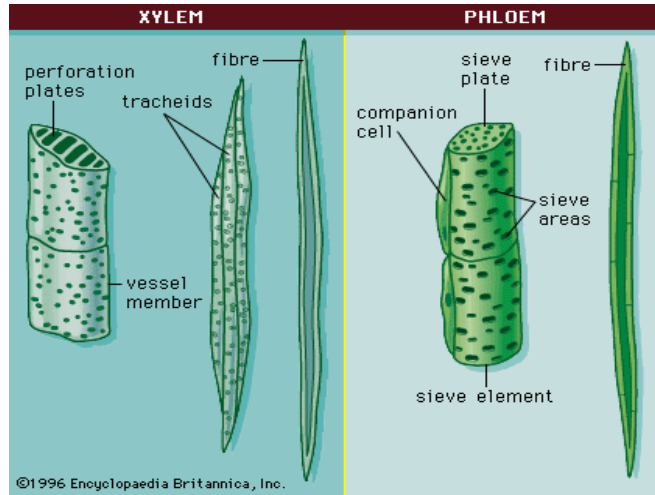
untuk pertukaran gas tidak ada lapisan. Ciri-ciri epidermis antara lain: (a) terdiri dari satu lapisan sel yang terletak pada lapisan paling luar, (b) bentuk sel seperti balok dan tersusun rapat, (c) tidak berklorofil, kecuali pada sel penjaga (guard cell) stomata.

b. Jaringan Parenkim: disebut juga jaringan dasar, terdapat hampir di semua bagian tumbuhan dan mengisi jaringan tumbuhan baik pada akar, batang, daun, biji, dan buah.



Berdasarkan fungsinya jaringan parenkim dapat dibedakan menjadi: (a) parenkim untuk fotosintesis, sel-selnya banyak mengandung klorofil, (b) parenkim untuk menyimpan bahan makanan, (c) parenkim untuk transportasi, (d) parenkim untuk menyimpan air, (e) parenkim untuk menyimpan udara. Ciri-ciri jaringan parenkim antara lain: (1) sel umumnya berukuran besar dan berdinding tipis, (2) selnya hidup dan mengandung kloroplas, (3) banyak mengandung rongga antarsel, (4) banyak mengandung vakuola, dan (5) letak selnya tidak rapat.

- c. **Jaringan Penyokong:** disebut juga jaringan penunjang, berfungsi untuk menunjang agar tanaman dapat berdiri dengan kokoh dan kuat. Ada dua macam jaringan penunjang ini: (a) jaringan kolenkima: jaringan penunjang yang banyak terdapat pada tumbuhan yang masih muda, yang belum berkayu, merupakan sel hidup dengan dinding sel mengalami penebalan selulosa. (b) Jaringan sklerenkima: sel-sel pada jaringan ini mengalami penebalan dari zat kayu (lignin), dinding sel tidak elastis tapi kuat, dan sel-sel yang sudah mati. Menurut bentuknya jaringan sklerenkima dibedakan menjadi: (1) sklereida (sel batu): selnya mati, bentuk bulat dan berdinding keras sehingga tahan tekanan, contoh sel-sel pada tempurung kelapa; (2) serabut sklerenkim (serat): selnya mati dengan bentuk panjang, umumnya terdapat pada permukaan batang.
- d. **Jaringan Pengangkut:** jaringan pengangkut merupakan jaringan yang berfungsi untuk transportasi hasil fotosintesis ke seluruh bagian tumbuhan serta mengangkut air dan garam-garam mineral dari akar ke daun. Jaringan pengangkut terdiri dari: (a) Xilem (pembuluh kayu): sel-sel penyusun xilem terdiri dari trakeid dan trakea yang merupakan sel-sel mati dan berdinding lignin (zat kayu), fungsi xilem untuk mengangkut air dan garam dari akar ke daun. (b) floem (pembuluh tapis): terdiri dari sel yang hidup, berdinding selulosa dan dinding melintangnya berpori, fungsi floem untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.



Xilem dan Floem bersatu membentuk suatu ikatan pembuluh angkut. Berikut ini berbagai jenis pembuluh angkut:

- 1) **Ikatan pembuluh kolateral:** merupakan ikatan pembuluh yang tersusun dari xilem dan floem yang letaknya bersebalahan di dalam suatu jari-jari. Xilem di sebelah dalam dan floem di sebelah luar.
 - a) **Kolateral terbuka:** bila antara xilem dan floem terdapat kambium, misalnya pada batang tumbuhan dikotil.
 - b) **Kolateral tertutup:** bila antara xilem dan floem tidak terdapat kambium, misalnya pada tumbuhan monokotil.
- 2) **Ikatan Pembuluh Radial:** suatu ikatan pembuluh dengan xilem dan floem yang letaknya bersebelahan, tetapi tidak berada di dalam jari-jari yang sama. Misalnya pada akar.
- 3) **Ikatan Pembuluh Konsentris:** suatu ikatan pembuluh yang xilem dan floemnya berbentuk cincin silindris.
 - a) **Amfikiribal:** letak xilem di tengah dan dikelilingi floem

- b) *Amfifasal*: letak floem di tengah dan dikelilingi xilem.

2. Organ Tumbuhan

Sebelum membahas organ pada tumbuhan, terlebih dahulu perlu diketahui klasifikasi dunia tumbuhan yang dibagi menjadi beberapa Divisi, sebagai berikut:

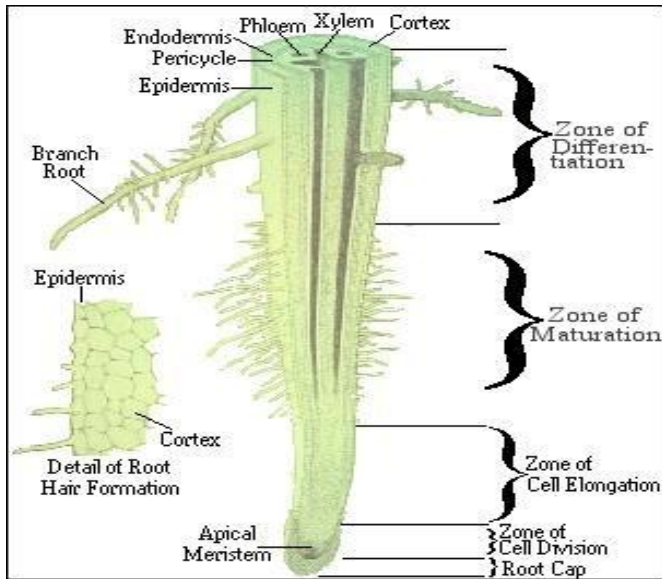
- a. Shizophyta (tumbuhan belah)
- b. Thalophyta (tumbuhan talus), yang terdiri atas:
 - 1) Subdivisi Mycota (cendawan atau jamur)
 - 2) Subdivisi Algae (tumbuhan ganggang)
- c. Bryophyta (tumbuhan lumut)
- d. Pteridophyta (tumbuhan paku)
- e. Spermatophyta (tumbuhan berbiji), terdiri atas:
 - 1) Subdivisi Gymnosparmae (berbiji terbuka)
 - 2) Subdivisi Angiospermae berbiji tertutup: (1) kelas Monokotyledoneae (monokotil/ berkeping satu); (2) kelas Dicotyledoneae (berekeping dua).

Thalophyta: adalah tumbuhan bertalus, yaitu tumbuhan yang belum mempunyai akar, batang, dan daun yang sejati.

Kormophyta: adalah tumbuhan yang telah memiliki akar, batang, dan daun yang sejati.

Thalophyta tidak memiliki jaringan yang lengkap karena selnya belum berspesialisasi dan belum berdeferensiasi. Sebaliknya *kormophyta* (tumbuhan tingkat tinggi) mempunyai organ lengkap, yaitu akar, batang, daun, bunga, dan buah.

1) Akar



Fungsi Akar:

1. Menyerap air dan zat-zat makanan;
2. Memperkokoh berdirinya batang;
3. Menyimpan cadangan makanan;
4. Alat perkembangbiakan vegetatif.

Sistem Perakaran

1. Akar serabut, pada tumbuhan monokotil;
2. Akar tunggang, pada tumbuhan dikotil.

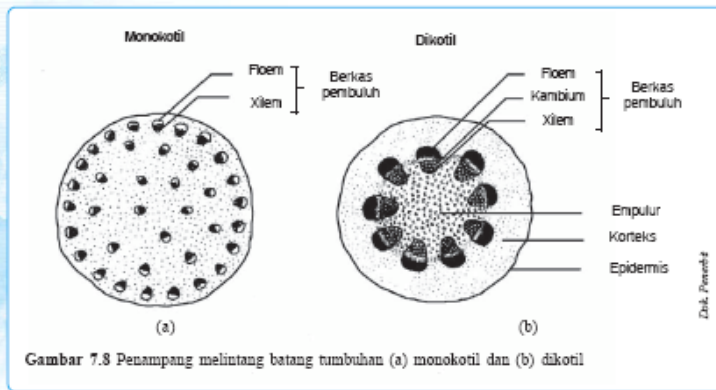
Struktur Akar

1. **Struktur Luar:** (a) rambut akar, merupakan perluasan sel epidermis akar dan berfungsi memperluas daerah penyerapan mineral dan air; (b) Tudung Akar (kaliptra): melindungi sel-sel meristem di ujung akar.
2. **Struktur Dalam:** (a) epidermis, (b) korteks, sebagai tempat cadangan makanan, (c) endodermis, mengatur masuk dan keluarnya bahan ke dan dari akar, dan (d) stele, terdiri dari parisikel, xilem, dan floem.

Beberapa ciri khas akar pada berbagai golongan tumbuhan adalah sebagai berikut:

1. **Lumut (*Bryophyta*):** akar berupa rizoid yang tampak seperti benang-benang. Rizoid terdiri atas satu deret sel yang memanjang, kadang-kadang mempunyai sekat yang tidak sempurna. Rizoid berfungsi untuk melekat pada tempat tumbuh, menyerap air, dan zat makanan.
2. **Paku (*Pteridophyta*):** akar tumbuhan paku adalah akar serabut, ujungnya dilindungi oleh kaliptra. Terdiri atas: kulit luar (epidermis), kulit dalam (korteks), dan silinder pusat. Silinder pusat terdiri dari xilem dan floem yang bertipe konsentris, yaitu xilem terdapat di tengah dikelilingi oleh floem.
3. ***Gymnospermae*:** berakar tunggang dan tidak tampak batas yang jelas antara kaliptra dengan ujung akar. Mempunyai kambium sehingga terjadi pertumbuhan skunder.
4. ***Angiospermae*** (tumbuhan berbiji tertutup):
5. ***Monokotil*:** akar monokotil adalah akar serabut. Ujung akar dilindungi oleh kaliptra, dan batas antara ujung akar dengan kaliptra jelas. Akar monokotil mempunyai endodermis dan perisikel, tetapi tidak mempunyai kambium. Percabangan akar bersifat endogin, yaitu percabangan berasal dari dalam.
6. ***Dikotil*:** akar dikotil adalah akar tunggang, batas antara kaliptra dan ujung akar tidak jelas. Mempunyai endodermis, perisikel, dan kambium. Percabangan bersifat endogin.

2) Batang



Gambar 7.8 Penampang melintang batang tumbuhan (a) monokotil dan (b) dikotil

Fungsi Batang:

1. Alat transportasi zat makanan dari akar ke daun, dan hasil asimilasi dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.
2. Alat perkembangbiakan vegetatif.
3. Alat penyimpanan bahan makanan cadangan.

Macam-macam batang berdasarkan keadan batang:

1. **Batang Herba:** struktur luar lunak, hijau, kecil, epidermis tipis, dan berstomata. Struktur dalam tidak berkayu, tidak bergabus, memiliki korteks, kolenkima, dan sklerenkima.
2. **Batang Berkayu:** struktur luar keras, tebal, mempunyai epidermis dan lentisel, batang muda dapat berfotosintesis. Struktur dalam terdiri dari korteks, empulur, berkas pembuluh.

Jaringan penyusun batang:

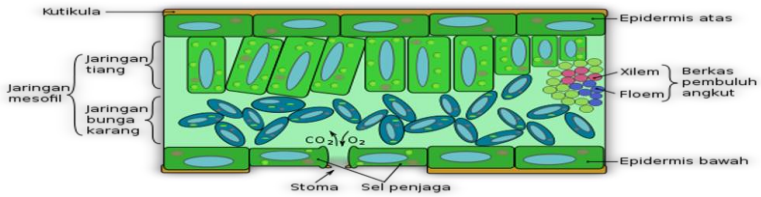
1. **Jaringan Primer:** menyebabkan tumbuhan bertambah panjang/ tinggi. Jaringan ini terdapat pada tumbuhan monokotil dan tumbuhan dikotil muda.
2. **Jaringan Sekunder:** menyebabkan batang tumbuhan bertambah besar. Jaringan ini terdapat pada tumbuhan

dikotil, yaitu berupa floem sekunder, xilem sekunder, dan kambium pembuluh.

Beberapa ciri khas batang pada berbagai golongan tumbuhan, adalah sebagai berikut:

1. *Lumut (Bryophyta)*: batang terdiri atas selapis sel kulit yang kecil. Lapisan kulit dalam tersusun atas beberapa sel. Batang lumut tidak memiliki pembuluh kayu (xilem) dan pembuluh tapis (fluem).
2. *Paku (pteridophyta)*: anatomi batang tumbuhan paku berbeda-beda tergantung jenisnya, tetapi umumnya tidak mempunyai endodermis, pembuluh angkut bersifat konsentris.
3. *Gymnospermae (berbiji terbuka)*: batang mempunyai kambium sehingga terjadi pertumbuhan sekunder. Batang tumbuhan ini tidak mempunyai endodermis atau floeterema. Berkas pembuluh pengangkut hanya terdiri dari xilem (pembuluh kayu), yang sempit yaitu trakeid saja.
4. *Angiospermae Monokotil*: batang monokotil mempunyai ikatan pembuluh angkut kolateral tertutup. Berkas-berkas pembuluh angkut tersebar, batang monokotil tidak mempunyai kambium sehingga tidak mengalami pertumbuhan sekunder. Mempunyai endodermis dan periseikel.
5. *Angiospermae Dikotil*: batang monokotil mempunyai ikatan pembuluh angkut kolateral terbuka. Berkas-berkas pembuluh angkut teratur dalam lingkaran. Batang dikotil mempunyai kambium sehingga dapat mengalami pertumbuhan sekunder dan membesar. Mempunyai endodermis dan perisikel.

3) Daun



Fungsi Daun:

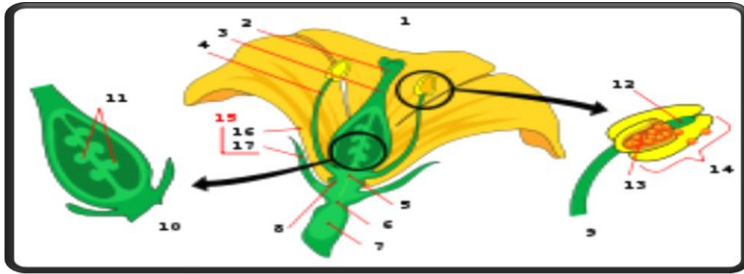
1. Tempat fotosintesis,
2. Tempat menyimpan bahan makanan,
3. Alat perkembangbiakan vegetatif (pada tumbuhan tertentu), dan
4. Alat evaporasi (penguapan).

Struktur Luar Daun

1. **Bentuk daun:**
 - a) Lebar di tengah (teratai, kamboja),
 - b) Lebar di tengah atas (semanggi),
 - c) Lebar di tengah bawah (waru),
 - d) Lebar sama (jagung, pinus).
2. **Bentuk ujung daun:**
 - a) Runcing (bunga mentega),
 - b) Meruncing (sirsak),
 - c) Membulat (teratai),
 - d) Terbelah (bayam).
3. **Tulang daun:**
 - a) Menyirip (mangga),
 - b) Menjari (pepaya),
 - c) Melengkung (gadung),
 - d) Sejajar (teki).
4. **Tepi daun:**
 - a) Rata (nangka),
 - b) Bergerigi (lantana),
 - c) Beringgit (cocor bebek),
 - d) Berombak (air mata pengantin)

Struktur Dalam Daun: terdiri dari: (a) kutikula, (b) epidermis atas, (c) palisade, (d) spons, (e) xilem, (f) floem, (g) epidermis bawah, dan (h) stomata.

4) Bunga



Fungsi bunga adalah sebagai alat pembentuk sel kelamin. Bunga terbagi atas bunga lengkap dan bunga tidak lengkap.

1. **Bunga lengkap:** adalah bunga yang memiliki kelopak (calyx), mahkota (corolla), benang sari (stamen), dan putik (pistil). Benang sari merupakan alat pembiak jantan karena menghasilkan inti sperma. Putik merupakan alat pembiak betina karena membentuk ovum (sel telur).
2. **Bunga tidak lengkap:** adalah bunga yang tidak memiliki satu atau dua di antara empat bagian bunga. Contoh: bunga rambutan tidak mempunyai mahkota bunga, bunga lada tidak mempunyai kelopak dan mahkota bunga.

Macam-macam bungan berdasarkan kelengkapan alat pembiaknya:

1. **Bunga biseksualis:** bunga hermafrodit/ bunga sempurna, bunga yang mempunyai benang sari dan putik.
2. **Bunga Uniseksualis:** bunga yang hanya mempunyai benang sari saja, atau putik saja.
3. **Bunga Jantan:** bunga yang hanya mempunya benang sari saja.
4. **Bunga Betina:** bunga yang hanya mempunyai putik saja.

Macam-macam bunga Uniseksual:

1. ***Berumah Satu (monoesis)***: bunga jantan dan bunga betina terdapat pada satu tumbuhan. Contoh pada jagung (*Zea Mays*) dan kelapa (*cocos nucifera*).
2. ***Berumah dua (diesis)***: bunga jantan dan bunga betina tidak terdapat dalam satu tumbuhan. Contoh: salak, pala, dan vanili.

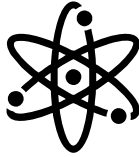
5) Buah

Melekatnya serbuk sari diatas kepala putik disebut penyerbukan. Penyerbukan diikuti proses pembuahan. Sesudah pembuahan bakal buah dan biji berkembang menjadi buah. Biji yang mengandung embrio atau lembaga berfungsi sebagai alat perkembangbiakan bagi tumbuhan.

Macam-macam buah adalah sebagai berikut:

1. ***Buah Tunggal***: buah yang dibentuk oleh hanya satu bakal buah. Contoh pada buah mangga dan pepaya.
2. ***Buah Agregat***: buah yang dibentuk oleh banyak bakal buah dari satu bunga. Contoh bunga murbai.
3. ***Buah Majemuk (buah berganda)***: buah yang dibentuk oleh banyak bakal buah dari banyak bunga. Contoh buah nanas, nangka, dan keluwih.

BAB XI



HEWAN DAN LINGKUNGANNYA

Dunia hewan (regnum animalia) dikelompokkan atas 8 filum. Kedelapan filum tersebut adalah:

1. *Filum Coelenterata*. Hewan dalam filum ini memiliki tubuh yang mempunyai dua lapisan sel yang terpisah oleh rongga tanpa sel (mesoglea). Contoh: ubur-ubur, binatang karang, akar bahar.
2. *Filum Platymenthes (cacing pipih)*, contoh: cacing getar, cacing hati, cacing pita, dan planaria.
3. *Filum Nematelminthes (cacing gilig)*. Cacing dalam filum ini memiliki tubuh simetribilateral. Contoh: cacing kremi, cacing tambang, ascaris.
4. *Filum Annelida*. Hewan dalam filum ini memiliki tubuh berbuku-buku, dan memiliki tiga lapisan (tripoblastik), ektodermis, mesodermis, dan indodermis. Contoh: cacing tanah, lintah.
5. *Filum Mollusca*. Hewan dalam filum ini bertubuh lunak dan umumnya berkerangka luar. Contoh: bekicot, keong, cumi-cumi, gurita.
6. *Filum Arthropoda*. Hewan dalam filum ini memiliki tubuh berkerangka luar dan kaki berbuku-buku. Contoh: udang, kepiting, lipas, belalang, kutu daun, nyamuk, kupu-kupu, kumbang, kalajengking, laba-laba.
7. *Filum Echinodermata*. Hewan dalam filum ini memiliki kulit berduri. Contoh: landak laut, bintang laut, bintang ular, tripang.

8. *Filum Chordata*. Hewan dalam filum ini memiliki batang penunjang tubuh dari tulang rawan (notokordata) dan tulang belakang. Hewan dalam filum ini terbagi atas dua subfilum: Protochordata dan Vertebrata.

Dalam klasifikasi ini, filum terbagi atas subfilum-subfilum, subfilum terbagi atas kelas-kelas, kelas terbagi atas bangsa-bangsa (ordo), bangsa terbagi atas suku-suku (famili), suku terbagi atas marga-marga (genus), marga terbagi atas jenis-jenis (spesies). Di bawah ini Anda dapat melihat kedudukan hewan kucing dalam jenjang klasifikasi:

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Mamalia
Bangsa (ordo)	: Karnivora
Suku (famili)	: Felidae
Marga (genus)	: Felis
Jenis (spesies)	: Felis Silventaris

Berdasarkan ada tidaknya tulang belakang pada tubuh hewan, hewan dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Invertebrata (hewan tanpa tulang belakang)
2. Vertebrata (hewan bertulang belakang).

1. Invertebrata

Hewan tanpa tulang belakang (invertebrata) meliputi kelompok yang sangat luas. Sesuai dengan namanya, yang termasuk invertebrata adalah semua hewan yang tidak memiliki tulang belakang (tulang punggung). Karena luasnya cakupan invertebrata, maka dalam bab ini hanya akan dibicarakan beberapa jenis saja yang ada di sekitar kita baik yang bermanfaat atau tidak. Mudah-mudahan beberapa jenis yang dibicarakan ini dapat mewakili kelompok invertebrata.

a) Platyhelmenthes.

Platyhelmenthes adalah cacing pipih, termasuk triploblastik (hewan yang memiliki tiga lapisan, ektodermis,

mesodermis, dan indodermis). Hewan triploblastik dibagi menjadi dua kelompok: Coelomata dan acoelomata.

Coelomata adalah hewan yang memiliki selom (rongga tubuh) yang memisahkan mesodermis menjadi mesodermis dalam dan luar tubuh.

Acoelomata adalah hewan yang tidak memiliki selom, seperti pada platyhelminthes (cacing pipih) dan nemathelminthes (cacing gilig).

Kita dapat menemukan cacing pipih yang hidup di air tawar yang jernih, misalnya Planaria. Namun adapula cacing pipih yang hidup parasit, misalnya cacing pita dan cacing hati.

Struktur cacing pipih, misalnya planaria, adalah bertubuh pipih dorsoventral, triploblastik, tidak mempunyai selom, simetri bilateral, tidak mempunyai sistem transport, tubuh tidak bersegmen, sistem pencernaan tidak sempurna, sistem ekskresi menggunakan sel api, dan sistem sarafnya menggunakan tangga tali. Hewan ini memiliki epidermis terletak di bagian lateral dan ventral. Untuk bergerak hewan ini menggunakan cilium. Planaria mempunyai sepasang mata yang sangat peka terhadap rangsang sinar yang terletak pada bagian dorsal dekat ujung anterior tubuhnya.

Sistem pencernaan planaria terdiri atas mulut, faring, dan usus. Lubang mulut terdapat di tengah tubuh bagian ventral. Makanan dapat berupa hewan kecil baik yang masih hidup atau yang sudah mati. Makanan diambil, dihancurkan, dan disedot oleh faring, masuk ke usus. Usus planaria bercabang tiga, satu ke anterior tubuh, dan dua cabang lainnya ke bagian samping tubuh. Masing-masing cabang usus planaria bercabang-cabang lagi dan berfungsi untuk mengedarkan makanan ke seluruh tubuh. Planaria tidak mempunyai anus, oleh karena itu sisa metabolisme dikeluarkan melalui mulut.

Planaria berkembangbiak secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara aseksual terjadi dengan cara

memisahkan bagian posterior tubuhnya, kemudian masing-masing tubuh yang tidak lengkap tadi akan memperbaiki tubuhnya menjadi planaria-planaria baru. Perkembangbiakan aseksual dapat juga terjadi ketika planaria terpotong-potong tubuhnya, masing-masing potongan tubuh itu melengkapi tubuhnya menjadi planaria-planaria baru.

Perkembangbiakan secara seksual dilakukan planaria dengan menggunakan alat kelamin yang dimilikinya. Planaria memiliki dua alat kelamin jantan dan betina sekaligus. Oleh karena itu planaria disebut juga hewan yang hemafrodit.

Beberapa anggota Platyhelminthes mempunyai keterkaitan dengan manusia, sebagai contoh planaria yang menjadi konsumen pada ekosistem air sering kontak dengan manusia. *Fasciola hepatica* hidup sebagai parasit pada hewan ternak seperti sapi dan kambing. *Doronansis sinensis* merupakan parasit pada hati manusia.

b) Nematelminthes

Nematelminthes atau cacing gilig merupakan triploblastik pseudoselomata. Cacing yang kadang disebut cacing tambang ini umumnya hidup bebas di air dan tanah, sebagian lainnya hidup parasit pada makhluk hidup lainnya. Tubuh cacing ini umumnya berukuran mikroskopis, berbentuk gilig berlapis kutikula, simetri bilateral, tidak bersegmen, dan tidak mempunyai silium.

Sistem pencernaan cacing gilig lebih baik jika dibandingkan dengan cacing pipih. Cacing gilig ini memiliki saluran pencernaan yang sempurna, yakni mulut dan anus. Salurannya berupa pipa yang memanjang dari mulut sampai anus.

Cacing gilig tidak mempunyai sistem respirasi dan transportasi. Pernafasan cacing ini berlangsung di seluruh permukaan tubuhnya secara difusi. Sedangkan dalam hal transportasi zat makanan menggunakan semacam cairan yang

berfungsi semacam darah, sebab cacing ini tidak memiliki jantung maupun alat peredaran darah.

Sistem reproduksi cacing gilig adalah secara seksual. Alat kelamin cacing gilig telah terpisah, artinya cacing ini ada yang berjenis jantan dan ada yang berjenis betina. Cacing jantan umumnya lebih kecil dari cacing betina.

Beberapa anggota Nemathelminthes mempunyai hubungan dengan manusia, misalnya cacing perut hidup parasit pada usus halus manusia, cacing tambang hidup parasit pada usus manusia, cacing kremi hidup parasit pada usus besar manusia. Dengan demikian cacing gilig ini tidak menguntungkan bagi hidup manusia.

A. Pertumbuhan dan Perkembangbiakan Invertebrata

Perkembangan invertebrata melalui tiga tahapan, yakni: *deavage*, morfogenesis, dan deferensiasi. Perkembangan diawali dengan fertilisasi.

Pada tahap deavage atau tahap pembelahan sel, zigot (sel telur yang telah dibuahi) akan membelah dari satu menjadi dua, dua menjadi empat, empat menjadi delapan dan seterusnya.

Pada tahap morfogenesis, pembelahan sel berlangsung terus menerus dan sel-sel itu menggeser sehingga berbentuk seperti bola karet yang mempunyai rongga di dalamnya. Fase ini disebut blastula, dan perkembangan terus berjalan hingga pada fase gastrula. Pada fase ini organisme inin memiliki tiga lapisan lembaga sehingga disebut organisme triploblastik.

Pada tahap deferensiasi ketiga lapisan lembaga (triploblastik) tersebut berkembang menjadi jaringan-jaringan tubuh.

B. Sistem Transportasi Invertebrata

Sistem transportasi pada invertebrata berbeda-beda antara jenis yang satu dengan yang lainnya. Cacing memiliki selom, yaitu rongga tubuh berisi cairan tubuh tempat organ-

organ dapat bergerak secara bebas satu dengan lainnya, yang memberikan ruangan untuk pembuluh darah dan tempat bagi jantung untuk bergerak memompa darah.

Sistem transportasi pada cacing tanah terdiri atas pembuluh darah punggung, pembuluh darah perut, dan pembuluh-pembuluh darah samping dengan lima pasang lengkung aorta yang berfungsi sebagai jantung. Denyutan pembuluh darah punggung dan lima pasang lengkung aorta dalam selom mengalirkan darah walaupun hewan dalam keadaan istirahat.

Sistem peredaran pada hewan ada dua macam: 1) sistem peredaran darah terbuka, dan 2) sistem peredaran darah tertutup.

1) Sistem Peredaran Darah Terbuka

Sistem peredaran darah terbuka adalah sistem peredaran darah yang tidak selamanya selamanya berlangsung di dalam pembuluh, tetapi pada saat tertentu darah beredar langsung ke dalam rongga tubuh. Sistem peredaran darah semacam ini misalnya terdapat pada molusca dan artropoda.

Sistem peredaran darah pada artropoda ditopang oleh organ-organ artropoda, yaitu jantung dan arteri. Jantung artropoda disebut juga jantung pembuluh karena terdiri atas sebuah kantong otot pada tiap ruas dapat berdenyut atau kontraksi dan relaksasi secara bergantian.

Darah dan cairan tubuh artropoda yang disebut dengan hemolimfa akan masuk ke jantung melalui ostium menuju sinus perikardium. Selanjutnya hemolimfa dipompa keseluruh tubuh oleh ventrikel melalui arteri yang tidak mempunyai pembuluh kapiler. Dari arteri yang halus, hemolimfa dipompa ke jaringan melalui lacuna (celah-celah) atau rongga badan. Dengan adanya gerak otot badan, hemolimfa akan kembali dari rongga badan ke sinus sekitar jantung. Karena hemolimfa tidak memiliki

pigmen pengikat oksigen, maka hemolimfa hanya mengangkut sari makanan saja. Oksigen dan carbondioksida diangkut melalui sistem trakea.

Pada molusca yang juga memiliki sistem peredaran darah terbuka, hemolimfa (cairan tubuh) bergerak dari jantung melewati pembuluh-pembuluh dan langsung menuju ke tempat-tempat di antara sel-sel. Tempat-tempat di antara sel-sel ini membentuk hemosoel, sehingga cairan tubuh bergerak melalui hemosoel dan berhubungan langsung dengan sel-sel tubuh.

2) Sistem Peredaran Darah Tertutup

Sistem peredaran darah tertutup adalah sistem peredaran darah yang dalam peredarannya selalu terdapat dalam pembuluh. Darah tidak pernah langsung masuk ke dalam jaringan tubuh. Sistem peredaran darah tertutup memiliki komponen sebagai berikut:

1. Cairan pelarut bahan-bahan yang diangkut, misalnya sari makanan dan gas pernafasan;
2. Saluran-saluran tempat cairan mengalir;
3. Alat pompa untuk mengatur arah aliran darah;
4. Jaringan khusus tempat terjadinya pertukaran cairan di lingkungan luar (eksternal).
5. Peredaran darah tertutup dimiliki oleh Anelida dan seluruh Vertebrata.

Mekanisme peredaran darah pada anelida adalah: kontraksi otot dinding aorta lengkung (jantung) menyebabkan darah mengalir dari jantung ke pembuluh darah yang ada di bagian ventral. Pembuluh darah ventral akan mengalirkan darah ke pembuluh-pembuluh kapiler di seluruh jaringan tubuh. Pada pembuluh-pembuluh kapiler ini terjadi pertukaran gas. Setelah terjadi pertukaran gas darah akan mengalir melalui pembuluh darah di bagian dorsal lalu diteruskan ke jantung.

C. Sistem Respirasi

Ada empat macam bentuk alat respirasi yang digunakan oleh hewan. Keempat alat respirasi tersebut adalah: permukaan tubuh, trakea, insang, dan paru-paru.

Beberapa hewan seperti amoeba, paramecium, dan cacing tanah, memperoleh semua oksigen yang dibutuhkan melalui seluruh permukaan tubuhnya. Untuk kebutuhan tersebut maka seluruh permukaan tubuh harus tetap basah dan terlindungi oleh lapisan berlendir.

Permukaan tubuh juga digunakan untuk tambahan pertukaran oksigen pada beberapa vertebrata yang respirasi utamanya dengan insang dan paru-paru. Pada amfibi, misalnya katak dan salamander (sejenis kadal air) yang memiliki kulit tipis dan basah, permukaan tubuhnya dapat menyerap lebih dari 25% oksigen yang dibutuhkan.

Pada artropoda, misalnya serangga, memiliki sistem pernafasan yang berupa sistem pembuluh trakea. Trakea merupakan pembuluh udara yang bercabang-cabang dan bercabang lebih halus lagi ke seluruh bagian tubuh. Sistem trakea tidak mengandalkan pada peredaran darah untuk mentranspor oksigen dari permukaan tubuh ke sel-sel tubuh, sehingga oksigen tidak diedarkan melalui darah. Pada sepanjang kedua sisi tubuh serangga terdapat lubang[-lubang kecil yang disebut stigma, yang merupakan muara pembuluh-pembuluh trakea yang selalu terbuka. Jadi dengan demikian udara keluar masuk melalui stigma sebagai lubang pernafasan.

Zat-zat kimia yang dikeluarkan oleh sel-sel yang kekurangan oksigen menyebabkan trakea tumbuh bercabang-cabang di daerah tersebut. Pada serangga besar atau aktif, pengeluaran udara ke dalam trakea dilakukan oleh otot-otot tubuh yang bergerak secara teratur.

D. Sistem Ekskresi

Alat ekskresi pada cacing pipih, misalnya planaria, berupa sel-sel yang mempunyai rambut-rambut getar. Zat-zat sisa diserap melalui alat ekskresi ini. Karena rambut-rambut getar ini tampak seperti nyala api, maka sel-sel tersebut dinamakan sel api. Cairan tubuh disaring di dalam sel-sel api dan zat-zat sisa diserap, yang kemudian dikeluarkan dari tubuh.

Pada cacing tanah dan juga pada sebagian besar invertebrata lainnya, alat ekskresinya dinamakan nefridia, berupa corong yang mempunyai saluran berliku-liku. Pada tiap-tiap segmen tubuh terdapat sepasang nefridium, kecuali pada segmen pertama dan terakhir. Setiap nefridium mempunyai corong yang disebut nefrostom dan terdapat pada sekat pemisah segmen-segmen tubuh cacing. Corong tersebut melalui sekat menjadi pembuluh panjang yang mempunyai saluran berliku-liku di dalam segmen berikutnya.

Seperti pada cacing, umumnya invertebrata lain mempunyai nefridia, tetapi pada insekta alat ekskresinya telah mengalami perkembangan lebih sempurna yang disebut tubula malpigi atau pembuluh malpigi. Pembuluh malpigi melekat pada satu atau kedua ujung akhir usus.

Zat-zat sisa yang berupa senyawa nitrogen yang berasal dari cairan tubuh di dalam darah diubah menjadi asam urat yang kemudian dipindahkan ke pembuluh malpigi, masuk ke usus di belakang lambung untuk dikeluarkannya. Sel-sel pada rectum mengabsorpsi air dari zat-zat sisa sebelum dikeluarkan dari tubuh sebagai butir-butir feses.

E. Sistem Reproduksi

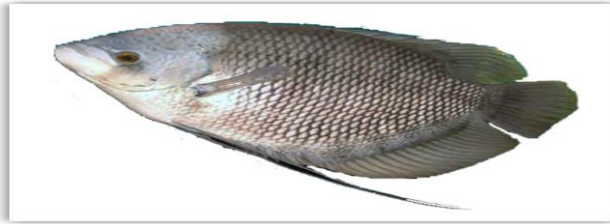
Perkembangbiakan pada invertebrata dapat berlangsung baik secara generatif maupun vegetatif. Pada reproduksi vegetatif, generasi anak memiliki sosok gen yang sama dengan induknya. Ada beberapa bentuk reproduksi

vegetatif, misalnya peristiwa fragmentasi atau pemisahan sebagian tubuh, seperti yang terjadi pada bintang laut, atau pelepasan sekelompok sel yang dilakukan di lingkungannya. Reproduksi vegetatif lebih cepat dibandingkan dengan reproduksi generatif.

2. Vertebrata

Salah satu subfilum chordata adalah vertebrata (hewan bertulang belakang). Subfilum vertebrata dibagi lagi ke dalam 5 kelas:

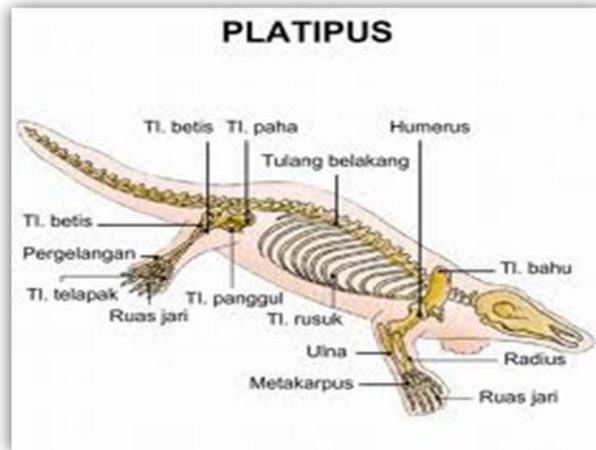
- 1) Kelas Pisces, contoh: ikan



- 2) Kelas Amphibia, contoh: katak



- 3) Kelas Reptilia, atau hewan melata, contoh: buaya, penyu, kura-kura, tokek dll.



- 4) Kelas Aves atau burung, contoh: angsa, bangau, itik, dll.



- 5) Kelas mamalia atau binatang menyusui, contoh: harimai, sapi, ikan paus, dll.



2.1. Struktur jaringan pada hewan

Hewan memiliki empat macam jaringan utama, yaitu: a) jaringan epitel, b) jaringan pengikat, c) jaringan otot, dan d) jaringan saraf. Masing-masing jaringan memiliki struktur yang khas untuk melakukan fungsi tertentu.

a) Jaringan Epitel

Jaringan epitel merupakan jaringan penutup. Jaringan ini tersusun dari sel-sel tertentu dengan berbagai fungsi. Fungsi jaringan epitel adalah:

1. Absorpsi atau penyerapan, misalnya epitel pada dinding usus halus/ kecil;
2. Sekresi, misalnya epitel pada kelenjar buntu;
3. Transport, misalnya epitel pada tubula ginjal;
4. Ekskresi, misalnya epitel pada kelenjar keringat;
5. Proteksi, misalnya pada kulit;
6. Penerima rangsangan, misalnya pada indera pengecap (lidah).

Banyak bagian tubuh merupakan permukaan tubuh bagian luar yang dilindungi oleh jaringan epitel, meskipun tempatnya ada di dalam tubuh, misalnya dinding usus, dinding lambung, dan paru-paru.

Berdasarkan bentuknya, jaringan epitel dibagi menjadi: a) jaringan epitel pipih, b) jaringan epitel kubus, dan c) jaringan epitel batang. Berdasarkan banyak sedikitnya lapisan penyusunnya, jaringan epitel dibedakan: a) jaringan epitel sederhana, dan b) jaringan epitel berlapis. Berdasarkan struktur dan fungsinya, jaringan epitel dibagi menjadi: a) jaringan epitel penutup, dan b) jaringan epitel kelenjar.

b) Jaringan Pengikat

Jaringan pengikat antara lain terdiri dari jaringan tulang rawan, jaringan tulang, dan jaringan darah dan limfa.

Jaringan Tulang Rawan: sel tulang rawan disebut kondrosit, yang dibentuk oleh kondroblas. Tulang rawan dapat dibedakan menjadi: tulang rawan hialin, tulang rawan elastis, dan tulang rawan fibrosa.

1. **Tulang Rawan Hialin:** dalam keadaan segar tulang rawan ini bersifat lentur, semi transparan, dan berwarna putih kebiruan. Tulang rawan hialin terdapat pada permukaan persendian, tulang rawan laring, trakea, dan bronki.
2. **Tulang Rawan Elastis:** dalam keadaan segar tulang rawan ini berwarna kekuningan karena adanya serabut elastis dalam matriks. Tulang rawan elastis terdapat pada daun telinga dan membran niktitan.
3. **Tulang Rawan Fibrosa:** memiliki banyak serabut kolagen dalam matriks, matriks berwarna keruh dan gelap. Tulang rawan ini terdapat antara lain pada tempat pertautan tendon atau ligamentum pada tulang dekat permukaan persendian.

Jaringan Tulang (osteon): sel tulang disebut osteosit dan berada dalam lakuna. Sel-sel pembentuk jaringan tulang disebut osteoblas. Sel tulang dibentuk berurutan dari arah dalam ke luar, sehingga proses pembentukannya konsentris. Setiap satuan sel-sel tulang mengelilingi pembuluh darah, limfa, dan saraf, membentuk suatu sistem yang disebut sistem Havers. Tulang terdiri dari (a) serabut kolagin yang agak pekat, (b) matrik (bahan dasar) yang mengandung bahan organik yang terdiri dari protein dan bahan anorganik yang sebagian besar terdiri dari kalsium karbonat, dan (c) tulang keras (tulang kompak) yang mempunyai matrik yang rapat padat, sedangkan tulang spons (tulang karang) mempunyai matrik yang berongga.

Jaringan Darah dan Limfa: darah dan limfa termasuk jaringan ikat, sebab: (a) mempunyai sel-sel, yakni sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah, (b) mempunyai bahan dasar, yakni plasma darah (cairan darah), dan (c) mempunyai serabut, yang hanya dapat dilihat dalam keadaan membeku dengan menggunakan mikroskop elektron.

c) Jaringan Otot

Jaringan otot adalah jaringan yang berfungsi sebagai alat gerak aktif. Otot dapat berkontaksi (mengerut). Kontraksi ini dapat berlangsung manakala ada rangsangan oleh saraf atau pengaruh lainnya.

Sel otot dilapisi oleh selaput atau membran yang disebut sarkolema, dan plasmanya sarkoplasma. Setiap serabut otot terbentuk oleh sejumlah serabut halus yang dinamakan miofibril, dan setiap miofibril tersusun atas unit-unit sarkomer.

Otot dapat berkontraksi karena pada sarkomer terdapat protein otot yang disebut aktomiosin, yang memiliki daya kontraksi. Otot akan berkontraksi apabila

aktomiosin terurai menjadi aktin dan miosin. Jaringan otot terdiri dari:

Otot polos: sel otot polos berujung runcing dan mempunyai nukleus yang terletak di tengah. Serat miofibril sangat halus dan tidak memiliki garis-garis gelap. Kerja otot polos dipengaruhi oleh saraf outonom (saraf tak sadar) sehingga kontraksinya tak sadar, gerakannya tidak cepat lelah, dan reasi terhadap rangsangan lemah. Otot ini banyak terdapat pada organ-organ bagian dalam, seperti: saluran pencernaan, pembuluh darah, saluran pernafasan, dan uterus.

Otot lurik atau otot rangka: satuan otot lurik lazim disebut serabut, dengan bentuk serabut silindris. Dalam satu serabut otot lurik terdapat banyak inti yang terletak di pinggir. Miofibrilnya mempunyai garis-garis gelap dan garis-garis cerah yang memberi aspek lurik. Sifat kontraksinya sadar menurut kehendak kita karena dipengaruhi oleh susunan saraf pusat. Reaksi terhadap rangsangan cepat, tetapi cepat lelah. Otot lurik banyak terdapat pada rangka, sehingga disebut juga otot rangka. Otot lurik juga terdapat di sekitar anus, mulut, dan mata.

Otot jantung: otot jantung tergolong otot lurik, sehingga miofibril dan bentuk selnya seperti otot lurik, tetapi ini terletak di tengah. Otot ini memiliki serabut bercabang yang saling berhubungan melalui ujungnya. Hubungan ini disebut sinsitium. Reaksinya terhadap rangsangan lambat dan tahan kelelahan. Kerja otot jantung dipengaruhi saraf outonom, yaitu simpatis dan parasimpatis. Otot jantung merupakan otot pembentuk jantung.

d) Jaringan Saraf

Jaringan saraf berfungsi untuk mengatur dan mengkoordinasikan segala aktivitas tubuh. Jaringan saraf

dibentuk oleh sel-sel saraf yang disebut neuron. Neuron terdiri atas dendrit, badan sel, dan neurit.

1. **Dendrit** : adalah penjuluran keluar dari badan sel yang berfungsi membawa rangsangan ke badan sel.
2. **Badan sel** : bagian sel saraf yang mengandung inti (nukleus) dengan nukleolus di tengahnya. Sitoplasmanya berganula, berasal dari retikulum endoplasma yang disebut Badan sel. Badan sel saraf terletak di pusat saraf dan di ganglion. Ganglion adalah kumpulan badan sel saraf. Ganglion terletak di tempat-tempat tertentu, seperti kiri kanan sumsum tulang belakang.
3. **Neurit (akson)**: adalah penjuluran panjang dari badan sel yang berfungsi membawa rangsangan dari badan sel ke neuron lainnya. Antara neuron satu dengan neuron lainnya saling berhubungan. Tempat hubungan itu disebut sinapsis.

A. Pertumbuhan dan Perkembangan

Perkembangan hewan bersel banyak umumnya dimulai dari fertilasi. Perkembangan hewan melalui tiga tingkat, yaitu: deavage, gastrulasi, dan organogenesis.

1. **Deavage** adalah pembelahan zigot menjadi anak-anak sel. Hasil pembelahan ini berupa anak sel yang mempunyai ukuran yang hampir sama. Pembelahan ini dimulai dari satu menjadi dua anak sel, dua menjadi empat anak sel, empat menjadi delapan anak sel, dan seterusnya. Selanjutnya pembelahan sel menghasilkan formasi sel-sel yang berbentuk bola padat yang disebut morula. Kemudian didalam morula terbentuk rongga berisi cairan yang disebut dengan blastosol. Bentuk semacam bola berongga ini disebut blastula.
2. **Gastrulasi** adalah proses penyusunan dan pengaturan sel ke dalam lapisan yang berbeda. Gastrulasi berarti juga pembentukan rongga saluran. Pembentukan rongga ini

menyebabkan terjadinya gerakan. Permulaan proses ini terjadi di akhir blastula, yaitu dimulai dengan membentuk lekukan ke dalam atau invaginasi.

3. **Organogenesis** adalah proses pembentukan dua lapisan eksodermis dan indodermis. Eksodermis atau lapisan luar akan berkembang menjadi kulit, sedangkan indodermis akan menjadi dinding saluran yang dalam perkembangannya menjadi bermacam-macam fungsi.

B. Sistem Transportasi

Sistem peredaran darah pada vertebrata adalah sistem peredaran darah tertutup. Sistem peredaran darah tertutup adalah sistem peredaran darah yang dalam peredarannya selalu terdapat dalam pembuluh. Darah tidak pernah langsung masuk ke dalam jaringan tubuh.

a) Sistem Peredaran Darah pada Ikan

Sistem peredaran darah pada ikan berlangsung dalam sistem organ peredaran darah yang terdiri dari organ jantung, aorta ventral, aorta dorsal, dan kapiler-kapiler darah.

Jantung pada ikan terbagi menjadi dua, yaitu atrium (serambi) dan ventrikel (bilik). Antara atrium dan ventrikel terdapat klep, atrium ikan berwarna merah dan berdidinding tipis, sedangkan ventrikel berwarna merah muda dan berdidinding tebal. Darah akan keluar dari jantung melalui aorta ventral, kemudian darah itu mengalir ke insang. Pada insang aorta bercabang-cabang menjadi pembuluh-pembuluh yang lebih kecil dan akhirnya menjadi kapiler-kapiler. Kapiler-kapiler inilah yang akan melepaskan CO₂ ke dalam air dan mengambil O₂ dari dalam air. Kapiler-kapiler dari insang mengalirkan darah ke aorta dorsal, yang selanjutnya dengan melalui cabang-cabang kapiler ke seluruh tubuh.

Dari jaringan-jaringan tersebut darah mengikat CO₂ lagi, kemudian ke jantung melalui vena. Karena dalam

satu kali peredaran darah pada ikan, hanya satu kali darah melewati jantung, maka peredaran darah semacam ini disebut peredaran darah tunggal.

b) Sistem Peredaran Darah pada Katak

Sistem peredaran darah pada katak dilakukan oleh jantung yang terdiri dari dua atrium (serambi) dan satu ventrikel (bilik). Darah yang kaya akan O₂ dari paru-paru memasuki ruang atrium kiri, dan darah yang kurang oksigen dari jaringan tubuh masuk ke ruang atrium kanan. Dari atrium, darah masuk ventrikel sehingga terjadi sedikit pencampuran antara darah yang kaya oksigen dan yang sedikit oksigen di ventrikel. Selanjutnya darah yang kaya oksigen dipompa ke seluruh tubuh, sedangkan darah yang kurang oksigen dalam waktu bersamaan dipompa keluar ventrikel melalui arteri konus tubular yang berbentuk gulungan spiral. Pada arteri ini darah dipisahkan, darah yang miskin oksigen sebagian dialirkan langsung ke paru-pari, sebagian lainnya dialirkan ke kulit, tempat darah mengambil oksigen. Karena dalam satu kali beredar, darah melewati jantung sebanyak dua kali, sehingga peredaran darah pada katak disebut peredaran darah ganda.

c) Sistem Peredaran Darah pada Reptil

Peredaran darah pada reptil diatur oleh jantung reptil yang terdiri dari 2 atrium (serambi) dan 2 ventrikel (bilik). Namun karena dinding antara kedua ventrikel tidak sempurna, maka pada ventrikel itu darah yang kaya O₂ dan yang miskin O₂ dapat bercampur. Akan tetapi pencampuran tersebut dapat diperkecil oleh kontraksi dari sisi kiri dan kanan jantung.

Berbeda dengan reptil lainnya, buaya memiliki dinding di antara ventrikel yang sempurna, sehingga pembagian jantung buaya benar-benar 4 ruangan.

Peredaran darah pada reptil adalah peredaran darah ganda.

d) Sistem Peredaran Darah pada Burung dan Mamalia

Peredaran darah pada burung dan mamalia diatur oleh jantung yang terbagi secara sempurna antara sisi kiri dan kanan. Dinding di antara kedua ventrikel jantung burung begitu sempurna sehingga dinding itu mampu mencegah pencampuran antara darah yang kaya O₂ dengan darah yang miskin O₂.

Pembagian jantung yang sempurna itu memungkinkan darah melewati jantung sebanyak dua kali pada setiap kali darah beredar dalam tubuh. Sebagai akibatnya darah aorta burung dan mamalia mengandung lebih banyak O₂ dibanding dengan aorta vertebrata lainnya. Peredaran darah burung dan mamalia adalah peredaran darah ganda.

e) Sistem Respirasi Vertebrata (Ikan)

Pada umumnya alat respirasi pada ikan adalah insang. Ada insang yang mempunyai tutup insang (pada ikan bertulang sejati), dan ada insang yang tidak memiliki tutup insang (pada ikan bertulang rawan).

Lengkung insang terdiri dari jaringan tulang rawan. Pada lengkung insang terdapat dua buah bangunan rigi-rigi yang berfungsi sebagai alat penyaring air pernafasan. Lengkung insang berwarna keputih-putihan.

Lembaran insang tampak berwarna merah, berbentuk seperti sisir yang terdiri atas jaringan lunak, dan banyak mengandung pembuluh-pembuluh kapiler sebagai cabang dari arteri insang. Dengan adanya pembuluh-pembuluh kapiler pada lembaran-lembaran insang akan memudahkan pertukaran gas antara darah dan air.

Cara pernafasan ikan yang insangnya memiliki tutup, berbeda dengan ikan yang insangnya tidak memiliki tutup. Pada ikan mas (insangnya memiliki tutup), cara pernafasannya dapat dijelaskan sebagai berikut:

Pada fase inspirasi (pengambilan O₂ dari air), air dimasukkan ke dalam rongga mulut. Rongga mulut membesar akibat pergerakan tutup insang ke samping, tetapi celah belakang masih tertutup oleh selaput. Akibatnya tekanan udara dalam rongga mulut lebih kecil daripada tekanan udara di luarnya. Kemudian diikuti dengan membukanya celah mulut sehingga air masuk ke rongga mulut.

Pada fase berikutnya (fase ekspirasi), adalah fase pelepasan CO₂ dan gas-gas lainnya dari insang ke air. Setelah air masuk ke rongga mulut, celah mulut tertutup. Kemudian tutup insang kembali ke posisi semula, dan diikuti dengan gerakan selaput ke samping, sehingga celah insang terbuka dan air segera keluar melalui celah-celah tersebut. Keluarnya air melalui celah-celah insang ini akan menyentuh lembaran-lembaran insang, sehingga terjadilah pertukaran gas. Darah akan melepaskan CO₂ ke air, dan mengambil O₂ dari air. Dengan demikian proses pertukaran gas pada ikan mas berlangsung pada saat ekspirasi.

Pada ikan yang tidak memiliki tutup insang, cara pernafasannya ialah dengan memperbesar dan memperkecil rongga mulut. Yaitu dengan cara menaikkan dan menurunkan dasar mulutnya.

f) Sistem Ekskresi Vertebrata

Pada ikan alat ekskresi berupa sepasang ginjal yang berbentuk memanjang dan berwarna kemerah-merahan. Beberapa jenis ikan, seperti ikan mas, saluran ginjal dan saluran kelaminnya bersatu dan disebut saluran urogenal

yang terletak di belakang anus. Ikan-ikan lainnya memiliki kloaka.

Ikan dan vertebrata lainnya yang hidup di air laut harus menjaga kehilangan tekanan osmotiknya terhadap lingkungan hipertoniknya dan mencegah pengambilan terlalu banyak garam melalui difusi. Tetapi ikan dan vertebrata lainnya yang hidup di air tawar, memiliki masalah yang sebaliknya, mereka harus mencegah kehilangan garam dengan difusi dan pengambilan air dengan osmosis. Ikan melakukan hal ini dengan cara mengekskresikan sejumlah besar urine, tetapi ikan harus juga menghemat garam selain membersihkan tubuhnya dari zat-zat sisa senyawa nitrogen.

Pada amfibi (misalnya katak), alat ekskresi utama adalah sepasang ginjal yang terletak di kanan dan kiri tulang belakang, berwarna merah kecoklatan yang memanjang rai muka ke belakang. Ginjal merupakan alat penyaring yang mengeluarkan zat-zat sisa yang dapat larut, terutama urine, garam mineral yang kelebihan dari air yang terkumpul dari sel-sel tubuh, serta cairan dari darah. Saluran keluarnya merupakan sepasang saluran halus, masing-masing bermuara di kloaka.

Kandung kencing pada amfibi merupakan gelembung tipis sebagai tonjolan dinding kloaka. Kandung kencing ini berfungsi untuk menyimpan urine sementara. Urin dikumpulkan dari dalam ginjal dan kemudian dikeluarkan melalui kandung kencing ke kloaka.

Pada reptil, alat ekskresinya juga berupa ginjal. Zat-zat sisa diekskresikan dari ginjal dan bermuara pada kloaka. Kelenjar kulit menghasilkan asam urine dan berguna untuk mengusir musuh.

Pada burung, alat ekskresi berupa ginjal, paru-paru, dan kulit. Burung mempunyai sepasang ginjal berwarna coklat. Saluran ekskresi ginjal dan saluran kelamin

bermuara pada kloaka (akhir usus). Kloaka merupakan tempat pertemuan saluran kelenjar kelamin dan usus. Burung hampir samasekali tidak mempunyai kelenjar kulit, tetapi mempunyai kelenjar minyak yang terdapat di tunggingnya, yang berfungsi untuk meminyaki bulunya.

Pada mamalia, alat ekskresinya berupa ginjal, hati, paru-paru, dan kulit, seperti pada manusia. Sistem ini akan dibicarakan pada pembahasan alat ekskresi pada manusia.

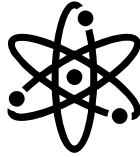
g) Sistem Reproduksi Vertebrata

Reproduksi pada vertebrata sebagian besar dilakukan secara generatif. Reproduksi generatif dapat berupa:

1. *Reproduksi seksual* dengan sel telur yang tidak dibuahi, yang biasa disebut dengan partenogenesis.
2. *Pseudoseks*, yang sebenarnya adalah suatu partenogenesis pula, hanya saja terjadi proses “mengawini”, misalnya kadal betina pada kadal betina lainnya yang berperan sebagai kadal jantan (tetapi tidak menghasilkan sperma).
3. *Hemafroditisme*, pembuahan dilakukan oleh sesama jenis yang kemudian mengalami perubahan jenis kelamin. Seperti yang terjadi pada belut yang semula berjenis kelamin betina kemudian berubah menjadi jantan yang sebenarnya (menghasilkan sperma).

Pembahasan reproduksi pada mamalia akan diwakili oleh manusia, yang akan dibahas pada pembahasan sistem reproduksi manusia

BAB XII



MAKANAN, GIZI, KESEHATAN, DAN PENYAKIT

1. Makanan dan Gizi

Kita memerlukan makanan atau nutrisi untuk kelangsungan hidup. Makanan yang kita konsumsi berfungsi: menghasilkan energi, menggantikan sel-sel yang rusak, pertumbuhan, membentuk sel baru, pelarut, dan sebagai zat pelindung organ-organ tubuh dari berbagai penyakit.

Secara garis besar, makanan dapat dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan fungsinya, yaitu sebagai penghasil energi, pembangun, dan pengatur. Zat makanan yang diperlukan oleh tubuh manusia ada 6 macam, yaitu: karbohidrat, lemak, protein, mineral, vitamin, dan air. karbohidrat, lemak, dan protein digolongkan sebagai makanan mikro (mikronutrien).

Karbohidrat terdiri atas unsur-unsur C, H dan O. Berdasarkan susunan molekulnya, karbohidrat dibedakan atas 3 golongan, yaitu monosakarida, disakarida, dan polisakarida.

Tabel : Penggolongan Karbohidrat

	Monosakarida	Disakarida	Polisakarida
Gugus Gula	satu	dua	lebih dari sepuluh
Contoh	triosa, tetrosa, pentosa, heksosa (glukosa, truktokosa, galaktosa)	sukrosa (gula tebu), laktosa (gula susu), Selulobiosa	selulosa, glikogen, pektin, kitin, heparin, lignin, insulin, kalsium pekat

Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) adalah jenis karbohidrat yang dapat larut dan diserap dengan mudah serta merupakan sumber energi bagi kita. Glukosa dapat diubah menjadi monosakarida lainnya, seperti galaktosa dan fruktosa. Kelebihan glukosa dapat disimpan dalam hati, dalam bentuk glikogen.

Karbohidrat merupakan sumber energi karena setiap gram karbohidrat dapat menghasilkan energi sebesar 4,1 kalori. Karbohidrat juga berperan dalam pembentukan struktur sel, jaringan, dan organ tubuh. Karbohidrat dapat diperoleh, antara lain dari bahan makanan seperti beras, gula, jagung, dan gandum.

Protein tersusun atas unsur-unsur C, H, O, N, dan kadang-kadang S dan P. Unsur N merupakan unsur yang membedakan protein dari karbohidrat dan lemak. Protein merupakan molekul bahan organik yang jauh lebih besar dari karbohidrat dan lemak, karena terdiri atas puluhan atau bahkan ribuan asam amino.

Protein berfungsi sebagai zat pembangun sel dan penghasil kalori. Sebagai pembangun sel, protein membentuk jaringan-jaringan baru dalam tubuh dan mengganti jaringan yang rusak. Selain itu, protein juga berfungsi sebagai penjaga keseimbangan cairan dalam jaringan dan pembuluh darah dengan cara menimbulkan tekanan osmotik koloid.

Protein dapat diperoleh dari hewan, misalnya daging, ikan, telur, keju dan susu. Selain itu, protein juga dapat diperoleh dari tumbuhan, seperti kacang-kacangan. Seperti halnya karbohidrat, setiap 1 gram protein dapat menghasilkan energi 4,1 kalori.

Lemak tersusun atas unsur-unsur yang hampir sama dengan unsur-unsur pada karbohidrat, yang beda hanya atom O pada lemak lebih sedikit. Sebaliknya, atom H pada lemak lebih banyak dibandingkan dengan pada karbohidrat.

Lemak berfungsi sebagai penghasil energi terbesar, yaitu dalam 1 gram lemak dapat dihasilkan energi sebesar 9,3 kalori. Di samping itu, lemak berfungsi sebagai pelarut vitamin A, D, E, dan K. Lemak berfungsi juga sebagai komponen.

2. Kesehatan dan Penyakit

Apabila Anda telah memahami tentang makanan dan gizi, dan mempraktekannya dalam kehidupan sehari-hari, bukan berarti bahwa Anda dengan serta merta hidup sehat. Sebab, hidup sehat tidak hanya ditentukan oleh mutu dan jumlah makanan saja, tetapi masih ada faktor lain yang mempengaruhinya. Kesehatan Anda masih ditentukan pula oleh kondisi lingkungan dimana Anda tinggal dan kebiasaan hidup Anda. Oleh sebab itu, kita perlu mempelajari ilmu kesehatan.

Ilmu kesehatan adalah ilmu yang mempelajari tentang cara-cara agar orang tetap sehat. Ilmu ini membimbing kita ke arah hidup sehat, yakni memberi pengertian-pengertian tentang apa yang harus kita kerjakan dan cara-cara agar kita dapat terhindar dan dijauhi penyakit.

Banyak faktor yang dapat membuat kita sakit atau dijangkiti penyakit. Pertama, berbagai penyakit menjangkit pada seseorang karena makanan yang disantapnya bernilai gizi rendah. Penyakit-penyakit seperti rabun senja (kekurangan vitamin A), beri-beri (kekurangan vitamin B), gusi berdarah atau skorbut (kekurangan vitamin C), pelagra (kekurangan niasin), dari penyakit yang diakibatkan oleh kekurangan gizi.

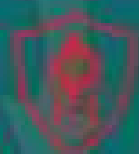
Sebaliknya, penyakit dapat menjangkiti seseorang karena makanan yang disantapnya kelebihan zat makanan tertentu. Sebagai contoh, seseorang dapat terkena penyakit arteriosklerosis karena terlalu banyak menyantap makanan yang berkolesterol tinggi.

Kedua, wabah penyakit menular yang berjangkit di suatu lingkungan dapat menyebabkan seseorang sakit. Penyakit menular seperti kolera, tipus, dan, disentri dengan mudah menjangkiti seseorang yang tinggal di lingkungan itu.

Ketiga, kekurangbersihan MCK atau mandi, cuci, dan kakus dan kurangrutinan berolah raga juga merupakan faktor yang dapat menyebabkan seseorang terjangkit penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gabel, Dorothy, 1993, *Introductory Science Skills*, Second Edition. Indiana: Waveland Press Inc.
2. Gega, Peter C, 1994, *Concepts and experiences in Elementary School Science*, Second Edition. New York: Mc Millan Publishing Company.
3. Gega, Peter C, 1994, *Science in Elementary Education*, Sevent Edition. New York: Mc Millan Publishing Company.
4. Halliday, Resnick, 1986, *Fisika*, Penerbit Erlangga, Jakarta
5. Hendro Darmono, 1991, *Pendidikan IPA I* Jakarta: Depdikbud.
6. I.M. Roitt. 1985. *Pokok-pokok Ilmu Kekebalan*, PT Gramedia. Jakarta.
7. Moh. Amin, 1994, *Biologi 2* Jakarta: Depdikbud.
8. Perry Phyllis J, 1994, *A Theaaher's Science Companion*, New York: Tab Books
9. Sudi Dul Aji, 2011, *Fisika Dasar 2*, Lembaga Penerbitan Universitas Kanjuruhan Malang.
10. Supriyono Koes H., 1999. *Konsep Dasar IPA*, Depdikbud Dirjendikti. Jakarta.
11. Suryo., 1986, *Genetika*: Gajah Mada University Press.
12. Soedarmo, Poerwo, 1977, *Ilmu Gizi* Jilid 1: Penerbit Dian Rakyat
13. _____ 1999. *Pendidikan IPA II*, Depdikbud Dirjendikti. Jakarta.
14. _____ 1999. *Pendidikan IPA I*, Depdikbud Dirjendikti. Jakarta.



KANJURUHAN
PRESS

Jember, Juli 2021
Jember 61213, Indonesia

Email: kanjuruhanpress@gmail.com

ISBN 978-602-70619-8-4



9 786021 985984