



# BIOLOGI

## DIKTAT OLIMPIADE IPA SD/MI PRA OSN & IMSO



## Bagian Pertama

### PEMBAGIAN ILMU DALAM BIOLOGI

1. Anatomi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk susunan tubuh makhluk hidup.
2. Bakteriologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk bakteri dan kehidupannya.
3. Bioteknologi, cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup {bakteri, fungi, virus, dll} maupun produk dari makhluk hidup {enzim, alkohol} dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa.
4. Botani - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk tumbuhan dan kehidupannya.
5. Ekologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk makhluk hidup dengan lingkungan alam tempat tinggalnya (habitat).
6. Embriologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk perkembangan suatu organisme semenjak berbentuk telur hingga menjadi embrio.
7. Endokrinologi, yaitu cabang Biologi tentang hormon.
8. Epidemiologi, ilmu yang mempelajari tentang penularan penyakit.
9. Entomologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk serangga beserta kehidupannya.
10. Evolusi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk perkembangan makhluk hidup mulai dari bentuk yang sederhana hingga yang kompleks.
11. Filogeni, kajian mengenai hubungan di antara kelompok-kelompok organisme yang dikaitkan dengan proses evolusi yang dianggap mendasarinya.
12. Fisiologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk proses serta kegiatan yang dilakukan oleh makhluk hidup.
13. Genetika - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk penurunan sifat suatu makhluk hidup kepada keturunannya.
14. Higien - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk pemeliharaan kesehatan manusia.
15. Histologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk susunan serta fungsi bagian-bagian yang ada pada jaringan makhluk hidup.
16. Mikologi, yaitu cabang Biologi tentang jamur.
17. Mikrobiologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk organisme renik (mikro) serta kehidupannya.
18. Morfologi, yaitu cabang Biologi tentang penampakan atau bentuk luar tubuh makhluk hidup.
19. Ornitologi, yaitu cabang Biologi tentang burung.
20. Palaeontologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk kehidupan makhluk hidup di masa lalu serta kehidupannya dengan mempelajari fosil yang berasal dari masa lampau.

21. Parasitologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk parasit, baik pengaruh terhadap makhluk hidup lainnya maupun kehidupannya.
22. Patologi, yaitu cabang Biologi tentang penyakit dan pengaruhnya pada organisme.
23. Sitologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk susunan serta fungsi bagian-bagian yang ada pada sel makhluk hidup.
24. Taksonomi, yaitu cabang Biologi tentang pengelompokan makhluk hidup.
25. Teratologi, yaitu cabang Biologi tentang cacat perkembangan pada embrio.
26. Virologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk virus, baik pengaruh terhadap makhluk hidup lainnya maupun kehidupannya.
27. Zoologi - adalah ilmu biologi yang mempelajari seluk beluk hewan serta kehidupannya.

## METODE ILMIAH

Tahapan penting yang harus dilakukan dalam **Metode Ilmiah**, yaitu :

1. Merumuskan masalah
2. Melakukan observasi dan pengumpulan data
3. Merumuskan hipotesa
4. Melakukan eksperimen untuk menguji hipotesa
5. Menarik hasil kesimpulan eksperimen

Tips :

Metode ilmiah  $\Rightarrow$  **MOHEDAn**

**M** = merumuskan masalah

**O** = observasi

**H** = hipotesis

**E** = eksperimen

**D** = analisis data hasil eksperimen

**AN** = kesimpulan

**TEORI ASAL USUL KEHIDUPAN****1. Teori Abiogenesis**

Kehidupan berasal dari benda tak hidup

Penganut :

- Aristotles
- John Nedham
- Antonie Van Leeuwenhock

**2. Teori Biogenesis**

Kehidupan berasal dari kehidupan sebelumnya (omne vivum ex ovo, omne ovum ex vivo)

Penganutnya :

- Francesco redi → daging
- Louis pasteur → air kaldu dan botol leher angsa
- Lazzaro spallanzani → air kaldu dan tabung lurus

**3. Teori Evolusi Kimia**

Kehidupan berasal dari reaksi gas-gas di atmosfer yaitu metana ( $\text{CH}_4$ ), amoniak ( $\text{NH}_3$ ), gas Hidrogen ( $\text{H}_2$ ), dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan hasil berupa Asam Amino

penganutnya

- Harold Urey
- Stanley Miller

**4. Teori Evolusi Biologi dan Kimia (biokimia)**

Kehidupan berasal dari zat-zat organik yang dikonversi menjadi senyawa organik yang dipresiksi terbentuk pertama kali di lautan.

Penganutnya :

- Oparin

**Catatan :**

Teori biologi menyatakan bahwa tahap awal kehidupan dimulai dari :

Mikrosfer → progenot → eugenot → prokariot awal → urikariot → eukariot

Sejalan dengan pemikiran **teori oportunistik**

Urutan munculnya organisme dilaut :

**Sel purba → Organisme Heterotrof primer → Organisme Autotrof → Organisme Heterotrof Sekunder**

## CIRI-CIRI MAKHLUK HIDUP

Makhluk hidup memiliki ciri-ciri, sebagai berikut:

### 1. Bergerak

Bergerak adalah merupakan perubahan posisi, baik seluruh tubuh atau sebagian. Gerak yang dilakukan pada tumbuhan antara lain : gerak menutupnya daun putri malu jika disentuh, gerak ujung batang dari bawah ke atas ke arah sinar matahari, dan gerak membukanya biji lamtoro disebabkan perubahan kadar air. Pada hewan juga terdapat gerak, antara lain : gerak aktif pada hewan vertebrata yaitu alat gerak berupa otot, gerak pasif pada hewan vertebrata yaitu alat gerak berupa tulang, dan gerak pada manusia yaitu berjalan, berlari dan lain-lain.

### 2. Peka Terhadap Rangsang (iritabilitas)

Tumbuhan, hewan dan manusia mempunyai kepekaan terhadap rangsang. Hal ini dapat ditunjukkan sebagai berikut:

- a. Pada tumbuhan, daun putri malu bila diberi rangsang sentuhan akan menanggapi rangsang dengan menutup daunnya.
- b. Pada hewan, ayam ketika fajar menyingsing akan berkokok.
- c. Manusia jika diberi bau yang merangsang akan menanggapi rangsang, misalnya bersin.

### 3. Memerlukan Makan (nutrisi)

Setiap makhluk hidup memerlukan makanan. Hal ini bertujuan agar dapat mempertahankan hidup, menghasilkan energi, dan pertumbuhan. Tumbuhan dapat membuat makanan sendiri melalui proses fotosintesis. Hewan dan manusia tidak dapat membuat makanan sendiri, tetapi tergantung pada makhluk hidup lainnya.

### 4. Bernafas (respirasi)

Bernafas yaitu pengambilan oksigen untuk oksidasi makanan, sehingga memperoleh energi dan mengeluarkan karbondioksida sebagai zat sisa. Hewan vertebrata di darat bernafas dengan paru-paru, ikan bernafas dengan insang, cacing bernafas dengan kulit. Tumbuhan, pada daun bernafas melalui stomata, pada batang melalui lentisel dan di akar melalui bulu-bulu akar.

### 5. Tumbuh dan Berkembang

Tumbuh adalah bertambahnya volume atau ukuran makhluk hidup yang irreversible. Berkembang adalah proses menuju kedewasaan yang dipengaruhi oleh hormon, nutrisi dan lingkungan.

### 6. Berkembangbiak (reproduksi)

Berkembangbiak adalah memperbanyak diri untuk mempertahankan kelestarian jenisnya. Cara berkembangbiak sebagai berikut :

- a. Secara kawin/generatif, yaitu perkembangbiakan yang melibatkan sel telur dan sel sperma.
- b. Secara tak kawin/vegetatif, yaitu perkembangbiakan yang tidak melibatkan sel telur dan sel sperma, melainkan melibatkan sel tubuh.

### 7. Adaptasi

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungan dan untuk mempertahankan diri. Terdapat tiga macam adaptasi, yaitu:

- a. Adaptasi morfologi, yaitu penyesuaian diri terhadap alat-alat tubuhnya.  
Contoh: burung elang mempunyai kuku yang tajam untuk menerkam mangsa. Bunga teratai mempunyai daun yang lebar untuk memperluas bidang penguapan.
- b. Adaptasi fisiologi, yaitu penyesuaian diri terhadap lingkungan dengan fungsi alat-alat tubuh.  
Contoh : Manusia menambah jumlah sel darah merah bila berada di pegunungan. Kotoran unta kering , tetapi urinenya kental
- c. Adaptasi tingkah laku, yaitu penyesuaian diri terhadap lingkungan dengan tingkah lakunya.  
Contoh: Bunglon mengubah warna tubuhnya, ikan paus muncul ke permukaan secara periodik.

## 8. Regulasi

Regulasi adalah proses pengaturan keserasian di dalam tubuh organisme yang diatur oleh syaraf dan hormon.

## 9. Ekskresi

Ekskresi adalah proses pengeluaran sisa-sisa metabolisme tubuh. Dalam proses oksidasi makanan selain menghasilkan energi, tubuh organisme juga menghasilkan zat sisa yang harus dikeluarkan dari tubuh.

## TIPS

### Ciri Makhluk Hidup ⇒ SiNARR PETIR

**SI** = sintetis

**N** = nutrisi

**A** = adaptasi

**R** = regulasi

**R** = reproduksi

**P** = pertumbuhan dan Perkembangan

**E** = ekskresi

**T** = transportasi

**I** = iritabilitas

**R** = reproduksi

## KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP

Ilmu yang mempelajari pengelompokan makhluk hidup dengan suatu sistem tertentu disebut klasifikasi atau taksonomi. Pada abad ke-18 *Carolus Linnaeus* (1707 – 1778), seorang ahli biologi dari Swedia memperkenalkan klasifikasi berdasarkan persamaan struktur. Dengan cara seperti ini maka makhluk yang ada dipermukaan bumi ini dibedakan menjadi dua (2) kelompok dunia kehidupan besar yaitu: dunia hewan atau Animalia dan dunia tumbuhan atau Plantae. Selanjutnya setiap dunia akan dibagi menjadi kelompok-kelompok lebih kecil yang disebut dengan takson-takson.

Dunia hewan akan dibagi menjadi takson-takson sebagai berikut:

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| a. Kingdom atau kerajaan | e. Familia atau suku.  |
| b. Filum                 | f. Genus atau marga.   |
| c. Class atau kelas      | g. Species atau jenis. |
| d. Ordo atau bangsa.     |                        |

Dalam dunia tumbuhan dibagi menjadi takson-takson sebagai berikut:

- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| a. Kingdom atau kerajaan. | e. Familia atau suku.  |
| b. Divisi.                | f. Genus atau marga.   |
| c. Class atau kelas.      | g. Species atau jenis. |
| d. Ordo atau bangsa.      |                        |

Klasifikasi makhluk hidup menggunakan sistem yang disebut dengan **Sistem Binomial Nomenklatur** (Sistem nama ganda). Di dalam sistem Binomial Nomenklatur mempunyai aturan-aturan sebagai berikut:

- Species terdiri dari dua kata, kata pertama menunjukkan genus dan kata kedua menunjukkan sifat spesifikasinya.
- Kata pertama diawali dengan huruf besar dan kata kedua dengan huruf kecil.
- Menggunakan bahasa latin atau ilmiah atau bahasa yang dilatinkan dengan dicetak miring atau digaris bawah.

Contoh : Nama species Pisang ; *Musa paradisiaca* L

Genus : *Musa*

Species : *paradisiaca*

Pelaku pengidentifikasi oleh Linnaeus disingkat dengan L

Menurut **RH. Whittaker** yang didukung oleh banyak ahli biologi, pada tahun 1969 dikembangkan klasifikasi makhluk hidup menggunakan sistem **lima kingdom** sebagai berikut:

### 1. Monera

- Monera berasal dari kata monares yang berarti tunggal.

- Mikroorganisme ini memiliki inti tetap, tidak memiliki selubung inti sehingga bersifat *prokariotik*. Misal: bakteri dan ganggang biru.

a) **Bakteri**

Struktur bakteri masih sangat sederhana tetapi mempunyai peranan yang penting. Umumnya tidak memiliki klorofil dan bersifat heterotrof. Tempat hidup bakteri di mana-mana misalnya di kulit, di mulut, di tanah, dan sebagainya.

Berdasarkan bentuknya bakteri dibedakan menjadi 3 macam yaitu:

- **Bacillus:** bakteri berbentuk batang atau basil. Terdapat tiga macam bentuk bacillus, yaitu :
  - (1) Streptobacil, berbentuk panjang seperti rantai. Contoh: Bacillus anthracis, penyebab penyakit antraks
  - (2) Diplobasil, berkelompok dua-dua.
  - (3) Basil tunggal.
- **Coccus:** bakteri berbentuk bola. Terdapat lima macam bentuk coccus, yaitu:
  - (1) Monococcus, tunggal
  - (2) Diplococcus, berkoloni dua-dua
  - (3) Streptococcus, seperti rantai
  - (4) Staphylococcus, seperti buah anggur
  - (5) Sarcina, berbentuk kubus.
- **Spirillum:** bakteri berbentuk spiral. Terdapat tiga macam bentuk spirillum, yaitu :
  - (1) Spiral, berbentuk lebih dari setengah lingkaran
  - (2) Koma, berbentuk kurang dari setengah lingkaran
  - (3) Spirochaeta, berbentuk sulur berpilin.

Terdapat bakteri yang menguntungkan dan merugikan bagi kehidupan manusia.

Bakteri yang menguntungkan bagi manusia, antara lain :

- Clostridium pasteurianum dan Azotobacter chroococcum; mengikat nitrogen sehingga dapat menyuburkan tanah.
- Rhizobium radicola; terdapat dalam bintil akar kacang dapat menyuburkan tanah.

Bakteri yang merugikan bagi manusia, antara lain :

- Salmonella typhosa, penyebab penyakit tipus.
- Mycobacterium tuberculosis, penyebab penyakit TBC.
- Clostridium tetani, penyebab penyakit tetanus
- Shigella dysenteriae, penyebab penyakit disentri.

**b) Ganggang biru (Chyanophyta).**

Merupakan ganggang bersel satu, berbentuk koloni atau multisel. Selain mempunyai klorofil karotenoid juga mempunyai pigmen yang tergolong fibobilin yaitu *fikosianin* berwarna biru dan *fikoeritrin* berwarna merah.

Manfaat ganggang biru, antara lain: *Anabaena azollae* digunakan sebagai pupuk, *Spirullina* sebagai bahan makanan yang mengandung protein dan lain-lain.

**2. Protista**

Protista bersifat *eukariotik*, yaitu memiliki membran inti, bersel tunggal dan multiseluler.

Misal: Protozoa yang mempunyai ukuran sangat kecil, satu sel, hidup di air atau parasit pada makhluk lain, berkembangbiak membelah diri.

Berdasarkan alat geraknya hewan bersel satu dibagi menjadi:

- a. Hewan berkaki semu atau Rhizopoda, tubuhnya dapat membentuk kaki semu/pseudopodia  
Contoh : *Amoeba proteus*, *Entamoeba coli*.
- b. Hewan berbulu cambuk atau Flagellata, memiliki flagel yang bergerak mirip dengan cambuk.  
Contoh : *Chlamydomono*, *Trypanosoma*, *Euglena*.
- c. Hewan berbulu getar atau Ciliata, memiliki silia yang selalu bergetar berfungsi sebagai alat gerak dan mengambil makanan.  
Contoh : *Paramecium*, *Didinium*.
- d. Hewan berspora atau Sporozoa, berkembang biak dengan spora.  
Contoh : *Plasmodium*.

**3. Fungi**

Pada bagian kingdom ini terdapat hal-hal yang harus diperhatikan, antara lain:

- Jamur terdiri dari sel satu dan sel banyak.
- Tubuh tersusun dari benang-benang halus disebut hifa.
- Hifa ada yang bersekat dan ada yang tidak bersekat.
- Berkembangbiak dengan spora

Berdasarkan bentuk hifa jamur dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a. Jamur Ganggang (*Phycomycetes*)

Jamur ini hifanya bersekat-sekat

Contoh *Rhizopus* untuk membuat tempe. Pada tempe terdapat benang-benang halus disebut miselium yaitu cabang hifa, apabila tempe membusuk maka permukaan tempe akan membusuk.

- b. Jamur Benar (*Eumycetes*)

Jamur ini memiliki hifa yang tidak bersekat-sekat. Berdasarkan tempat pembentuk spora dibedakan menjadi tiga, yaitu:

- Ascomycetes, jamur ini membentuk spora pada sebuah alat seperti kantong yang disebut askus. Misal : *Penicillium* sp.
- Basidiomycetes, jamur ini membentuk spora pada sebuah alat seperti botol, umumnya jamur ini berukuran besar. Misal: *Volvariella volvaceae* (jamur merang), *Auricula volvaceae* (jamur kuping).
- Jamur tidak sempurna (*Deuteromycetes*).

Jamur ini tumbuh pada roti, sisa makanan, tongkol jagung, kotoran ternak dan manusia. Biasanya termasuk kelompok jamur penyebab penyakit. Misal: *Tinea versicolor* penyebab panu dan *Aspergillus fumigatus* penyebab penyakit saluran pernafasan pada manusia.

#### 4. Plantae

Plantae dibedakan menjadi: ganggang, lumut, paku dan tumbuhan berbiji.

##### ▪ Ganggang atau alga

Berdasarkan zat warna alga dibedakan menjadi empat (4) golongan, yaitu :

- a. Alga hijau atau *Chlorophyceae*, memiliki pigmen hijau dan kuning/karoten, mutiseluler, berbentuk benang/lembaran.  
Contoh: *Spirogyra*, *Chlorella*, *Chlorococcum*.
- b. Alga merah atau *Rhodophyceae*, memiliki pigmen fikoeitrin/ merah, hidup di laut agak dalam. Contoh: *Euchema spinosum* bahan agar-agar.
- c. Alga pirang atau *Phaeophyceae*, berwarna coklat kehijau-hijauan, banyak mengandung asam Alginat untuk industri tekstil dan obat-obatan.  
Contoh: *sargassum* dan *turninaria* .
- d. Alga kersik atau *Chrysophyceae*, hidup di laut, bangkai alga ini di dasar laut akan membentuk lapisan tanah yang disebut *diatomae* yang berguna untuk bahan isolasi, alat gosok logam dan bahan isolator dinamit.

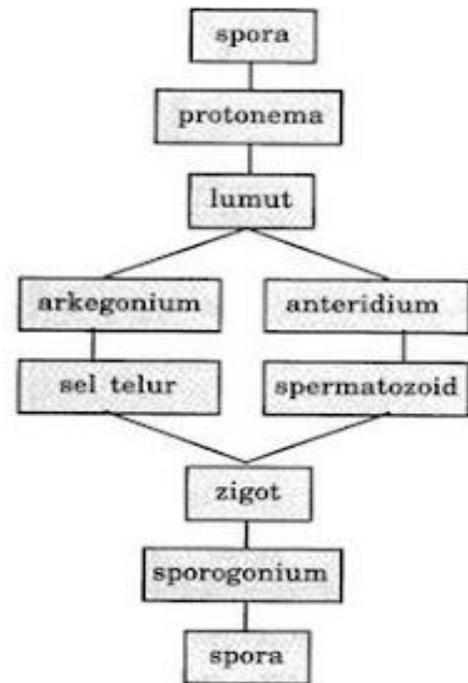
##### ▪ Lumut (*Bryophyta*)

Lumut memiliki ciri–ciri sebagai berikut:

- Memiliki akar, batang, daun, tetapi bukan akar, batang, daun sejati. Akar disebut rhizoid dan belum memiliki berkas pembuluh.
- Berkembang biak dengan kawin dan tak kawin yang disebut dengan pergiliran keturunan.

**Pergiliran keturunan tumbuhan lumut :**

- Spora lumut jatuh pada tempat cocok akan tumbuh menjadi protonema.
- Protonema akan tumbuh menjadi tumbuhan lumut.
- Lumut dewasa akan menghasilkan sel kelamin yaitu anteridium sebagai penghasil spermatozoid (sel kelamin jantan) dan arkegonium sebagai penghasil sel telur (sel kelamin betina).
- Hasil pembuahan antara ovum dan spermatozoid disebut zigot.
- Zigot akan tumbuh menjadi sporogonium.
- Sporogonium dewasa akan menghasilkan spora dalam bentuk sporangium (kotak spora)
- Sporogonium disebut sporofit dan tumbuhan lumut disebut gametofit.



Tumbuhan lumut dibedakan menjadi dua kelas, yaitu:

a. Lumut Hati (Hepaticae)

Tumbuhan lumut ini belum memiliki batang dan daun. Tubuhnya berbentuk lembaran dilengkapi rhizoid sebagai alat untuk melekatkan tubuhnya ke dalam tanah. Contoh : *Marchantia*.

b. Lumut Daun (Musci)

Tumbuhan lumut ini telah mempunyai batang, daun dan akar rhizoid. Contoh : *Polytrichum*.

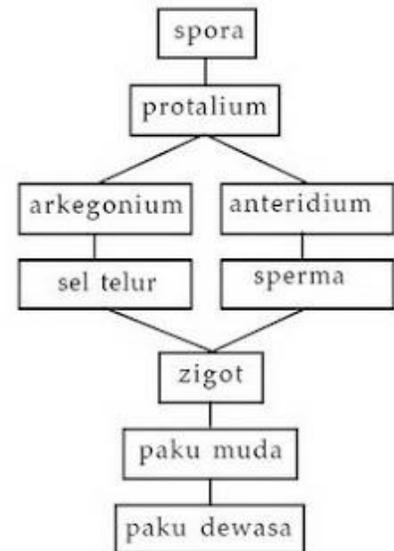
▪ **Tumbuhan Paku (Pteridophyta)**

- Tumbuhan paku sudah mempunyai akar batang dan daun yang jelas.
- Pada daun terdapat sorus (sori kalau banyak). Sorus merupakan kumpulan kotak spora yang dibungkus indusium.
- Tempat hidup menempel pada pohon bersifat epifit.
- Perkembangbiakan secara kawin dan tak kawin yang disebut pergiliran keturunan.

**Pergiliran tumbuhan paku:**

- Spora yang telah masak, jatuh pada tempat yang cocok membentuk protalium.
- Protalium menghasilkan anteridium sebagai penghasil spermatozoid (sel kelamin jantan) dan arkegonium sebagai penghasil sel telur (sel kelamin betina).

- Hasil pembuahan disebut zigot yang akan tumbuh menjadi tumbuhan paku.
- Tumbuhan paku dewasa akan menghasilkan spora
- Tumbuhan paku disebut sporofit dan protalium disebut gametofit.



Klasifikasi Tumbuhan paku dibagi menjadi empat kelas, yaitu:

- a. Paku lumut (*Psilopitinae*). Menyerupai tumbuhan lumut daun sebagian besar epifit. Contoh : *Psilotum nudum*.
- b. Paku ekor kuda (*Equisetinae*). Batang terdapat dalam tanah, cabang beruas-ruas, daun fertil menghasilkan spora. Contoh: *Equisetum sylvaticum*.
- c. Paku kawat (*Lycopodiinae*). Tubuhnya seperti rambut atau kawat, habitat di daerah pegunungan.
- d. Paku benar (*Filicinae*). Dapat hidup dimana mana, sorus berkumpul pada ujung, tepi, dan tersebar dipermukaan daun. Contoh : Suplir, semanggi.

Manfaat tumbuhan paku bagi manusia, yaitu : sebagai tanaman hias, sebagai bahan obat-obatan, sebagai pupuk dan sebagai sayuran.

#### ▪ Tumbuhan biji (Spermatophyta)

Merupakan tumbuhan penghasil biji yang digunakan sebagai alat perkembangbiakan. Berdasarkan letak bakal biji dibagi menjadi dua macam, yaitu:

##### ○ *Gymnospermae* (tumbuhan biji terbuka).

*Gymnospermae* adalah tumbuhan yang bakal bijinya tidak terlindung oleh daun buah, tetapi menempel pada daun buah. *Gymnospermae* memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Pohon berakar tunggang, daunnya berbentuk seperti jarum, kecil tebal dan tipis lebar.
- Alat kelamin jantan dan alat kelamin betina disebut srobilus yang mengandung sporangia.

Tumbuhan biji terbuka dibagi menjadi beberapa kelas, antara lain:

##### a. Cycadinae

Menyerupai pohon palem, sedikit cabang, daun menyirip. Contoh *Cycas rumphii* (Pakis haji)

##### b. Gnetinae

Batang berkayu, bercabang, daun tunggal. Contoh *Gnetum gnemon* (melinjo)

c. Coniferinae

Tumbuhan semak, pohon tajuk berbentuk kerucut, daun berbentuk jarum. Contoh Pinus merkusii (pinus/tusan)

Manfaat tumbuhan biji terbuka, antara lain :

- a) sebagai bahan industri kertas: batang mlinjo dan pinus.
- b) sebagai bahan obat-obatan: pinus.
- c) sebagai bahan makanan: mlinjo.
- d) sebagai tanaman hias: pakis haji.

o **Angiospermae (tumbuhan biji tertutup)**

Angiospermae adalah tumbuhan yang bakal bijinya tersimpan dalam daun buah Angiospermae memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Alat perkembangbiakan berupa bunga.
- Organ tubuh akar batang daun sudah dapat dibedakan dengan jelas.
- Susunan daun menyirip, menjari, sejajar dan beranekaragam.
- Bakal biji tersimpan dalam daun buah.
- Adanya pembuahan ganda (terjadi dua kali peleburan), yaitu: antara sel spermatozoid dengan sel telur akan menghasilkan zigot atau biji dan antara sel spermatozoid dengan inti kandung lembaga sekunder (KLS) menghasilkan cadangan makanan. Tumbuhan biji tertutup dibagi menjadi dua kelas, yaitu:

a) **Dikotil atau dicotyledoneae**

Tanaman dikotil memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- ✚ tumbuhan biji berkeping dua.
- ✚ bagian daun berjumlah kelipatan 2, 4, atau 5.
- ✚ akar tunggang.
- ✚ biji memiliki dua daun lembaga.
- ✚ daun tersebar berhadap-hadapan.
- ✚ batang bercabang.
- ✚ tulang daun menyirip atau menjari.

Tumbuhan dikotil memiliki beberapa suku, antara lain:

(1) Suku getah–getahan (Euphorbiaceae)

Apabila dilukai bagian tubuhnya akan mengeluarkan getah berwarna putih Contoh: Manihot utilisima (ketela pohon), Hevea brasiliensis (karet).

(2) Suku kacang-kacangan (Papilionaceae).

Mahkota bunga berbentuk kupu-kupu, buahnya polong, akar sering ditemukan bintil-bintil akar.

Contoh: *Arachis hypogea* (kacang tanah), *Vigna sinensis* (kacang panjang).

(3) Suku terung–terungan (*Solanaceae*)

Bunga berbentuk bintang, terompet, buah buni/buah kotak lapisan dalam berair atau berdaging.

Contoh: *Solanum lycopersicum* (tomat), *Capsicum annum* (lombok)

**b) *Monokotil/Monocotyledoneae***

Tanaman monokotil memiliki ciri–ciri sebagai berikut:

- ✚ tumbuhan biji berkeping satu.
- ✚ akar serabut
- ✚ daun berseling
- ✚ tulang daun sejajar dan berbentuk pita.
- ✚ bagian bunga berbilangan tiga.
- ✚ biji memiliki satu daun lembaga.

Tumbuhan monokotil memiliki beberapa suku, antara lain:

- (1) *Gramineae* (rumput-rumputan). Contoh padi gandum, jagung dan tebu.
- (2) *Palmae* (pinang-pinangan). Contoh: kelapa, kelapa sawit, dan palem.
- (3) *Liliaceae* (bawang-bawangan). Contoh: bawang merah, bakung.
- (4) *Musaceae* (pisang-pisangan). Contoh: pisang manila, pisang hawaii.

## 5. **Animalia**

Berdasarkan ada tidaknya tulang ruas belakang pada hewan, dibedakan menjadi dua:

**Avertebrata**, yaitu kelompok hewan yang tidak memiliki ruas tulang belakang. Avertebrata memiliki beberapa filum, sebagai berikut:

### 1. ***Protozoa (hewan bersel satu)***

Tubuh bersel satu, cara hidup bebas dan parasit pada makhluk hidup lain, selnya tidak memiliki plastida, bergerak dengan kaki semu, bulu cambuk, berbulu getar, cara berkembang biak dengan membelah diri (tak kawin) dan konjugasi (kawin)

### 2. ***Porifera (hewan berpori–pori)***

Hidup di air, seluruh permukaan tubuh berpori-pori, mempunyai rangka dari zat tanduk, zat spons yang sering digunakan untuk alat gosok pada waktu mandi. Contoh : *Euspongia*, *poterion*, dan *scypha*.

### 3. *Colenterata (hewan berongga)*

Hidup di air, tubuhnya berongga, mempunyai tentakel untuk menangkap makanan dan sebagai alat peraba, mempunyai dua bentuk tubuh yaitu polip menempel pada tempat hidup dan medusa seperti payung melayang-layang di air.

### 4. *Vermes (cacing)*

Berdasarkan bentuk tubuh dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu:

#### ➤ **Platyhelminthes (cacing pipih)**

Tidak mempunyai ringga dan anus, tetapi hanya memiliki satu lubang yaitu mulut untuk memasukkan makanan dan mengeluarkan sisa makanan. Cacing pipih dibagi menjadi 3 kelas, yaitu :

- Turbellaris (cacing getar) contoh planaria.
- Trematoda (cacing hisap) contoh: Fasciola hepatica (cacing hati).
- Cestoda (cacing pita) contoh: cacing pita sapi, cacing pita babi.

#### ➤ **Nemathelminthes (cacing gilig)**

Tubuhnya bulat panjang, tidak bersegmen-segmen, memiliki mulut dan anus, berkembang biak dengan kawin. Contoh *Ascaris lumbricoides* (cacing perut), *Ancylostoma duodenale* (cacing tambang), *Oxyuris vermicularis* (cacing kremi).

#### ➤ **Annelida (cacing gelang)**

Tubuh beruas-ruas, tersusun seperti cincin, memiliki mulut dan anus, antara kulit badan dan dinding terdapat rongga badan. Contoh: Chaetopoda (cacing berambut), yaitu: Wawo dan palolo (enak dimakan). Hirudinae (cacing penghisap darah) yaitu : lintah dan pacet.

### 5. *Arthropoda (hewan berbuku-buku)*

Tubuhnya dibedakan atas kepala, dada, dan perut. Memiliki alat indra yang peka terhadap sentuhan panas, bau-bauan, mata majemuk yaitu terdiri atas beribu-ribu mata kecil yang berbentuk segi enam disebut mata faset. Arthropoda meliputi empat kelas, yaitu:

#### a) *Insecta (serangga)*

Tubuh terdiri atas kepala, dada dan perut. Susunan saraf tangga tali yaitu terdiri atas simpul simpul yang saling berhubung. Pernafasan dengan sistem trakea, yaitu pembuluh udara yang bermuara pada stigma. Mengalami metamorfosis sempurna yaitu telur–larva– kepompong–dewasa dan metamorfosis tak sempurna telur – nimfa–dewasa. Peredaran darah terbuka, artinya darah mengalir di dalam pembuluh darah. Pencernaan makanan dari mulut sampai anus.

b) *Crustaceae (udang–udangan)*

Tubuh terdiri atas kepala dada menyatu (cephalothorax) dan perut. Pada kepala terdapat dua pasang antena panjang dan pendek. Mempunyai kaki 5 pasang. Contoh: udang, kepiting, rajungan dan ketam.

c) *Arachnoidea (laba–laba)*

Tubuh terdiri atas kepala dada menyatu dan perut (abdomen). Pada kepala terdapat 4 pasang kaki. Alat pernafasan paru–paru buku yaitu berlapis–lapis. Mempunyai sepasang mata besar dan beberapa mata kecil. Laba–laba dibagi menjadi tiga ordo, yaitu :

- (1) Arachnida (bangsa laba-laba) contoh: laba–laba rumah
- (2) Scorpionida (bangsa kala) contoh: kalajangking.
- (3) Acarina (bangsa tungau) contoh: caplak, kutu.

d) *Myriapoda (lipan)*

Tubuh terdiri atas kepala dan perut (abdomen) yang beruasruas, tiap ruas mempunyai satu pasang kaki. Bernafas dengan trakea. Contoh: kelabang, kaki seribu.

**6. *Mollusca (hewan lunak)***

Tubuh lunak banyak mengandung lendir dan terbungkus oleh mantel, cangkang dari zat kapur.

Hewan ini dibedakan mejadi tiga kelas, yaitu:

(1) *Pelecypoda (kerang)*

Tubuh dilapisi dua cangkang yang dihubungkan dengan engsel sehingga dapat membuka dan menutup. Cangkang terdiri dari tiga lapisan luar (periostrakum), tengah (prismatik) dan dalam (mutiara atau nakreas). Apabila ada benda yang masuk ke dalam mantel maka melapisi benda tersebut sehingga terbentuk mutiara.

(2) *Gastropoda (cumi–cumi)*

Hidup di laut, mempunyai tinta untuk melindungi diri bila ada musuh. Pada mulut mempunyai 8 tentakel pendek untuk memegang mangsa dan 2 tentakel panjang untuk perkawinan. Contoh : Gurita, cumi–cumi.

(3) *Cephalopoda (siput)*

Hidup di darat bernafas dengan paru-paru, di air dengan insang, berjalan dengan menggunakan otot perut sambil mengeluarkan lendir dari dalam tubuh untuk mempermudah gerakan. Termasuk hewan hermafrodit artinya mempunyai dua alat kelamin dalam satu tubuh jantan dan betina. Tetapi tidak melakukan pembuahan sendiri.

### 7. *Echinodermata (hewan berkulit duri)*

Tubuh diselubungi kulit duri, terdapat lempeng dari zat kapur memiliki alat gerak kaki ambulakral yang merupakan tabung yang dilengkapi dengan alat pengisap dan digunakan untuk melekat di dasar air. Sistem syaraf menyebar ke seluruh tubuh. Alat pencernaan dari mulut, usus anus. Pernafasan insang tersebar di seluruh permukaan tubuh. Perkembangbiakan secara kawin. Mempunyai daya regenerasi yaitu mempunyai kemampuan untuk menumbuhkan kembali bagian tubuh yang terputus. Echinodermata memiliki 5 kelas, yaitu:

- a) Asterozoa (bintang laut)
- b) Echinozoa (landak laut)
- c) Ophiurozoa (bintang laut)
- d) Crinozoa (lilia laut )
- e) Holothurozoa (tripang)

**Vertebrata**, yaitu kelompok hewan yang memiliki ruas tulang belakang.

Hewan vertebrata dibagi menjadi lima kelas, yaitu:

#### 1. **Pisces (ikan)**

Hidup di air, Pernafasan dengan insang, memiliki sirip untuk menentukan arah gerak di dalam air, memiliki gurat sisi untuk mengetahui tekanan di air. Suhu badan poikiloterm atau berdarah dingin yaitu suhu tubuh disesuaikan dengan lingkungan. Perkembangbiakan dengan cara bertelur. Contoh: ikan bertulang rawan (chondrichyces); ikan cucut, ikan pari, ikan hiu. Ikan bertulang sejati (osteichthyces); ikan merah, ikan salem.

#### 2. **Amphibia (amfibi)**

Hidup di dua tempat, bernafas dengan insang dan paru-paru, suhu badan poikiloterm, berkembangbiak bertelur dan pembuahan di luar tubuh (eksternal). Contoh: katak pohon, salamander.

#### 3. **Reptilia (reptil)**

Berkulit keras, kering dan bersisik. Pada ular sisiknya sering mengelupas. Suhu badan poikiloterm, berkembangbiak dengan bertelur, pembuahan di dalam tubuh betina. Contoh : kadal, buaya, ular.

#### 4. **Aves (burung)**

Tubuh berbulu untuk terbang dan melindungi tubuh. Tulang berongga supaya ringan, suhu badan homoioterm atau berdarah panas yaitu suhu tubuh tetap. Berkembangbiak dengan bertelur dan pembuahan di dalam tubuh (internal). Contoh: burung kasuari, burung kutilang, burung walet dan sebagainya.

### 5. *Mammalia (hewan menyusui)*

Memiliki kelenjar susu, berkembangbiak biak dengan melahirkan anak ada beberapa yang bertelur, berambut, suhu badan homoioterm dan bernafas dengan paru-paru. Contoh:

- Sebangsa kera misalnya: monyet, beruk, kutung dan orang utan.
- Sebangsa hewan buas misalnya: harimau dan singa.
- Sebangsa pemakan serangga misalnya: tikus, celurut, dan tregiling.
- Sebangsa hewan pengerat misalnya: marmut, bajing dan tikus.
- Sebangsa kelelawar: kalong dan kampret.
- Sebangsa hewan berbelalai misalnya: gajah.
- Sebangsa ikan paus misalnya: lumba–lumba dan ikan paus.
- Sebangsa hewan berkantong misalnya: kanguru

## INTERAKSI ANTAR MAKHLUK HIDUP DALAM EKOSISTEM

### Interaksi Antar-organisme atau Antar-individu

**SIMBIOSIS** adalah suatu pola hubungan bersama antara dua makhluk hidup yang berbeda jenis.

1. Simbiosis mutualisme merupakan hubungan dimana dua makhluk hidup yang berbeda tersebut saling diuntungkan. Contoh simbiosis mutualisme adalah hubungan di antara jamur dan ganggang, hubungan bunga dan lebah, burung jalak dan juga badak dan masih banyak lagi lainnya. Hubungan antara bunga dan lebah misalnya, keduanya mendapatkan keuntungan dimana lebah mendapatkan madu bunga sekaligus membantu bunga dalam melakukan penyerbukan.
2. Simbiosis Paratisme merupakan hubungan ini melibatkan dua makhluk hidup berbeda jenis dimana tercipta hubungan yang menguntungkan dan merugikan. Makhluk hidup yang dirugikan disebut inang dan yang mendapat keuntungan disebut dengan parasit. Contoh hubungan ini adalah kutu di kepala manusia, jamur di kulit, cacing pita di lambung dan masih banyak lagi lainnya.
3. Simbiosis Komensialisme merupakan hubungan yang melibatkan dua makhluk hidup yang berbeda dimana yang satu diuntungkan dan yang lainnya tidak dirugikan. Contoh hubungan ini adalah tanaman anggrek dan pohon tempat ia hidup, ikan hiu dengan ikan remora dan masih banyak lagi lainnya. Bunga anggrek bisa menempel dan “numpang hidup” di pohon mangga misalnya, namun si anggrek mampu membuat makanannya sendiri sehingga ia sama sekali tidak merugikan pohon mangga. Sementara itu pola hubungan ikan hiu dan remora juga terbilang unik sebab remora akan mendapatkan sisa makanan yang dikonsumsi oleh hiu dan hal tersebut sama sekali tidak merugikan si hiu.

**ANTIBIOSIS** merupakan pola hubungan di antara makhluk hidup dimana salah satu individu mengeluarkan suatu zat yang bisa membahayakan individu lainnya. Contohnya jamur yang mengeluarkan racun yang menghambat atau bahkan mematikan makhluk hidup lainnya.

**PREDATORISME** adalah suatu hubungan dimana makhluk hidup yang satu memangsa makhluk hidup lainnya. Contoh hubungan ini adalah kucing memangsa tikus atau burung elang yang memangsa ular dan masih banyak lagi lainnya.

### Interaksi Antar-populasi

Interaksi dalam ekosistem juga melibatkan hubungan di antara populasi. Pola interaksi ini dibagi ke dalam beberapa kelompok yakni:

1. Aleopati, yakni hubungan antara populasi dimana populasi yang satu menghasilkan sejumlah zat yang bisa menghalangi tumbuh dan kembangnya populasi lainnya. Contoh hubungan ini adalah pohon walnut yang jarang ditumbuhi tanaman lainnya di sekitar ia tumbuh sebab ia menghasilkan zat yang bersifat racun atau toksik. Pola hubungan ini disebut juga dengan nama anabiosa.
2. Kompetisi, adalah pola hubungan di antara populasi dimana keduanya memiliki kepentingan yang sama sehingga berujung pada hubungan kompetisi untuk mendapatkan hal yang dituju tersebut. Contoh pola hubungan ini adalah binatang domba, zebra, sapi, kuda juga rusa yang hidup di ekosistem dan saling bersaing mendapatkan rumput sebagai makanan.

**Interaksi Antar-Komunitas**

Komunitas diartikan sebagai kumpulan populasi yang berbeda di satu tempat yang sama dan saling menjalin interaksi. Misalnya saja hubungan populasi sawah dengan populasi sungai. Di dalam sungai terdapat banyak organisme membentuk populasi, kemudian sistem pengairan dari sungai ke sawah akan mempertemukan antara komunitas sawah dengan komunitas sungai dan akan terjadi peredaran nutrient dari air sungai ke sawah.

**Interaksi dalam ekosistem** yang melibatkan komunitas sangat kompleks sebab tak hanya melibatkan bermacam-macam organisme tetapi juga melibatkan aliran makanan juga energi. Interaksi antara komunitas ini bisa diamati dengan jelas misalnya pada daur ulang karbon yang melibatkan dua jenis ekosistem yang berbeda misalnya antara ekosistem laut dan juga darat

## SISTEM ALAT GERAK

### SISTEM ALAT GERAK / OTOT PADA MANUSIA

Tags: manusia, Otot, Sistem Alat Gerak

- Otot merupakan alat gerak aktif. Pada umumnya hewan mempunyai kemampuan untuk bergerak. Gerakan tersebut disebabkan karena kerja sama antara otot dan tulang. Tulang tidak dapat berfungsi sebagai alat gerak jika tidak digerakan oleh otot. Otot mampu menggerakkan tulang karena mempunyai kemampuan berkontraksi.
- Kerangka manusia merupakan kerangka dalam, yang tersusun dari tulang keras (osteon) dan tulang rawan (kartilago)
- Fungsi kerangka:
  1. Untuk menggerakkan tubuh serta menentukan bentuk tubuh.
  2. Melindungi alat-alat tubuh yang penting dan lemah, misalnya otak, jantung, dll.
  3. Tempat melekatnya otot-otot
  4. Tempat pembentukan sel darah merah dan sel darah putih
  5. Alat gerak pasif
- **Tulang Rawan :**
  - Tulang rawan hanya mengandung sedikit zat kapur sehingga lunak.
  - Tulang rawan terdapat pada bayi, dan bagian-bagian tertentu pada kerangka dewasa.
- **Tulang Keras :**
  - Merupakan bagian utama pada kerangka dewasa. Susunannya terdiri dari sedikit sel-sel, dan matriknya diperkuat dengan zat kapur, sehingga kuat dan keras.
  - Berdasarkan strukturnya, tulang keras dibedakan menjadi tulang kompak (padat) dan tulang spons.
  - Berdasarkan bentuknya dibedakan menjadi tulang pipih, tulang pendek, dan tulang panjang.
- Rongga di dalam tulang berisi sumsum tulang ada 2 macam yaitu sumsum kering dan sumsum merah.
- Pertumbuhan tulang terjadi pada tulang rawan embrional dan kemudian pada cakra epifise.
- **Persendian**
  - Persendian adalah hubungan antara dua tulang atau lebih.
  - Persendian dibedakan menjadi 2 yaitu:

#### 1. Hubungan Sinartrosis

- Sinkondrosis : antara tulang dihubungkan melalui tulang rawan sehingga memungkinkan sedikit gerak akibat elastisitas tulang rawan.  
Contoh : hubungan tulang rusuk dengan tulang dada., hubungan ruas-ruas tulang belakang.
- Sinfibrosis : kedua ujung tulang dihubungkan dengan jaringan ikat fibrosis yang pada akhirnya mengalami penulangan dan tidak memungkinkan adanya gerak.  
Contoh : Hubungan antar tulang-tulang tengkorak

#### 2. Hubungan Diartrosis

- Hubungan antar tulang ini memungkinkan terjadinya gerak karena pada ujung-ujung tulang terdapat lapisan tulang rawan hyalin, yang dilumasi dengan cairan synovial, meliputi :

- Sendi Engsel, terdapat pada hubungan antara :
  - ✓ ruas-ruas jari
  - ✓ siku
  - ✓ lutut
- Sendi Putar, terdapat pada hubungan antara :
  - ✓ tulang hasta dengan pengumpil
  - ✓ tulang kepala dengan tulang atlas
- Sendi Pelana, terdapat pada hubungan antara :
  - ✓ Ruas-ruas jari dengan telapak kaki
- Sendi Peluru, terdapat pada hubungan antara :
  - ✓ tulang lengan dengan gelang bahu
  - ✓ tulang paha dengan gelang panggul
- Sendi Kaku, terdapat pada hubungan antara :
  - ✓ tulang-tulang pergelangan tangan
  - ✓ tulang-tulang pergelangan kaki

### **KELAINAN PADA TULANG**

- Kelainan tulang karena kebiasaan yang salah :
  - Lordosis, tulang punggung yang terlalu bengkok ke depan
  - Kiposis, tulang punggung yang terlalu bengkok ke belakang
  - Skoliosis, tulang punggung yang bengkok ke kiri atau ke kanan
- Kelainan tulang karena kekurangan gizi
  - Kekurangan zat gizi seperti vitamin D, zat kapur, dan fosfor, dapat menimbulkan gangguan proses pembentukan tulang.
- Fraktura (patah tulang)
- Fisura (retak tulang)
- Arthritis (radang sendi)
- Memar

### **SISTEM OTOT**

- Jenis-jenis Otot
  - Otot Polos
  - Otot Lurik/otot rangka
  - Otot Jantung (miokardium)
- Cara Kerja Otot
  - Dengan adanya protein khusus aktin dan miosin, otot bekerja dengan memendek (berkontraksi) dan mengendur (relaksasi)
- Cara kerja otot dapat dibedakan :
  - Secara antagonis atau berlawanan; yaitu cara kerja dari dua otot yang satu berkontraksi dan yang lain relaksasi.

Contoh: Otot trisep dan bicep pada lengan atas.

- Secara sinergis atau bersamaan; yaitu cara kerja dari dua otot atau lebih yang sama berkontraksi dan sama-sama berelaksasi.

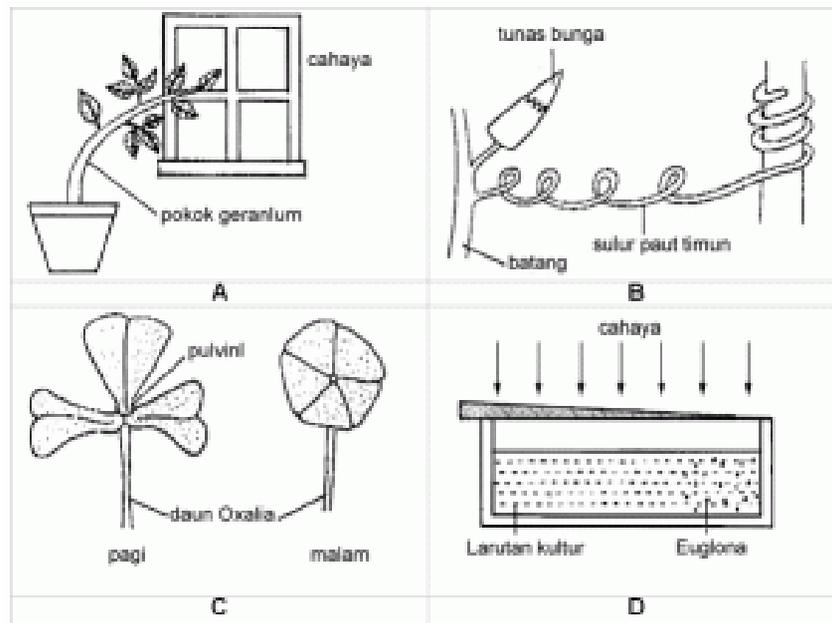
Contoh : - otot-otot pronator yang terletak pada lengan bawah

otot-otot dada

otot-otot perut

**SISTEM GERAK PADA TUMBUHAN**

Tags: nasti, sistem gerak tumbuhan, Taksis, Tropisme



- Tropisme** : gerak bagian tumbuhan yang arahnya dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan.
  - Fototropisme: tropisme yang dipengaruhi oleh rangsang cahaya
  - Geotropisme : tropisme yang disebabkan rangsangan gaya tarik bumi.
  - Hidrotropisme : Tropisme yang dipengaruhi ketersediaan air, misalnya gerak tumbuh akar yang dipengaruhi ketersediaan air tanah.
- Nasti** : Gerak bagian tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan. Misalnya gerak menutupnya daun putri malu bila disentuh, arah gerak tersebut tidak menuju atau menjauhi datangnya rangsang.
 

Beberapa gerak nasti misalnya:

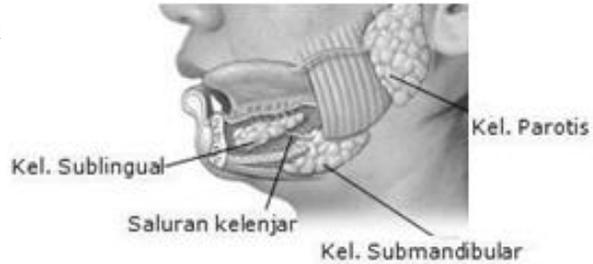
  - Fotonasti
  - Termonasti
  - Tigmonasti
  - Seismonast
  - Niktinasti
- Taksis** : gerak perpindahan tempat sebagian atau seluruh bagian tumbuhan akibat adanya rangsangan.

## SISTEM PENCERNAAN MAKANAN PADA MANUSIA

Sistem pencernaan makanan pada manusia terdiri dari beberapa organ, berturut-turut dimulai dari :

### RONGGA MULUT

- Mulut merupakan saluran pertama yang dilalui makanan. Pada rongga mulut, dilengkapi alat pencernaan dan kelenjar pencernaan untuk membantu pencernaan makanan. Pada Mulut terdapat :
  - Gigi
    - ✓ Memiliki fungsi memotong, mengoyak dan menggiling makanan menjadi partikel yang kecil-kecil. Perhatikan gambar disamping.
  - Lidah
    - ✓ Memiliki peran mengatur letak makanan di dalam mulut serta mengecap rasa makanan.
  - Kelenjar Ludah
    - ✓ Ada 3 kelenjar ludah pada rongga mulut. Ketiga kelenjar ludah tersebut menghasilkan ludah setiap harinya sekitar 1 sampai 2,5 liter ludah. Kandungan ludah pada manusia adalah : air, mucus, enzim amilase, zat antibakteri, dll. Fungsi ludah adalah melumasi rongga mulut serta mencerna karbohidrat menjadi disakarida.

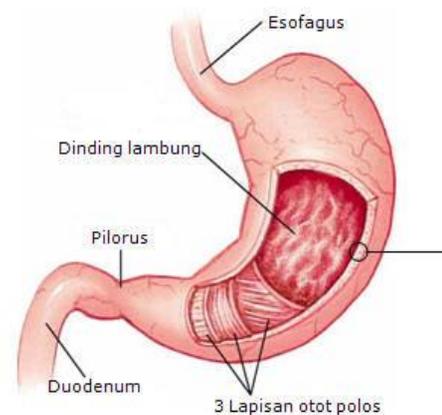


### ESOFAGUS (KERONGKONGAN)

- Merupakan saluran yang menghubungkan antara rongga mulut dengan lambung. Pada ujung saluran esophagus setelah mulut terdapat daerah yang disebut faring. Pada faring terdapat klep, yaitu epiglottis yang mengatur makanan agar tidak masuk ke trakea (tenggorokan). Fungsi esophagus adalah menyalurkan makanan ke lambung. Agar makanan dapat berjalan sepanjang esophagus, terdapat gerakan peristaltik sehingga makanan dapat berjalan menuju lambung

### LAMBUNG

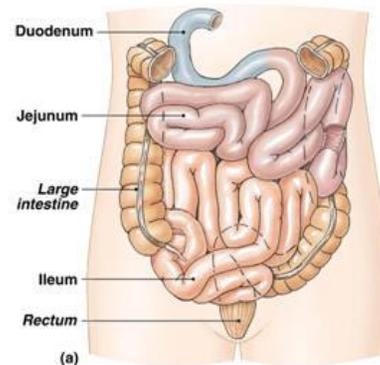
- Lambung adalah kelanjutan dari esophagus, berbentuk seperti kantung. Lambung dapat menampung makanan 1 liter hingga mencapai 2 liter. Dinding lambung disusun oleh otot-otot polos yang berfungsi menggerus makanan secara mekanik melalui kontraksi otot-otot tersebut. Ada 3 jenis otot polos yang menyusun lambung, yaitu otot memanjang, otot melingkar, dan otot menyerong.
- Selain pencernaan mekanik, pada lambung terjadi pencernaan kimiawi dengan bantuan senyawa kimia yang dihasilkan lambung. Senyawa kimiawi yang dihasilkan lambung adalah :



- **Asam HCl** ,Mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin. Sebagai disinfektan, serta merangsang pengeluaran hormon sekretin dan kolesistokinin pada usus halus
- **Lipase** , Memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Namun lipase yang dihasilkan sangat sedikit
- **Renin** , Mengendapkan protein pada susu (kasein) dari air susu (ASI). Hanya dimiliki oleh bayi.
- Mukus , Melindungi dinding lambung dari kerusakan akibat asam HCl.
- Hasil penggerusan makanan di lambung secara mekanik dan kimiawi akan menjadikan makanan menjadi bubur yang disebut bubur kim.
- Fungsi HCl Lambung :
  - Merangsang keluarnya sekretin
  - Mengaktifkan Pepsinogen menjadi Pepsin untuk memecah protein.
  - Desinfektan
  - Merangsang keluarnya hormon Kolesistokinin yang berfungsi merangsang empedu mengeluarkan getahnya.

### USUS HALUS

- Usus halus merupakan kelanjutan dari lambung. Usus halus memiliki panjang sekitar 6-8 meter. Usus halus terbagi menjadi 3 bagian yaitu duodenum ( $\pm 25$  cm), jejunum ( $\pm 2,5$  m), serta ileum ( $\pm 3,6$  m). Pada usus halus hanya terjadi pencernaan secara kimiawi saja, dengan bantuan senyawa kimia yang dihasilkan oleh usus halus serta senyawa kimia dari kelenjar pankreas yang dilepaskan ke usus halus.
- Senyawa yang dihasilkan oleh usus halus adalah :
  - **Disakaridase** Menguraikan disakarida menjadi monosakarida
  - **Erepsinogen** Erepsin yang belum aktif yang akan diubah menjadi erepsin. Erepsin mengubah pepton menjadi asam amino.
  - Hormon Sekretin Merangsang kelenjar pancreas mengeluarkan senyawa kimia yang dihasilkan ke usus halus
  - Hormon CCK (Kolesistokinin) Merangsang hati untuk mengeluarkan cairan empedu ke dalam usus halus.
- Selain itu, senyawa kimia yang dihasilkan kelenjar pankreas adalah :
  - **Bikarbonat** Menetralkan suasana asam dari makanan yang berasal dari lambung
  - **Enterokinase** Mengaktifkan erepsinogen menjadi erepsin serta mengaktifkan tripsinogen menjadi tripsin. Tripsin mengubah pepton menjadi asam amino.
  - **Amilase** Mengubah amilum menjadi disakarida
  - **Lipase** Mencerna lemak menjadi asam lemak dan gliserol
  - **Tripsinogen** Tripsin yang belum aktif.
  - **Kimotripsin** Mengubah peptone menjadi asam amino
  - **Nuklease** Menguraikan nukleotida menjadi nukleosida dan gugus pospat
  - **Hormon Insulin** Menurunkan kadar gula dalam darah sampai menjadi kadar normal
  - **Hormon Glukagon** Menaikkan kadar gula darah sampai menjadi kadar normal

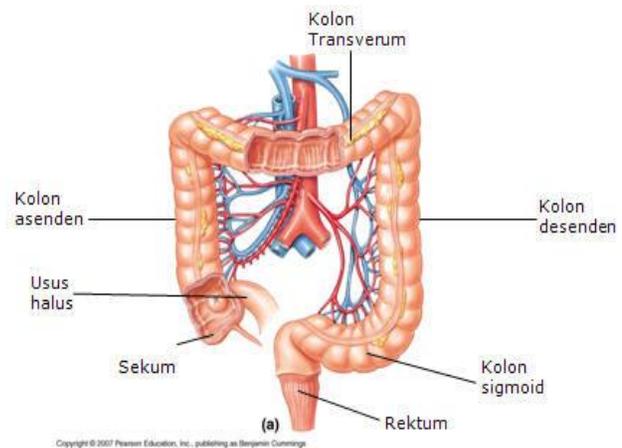


## PROSES PENCERNAAN MAKANAN

- Pencernaan makanan secara kimiawi pada usus halus terjadi pada suasana basa. Prosesnya sebagai berikut :
  - Makanan yang berasal dari lambung dan bersuasana asam akan dinetralkan oleh bikarbonat dari pancreas.
  - Makanan yang kini berada di usus halus kemudian dicerna sesuai kandungan zatnya. Makanan dari kelompok karbohidrat akan dicerna oleh amylase pancreas menjadi disakarida. Disakarida kemudian diuraikan oleh disakaridase menjadi monosakarida, yaitu glukosa. Glukosa hasil pencernaan kemudian diserap usus halus, dan diedarkan ke seluruh tubuh oleh peredaran darah.
  - Makanan dari kelompok protein setelah dilambung dicerna menjadi pepton, maka pepton akan diuraikan oleh enzim tripsin, kimotripsin, dan erepsin menjadi asam amino. Asam amino kemudian diserap usus dan diedarkan ke seluruh tubuh oleh peredaran darah.
  - Makanan dari kelompok lemak, pertama-tama akan dilarutkan (diemulsifikasi) oleh cairan empedu yang dihasilkan hati menjadi butiran-butiran lemak (droplet lemak). Droplet lemak kemudian diuraikan oleh enzim lipase menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak dan gliserol kemudian diserap usus dan diedarkan menuju jantung oleh pembuluh limfe.

## USUS BESAR (KOLON)

- Merupakan usus yang memiliki diameter lebih besar dari usus halus. Memiliki panjang 1,5 meter, dan berbentuk seperti huruf U terbalik. Usus besar dibagi menjadi 3 daerah, yaitu : Kolon asenden, Kolon Transversum, dan Kolon desenden.
- Fungsi kolon adalah :
  - Menyerap air selama proses pencernaan.
  - Tempat dihasilkannya vitamin K, dan vitamin H (Biotin) sebagai hasil simbiosis dengan bakteri usus, misalnya E.coli.
  - Membentuk massa feses
  - Mendorong sisa makanan hasil pencernaan (feses) keluar dari tubuh. Pengeluaran feses dari tubuh ddefekasi.



Gbr. Usus Besar Manusia dan bagiannya

## REKTUM DAN ANUS

- Merupakan lubang tempat pembuangan feses dari tubuh. Sebelum dibuang lewat anus, feses ditampung terlebih dahulu pada bagian rectum. Apabila feses sudah siap dibuang maka otot spinkter rectum mengatur pembukaan dan penutupan anus. Otot spinkter yang menyusun rektum ada 2, yaitu otot polos dan otot lurik.
- Gangguan Sistem Pencernaan
  - Apendikitis-Radang usus buntu.
  - Diare- Feses yang sangat cair akibat peristaltik yang terlalu cepat.
  - Kontipasi -Kesukaran dalam proses Defekasi (buang air besar)

- Maldigesti-Terlalu banyak makan atau makan suatu zat yang merangsang lambung.
- Parotitis-Infeksi pada kelenjar parotis disebut juga Gondong
- Tukak Lambung/Maag-"Radang" pada dinding lambung, umumnya diakibatkan infeksi *Helicobacter pylori*
- Xerostomia-Produksi air liur yang sangat sedikit
- Gangguan pada sistem pencernaan makanan dapat disebabkan oleh pola makan yang salah, infeksi bakteri, dan kelainan alat pencernaan. Di antara gangguan-gangguan ini adalah diare, sembelit, tukak lambung, peritonitis, kolik, sampai pada infeksi usus buntu (apendisitis).
  - Diare

Apabila kim dari perut mengalir ke usus terlalu cepat maka defekasi menjadi lebih sering dengan feces yang mengandung banyak air. Keadaan seperti ini disebut diare. Penyebab diare antara lain ansietas (stres), makanan tertentu, atau organisme perusak yang melukai dinding usus. Diare dalam waktu lama menyebabkan hilangnya air dan garam-garam mineral, sehingga terjadi dehidrasi.
  - Konstipasi (Sembelit)

Sembelit terjadi jika kim masuk ke usus dengan sangat lambat. Akibatnya, air terlalu banyak diserap usus, maka feces menjadi keras dan kering. Sembelit ini disebabkan karena kurang mengkonsumsi makanan yang berupa tumbuhan berserat dan banyak mengkonsumsi daging.
  - Tukak Lambung (Ulkus)

Dinding lambung diselubungi mukus yang di dalamnya juga terkandung enzim. Jika pertahanan mukus rusak, enzim pencernaan akan memakan bagian-bagian kecil dari lapisan permukaan lambung. Hasil dari kegiatan ini adalah terjadinya tukak lambung. Tukak lambung menyebabkan berlubangnya dinding lambung sehingga isi lambung jatuh di rongga perut. Sebagian besar tukak lambung ini disebabkan oleh infeksi bakteri jenis tertentu.
- Beberapa gangguan lain pada sistem pencernaan antara lain sebagai berikut:
  - Peritonitis; merupakan peradangan pada selaput perut (peritonium).
  - Gangguan lain adalah salah cerna akibat makan makanan yang merangsang lambung, seperti alkohol dan cabe yang mengakibatkan rasa nyeri yang disebut kolik.
  - Sedangkan produksi HCl yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya gesekan pada dinding lambung dan usus halus, sehingga timbul rasa nyeri yang disebut tukak lambung. Gesekan akan lebih parah kalau lambung dalam keadaan kosong akibat makan tidak teratur yang pada akhirnya akan mengakibatkan pendarahan pada lambung.
- Gangguan lain pada lambung adalah gastritis atau peradangan pada lambung. Dapat pula apendiks terinfeksi sehingga terjadi peradangan yang disebut apendisitis.

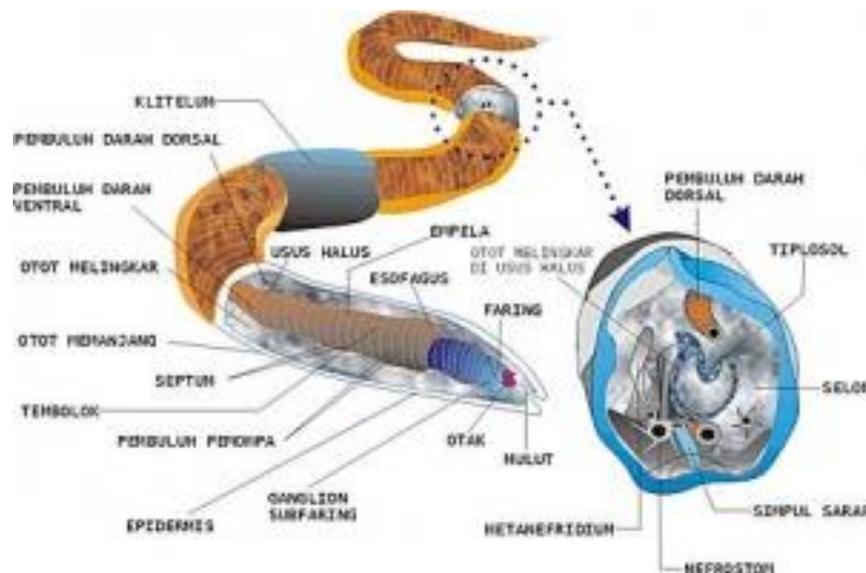
### **SISTEM PENCERNAAN PADA HEWAN**

- Struktur alat pencernaan berbeda-beda dalam berbagai jenis hewan, tergantung pada tinggi rendahnya tingkat organisasi sel hewan tersebut serta jenis makanannya. Pada hewan invertebrata alat pencernaan makanan umumnya masih sederhana, dilakukan secara fagositosis dan secara intrasel, sedangkan pada hewan-hewan vertebrata sudah memiliki alat pencernaan yang sempurna yang dilakukan secara ekstrasel.

### Sistem Pencernaan Pada Hewan Invertebrata

- Sistem pencernaan pada hewan invertebrata umumnya dilakukan secara intrasel, seperti pada protozoa, porifera, dan Coelenterata.
- Pencernaan dilakukan dalam alat khusus berupa vakuola makanan, sel koanosit dan rongga gastrovaskuler.
- Selanjutnya, pada cacing parasit seperti pada cacing pita, alat pencernaannya belum sempurna dan tidak memiliki mulut dan anus. pencernaan dilakukan dengan cara absorbs langsung melalui kulit.

#### a. Sistem Pencernaan Makanan Pada Cacing Tanah



cacing

- yang dikeluarkan oleh getah pencernaan secara ekstrasel. Makanan cacing tanah berupa daun-daunan serta sampah organik yang sudah lapuk. Cacing tanah dapat mencerna senyawa organik tersebut menjadi molekul yang sederhana yang dapat diserap oleh tubuhnya. Sisa pencernaan makanan dikeluarkan melalui anus.

#### b. Sistem Pencernaan Pada Serangga

- Sebagaimana pada cacing tanah, serangga memiliki sistem pencernaan makanan yang sudah sempurna, mulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus sampai anus. Pencernaan pada serangga dilakukan secara ekstrasel.

### Sistem Pencernaan Pada Hewan vertebrata

- Organ pencernaan pada hewan vertebrata meliputi saluran pencernaan (tractus digestivus) dan kelenjar pencernaan (glandula digestoria)

#### a. Sistem Pencernaan Pada Ikan

- Saluran pencernaan pada ikan dimulai dari rongga mulut (cavum oris). Di dalam rongga mulut terdapat gigi-gigi kecil yang berbentuk kerucut pada geraham bawah dan lidah pada dasar mulut yang tidak dapat digerakan serta banyak menghasilkan lendir, tetapi tidak menghasilkan ludah

(enzim). Dari rongga mulut makanan masuk ke esophagus melalui faring yang terdapat di daerah sekitar insang.

- Esofagus berbentuk kerucut, pendek, terdapat di belakang insang, dan bila tidak dilalui makanan lumennya menyempit. Dari kerongkongan makanan di dorong masuk ke lambung, lambung pada umum-nya membesar, tidak jelas batasnya dengan usus. Pada beberapa jenis ikan, terdapat tonjolan buntu untuk memperluas bidang penyerapan makanan.
- Dari lambung, makanan masuk ke usus yang berupa pipa panjang berkelok-kelok dan sama besarnya. Usus bermuara pada anus.
- Kelenjar pencernaan pada ikan, meliputi hati dan pankreas. Hati merupakan kelenjar yang berukuran besar, berwarna merah kecoklatan, terletak di bagian depan rongga badan dan mengelilingi usus, bentuknya tidak tegas, terbagi atas lobus kanan dan lobus kiri, serta bagian yang menuju ke arah punggung. Fungsi hati menghasilkan empedu yang disimpan dalam kantung empedu untuk membanfu proses pencernaan lemak. Kantung empedu berbentuk bulat, berwarna kehijauan terletak di sebelah kanan hati, dan salurannya bermuara pada lambung. Kantung empedu berfungsi untuk menyimpan empedu dan disalurkan ke usus bila diperlukan. Pankreas merupakan organ yang berukuran mikroskopik sehingga sukar dikenali, fungsi pankreas, antara lain menghasilkan enzim – enzim pencernaan dan hormon insulin.

#### **b. Sistem Pencernaan Pada Amfibi**

- Sistem pencernaan makanan pada amfibi, hampir sama dengan ikan, meliputi saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. salah satu binatang
- amfibi adalah katak. Makanan katak berupa hewan-hewan kecil (serangga). Secara berturut-turut saluran pencernaan pada katak meliputi:
  - rongga mulut: terdapat gigi berbentuk kerucut untuk memegang mangsa dan lidah untuk menangkap mangsa,
  - esofagus; berupa saluran pendek,
  - ventrikulus (lambung), berbentuk kantung yang bila terisi makanan
  - menjadi lebar. Lambung katak dapat dibedakan menjadi 2, yaitu tempat masuknya esofagus dan lubang keluar menuju usus,
  - intestinum (usus): dapat dibedakan atas usus halus dan usus tebal. Usus halus meliputi: duodenum, jejunum, dan ileum, tetapi belum jelas batas-batasnya.
  - Usus tebal berakhir pada rektum dan menuju kloaka, dan
  - kloaka: merupakan muara bersama antara saluran pencernaan makanan, saluran reproduksi, dan urine.
- Kelenjar pencernaan pada amfibi, terdiri atas hati dan pankreas. Hati berwarna merah kecoklatan, terdiri atas lobus kanan yang terbagi lagi menjadi dua lobulus. Hati berfungsi mengeluarkan empedu yang disimpan dalam kantung empedu yang berwarna kehijauan. Pankreas berwarna kekuningan, melekat diantara lambung dan usus dua belas jari (duodenum). Pankreas berfungsi menghasilkan enzim dan hormon yang bermuara pada duodenum.

#### **c. Sistem Pencernaan Pada Reptil**

- Sebagaimana pada ikan dan amfibi, sistem pencernaan makanan pada reptil meliputi saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Reptil umumnya karnivora (pemakan daging). Secara berturut-turut saluran pencernaan pada reptil meliputi:

- rongga mulut: bagian rongga mulut disokong oleh rahang atas dan bawah, masing-masing memiliki deretan gigi yang berbentuk kerucut, gigi menempel pada gusi dan sedikit melengkung ke arah rongga mulut. Pada rongga mulut juga terdapat lidah yang melekat pada tulang lidah dengan ujung bercabang dua,
- esofagus (kerongkongan),
- ventrikulus(lambung),
- intestinum: terdiri atas usus halus dan usus tebal yang bermuara pada anus.
- Kelenjar pencernaan pada reptil meliputi hati, kantung empedu, dan pankreas.
  - Hati pada reptilia memiliki dua lobus (gelambirf dan berwarna kemerahan. Kantung empedu terletak pada tepi sebelah kanan hati.
  - Pankreas berada di antara lambung dan duodenum, berbentuk pipih kekuning-kuningan.

#### d. Sistem Pencernaan Pada Burung

- Organ pencernaan pada burung terbagi atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Makanan burung bervariasi berupa biji-bijian, hewan kecil, dan buah-buahan.
- Saluran pencernaan pada burung terdiri atas:
  - paruh: merupakan modifikasi dari gigi,
  - rongga mulut: terdiri atas rahang atas yang merupakan penghubung antara rongga mulut dan tanduk,
  - faring: berupa saluran pendek, esofagus: pada burung terdapat pelebaran pada bagian ini disebut tembolok, berperan sebagai tempat penyimpanan makanan yang dapat diisi dengan cepat,
  - lambung terdiri atas:
    - Proventrikulus (lambung kelenjar): banyak menghasilkan enzim pencernaan, dinding ototnya tipis.
    - Ventrikulus (lambung pengunyah/empedal): ototnya berdinding tebal. Pada burung pemakan biji-bijian terdapat kerikil dan pasir yang tertelan bersama makanan yang berguna untuk membantu pencernaan dan disebut sebagai "hen's teeth",
  - intestinum: terdiri atas usus halus dan usus tebal yang bermuara pada kloaka. Usus halus pada burung terdiri dari duodenum, jejunum dan ileum.
- Kelenjar pencernaan burung meliputi: hati, kantung empedu, dan pankreas. Pada burung merpati tidak terdapat kantung empedu.

#### e. Sistem Pencernaan pada Hewan Mamah Biak (Ruminansia)

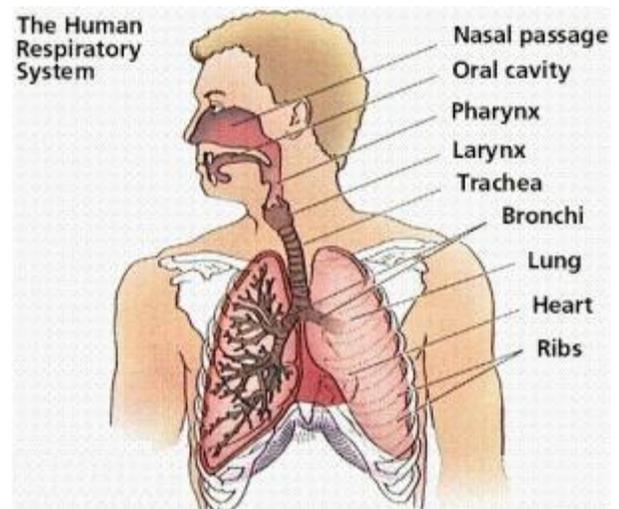
- Hewan-hewan herbivora (pemakan rumput) seperti domba, sapi, kerbau disebut sebagai hewan memamah biak (ruminansia). Sistem pencernaan makanan pada hewan ini lebih panjang dan kompleks. Makanan hewan ini banyak mengandung selulosa yang sulit dicerna oleh hewan pada umumnya sehingga sistem pencernaannya berbeda dengan sistem pencernaan hewan lain.
- Perbedaan sistem pencernaan makanan pada hewan ruminansia, tampak pada struktur gigi, yaitu terdapat geraham belakang (molar) yang besar, berfungsi untuk mengunyah rerumputan yang sulit dicerna. Di samping itu, pada hewan ruminansia terdapat modifikasi lambung yang dibedakan menjadi 4 bagian, yaitu: rumen (perut besar), retikulum (perut jala), omasum (perut kitab), dan abomasum (perut masam). Dengan ukuran yang bervariasi sesuai dengan umur dan makanan alamiahnya. Kapasitas rumen 80%, retikulum 5%, omasum 7-8%, dan abomasums 7-

8/o. Pembagian ini terlihat dari bentuk gentingan pada saat otot spingter berkontraksi. Abomasum merupakan lambung yang sesungguhnya pada hewan ruminansia.

- Hewan herbivora, seperti kuda, kelinci, dan marmut tidak mempunyai struktur lambung seperti halnya pada sapi untuk fermentasi selulosa. Proses fermentasi atau pembusukan yang dilakukan oleh bakteri terjadi pada sekum yang banvak mengandung bakteri. proses fermentasi pada sekum tidak seefektif fermentasi yang terjadi dilambung. Akibatnya, kotoran kuda, kelinci, dan marmut lebih kasar karena pencernaan selulosa hanya terjadi satu kali, yaitu pada sekum. Sedangkan pada sapi, proses pencernaan terjadi dua kali, yaitu pada lambung dan sekum keduanya dilakukan oleh bakteri dan protozoa tertentu. Adanya bakteri selulolitik pada lambung hewan memamah biak merupakan bentuk simbiosis mutualisme yang dapat menghasilkan vitamin B serta asam amino. Di samping itu, bakteri ini dapat ,menghasilkan gas metan ( $CH_4$ ), sehingga dapat dipakai dalam pembuatan biogas sebagai sumber energi alternatif.
- Sistem pencernaan makanan pada cacing tanah sudah sempurna. Cacing tanah memiliki alat-alat pencernaan mulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus, dan anus. Proses pencernaan dibantu oleh enzim - enzim

## SISTEM PERNAFASAN PADA MANUSIA

- Alat-alat pernapasan berfungsi memasukkan udara yang mengandung oksigen dan mengeluarkan udara yang mengandung karbon dioksida dan uap air.
- Tujuan proses pernapasan yaitu untuk memperoleh energi. Pada peristiwa bernapas terjadi pelepasan energi
- Sistem Pernapasan pada Manusia terdiri atas



### Rongga Hidung

- Pada permukaan rongga hidung terdapat rambut-rambut halus dan selaput lendir yang berfungsi untuk menyaring udara yang masuk ke dalam rongga hidung.

### Pangkal Tenggorok

- Pangkal tenggorok disusun oleh beberapa tulang rawan yang membentuk jakun. Pangkal tenggorok dapat ditutup oleh katup pangkal tenggorok (epiglotis). Pada waktu menelan makanan, katup tersebut menutup pangkal tenggorok dan pada waktu bernapas katup membuka. Pada pangkal tenggorok terdapat selaput suara yang akan bergetar bila ada udara dari paru-paru, misalnya pada waktu kita bicara.

### Batang tenggorok

- Batang tenggorok (trakea) terletak di sebelah depan kerongkongan. Di dalam rongga dada, batang tenggorok bercabang menjadi dua cabang tenggorok (bronkus). Di dalam paru-paru, cabang tenggorok bercabang-cabang lagi menjadi saluran yang sangat kecil disebut bronkiolus. Ujung bronkiolus berupa gelembung kecil yang disebut gelembung paru-paru (alveolus).

### Paru-paru

- Paru-paru terletak di dalam rongga dada. Rongga dada dan perut dibatasi oleh suatu sekat disebut diafragma. Paru-paru ada dua buah yaitu :
  - Paru-paru kanan terdiri atas tiga gelambir (lobus) yaitu gelambir atas, gelambir tengah dan gelambir bawah.
  - paru-paru kiri terdiri atas dua gelambir yaitu gelambir atas dan gelambir bawah.
- Paru-paru diselimuti oleh suatu selaput paru-paru (pleura).
- Alveolus dalam paru-paru jumlahnya sangat banyak, lebih kurang 300 juta alveolus. Luas permukaan seluruh alveolus diperkirakan 100 kali lebih besar daripada permukaan tubuh. Alveolus dikekelingi pembuluh-pembuluh kapiler darah.
- Pertukaran Gas dalam Alveolus
  - Oksigen yang diperlukan untuk oksidasi diambil dari udara yang kita hirup pada waktu kita bernapas. Pada waktu bernapas udara masuk melalui saluran pernapasan dan akhirnya

masuk ke dalam alveolus. Oksigen yang terdapat dalam alveolus berdifusi menembus dinding sel alveolus. Akhirnya masuk ke dalam pembuluh darah dan diikat oleh hemoglobin yang terdapat dalam darah menjadi oksihemoglobin. Selanjutnya diedarkan oleh darah ke seluruh tubuh.

- Oksigennya dilepaskan ke dalam sel-sel tubuh sehingga oksihemoglobin kembali menjadi hemoglobin. Karbondioksida yang dihasilkan dari pernapasan diangkut oleh darah melalui pembuluh darah yang akhirnya sampai pada alveolus. Dari alveolus karbon dioksida dikeluarkan melalui saluran pernapasan pada waktu kita mengeluarkan napas.
- Dengan demikian dalam alveolus terjadi pertukaran gas yaitu oksigen masuk dan karbondioksida keluar.

### PROSES PERNAPASAN

- Bernapas meliputi dua proses yaitu menarik napas atau memasukkan udara pernapasan dan mengeluarkan napas atau mengeluarkan udara pernapasan. Menarik napas disebut inspirasi dan mengeluarkan napas disebut ekspirasi.
- Pada waktu menarik napas, otot diafragma berkontraksi. Semula kedudukan diafragma melengkung keatas sekarang menjadi lurus sehingga rongga dada menjadi mengembang. Hal ini disebut pernapasan perut. Bersamaan dengan kontraksi otot diafragma, otot-otot tulang rusuk juga berkontraksi sehingga rongga dada mengembang. Hal ini disebut pernapasan dada.
- Akibat mengembangnya rongga dada, maka tekanan dalam rongga dada menjadi berkurang, sehingga udara dari luar masuk melalui hidung selanjutnya melalui saluran pernapasan akhirnya udara masuk ke dalam paru-paru, sehingga paru-paru mengembang.
- Pengeluaran napas disebabkan karena melemasnya otot diafragma dan otot-otot rusuk dan juga dibantu dengan berkontraksinya otot perut. Diafragma menjadi melengkung ke atas, tulang-tulang rusuk turun ke bawah dan bergerak ke arah dalam, akibatnya rongga dada mengecil sehingga tekanan dalam rongga dada naik. Dengan naiknya tekanan dalam rongga dada, maka udara dari dalam paru-paru keluar melewati saluran pernapasan.

### KAPASITAS PARU-PARU

- Udara yang keluar masuk paru-paru pada waktu melakukan pernapasan biasa disebut udara pernapasan (**udara tidal**). Volume udara pernapasan pada orang dewasa lebih kurang 500 mL. Setelah kita melakukan inspirasi biasa, kita masih bisa menarik napas sedalam-dalamnya. Udara yang dapat masuk setelah mengadakan inspirasi biasa disebut **udara komplementer**, volumenya lebih kurang 1500 ml.
- Setelah kita melakukan ekspirasi biasa, kita masih bisa menghembuskan napas sekuat-kuatnya. Udara yang dapat dikeluarkan setelah ekspirasi biasa disebut **udara suplementer**, volumenya lebih kurang 1500 ml.
- Walaupun kita mengeluarkan napas dari paru-paru dengan sekuat-kuatnya ternyata dalam paru-paru masih ada udara disebut **udara residu**. Volume udara residu lebih kurang 1500 ml. Jumlah volume udara pernapasan, udara komplementer, dan udara suplementer disebut **kapasitas vital paru-paru**.

## MACAM PERNAPASAN

### 1. Pernapasan Dada

- Pernapasan dada berlangsung dalam 2 tahap, yaitu :
  - Inspirasi, terjadi bila otot antar tulang rusuk luar berkontraksi, tulang rusuk terangkat, volume rongga dada membesar, paru-paru mengembang, sehingga tekanan udaranya menjadi lebih kecil dari udara atmosfer, sehingga udara masuk.
  - Ekspirasi, terjadi bila otot antar tulang rusuk luar berelaksasi, tulang rusuk akan tertarik ke posisi semula, volume rongga dada mengecil, tekanan udara rongga dada meningkat, tekanan udara dalam paru-paru lebih tinggi dari udara atmosfer, akibatnya udara keluar.

### 2. Pernapasan perut

- Pernapasan perut berlangsung dalam dua tahap, yaitu :
  - Inspirasi, terjadi bila otot diafragma berkontraksi, diafragma mendatar mengakibatkan volume rongga dada membesar sehingga tekanan udaranya mengecil dan diikuti paru-paru yang mengembang mengakibatkan tekanan udaranya lebih kecil dari tekanan udara atmosfer dan udara masuk.
  - Ekspirasi, diawali dengan otot diafragma berelaksasi dan otot dinding perut berkontraksi menyebabkan diafragma terangkat dan melengkung menekan rongga dada, sehingga volume rongga dada mengecil dan tekanannya meningkat sehingga udara dalam paru-paru keluar.
  - Pernapasan perut umumnya terjadi saat tidur.

## MEKANISME PERTUKARAN GAS

- Pengangkutan  $O_2$ 
  - Pertukaran gas antara  $O_2$  dengan  $CO_2$  terjadi di dalam alveolus dan jaringan tubuh, melalui proses difusi. Oksigen yang sampai di alveolus akan berdifusi menembus selaput alveolus dan berikatan dengan haemoglobin (Hb) dalam darah yang disebut deoksigenasi dan menghasilkan senyawa oksihemoglobin (HbO) seperti reaksi berikut :
  - Sekitar 97% oksigen dalam bentuk senyawa oksihemoglobin, hanya 2 – 3% yang larut dalam plasma darah akan dibawa oleh darah ke seluruh jaringan tubuh, dan selanjutnya akan terjadi pelepasan oksigen secara difusi dari darah ke jaringan tubuh, seperti reaksi berikut :
- Pengangkutan  $CO_2$ 
  - Karbondioksida ( $CO_2$ ) yang dihasilkan dari proses respirasi sel akan berdifusi ke dalam darah yang selanjutnya akan diangkut ke paru-paru untuk dikeluarkan sebagai udara pernapasan.
  - Ada 3 (tiga) cara pengangkutan  $CO_2$  :
    - ✓ Sebagai ion karbonat ( $HCO_3$ ), sekitar 60 – 70%.
    - ✓ Sebagai karbominohemoglobin ( $HbCO_2$ ), sekitar 25%.
    - ✓ Sebagai asam karbonat ( $H_2CO_3$ ) sekitar 6 – 10%.

## KELAINAN/PENYAKIT PADA PERNAPASAN

Tags: Kelainan, Penyakit pada Pernapasan

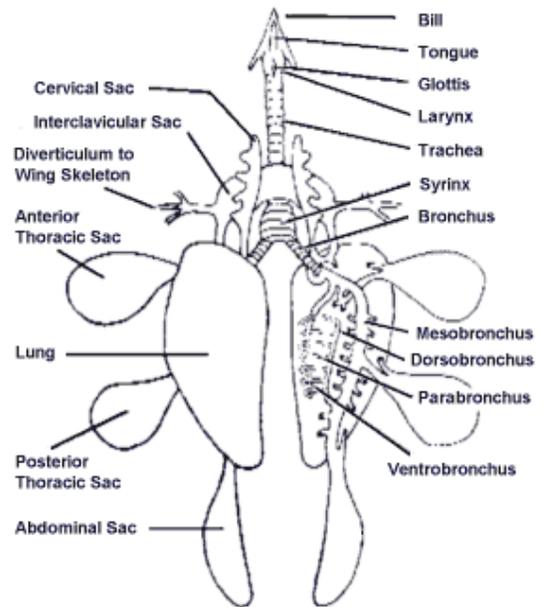
- Sistem pernapasan dapat mengalami berbagai gangguan, baik karena kelainan sistem pernapasan atau akibat infeksi kuman. Beberapa jenis gangguan antara lain :
  - **Asma/sesak napas**, penyempitan saluran napas akibat otot polos pembentuk dinding saluran terus berkontraksi, disebabkan alergi atau kekurangan hormon adrenalin.
  - **Asfiksi**, gangguan pengangkutan dan penggunaan oksigen oleh jaringan akibat tenggelam, pneumonia, keracunan CO.
  - **Asidosis**, akibat peningkatan kadar asam karbonat dan asam bikarbonat dalam darah
  - **Wajah adenoid** (wajah bodoh), penyempitan saluran napas karena pembengkakan kelenjar limfa (polip), pembengkakan di tekak (amandel).
  - **Pneumonia**, radang paru-paru akibat infeksi bakteri *Diplococcus pneumoniae*.
  - **Difteri**, penyumbatan faring/laring oleh lendir akibat infeksi bakteri *Corynebacterium diphtheriae*
  - **Emfisema**, menggelembungnya paru-paru akibat perluasan alveolus berlebihan.
  - **Tuberculosis (TBC)**, penyakit paru-paru akibat infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*.
  - Peradangan pada sistem pernapasan :
    - ✓ **bronchitis**, radang bronkhus.
    - ✓ **laringitis**, radang laring
    - ✓ **faringitis**, radang faring
    - ✓ **pleuritis**, radang selaput paru-paru
    - ✓ **renitis**, radang rongga hidung
    - ✓ **sinusitis**, radang pada bagian atas rongga hidung (sinus)

## SISTEM PERNAPASAN HEWAN

Tags: Sistem Penafasan hewan

### **BURUNG**

- Burung mempunyai saluran pernapasan yang terdiri atas lubang hidung, trakea, bronkus dan paru-apru. Pada bagian bawah trakea terdapat alat suara disebut siring.
- Burung mempunyai alat bantu pernapasan yang disebut pundi-pundi udara yang berhubungan dengan paru-paru. Fungsi pundi-pundi udara antara lain untuk membantu pernapasan dan membantu membesarkan rongga siring sehingga dapat memperkeras suara.
- Proses pernapasan pada burung terjadi sebagai berikut.
- Jika otot tulang rusuk berkontaksi, tulang rusuk bergerak ke arah depan dan tulang dada bergerak ke bawah. Rongga dada menjadi besar dan tekanannya menurun. Hal ini menyebabkan udara masuk ke dalam paru-paru dan selanjutnya masuk ke dalam pundi-pundi udara. Pada waktu otot tulang rusuk mengendur, tulang rusuk bergerak ke arah belakang dan tulang dada bergerak ke arah atas. Rongga dada mengecil dan tekanannya menjadi besar, mengakibatkan udara keluar dari paru-paru. Demikian juga udara dari pundi-pundi udara keluar melalui paru-apru. Pengambilan oksigen oleh paru-paru terjadi pada waktu inspirasi dan ekspirasi. Pertukaran gas hanya terjadi di dalam paru-paru.

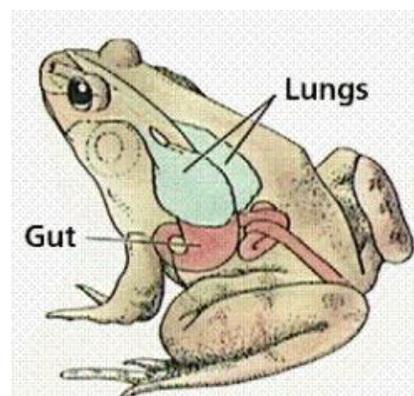


### **REPTIL**

- Reptil bernapas dengan paru-paru. Pengambilan oksigen dan pengeluaran karbondioksida terjadi di dalam paru-paru. Keluar masuknya udara dari dan keluar paru-paru karena adanya gerakan-gerakan dari tulang rusuk. Saluran pernapasan terdiri dari lubang hidung, trakea, bronkus dan paru-paru.

### **KATAK**

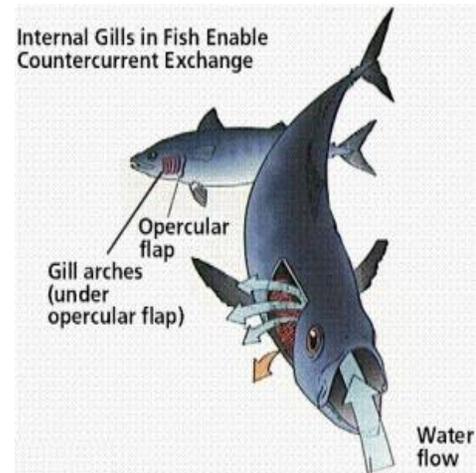
- Katak dalam daur hidupnya mengalami metamorfosis atau perubahan bentuk. Pada waktu muda berupa berudu dan setelah dewasa hidup di darat. Mula-mula berudu bernapas dengan insang luar yang terdapat di bagian belakang kepala. Insang tersebut selalu bergetar yang mengakibatkan air di sekitar insang selalu berganti. Oksigen yang terlarut dalam air berdifusi di dalam pembuluh kapiler darah yang terdapat dalam insang.
- Setelah beberapa waktu insang luar ini akan berubah menjadi insang dalam dengan cara terbentuknya lipatan kulit dari arah depan ke belakang sehingga menutupi insang luar. Katak



dewasa hidup di darat, pernapasannya dengan paru-paru. Selain dengan paru-paru, oksigen dapat berdifusi dalam rongga mulut yaitu melalui selaput rongga mulut dan juga melalui kulit.

## IKAN

- Ikan mas bernapas dengan insang yang terdapat pada sisi kiri dan kanan kepala. Masing-masing mempunyai empat buah insang yang ditutup oleh tutup insang (operkulum). Proses pernapasan pada ikan adalah dengan cara membuka dan menutup mulut secara bergantian dengan membuka dan menutup tutup insang. Pada waktu mulut membuka, air masuk ke dalam rongga mulut sedangkan tutup insang menutup. Oksigen yang terlarut dalam air masuk berdifusi ke dalam pembuluh kapiler darah yang terdapat dalam insang. Dan pada waktu menutup, tutup insang membuka dan air dari rongga mulut keluar melalui insang. Bersamaan dengan keluarnya air melalui insang, karbondioksida dikeluarkan. Pertukaran oksigen dan karbondioksida terjadi pada lembaran insang.



## SERANGGA

- Serangga mempunyai sistem pernapasan yang disebut sistem trakea. Oksigen yang dibutuhkan oleh sel-sel tubuh untuk oksidasi tidak diedarkan oleh darah tetapi diedarkan oleh trakea yang bercabang-cabang ke seluruh tubuh. Cabang kecil trakea yang menembus jaringan tubuh disebut trakeolus. Masuknya udara untuk pernapasan tidak melalui mulut melainkan melalui stigma (spirakel).
- Proses pernapasan pada serangga terjadi sebagai berikut. Dengan adanya kontraksi otot-otot tubuh, maka tubuh serangga menjadi mengembang dan mengempis secara teratur. Pada waktu tubuh serangga mengembang, udara masuk melalui stigma, selanjutnya masuk ke dalam trakea, kemudian ke dalam trakeolus dan akhirnya masuk ke dalam sel-sel tubuh. Oksigen berdifusi ke dalam sel-sel tubuh. Karbondioksida hasil pernapasan dikeluarkan melalui sistem trakea juga yang akhirnya dikeluarkan melalui stigma pada waktu tubuh serangga mengempis.

## CACING TANAH

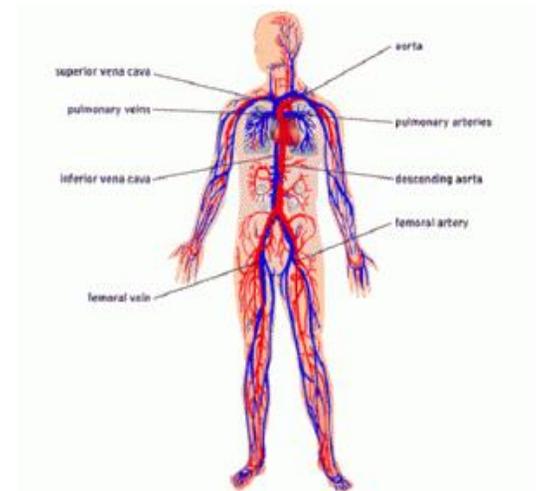
- Cacing tanah tidak mempunyai alat pernapasan khusus. Kulitnya banyak mengandung kelenjar lendir, sehingga kulit tubuhnya menjadi basah dan lembab. Oksigen yang diperlukan oleh tubuhnya masuk melalui seluruh permukaan tubuh secara difusi. Pengeluaran karbon dioksida juga melalui permukaan tubuh.

## PROTOZOA

- Protozoa tidak mempunyai alat pernapasan khusus untuk memperoleh oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida. Oksigen masuk ke dalam sel melalui selaput plasma secara difusi. Demikian juga karbon dioksida dari dalam sel dikeluarkan melalui selaput plasma.

**SISTEM TRANSPORTASI/PEREDARAN DARAH PADA MANUSIA**

- Transportasi ialah proses pengedaran berbagai zat yang diperlukan ke seluruh tubuh dan pengambilan zat-zat yang tidak diperlukan untuk dikeluarkan dari tubuh.
- Alat transportasi pada manusia terutama adalah darah. Di dalam tubuh darah beredar dengan bantuan alat peredaran darah yaitu jantung dan pembuluh darah.
- Selain peredaran darah, pada manusia terdapat juga peredaran limfe (getah bening) dan yang diedarkan melalui pembuluh limfe.
- Pada hewan alat transpornya adalah cairan tubuh, dan pada hewan tingkat tinggi alat transportasinya adalah darah dan bagian-bagiannya. Alat peredaran darah adalah jantung dan pembuluh darah.

**DARAH**

Bagian-bagian darah

**Sel-sel darah (bagian yg padat)**

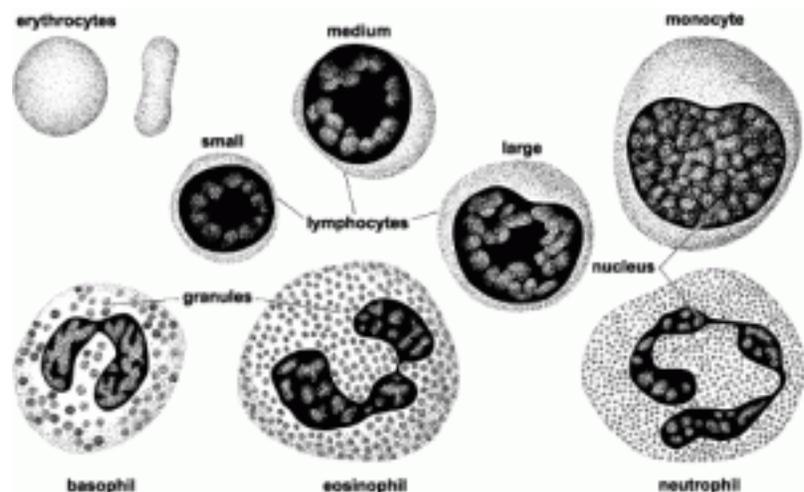
- Eritrosit (sel darah merah)
- Leukosit (sel darah putih)
- Trombosit (keping darah)

**Plasma Darah (bagian yg cair)**

- Serum
- Fibrinogen

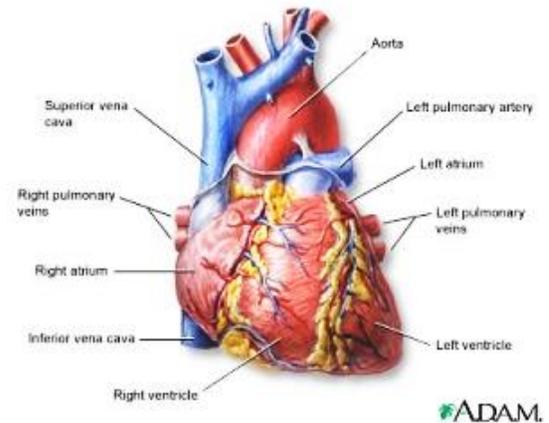
**Fungsi Darah**

- Darah mempunyai fungsi sebagai berikut :
  1. Mengedarkan sari makanan ke seluruh tubuh yang dilakukan oleh plasma darah
  2. Mengangkut sisa oksidasi dari sel tubuh untuk dikeluarkan dari tubuh yang dilakukan oleh plasma darah, karbon dioksida dikeluarkan melalui paru-paru, urea dikeluarkan melalui ginjal
  3. Mengedarkan hormon yang dikeluarkan oleh kelenjar buntu (endokrin) yang dilakukan oleh plasma darah.
  4. Mengangkut oksigen ke seluruh tubuh yang dilakukan oleh sel-sel darah merah
  5. Membunuh kuman yang masuk ke dalam tubuh yang dilakukan oleh sel darah putih
  6. Menutup luka yang dilakuakn oleh keping-keping darah
  7. Menjaga kestabilan suhu tubuh.



## 2. Jantung

- Jantung manusia dan hewan mamalia terbagi menjadi 4 ruangan yaitu: bilik kanan, bilik kiri, serambi kanan, serambi kiri. Pada dasarnya sistem transportasi pada manusia dan hewan adalah sama.



## 3. Pembuluh Darah

- Ada 3 macam pembuluh darah yaitu: arteri, vena, dan kapiler (yang merupakan pembuluh darah halus)

### Pembuluh Nadi

- Tempat Agak ke dalam
- Dinding Pembuluh Tebal, kuat, dan elastis
- Aliran darah Berasal dari jantung
- Denyut terasa
- Katup Hanya disatu tempat dekat jantung
- Bila ada luka Darah memancar keluar

### Pembuluh Vena

- Dinding Pembuluh Tipis, tidak elastis
- Dekat dengan permukaan tubuh (tipis kebiru-biruan)
- Aliran darah Menuju jantung
- Denyut tidak terasa
- Katup Disepanjang pembuluh, Bila ada luka Darah Tidak memancar

## 4. Sistem peredaran darah tertutup dan peredaran darah ganda

- Dalam keadaan normal darah ada didalam pembuluh darah, ujung arteri bersambung dengan kapiler darah dan kapiler darah bertemu dengan vena terkecil (venula) sehingga darah tetap mengalir dalam pembuluh darah walaupun terjadi pertukaran zat, hal ini disebut sistem peredaran darah tertutup.
- Peredaran darah ganda pada manusia, terdiri peredaran darah kecil (jantung –paru-paru – kembali ke jantung) dan peredaran darah besar (jantung – seluruh tubuh dan kembali ke jantung). Peredaran ini melewati jantung sebanyak 2 kali.

## 5. Getah Bening

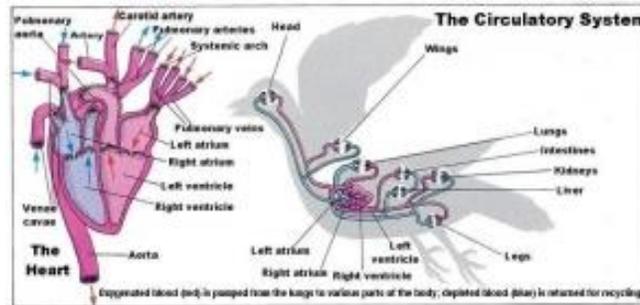
- Disamping darah sebagai alat transpor, juga terdapat cairan getah bening. Terbentuknya cairan ini karena darah keluar melalui dinding kapiler dan melalui ruang antarsel kemudian masuk ke pembuluh halus yang dinamakan pembuluh getah bening (limfe)

## PENYAKIT PADA SISTEM TRANSPORTASI

1. Anemia
  - Anemia sel sabit merupakan penyakit menurun tak bisa diobati
  - Anemia perniosa, rendahnya jumlah eritrosit karena makan kurang vit B12
2. Talasemia
  - Sel darah merah abnormal, umur lebih pendek, diasesi dengan transfusi darah
3. Hemofili
  - Darah sulit/tidak bisa membeku
4. Varises
  - Pelebaran pembuluh vena

5. Atherosklerosis
  - Penyumbatan pembuluh darah oleh lemak
6. Arteriosklerosis
  - Penyempitan pembuluh darah oleh zat kapur
7. Leukopeni
  - jumlah sel darah putih kurang dari normal

## SISTEM TRANSPORTASI HEWAN BURUNG

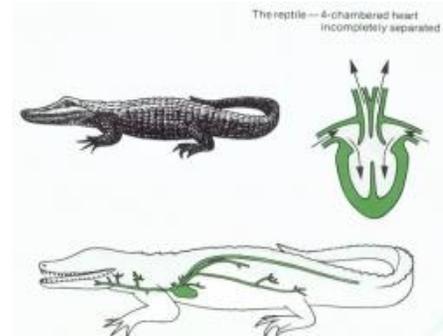


Sistem Peredaran darah Burung

- Alat-alat transportasi pada burung merpati terdiri atas jantung dan pembuluh darah. Jantung terdiri atas empat ruang yaitu serambi kiri, serambi kanan, bilik kiri dan bilik kanan. Darah yang banyak mengandung oksigen yang berasal dari paru-paru tidak bercampur dengan darah yang banyak mengandung karbondioksida yang berasal dari seluruh tubuh. Peredaran darah burung merupakan peredaran darah ganda yang terdiri atas peredaran darah kecil dan peredaran darah besar.

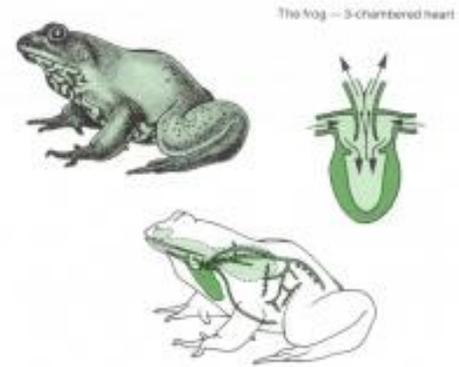
## REPTIL

- Mempunyai sistem peredaran ganda seperti pada burung. Jantung kadal terdiri dari empat ruang yaitu serambi kiri, serambi kanan, bilik kiri dan bilik kanan.
- Dari jantung keluar dua buah aorta aorta kanan dan aorta kiri.
- Aorta kanan keluar dari bilik kiri dan mengalirkan darah ke seluruh tubuh. Aorta kiri keluar dari perbatasan bilik kiri dan bilik kanan mengalirkan darah ke bagian belakang tubuh.



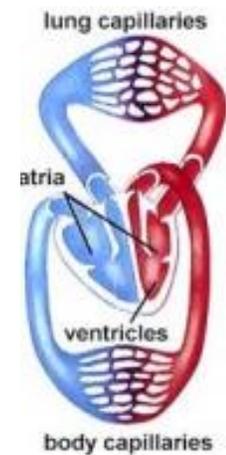
## KATAK

- mempunyai sistem peredaran darah ganda. Jantung katak terdiri atas tiga ruang yaitu serambi kiri, serambi kanan dan bilik.
- Karena jantung katak hanya mempunyai satu bilik, darah yang banyak mengandung oksigen dan karbon dioksida masih bercampur dalam bilik jantung.



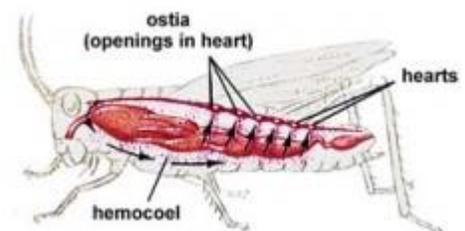
## IKAN

- Mempunyai sistem peredaran darah tunggal. Jantung terdiri atas dua ruang yaitu serambi dan bilik. Jantung berisi darah yang miskin oksigen. Darah yang berasal dari bilik jantung dipompa melalui aorta menuju insang.
- Dalam insang karbon dioksida dilepaskan dan oksigen diikat oleh darah. Setelah melewati insang, darah yang banyak mengandung oksigen dialirkan ke seluruh tubuh.



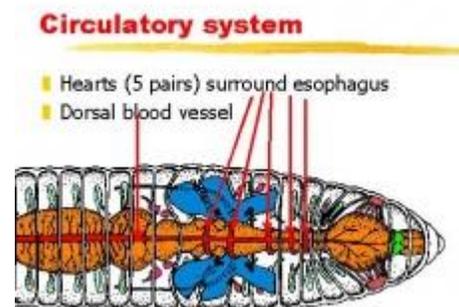
## SERANGGA

- Mempunyai alat transportasi berupa jantung pembuluh. Pada bagian jantung pembuluh terdapat lubang-lubang kecil (ostium) yang mempunyai katup. Pada waktu jantung pembuluh berdenyut ostium tertutup, darah mengalir ke depan melalui aorta.
- Peredaran darah belalang hanya mengedarkan sari makanan dan mengambil sisa metabolisme. Sedangkan pengedaran oksigen ke seluruh tubuh dan pengambilan karbon dioksida dilakukan melalui sistem trakea.



## CACING TANAH

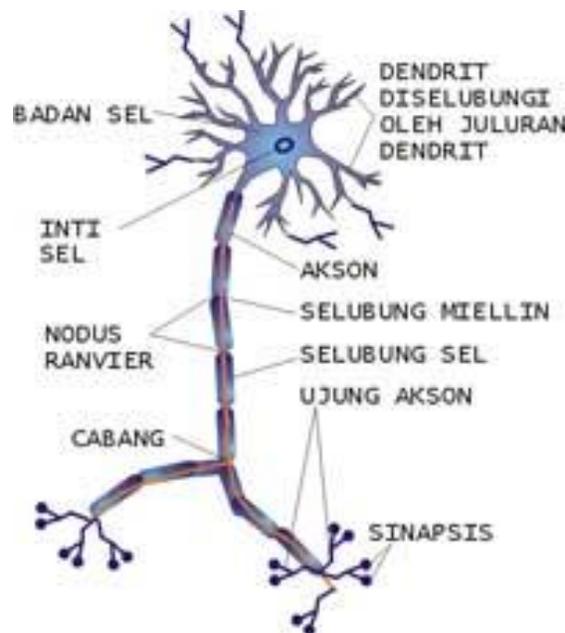
- Mempunyai alat peredaran darah yang terdiri atas pembuluh darah punggung, pembuluh darah perut dan lima pasang lengkung aorta. Lengkung aorta berfungsi sebagai jantung.



## SISTEM SYARAF PADA MANUSIA

### SEL SARAF

Tags: Akson, Dendrit, saraf intermediet, saraf motorik, saraf sensori, Sel saraf



sel-saraf

Sistem saraf tersusun oleh berjuta-juta sel saraf yang mempunyai bentuk bervariasi. Sistem ini meliputi sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Dalam kegiatannya, saraf mempunyai hubungan kerja seperti mata rantai (berurutan) antara reseptor dan efektor. Reseptor adalah satu atau sekelompok sel saraf dan sel lainnya yang berfungsi mengenali rangsangan tertentu yang berasal dari luar atau dari dalam tubuh. Efektor adalah sel atau organ yang menghasilkan tanggapan terhadap rangsangan. Contohnya otot dan kelenjar.

### SEL SARAF

Sistem saraf terdiri dari jutaan sel saraf (neuron). Fungsi sel saraf adalah mengirimkan pesan (impuls) yang berupa rangsang atau tanggapan.

#### Struktur Sel Saraf

Setiap neuron terdiri dari satu badan sel yang di dalamnya terdapat sitoplasma dan inti sel. Dari badan sel keluar dua macam serabut saraf, yaitu dendrit dan akson (neurit).

Dendrit berfungsi mengirimkan impuls ke badan sel saraf, sedangkan akson berfungsi mengirimkan impuls dari badan sel ke jaringan lain. Akson biasanya sangat panjang. Sebaliknya, dendrit pendek.

Setiap neuron hanya mempunyai satu akson dan minimal satu dendrit. Kedua serabut saraf ini berisi plasma sel. Pada bagian luar akson terdapat lapisan lemak disebut mielin yang merupakan kumpulan sel Schwann yang menempel pada akson. Sel Schwann adalah sel glia yang membentuk selubung lemak di seluruh serabut saraf mielin. Membran plasma sel Schwann disebut neurilemma. Fungsi mielin adalah melindungi akson dan memberi nutrisi. Bagian dari akson yang tidak terbungkus mielin disebut nodus Ranvier, yang berfungsi mempercepat penghantaran impuls.

Berdasarkan struktur dan fungsinya, sel saraf dapat dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu sel saraf sensori, sel saraf motor, dan sel saraf intermediet (asosiasi).

1. Sel saraf sensori

Fungsi sel saraf sensori adalah menghantar impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat, yaitu otak (ensefalon) dan sumsum belakang (medula spinalis). Ujung akson dari saraf sensori berhubungan dengan saraf asosiasi (intermediet).

## 2. Sel saraf motor

Fungsi sel saraf motor adalah mengirim impuls dari sistem saraf pusat ke otot atau kelenjar yang hasilnya berupa tanggapan tubuh terhadap rangsangan. Badan sel saraf motor berada di sistem saraf pusat. Dendritnya sangat pendek berhubungan dengan akson saraf asosiasi, sedangkan aksonnya dapat sangat panjang.

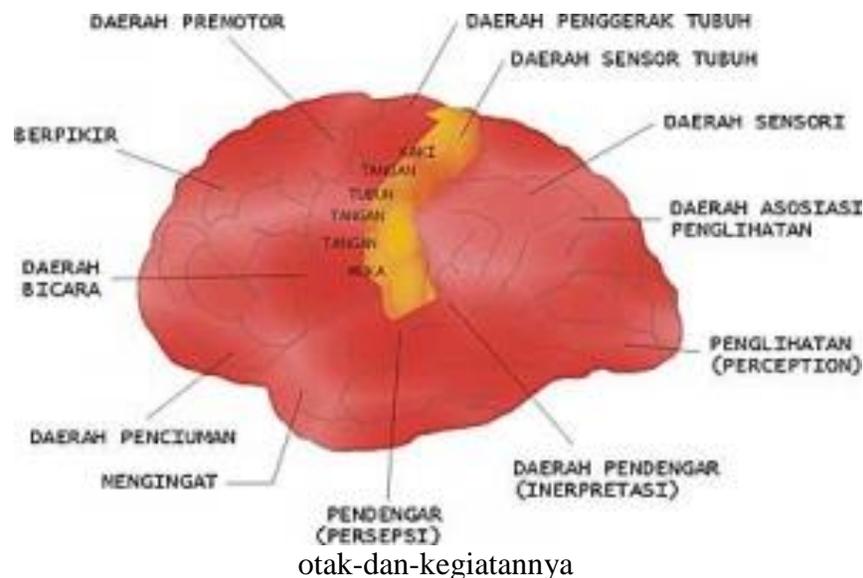
## 3. Sel saraf intermediete

Sel saraf intermediet disebut juga sel saraf asosiasi. Sel ini dapat ditemukan di dalam sistem saraf pusat dan berfungsi menghubungkan sel saraf motor dengan sel saraf sensori atau berhubungan dengan sel saraf lainnya yang ada di dalam sistem saraf pusat. Sel saraf intermediet menerima impuls dari reseptor sensori atau sel saraf asosiasi lainnya.

Kelompok-kelompok serabut saraf, akson dan dendrit bergabung dalam satu selubung dan membentuk urat saraf. Sedangkan badan sel saraf berkumpul membentuk ganglion atau simpul saraf.

## SISTEM SARAF PUSAT

Tags: fungsi otak, otak besar, otak kecil, Sistem saraf pusat, sumsum tulang belakang



Sistem saraf pusat meliputi otak (ensefalon) dan sumsum tulang belakang (Medula spinalis). Keduanya merupakan organ yang sangat lunak, dengan fungsi yang sangat penting maka perlu perlindungan. Selain tengkorak dan ruas-ruas tulang belakang, otak juga dilindungi 3 lapisan selaput meninges. Bila membran ini terkena infeksi maka akan terjadi radang yang disebut meningitis.

Ketiga lapisan membran meninges dari luar ke dalam adalah sebagai berikut.

1. Durameter; merupakan selaput yang kuat dan bersatu dengan tengkorak.
2. Araknoid; disebut demikian karena bentuknya seperti sarang labah-labah. Di dalamnya terdapat cairan serebrospinalis; semacam cairan limfa yang mengisi sela sela membran araknoid. Fungsi selaput araknoid adalah sebagai bantalan untuk melindungi otak dari bahaya kerusakan mekanik.
3. Piameter. Lapisan ini penuh dengan pembuluh darah dan sangat dekat dengan permukaan otak. Agaknya lapisan ini berfungsi untuk memberi oksigen dan nutrisi serta mengangkut bahan sisa metabolisme.

Otak dan sumsum tulang belakang mempunyai 3 materi esensial yaitu:

1. badan sel yang membentuk bagian materi kelabu (substansi grisea)
2. serabut saraf yang membentuk bagian materi putih (substansi alba)
3. sel-sel neuroglia, yaitu jaringan ikat yang terletak di antara sel-sel saraf di dalam sistem saraf pusat

Walaupun otak dan sumsum tulang belakang mempunyai materi sama tetapi susunannya berbeda. Pada otak, materi kelabu terletak di bagian luar atau kulitnya (korteks) dan bagian putih terletak di tengah. Pada sumsum tulang belakang bagian tengah berupa materi kelabu berbentuk kupu-kupu, sedangkan bagian korteks berupa materi putih.

## 1. Otak

Otak mempunyai lima bagian utama, yaitu: otak besar (serebrum), otak tengah (mesensefalon), otak kecil (serebelum), sumsum sambung (medulla oblongata), dan jembatan varol.

### a. Otak besar (serebrum)

Otak besar mempunyai fungsi dalam pengaturan semua aktifitas mental, yaitu yang berkaitan dengan kepandaian (intelegensi), ingatan (memori), kesadaran, dan pertimbangan. Otak besar merupakan sumber dari semua kegiatan/gerakan sadar atau sesuai dengan kehendak, walaupun ada juga beberapa gerakan refleks otak. Pada bagian korteks serebrum yang berwarna kelabu terdapat bagian penerima rangsang (area sensor) yang terletak di sebelah belakang area motor yang berfungsi mengatur gerakan sadar atau merespon rangsangan. Selain itu terdapat area asosiasi yang menghubungkan area motor dan sensorik. Area ini berperan dalam proses belajar, menyimpan ingatan, membuat kesimpulan, dan belajar berbagai bahasa. Di sekitar kedua area tersebut adalah bagian yang mengatur kegiatan psikologi yang lebih tinggi. Misalnya bagian depan merupakan pusat proses berfikir (yaitu mengingat, analisis, berbicara, kreativitas) dan emosi. Pusat penglihatan terdapat di bagian belakang.

### b. Otak tengah (mesensefalon)

Otak tengah terletak di depan otak kecil dan jembatan varol. Di depan otak tengah terdapat talamus dan kelenjar hipofisis yang mengatur kerja kelenjar-kelenjar endokrin. Bagian atas (dorsal) otak tengah merupakan lobus optikus yang mengatur refleks mata seperti penyempitan pupil mata, dan juga merupakan pusat pendengaran.

### c. Otak kecil (serebelum)

Serebelum mempunyai fungsi utama dalam koordinasi gerakan otot yang terjadi secara sadar, keseimbangan, dan posisi tubuh. Bila ada rangsangan yang merugikan atau berbahaya maka gerakan sadar yang normal tidak mungkin dilaksanakan.

### d. Jembatan varol (pons varoli)

Jembatan varol berisi serabut saraf yang menghubungkan otak kecil bagian kiri dan kanan, juga menghubungkan otak besar dan sumsum tulang belakang.

### e. Sumsum sambung (medulla oblongata)

Sumsum sambung berfungsi menghantar impuls yang datang dari medula spinalis menuju ke otak. Sumsum sambung juga mempengaruhi jembatan, refleks fisiologi seperti detak jantung, tekanan darah, volume dan kecepatan respirasi, gerak alat pencernaan, dan sekresi kelenjar pencernaan.

Selain itu, sumsum sambung juga mengatur gerak refleks yang lain seperti bersin, batuk, dan berkedip.

### f. Sumsum tulang belakang (medulla spinalis)

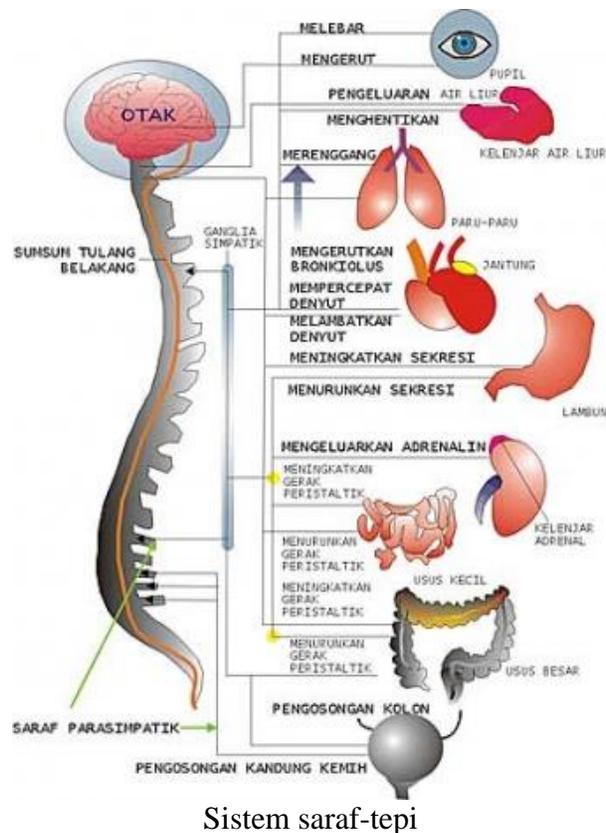
Pada penampang melintang sumsum tulang belakang tampak bagian luar berwarna putih, sedangkan bagian dalam berbentuk kupu-kupu dan berwarna kelabu.

Pada penampang melintang sumsum tulang belakang ada bagian seperti sayap yang terbagi atas sayap atas disebut tanduk dorsal dan sayap bawah disebut tanduk ventral. Impuls sensori dari reseptor dihantar masuk ke sumsum tulang belakang melalui tanduk dorsal dan impuls motor keluar dari sumsum tulang belakang melalui tanduk ventral menuju efektor. Pada tanduk dorsal terdapat badan sel saraf penghubung (asosiasi konektor) yang akan menerima impuls dari sel saraf sensori dan akan menghantarkannya ke saraf motor.

Pada bagian putih terdapat serabut saraf asosiasi. Kumpulan serabut saraf membentuk saraf (urat saraf). Urat saraf yang membawa impuls ke otak merupakan saluran asenden dan yang membawa impuls yang berupa perintah dari otak merupakan saluran desenden.

## SISTEM SARAF TEPI

Tags: . Saraf Otonom, Parasimpatis, Simpatik, Sistem Saraf Sadar, Sistem Saraf Tepi



Sistem saraf tepi terdiri dari sistem saraf sadar dan sistem saraf tak sadar (sistem saraf otonom). Sistem saraf sadar mengontrol aktivitas yang kerjanya diatur oleh otak, sedangkan saraf otonom mengontrol aktivitas yang tidak dapat diatur otak antara lain denyut jantung, gerak saluran pencernaan, dan sekresi keringat.

### 1. Sistem Saraf Sadar

Sistem saraf sadar disusun oleh saraf otak (saraf kranial), yaitu saraf-saraf yang keluar dari otak, dan saraf sumsum tulang belakang, yaitu saraf-saraf yang keluar dari sumsum tulang belakang.

Saraf otak ada 12 pasang yang terdiri dari:

1. Tiga pasang saraf sensori, yaitu saraf nomor 1, 2, dan 8
2. lima pasang saraf motor, yaitu saraf nomor 3, 4, 6, 11, dan 12

3. empat pasang saraf gabungan sensoris dan motor, yaitu saraf nomor 5, 7, 9, dan 10.

Saraf otak dikhususkan untuk daerah kepala dan leher, kecuali nervus vagus yang melewati leher ke bawah sampai daerah toraks dan rongga perut. Nervus vagus membentuk bagian saraf otonom. Oleh karena daerah jangkauannya sangat luas maka nervus vagus disebut saraf pengembara dan sekaligus merupakan saraf otak yang paling penting.

Saraf sumsum tulang belakang berjumlah 31 pasang saraf gabungan. Berdasarkan asalnya, saraf sumsum tulang belakang dibedakan atas 8 pasang saraf leher, 12 pasang saraf punggung, 5 pasang saraf pinggang, 5 pasang saraf pinggul, dan satu pasang saraf ekor. Beberapa urat saraf bersatu membentuk jaringan urat saraf yang disebut pleksus. Ada 3 buah pleksus yaitu sebagai berikut.

- Pleksus cervicalis merupakan gabungan urat saraf leher yang mempengaruhi bagian leher, bahu, dan diafragma.
- Pleksus brachialis mempengaruhi bagian tangan.
- Pleksus Jumbo sakralis yang mempengaruhi bagian pinggul dan kaki.

## 2. Saraf Otonom

Sistem saraf otonom disusun oleh serabut saraf yang berasal dari otak maupun dari sumsum tulang belakang dan menuju organ yang bersangkutan. Dalam sistem ini terdapat beberapa jalur dan masing-masing jalur membentuk sinapsis yang kompleks dan juga membentuk ganglion. Urat saraf yang terdapat pada pangkal ganglion disebut urat saraf pra ganglion dan yang berada pada ujung ganglion disebut urat saraf post ganglion.

Sistem saraf otonom dapat dibagi atas sistem saraf simpatik dan sistem saraf parasimpatik. Perbedaan struktur antara saraf simpatik dan parasimpatik terletak pada posisi ganglion.

Saraf simpatik mempunyai ganglion yang terletak di sepanjang tulang belakang menempel pada sumsum tulang belakang sehingga mempunyai urat pra ganglion pendek, sedangkan saraf parasimpatik mempunyai urat pra ganglion yang panjang karena ganglion menempel pada organ yang dibantu.

Fungsi sistem saraf simpatik dan parasimpatik selalu berlawanan (antagonis). Sistem saraf parasimpatik terdiri dari keseluruhan "nervus vagus" bersama cabang-cabangnya ditambah dengan beberapa saraf otak lain dan saraf sumsum sambung.

Fungsi Saraf Otonom

### Parasimpatik

- \* mengecilkan pupil
- \* menstimulasi aliran ludah
- \* memperlambat denyut jantung
- \* membesarkan bronkus
- \* menstimulasi sekresi kelenjar pencernaan
- \* mengerutkan kantung kemih

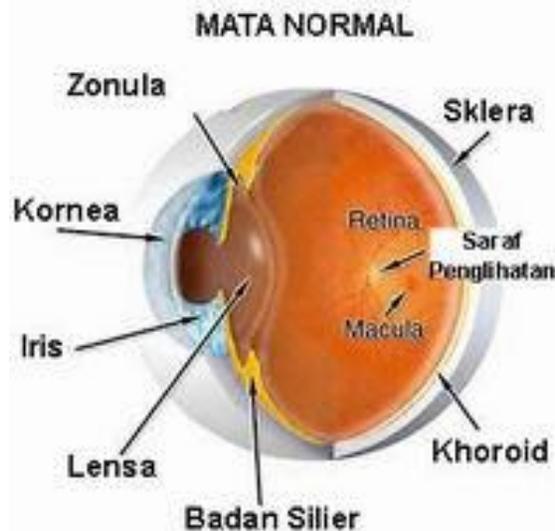
### Simpatik

- \* memperbesar pupil
- \* menghambat aliran ludah
- \* mempercepat denyut jantung
- \* mengecilkan bronkus
- \* menghambat sekresi kelenjar pencernaan
- \* menghambat kontraksi kandung kemih

## ALAT INDERA PADA MANUSIA

### INDERA PENGLIHAT (MATA)

Tags: bola mata, fungsi mata, kelainan pada mata, mata.indra penglihat, otot mata



Mata mempunyai reseptor khusus untuk mengenali perubahan sinar dan warna. Sebenarnya yang disebut mata bukanlah hanya bola mata, tetapi termasuk otot-otot penggerak bola mata, kotak mata (rongga tempat mata berada), kelopak, dan bulu mata.

#### 1. Bola Mata

Bola mata mempunyai 3 lapis dinding yang mengelilingi rongga bola mata. Ketiga lapis dinding ini dari luar ke dalam adalah sebagai berikut.

##### a. Sklera

Sklera merupakan jaringan ikat dengan serat yang kuat; berwarna putih buram (tidak tembus cahaya), kecuali di bagian depan bersifat transparan, disebut kornea. Konjungtiva adalah lapisan transparan yang melapisi kornea dan kelopak mata. Lapisan ini berfungsi melindungi bola mata dari gangguan.

##### b. Koroid

Koroid berwarna coklat kehitaman sampai hitam; merupakan lapisan yang berisi banyak pembuluh darah yang memberi nutrisi dan oksigen terutama untuk retina. Warna gelap pada koroid berfungsi untuk mencegah refleksi (pemantulan sinar). Di bagian depan, koroid membentuk badan siliaris yang berlanjut ke depan membentuk iris yang berwarna. Di bagian depan iris bercelah membentuk pupil (anak mata). Melalui pupil sinar masuk. Iris berfungsi sebagai diafragma, yaitu pengontrol ukuran pupil untuk mengatur sinar yang masuk. Badan siliaris membentuk ligamentum yang berfungsi mengikat lensa mata. Kontraksi dan relaksasi dari otot badan siliaris akan mengatur cembung pipihnya lensa.

##### c. Retina

Lapisan ini peka terhadap sinar. Pada seluruh bagian retina berhubungan dengan badan sel-sel saraf yang serabutnya membentuk urat saraf optik yang memanjang sampai ke otak. Bagian yang dilewati urat saraf optik tidak peka terhadap sinar dan daerah ini disebut bintik buta.

Adanya lensa dan ligamentum pengikatnya menyebabkan rongga bola mata terbagi dua, yaitu bagian depan terletak di depan lensa berisi cairan yang disebut aqueous humor dan bagian belakang terletak di belakang lensa berisi vitreous humor. Kedua cairan tersebut berfungsi menjaga lensa agar selalu dalam bentuk yang benar.

Kotak mata pada tengkorak berfungsi melindungi bola mata dari kerusakan. Selaput transparan yang melapisi kornea dan bagian dalam kelopak mata disebut konjungtiva. Selaput ini peka terhadap iritasi. Konjungtiva penuh dengan pembuluh darah dan serabut saraf. Radang konjungtiva disebut konjungtivitis.

Untuk mencegah kekeringan, konjungtiva dibasahi dengan cairan yang keluar dari kelenjar air mata (kelenjar lakrimal) yang terdapat di bawah alis.

Air mata mengandung lendir, garam, dan antiseptik dalam jumlah kecil. Air mata berfungsi sebagai alat pelumas dan pencegah masuknya mikroorganisme ke dalam mata.

## 2. Otot Mata

Ada enam otot mata yang berfungsi memegang sklera. Empat di antaranya disebut otot rektus (rektus inferior, rektus superior, rektus eksternal, dan rektus internal). Otot rektus berfungsi menggerakkan bola mata ke kanan, ke kiri, ke atas, dan ke bawah. Dua lainnya adalah otot obliq atas (superior) dan otot obliq bawah (inferior).

## 3. Fungsi Mata

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

Ada dua macam sel reseptor pada retina, yaitu sel kerucut (sel konus) dan sel batang (sel basilus). Sel konus berisi pigmen lembayung dan sel batang berisi pigmen ungu. Kedua macam pigmen akan terurai bila terkena sinar, terutama pigmen ungu yang terdapat pada sel batang. Oleh karena itu, pigmen pada sel basilus berfungsi untuk situasi kurang terang, sedangkan pigmen dari sel konus berfungsi lebih pada suasana terang yaitu untuk membedakan warna, makin ke tengah maka jumlah sel batang makin berkurang sehingga di daerah bintik kuning hanya ada sel konus saja.

Pigmen ungu yang terdapat pada sel basilus disebut rodopsin, yaitu suatu senyawa protein dan vitamin A. Apabila terkena sinar, misalnya sinar matahari, maka rodopsin akan terurai menjadi protein dan vitamin A. Pembentukan kembali pigmen terjadi dalam keadaan gelap. Untuk pembentukan kembali memerlukan waktu yang disebut adaptasi gelap (disebut juga adaptasi rodopsin). Pada waktu adaptasi, mata sulit untuk melihat.

Pigmen lembayung dari sel konus merupakan senyawa iodopsin yang merupakan gabungan antara retinin dan opsin. Ada tiga macam sel konus, yaitu sel yang peka terhadap warna merah, hijau, dan biru. Dengan ketiga macam sel konus tersebut mata dapat menangkap spektrum warna. Kerusakan salah satu sel konus akan menyebabkan buta warna.

Jarak terdekat yang dapat dilihat dengan jelas disebut titik dekat (*punctum proximum*). Jarak terjauh saat benda tampak jelas tanpa kontraksi disebut titik jauh (*punctum remotum*). Jika kita sangat dekat dengan obyek maka cahaya yang masuk ke mata tampak seperti kerucut, sedangkan jika kita sangat jauh dari obyek, maka sudut kerucut cahaya yang masuk sangat kecil sehingga sinar tampak paralel. Lihat Gambar 11.18. Baik sinar dari obyek yang jauh maupun yang dekat harus direfraksikan (dibiaskan) untuk menghasilkan titik yang tajam pada retina agar obyek terlihat jelas. Pembiasan cahaya untuk menghasilkan penglihatan yang jelas disebut pemfokusan.

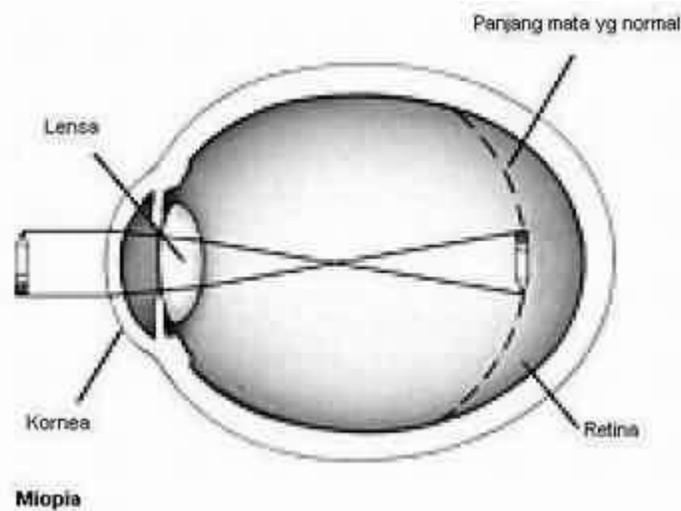
Cahaya dibiaskan jika melewati konjungtiva kornea. Cahaya dari obyek yang dekat membutuhkan lebih banyak pembiasan untuk pemfokusan dibandingkan obyek yang jauh. Mata mamalia mampu mengubah derajat pembiasan dengan cara mengubah bentuk lensa. Cahaya dari obyek yang jauh difokuskan oleh lensa tipis panjang, sedangkan cahaya dari obyek yang dekat difokuskan dengan lensa yang tebal dan pendek. Perubahan bentuk lensa ini akibat kerja otot siliari. Saat melihat dekat, otot siliari berkontraksi sehingga memendekkan aperture yang mengelilingi lensa. Sebagai akibatnya lensa menebal dan pendek. Saat melihat jauh, otot siliari relaksasi sehingga aperture yang mengelilingi lensa membesar dan tegangan ligamen suspensor bertambah. Sebagai akibatnya ligamen suspensor

mendorong lensa sehingga lensa memanjang dan pipih. Proses pemfokusan obyek pada jarak yang berbeda-beda disebut daya akomodasi.

Cara kerja mata manusia pada dasarnya sama dengan cara kerja kamera, kecuali cara mengubah fokus lensa.

#### 4. Kelainan pada Mata

Pada anak-anak, titik dekat mata bisa sangat pendek, kira-kira 9 cm untuk anak umur 11 tahun. Makin tua, jarak titik dekat makin panjang. Sekitar umur 40 tahun - 50 tahun terjadi perubahan yang menyolok, yaitu titik dekat mata sampai 50 cm, oleh karena itu memerlukan pertolongan kaca mata untuk membaca berupa kaca mata cembung (positif). Cacat mata seperti ini disebut presbiopi atau mata tua karena proses penuaan. Hal ini disebabkan karena elastisitas lensa berkurang. Penderita presbiopi dapat dibantu dengan lensa rangkap. Mata jauh dapat terjadi pada anak-anak; disebabkan bola mata terlalu pendek sehingga bayang-bayang jatuh di belakang retina. Cacat mata pada anak-anak seperti ini disebut hipermetropi.



**Miopi** atau mata dekat adalah cacat mata yang disebabkan oleh bola mata terlalu panjang sehingga bayang-bayang dari benda yang jaraknya jauh akan jatuh di depan retina. Pada mata dekat ini orang tidak dapat melihat benda yang jauh, mereka hanya dapat melihat benda yang jaraknya dekat. Untuk cacat seperti ini orang dapat ditolong dengan lensa cekung (negatif). Miopi biasa terjadi pada anak-anak.

**Astigmatisma** merupakan kelainan yang disebabkan bola mata atau permukaan lensa mata mempunyai kelengkungan yang tidak sama, sehingga fokusnya tidak sama, akibatnya bayang-bayang jatuh tidak pada tempat yang sama. Untuk menolong orang yang cacat seperti ini dibuat lensa silindris, yaitu yang mempunyai beberapa fokus.

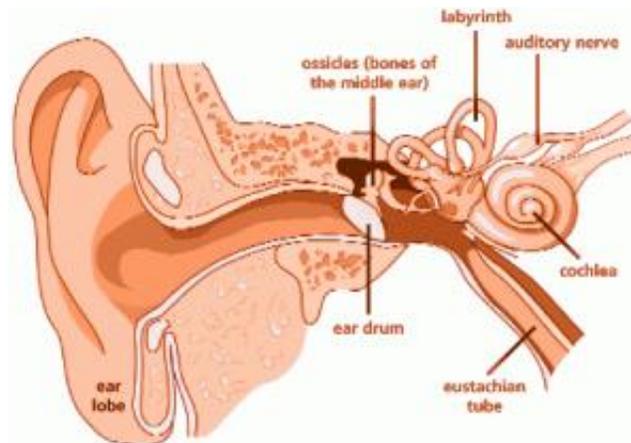
**Katarak** adalah cacat mata, yaitu buramnya dan berkurang elastisitasnya lensa mata. Hal ini terjadi karena adanya pengapuran pada lensa. Pada orang yang terkena katarak pandangan menjadi kabur dan daya akomodasi berkurang.

Kelainan-kelainan mata yang lain adalah:

- \* Imeralopi (rabun senja): pada senja hari penderita menjadi rabun
- \* Xerofalxni: kornea menjadi keying dan bersisik
- \* Keratomealasi: kornea menjadi putih dan rusak.

## INDERA PENDENGAR (TELINGA)

Tags: Indera Pendengar, Telinga, Telinga dalam, Telinga luar, Telinga tengah



telinga manusia

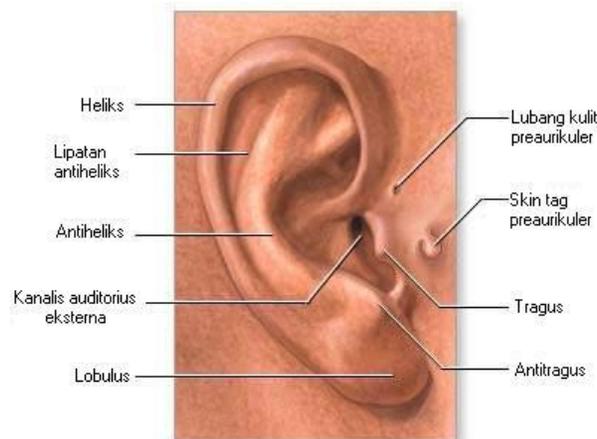
Telinga mempunyai reseptor khusus untuk mengenali getaran bunyi dan untuk keseimbangan. Ada tiga bagian utama dari telinga manusia, yaitu bagian telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

Telinga luar berfungsi menangkap getaran bunyi, dan telinga tengah meneruskan getaran dari telinga luar ke telinga dalam. Reseptor yang ada pada telinga dalam akan menerima rangsang bunyi dan mengirimkannya berupa impuls ke otak untuk diolah.

### 1. Susunan Telinga

Telinga tersusun atas tiga bagian yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

#### a. Telinga luar



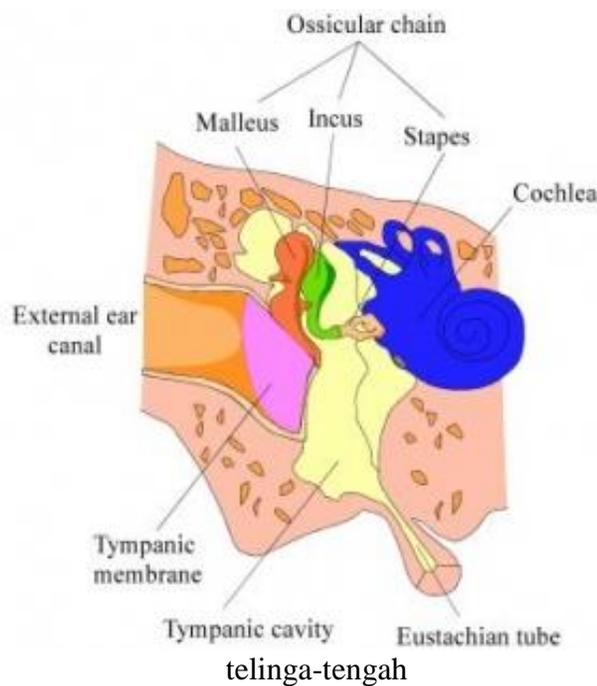
telinga\_luar

Telinga luar terdiri dari daun telinga, saluran luar, dan membran timpani (gendang telinga). Daun telinga manusia mempunyai bentuk yang khas, tetapi bentuk ini kurang mendukung fungsinya sebagai penangkap dan pengumpul getaran suara. Bentuk daun telinga yang sangat sesuai dengan fungsinya adalah daun telinga pada anjing dan kucing, yaitu tegak dan membentuk saluran menuju gendang telinga. Saluran luar yang dekat dengan lubang 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.

### b. Telinga tengah

Bagian ini merupakan rongga yang berisi udara untuk menjaga tekanan udara agar seimbang. Di dalamnya terdapat saluran Eustachio yang menghubungkan telinga tengah dengan faring. Rongga telinga tengah berhubungan dengan telinga luar melalui membran timpani. Hubungan telinga tengah dengan bagian telinga dalam melalui jendela oval dan jendela bundar yang keduanya dilapisi dengan membran yang transparan.

Selain itu terdapat pula tiga tulang pendengaran yang tersusun seperti rantai yang menghubungkan gendang telinga dengan jendela oval. Ketiga tulang tersebut adalah tulang martil (maleus) menempel pada gendang telinga dan tulang landasan (inkus). Kedua tulang ini terikat erat oleh ligamentum sehingga mereka bergerak sebagai satu tulang. Tulang yang ketiga adalah tulang sanggurdi (stapes) yang berhubungan dengan jendela oval. Antara tulang landasan dan tulang sanggurdi terdapat sendi yang memungkinkan gerakan bebas.



Fungsi rangkaian tulang dengar adalah untuk mengirimkan getaran suara dari gendang telinga (membran timpani) menyeberangi rongga telinga tengah ke jendela oval.

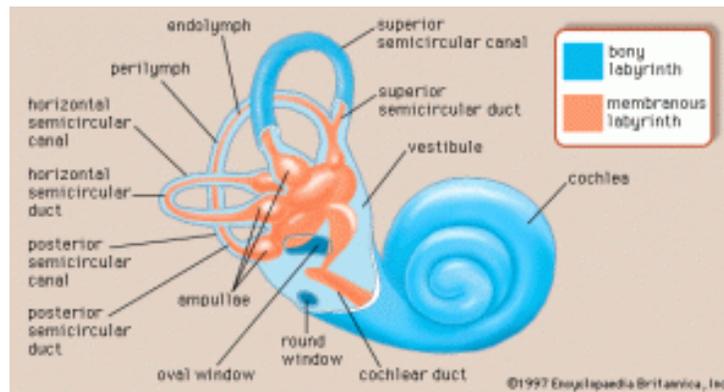
### c. Telinga dalam

Bagian ini mempunyai susunan yang rumit, terdiri dari labirin tulang dan labirin membran.

Ada 5 bagian utama dari labirin membran, yaitu sebagai berikut.

1. Tiga saluran setengah lingkaran
2. Ampula
3. Utrikulus
4. Sakulus
5. Koklea atau rumah siput

Sakulus berhubungan dengan utrikulus melalui saluran sempit. Tiga saluran setengah lingkaran, ampula, utrikulus dan sakulus merupakan organ keseimbangan, dan keempatnya terdapat di dalam rongga vestibulum dari labirin tulang.



telinga-dalam

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 (kanal) yang dipisahkan satu dengan lainnya oleh membran. Di antara saluran vestibulum dengan saluran tengah terdapat membran Reissner, sedangkan di antara saluran tengah dengan saluran timpani terdapat membran basiler. Dalam saluran tengah terdapat suatu tonjolan yang dikenal sebagai membran tektorial yang paralel dengan membran basiler dan ada di sepanjang koklea. Sel sensori untuk mendengar tersebar di permukaan membran basiler dan ujungnya berhadapan dengan membran tektorial. Dasar dari sel pendengar terletak pada membran basiler dan berhubungan dengan serabut saraf yang bergabung membentuk saraf pendengar. Bagian yang peka terhadap rangsang bunyi ini disebut organ Korti.

### Cara kerja indra pendengaran

Gelombang bunyi yang masuk ke dalam telinga luar menggetarkan gendang telinga. Getaran ini akan diteruskan oleh ketiga tulang dengar ke jendela oval. Getaran Struktur koklea pada jendela oval diteruskan ke cairan limfa yang ada di dalam saluran vestibulum. Getaran cairan tadi akan menggerakkan membran Reissner 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, terjadilah rangsangan (impuls). Getaran membran tektorial dan membran basiler akan menekan sel sensori pada organ Korti dan kemudian menghasilkan impuls yang akan dikirim ke pusat pendengar di dalam otak melalui saraf pendengaran.

## 2. Susunan dan Cara Kerja Alat Keseimbangan

Bagian dari alat vestibulum atau alat keseimbangan berupa tiga saluran setengah lingkaran yang dilengkapi dengan organ ampula (kristal) dan organ keseimbangan yang ada di dalam utrikulus dan sakulus. Ujung dari setiap saluran setengah lingkaran membesar dan disebut ampula yang berisi reseptor, sedangkan pangkalnya berhubungan dengan utrikulus yang menuju ke sakulus. Utrikulus maupun sakulus berisi reseptor keseimbangan. Alat keseimbangan yang ada di dalam ampula terdiri dari kelompok sel saraf sensori yang mempunyai rambut dalam tudung gelatin yang berbentuk kubah. Alat ini disebut kupula. Saluran semisirkular (saluran setengah lingkaran) peka terhadap gerakan kepala.

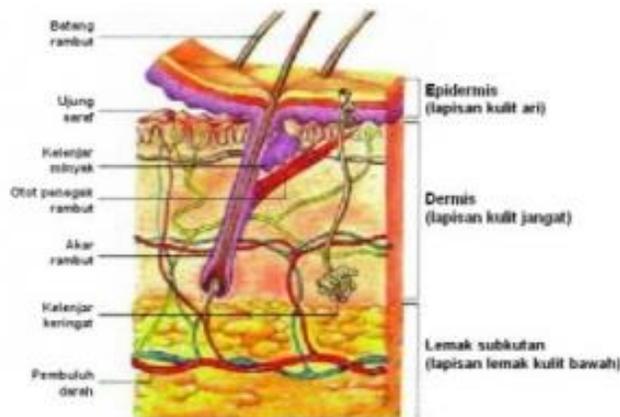
Alat keseimbangan di dalam utrikulus dan sakulus terdiri dari sekelompok sel saraf yang ujungnya berupa rambut bebas yang melekat pada otolith, yaitu butiran natrium karbonat. Posisi kepala mengakibatkan desakan otolith pada rambut yang menimbulkan impuls yang akan dikirim ke otak.

## INDERA PERABA (KULIT)

Tags: epidermis, Indera Peraba, kulit, Reseptor

Kulit merupakan indra peraba yang mempunyai reseptor khusus untuk sentuhan, panas, dingin, sakit, dan tekanan.

### 1. Susunan Kulit



struktur-kulit

Kulit terdiri dari lapisan luar yang disebut epidermis dan lapisan dalam atau lapisan dermis. Pada epidermis tidak terdapat pembuluh darah dan sel saraf. Epidermis tersusun atas empat lapis sel. Dari bagian dalam ke bagian luar, pertama adalah stratum germinativum berfungsi membentuk lapisan di sebelah atasnya. Kedua, yaitu di sebelah luar lapisan germinativum terdapat stratum granulosum yang berisi sedikit keratin yang menyebabkan kulit menjadi keras dan kering. Selain itu sel-sel dari lapisan granulosum umumnya menghasilkan pigmen hitam (melanin). Kandungan melanin menentukan derajat warna kulit, kehitaman, atau kecoklatan. Lapisan ketiga merupakan lapisan yang transparan disebut stratum lusidum dan lapisan keempat (lapisan terluar) adalah lapisan tanduk disebut stratum korneum.

Penyusun utama dari bagian dermis adalah jaringan penyokong yang terdiri dari serat yang berwarna putih dan serat yang berwarna kuning. Serat kuning bersifat elastis/lentur, sehingga kulit dapat mengembang.

Stratum germinativum mengadakan pertumbuhan ke daerah dermis membentuk kelenjar keringat dan akar rambut. Akar rambut berhubungan dengan pembuluh darah yang membawakan makanan dan oksigen, selain itu juga berhubungan dengan serabut saraf. Pada setiap pangkal akar rambut melekat otot penggerak rambut. Pada waktu dingin atau merasa takut, otot rambut mengerut dan rambut menjadi tegak. Di sebelah dalam dermis terdapat timbunan lemak yang berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi bagian dalam tubuh dari kerusakan mekanik.

### 2. Fungsi Kulit

Kulit berfungsi sebagai alat pelindung bagian dalam, misalnya otot dan tulang; sebagai alat peraba dengan dilengkapi bermacam reseptor yang peka terhadap berbagai rangsangan; sebagai alat ekskresi; serta pengatur suhu tubuh.

Sehubungan dengan fungsinya sebagai alat peraba, kulit dilengkapi dengan reseptor reseptor khusus. Reseptor untuk rasa sakit ujungnya menjorok masuk ke daerah epidermis. Reseptor untuk tekanan, ujungnya berada di dermis yang jauh dari epidermis. Reseptor untuk rangsang sentuhan dan panas, ujung reseptornya terletak di dekat epidermis.

## STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN (ORGAN) PADA TUMBUHAN

### JARINGAN PADA TUMBUHAN

Tags: Jaringan dewasa, Jaringan Epidermis, Jaringan Gabus, Jaringan meristem, Jaringan Parenkim, Jaringan Pengangkut, Jaringan Penguat/Penyokong

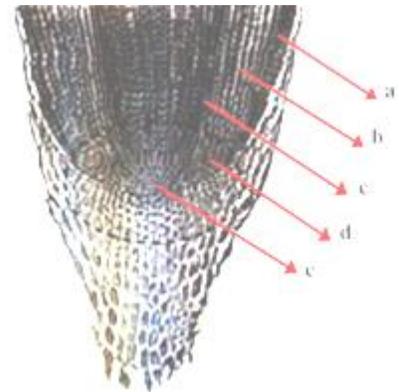
- Seperti pada hewan, tubuh tumbuhan pun terdiri dari sel-sel. Sel-sel tersebut akan berkumpul membentuk jaringan, jaringan akan berkumpul membentuk organ dan seterusnya sampai membentuk satu tubuh tumbuhan. Di sini akan dibahas macam-macam jaringan dan organ yang membentuk tubuh tumbuhan.
- Jaringan tumbuhan dapat dibagi 2 macam :

### JARINGAN MERISTEM

- Jaringan meristem adalah jaringan yang terus menerus membelah.
- Jaringan meristem dapat dibagi 2 macam

#### 1. Jaringan Meristem Primer

- Jaringan meristem yang merupakan perkembangan lebih lanjut dari pertumbuhan embrio.
- Contoh: ujung batang, ujung akar. Meristem yang terdapat di ujung batang dan ujung akar disebut meristem apikal. Kegiatan jaringan meristem primer menimbulkan batang dan akar bertambah panjang.
- Pertumbuhan jaringan meristem primer disebut pertumbuhan primer.



#### 2. Jaringan Meristem Sekunder

- Jaringan meristem sekunder adalah jaringan meristem yang berasal dari jaringan dewasa yaitu kambium dan kambium gabus. Pertumbuhan jaringan meristem sekunder disebut pertumbuhan sekunder. Kegiatan jaringan meristem menimbulkan pertambahan besar tubuh tumbuhan. Contoh jaringan meristem sekunder yaitu kambium.
- Kambium adalah lapisan sel-sel tumbuhan yang aktif membelah dan terdapat diantara xilem dan floem. Aktivitas kambium menyebabkan pertumbuhan sekunder, sehingga batang tumbuhan menjadi besar. Ini terjadi pada tumbuhan dikotil dan Gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka). Pertumbuhan kambium kearah luar akan membentuk kulit batang, sedangkan kearah dalam akan membentuk kayu. Pada masa pertumbuhan, pertumbuhan kambium kearah dalam lebih aktif dibandingkan pertumbuhan kambium kearah luar, sehingga menyebabkan kulit batang lebih tipis dibandingkan kayu.
- Berdasarkan letaknya jaringan meristem dibedakan menjadi tiga yaitu meristem apikal, meristem interkalar dan meristem lateral.
  - Meristem apikal adalah meristem yang terdapat pada ujung akar dan pada ujung batang. Meristem apikal selalu menghasilkan sel-sel untuk tumbuh memanjang. Pertumbuhan memanjang akibat aktivitas meristem apikal disebut pertumbuhan primer. Jaringan yang terbentuk dari meristem apikal disebut jaringan primer.

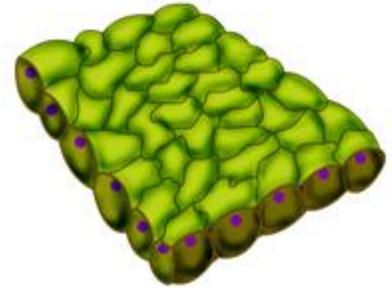
- Meristem interkalar atau meristem antara adalah meristem yang terletak diantara jaringan meristem primer dan jaringan dewasa. Contoh tumbuhan yang memiliki meristem interkalar adalah batang rumput-rumputan (Graminae). Pertumbuhan sel meristem interkalar menyebabkan pemanjangan batang lebih cepat, sebelum tumbuhnya bunga.
- Meristem lateral atau meristem samping adalah meristem yang menyebabkan pertumbuhan skunder. Pertumbuhan skunder adalah proses pertumbuhan yang menyebabkan bertambah besarnya akar dan batang tumbuhan. Meristem lateral disebut juga sebagai kambium. Kambium terbentuk dari dalam jaringan meristem yang telah ada pada akar dan batang dan membentuk jaringan skunder pada bidang yang sejajar dengan akar dan batang.

## JARINGAN DEWASA

- Jaringan dewasa adalah jaringan yang sudah berhenti membelah.
- Jaringan dewasa dapat dibagi menjadi beberapa macam :

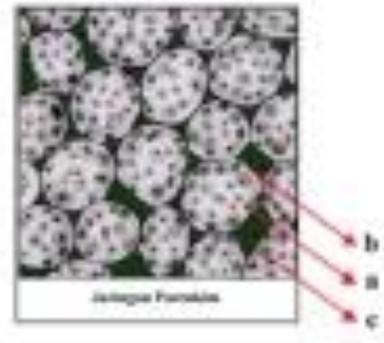
### Jaringan Epidermis

Jaringan yang letaknya paling luar, menutupi permukaan tubuh tumbuhan. Bentuk jaringan epidermis bermacam-macam. Pada tumbuhan yang sudah mengalami pertumbuhan sekunder, akar dan batangnya sudah tidak lagi memiliki jaringan epidermis. Fungsi jaringan epidermis untuk melindungi jaringan di sebelah dalamnya.



### Jaringan Parenkim

Nama lainnya adalah jaringan dasar. Jaringan parenkim dijumpai pada kulit batang, kulit akar, daging, daun, daging buah dan endosperm. Bentuk sel parenkim bermacam-macam. Sel parenkim yang mengandung klorofil disebut klorenkim, yang mengandung rongga-rongga udara disebut aerenkim. Penyimpanan cadangan makanan dan air oleh tubuh tumbuhan dilakukan oleh jaringan parenkim.



- Berdasarkan fungsinya jaringan parenkim dibedakan menjadi beberapa macam antara lain:
  - Parenkim asimilasi (klorenkim) adalah sel parenkim yang mengandung klorofil dan berfungsi untuk fotosintesis.
  - Parenkim penimbun adalah sel parenkim ini dapat menyimpan cadangan makanan yang berbeda sebagai larutan di dalam vakuola, bentuk partikel padat, atau cairan di dalam sitoplasma.
  - Parenkim air adalah sel parenkim yang mampu menyimpan air. Umumnya terdapat pada tumbuhan yang hidup didaerah kering (xerofit), tumbuhan epifit, dan tumbuhan sukulen.
  - Parenkim udara (aerenkim) adalah jaringan parenkim yang mampu menyimpan udara karena mempunyai ruang antar sel yang besar. Aerenkim banyak terdapat pada batang dan daun tumbuhan hidrofita.

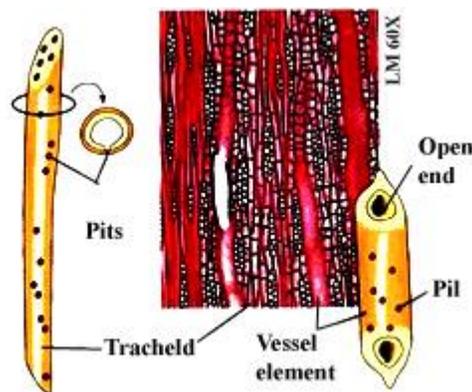
## JARINGAN PENGUAT/PENYOKONG

- Nama lainnya stereon. Fungsinya untuk menguatkan bagian tubuh tumbuhan. Terdiri dari kolenkim dan sklerenkim.
  - Kolenkim
 

Sebagian besar dinding sel jaringan kolenkim terdiri dari senyawa selulosa merupakan jaringan penguat pada organ tubuh muda atau bagian tubuh tumbuhan yang lunak.
  - b. Sklerenkim
 

Selain mengandung selulosa dinding sel, jaringan sklerenkim mengandung senyawa lignin, sehingga sel-selnya menjadi kuat dan keras. Sklerenkim terdiri dari dua macam yaitu serabut/serat dan sklereid atau sel batu. Batok kelapa adalah contoh yang baik dari bagian tubuh tumbuhan yang mengandung serabut dan sklereid.

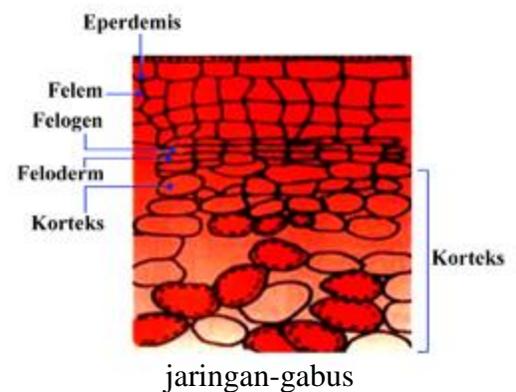
## JARINGAN PENGANGKUT



- Jaringan pengangkut bertugas mengangkut zat-zat yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Ada 2 macam jaringan; yakni xilem atau pembuluh kayu dan floem atau pembuluh lapis/pembuluh kulit kayu.
- Xilem bertugas mengangkut air dan garam-garam mineral terlarut dari akar ke seluruh bagian tubuh tumbuhan. Xilem ada 2 macam: trakea dan trakeid.
- Floem bertugas mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan.

## JARINGAN GABUS

- Fungsi jaringan gabus adalah untuk melindungi jaringan lain agar tidak kehilangan banyak air, mengingat sel-sel gabus yang bersifat kedap air.
- Pada Dikotil, jaringan gabus dibentuk oleh kambium gabus atau felogen, pembentukan jaringan gabus ke arah dalam berupa sel-sel hidup yang disebut feloderm, ke arah luar berupa sel-sel mati yang disebut felem.



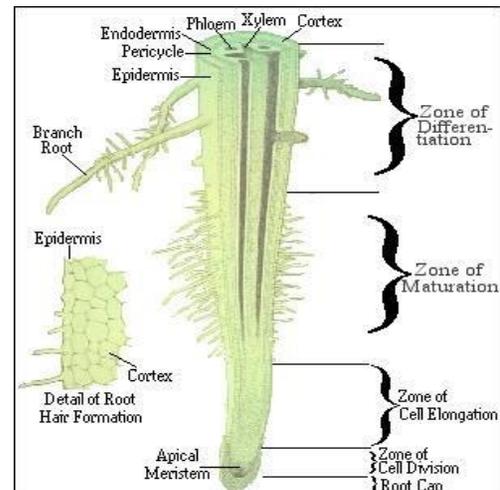
## ORGAN TUMBUHAN

Tags: akar, batang, daun, dikotil, jaringan, monokotil, organ tumbuhan

- Organ tumbuhan biji yang penting ada 3, yakni: akar, batang, daun.
- Bagian lain dari ketiga organ tersebut adalah modifikasinya, Contoh : umbi modifikasi akar, bunga modifikasi dari ranting dan daun.

### **AKAR**

- Asal akar adalah dari akar lembaga (radix), pada Dikotil, akar lembaga terus tumbuh sehingga membentuk akar tunggang, pada Monokotil, akar lembaga mati, kemudian pada pangkal batang akan tumbuh akar-akar yang memiliki ukuran hampir sama sehingga membentuk akar serabut.
- Akar monokotil dan dikotil ujungnya dilindungi oleh tudung akar atau kaliptra, yang fungsinya melindungi ujung akar sewaktu menembus tanah, sel-sel kaliptra ada yang mengandung butir-butir amyllum, dinamakan kolumela.
- Fungsi Akar
  - ✓ Untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah
  - ✓ Dapat berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan
  - ✓ Menyerap air dan garam-garam mineral terlarut
- Anatomi Akar
  - ✓ Pada akar muda bila dilakukan potongan melintang akan terlihat bagian-bagian dari luar ke dalam.



#### **a. Epidermis**

- Susunan sel-selnya rapat dan setebal satu lapis sel, dinding selnya mudah dilewati air. Bulu akar merupakan modifikasi dari sel epidermis akar, bertugas menyerap air dan garam-garam mineral terlarut, bulu akar memperluas permukaan akar.

#### **b. Korteks**

- Letaknya langsung di bawah epidermis, sel-selnya tidak tersusun rapat sehingga banyak memiliki ruang antar sel. Sebagian besar dibangun oleh jaringan parenkim.

#### **c. Endodermis**

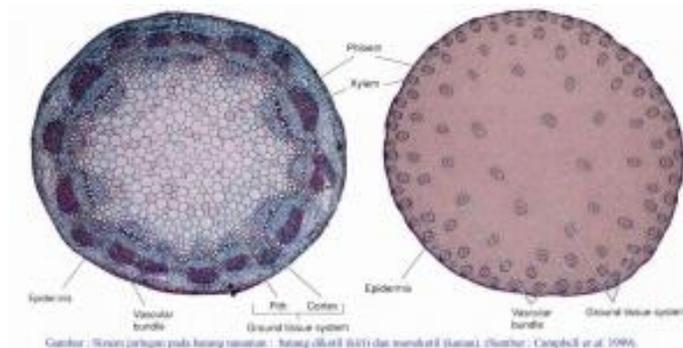
- Merupakan lapisan pemisah antara korteks dengan silinder pusat. Sel-sel endodermis dapat mengalami penebalan zat gabus pada dindingnya dan membentuk seperti titik-titik, dinamakan titik Caspary. Pada pertumbuhan selanjutnya penebalan zat gabus sampai pada dinding sel yang menghadap silinder pusat, bila diamati di bawah mikroskop akan tampak seperti hutuf U, disebut sel U, sehingga air tak dapat menuju ke silinder pusat. Tetapi tidak semua sel-sel endodermis mengalami penebalan, sehingga memungkinkan air dapat masuk ke silinder pusat. Sel-sel tersebut dinamakan sel penerus/sel peresap.

#### d. Silinder Pusat/Steles

- Silinder pusat/steles merupakan bagian terdalam dari akar. Terdiri dari berbagai macam jaringan :
  - ✓ Persikel/Perikambium  
Merupakan lapisan terluar dari steles. Akar cabang terbentuk dari pertumbuhan persikel ke arah luar.
  - ✓ Berkas Pembuluh Angkut/Vasis  
Terdiri atas xilem dan floem yang tersusun bergantian menurut arah jari jari. Pada dikotil di antara xilem dan floem terdapat jaringan kambium.
  - ✓ Empulur  
Letaknya paling dalam atau di antara berkas pembuluh angkut terdiri dari jaringan parenkim.

### BATANG

- Terdapat perbedaan antara batang dikotil dan monokotil dalam susunan anatominya.



Jaringan Batang

#### 1. Batang Dikotil

Pada batang dikotil terdapat lapisan-lapisan dari luar ke dalam :

##### a. Epidermis

- ✓ Terdiri atas selaput sel yang tersusun rapat, tidak mempunyai ruang antar sel. Fungsi epidermis untuk melindungi jaringan di bawahnya. Pada batang yang mengalami pertumbuhan sekunder, lapisan epidermis digantikan oleh lapisan gabus yang dibentuk dari kambium gabus.

##### b. Korteks

- ✓ Korteks batang disebut juga kulit pertama, terdiri dari beberapa lapis sel, yang dekat dengan lapisan epidermis tersusun atas jaringan kolenkim, makin ke dalam tersusun atas jaringan parenkim.

##### c. Endodermis

- ✓ Endodermis batang disebut juga kulit dalam, tersusun atas selapis sel, merupakan lapisan pemisah antara korteks dengan steles. Endodermis tumbuhan Angiospermae mengandung zat tepung, tetapi tidak terdapat pada endodermis tumbuhan Gymnospermae.

##### d. Steles/ Silinder Pusat

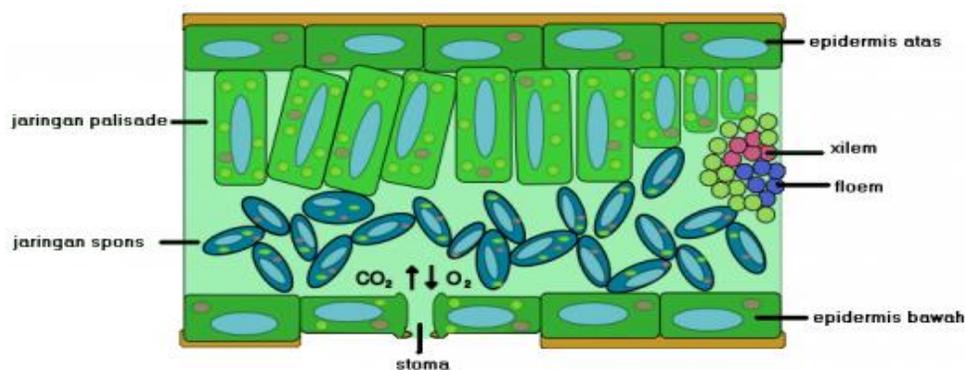
- ✓ Merupakan lapisan terdalam dari batang. Lapis terluar dari steles disebut perisikel atau perikambium. Ikatan pembuluh pada steles disebut tipe kolateral yang artinya xilem dan

floem. Letak saling bersisian, xilem di sebelah dalam dan floem sebelah luar. Antara xilem dan floem terdapat kambium intravasikuler, pada perkembangan selanjutnya jaringan parenkim yang terdapat di antara berkas pembuluh angkut juga berubah menjadi kambium, yang disebut kambium intervasikuler. Keduanya dapat mengadakan pertumbuhan sekunder yang mengakibatkan bertambah besarnya diameter batang.

- ✓ Pada tumbuhan Dikotil, berkayu keras dan hidupnya menahun, pertumbuhan menebal sekunder tidak berlangsung terus-menerus, tetapi hanya pada saat air dan zat hara tersedia cukup, sedang pada musim kering tidak terjadi pertumbuhan sehingga pertumbuhan menebalnya pada batang tampak berlapis-lapis, setiap lapis menunjukkan aktivitas pertumbuhan selama satu tahun, lapis-lapis lingkaran tersebut dinamakan Lingkaran Tahun.

## 2. Batang Monokotil

- Pada batang Monokotil, epidermis terdiri dari satu lapis sel, batas antara korteks dan stele umumnya tidak jelas. Pada stele monokotil terdapat ikatan pembuluh yang menyebar dan bertipe kolateral tertutup yang artinya di antara xilem dan floem tidak ditemukan kambium. Tidak adanya kambium pada Monokotil menyebabkan batang Monokotil tidak dapat tumbuh membesar, dengan perkataan lain tidak terjadi pertumbuhan menebal sekunder. Meskipun demikian, ada Monokotil yang dapat mengadakan pertumbuhan menebal sekunder, misalnya pada pohon Hanjuang (*Cordyline* sp) dan pohon Nenas seberang (*Agave* sp).



### anatomi-daun

- Daun merupakan modifikasi dari batang, merupakan bagian tubuh tumbuhan yang paling banyak mengandung klorofil sehingga kegiatan fotosintesis paling banyak berlangsung di daun.
- Anatomi daun dapat dibagi menjadi 3 bagian :

#### 1. Epidermis

- Epidermis merupakan lapisan terluar daun, ada epidermis atas dan epidermis bawah, untuk mencegah penguapan yang terlalu besar, lapisan epidermis dilapisi oleh lapisan kutikula. Pada epidermis terdapat stomata/mulut daun, stomata berguna untuk tempat berlangsungnya pertukaran gas dari dan ke luar tubuh tumbuhan.

**2. Parenkim/Mesofil**

- Parenkim daun terdiri dari 2 lapisan sel, yakni palisade (jaringan pagar) dan spons (jaringan bunga karang), keduanya mengandung kloroplast. Jaringan pagar sel-selnya rapat sedang jaringan bunga karang sel-selnya agak renggang, sehingga masih terdapat ruang-ruang antar sel. Kegiatan fotosintesis lebih aktif pada jaringan pagar karena kloroplastnya lebih banyak daripada jaringan bunga karang.

**3. Jaringan Pembuluh**

- Jaringan pembuluh daun merupakan lanjutan dari jaringan batang, terdapat di dalam tulang daun dan urat-urat daun.

**STRUKTUR HEWAN****JARINGAN EMBRIONAL, JARINGAN EPITEL DAN JARINGAN OTOT**

Tags: Jaringan Embrional, Jaringan Epitel dan Jaringan Otot

- Dilihat dari segi jumlah sel, hewan dapat dibagi menjadi Protozoa (hewan bersel satu) dan Metazoa (hewan bersel banyak).
- Pada hewan bersel banyak (termasuk manusia), kumpulan sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama akan membentuk jaringan, jaringan-jaringan yang berbeda akan bergabung membentuk organ tubuh, organ-organ tubuh akan bergabung membentuk sistem organ tubuh, sistem organ tubuh akhirnya akan bergabung membentuk organisme (hewan).

**SEL → JARINGAN → ORGAN → SISTEM ORGAN → ORGANISME**

**JARINGAN EMBRIONAL**

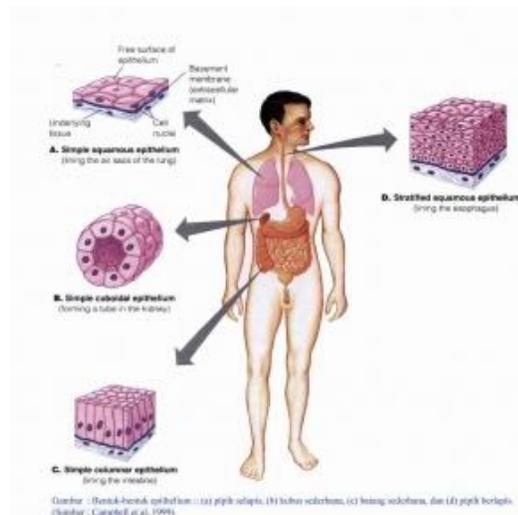
- Jaringan embrional, merupakan jaringan dari hasil pembelahan sel zigot.
- Jaringan embrional mengalami spesialisasi menjadi :
  - 3 lapisan jaringan (triploblastik), lapisan luar, ektoderm, lapisan tengah, mesoderm dan lapisan dalam entoderm.  
Contoh hewan triploblastik : Annelida, Mollusca, Arthropoda, Chordata.
  - 2 lapisan jaringan (diploblastik), lapisan ektoderm dan endoderm.  
Contoh hewan diploblastik : Coelenterata.
- Lapisan-lapisan jaringan tersebut di atas kemudian akan berkembang menjadi organ-organ tubuh dari suatu hewan.

**JARINGAN EPITEL**

- Jaringan epitel adalah jaringan yang melapisi permukaan tubuh, organ tubuh atau permukaan saluran tubuh hewan.
- Berdasarkan bentuk dan susunannya jaringan epitel dibagi menjadi :

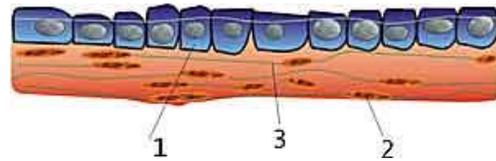
**1. Epitel Pipih**

- Epitel pipih selapis  
Contoh: pada pembuluh darah, alveolus, pembuluh limfe, glomerulus ginjal.
- Epitel banyak lapis  
Contoh: pada kulit, rongga mulut, vagina.



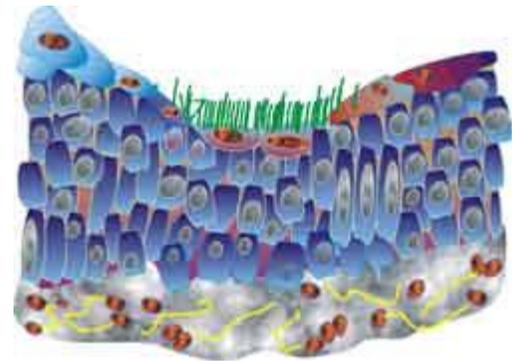
## 2. Epitel Kubus

- a. Epitel kubus selapis  
Contoh:pada kelenjar tiroid, permukaan ovarium.
- b. Epitel kubus banyak lapis  
Contoh:pada saluran kelenjar minyak dan kelenjar keringat pada kulit.



## 3. Epitel Silindris

- a. Epitel silindris selapis  
Contoh:pada lambung, jonjot usus, kantung empedu, saluran pernafasan bagian atas.
- b. Epitel silindris banyak lapis  
Contoh: pada saluran kelenjar ludah, uretra.
- c. Epitel silindris banyak lapis semu/epitel silindris bersilia  
Contoh:pada trakea, rongga hidung.



## 4. Epitel Transisional

Merupakan bentuk epitel banyak lapis yang sel-selnya tidak dapat digolongkan berdasarkan bentuknya. Bila jaringannya menggelembung bentuknya berubah. Contoh: pada kandung kemih.

## JARINGAN OTOT

- Jaringan otot tersusun atas sel-sel otot yang fungsinya menggerakkan organ-organ tubuh. Kemampuan tersebut disebabkan karena jaringan otot mampu berkontraksi. Kontraksi otot dapat berlangsung karena molekul-molekul protein yang membangun sel otot dapat memanjang dan memendek.
- Jaringan otot dapat dibedakan menjadi 3 macam :
  1. Jaringan Otot Polos
    - Jaringan otot polos mempunyai serabut-serabut (fibril) yang homogen sehingga bila diamati di bawah mikroskop tampak polos atau tidak bergaris-garis.
    - Otot polos berkontraksi secara refleks dan di bawah pengaruh saraf otonom.
    - Bila otot polos dirangsang, reaksinya lambat.
    - Otot polos terdapat pada saluran pencernaan, dinding pembuluh darah, saluran pernafasan.
  2. Jaringan Otot Lurik
    - Nama lainnya adalah jaringan otot kerangka karena sebagian besar jenis otot ini melekat pada kerangka tubule. Kontraksinya menurut kehendak kita dan di bawah pengaruh saraf sadar.
    - Dinamakan otot lurik karena bila dilihat di bawah mikroskop tampak adanya garis gelap dan terang berselang-seling melintang di sepanjang serabut otot. Oleh sebab itu nama lain dari otot lurik adalah otot bergaris melintang.
    - Kontraksi otot lurik berlangsung cepat bila menerima rangsangan, berkontraksi sesuai dengan kehendak dan di bawah pengaruh saraf sadar. Fungsi otot lurik untuk menggerakkan tulang dan melindungi kerangka dari benturan keras.
  3. Jaringan Otot Jantung/Miokardium

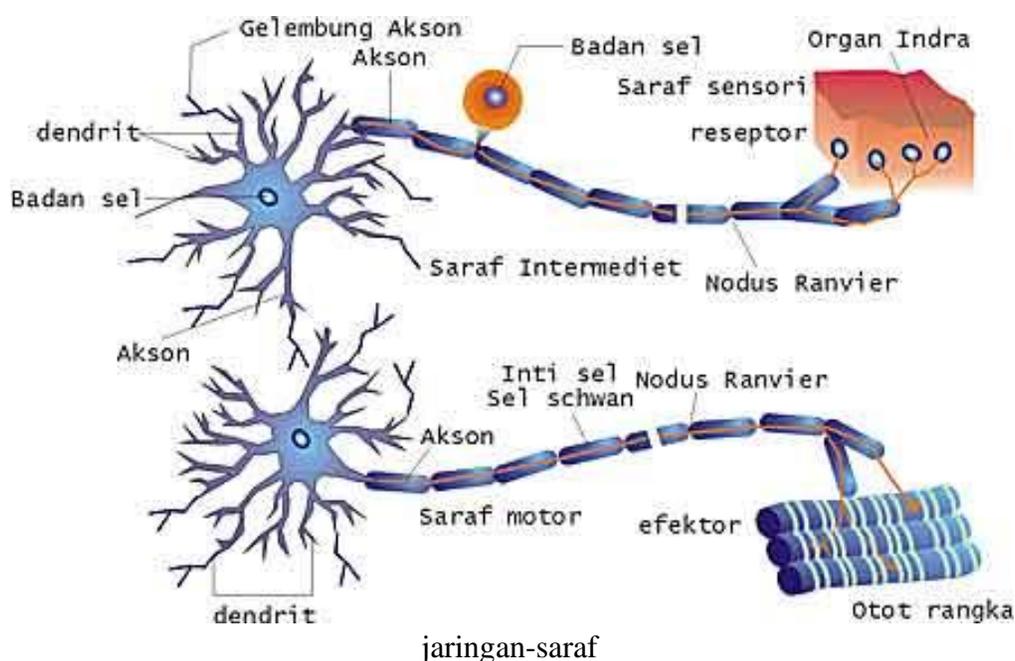
- Jaringan otot ini hanya terdapat pada lapisan tengah dinding jantung. Strukturnya menyerupai otot lurik, meskipun begitu kontraksi otot jantung secara refleks serta reaksi terhadap rangsang lambat. Fungsi otot jantung adalah untuk memompa darah ke luar jantung.

### JARINGAN SARAF DAN JARINGAN PENGUAT/PENUNJANG

Tags: Jaringan Darah, Jaringan Ikat, Jaringan Limfe/Getah Bening, Jaringan Saraf, Jaringan Tulang, jaringan tulang rawan

#### JARINGAN SARAF

- Jaringan saraf tersusun atas sel-sel saraf atau neuron. Tiap neuron/sel saraf terdiri atas badan sel saraf, cabang dendrit dan cabang akson, cabang-cabang inilah yang menghubungkan tiap-tiap sel saraf sehingga membentuk jaringan saraf.



- Terdapat 3 macam sel saraf
  1. Sel Saraf Sensorik  
Berfungsi menghantarkan rangsangan dari reseptor (penerima rangsangan) ke sumsum tulang belakang.
  2. Sel Saraf Motorik  
Berfungsi menghantarkan impuls motorik dari susunan saraf pusat ke efektor.
  3. Sel Saraf Penghubung  
Merupakan penghubung sel saraf yang satu dengan sel saraf yang lain.
- Sel saraf mempunyai kemampuan iritabilitas dan konduktivitas.
  - Iritabilitas artinya kemampuan sel saraf untuk bereaksi terhadap perubahan lingkungan.
  - Konduktivitas artinya kemampuan sel saraf untuk membawa impuls-impuls saraf.

## JARINGAN PENGUAT

- Jaringan penguat disebut juga jaringan penyokong atau jaringan penunjang.
- Yang termasuk jaringan penguat adalah :
  1. Jaringan Ikat
    - Jaringan ikat terdiri dari serabut, sel-sel dan cairan ekstra seluler. Cairan ekstra seluler dan serabut disebut matriks.
    - Fungsi jaringan ikat adalah mengikat atau mempersatukan jaringan-jaringan menjadi organ dan berbagai organ menjadi sistem organ, menjadi selubung organ dan melindungi jaringan atau organ tubuh.
    - Berdasarkan struktur dan fungsinya jaringan ikat dibedakan menjadi dua:
      - a. Jaringan ikat longgar
        - ✓ Ciri-ciri : sel-selnya jarang dan sebagian jaringannya tersusun atas matriks yang mengandung serabut kolagen dan serabut elastis. Jaringan ikat longgar terdapat di sekitar organ-organ, pembuluh darah dan saraf.
        - ✓ Fungsinya untuk membungkus organ-organ tubuh, pembuluh darah dan saraf.
      - b. Jaringan ikat padat
        - ✓ Nama lainnya jaringan ikat serabut putih, karena terbuat dari serabut kolagen yang berwarna putih.
        - ✓ Jaringan ini terdapat pada selaput urat, selaput pembungkus otot, fasia, ligamen dan tendon.
          - Fasia adalah jaringan ikat berbentuk lembaran yang menyelimuti otot.
          - Ligamen adalah jaringan ikat yang berperan sebagai penghubung antar tulang.
          - Tendon adalah ujung otot yang melekat pada tulang. Fungsinya untuk menghubungkan berbagai organ tubuh seperti otot dengan tulang-tulang, tulang dengan tulang, juga memberikan perlindungan terhadap organ tubuh.
  2. Jaringan Tulang Rawan (Kartilago)
    - Jaringan tulang rawan pada anak-anak berasal dari jaringan embrional yang disebut mesenkim, pada orang dewasa berasal dari selaput tulang rawan atau perikondrium yang banyak mengandung kondroblas atau pembentuk sel-sel tulang rawan. Fungsinya untuk menyokong kerangka tubuh.
    - Ada 3 macam jaringan tulang rawan :
      - a. Kartilago hialin
        - ✓ Matriksnya bening kebiruan. Terdapat pada permukaan tulang sendi, cincin tulang rawan pada batang tenggorok dan cabang batang tenggorok, ujung tulang rusuk yang melekat pada tulang dada dan pada ujung tulang panjang.
        - ✓ Kartilago hialin merupakan bagian terbesar dari kerangka embrio juga membantu pergerakan persendian, menguatkan saluran pernafasan, memberi kemungkinan pertumbuhan memanjang tulang pipa dan memberi kemungkinan tulang rusuk bergerak saat bernafas.
      - b. Kartilago fibrosa
        - ✓ Matriksnya berwarna gelap dan keruh. Jaringan ini terdapat pada perekatan ligamen-ligamen tertentu pada tulang, persendian tulang pinggang, pada calmam

antar ruas tulang belakang dan pada pertautan antar tulang kemaluan kiri dan kanan. Fungsi utama untuk memberikan proteksi dan penyokong.

- c. Kartilago elastik
  - ✓ Matriksnya berwarna keruh kekuning-kuningan. Jaringan ini terdapat pada daun telinga, epiglottis, pembuluh eustakius dan laring.

### 3. Jaringan Tulang

- Jaringan tulang terdiri dari sel-sel tulang atau osteon yang tersimpan di dalam matriks, matriksnya terdiri dari zat perekat kolagen dan endapan garam-garam mineral terutama garam kalsium (kapur). Tulang merupakan komponen utama dari kerangka tubuh dan berperan untuk melindungi alat-alat tubuh dan tempat melekatnya otot kerangka.
- Tulang dapat dibagi menjadi 2 macam :
  - a. Tulang keras, bila matriks tulang rapat dan padat. Contoh : tulang pipa.
  - b. Tulang spons, bila matriksnya berongga. Contoh : tulang pendek.

### 4. Jaringan Darah

- Jaringan darah merupakan jaringan penyokong khusus, karena berupa cairan. Bagian-bagian dari jaringan darah adalah :
  - a. Sel darah
    - ✓ Dibagi menjadi sel darah merah (eritrosit) berfungsi untuk mengangkut oksigen dan sel darah putih (lekosit) berfungsi untuk melawan benda-benda asing yang masuk ke dalam tubuh.
  - b. Keping-keping darah (trombosit)
    - ✓ Berfungsi dalam proses pembekuan darah.
  - c. Plasma darah
    - ✓ Komponen terbesar adalah air, berperan mengangkut sari makanan, hormon, zat sisa hasil metabolisms, antibodi dan lain-lain.

### 5. Jaringan Limfe/Getah Bening

- Asal jaringan limfe adalah bagian dari darah yang keluar dari pembuluh darah, komponen terbesarnya adalah air dimana terlarut zat-zat antara lain glukosa, garam-garam, asam lemak. Komponen selulernya adalah limfosit.
- Jaringan limfe menyebar ke seluruh tubuh melalui pembuluh limfe. Fungsi jaringan limfe selain untuk kekebalan tubuh (adanya limfosit) juga untuk mengangkut cairan jaringan, protein, lemak, garam mineral dan zat-zat lain dari jaringan ke sistem pembuluh darah.