

SIWI PURWANTI, M.Pd.



# SAINS DASAR

---

Untuk Mahasiswa Semester Gasal  
**2019/2020**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur senantiasa kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat, hidayahnya, serta ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan modul ini.

Buku ini disusun sebagai bahan ajar Mata Kuliah Sains Lanjut khususnya pada Materi Sistem dalam Kehidupan Tumbuhan untuk mahasiswa PGSD UAD. Isi buku ini mencakup materi dan soal latihan yang dapat digunakan untuk belajar mandiri. Semoga kehadiran buku ini dapat memberikan kontribusi yang positif bagi mahasiswa dalam meningkatkan prestasi belajar.

Tak lupa kami senantiasa mengharapkan sumbang saran dan kritik membangun terhadap segala kekurangan kami, sehingga kami dapat meningkatkan kualitas karya kami di masa mendatang.

Yogyakarta, 03 Juli 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar</b>	.....	<b>i</b>
<b>Daftar Isi</b>	.....	<b>ii</b>
<b>Petunjuk Penggunaan Buku</b>	.....	<b>iv</b>
<b>Capaian Pembelajaran</b>	.....	<b>v</b>
<b>Peta Konsep</b>	.....	<b>vi</b>
<b>Materi Ke-1</b>		
<b>Klasifikasi Makhluk Hidup</b>	.....	<b>1</b>
<b>Materi Ke-2</b>		
<b>Sel Hewan dan Tumbuhan</b>	.....	<b>17</b>
<b>Materi Ke-3</b>		
<b>Sistem Gerak</b>	.....	<b>37</b>
<b>Materi Ke-4</b>		
<b>Sistem Pencernaan pada Manusia</b>	.....	<b>51</b>
<b>Materi Ke-5</b>		
<b>Sistem Pernapasan pada Manusia dan Hewan</b>	.....	<b>67</b>
<b>Materi Ke-6</b>		
<b>Sistem Peredaran Darah pada Manusia dan Hewan</b>	.....	<b>85</b>

<b>Materi Ke-7</b>	
<b>Sistem Reproduksi</b> .....	92
<b>Materi Ke-8</b>	
<b>Sistem Ekskresi, Sekresi, dan Defekasi</b> .....	115
<b>Materi Ke-9</b>	
<b>Sistem Koordinasi</b> .....	129
<b>Materi Ke-10</b>	
<b>Seleksi Alam dan Adaptasi Mahhluk Hidup</b> .....	153
<b>Daftar Pustaka</b> .....	183

## **PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU**

Sebelum menggunakan buku, mahasiswa diharapkan mempelajari petunjuk penggunaannya terlebih dahulu

1. Bacalah terlebih dahulu capaian mata kuliah
2. Pelajari peta konsep agar mendapat gambaran secara umum materi yang ada
3. Kerjakan latihan soal untuk mengetahui sejauh mana pemahaman Anda terhadap materi

## **CAPAIAN PEMBELAJARAN**

Setelah mempelajari buku ini diharapkan mahasiswa dapat:

1. Mengidentifikasi klasifikasi makhluk hidup
2. Mengidentifikasi Sel Hewan dan Tumbuhan
3. Mendeskripsikan Sistem Gerak
4. Mengidentifikasi Sistem Pencernaan pada Manusia
5. Mengidentifikasi Sistem Pernapasan pada Manusia dan Hewan
6. Mengidentifikasi Sistem Peredaran Darah pada Manusia dan Hewan
7. Mengidentifikasi Sistem Reproduksi
8. Mengidentifikasi Sistem Ekskresi, Sekresi, dan Defekasi
9. Mengidentifikasi Sistem Koordinasi
10. Mengidentifikasi Seleksi Alam dan Adaptasi Mahkluk Hidup

# KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP

## A. Pengertian Klasifikas MakhluK Hidup

Klasifikasi makhluk hidup adalah pengelompokan makhluk hidup yang mempunyai ciri dan sifat yang sama, dimasukkan ke dalam satukelompok, dan bila dalam persamaan ditemukan perbedaan ciri dan sifat,maka dipisahkan lagi ke dalam kelompok lain yang lebih kecil, sehingga akan diperoleh kelompok-kelompok makhluk hidup dengan jenjang yang berbeda. Pengelompokkan hasil klasifikasi pada tingkat tingkat yang berbedaatau pada takson yang berbeda disebut taksonomi. Sedangkan klasifikasi makhluk hidup juga dapat diartikan kegiatan mengelompokan makhluk hidup berdasarkan banyaknya persamaan dan perbedaan, baik morfologi, fisiologi, maupun anatominya. Cabang biologi yang khusus mempelajari kalasifikasi adalah taksonomi.

## B. Ciri-ciri MakhluK Hidup

Ciri-ciri makhluk hidup antara lain :

### 1. Bernapas

Bernapas adalah proses pengambilan oksigen dari udara bebas dan melepaskan karbon dioksida serta uap air. Oksigen digunakan untuk pembakaran zat makanan yang menghasilkan energi bagi kelangsungan makhluk hidup.

No.	MakhluK hidup	Alat pernapasan
1.	Manusia	paru-paru
2.	Ikan	insang
3.	Katak	kulit dan paru-paru
4.	Burung	paru-paru dan kantong udara
5.	Belalang	Trakea
6.	Laba-laba	Paru-paru buku

Alat pernapasan tumbuhan adalah stomata dan lentisel

- a. Stomata merupakan lubang-lubang kecil di permukaan bawa daun
- b. Lentisel merupakan lubang-lubang pada batang bergabus

## 2. Bergerak

Bergerak adalah perubahan posisi seluruh atau sebagian tubuh yang di sebabkan adanya tanggapan terhadap rangsangan.

- a. Gerak pada manusia dan hewan mudah di amati dan dapat menyebabkan berpindah tempat, sehingga disebut gerak aktif.
- b. Gerak tumbuhan sangat lambat dan tidak mengakibatkan perpindahan tempat sehingga disebut gerak pasif.

Contoh :

- Gerak akar tumbuh menuju ke tempat yang banyak mengandung air dan mineral
- Gerak kuncup bunga yang mekar.

## 3. Memerlukan Makanan (nutrisi)

Makanan berfungsi sebagai sumber energi untuk melakukan berbagai aktivitas. Makanan juga diperlukan untuk pertumbuhan dan mengganti jaringan tubuh yang rusak. Tumbuh berhijauh daun mempunyai klorofil yang dapat digunakan untuk membuat makanan sendiri melalui foto sintesis.

## 4. Mengeluarkan Zat sisa (ekskresi)

Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa hasil pembakaran berbagai zat makanan di dalam tubuh. Zat sisa yang dikeluarkan makhluk hidup berupa karbon dioksida, oksigen, uap air, dan urea. Alat ekskresi hewan antara lain :

- a. Paru-paru, mengeluarkan karbon dioksida dan uap air
- b. Ginjal, mengeluarkan air seni.
- c. Hati, merupakan tempat pembentukan urea
- d. Kulit, mengeluarkan minyak dan keringat.

Alat ekskresi pada tumbuhan adalah mulut daun (stomata) dan lentisel.

## 5. Peka terhadap rangsang (iritabilitas)

Tumbuh makhluk hidup akan memberikan reaksi terhadap rangsangan yang di terimannya. Manusia dan hewan mampu mereaksi rangsangan dengan cepat. Manusia dan hewan mempunyai sistem saraf, alat gerak, dan alat indra untuk mereaksi rangsangan. Manusia mempunyai lima indra pokok yang disebut pancaindra, yaitu mata, telinga, hidung, lidah, dan kulit.



## 6. Adaptasi

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungan.

a. *Adaptasi morfologi*, yaitu menyesuaikan diri terhadap alat-alat tubuhnya.

Contoh :

- Burung elang mempunyai kuku yang tajam untuk menerkam mangsa.
- Bentuk daun antara tumbuhan yang hidup di daerah lembap, berair, dan kering berbeda-beda.

b. *Adaptasi fisiologi*, yaitu menyesuaikan diri terhadap lingkungan melalui fungsi alat-alat tubuh.

Contoh : Bunglon, mengubah warna tubuhnya.

c. *Adaptasi tingkah laku*, yaitu menyesuaikan diri terhadap lingkungan dengan tingkah lakunya.

Contoh : Cicak memutuskan ekornya saat terancam musuh.

## 7. Berkembang biak (reproduksi)

Berkembang biak adalah menghasilkan keturunan untuk melestarikan jenisnya. Cara perkembang biakan makhluk hidup ada dua, yaitu generatif (seksual atau kawin) dan Vegetatis (seksual atau tidak kawin). Perkembangbiakan generatif di dahului dengan peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina, contoh : unggas bertelur, mamalia melahirkan, tumbuhan menghasilkan biji

Perkembang biakan vegetatif tidak melalui peleburan dua jenis sel kelamin, contoh: amoeba membelah diri, hydra menghasilkan tunas, tumbuhan dengan cara cangkok, stek, umbi lapis, dan merunduk.

## 8. Tumbuh dan berkembang.

Tumbuh adalah perubahan ukuran tubuh akibat bertambahnya jumlah sel dan volume tubuh. Misalnya, tumbuh tubuh kita yang bertambah tinggi. Berkembang adalah proses menuju kedewasaan yang dipengaruhi oleh hormon, nutrisi, dan lingkungan. Contoh : telur katak menetas menjadi berudu, lalu menjadi katak berekor, katak muda, dan akhirnya berkembang menjadi katak dewasa. Manusia dan hewan tumbuh sampai usia tertentu dan sesudah itu pertumbuhannya akan berhenti, sedangkan pada tumbuhan umumnya tidak terbatas, artinya tumbuhan akan selalu tumbuh selama hidupnya.

### C. Tujuan klasifikasi makhluk hidup adalah :

- a. Mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan tiap-tiap jenis agar mudah dikenali
- b. Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan ciri-cirinya
- c. Mengetahui hubungan kekerabatan antara makhluk hidup
- d. Mengetahui evolusi makhluk hidup atas dasar kekerabatan

Setiap kelompok yang terbentuk dari hasil klasifikasi makhluk hidup disebut takson (takson = kelompok) yang terdiri atas kingdom, filum/ division (filum untuk hewan dan division untuk manusia), class, ordo, familia, genus, dan species. R.H. Whittaker pada tahun 1969 mengembangkan klasifikasi makhluk hidup menggunakan sistem 5 kingdom, yaitu, monera, protista, fungi, plantae (tumbuhan), dan animalia (hewan).

#### a. Kingdom Monera

Monera berasal dari kata moneres yang berarti tunggal. Anggota kingdom monera tidak memiliki selubung intisel sehingga bersifat prokariotik, contohnya bakteri dan ganggang biru.

##### 1. Bakteri

Bakteri adalah mikroorganisme bersel satu prokariotik yang hidup bebas dan dapat ditemukan di beberapa lingkungan seperti udara, tanah, debu, air, serta hidup di dalam tubuh hewan, tumbuhan, dan manusia.

##### a) Ciri-ciri Bakteri

- Berukuran mikroskopis sehingga hanya dapat diamati dengan mikroskop.
- Perkembangbiakannya dilakukan dengan membelah diri. Pada kondisi ideal, setiap sel bakteri akan membelah menjadi dua setiap 20 menit.
- Struktur tubuh masih sangat sederhana, tetapi mempunyai peranan yang penting
- Umumnya tidak memiliki klorofil dan bersifat heterotrof.

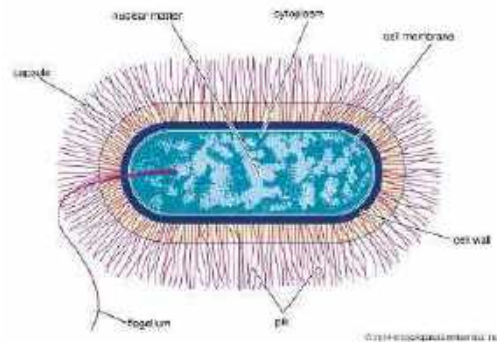
##### b) Berdasarkan bentuknya, bakteri dibedakan menjadi 3 macam.

##### 1. *Bacillus* bakteri berbentuk batang atau basil.

Ada tiga macam bentuk *bacillus*, yaitu :

- *Streptobacil*, berbentuk panjang seperti rantai. Contohnya *bacillus anthracis* yang merupakan penyebab penyakit antraks.

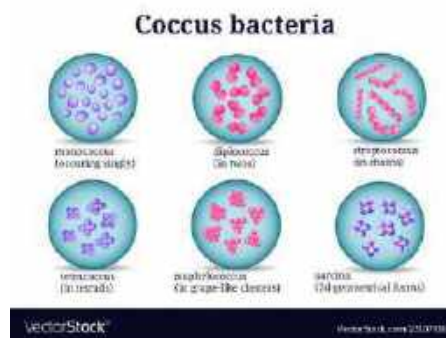
- *Diplobasil*, berkelompok dua-dua.
- *Basil tunggal*.



**Gambar 1.**

2. *Coccus*, bakteri berbentuk bola. Terdapat lima macam bentuk coccus :

- *Monococcus*, tunggal
- *Diplococcus*, berkoloni dua-dua.
- *Streptococcus*, seperti rantai.
- *Staphylococcus*, seperti buah anggur.
- *Sarcina*, berbentuk kubus.



**Gambar 2.**

3. *Spirillum*, bakteri berbentuk spiral. Ada tiga macam bentuk *spirillum*.

- *Spiral*, berbentuk lebih dari setengah lingkaran.
- *Koma*, berbentuk kurang dari setengah lingkaran.
- *Spirochaeta*, berbentuk sulur berpilin.



**Gambar 3.**

c) Bakteri yang menguntungkan bagi manusia :

1. *Clostridium pasteurianum* dan *azotobacter chroococcum* yang berfungsi mengikat nitrogen sehingga dapat menyuburkan tanah.
2. *Rhizobium radicicola* terdapat dalam bintil akar kacang yang dapat menyuburkan tanah.

d) Bakteri yang merugikan manusia :

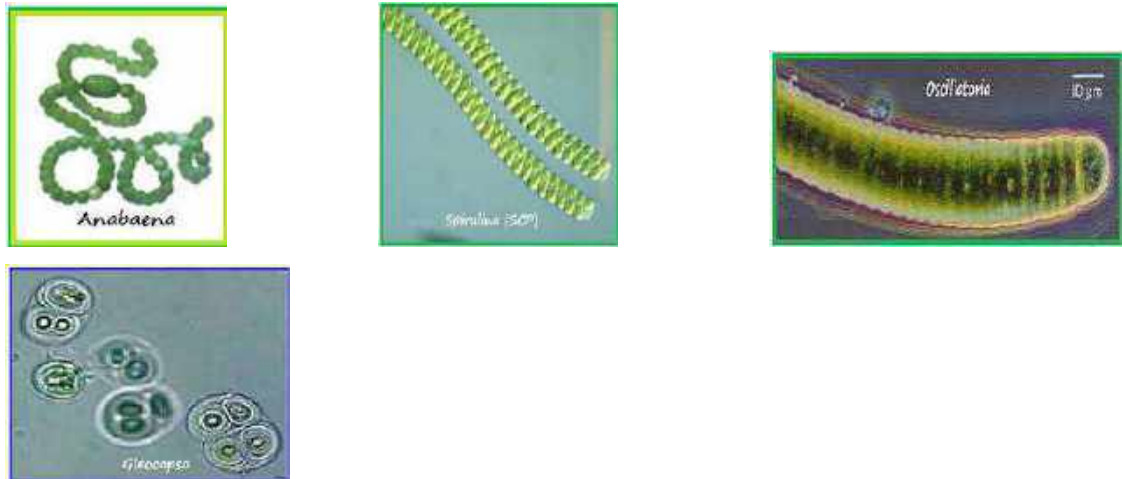
1. *Salmonella typhosa*, menyebabkan penyakit tifus
2. *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab penyakit TBC.
3. *Clostridium tetani*, penyebab penyakit tetanus.
4. *Shigella dysenteriae*, penyebab penyakit disentri.

e) Ganggang hijau- biru (Cyanophyta)

Adalah satu-satunya ganggang yang tergolong dalam kingdom monera. Divisio Cyanophyceae. Dimasukkan dalam kingdom monera karena struktur selnya mirip dengan struktur sel bakteri yaitu bersifat prokariotik (inti selnya tidak diselubungi membran). Ciri-ciri ganggang hijau-biru. Bersel satu dan berbentuk kolonil atau multisel. Selain mempunyai klorofil dan katekoinoid, juga mempunyai pigmen fikosianin (berwarna biru) dan fikoeritrin (berwarna merah). Mempunyai klorofil yang digunakan untuk fotosintesis. Klorofil ini tidak terletak dalam kloroplas, tetapi tersebar di dalam sitoplasma yang disebut bakterioklorofil. Beberapa contoh ganggang Hijau-Biru

- a. *Anabaena cycadae*, hidup bersimbiosis pada akar pakir haji.
- b. *Anabaena azolla*, hidup bersimbiosis pada akar paku air *Azolla pinnata* sehingga dapat menyuburkan perairan.

- c. *Spirulina maxima*, dimanfaatkan sebagai sumber makanan berprotein tinggi yang disebut protein sel tunggal (PTS)
- d. *Oscillatoria*, merupakan ganggang biru yang berbentuk filamen. *Gloeocapsa*, ganggang biru bersel tunggal yang dapat memfiksasi nitrogen bebas di udara.



**Gambar 4.**

**b. Kingdom Protista**

Kingdom Protista adalah kingdom yang terdiri dari satu sel atau banyak sel dan memiliki membrane inti (organisme eukariot) serta bersel tunggal. Kingdom protistan meliputi berbagai jenis makhluk hidup yang mempunyai sel eukariotik mempunyai inti sel yang diselubungi membrane inti. Makhluk hidup yang termaksud dalam kingdom ini adalah protozoa dan ganggang.

1. Protozoa

Protozoa merupakan mikroorganisme yang mempunyai ciri-ciri seperti hewan, yaitu dapat bergerak bebas dan tidak mempunyai klorofil. Alat geraknya berupa kaki semu, silia (rambut getar), dan flagela (rambut cambuk).

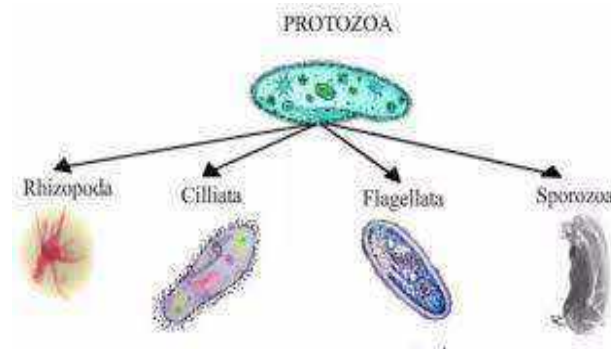
Protozoa dibagi menjadi empat kelompok berdasarkan alat geraknya, yaitu Rhizopoda, flagelata, ciliata, dan sporozoa.

- 1. Rhizopoda, contoh : Amoeba Proteus, bergerak dengan menjulurkan sebagian protoplasma membentuk kaki semu atau pseudopodia.

**Gambar 5.**



2. Flagellata, contoh : Trypanosoma gambiense, penyebab penyakit tidur di daerah afrika, bergerak dengan flagella atau rambut cambuk.
3. Ciliate contoh : paramecium caudatum, bergerak menggunakan silia atau rambut getar dan balantidium coli, penyebab penyakit diare berdarah pada manusia.
4. Sporozoa contoh : plasmodium sp., menyebabkan penyakit malaria pada manusia.



**Gambar 6.**

## 2. Ganggang (Alga)

Ganggang (alga) adalah jenis tumbuhan yang mampu menghasilkan makanan sendiri karena mempunyai klorofil untuk melakukan fotosintesis.

- a. Ganggang ditemukan di air tawar, air laut, dan tempat-tempat lembab seperti tanah, tembok, dan kulit pepohonan.
- b. Ganggang memiliki ciri-ciri menyerupai tumbuhan, yaitu mempunyai dinding sel dan berklorofil sehingga dapat melakukan fotosintesis. Selain klorofil, ganggang mempunyai pigmen atau zat warna yang lain.
- c. Berdasarkan pigmen utamanya, ganggang dapat dikelompokkan menjadi ganggang hijau, ganggang cokelat, ganggang merah, dan ganggang keemasan/pirang.
- d. Contoh ganggang :
  - Chlorella (ganggang hijau), dibudidayakan untuk dimanfaatkan sebagai bahan makanan yang mengandung protein tinggi.
  - Sargassum siliquosum (ganggang cokelat), hidup menempel pada bebatuan di sepanjang pantai berbatu daerah tropis. Ukurannya beragam, dari yang kecil hingga yang mencapai panjang puluhan meter.

- *Eucheuma spinosum* (ganggang merah), dikenal sebagai rumput laut yang menghasilkan agar-agar.
- Diatom (ganggang pirang), umumnya hidup sebagai plankton di laut. Diatom yang telah mati cangkangnya mengendap di dasar laut membentuk tanah diatom (tanah kersik) yang dapat digunakan sebagai bahan penyaring, bahan cat, dan bahan pelicin (amplas).



**Gambar 7.**

### **c. Kingdom Fungi**

Fungi merupakan kingdom yang cukup besar terdiri dari kurang lebih 50.000 species, dan bisa mempunyai karakteristik yang berbeda-beda baik secara struktur, fisiologi, maupun reproduksinya.

- a) Kingdom fungi meliputi berbagai jamur yang mempunyai ciri-ciri tidak berklorofil, selnya eukariotik, berdinding sel dari zat kitin, dan semuanya bersifat heterotroph (tidak dapat membuat makanan sendiri).
- b) Jamur ada yang bersifat mikroskopis dan ada yang makroskopis.
- c) Jamur tersusun atas benang-benang hifa, hifa bercabang-cabang membentuk miselium yang membentuk tubuh jamur. Jamur berkembang biak dengan membentuk spora.
- d) Beberapa contoh jamur :
  - 1) *Rhizopus stolonifer* (phycomyceter), digunakan untuk membuat tempe dari kedelai sehingga dikenal sebagai jamur tempe.
  - 2) *Saccharomyces cerevisiae* (ascomyceter), dimanfaatkan untuk membuat bir dan anggur sari buah.
  - 3) *Volvariella volvacea* (basidiomycetes), dikenal sebagai jamur merang yang enak dimakan.
  - 4) *Helminthosporium* (deuteromycetes), parasit pada tanaman padi dan jagung.



#### d. Kingdom Plantae

Kingdom plantae atau yang lebih dikenal dengan tumbuhan ialah salah satu organisme eukariotik multiseluler yang mempunyai dinding sel dan klorofil. Kingdom plantae meliputi berbagai jenis tumbuhan, yaitu lumut, paku, dan tumbuhan berbiji. Ciri khas plantae adalah mempunyai klorofil, eukariotik, dinding selnya memiliki selulosa, tidak mempunyai alat gerak aktif, dan tumbuh hampir tak terbatas. Plantae dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar berdasarkan ada atau tidak adanya pembuluh pengangkut, yaitu tumbuhan berpembuluh dan tumbuhan tidak berpembuluh. Tumbuhan tidak berpembuluh (atracheophyta)

- 1) Tumbuhan atracheophyta tidak mempunyai pembuluh pengangkut xylem dan floem, serta belum mempunyai akar, batang, dan daun sejati.
- 2) Organisme yang termasuk kelompok ini adalah berbagai jenis lumut (bryophyta).
- 3) Perkembangbiakan lumut secara vegetatif dilakukan dengan membentuk spora yang dihasilkan oleh sporogonium.
- 4) Perkembangbiakan generatifnya dilakukan melalui peleburan gamet jantan yang dihasilkan anteridium dengan gamet betina yang dihasilkan arkegonium.
- 5) Tumbuhan lumut mengalami metagenesis atau pergiliran keturunan dalam perkembangbiakannya.
- 6) Tumbuhan lumut dapat dibedakan menjadi :
  - Lumut hati (hepaticeae), contohnya marchantia polymorpha. Ciri-ciri berbentuk lembaran dengan daun berwarna hijau dan tepinya terbelah-belah. Hidup ditempat basah pada pohon, tanah, atau batu cadas.
  - Lumut daun (music), contohnya polytricum commune, ciri-ciri mempunyai batang dan daun semu yang berdiri tegak. Pada ujung batang terdapat alat perkembangbiakan generatif, yaitu anteridium dan arkegonium.
- 7) Tumbuhan berpembuluh (tracheophyta)

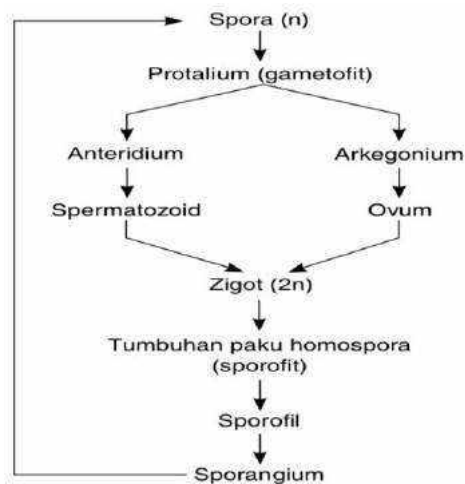
Tumbuhan tracheophyta memiliki xylem dan floem sebagai alat pengangkutan, serta sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati (komus)



sehingga sering disebut sebagai tumbuhan berkormus. Berdasarkan alat perkembangbiakannya, tumbuhan berpembuluh dapat dikelompokkan menjadi tumbuhan paku (pteridophyta) dan tumbuhan berbiji (spermatophyte).

➤ Tumbuhan paku (pteridophyta)

Tumbuhan paku mempunyai alat perkembangbiakan vegetatif berupa spora yang dihasilkan oleh sporangium sehingga sering disebut tumbuhan kormofita berspora.



Sporangium terkumpul dibagian yang disebut sorus yang biasanya terdapat di permukaan bawah daun. Contoh tumbuhan paku :

- a) *Lycopodium clavatum*, digunakan sebagai bahan obat
- b) *Lycopodium cernuum*, sering digunakan dalam karangan bunga.
- c) *Equisetum debile*, dikenal sebagai rumput betung atau paku ekor kuda, hidup di pegunungan atau rawa-rawa dan mempunyai rhizome yang menjalar. Batangnya mengandung zat kersik yang dapat digunakan sebagai penggosok logam.
- d) Paku tanduk rusa (*platycerium bifurcatum*) dan suplir (*adiantum cuneatum*) mempunyai daun yang indah sehingga banyak dipelihara sebagai tanaman hias.
- e) *Azolla pinnata*, hidup di perairan dan bersimbiosis dengan ganggang hijau-biru, *anabaena azolla*. Ganggang ini dapat

menambat nitrogen dari udara bebas sehingga membantu menyuburkan perairan.

- Tumbuhan berbiji (spermatophyta)
  - a) Tumbuhan berbiji mempunyai alat perkembangbiakan generatif berupa biji sehingga sering disebut tumbuhan kormofita berbiji.
  - b) Biji dihasilkan dari organ bunga sehingga tumbuh sering disebut tumbuhan berbunga (anthophyta).
  - c) Tumbuhan berbiji dapat di bedakan menjadi dua kelompok berdasarkan letak bekal bijinya, yaitu gymnospermae (tumbuhan biji terbuka) dan angiospermae (tumbuhan biji tertutup).
    - Contoh gymnospermae adalah melinjo (gnetum gnemon), pakis haji (cycas rumpii), damar (agatis alba), dan balsam (abies balsama).
    - Contoh angiospermae dalam padi (oryza sativa), kelapa (cocos nucifera), jagung (zea mays), kacang tanah (arachis hypogaea), asam (tamarindus indic ), dan beringin (ficus benjamina).

Berdasarkan jumlah keeping bijinya, tumbuhan berbiji tertutup (angiospermae) dibedakan menjadi tumbuhan dikotil dan monokotil.



Gambar 8.

#### e. Kingdom Animalia

Kingdom animalia adalah hewan yang bentuk organisme eukariotik yaitu organisme dengan sel kompleks yang multiseluler

- a) Kingdom Animalia meliputi berbagai jenis hewan.
- b) Ciri khas hewan adalah tidak mempunyai klorofil, mempunyai alat gerak aktif, eukariotik, dan bersel banyak.

c) Kingdom Animalia dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan ada atau tidak adanya tulang belakang (vertebra), yaitu vertebrata (hewan bertulang belakang) dan avertebrata (hewan tidak bertulang belakang).

➤ Hewan tidak bertulang belakang ( avertebrata )

1) Ciri khas hewan avertebrata adalah tidak mempunyai tulang belakang.

2) Avertebrata dibedakan menjadi enam filum :

➤ Hewan berpori (porifera).

Kebanyakan porifera hidup di laut. Pada permukaan tubuhnya terdapat poro-pori halus sebagai tempat masuknya air yang berhubungan dengan system saluran air (spongosol). Pada saluran ini terdapat sel-sel leher (koanosit) yang mempunyai flagella dan bertugas menggerakkan air serta menangkap makanan. Contoh : leucosolenia, spongila, euplectella, dan euspongia.

➤ Hewan berongga (coelenterata)

Tubuhnya berongga dengan mulut pada umumnya terletak di bagian atas yang dikelilingi oleh tentakel. Bentuk tubuhnya ada yang melekat didasar perairan disebut polip dan ada yang hidup bebas berenang diperairan disebut medusa. Contohnya antara lain hydra, obelia, aurellia aurita, acropora, berbagai jenis binatang karang, dan anemon laut.

➤ Hewan cacing ( vermes )

Tubuhnya berbentuk memanjang yang pipih, gilig, atau beruas-ruas. Cacing ada yang hidup bebas dan ada yang bersifat parasit pada tubuh manusia dan hewan. Contohnya sebagai berikut :

a. Taenia solium ( cacing pita babi ), hidup sebagai parasite di usus babi dan dapat menular ke manusia.

b. Fasciola hepatica ( cacing hati ), hidup sebagai parasit pada hati domba.

c. Wuchereria bancrofti, penyebab penyakit kaki gajah.

d. Ascaris lumbricoides ( cacing perut ), hidup sebagai parasite di perut manusia.

e. Lumbricus terrestris (cacing tanah), dapat membantu menggemburkan tanah pertanian.

f. Eunice viridis (cacing wawo), hidup di laut Maluku dan dapat dimakan.

g. *Hirudo medicinalis* (lintah), sering menempel di kulit manusia atau hewan untuk mengisap darah.

➤ Hewan lunak (Mollusca)

Mollusca mempunyai tubuh yang lunak dan dapat mengekresikan lender. Umumnya tubuhnya dilindungi oleh cangkang yang keras. Mollusca dapat hidup di air laut, air tawar, dan di daratan.

Contohnya *Achatina fulica* (bekicot), *Lymnaea javanica* (siput air tawar), *Loligo fulii* (cumi-cumi), *Octopus* (gurita), dan *Pinctada margaritifera* (tiram mutiara).

➤ Hewan berkaki beruas-ruas (arthropoda)

Tubuh dan kaki arthropoda beruas-ruas. Tubuhnya terbagi menjadi kepala, dada, dan perut. Pada beberapa jenis arthropoda, kepala dan dada menyatu yang disebut sefalotoraks. Pada kulit terdapat rangka luar dari zat kitin. Arthropoda meliputi kelompok udang-udangan, serangga, laba-laba, dan lipah.

➤ Hewan berkulit duri (Echinodermata).

Echinodermata hidup di laut. Tubuhnya diliputi oleh kerangka luar dari lempengan kapur yang membentuk duri-duri kecil. Hewan ini mempunyai system saluran air yang berhubungan dengan alat geraknya yang disebut kaki ambulakral. Echinodermata dibedakan menjadi lima kelompok yaitu binatang laut, landak laut, bintang ular, lilia laut, dan teripang.

• Hewan bertulang belakang (vertebrata)

1) Ciri khas hewan vertebrata adalah mempunyai tulang belakang sebagai sumbu utama tubuh dan kerangka dalam (endoskeleton) yang berupa tulang-tulang rangka.

2) Kelompok vertebrata dibedakan menjadi lima kelas, yaitu :

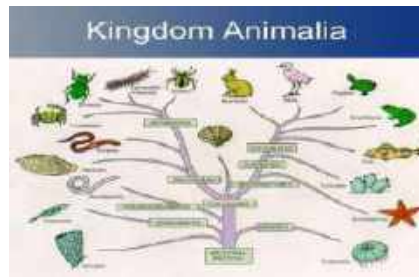
a) Pisces (berbagai jenis ikan bertulang keras dan bertulang rawan).

b) Amfibia (berbagai jenis katak dan salamander).

c) Reptilian (hewan melata, yaitu berbagai jenis ular, kadal, buaya, dan kura-kura).

d) Aves (unggas dan berbagai jenis burung).

e) Mammalia (berbagai jenis hewan menyusui).



**Gambar 9.**

Berdasarkan dari apa yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka pada bab ini akan dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Klasifikasi makhluk hidup adalah pengelompokan makhluk hidup yang mempunyai ciri dan sifat yang sama.
2. Dari uraian tersebut, kita menarik simpulkan bahwa Kingdom Plantae terbagi atas 3 kelas yaitu bryophyte, pteridophyta, dan spermatophyte. Setiap kelas mempunyai ciri dan peranan yang berbeda.

## EVALUASI 1

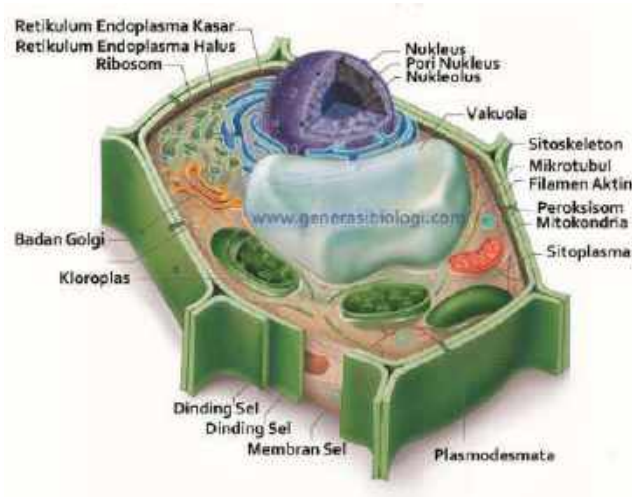
1. Jelaskan pengertian klasifikasi makhluk hidup !
2. Sebutkan alat pernapasan dari makhluk hidup !
3. Sebutkan dan jelaskan ciri-ciri makhluk hidup !
4. Sebutkan tujuan dari klasifikasi makhluk hidup !
5. Sebutkan lima kelas dari kelompok vertebrata !

## SEL HEWAN DAN TUMBUHAN

### A. STRUKTUR SEL TUMBUHAN DAN FUNGSINYA

#### 1. Struktur Sel Tumbuhan

Sel-sel tumbuhan berbeda satu dengan yang lain dalam ukuran, bentuk, struktur dan fungsinya. Walaupun demikian semua sel tumbuhan memiliki persamaan dalam beberapa segi. Sel tumbuhan merupakan sel eukariotik (memiliki membran inti).



**Gambar 1. Struktur anatomi sel tumbuhan**

#### D. Fungsi Struktur Tumbuhan

##### a) Dinding sel

Sel tumbuhan terdiri atas protoplas yang terselubungi oleh dinding sel. Dinding sel tumbuhan memiliki struktur yang kompleks dengan memiliki tiga bagian fundamental yang dapat dibedakan yaitu lamela tengah, dinding sel primer dan dinding sel sekunder. Semua sel memiliki lamela tengah dan dinding sel primer, sedangkan dinding sel sekunder hanya pada sel-sel tipe tertentu.

Lamela tengah adalah suatu lapisan perekat antar sel yang menyekat dinding primer dua buah sel yang bersebelahan. Lapisan ini sebagian besar terdiri atas air dan zat-zat pectin yang bersifat koloid dan

bersifat plastik (dapat mudah dibentuk) sehingga memungkinkan gerakan antar sel dan penyesuaiannya yang diperlukan sebelum sel-sel dapat mencapai ukuran dan bentuk dewasa.

Dinding sel primer adalah dinding sel sejati pertama yang dibentuk oleh sebuah sel baru. Walaupun air, zat-zat pektin dan protein banyak dijumpai di dalamnya, dinding sel primer terutama terdiri atas selulosa dan hemiselulosa. Pada kondisi tertentu dinding sel dapat menebal sehingga memenuhi ruang dalam sel. Zat-zat pembentuk dinding sel tambahan ini disebut dinding sel sekunder yang terdiri atas dua atau lebih lapisan yang terpidah-pisah. Sel yang memiliki dinding sel sekunder volumenya tidak dapat bertambah dengan pertumbuhan permukaan atau kembali ke kondisi awal/dinding sel primer. Penyusun dinding sel sekunder sebagian besar selulosa dan zat-zat lain khususnya lignin (zat kayu).

Lignifikasi tidak terlalu mengganggu permeabilitas dinding sel terhadap air dan bahan-bahan terlarut, akan tetapi mengubah sifat fisik dan kimiawi dinding sel. Dinding sel yang terlignifikasi menjadi lebih keras dan lebih tahan terhadap tekanan dari pada dinding sel yang berselulosa.

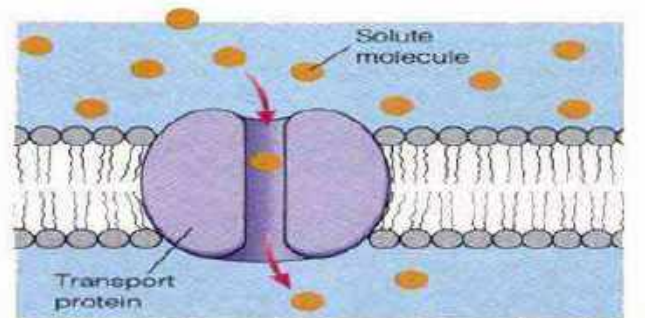
#### b) Plasmodesmata

Plasmodesmata adalah benang-benang protoplasmik halus yang terletak pada tempat-tempat tertentu pada dinding sel primer (yaitu pada noktah yang berupa bagian dinding sel yang tidak mengalami penebalan). Plasmodesmata dapat menembus pori-pori kecil pada dinding sel primer dan lamella tengah diantara sel-sel yang bedekatan sehingga protoplasma kedua sel dapat berhubungan. Plasmodesmata memudahkan proses transportasi bahan-bahan dari sebuah sel ke sel berikutnya tanpa harus melalui selaput-selaput hidup. Adanya plasmodesmata menunjukkan bahwa tumbuhan berperilaku lebih sebagai suatu organisme tunggal dari pada sebagai sekumpulan unit sel bebas.



### c) Membran Sel

Membran sel atau membran plasma merupakan bagian sel yang paling luar yang membatasi isi sel dan sekitarnya. Membran ini tersusun dari dua lapisan yang terdiri dari fosfolipid (50%) dan protein/lipoprotein (50%). Membran plasma bersifat semipermeabel atau selektif permeabel yang berfungsi mengatur gerakan materi atau transportasi zat-zat terlarut masuk dan keluar dari sel.



Gambar : protein transpor membantu melewati molekul. (Sumber : Campbell *et al.* 1999).

**Gambar 2. Membran Sel**

### d) Nukleus

Nukleus adalah inti sel yang memiliki membran inti dengan susunan molekul sama dengan membran sel yaitu berupa lipoprotein. Pori-pori pada membran inti memungkinkan hubungan antara nukleoplasma dan sitoplasma. Fungsi utama nukleus adalah sebagai pusat yang mengontrol kegiatan sel dan mengandung bahan-bahan yang menentukan sifat-sifat turun-temurun suatu organisme. Didalam inti sel tersusun atas tiga komponen yaitu :

1. Nukleolus (anak inti) yang berfungsi untuk menyintesis berbagai macam molekul.
2. RNA (asam ribonukleat) yang digunakan dalam perakitan ribosom.
3. Nukleoplasma (cairan inti) merupakan cairan yang tersusun dari protein.

Butiran kromatin yang terdapat pada nukleoplasma, yang dapat menebal menjadi struktur seperti benang yaitu kromosom yang mengandung DNA yang berfungsi menyampaikan informasi genetik melalui sintesis protein.

e) Sitoplasma

Sitoplasma merupakan cairan yang terdapat di dalam sel, kecuali di dalam inti sel dan organel sel. Sitoplasma bersifat koloid yaitu tidak padat dan tidak cair. Sitoplasma terdiri atas air yang di dalamnya terlarut banyak molekul kecil, ion dan protein. Bahan-bahan lain yang lazim terdapat dalam sitoplasma adalah butir minyak dan berbagai macam kristal yang dalam banyak hal tersusun dari kalsium oksalat. Ukuran partikel terlarut adalah 0,001 – 0,1 mikron dan bersifat transparan.

Sitoplasma terikat pada permukaan luarnya oleh sebuah selaput yang disebut plasmolema (selaput plasma) dan pada permukaan dalamnya, yang berbatasan dengan vakuola sentral, oleh selaput lain yang disebut tonoplas (selaput vakuola). Plasmolema dan tonoplas sangat penting dalam fisiologi sel-sel karena sebagian besar mengontrol pertukaran bahan antara sitoplasma dan ruang diluar sitoplasma dan di dalam vakuola.

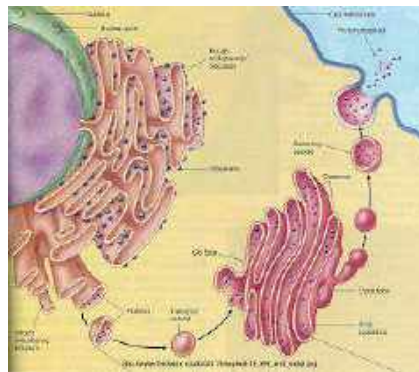
Koloid sitoplasma dapat mengalami perubahan dari fase sol ke fase gel atau sebaliknya. Fase sol jika konsentrasi air tinggi dan gel jika konsentrasi air rendah. Di dalam sitoplasma terkandung organel-organel sel atau daerah pada sitoplasma hidup yang terlokasi khusus untuk fungsi tertentu. Organel-organel tersebut adalah retikulum endoplasma.

f) Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma merupakan perluasan membran yang saling berhubungan yang membentuk saluran pipih atau lubang seperti tabung di dalam sitoplasma. Dalam pengamatan mikroskop, retikulum endoplasma nampak seperti saluran berkelok-kelok dan jala yang berongga-rongga. Saluran-saluran tersebut berfungsi membantu gerakan subsatansi-subsatansi dari satu bagian sel ke bagian sel lainnya.

Dalam sel terdapat dua tipe retikulum endoplasma (RE) yaitu retikulum endoplasma kasar (REK) dan retikulum endoplasma halus (REH).

REK dikatakan kasar karena permukaannya diselubungi oleh ribosom sehingga tampak seperti helaian panjang kertas pasir. Ribosom adalah tempat sintesa protein yang hasilnya akan melekat pada retikulum endoplasma dan biasanya ditujukan untuk luar sel. REH tidak ditemplei ribosom sehingga permukaannya nampak halus. REH memiliki enzim-enzim pada permukaannya yang berfungsi untuk sintesis lipid, glikogen dan persenyawaan steroid seperti kolesterol, gliserida dan hormon.



**Gambar 3. Retikulum Endoplasma**

g) Badan golgi

Badan golgi adalah sekelompok kantong (vesikula) pipih yang dikelilingi membran. Organel ini terdapat hampir di semua sel eukariotik. Badan golgi pada sel tumbuhan biasa disebut diktiosom. Badan golgi dibangun oleh membran yang berbentuk sisterna, tubulus dan vesikula. Sisterna membentuk pembuluh halus (tubulus). Dari tubulus diepaskan kantong-kantong kecil yang berisi bahan-bahanyang diperlukan seperti enzim-enzim atau pembentuk dinding sel. Fungsi badan golgi dalam sel yaitu :

1. Membentuk kantong-kantong (vesikula) yang bersisi enzim-enzim dan bahan lain untuk sekresi, terutama pada sel-sel kelenjar.
2. Membentuk membran plasma
3. Membentuk dinding sel

4. Membentuk akrosom pada sel spermatozoa yang berisis enzim untuk memecah dinding sel telur dan pembentukan lisosom.

h) Ribosom

Ribosom adalah organel kecil bergaris tengah 17 – 20 mikron yang tersusun oleh RNA ribosom dan protein. Ribosom terdapat pada semua sel hidup dan terdapat bebas dalam sitoplasma atau melekat pada REK. Tiap ribosom terdiri atas dua sub unit yang saling berhubungan dalam suatu ikatan yang distabilkan oleh ion magnesium. Ribosom berfungsi untuk sintesis protein, dimana pada waktu sintesis protein, ribosom mengelompok membentuk poliribosom (polisom).

i) Peroxisom dan glioksisom

Peroxisom adalah kantong-kantong yang memiliki membran tunggal. Peroxisom berisi berbagai enzim dan yang paling khas adalah enzim katalase. Fungsi enzim tersebut adalah mengkatalisis perombakan hydrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Senyawa tersebut merupakan produk metabolisme sel yang berpotensi membahayakan sel. Peroxisom juga berperan dalam perubahan lemak menjadi karbohidrat.

Glioksisom hanya terdapat pada sel tumbuhan misalnya pada lapisan aleuron biji padi-padian . aleuron merupakan bentuk dari protein atau kristal yang terdapat dalam vakuola. Glioksisom sering ditemukan pada jaringan penyimpan lemak dari biji yang berkecambah. Glioksisom berisi enzim pengubah lemak menjadi gula. Proses perubahan tersebut menghasilkan energi yang diperlukan dalam perkecambahan.

j) Mitokondria

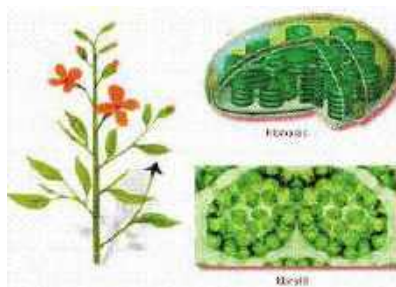
Mitokondria adalah organel sel penghasil energi sel. Mitokondria mempunyai dua lapisan membran, yaitu membran dalam dan membran luar. Membran luar memiliki permukaan halus, sedangkan membran dalam berlekuk-lekuk yang disebut kista. Mitokondria adalah struktur yang mampu bereproduksi sendiri. Pada pembelahan sel, semua mitokondria membelah diri, setengahnya menuju ke sel anak yang satu dan setengahnya ke sel anak yang lain. Mitokondria mengandung

enzim-enzim untuk fosforilasi oksidatif dan sistem transpor electron. Pada bagian membran dalam dihasilkan enzim pembuatn ATP dan protein yang diperlukan untuk pernafasan antar sel. Membran dalam mitokondria terbagi menjadi dua ruang yaitu :

1. Ruang intermembran yaitu ruangan diantara membran luar dan membran dalam. Membran luar dapat dilalui oleh semua molekul kecil tetapi tidak dapat dilalui protein dan molekul besar.
2. Matriks mitokondria : merupakan ruangan yang diselubungi oleh membran dalam. Didalam matriks tersebut tahapan metabolisme terjadi, mengandung enzim untuk siklus Krebs dan oksidasi asam lemak, mengandung banyak butiran protein dan DNA, ribosom dan beberapa jenis RNA. Mitokondria dapat menyintesis protein sendiri karena memiliki DNA, RNA dan ribosom.

#### k) Plastida

Plastida adalah organel sitoplasma yang tersebar pada sel tumbuhan dan terlihat jelas di bawah mikroskop sederhana. Plastida sangat bervariasi ukuran dan bentuknya, pada sel-sel tumbuhan berbunga biasanya berbentuk piringan kecil bikonveks. Meskipun macam-macam plastida dihubungkan dengan fungsi-fungsi fisiologis yang tetap, namun macam tersebut diklasifikan berdasarkan warnanya yaitu :



**Gambar 4. Kloroplast dan klorofil**

1. Leukoplast (tidak berwarna) : biasanya lazim terdapat dalam sel-sel yang tidak terkena cahaya matahari, misalnya pada jaringan yang terletak sangat dalam pada bagian tumbuhan baik di atas maupun di

dalam tanah. Fungsinya adalah sebagai pusat sintesis dan penyimpanan makanan cadangan seperti pati.

2. Kloroplast yang mengandung klorofil yaitu suatu campuran pigmen yang memberi warna hijau pada tumbuhan. Fungsinya adalah menangkap energi cahaya yang diperlukan untuk proses fotosintesis.
3. Kromoplast yang mengandung pigmen-pigmen lain yang menentukan timbulnya warna merah, jingga dan kuning pada bagian-bagian tumbuhan. Fungsinya masih belum jelas, tetapi berhubungan dengan pemasakan buah dari mulai hijau sampai dengan berwarna merah berhubungan dengan penurunan dan peningkatan jumlah kromoplast.

#### 1) Vakuola Sentral

Vakuola adalah rongga besar di bagian dalam sel yang berisi cairan vakuola yang merupakan suatu larutan cair berbagai bahan organik dan anorganik yang kebanyakan adalah cadangan makanan atau hasil sampingan metabolisme. Vakuola diselubungi oleh selaput vakuola yang disebut tonoplas. Umumnya vakuola tidak berwarna, namun dapat berwarna kebiru-biruan atau kemerah-merahan karena adanya pigmen terlarut yang termasuk bahan kimia kelompok antosianin. Vakuola berisi bahan-bahan antara lain : asam organik, asam amino, glukosa, gas, garam-garam kristal, alkaloid (nikotin, kafein, kinin, tein, teobromin, solanin dan lain-lain)

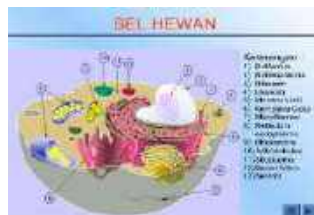
Vakuola dijuluki sebagai “tangki” bahan simpanan atau ekskresi. Kehadiran vakuola menjadikan sitoplasma terdorong ke pinggiran sel sehingga protoplas dekat dengan permukaan. Dengan demikian pertukaran bahan antara sebuah sel dengan sekelilingnya menjadi lebih efisien. Vakuola sentral mempunyai fungsi rangka yang penting karena biasanya volume cairan yang dikandungnya cukup besar untuk menyebabkan dinding sel bagian luar akan meregang. Tekanan ke arah dalam pada cairan vakuola yang disebabkan oleh dinding sel yang meregang tadi menimbulkan ketegaran pada dinding sel, dan karena itu juga pada sel secara keseluruhan. Jika terjadi penghilangan cairan dalam

vakuola lebih cepat dari pada pengantinya, tumbuhan akan mengalami kelayuan, daunnya berguguran dan batangnya merunduk. Kondisi ini akan pulih apabila vakuola segera kembali “mengembung” sebagai akibat penyerapan air oleh akar lebih cepat dari pada hilangnya air dari bagian-bagian lain.

## B. STRUKTUR SEL HEWAN DAN FUNGSINYA

### a. Struktur Sel Hewan

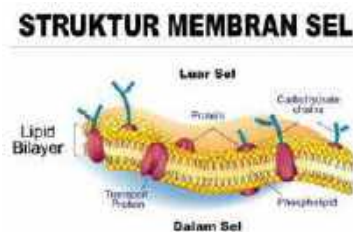
Sel hewan tidak memiliki dinding sel, vakuola, dan plastida seperti sel tumbuhan. Namun, pada sel hewan terdapat organel yang tidak terdapat pada sel tumbuhan, seperti sentriol dan lisosom. Adapun untuk struktur atau susunan sel dari yang terluar sampai terdalam adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Struktur sel hewan

### b. Fungsi Struktur Sel Hewan

#### 1. Membran Sel



Gambar 6. Struktur Membran Sel

Membran sel merupakan salah satu bagian sel yang paling luar dan berfungsi sebagai pembungkus sel. Pada bagian membran sel ini tersusun dari protein (Lipoprotein). Selain itu peran penting yang lainnya yaitu sebagai pengatur mineral dan nutrisi yang terdapat di dalam maupun luar sel. Disisi lain selain kedua fungsi diatas, ada juga fungsi yang lainnya, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a) Mengatur keluar masuk nutrisi dan mineral
- b) Sebagai pembungkus / pelindung sel
- c) Menerima rangsangan dari luar
- d) Tempat berlangsungnya berbagai reaksi kimia

## 2. Sitoplasma

Selain pada tumbuhan, sitoplasma juga terdapat pada sel hewan. Sitoplasma merupakan bagian sel yang berupa cairan dan memiliki bentuk seperti gel. Dalam pembentukannya, organel ini mengalami dua proses fase yakni fase gel (cair) dan fase sol (padat). Biasanya cairan tersebut dapat kita jumpai pada Nukleus yang umumnya disebut dengan istilah Nukleoplasma. Adapun sifat dari Sitoplasma ini yaitu koloid kompleks atau tidak cair dan juga tidak padat. Dengan demikian dapat berubah-ubah sesuai dengan konsentrasi airnya. Biasanya jika berada pada konsentrasi air yang rendah, maka akan menjadi lembek. Namun jika berada pada konsentrasi air yang cukup tinggi, maka gel tersebut akan berubah menjadi encer atau sering dikenal dengan Sol. Untuk fungsi dari Sitoplasma ini sebenarnya ada banyak sekali, diantaranya yaitu :

- 1) Sebagai sumber bahan kimia sel
- 2) Tempat berlangsungnya metabolisme sel

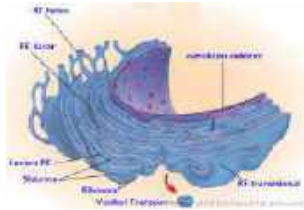
## 3. Retikulum Endoplasma

Retikulum Endoplasma adalah sebuah organel yang tersusun oleh benang-benang dan terletak pada inti sel. Namun para ahli membagi Retikulum Endoplasma menjadi dua, yaitu Retikulum Endoplasma halus (REh) dan Retikulum Endoplasma kasar (REk). Untuk Retikulum Endoplasma kasar pada umumnya bisa melekat pada Ribosom. Sedangkan untuk Retikulum Endoplasma halus memiliki peran untuk tidak melekat dengan Ribosom. Adapun fungsi dari Retikulum Endoplasma sendiri adalah sebagai berikut :

- 1) Sebagai sintesis protein (REk).

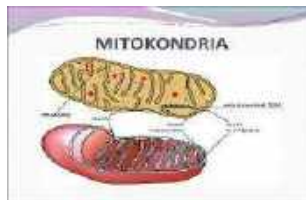


- 2) Sebagai tempat pengangkut sintesis, steroid dan lemak.
- 3) Membantu detoksifikasi sel-sel berbahaya di dalam sel (REh).
- 4) Sebagai tempat untuk menyimpan fosfolipid, steroid dan glikolipid.



**Gambar 7. Retikulum Endoplasma**

#### 4. Mitokondria



**Gambar 8. Mitokondria**

Mitokondria merupakan organel sel yang memiliki fungsi sangat penting. Bagian ini memiliki peran sebagai mesin dalam sel. Pada organel ini memiliki dua bagian yaitu lapisan membran yang lekuk-lekuk dan biasanya disebut dengan krita. Selain itu ada bagian ini zat glukosa dan oksigen saling bekerja sama dalam proses pembentukan energi pada sel. Dengan demikian hal tersebut juga termasuk sebagai proses metabolisme dan aktivitas seluler. Selain itu banyak juga yang menyebutkan bagian ini dengan sebutan *The Power House*, hal ini karena organisme ini dapat menghasilkan energi. Kemudian ada juga Mitokondria yang berbentuk tunggal dan biasanya disebut dengan nama Mitokondrion. Pada bagian tersebut dapat mengubah energi kimia menjadi energi yang lainnya. Untuk fungsi lain dari Mitokondria ini adalah sebagai berikut :

- a) Sebagai respirasi seluler.
- b) Sebagai penghasil energi dalam bentuk ATP



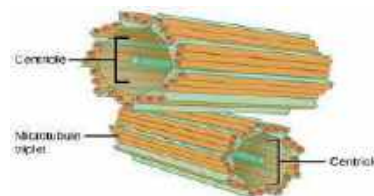
Peroksisom yaitu organel sel yang mempunyai kantong kecil yang berisi enzim katalase. Untuk fungsi dari enzim itu sendiri yakni untuk menguraikan peroksida ( $H_2O_2$ ) atau metabolisme yang bersifat toksik, yaitu yang dapat menetralkan air dan oksigen berbahaya pada sel. Organel Peroksisom sendiri terletak disekitar sel hati dan ginjal. Fungsi lain dari organel ini diantaranya yaitu :

- Perubahan lemak menjadi karbohidrat.
- Menguraikan peroksida ( $H_2O_2$ ) dari sisa-sisa metabolisme toksik.

#### 8. Ribosom

Ribosom merupakan organel sel yang memiliki trkstur permukaan yang padat, kecil, serta dengan ukuran diameter sekitar 20 cm. Peran dari Riosom itu sendiri sebagai menerjemahkan RNA agar bisa membentuk menjadi rantai polipeptida (protein) dengan hanya menggunakan zat asam amino ketika proses translasi. Selain itu organel tersebut juga hanya terdiri dari RNA Risobom (rRNA) sebanyak 65% dan selebihnya adalah protein Ribosom (Ribonukleoprotein atau RNP) sekitar 35%. Di dalam sel Ribosom juga terdapat terikat yang berada pada Retikulum Endoplasma kasar (REk), atau membran inti sel. Selain itu Ribosom memiliki fungsi sebagai tempat berlangsungnya proses sintesis protein.

#### 9. Sentiol



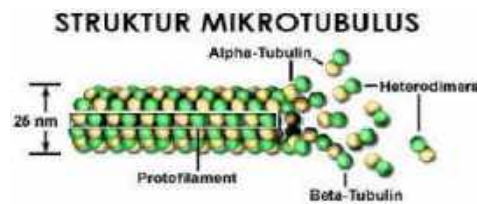
**Gambar 11. Sentiol**

Sentiol merupakan salah satu organel sel yang memiliki bentuk hampir sama dengan tabung. Bagian ini jika bisa kalian temukan pada sel Eukariota. Disisi lain fungsi dari Sentiol ini yaitu berperan dalam pembelahan sel pada ketika terjadi pembentukan Sisila dan Flagela.

Selain itu sepasang Sentriol juga bisa membentuk struktur gabungan yang dikenal dengan sebutan Sentrosom. Adapun fungsi yang lainnya dari Sentriol itu sendiri yaitu :

- Berperan sebagai membentuk silia dan flagella.
- Sebagai proses pembelahan sel dalam membentuk benang spindle.

#### 10. Mikrotubulus



**Gambar 12. Mikrotubulus**

Mikrotubulus juga dapat ditemukan pada sel tumbuhan. Mikrotubulus merupakan organel sel yang berada pada Sitoplasma dan bisa ditemukan pada sel Eukarotit. Bentuk dari Mikrotobulus yaitu silindris panjang serta berongga. Kemudian untuk ukuran dari organel tersebut yaitu dengan diameter sekitar 12 nm dan diameter luar kurang lebih 25 nm. Adapun penyusun dari Mikrotobulus sendiri yaitu terdiri dari beberapa molekul-molekul berbentuk bulat yaitu protein globular atau sering disebut dengan Tubulin. Sehingga dalam posisi tidak sadar organel ini mampu bergabung untuk membentuk silindris yang berongga dalam kondisi tertentu. Selain itu Mikrotobulus juga memiliki sifat kaku yang tidak dapat berubah-ubah dalam bentuknya. Organel ini memiliki fungsi sebagai berikut :

- Untuk melindungi sel .
- Memberi bentuk sel.
- Berperan sebagai dalam pembentukan flagela, silia dan sentriol.

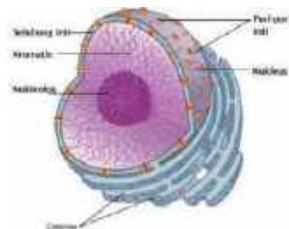
#### 11. Badan Golgi

Aparatus Glogi atau lebih sering dikenal dengan sebutan Badan Golgi ini merupakan salah satu organel sel yang ada

kaitannya dengan fungsi dari ekskresi sel. Biasanya Badan Golgi tersebut dapat ditemukan disemua sel Eukariotik. Seperti yang telah disebutkan diatas bahwa organel yang satu ini memiliki peran yang sangat penting yaitu pada proses ekskresi pada sel. Adapun bentuk untuk Badan Golgi ini yaitu hampir sama dengan kantong pipih yang berukuran kecil hingga besar dan terikat dengan membran. Perlu kalian ketahui bahwa disetiap sel pada hewan selalu mengandung 10-20 badan golgi. Fungsi dari Badan golgi diantaranya adalah sebagai berikut :

- Untuk memproses protein.
- Membentuk lisosom.
- Untuk membentuk membran plasma.
- Membentuk vesikula (kantong) untuk ekskresi.

## 12. Nukleus



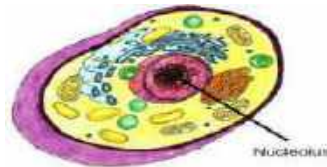
**Gambar 13. Nukleus**

Nukleus adalah organel sel yang berperan sebagai pengatur atau mengendalikan segala aktivitas sel. Proses ini mulai dari metabolisme sampai pada pembelahan sel. Disisi lain Nukleus juga mengandung materi genetik berbentuk DNA Linear panjang yang membentuk Kromosom. Pada umumnya organel ini dapat kita temukan pada sel Eukarait serta terdiri dari beberapa bagian seperti membran inti, Nuekloplasma, Kromatin atau Kromoom dan juga Nukleus. Adapun untuk fungsi dari Nukleus itu sendiri diantaranya yaitu :

- Tempat terjadinya replikasi.
- Menyimpan informasi genetik.

- Untuk menjaga integritas gen-gen.
- Mengendalikan proses metabolisme dalam sel.
- Mengontrol aktivitas sel dengan mengelola ekspresi gen.

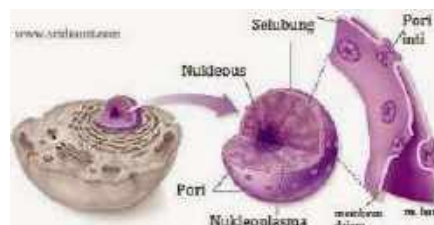
### 13. Nukleolus



**Gambar 14. Nukleolus**

Nukleolus adalah organel sel yang terletak pada inti sel atau Nukleus. Selain itu organel yang satu ini selalu berperan dalam pembentukan protein dengan menggunakan RNA atau Asam Ribonukleat. Di sisi lain Nukleolus juga berfungsi dalam pembentukan protein.

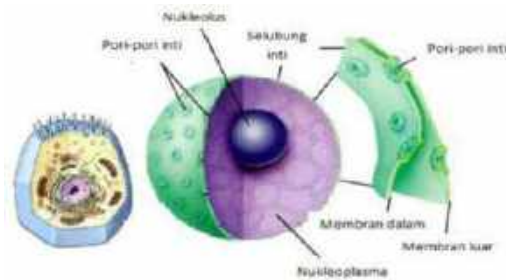
### 14. Nukleoplasma



**Gambar 15. Nukleoplasma**

Nukleoplasma merupakan salah satu organel sel yang memiliki tekstur yang padat dan juga dapat kita temukan di dalam inti sel atau Nukleus. Pada Nukleoplasma ternyata terdiri dari serat Kromatin yang padat dan membentuk Kromosom. Adapun salah satu fungsi dari organel ini yaitu sebagai pembawa informasi genetika.

## 15. Membran Inti



Struktur Membran inti (sumber: micro.magnet.fsu.edu)

### Gambar 16. Membran Inti

Membran inti adalah elemen struktural utama Nukleus yang membungkus keseluruhan organel. Selain itu organel ini sebagai pemisah antara Sitoplasma dan daerah inti. Organel ini bersifat tidak permeable (berpori-pori) sehingga sebagian besar molekul yang membuat Nukleus membutuhkan pori inti. Dengan demikian membran Nukleus mampu melintasi membran. Membran inti memiliki fungsi sebagaiberikut :

- Melindungi inti sel (Nukleus).
- Sebagai tempat pertukaran zat antara materi inti dan Sitoplasma.

Di dalam sel hewan dan sel tumbuhan memang memiliki kemiripan dalam strukturnya. Ada beberapa perbedaan dalam sel hewan dan tumbuhan. Untuk lebih lengkapnya mengenai tentang perbedaan sel tumbuhan dan hewan anda bisa menyimak artikel sebelumnya.

## C. PERBEDAAN SEL HEWAN DAN TUMBUHAN

Meskipun sel hewan dengan tumbuhan hampir sama, namun diantara keanya terdapat beberapa perbedaan. Adapun perbedaan antara sel hewan dan tumbuhan pada tabel dibawah ini:

<b>KOMPONEN</b>	<b>SEL TUMBUHAN</b>	<b>SEL HEWAN</b>
Ukuran	Sel tumbuhan lebih besar daripada sel hewan	Sel hewan lebih kecil daripada sel tumbuhan
Bentuk	Tetap	Tidak tetap
Dinding sel	Ada	Tidak ada
Plastida	Ada	Tidak ada
Lisosom	Tidak ada	Ada (untuk pencernaan makanan secara pinositosis/fagotosis)
Sentriol	Tidak ada	Ada



## **KESIMPULAN**

Adapun kesimpulan yang dapat kami tarik tentang struktur sel tumbuhan serta perbedaan struktur sel hewan dan sel tumbuhan bahwa struktur sel hewan dan sel tumbuhan itu berbeda-beda. Pada setiap bagian-bagiannya itu dikarenakan faktor internal dan eksternal, hal itu menyebabkan adanya perbedaan fungsi disetiap bagian sel hewan dan sel tumbuhan tersebut. Adapun struktur sel tumbuhan memiliki bagian-bagian yang memiliki fungsi tersendiri yang pada bagian tersebut terdapat suatu zat yang dapat membangun suatu sel.

## **Evaluasi**

1. Apa yang dimaksud dengan struktur tumbuhan dinding sel ?
2. Apa yang dimaksud dengan nucleus pada struktur tumbuhan ?
3. Sebutkan tiga komponen di dalam inti sel nucleus !
4. Apa yang dimaksud membran sel pada hewan ?
5. Sebutkan fungsi dari badan golgi yang terdapat pada struktur hewan !

# SISTEM GERAK

## A. Pengertian

Sistem gerak adalah sistem dalam tubuh yang terdiri dari persendian, otot dan tulang-tulang yang bergabung membentuk rangka dan berguna untuk memberikan bentuk tubuh, memudahkan manusia untuk melakukan aktivitas, seperti berlari, berjalan, menari. Fungsi sistem gerak adalah mendukung tubuh manusia untuk bergerak. Komponen sistem gerak pada manusia yaitu :

- Rangka/tulang
- Otot
- Sendi

### 1. Rangka/tulang

Rangka atau tulang pada tubuh manusia termasuk salah satu alat gerak pasif karena tulang baru akan bergerak bila digerakkan oleh otot. Sedangkan unsur pembentuk tulang pada manusia adalah unsur kalsium dalam bentuk garam yang direkatkan oleh kalogen.

#### ➤ Fungsi Rangka atau Tulang

- a) Menegakkan dan menopang badan misalnya tulang tulang punggung dan tulang paha
- b) Melindungi bagian-bagian tubuh yang lunak dan penting misalnya tengkorak melindungi otak dan mata
- c) Sebagai alat gerak pasif
- d) Memberi bentuk tubuh
- e) Tempat pembuatan sel darah merah dan sel darah putih
- f) Tempat melekatnya otot otot rangka

#### ➤ Pengelompokan rangka berdasarkan jenisnya:

##### a) Kartilago/Tulang Rawan

- Tulang Rawan Hialin, Sifat: lentur, semi transparan, dan matrik berwarna putih kebiruan. Letak: antara tulang rusuk dan tulang dada.
- Tulang Rawan Elastis Sifat: lentur, warna matrik keruh kekuningan. Letak: daun telinga, laring, dan eusthacius.

- Tulang Rawan Fibrosa Sifat: kaku, kuat, warna matrik gelap dan keruh. Letak: di antara ruas tulang belakang.

b) Tulang Keras (Osteon)

- Tulang pipa Sifat: panjang, tengahnya berongga  
Contoh: paha, lengan atas, kering, betis, hasta, dan pengumpil.
- Tulang pipih Sifat: pipih. Contoh: belikat, tulang dada, rusuk
- Tulang pendek Sifat: pendek dan bulat. Contoh: pergelangan tangan dan kaki
- Tulang tak beraturan Sifat: bentuknya tidak beraturan  
Contoh: ruas-ruas tulang belakang

➤ Susunan Rangka

Susunan rangka dikelompokkan menjadi rangka aksial (sumbu tubuh) dan rangka apendikular (anggota tubuh). Rangka aksial meliputi tengkorak, tulang belakang, tulang dada, dan tulang rusuk. Sedangkan rangka apendikular meliputi tulang bahu, tulang panggul, tulang anggota gerak atas, dan tulang anggota gerak bawah. Masing-masing bagian akan ditunjukkan melalui gambar-gambar di bawah.

a) Rangka aksial (sumbu tubuh)

Rangka aksial meliputi tengkorak, tulang belakang, tulang dada, dan tulang rusuk.

- Tengkorak



- Ruas Tulang Belakang



- Tulang Dada dan Tulang Rusuk



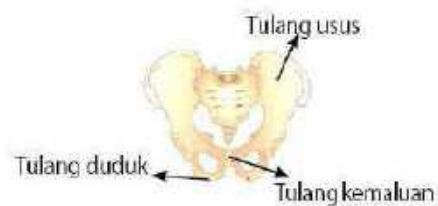
b) Rangka Apendikular (Anggota Tubuh)

Rangka apendikular meliputi tulang bahu, tulang panggul, tulang anggota gerak atas, dan tulang anggota gerak bawah.

- Tulang Bahu



- Tulang Panggul



- Tulang Anggota Gerak Atas



- Tulang Anggota Gerak Bawah



➤ Perbedaan tulang rawan dan tulang keras

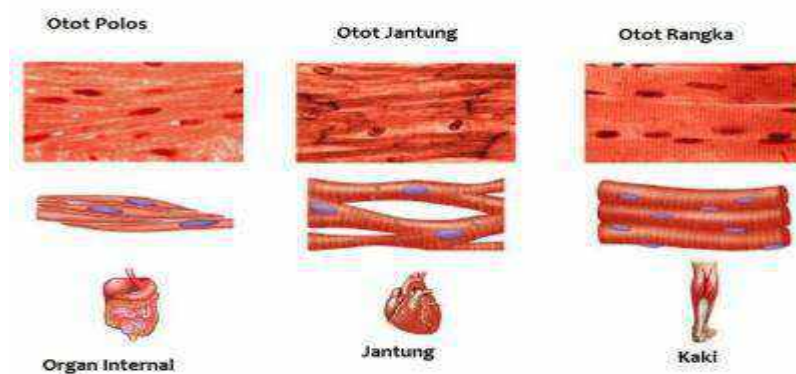
	<b>Tulang Rawan</b>	<b>Tulang Keras</b>
<b>Definisi</b>	Tulang rawan: Tulang rawan adalah jaringan ikat fleksibel yang kuat, terutama ditemukan di laring, saluran pernapasan, telinga luar, dan permukaan artikulasi sendi.	Tulang keras: Tulang keras adalah bentuk kaku dari jaringan ikat, yang tersusun dari garam kalsium dan membentuk kerangka vertebrata.
<b>Jenis</b>	Tulang rawan: Tulang rawan adalah jaringan ikat fleksibel.	Tulang keras: Tulang keras adalah jaringan ikat yang kuat dan tidak fleksibel.
<b>Komposisi</b>	Tulang rawan: Tulang rawan terdiri dari protein dan gula.	Tulang keras: Tulang keras terdiri dari protein, kalsium, dan fosfor.

<b>Jenis sel</b>	Tulang rawan: Tulang rawan terdiri dari kondrosit.	Tulang keras: Tulang keras terdiri dari osteosit.
<b>Pembengkokan</b>	Tulang rawan: Tulang rawan bisa ditekuk.	Tulang keras: Tulang keras tidak bisa ditekuk.
<b>Pembuluh darah</b>	Tulang rawan: Tulang rawan tidak memiliki pembuluh darah.	Tulang keras: Pembuluh darah ditemukan di tulang keras.
<b>Lacuna</b>	Tulang rawan: Lakuna tulang rawan tidak mengandung kanalikuli antara kondrosit.	Tulang keras: Lakuna tulang keras terdiri dari kanalikuli antara osteosit.
<b>Peran</b>	Tulang rawan: Tulang rawan memberikan kelenturan pada tubuh. Mereka menghaluskan permukaan tulang dan persendian.	Tulang keras: Tulang keras memberikan dukungan dan bentuk tulang pada tubuh.
<b>Lokasi</b>	Tulang rawan: Tulang rawan ditemukan di telinga, hidung, laring, trakea, tulang rusuk, dan sendi.	Tulang keras: Tulang keras membentuk kerangka.
<b>Kategori</b>	Tulang rawan: Tiga jenis tulang rawan adalah tulang rawan hialin, tulang rawan fibro, dan tulang	Tulang keras: Dua jenis tulang keras adalah tulang kompak dan tulang spons. rawan elastis.

## 2. Otot

Otot adalah sebuah jaringan dalam tubuh manusia dan hewan yang berfungsi sebagai alat gerak aktif yang menggerakkan tulang. Otot-otot dalam tubuh manusia melakukan beberapa fungsi penting. Fungsi utama mereka adalah gerakan, baik sengaja dan tidak sengaja, dan mereka juga mendukung tubuhnya, membantu menjaga postur. Otot yang kuat juga menstabilkan tubuh banyak sendi dan menentukan kekuatan tubuh secara keseluruhan. Fungsi tambahan adalah untuk menghasilkan panas sebagai produk sampingan dari proses lainnya.

Jenis lain dari gerakan tidak disengaja, dan itu terjadi secara otomatis. Contoh termasuk pernapasan, gerakan makanan melalui sistem pencernaan, dan detak jantung. Pergerakan ini terjadi tanpa usaha dari individu, dan banyak dari mereka mempertahankan hidup dan melanjutkan jika seseorang sedang tidur atau tidak sadar. Berbagai sinyal mengendalikan tindakan disengaja, dan otot-otot yang melakukan gerakan-gerakan ini sering polos di alam, kecuali untuk otot jantung lurik.



➤ Jenis-jenis otot yaitu :

a. Otot polos

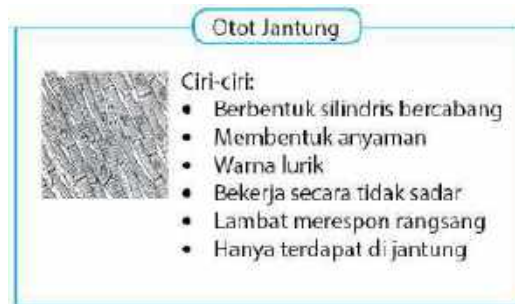
Bentuk dari otot polos adalah gelondong, menggelembung pada bagian tengah dan meruncing pada bagian ujung. Jumlah inti pada otot polos adalah 1 (satu), terletak di bagian tengah. Sesuai dengan namanya, warna yang dimiliki otot polos adalah polos. Otot polos bekerja secara tidak sadar.





b. Otot jantung

Bentuk otot jantung adalah silindris dan bercabang. Memiliki warna lurik dan membentuk anyaman. Otot jantung bekerja secara tidak sadar dan lambat dalam merespon rangsang. Otot jantung hanya terdapat di jantung.



c. Otot lurik

Bentuknya berupa silindris dan memanjang. Jumlah inti pada otot lurik adalah banyak dan terletak di tepi. Otot lurik bekerja secara sadar dan cepat dalam merespon rangsang. Otot lurik banyak dijumpai melekat pada tulang.



➤ **Fungsi Otot :**

- Menghasilkan gerakan rangka, seperti kontraksi dan relaksasi otot yang menempel pada rangka dapat menggerakkan rangka
- Mempertahankan postur dan posisi tubuh, misalnya mempertahankan posisi kepala saat membaca buku, berjalan dengan posisi tegak dan lain sebagainya.

- Mengatur pintu masuk dan keluar saluran dalam sistem tubuh, misalnya menelan, buang air besar maupun kecil semua hal tersebut dipengaruhi oleh otot rangka yang menyelaputinya.
- Menyokong jaringan lunak, menggerakkan organ-organ dalam tubuh seperti usus, jantung dan sistem tubuh lainnya.
- Mempertahankan suhu tubuh, kontraksi rangka memerlukan energidan menghasilkan panas untuk mempertahankan suhu normal bagi tubuh.

➤ **Sifat Kerja Otot**

- 1) Antagonis (berlawanan): merupakan sifat kerja otot yang saling berlawanan. Contoh otot dengan sifat kerja antagonis terdapat pada otot bisep dan otot trisep, gerak otot untuk menengadahkan dan menelungkup telapak tangan.
- 2) Sinergis (saling kerjasama): merupakan sifat kerja otot yang sama. Contoh sifat kerja otot sinergis terdapat pada otot pronator teres dan pronator kuadratus pada telapak tangan.

### 3. Sendi

Sendi adalah struktur khusus pada tubuh yang berfungsi sebagai penggerak hubungan antartulang. Jadi, sendi adalah daerah tempat dua tulang menyatu. Untuk diketahui, tulang di dalam tubuh dapat berhubungan secara erat atau tidak erat. Hubungan antartulang itu selanjutnya disebut dengan *artikulasi*. Agar artikulasi dapat bergerak, maka diperlukan sendi. Terbentuknya sendi dimulai dari kartilago di daerah sendi. Kartilago akan membesar lalu kedua ujungnya akan diliputi jaringan ikat. Kemudian kedua ujung kartilago membentuk sel-sel tulang, keduanya diselaputi oleh selaput sendi (membran sinovial) yang liat dan menghasilkan minyak pelumas tulang yang disebut cairan *sinovial*.

- a) Jenis-jenis sendi dapat dikelompokkan berdasarkan struktur, pergerakan, dan arah geraknya. Berdasarkan strukturnya, jenis sendi terbagi menjadi:

- **Sendi fibrosa:** sendi fibrosa adalah sendi yang terdiri dari serat-serat kolagen. Sendi ini biasanya terikat, misalnya sutura tulang tengkorak. Kadang sendi ini dapat sedikit bergerak.
- **Sendi Kartilaginosa:** sendi kartilaginosa adalah sendi yang terdiri dari lapisan kartilago dan dihubungkan oleh jaringan fibrosa kuat yang tertanam kedalam kartilago. Misalnya, antara korpus vertebrata dan simfisis pubis. Sendi ini memungkinkan gerakan sedikit bebas.
- **Sendi Sinovial:** sendi sinovial adalah jenis sendi yang paling umum, yang memungkinkan gerakan yang bebas (misalnya, bahu, lutut, siku, pergelangan tangan, dll) tetapi beberapa sendi sinovial secara relatif tidak bergerak (misalnya; sendi sakroliaka). Sendi ini dibungkus dalam kapsul fibrosa dibatasi dengan membran sinovial tipis.

b) Jenis-jenis sendi berdasarkan pergerakannya, dapat dikelompokkan menjadi:

- **Sinartosis:** sinartosis adalah persendian yang tidak memungkinkan terjadinya gerakan. Pada sendi ini, tulang-tulanginya dipersatukan oleh serabut jaringan ikat atau tulang rawan hialin.
- **Amfiartrosis:** amfiartrosis adalah persendian tulang dengan gerakan yang sangat terbatas. Contoh amfiartrosis adalah hubungan antartulang rusuk dan tulang dada.
- **Diartosis:** diartosis adalah sendi yang menyebabkan gerakan bebas dan biasanya terjadi pada tulang-tulang panjang dan memiliki mobilitas cukup besar. Ujung-ujung tulang biasanya tertutupi oleh tulang rawan.

c) Jenis-jenis sendi berdasarkan arah gerakannya dikelompokkan menjadi:

- **Sendi engsel:** Sendi engsel adalah hubungan dua sendi yang hanya dapat digerakkan dalam satu arah. Contoh: lutut dan siku.
- **Sendi pelana:** sendi pelana adalah hubungan dua sendi yang dapat digerakkan dalam dua arah. Contoh: ruas telapak tangan.

- **Sendi peluru:** sendi peluru adalah hubungan dua sendi yang salah satu tulang berputar terhadap tulang yang lain. Contoh: pada tulang paha dan tulang bahu.
- **Sendi putar:** sendi putar adalah hubungan dua sendi yang salah satu tulang berputar terhadap tulang yang lain. Contoh: pada tulang atlas dan tulang pemutar.

**d) Fungsi sendi pada tulang diantaranya adalah :**

- Menghubungkan tulang yang satu dengan yang lainnya.
- Membuat tulang yang bersatu tersebut dapat digerakkan.
- Membuat tubuh leluasa untuk bergerak.

**B. Kelainan pada Tulang dan Otot**

**a) Kelainan pada tulang**

Gangguan pada ruas-ruas tulang belakang, seperti:

- **Kifosis,** ruas tulang belakang bengkok ke belakang, kifosis, ruas tulang belakang bengkok ke belakang.
- **Lordosis,** ruas-ruas tulang belakang bengkok kedepan, lordosis, ruas-ruas tulang belakang bengkok ke depan.
- **Skoliosis,** ruas-ruas tulang belakang bengkok ke samping.
- **Osteoporosis:** Penyakit yang sangat umum terjadi yang ditandai dengan berkurangnya kepadatan mineral pada tulang. Ini lebih sering terjadi pada wanita dibandingkan dengan pria. Karena kepadatan tulang yang menurun, mereka sangat rentan terhadap patah tulang. mendapat suplemen kalsium membantu melindungi tulang dan mengembalikan kepadatan tulang.
- **Arthritis:** Penyakit lain yang sangat umum ditemukan pada populasi lansia. Ini adalah penyakit sendi dan banyak jenisnya. Rheumatoid arthritis adalah jenis arthritis yang bersifat autoimun karena sel-sel tubuh menghancurkan sel-sel di persendian. Jenis lain dari arthritis adalah osteoarthritis yang merupakan penyakit degeneratif. Arthritis

menular adalah jenis arthritis yang disebabkan oleh bakteri atau virus yang ada di dalam darah dan menyerang sendi. Arthritis gout (asam urat) adalah sejenis radang sendi di mana asam urat diendapkan di persendian sehingga membuatnya menjadi kondisi yang menyakitkan.

- **Spondilitis:** Seperti arthritis, spondilitis juga merupakan sekelompok gangguan yang terutama mempengaruhi tulang belakang.
- **Osteomalacia dan Rakitis:** Osteomalacia adalah manifestasi kekurangan vitamin D pada orang dewasa sementara rakitis ditemukan pada anak-anak. Kedua penyakit ini ditandai dengan berkurangnya jumlah kalsium dan fosfor dalam tulang sehingga membuatnya rapuh. Penyakit ginjal dan keturunan adalah penyebab lain dari penyakit ini.
- **Dislokasi dan fraktur:** Dislokasi adalah posisi tulang yang tidak alami karena cedera atau benturan apa pun. Karena ini, tulang bergerak dari posisi semula ke yang sedikit berbeda atau mengubah angulasi. Fraktur adalah patah tulang karena cedera. Ada banyak jenis patah tulang tergantung pada gaya tabrakan, jenis tulang dan lokasi tulang.

#### b) Kelainan pada otot

- **Atrofil,** merupakan penurunan fungsi otot karena otot mengecil yang disebabkan oleh virus.
- **Hipertrofi** otot yang berkembang menjadi besar dan kuat
- **Hernia abdominalis,** merupakan sobeknya dinding otot perut sehingga usus memasuki organ sobekan tersebut.
- **Tetanus,** merupakan otot yang mengalami kekejangan karena berkontraksi terus menerus.
- **Keseleo dan ketegangan:** Gangguan otot yang paling umum adalah keseleo dan ketegangan. Seringkali bingung satu dengan yang lain, mereka adalah gangguan yang berbeda. Keseleo terjadi karena cedera pada ligamen dan sendi terpelintir tetapi tidak ada dislokasi tulang. Mereka bisa ringan hingga berat dan bisa disertai peradangan dan rasa sakit. Kasus yang parah juga menyebabkan imobilitas bagian tubuh. Di sisi lain, ketegangan lebih ringan daripada keseleo.

- **Distrofi otot:** Merupakan penyakit genetik di mana kerusakan otot yang progresif membuat mereka lemah. Dengan penderitaan, mereka terus kehilangan kemampuan mereka untuk berjalan, membuat gerakan dengan tangan mereka dll ketika mereka menjadi tua.
- **Myasthenia gravis:** Ini adalah penyakit autoimun di mana antibodi mempengaruhi saraf dan mereka kehilangan kemampuan mereka untuk menghasilkan kontraksi otot. Otot wajah dan leher paling sering terpengaruh dan dimanifestasikan dengan kelopak mata yang melorot, kelelahan umum, kesulitan dan dalam beberapa kasus ketidakmampuan untuk menelan.
- **Tetani:** Gerak otot yang tidak terkontrol dikenal sebagai tetani. Ada banyak penyebab seperti kekurangan nutrisi, infeksi atau gangguan sistem saraf lain yang dapat menyebabkan tetani di otot.

## **KESIMPULAN**

Makhluk hidup mempunyai ciri bergerak. Dalam mempelajari system gerak ini, kita dapat mengetahui bagaimana system gerak, macam-macam serta fungsinya. Di dalam system gerak kita juga mengetahui berbagai macam susunannya. Serta kita dapat mengetahui kelainan dalam system gerak. Supaya kita dapat mencegah dan menghindarinya.

Setelah mempelajari sistem gerak, kita dapat mengetahui bahwa bagian/organ dalam tubuh kita sangat bermanfaat dan berguna untuk kehidupan. Lebih mengetahui tentang bagian dalam/organ tubuh yang berfungsi sebagai alat gerak. Kita harus lebih bersyukur atas nikmat yang telah diberikan oleh Allah SWT.

## EVALUASI

1. Apa yang dimaksud dengan sistem gerak ?
2. Sebutkan fungsi dari rangka atau tulang !
3. Jelaskan perbedaan tulang rawan dan tulang keras !
4. Sebutkan dan jelaskan macam-macam otot polos !
5. Sebutkan 5 (lima) fungsi dari otot !



## SISTEM PENCERNAAN PADA MANUSIA

### A. Sistem Pencernaan Pada Manusia

#### 1. Saluran Pencernaan

Sistem pencernaan adalah kumpulan organ pencernaan dan saluran pencernaan yang berfungsi untuk mencerna makanan yang masuk menjadi sumber energi bagi tubuh sampai pada akhirnya sisa-sisa makanan tersebut dikeluarkan melalui anus, (Nurhayati, 2015).

##### a) Rongga Mulut

Di dalam rongga mulut terdapat gigi, ludah, dan kelenjar ludah.

#### 1. Gigi

Secara umum, gigi berfungsi untuk memotong dan menghaluskan makanan menjadi kecil-kecil sehingga mudah ditelan. Bagian-bagian gigi meliputi mahkota gigi, tulang gigi, dan rongga gigi. Proses penghalusan makanan oleh gigi disebut pencernaan mekanis.



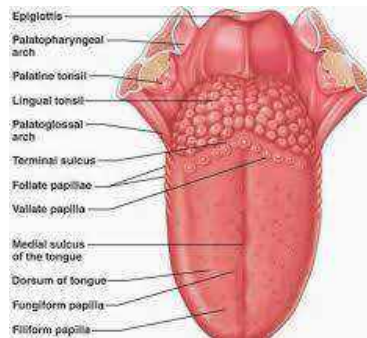
#### 2. Lidah

Fungsi lidah sebagai berikut

- a. Membantu menelan dan menempatkan makanan
- b. Sebagai indra pengecap
- c. Lidah berguna untuk membantu mengatur letak makanan di dalam mulut mendorong makanan masuk ke kerongkongan
- d. Untuk mengecap atau merasakan makanan

e. Pada lidah terdapat daerah-daerah yang lebih peka terhadap rasa-rasa

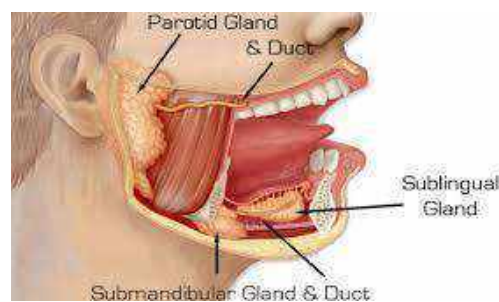
tertentu, seperti asin, masam, manis, dan pahit.



### 3. Kelenjar ludah

Ludah dihasilkan oleh 3 pasang kelenjar ludah.

- a. Kelenjar ludah parotis,
- b. Kelenjar ludah rahang bawah,
- c. Kelenjar ludah bawah lidah. Ludah yang dihasilkan dialirkan melalui saluran ludah yang bermuara ke dalam rongga mulut. Ludah mengandung air, lendir, garam, dan enzim ptialin. Enzim ptialin berfungsi mengubah amilum menjadi gula, yaitu maltosa dan glukosa.



### b) Kerongkongan

Dari mulut, makanan masuk kerongkongan. Kerongkongan merupakan saluran panjang sebagai jalan makanan dari mulut menuju ke lambung. Panjang kerongkongan lebih kurang 20 cm. Kerongkongan dapat melakukan gerakan melebar, menyempit, bergelombang, dan

meremas-meremas untuk mendorong makanan masuk ke lambung. Gerak demikian disebut dengan gerak peristaltik. Di esophagus, makanan tidak mengalami pencernaan. Di sebelah depan kerongkongan terdapat saluran pernapasan yang disebut trakea. Trakea menghubungkan rongga hidung dengan paru-paru. Pada saat kita menelan makanan, ada tulang rawan yang menutup lubang ke tenggorokan. Bagian tersebut dinamakan epiglotis. Epiglotis mencegah makanan masuk ke paru – paru.



### c) Lambung

Lambung merupakan suatu kantong yang terletak di dalam rongga perut sebelah kiri di bawah sekat rongga badan.

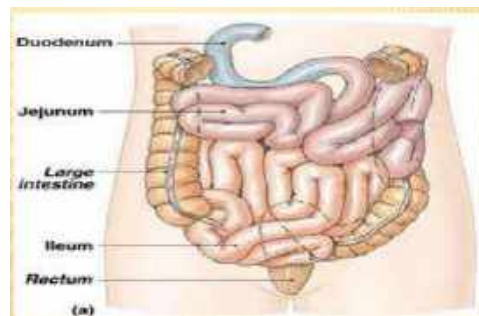


Lambung dapat dibagi menjadi 3 daerah yaitu daerah kardia, fundus, dan pilorus.

- a. Kardia adalah bagian atas, daerah pintu masuk makanan dari kerongkongan.
- b. Fundus adalah bagian tengah Fundus adalah bagian tengah, bentuknya membulat.
- c. Pilorus adalah bagian bawah, daerah yang berhubungan dengan usus 12 jari.

Lambung mempunyai dua otot lingkaran, yaitu otot lingkaran kardia dan otot lingkaran pilorus. Otot lingkaran kardia terletak di bagian atas dan berbatasan dengan bagian bawah kerongkongan. Fungsinya adalah untuk mencegah makanan dari lambung agar tidak kembali ke kerongkongan dan mulut. Otot lingkaran pilorus hanya terbuka apabila makanan telah tercerna di lambung. Di dalam lambung, makanan dicerna secara kimiawi. Dinding lambung berkontraksi, menyebabkan gerak peristaltik. Gerak peristaltik dinding lambung mengakibatkan makanan di dalam lambung teraduk-aduk. Di bagian dinding lambung sebelah dalam terdapat kelenjar yang menghasilkan getah lambung. Getah lambung mengandung asam lambung, serta enzim-enzim lain. Asam lambung berfungsi sebagai pembunuh mikroorganisme dan mengaktifkan enzim pepsinogen menjadi pepsin. Pepsin merupakan enzim yang dapat mengubah protein menjadi molekul yang lebih kecil.

#### d) Usus Halus



Bagian usus ini disebut usus dua belas jari karena panjangnya sekitar 12 jari berjajar parallel. Di dalam dinding usus dua belas jari terdapat muara saluran bersama dari kantong empedu berisi empedu yang dihasilkan oleh hati. Berguna untuk mengemulsikan lemak. Empedu berwarna kehijauan dan berasa pahit. Pankreas terletak di bawah lambung dan menghasilkan getah pankreas. Getah pankreas mengandung enzim amilase, tripsinogen, dan lipase. Amilase mengubah zat tepung menjadi gula. Tripsinogen merupakan enzim yang belum aktif namun dapat diaktifkan terlebih dahulu oleh enzim enterokinase yang dihasilkan

oleh usus halus. Enzim enterokinase mengubah tripsinogen menjadi tripsin yang aktif. Tripsin mengubah protein menjadi peptide dan asam amino. Lipase mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Zat-zat hasil pencernaan tersebut mudah terserap oleh dinding usus melalui proses difusi dan osmosis. Zat-zat yang belum teruraikan dapat memasuki membran sel usus melalui transpor asli.

e) Usus Kosong (Jejunum)

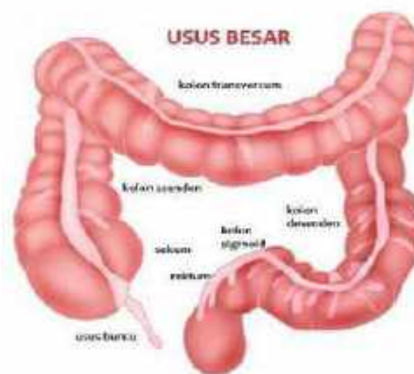
Panjang usus kosong antara 1,5 sampai 1,75 m. di dalam usus ini makanan mengalami pencernaan secara kimiawi oleh enzim yang dihasilkan dinding usus. Usus kosong menghasilkan getah usus yang mengandung lendir dan bermacam-macam enzim. Enzim-enzim tersebut tersebut dapat memecah molekul makanan menjadi lebih sederhana. Di dalam usus ini makanan menjadi bubur yang lumat dan encer.

f) Usus Penyerapan

Usus penyerapan panjangnya antara 0,75 sampai 3,5 m. di dalam usus ini terjadi penyerapan sari-sari makanan. Permukaan dinding ileum dipenuhi oleh jonjot usus atau vili. Jonjot usus menyebabkan permukaan permukaan ileum menjadi luas sehingga proses penyerapan sari makanan dapat berjalan baik. Penyerapan sari makanan oleh usus halus disebut adsorpsi. Makanan yang mengalami pencernaan secara kimiawi adalah karbohidrat, protein, dan lemak. Hasil akhir pencernaan karbohidrat adalah glukosa, protein menjadi asam amino, dan lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Vitamin dan mineral tidak mengalami proses pencernaan. Glukosa, asam amino, vitamin, dan mineral masuk ke dalam pembuluh darah kapiler yang ada dalam jonjot usus. Sari makanan dialirkan bersama makanan melalui pembuluh darah menuju kehati. Glukosa sebagian disimpan dalam hati dalam bentuk glikogen yang tidak larut dalam air. Sebagian sari makanan yang lain di edarkan ke seluruh sel tubuh melalui pembuluh darah. Asam lemak dan gliserol diangkut

melalui pembuluh kil karena ukuran molekulnya cukup besar. Pembuluh kil adalah pembuluh limfa atau pembuluh getah bening yang ada di daerah usus. Selanjutnya pembuluh kil akan bergabung dengan pembuluh kil lainnya dan akhirnya bermuara pada pembuluh getah bening di bawah tulang selangka.

g) Usus Besar, Rektum, dan Anus



Usus besar atau kolon merupakan kelanjutan dari usus halus. Panjang usus besar lebih kurang satu meter. Batas antara usus halus dengan usus besar disebut sekum(usus buntu). Usus buntu memiliki tambahan usus yang disebut umbai cacing (apendiks). Peradangan pada usus tambahan tersebut dinamakan apendisitis dan sering disebut sebagai "sakit usus buntu". Usus besar terdiri atas bagian usus yang naik, bagian mendatar, dan bagian menurun.

Fungsi utama usus besar adalah mengatur kadar air sisa makanan. Jika kadar air yang terkandung dalam sisa makanan berlebihan, kelebihan air akan diserap oleh usus besar. Sebaliknya jika sisa makanan kekurangan air, akan diberi tambahan air. Di dalam usus besar terdapat bakteri pembusuk *Escherichia Coli* yang membusukkan sisa makanan menjadi kotoran. Dengan demikian kotoran menjadi lunak dan mudah dikeluarkan. Bakteri ini pada umumnya tidak mengganggu kesehatan manusia. Bakteri tsb bahkan ada yang menghasilkan vitamin K dan asam

amino tertentu yang berguna bagi manusia. Bagian akhir usus besar disebut poros usus ( rektum ). Panjang rektum lebih kurang 15 cm. Rektum bermuara pada anus. Anus mempunyai dua macam otot, yaitu otot tak sadar dan otot sadar. Pada saat sampai di rektum, semua zat yang berguna telah diserap ke dalam darah. Sisanya berupa makanan yang tidak dapat dicerna, bakteri, dan sel-sel mati dari saluran pencernaan makanan. Campuran bahan-bahan tersebut dinamakan feses. Berbagai penyakit masuk ke tubuh melalui sistem pencernaan makanan. Ini berarti bahwa kebersihan dan kesehatan makanan harus dijaga.

## 2. Gangguan Pada Sistem Pencernaan Manusia

### a) Diare

Apabila kim dari perut mengalir ke usus terlalu cepat maka defekasi menjadi lebih sering dengan feses 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.

### b) Konstipasi (sembelit)

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

### c) Tukak Lambung (ulkus)

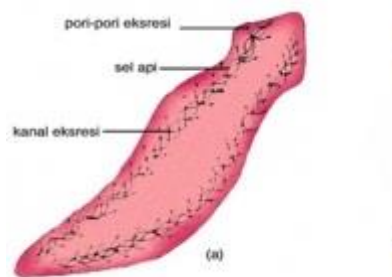
Dinding lambung diselubungi mukus yang didalamnya juga terkandung enzim. Jika pertahanan mukus rusak, enzim pencernaan akan memakan bagian-bagian kecil dari lapisan permukaan lambung. Hasil dari kegiatan ini adalah terjadinya tukak lambung. Tukak lambung menyebabkan berlubangnya dinding lambung sehingga isi lambung

jatuh dirongga perut. Sebagian besar tukak lambung ini disebabkan oleh infeksi bakteri jenis tertentu.

## B. Sistem Pencernaan Pada Hewan

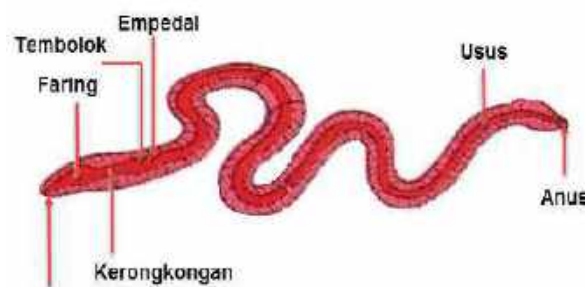
Struktur alat pencernaan berbeda-beda dalam berbagai jenis hewan, tergantung pada tinggi rendahnya tingkat organisasi sel hewan tersebut serta jenis makanannya. Pada hewan invertebrata alat pencernaan makanan umumnya masih sederhana, dilakukan secara fagositosis dan secara intrasel, sedangkan pada hewan-hewan vertebrata sudah memiliki alat pencernaan yang sempurna yang dilakukan secara ekstrasel, (Fitri, 2010).

### 1. 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.

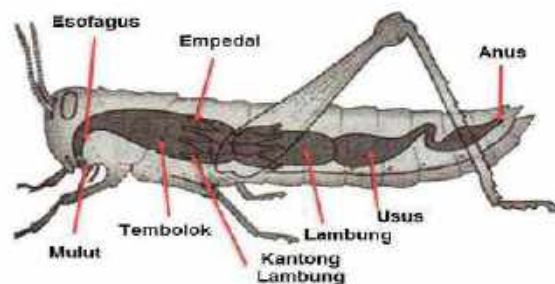
Sistem pencernaan pada cacing tanah





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.

a. Sistem Pencernaan pada Serangga

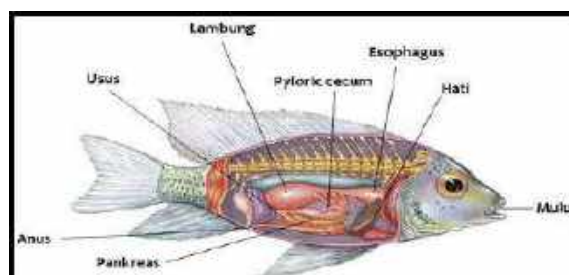


Sebagaimana pada cacing tanah, serangga memiliki sistem pencernaan makanan yang sudah sempurna, mulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus sampai anus. Pencernaan pada serangga dilakukan secara ekstrasel.

2. Sistem Pencernaan pada 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 kehijauary 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

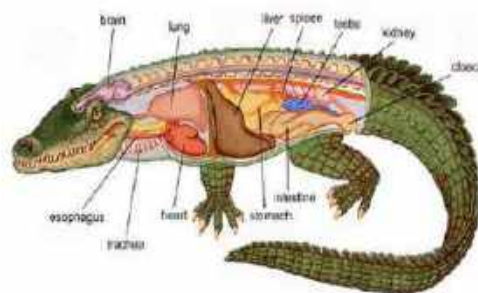


Sistem pencernaan makanan pada amfibi, hampir sama dengan ikan, meliputi saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. salah satu binatang amphi adalah katak. Makanan katak berupa hewan-hewan kecil (serangga). Secara berturut-turut saluran pencernaan pada katak meliputi:

- a) Rongga mulut: terdapat gigi berbentuk kerucut untuk memegang mangsa dan lidah untuk menangkap mangsa,
- b) Esofagus; berupa saluran pendek,
- c) 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,
- d) Intestinum (usus): dapat dibedakan atas usus halus dan usus tebal. Usus halus meliputi: duodenum, jejunum, dan ileum, tetapi belum jelas batas-batasnya.
- e) Usus tebal berakhir pada rektum dan menuju kloaka, dan
- f) 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.

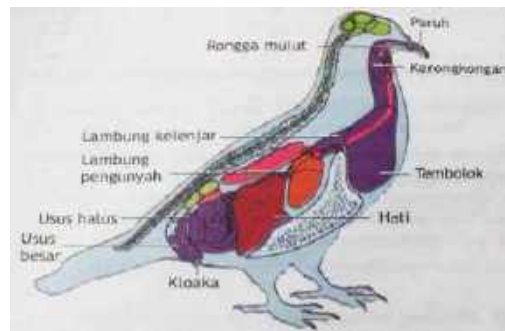
#### c. Sistem Pencernaan Pada Reptil



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:

- 1) 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.
- 2) Esofagus ( Kerongkongan )
- 3) Ventrikulus (lambung)
- 4) Intestinum

#### 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:

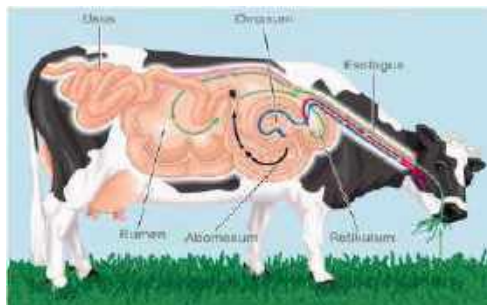
- 1) Paruh: merupakan modifikasi dari gigi,
- 2) Rongga mulut: terdiri atas rahang atas yang merupakan penghubung antara rongga mulut dan tanduk,
- 3) Faring: berupa saluran pendek, esofagus: pada burung terdapat pelebaran pada bagian ini disebut tembolok, berperan sebagai tempat penyimpanan makanan yang dapat diisi dengan cepat.
- 4) 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*",
- 5) 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.

d. 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:

- 1) 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%. 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 pembersukan yang dilakukan oleh bakteri terjadi pada sekum yang banyak mengandung bakteri. Proses fermentasi pada sekum tidak seefektif fermentasi yang terjadi di lambung. 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.

## **Kesimpulan**

Berdasarkan pemaparan di atas dapat ditarik simpulan sebagai berikut.

- 1) Organ-organ yang terlibat dalam system pencernaan makanan meliputi mulut, faring(tekak), kerongkongan atau esofagus, lambung, usus halus, dan usus besar
- 2) Kelenjar pencernaan meliputi hati (hepar) dan pankreas
- 3) Gangguan pada sistem pencernaan meliputi Gastritis, pankreatitis, kontipatis, diare, flaktus, dan tukak lambung

## EVALUASI

1. Apa yang dimaksud dengan saluran pencernaan pada manusia ?
2. Sebutkan pembagian yang terdapat di dalam lambung !
3. Sebutkan dan jelaskan gangguan yang terjadi pada sistem pencernaan manusia!
4. Apa yang dimaksud dengan system pencernaan pada hewan ?
5. Sebutkan secara urut saluran pencernaan pada katak ?



## SISTEM PERNAPASAN PADA MANUSIA DAN HEWAN

### A. Pengertian Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan adalah pertukaran gas antara makhluk hidup (organisme) dengan lingkungannya. Secara umum, pernapasan dapat diartikan sebagai proses menghirup oksigen dari udara serta mengeluarkan karbon dioksida dan uap air. Dalam proses pernapasan, oksigen merupakan zat kebutuhan utama. Oksigen untuk pernapasan diperoleh dari udara lingkungan sekitar.

### B. Sistem Pernapasan Pada Manusia

Sistem respirasi atau sistem pernapasan mencakup semua proses pertukaran gas yang terjadi antara atmosfer melalui rongga hidung - laring - trakea - bronkus - paru-paru - alveolus - sel-sel melalui dinding kapiler darah. Respirasi terdiri dari dua macam:

- Respirasi eksternal adalah pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> antara alveoli paru-paru dengan darah kapiler di sekitar alveoli.
- Respirasi internal adalah pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> antara darah di kapiler tubuh dengan sel-sel jaringan tubuh.

#### 1. Organ–organ pada pernapasan manusia

Alat pernapasan manusia dilakukan melalui alat respirasi yang terdiri dari hidung, laring (pangkal tenggorokan), trakea (batang tenggorokan), bronkus (cabang batang tenggorokan), dan pulmo (paru-paru).



a. Rongga Hidung

Hidung memiliki tiga fungsi utama, yaitu menghangatkan udara, melembabkan udara, dan menyaring udara. Di dalam rongga hidung terdapat rambut-rambut halus yang dan selaput lendir yang berfungsi untuk menyaring udara yang masuk dan mengeluarkan partikel-partikel.

b. Laring (pangkal tenggorokan)

Pada bagian belakang rongga hidung terdapat daerah yang disebut faring (tekak). Faring merupakan lanjutan dari saluran hidung yang meneruskan udara ke laring. Laring terdiri dari lempengan-lempengan tulang rawan. Bagian dalam dindingnya digerakan oleh otot untuk menutup serta membuka glotis. Glotis adalah lubang mirip celah yang menghubungkan faring dengan trakea. Pada laring juga dapat selaput udara yang akan bergetar jika ada udara yang melaluinya, misalnya pada saat kita berbicara, laring memiliki katup yang disebut epiglotis (anak tekak). Epiglotis selalu dalam keadaan terbuka, dan hanya menutup jika ada makanan yang masuk ke kerongkongan.

c. Trakea (batang tenggorokan)

Trakea tersusun dari cincin tulang rawan yang terletak di depan tulang kerongkongan dan berbentuk pipa. Bagian dalam trakea licin dilapisi oleh selaput lendir dan mempunyai lapisan yang terdiri dari sel-sel bersilia. Lapisan bersilia ini berfungsi untuk menahan debu atau kotoran dalam udara agar tidak masuk ke dalam paru-paru.

d. Bronkus (cabang batang tenggorokan)

Bronkus merupakan bagian yang menghubungkan paru-paru dengan trakea. Bronkus terdapat di paru-paru kanan dan kiri. Setiap bronkus terdiri dari lempengan tulang rawan dan dindingnya terdiri dari otot halus. Bronkus bercabang cabang lagi yang disebut bronkiolus. Dinding bronkiolus tipis dan tidak bertulang rawan.

e. Pulmo (paru-paru)

Paru-paru adalah alat pernapasan yang terletak di dalam rongga dada dan di atas diafragma. Diafragma adalah sekat rongga badan yang

membatasi rongga dada dan rongga perut. Paru-paru diselubungi oleh selaput elastis yang di sebut pleura. Paru-paru terdiri dari dua bagian, yaitu paru-paru kiri dan paru-paru kanan. Paru-paru kiri terdiri dari dua gelambir, sedangkan paru-paru kanan terdiri tiga gelambir. Di dalam paru-paru terdapat bronkus dan bronkiolus. Bronkiolus paru-paru bercabang-cabang lagi membentuk saluran-saluran halus. Saluransaluran halus ini berakhir pada gelembung-gelembung halus atau gelembung paru-paru yang disebut alveolus (alveoli = jamak). Dinding alveolus sangat tipis, namun elastis dan mengandung kapiler-kapiler darah. Pada dinding alveolus terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida.

## 2. Mekanisme Pernapasan

Proses pernapasan pada manusia dapat terjadi secara sadar maupun tidak sadar. Dalam pernapasan selalu terjadi dua siklus, yaitu inspirasi (menghirup udara) dan ekspirasi (menghembuskan udara). Berdasarkan cara melakukan inspirasi dan ekspirasi serta tempat terjadinya, manusia dapat melakukan dua mekanisme pernapasan, yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut.

- Pernapasan Dada



- Inspirasi terjadi apabila otot antartulang rusuk luar berkontraksi maka tulang-tulang rusuk terangkat sehingga volume rongga dada membesar. Keadaan tersebut mengakibatkan tekanan dalam rongga dada lebih kecil daripada tekanan udara di luar tubuh. Akibatnya, udara di luar yang mempunyai tekanan lebih besar masuk ke paru-paru.

- b. Ekspirasi terjadi apabila otot anatartulang rusuk luar berelaksasi maka tulang-tulang rusuk kembali ke posisi semula sehingga volume rongga dada mengecil. Keadaan tersebut mengakibatkan tekanan dalam rongga dada lebih besar daripada tekanan udara di luar tubuh. Akibatnya, udara dalam rongga dada keluar dari paru-paru.

- Pernapasan Perut



- a. Inspirasi terjadi apabila otot diafragma berkontraksi maka posisi diafragma akan mendatar. Keadaan tersebut mengakibatkan volume rongga dada membesar sehingga tekanan udara di dalamnya mengecil. Akibatnya, udara masuk ke paru-paru.
- b. Ekspirasi terjadi apabila otot diafragma berelaksasi dan dinding perut berkontraksi maka isi rongga perut akan terdesak ke arah diafragma. Keadaan tersebut mengakibatkan posisi diafragma akan cekung ke arah rongga dada. Akibatnya, rongga dada mengecil dan tekanannya meningkat sehingga udara terdorong keluar dari paru-paru.

### 3. Volume Udara Pernapasan

Volume udara pernapasan adalah volume udara pernapasan yang keluar masuk melalui sistem pernapasan. Volume udara pernapasan dapat dibedakan menjadi beberapa macam seperti berikut.

- a. Volume Tidal (*tidal volume*)

Volume tidal adalah volume udara pernapasan biasa, besarnya kurang lebih 500 cc atau 500 mL.

- b. Volume Cadangan Inspirasi (*inspiratory reserve volume*)

Volume cadangan inspirasi atau udara komplementer adalah volume udara yang masih dapat dimasukkan secara maksimal setelah

melakukan inspirasi biasa, biasanya kurang lebih 1.500 cc atau 1.500 mL.

c. Volume Cadangan Ekspirasi (*expiratory reserve volume*)

Volume cadangan ekspirasi atau udara suplemen adalah volume udara yang masih dapat dikeluarkan secara maksimal setelah melakukan ekspirasi biasa, besarnya kurang lebih 1.500 cc atau 1.500 mL.

d. Volume Sisa / Residu (*residual volume*)

Volume sisa / residu adalah volume udara yang masih tersisa di dalam paru-paru setelah melakukan ekspirasi maksimal, besarnya kurang lebih 1.000 cc atau 1.000 mL.

e. Kapasitas Vital (*vital capacity*)

Kapasitas vital adalah volume udara yang dapat dikeluarkan semaksimal mungkin setelah melakukan inspirasi maksimal, besarnya kurang lebih 3.500 cc atau 3.500 mL. Kapasitas vital merupakan jumlah dari volume tidal ditambah volume cadangan inspirasi dan volume cadangan ekspirasi.

f. Volume Total Paru- Paru (*total lung volume*)

Volume total paru-paru adalah volume udara yang dapat ditampung paru-paru semaksimal mungkin, besarnya kurang lebih 4.500 cc atau 4.500 mL. Volume total paru-paru merupakan jumlah dari volume sisa ditambah kapasitas vital.

#### **4. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Pernapasan Manusia**

Beberapa kelainan dan penyakit pada sistem pernapasan manusia antara lain sebagai berikut.

a. Faringitis

Faringitis merupakan peradangan pada faring sehingga timbul rasa nyeri pada waktu menelan makanan ataupun kerongkongan terasa kering. Gangguan ini disebabkan oleh infeksi bakteri atau virus dan dapat juga disebabkan terlalu banyak merokok.

b. Pneumonia

Pneumonia adalah peradangan paru-paru dimana alveolus biasanya berisi cairan dan eritrosit yang berlebihan. Penyakit ini dimulai dengan infeksi bakteri dalam alveolus, yaitu membran paru-paru mengalami peradangan dan berlubang-lubang sehingga cairan dan eritrosit masuk ke dalam alveolus. Dengan demikian, alveolus terinfeksi oleh cairan dan eritrosit. Infeksi disebarkan oleh bakteri dari satu alveolus ke alveolus lain hingga dapat meluas ke seluruh lobus bahkan seluruh paru-paru.

c. Bronkitis

Bronkitis adalah peradangan pada bronkus atau bronkiolus. Gejala penyakit ini adalah batuk-batuk, demam, dan sakit di bagian dada. Bronkitis disebabkan oleh virus, bakteri, merokok, menghirup bahan kimia pencemar, atau debu. Penyebab-penyebab ini akan mengiritasi silia (rambut-rambut halus) yang terdapat dalam bronkus dan bronkiolus. Silia yang teriritasi akan berhenti fungsinya. Akibatnya, kotoran akan menumpuk di bronkus atau bronkiolus dan iritasi semakin meluas. Kotoran yang menumpuk menyebabkan dikeluarkannya lendir (mukus) secara berlebih. Inilah yang menyebabkan batuk-batuk pada penderita bronkitis. Jika bronkitis sudah parah, penderita harus segera ditangani dokter untuk pengobatannya (Saktiyono, 2007).

d. Asma

Asma ditandai dengan kontraksi yang kaku dari bronkiulus yang menyebabkan kesukaran bernapas. Asma biasanya disebabkan oleh hipersensitifitas bronkiolus terhadap benda asing di udara. Pada penderita di bawah usia 30 tahun, asma kira-kira 70% disebabkan oleh hipersensitivitas alergi, terutama hipersensitivitas terhadap tumbuhan. Pada penderita yang lebih tua, kira-kira 70% asma disebabkan karena alergi pada bahan kimia dan kabut atau debu.

e. Dipteri

Dipteri merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium diphtherial* yang dapat menimbulkan penyumbatan pada

rongga faring (faringitis) maupun laring oleh lendir yang dihasilkan bakteri tersebut.

f. Asfiksi

Asfiksi adalah gangguan dalam pengangkutan oksigen ke jaringan yang disebabkan terganggunya fungsi paru-paru, pembuluh darah, ataupun jaringan tubuh. Misalnya alveolus terisi air karena seseorang tenggelam. Gangguan lain adalah keracunan karbon monoksida yang disebabkan karena hemoglobin lebih mengikat karbon monoksida sehingga pengangkutan oksigen dalam darah berkurang.

g. Tuberkulosis (TBC)

Tuberkulosis merupakan penyakit spesifik yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini dapat menyerang semua organ tubuh, tetapi yang paling sering adalah paru-paru dan tulang. Pada tuberkulosis bakteri menyebabkan reaksi jaringan yang aneh dalam paru-paru. Daerah yang terinfeksi akan diserang oleh makrofag, sehingga daerah tersebut rusak dan akan dikelilingi oleh jaringan fibrotic untuk membentuk tonjolan yang disebut tuberkel. Proses ini membantu membatasi penyebaran tuberkel yang mengandung bakteri dalam paru-paru. Akan tetapi, hampir 3% dari seluruh penderita tuberkulosis tidak terbentuk proses pembatasan (pendinginan) ini, sehingga tuberkel yang berisi bakteri menyebar ke seluruh paru-paru. Pada stadium lanjut akan menyebabkan:

- ✓ Peningkatan kerja sebagian otot pernapasan yang berfungsi untuk pertukaran udara paru-paru.
- ✓ Mengurangi kapasitas vital dan apasitas pernapasan
- ✓ Mengurangi luas permukaan membran pernapasan, yang akan meningkatkan ketebalan membran pernapasan sehingga menimbulkan penurunan kapasitas difusi paru-paru.

### C. Sistem Pernapasan Hewan

Mekanisme pernapasan pada hewan bergantung pada sifat lingkungannya, yaitu lingkungan perairan atau daratan. Daratan lebih banyak mengandung oksigen daripada perairan, sehingga sistem pernapasan antara hewan yang hidup di air dengan hewan yang hidup di darat berbeda. Pernapasan pada hewan ada yang melalui difusi langsung melalui sel-sel permukaan tubuh. Ada pula yang menggunakan alat khusus, misalnya insang, kulit, trakea, dan paru-paru.

#### 1. Sistem Pernapasan Porifera



Pada porifera, sistem pernapasan masih sangat sederhana. Air yang mengandung oksigen terlarut masuk melalui pori-pori tubuhnya. Selanjutnya, oksigen masuk melalui sel-sel permukaan tubuhnya, yaitu koanosit secara difusi. Di dalam mitokondria pada sel koanosit, oksigen digunakan untuk mengurai molekul organik menjadi molekul anorganik yang disertai pelepasan karbon dioksida. Selanjutnya, molekul-molekul karbon dioksida yang terlarut dalam air akan bergerak berlawanan arah menuju membran sel dan keluar menuju spongosol. Air dalam spongosol digerakkan oleh flagelum sel koanosit dan mengalir keluar melalui oskulum.

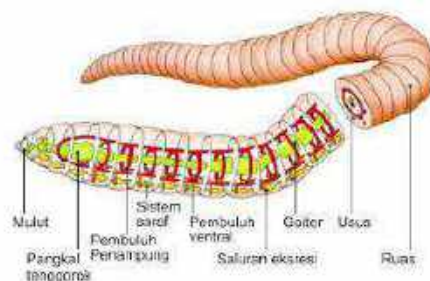


## 2. Sistem Pernapasan Coelenterata



Pada sistem ini pertukaran gas terjadi secara difusi pada sel di luar permukaan tubuh yang bersentuhan dengan air. Pada pernapasannya, Coelenterata memiliki alat bantu berupa lekukan jaringan yang terdapat pada gastrodermis, disebut sifonoglifa.

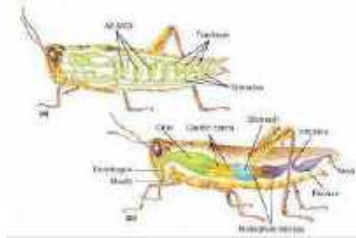
## 3. Sistem Pernapasan Cacing



Cacing belum memiliki alat pernapasan khusus. Oksigen berdifusi ke dalam kapiler darah yang terdapat pada kulit, melalui permukaan kulit yang lembap. Oksigen akan diikat oleh hemoglobin yang terkandung dalam darah cacing untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Gas hasil respirasi, yaitu karbon dioksida dikeluarkan dari tubuh juga melalui permukaan kulitnya. Karena pernapasan cacing dilakukan melalui permukaan tubuhnya (integumen), pernapasan cacing disebut pernapasan integumenter.

Pertukaran gas pada cacing lebih mudah terjadi pada permukaan kulit yang lembab, sehingga cacing hidup di tempat yang lembab. Habitat yang lembab menjaga permukaan tubuhnya tetap lembab (basah)

#### 4. Sistem Pernapasan Serangga



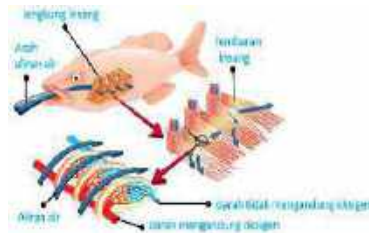
Pada serangga, pertukaran gas dari jaringan dengan udara di lingkungan dilakukan dengan menggunakan trakea (anyaman tabung-tabung yang berisi udara), sehingga disebut sistem pembuluh trakea. Sistem pembuluh trakea merupakan sistem pernapasan yang paling sederhana dan paling efisien. Sistem pernapasan ini terdiri dari suatu sistem tabung udara (trakea) yang bercabang-cabang (trakeola) dan setiap cabang akan bercabang lagi, sehingga dapat menjangkau hampir semua bagian tubuh. Saluran percabangan yang paling ujung akan tenggelam ke dalam membran sel pada sel-sel tubuh.

Mekanisme pernapasan sistem pembuluh darah trakea adalah sebagai berikut. Pertukaran udara dilakukan melalui lubang-lubang pernapasan, yang disebut spirakel dan stigma. Spirakel pada segmen pertama dan ketiga, masing-masing terdapat satu pasang pada tiap sisi toraks (dada) dan delapan pasang lainnya terdapat pada setiap sisi abdomen. Spirakel dilindungi oleh bulu-bulu halus yang berfungsi menahan debu benda asing lainnya dari udara sebelum masuk ke dalam trakea. Spirakel dilindungi oleh katup yang dikontrol oleh otot sehingga dapat mengatur membuka dan menutupnya spirakel. Jika otot berkontraksi, spirakel terbuka dan trakea mengembang sehingga udara dari luar dapat masuk ke dalam trakea. Dari trakea, udara masuk ke trakeola kemudian ke seluruh tubuh dan akhirnya sampai ke membran plasma sel dan oksigen akan berdifusi.

Karbon dioksida hasil respirasi dibawa melalui sistem trakea yang akhirnya dikeluarkan melalui spirakel pada saat otot berelaksasi sehingga trakea mengempis. Dengan mekanisme pernapasan seperti itu, maka oksigen ataupun karbon dioksida tidak diedarkan melalui darah, melainkan melalui pembuluh trakea. Oleh sebab itu, pembuluh darah serangga hanya berfungsi mengangkut sari-sari makanan dan hormon.

Kebanyakan serangga hidup di darat, tetapi ada beberapa serangga pada masa larvanya hidup di air, misalnya capung. Larva capung bernapas menggunakan insang trakea, yaitu berupa insang yang sangat halus dan berfungsi mengikat oksigen yang terlarut di dalam air dengan cara difusi. Insang trakea tersebut hanya berfungsi saat larva, kemudian akan mereduksi dan hilang setelah serangga tersebut pindah ke darat.

## 5. Sistem Pernapasan Ikan



Alat pernapasan ikan adalah insang. Untuk pernapasannya, ikan mengambil oksigen yang terlarut dalam air. Ikan mengambil oksigen yang terlarut dalam air. Ikan digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu ikan yang memiliki tutup insang dan ikan yang tidak memiliki tutup insang. Mekanisme pernapasan ikan yang memiliki tutup insang yaitu pada fase inspirasi, air dimasukkan ke dalam rongga mulut. Rongga mulut akan membesar. Membesarnya rongga mulut disebabkan oleh adanya gerakan ke samping tutup insang. Pada fase ekspirasi, setelah air masuk rongga mulut, celah mulut tertutup. Tutup insang kembali pada kedudukan semula, diikuti gerakan selaput ke samping sehingga celah insang terbuka. Terbukanya celah insang menyebabkan air keluar. Air

yang keluar melalui celah-celah insang akan menyentuh lembaran-lembaran insang. Lembaran insang banyak mengandung kapiler darah, sehingga di bagian inilah terjadi pertukaran gas, yaitu darah mengikat oksigen dan melepaskan karbon dioksida, (Saktiyono, 2007).

## 6. Sistem Pernapasan Katak



Lingkungan hidup yang mengalami perubahan, menyebabkan katak memiliki alat pernapasan yang terdiri dari insang, kulit, dan paru-paru. Pada fase larva hingga 20 hari, alat pernapasan katak adalah tiga pasang insang luar yang terletak di belakang kepalanya. Insang luar terdiri dari lembaran-lembaran halus yang banyak mengandung kapiler darah. Jika insang luar bergetar, air di sekelilingnya akan bersirkulasi sehingga oksigen yang larut dalam air akan berdifusi ke dalam kapiler darah.

Bersamaan dengan pertumbuhan berudu, terbentuk celah insang dan insang dalam yang dilengkapi dengan tutup insang. pada metamorfosis katak, berudu akan berubah menjadi katak dewasa. Pada katak dewasa, celah insangnya akan tertutup sehingga katak dewasa bernapas dengan menggunakan paru-paru.

Selain dengan paru-paru, katak dewasa bernapas dengan kulit. Katak bernapas dengan kulit saat di air. Kulit katak sangat tipis dan basah sehingga memudahkan difusi gas. Selain itu, pada kulit katak banyak terdapat pembuluh kapiler.

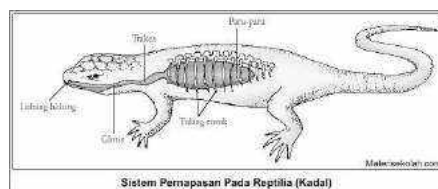
Paru-paru pada katak berupa dua kantung berdinding tipis dan elastis yang banyak mengandung kapiler darah, serta terletak dalam rongga badan. Paru-paru berhubungan dengan rongga mulut melalui sebuah

lubang, yang disebut glotis. Kedua kantung paru-paru tersebut saling berhubungan dengan bronkus (percabangan paru-paru) pendek.

Katak tidak memiliki tulang rusuk dan diafragma (sekat antara dada dan perut) sehingga mekanisme pernapasan dilakukan oleh otot rahang bawah, otot *sterno hioideus* (otot yang terletak antara tulang dada dan tulang hioid, tulang yang terdapat di faring) dan otot *genio hioideus* (otot yang terletak antara rahang bawah dan tulang hioid) yang bekerja secara antagonis.

Mekanisme pernapasan katak saat menggunakan paru-paru terdiri dari dua fase, yaitu fase inspirasi dan fase ekspirasi. Kedua fase tersebut berlangsung dengan keadaan mulut tertutup. Fase inspirasi, yaitu fase pengambilan udara diawali dengan keadaan otot rahang bawah yang mengendur. Sementara itu, otot *sterno hioideus* berkontraksi sehingga rongga mulut membesar, kemudian udara masuk ke dalam rongga mulut melalui koane (celah yang menghubungkan mulut dan hidung) menuju tenggorokan. Selain itu, otot *genio hioideus* berkontraksi, sehingga rongga mulut menjadi mengecil. Tekanan dalam rongga mulut meningkat dan celah faring terbuka, sehingga udara masuk ke paru-paru. Di dalam paru-paru terjadi pertukaran gas, yaitu oksigen diikat oleh kapiler dinding paru-paru. Fase ekspirasi diawali dengan kontraksi otot *sterno hioideus* dan otot perut, sehingga rongga perut mengecil dan paru-paru tertekan. Dengan demikian, udara dari paru-paru yang mengandung karbon dioksida keluar melalui koane.

## 7. Sistem Pernapasan Reptil



Reptil bernapas dengan paru-paru. Udara masuk dari lubang hidung ke trakea, selanjutnya menuju paru-paru. Darah mengikat oksigen dan melepaskan karbon dioksida. Karbon dioksida bersama uap air dikeluarkan dari paru-paru. Sementara itu, oksigen diedarkan oleh darah ke seluruh jaringan tubuh, (Saktiyono, 2007)

Reptil memiliki kulit yang bersisik atau kering sehingga sulit ditembus oleh air. Cairan yang hilang melalui kulit sangat sedikit sehingga reptil dapat bertahan hidup pada habitat yang kering. Alat pernapasan reptil adalah paru-paru. Paru-paru reptil dikelilingi oleh rongga dada yang dilindungi oleh tulang rusuk. Tulang-tulang rusuk ini dapat merapat dan merenggang secara bergantian.

Mekanisme pernapasan reptil terdiri dari fase inspirasi dan ekspirasi. Saat fase inspirasi, tulang rusuk merenggang dan volume rongga dada meningkat, sehingga paru-paru yang kosong akan terisi oleh udara yang banyak mengandung oksigen. Pada fase ekspirasi tulang rusuk akan merapat, sehingga udara yang mengandung karbon dioksida dan uap air akan terdesak keluar dari paru-paru.

## 8. Sistem Pernapasan Burung



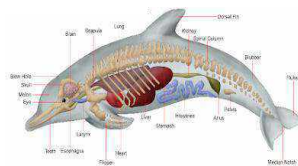
Burung bernapas dengan paru-paru. Burung memiliki alat bantuan pernapasan berupa pundi-pundi udara. Alat pernapasan burung terdiri dari lubang hidung, laring, trakea, bronkus, paru-paru, dan pundi-pundi udara. Pernapasan burung pada saat terbang berbeda dengan pernapasan saat istirahat (tidak terbang). Pernapasan burung saat istirahat adalah sebagai berikut. Pada saat rongga dada membesar, menyebabkan paru-paru mengembang sehingga udara dari luar masuk ke paru-paru melalui alat pernapasan. Udara dari luar yang masuk ke pundi-pundi udara

berfungsi sebagai oksigen cadangan. Pada saat ekspirasi, rongga dada mengecil kembali. Mengecilnya rongga dada menyebabkan paru-paru juga mengecil. Akibatnya, oksigen di dalam pundi-pundi udara dikeluarkan melalui paru-paru. Oksigen akan diikat oleh darah dalam pembuluh kapiler paru-paru. Jadi, pengikatan oksigen berlangsung pada saat inspirasi maupun ekspirasi.

Ketika terbang dan mengepakkan sayapnya, burung tidak menghirup udara melalui hidung. Hal ini disebabkan tulang-tulang ada dan tulang-tulang rusuk merupakan pangkal pelekatan dari otot-otot yang berfungsi untuk terbang. Inspirasi dan ekspirasi tidak dilakukan dengan paru-paru seperti ketika istirahat. Inspirasi dan ekspirasi pada saat burung terbang dilakukan oleh pundi-pundi udara. Udara yang masuk ke paru-paru berasal dari udara cadangan yang terdapat pada pundi-pundi udara.

Dengan demikian, selama terbang burung dapat memenuhi kebutuhan oksigennya. Pada waktu-waktu tertentu burung melayang tanpa mengepakkan sayapnya. Pada waktu itu burung akan menghirup udara melalui hidung dan mengisi kembali pundi-pundi udaranya, (Saktiyono, 2007)

#### 9. Sistem Pernafasan Mamalia



Proses sistem pernapasan hewan mamalia secara umum sama persis dengan sistem respirasi pada manusia. Hewan yang termasuk dalam hewan mamali merupakan hewna yang berkembang biak dengan cara melahirkan dan menyusui anaknya seperti kucing, anjing, sapi, dll. Secara umum, proses pernapasan hewan mamalia ini sama persis dengan manusia, dimana melalui rongga hidung, laring, trakea, brokuns, hingga paru-paru. Pada waktu hewan mamalia menarik napas, maka secara otomatis otot diafragma akan berkontraksi.

Akibatnya otot-otot tulang rusuk juga akan berkontraksi sehingga rongga dada mengembang. Mengembangnya rongga dada akan membuat tekanan rongga dada menjadi berkurang sehingga udara yang dihirup melalui hidung akan masuk ke dalam paru-paru dan membuat paru-paru mengembang. Proses ini dinamakan fase inspirasi pernapasan dada. Selanjutnya fase ekspirasi pernapasan dada yang ditandai oleh pelepasan udara melalui hidung. Proses ini disebabkan oleh melemasnya otot diafragma dan otot tulang rusuk serta dibantu oleh kontraksi dari otot perut. Melemasnya otot diafragma membuat otot diafragma ini akan melengkung ke atas, sedangkan tulang rusuk akan menurun yang mengakibatkan rongga dada mengecil dan tekanannya naik. Meningkatnya tekanan rongga dada ini akan membuat udara keluar dari paru-paru melalui sistem pernapasan.



## Kesimpulan

Sistem pernapasan adalah pertukaran gas antara makhluk hidup (organisme) dengan lingkungannya. Secara umum, pernapasan dapat diartikan sebagai proses menghirup oksigen dari udara serta mengeluarkan karbon dioksida dan uap air. Dalam proses pernapasan, oksigen merupakan zat kebutuhan utama. Oksigen untuk pernapasan diperoleh dari udara lingkungan sekitar.

Sistem respirasi atau sistem pernapasan mencakup semua proses pertukaran gas yang terjadi antara atmosfer melalui rongga hidung - laring - trakea - bronkus - paru-paru - alveolus - sel-sel melalui dinding kapiler darah. Sistem pernapasan berfungsi untuk memasukkan oksigen ke sel-sel tubuh. Oksigen digunakan oleh sel tubuh untuk membakar sari-sari makanan supaya dihasilkan tenaga. Tenaga berguna untuk melakukan segala aktivitas hidup. Udara yang dihasilkan dari proses pembentukan energi ini adalah karbon dioksida.

Alat respirasi pada hewan bervariasi antara hewan yang satu dengan hewan yang lain, ada yang berupa paru-paru, insang, kulit, trakea, dan paru-paru buku, bahkan beberapa organisme yang belum mempunyai alat khusus sehingga oksigen berdifusi dari lingkungan ke dalam tubuh.

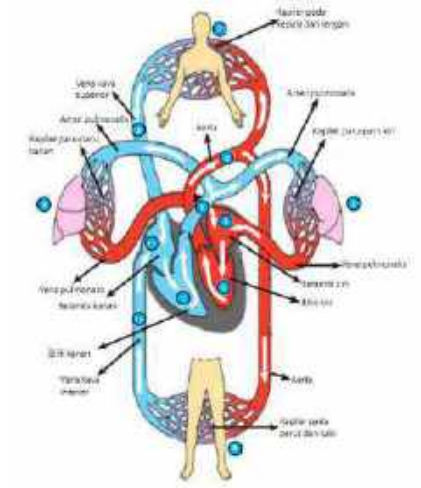
## EVALUASI

1. Apa yang dimaksud dengan sistem pernapasan ?
2. Sebutkan 2 (dua) respirasi yang terdapat pada manusia !
3. Sebutkan dan jelaskan organ-organ yang terdapat pada pernapasan manusia !
4. Sebutkan sistem pernapasan yang dapat dilakukan hewan ?
5. Sebutkan kelainan dan penyakit pada sistem pernapasan manusia !

# SISTEM PEREDARAN DARAH PADA MANUSIA DAN HEWAN

## A. Pengetian Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran dalam bahasa medis sering disebut dengan sistem kardiovaskular. Sistem peredaran manusia termasuk dalam sistem peredaran darah ganda. Alasan disebut sebagai sistem peredaran darah ganda disebabkan peredaran darah melalui jantung sebanyak dua kali. Sehingga, terdapat dua sistem peredaran darah, yaitu peredaran darah kecil dan peredaran darah besar. Skema sistem peredaran darah dapat dilihat pada gambar dibawah.



## B. Fungsi Sistem Peredaran Darah Manusia

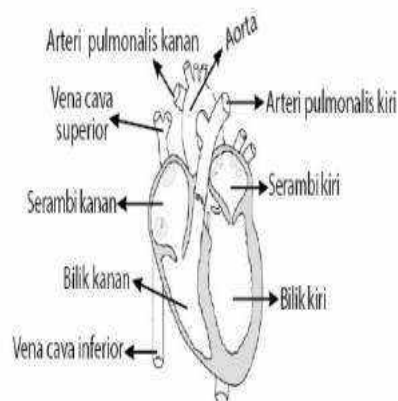
Fungsi dari sistem peredaran darah pada manusia adalah sebagai sarana untuk menyalurkan berbagai zat dari dan menuju sel-sel tubuh, mengangkut sari makanan dan oksigen, berperan dalam berlangsungnya metabolisme pada tubuh, menjaga keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga keseimbangan pH tubuh.

Organ tubuh yang berperan penting dalam peredaran darah adalah jantung. Hal ini sesuai dengan fungsi utama jantung yang berperan memompa darah ke seluruh tubuh.

## Organ Pemompa Darah

### 1. Jantung

Salah satu organ yang berperan penting dalam peredaran darah adalah jantung. Jantung terdiri dari 4 ruang yaitu bilik kanan (ventrikel dexster), bilik kiri (ventrikel sinister), serambi kanan (atrium dexster), dan serambi kiri (atrium sinister). Letak bagian-bagian jantung dapat dilihat pada gambar di bawah.



#### Fungsi jantung:

- ⊙ Memompa darah melalui pembuluh darah ke seluruh tubuh.
- ⊙ Memompa darah ke paru-paru untuk mengambil oksigen.
- ⊙ Menerima darah dari seluruh tubuh.
- ⊙ Membantu membuang limbah sisa metabolisme berupa gas  $CO_2$ .

## C. Skema Peredaran Darah Pada Manusia



### 1. Peredaran Darah Kecil

Peredaran darah kecil adalah peredaran darah yang dimulai dari jantung ke paru-paru kemudian kembali lagi ke jantung. Proses peredaran darah melewati bagian-bagian tertentu. Darah dari bilik kanan menuju arteri pulmonalis (darah kaya CO<sub>2</sub>) kemudian diteruskan ke paru-paru, selanjutnya menuju vena pulmonalis, di mana darah banyak mengandung O<sub>2</sub>, dan berakhir ke serambi kiri. Darah dari serambi kiri kemudian akan diteruskakan ke bilik kiri yang selanjutnya akan mengikuti sistem peredaran darah besar.

## **2. Peredaran Darah Besar**

Aliran darah pada peredaran darah besar dimulai dari jantung ke seluruh tubuh dan kembali lagi ke jantung. Seperti terlihat pada gambar di bawah. Aliran darah dimulai dari bilik kiri menuju aorta kemudian diedarkan ke seluruh tubuh, selanjutnya menuju vena kava superior/inferior, dimana darah kaya CO<sub>2</sub>, dan peredaran darah besar berakhir di serambi kanan. Darah dari serambi kanan akan menuju bilik kanan yang kemudian akan mengikuti sistem peredaran darah kecil.

## **D. Sistem peredaran darah pada hewan**

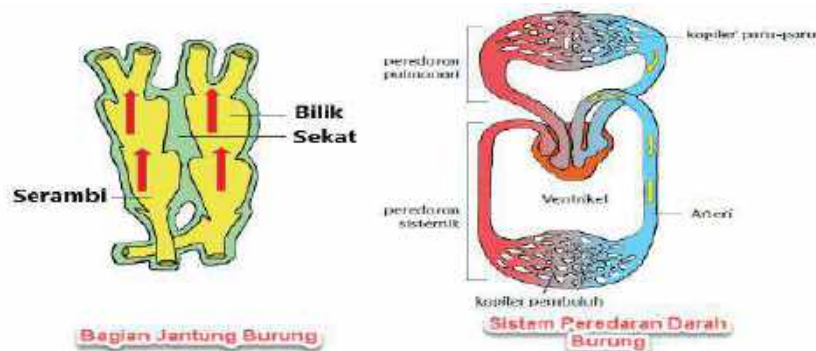
### **Peredaran darah pada burung**

Secara umum, sistem peredaran darah pada hewan dibagi dua bagian. Ada peredaran darah terbuka dan tertutup. Pada sistem peredaran darah terbuka, tekanan darah yang dihasilkan dari kontraksi jantung cukup rendah oleh karena itu sari makanan yang terdorong akan mengalir lebih lambat. Contoh sistem peredaran darah terbuka terdapat pada cacing dan serangga seperti belalang.

Sistem peredaran darah tertutup, jantung akan memompa darah secara terus-menerus, sehingga tekanan yang didapatkan tetap stabil. Hal ini akan mendorong darah keluar dengan lebih kuat dari pembuluh darah dan memasuki organ jantung dengan kecepatan yang baik. Dalam sistem peredaran darah tertutup, darah akan mengalir mulai dari jantung menuju ke wilayah pembuluh

kapiler dan kembali lagi ke organ jantung hewan. Sistem peredaran darah tertutup memiliki sejumlah kelebihan dibandingkan sistem peredaran terbuka.

Kelebihan sistem peredaran darah terbuka antara lain darah mengalir lebih stabil sehingga tekanan dalam pembuluh darah hewan juga ikut stabil. Hewan yang memiliki sistem peredaran darah tertutup adalah kelompok vertebrata. Contohnya salah satu pada burung.



Perhatikan gambar di atas. Ternyata jantung burung mempunyai bagian-bagian yang sama seperti jantung manusia. Vertebrata ini mempunyai jantung yang terdiri atas empat ruang. Ada atrium (serambi) kanan, atrium serambi kiri, ventrikel (bilik) kanan, dan ventrikel (bilik) kiri. Peredaran darah pada burung sama dengan peredaran darah pada manusia, yaitu peredaran darah kecil dan peredaran darah besar. Pada proses peredaran darah, darah mengalir di dalam pembuluh darah sehingga disebut peredaran darah tertutup. Organ tubuh yang terlibat pun sama yaitu jantung, pembuluh darah, dan paru-paru. Jantung burung terdiri atas empat bilik, yaitu bilik kanan, bilik kiri, serambi kanan, dan serambi kiri.

Pada peredaran darah kecil, darah miskin oksigen dan kaya karbon dioksida di dalam bilik kanan dipompa jantung menuju paru-paru. Di dalam paru paru karbon dioksida dilepas dan oksigen diikat. Kemudian, darah di paru-paru yang sudah kaya oksigen kembali ke jantung melalui serambi kiri. Pada peredaran darah besar, darah kaya oksigen di dalam bilik kiri dipompa jantung ke seluruh tubuh melalui aorta. Di sel-sel tubuh, oksigen dibebaskan

dan karbon dioksida diikat. Selanjutnya, darah yang kaya karbon dioksida mengalir melalui pembuluh vena menuju serambi kanan dan masuk bilik kanan

## KESIMPULAN

Komponen-komponen sistem peredaran darah manusia terdiri atas darah, pembuluh darah, serta jantung. Dan darah manusia terdiri dari plasma darah dan sel-sel darah, yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan keping darah, (trombosit). Kandungan didalam sel darah merah terdapat pigmen protein pengikat oksigen dan karbondioksida, yaitu hemoglobin. Sel darah putih terdiri dari leukosit granulosit (Netrofil, eosinofil, basofil) dan leukosit agranulosit (monosit, limfosit). Trombosit berfungsi membekukan darah. Didalam serum terdapat antibodi (kekebalan). Pembuluh darah meliputi pembuluh nadi dan pembuluh balik. Perbedaan darah manusia tergolong peredaran tertutup dan ganda.



## EVALUASI

1. Apa yang dimaksud dengan sistem peredaran darah ?
2. Apa fungsi dari sistem peredaran darah manusia ?
3. Sebutkan 4 (empat) fungsi jantung !
4. Apa yang dimaksud dengan peredaran darah terbuka pada hewan ?
5. Apa kelebihan dari sistem peredaran darah terbuka pada hewan ?

## **SISTEM REPRODUKSI**

### **A. Organ Reproduksi Manusia**

Organ reproduksi merupakan penyusun sistem reproduksi. Organ reproduksi manusia dibedakan menjadi organ reproduksi pada pria dan wanita. Organ reproduksi pria menghasilkan sperma dan organ reproduksi wanita menghasilkan ovum (sel telur), (Campbell, 2010).

#### **1. Organ Reproduksi Pria**

Organ reproduktif eksternal laki-laki adalah skrotum dan penis. Organ reproduktif internal terdiri dari gonad yang menghasilkan sperma, hormon reproduktif, kelenjar aksesori yang menyekresikan produk-produk yang esensial untuk pergerakan sperma, dan saluran yang mengangkut sperma dan sekresi kelenjar, (Campbell, 2010)

#### **b. Organ Reproduksi Bagian Luar**

##### **1) Penis**

Penis merupakan alat untuk memasukan sperma ke dalam saluran kelamin wanita. Di dalam penis terdapat tiga rongga. Dua rongga bagian atas tersusun atas jaringan spons korpus kavernosa. Satu rongga bawahnya tersusun atas jaringan spons korpus spongiosum. Korpus spongiosum membungkus uretra. Uretra pada penis dikelilingi oleh pembuluh darah dan ujung-ujung saraf perasa, batang utama penis tertutup oleh kulit relatif tebal. Kepala atau glans, penis memiliki penutup yang jauh lebih tipis sehingga lebih sensitive terhadap rangsangan. Glans manusia ditutupi oleh lipatan kulit yang disebut prepusium, atau kulup yang bisa dibuang melalui khitan, (Campbell, 2010).

##### **2) Skrotum (kantong pelir)**

Skrotum merupakan kulit terluar yang melindungi testis. Skrotum berjumlah dua buah, yaitu skrotum kanan dan skrotum kiri. Antara skrotum kanan dan skrotum kiri terdapat jaringan ikat dan otot polos. Adanya otot polos mengakibatkan skrotum dapat mengerut dan mengendur. Dalam skrotum terdapat otot lurik yang berfungsi mengatur suhu di sekitar testis

agar selalu stabil (pembentukan sperma memerlukan suhu sedikit di bawah suhu tubuh).

## **b. Organ Reproduksi Bagian Dalam**

### 1) Testis (Gonad Jantan)

Testis merupakan alat untuk memproduksi sperma. Untuk memproduksi sperma diperlukan suhu yang sedikit lebih rendah dari suhu tubuh. Dalam testis terdapat saluran-saluran halus yang disebut saluran penghasil sperma (tubulus seminiferus). Dalam tubulus seminiferus inilah terjadi pembentukan sperma (Campbell, 2010).

### 2) Saluran kelamin

Saluran kelamin berfungsi menyalurkan sperma dari testis ke luar tubuh. Saluran kelamin meliputi epididimis, vas deferens, saluran ejakulasi, dan uretra.

- a) Epididimis merupakan saluran berkelok-kelok dalam skrotum yang keluar dari testis. Epididimis berfungsi sebagai tempat penyimpanan sperma sementara. Sperma yang telah matang disalurkan menuju vas deferens.
- b) Vas deferens merupakan saluran yang mengarah ke atas dan merupakan lanjutan dari epididimis. Vas deferens berfungsi sebagai saluran yang dilalui sperma dari epididimis menuju vesikula seminalis (kantong sperma).
- c) Saluran ejakulasi merupakan saluran penghubung vesikula seminalis dengan uretra. Fungsi saluran ejakulasi untuk mengeluarkan sperma menuju uretra.
- d) Uretra merupakan saluran reproduksi terakhir. Fungsi uretra sebagai saluran kelamin dari vesikula seminalis dan saluran urine dari kantong kemih.

### 3) Kelenjar kelamin

Di dalam saluran kelamin, sperma mengalami penambahan cairan-cairan kelamin. Cairan kelamin berguna untuk mempertahankan hidup gerak sperma. Cairan-cairan kelamin dihasilkan oleh vesikula seminalis, kelenjar prostat, dan kelenjar cowper.

- a) Vesikula seminalis menghasilkan cairan yang berfungsi sebagai sumber energi dan untuk memudahkan gerakan sperma.
- b) Kelenjar prostat menghasilkan cairan yang memberi suasana basa pada cairan sperma. Cairan tersebut mengandung kolesterol, garam, dan fosfolipid.
- c) Kelenjar cowper/kelenjar bulbouretra yang menghasilkan cairan yang bersifat basa.

Terjadinya spermatogenesis melibatkan spermatogonium, sel sertoli, dan sel leydig yang ketiganya terdapat di dalam tubulus seminiferus (saluran penghasil sperma):

- a) Sel induk sperma (spermatogonium), yaitu calon sperma.
- b) Sel sertoli memberikan nutrisi spermatozoa.
- c) Sel leydig yang berfungsi testostosterone.

### **c. Hormon Reproduksi pada Pria**

#### **a. Hormone gonadotropin**

Dihasilkan oleh hipotalamus (di bagian dasar dari otak) yang merangsang kelenjar hipofisis sebagian depan (anterior) agar mengeluarkan hormone FSH dan LH.

#### **c. Follicle Stimulating Hormon/FSH**

Hormon ini dihasilkan oleh kelenjar hipofisis anterior. FSH berfungsi untuk merangsang perkembangan tubulus seminiferus dan sel Sertoli untuk menghasilkan ABP (Androgen Binding Protein/protein pengikat androgen) yang akan memacu pembentukan sperma.

d. Luteinizing Hormone/LH

Hormon ini dihasilkan oleh kelenjar hipofisis anterior. Fungsi LH adalah merangsang sel-sel interstisial (sel Leydig) untuk menghasilkan hormone testosterone.

e. Hormone Testosterone

Testosterone adalah hormone yang berfungsi merangsang perkembangan organ seks primer pada saat embrio belum lahir, mempengaruhi perkembangan alat reproduksi dan ciri kelamin sekunder pria seperti jambang, kumis, jakun, suara membesar, penambahan massa otot, dan perubahan suara. Spermatogenesis terjadi melalui tiga tahap, yaitu tahap penggandaan, tahap pertumbuhan, dan tahap pematangan. Pada proses spermatogenesis terjadi proses-proses dalam istilah sebagai berikut :

**Spermatositogenesis** (*spermatocytogenesis*) adalah tahap awal dari spermatogenesis yaitu peristiwa pembelahan spermatogonium menjadi spermatosit primer (mitosis), selanjutnya spermatosit melanjutkan pembelahan secara meiosis menjadi spermatosit sekunder dan spermatid. Istilah ini biasa disingkat proses pembelahan sel dari spermatogonium menjadi spermatid.

**Spermiogenesis** (*spermiogenesis*) adalah peristiwa perubahan spermatid menjadi sperma yang dewasa. Spermiogenesis terjadi di dalam epididimis dan membutuhkan waktu selama 2 hari. Terbagi menjadi tahap 1) Pembentukan golgi, axonema dan kondensasi DNA, 2) Pembentukan cap akrosom, 3) pembentukan bagian ekor, 4) Maturasi, reduksi sitoplasma difagosit oleh sel Sertoli.

**Spermiasi** (*Spermiation*) adalah peristiwa pelepasan sperma matur dari sel sertoli ke lumen tubulus seminiferus selanjutnya ke epididimidis. Sperma belum memiliki kemampuan bergerak sendiri (non-motil). Sperma non motil ini ditranspor dalam cairan testicular hasil sekresi sel Sertoli dan bergerak menuju epididimis karena kontraksi otot peritubuler. Sperma baru mampu bergerak dalam saluran epididimis namun pergerakan sperma

dalam saluran reproduksi pria bukan karena motilitas sperma sendiri melainkan karena kontraksi peristaltik otot saluran (Campbell, 2010).

## **2. Organ Reproduksi Wanita**

Struktur struktur reproduktif eksternal perempuan adalah klitoris dan dua pasang labia, yang mengelilingi klitoris dan bukn vagina. Organ organ internnya adalah gonoad, yang menghasilkan sel sel telur maupun hormon-hormon reproduktif, serta suatu system dektus dan ruang, yang menerima da membawa gamet-gamet serta menampung embrio dan fetus (Campbell, 2010).

### **a. Organ Reproduksi Bagian Luar**

- 1) Vulva merupakan celah paling luar dari alat kelamin wanita. Pada bagian dalam vulva terdapat saluran urine dan saluran reproduksi. Pada daerah dekat ujung saluran kelamin terdapat hymen/selaput dara. Hymen mengandung banyak pembuluh darah.
- 2) Labium merupakan bagian yang membatasi Vulva. Ada dua macam labium, yaitu labium mayora (terletak di sebelah luar) dan labium minora (terletak di sebelah dalam). Antara labium mayora dan minora bagian atas terbentuk tonjolan kecil yang disebut klitoris. Pada klitoris terdapat korpus kavernosa yang mengandung banyak pembuluh darah dan ujung saraf perasa.

### **b. Organ Reproduksi Bagian Dalam**

- 1) Vagina merupakan saluran akhir organ reproduksi wanita. Vagina bermuara di vulva. Vagina mengandung banyak lendir yang dihasilkan kelenjar Bartholin. Lender ini berguna pada saat koitus dan mempermudah kelahiran bayi.
- 2) Uterus merupakan rongga besar yang merupakan pertemuan oviduk kanan dan kiri. Bagian terbawah uterus menyempit yang disebut serviks (leher rahim). Uterus berfungsi sebagai tempat pertumbuhan dan perkembangan embrio hingga siap lahir. Uterus dibatasi oleh dinding endometrium yang kaya pembuluh darah. Dinding endometrium akan menebal ketika terjadi kehamilan.

3) Oviduk atau tuba fallopi merupakan sepasang saluran yang ujungnya berbentuk corong yang disebut infundibulum.

4) Ovarium merupakan penghasil ovum. Terdapat dua buah ovarium, sebelah kiri dan kanan.

Organ kelamin wanita berfungsi menghasilkan ovum (sel telur). Sel telur terbentuk melalui oogenesis yang terjadi di dalam ovarium.

Oogenesis adalah proses pembentukan sel telur (ovum) di dalam ovarium. Oogenesis dimulai dengan pembentukan bakal sel-sel telur yang disebut oogonia (tunggal: oogonium). Pembentukan sel telur pada manusia dimulai sejak di dalam kandungan, yaitu di dalam ovari fetus perempuan. Pada akhir bulan ketiga usia fetus, semua oogonia yang bersifat diploid telah selesai dibentuk dan siap memasuki tahap pembelahan. Semula oogonia membelah secara mitosis menghasilkan oosit primer. Pada perkembangan fetus selanjutnya, semua oosit primer membelah secara meiosis, tetapi hanya sampai fase profase. Pembelahan meiosis tersebut berhenti hingga bayi perempuan dilahirkan, ovariumnya mampu menghasilkan sekitar 2 juta oosit primer mengalami kematian setiap hari sampai masa pubertas. Memasuki masa pubertas, oosit melanjutkan pembelahan meiosis I. Hasil pembelahan tersebut berupa dua sel haploid, satu sel yang besar disebut oosit sekunder dan satu sel berukuran lebih kecil disebut badan kutub primer.

Pada tahap selanjutnya, oosit sekunder dan badan kutub primer akan mengalami pembelahan meiosis II. Pada saat itu, oosit sekunder akan membelah menjadi dua sel, yaitu satu sel berukuran normal disebut ootid dan satu lagi berukuran lebih kecil disebut badan polar sekunder. Badan kutub tersebut bergabung dengan dua badan kutub sekunder lainnya yang berasal dari pembelahan badan kutub primer sehingga diperoleh tiga badan kutub sekunder. Ootid mengalami perkembangan lebih lanjut menjadi ovum matang, sedangkan ketiga badan kutub mengalami degenerasi (hancur). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada oogenesis hanya menghasilkan satu ovum.

## **Hormon - Hormon Yang Berperan Dalam proses Oogenesis**

Proses pembentukan oogenesis dipengaruhi oleh kerja beberapa hormon, diantaranya: Pada wanita usia reproduksi terjadi siklus menstruasi oleh aktifnya aksis hipotalamus-hipofisis-ovarium. Hipotalamus menghasilkan hormon GnRH (gonadotropin releasing hormone) yang menstimulasi hipofisis mensekresi hormon FSH (follicle stimulating hormone) dan LH (lutinizing hormone). FSH dan LH menyebabkan serangkaian proses di ovarium sehingga terjadi sekresi hormon estrogen dan progesteron. LH merangsang korpus luteum untuk menghasilkan hormon progesteron dan merangsang ovulasi. Pada masa pubertas, progesteron memacu tumbuhnya sifat kelamin sekunder. FSH merangsang ovulasi dan merangsang folikel untuk membentuk estrogen, memacu perkembangan folikel. Hormon prolaktin merangsang produksi susu.

Mekanisme umpan balik positif dan negatif aksis hipotalamus hipofisis ovarium. Tingginya kadar FSH dan LH akan menghambat sekresi hormon GnRH oleh hipotalamus. Sedangkan peningkatan kadar estrogen dan progesteron dapat menstimulasi (positif feedback, pada fase folikuler) maupun menghambat (inhibitory/negatif feedback, pada saat fase luteal) sekresi FSH dan LH di hipofisis atau GnRH di hipotalamus.

Oosit sekunder yang diovulasikan dari ovarium dilindungi oleh dua lapisan, lapisan luar disebut Corona dan lapisan dalam di sebut Zona Pelusida. Oosit sekunder menghasilkan senyawa fertilisin yang mempunyai fungsi berikut:

- a. Mengaktifkan sperma agar bergerak lebih cepat.
- b. Menarik secara komotaksis positif.
- c. Mengumpulkan sperma di sekeliling ovum (Campbell, 2010).

### **c. Siklus Menstruasi**

Sebelum ovulasi, hormone-hormon steroid ovarium merangsang uterus unntuk bersiap siap mendukung embrio. Estraiol yang disekresikan dalam jumlah meningkat oleh folikel-folikel yang sedang tumbuh misalnya endometrium untuk menebal. Dengan cara ini fase folikular siklus ovarium



dikoordinasikan dengan fase poliferatif dari siklus uterus. Setelah estradiol dan progesterone yang disekresikan oleh korpus lanjutan lapisan uterus, termasuk pembesaran arteri-arteri dan pertumnuhan kelenjar kelenjar endometrium kelenjar-kelenjar ini menyekresikan cairan nutrient yang dapat mempertahankan embrio awal bahkan sebelum tertanam didalam lapisan uterus. Dengan demikian, fase lutel siklus ovarum terkoordinasi dengan apa yang disebut fase sekresi dari siklus uterus.

Saat disintregrasi korpus luteum, kemrosotankadar hormone ovarium dengan menyebabkan arteri didalam endometrium menyempit. karena tidak memperoleh sikrulasi yang cukup, kebanyakan lapisan uterus berdisintegrasi, dan uterus, sebagai respons terhadap sekresi prostaglandin, berkontraksi. Pembuluh darah keci di endrometrium menyempit, melepaskan darah yang terbuang bersama jaringan dengan cairan endometrium. Hasilnya adalah fase aliran menstruasi dan siklus uterus. Selama menstruasi, yang biasanya berlangsung beberapa hari, sekelompok folikel ovarium baru mulai tumbuh. Berdaarkan kesepakatan, hari pertama menstruasi ditetapkan sebagai hari pertama siklus uterus(dan ovarum) baru.

Siklus demi siklus, pematangan dan pelepasan sel-sel telur dari ovarium berintgrasi dengan perubahan didalam uterus, organ yang harus mengakomodasi embrio jika sel telur terfertilisasi. Jika embrio belum tertnam didalam endometrium pada akhir fase sekresi uterus, aliran menstruasi baru akan berlangsung. Menandai awal siklus berikutnya.

Sekitar 7% perempuan usia reproduktif menderita endometriosis suatu kelainan dengan beberapa sel lapisan uterus yang bermigrasi kesuatu lokasi ebdomen yang abnormal, atau ektopik, setelah bermigrasi kesuatu lokasi sepei oviduk, ovarium, atau usus besar. Jaringan ektopik masih merespon rangsangan oleh hormone-hormon didalam aliran darah. Seperti endometrium uterus, jaringan ektopik membengkak dan pecah pada setiap siklus ovarium, mengakibatkan neyeri pinggul dan pendarahan kedalam abdomen. Penanganan, yang melibatkan terapi hormonal atau operasi, berfokus pada pengurangan rasa

nyeri, sementara penelitian masih terus berlangsung untuk menentukan penyebab terjadinya endometriosis. (Campbell, 2010: 180)

## **B. Kelainan dan Penyakit pada Organ Reproduksi Manusia**

Gangguan Kelainan pada Alat Reproduksi Pria Wanita dapat mengalami gangguan, baik disebabkan oleh kelainan maupun penyakit. Penyakit pada sistem reproduksi manusia dapat disebabkan juga oleh virus ataupun bakteri. Penyakit yang menyerang sistem reproduksi manusia dinamakan juga penyakit kelamin. Pada umumnya, penyakit kelamin ditularkan melalui hubungan seksual. Penyakit tersebut dapat menyerang pria maupun wanita.

### **1. Hipogonadisme**

Hipogonadisme adalah penurunan fungsi testis yang disebabkan oleh gangguan interaksi hormon, seperti hormon androgen dan testoteron. Gangguan ini menyebabkan infertilitas, impotensi dan tidak adanya tanda-tanda kepriaan. Penanganan dapat dilakukan dengan terapi hormon.

### **2. Kriptorkidisme**

Kriptorkidisme adalah kegagalan dari satu atau kedua testis untuk turun dari rongga abdomen ke dalam skrotum pada waktu bayi. Hal tersebut dapat ditangani dengan pemberian hormon human chorionic gonadotropin untuk merangsang terstoteron. Jika belum turun juga, dilakukan pembedahan.

### **3. Uretritis**

Uretritis adalah peradangan uretra dengan gejala rasa gatal pada penis dan sering buang air kecil. Organisme yang paling sering menyebabkan uretritis adalah Chlamydia trachomatis, Ureplasma urealyticum atau virus herpes.

### **4. Prostatitis**

Prostatitis adalah peradangan prostat yang sering disertai dengan peradangan pada uretra. Gejalanya berupa pembengkakan yang dapat menghambat uretra sehingga timbul rasa nyeri bila buang air kecil. Penyebabnya dapat berupa bakteri, seperti Escherichia coli maupun bukan bakteri.

## **5. Epididimitis**

Epididimitis adalah infeksi yang sering terjadi pada saluran reproduksi pria. Organisme penyebab epididimitis adalah E. coli dan Chlamydia.

## **6. Orkitis**

Orkitis adalah peradangan pada testis yang disebabkan oleh virus parotitis. Jika terjadi pada pria dewasa dapat menyebabkan infertilitas.

## **7. Anorkidisme**

Anorkidisme adalah penyakit dimana testis hanya berjumlah satu atau tidak ada sama sekali.

## **8. Hyperthropic prostat**

Hyperthropic prostat adalah pembesaran kelenjar prostat yang biasanya terjadi pada usia-usia lebih dari 50 tahun. Penyebabnya belum jelas diketahui.

## **9. Hernia inguinalis**

Hernia merupakan protusi/penonjolan isi rongga melalui defek atau bagian lemah dari dinding rongga yang bersangkutan.

## **10. Kanker prostat**

Gejala kanker prostat mirip dengan hyperthropic prostat. Menimbulkan banyak kematian pada pria usia lanjut.

## **11. Kanker testis**

Kanker testis adalah pertumbuhan sel-sel ganas di dalam testis yang bisa menyebabkan testis membesar atau menyebabkan adanya benjolan di dalam skrotum.

## **12. Impotensi**

Impotensi yaitu ketidakmampuan ereksi ataupun mempertahankan ereksi penis pada hubungan kelamin yang normal.

## **13. Infertilitas (kemandulan)**

Yaitu ketidakmampuan menghasilkan keturunan. Infertilitas dapat disebabkan faktor di pihak pria maupun pihak wanita. Pada pria infertilitas didefinisikan sebagai ketidakmampuan mengfertilisasi ovum. Hal ini dapat disebabkan oleh:

- Gangguan spermatogenesis, misalnya karena testis terkena sinar radio aktif, terkena racun, infeksi, atau gangguan hormon
- Tersumbatnya saluran sperma
- Jumlah sperma yang disalurkan terlalu sedikit

### C. Reproduksi Hewan

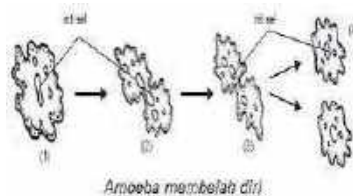
#### 1. Reproduksi Pada Invertebrata

Perkembangbiakan pada invertebrata (hewan tanpa tulang belakang) meliputi perkembangbiakan secara Aseksual (Vegetatif) dan Seksual (Generatif).

- Reproduksi Aseksual (Vegetatif), adalah pembangkitan individu baru tanpa penyatuan sel telur dan sperma, Pada sebagian besar hewan aseksual, reproduksi sepenuhnya mengandalkan pembelahan sel mitosis. Macam-macam reproduksi aseksual antara lain sebagai berikut :

##### a) Membelah Diri

Reproduksi dengan cara membelah diri hanya terjadi pada protozoa (hewan bersel satu), misalnya Amoeba, Paramecium, dan Euglena.



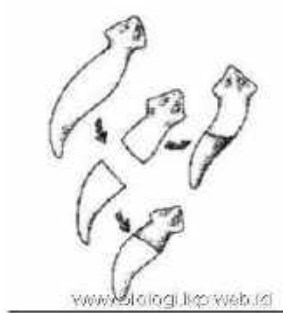
Proses pembelahan diawali dengan proses pembelahan inti sel menjadi dua, kemudian diikuti pembelahan sitoplasma menjadi dua bagian yang masing-masing menyelubungi masing-masing nukleus tersebut. Selanjutnya, bagian tengah sitoplasma menyempit dan diikuti pemisahan yang membentuk dua individu. Pada saat keadaan lingkungan kurang menguntungkan, Amoeba akan melindungi diri dengan membentuk kista yang berdinding sangat kuat.

Di dalam kista tersebut, Amoeba membelah diri berulang-ulang menghasilkan banyak individu baru dengan ukuran yang lebih kecil. Ketika kondisi lingkungan membaik, dinding kista akan pecah dan

individu-individu baru akan keluar, tumbuh dan berkembang menjadi Amoeba dewasa.

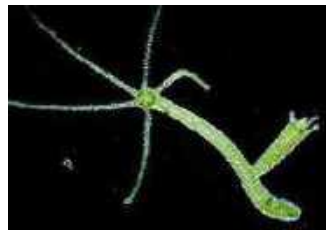
*b) Fragmentasi*

Fragmentasi adalah perkembangbiakan dengan memotong bagian tubuh, kemudian potongan tubuh tersebut tumbuh menjadi individu baru. Hewan yang melakukan reproduksi secara fragmentasi adalah cacing Planaria. Cacing Planaria mempunyai daya regenerasi yang sangat tinggi. Seekor cacing Planaria yang dipotong menjadi dua bagian, masing-masing potongan akan tumbuh dan berkembang menjadi dua ekor cacing Planaria.



Gambar Fragmentasi pada Cacing Planaria

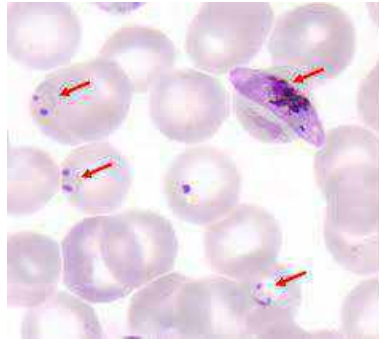
*c) Pembentukan Tunas*



Gambar Hydra sp bertunas

Tunas adalah cara perkembangbiakan di mana individu baru merupakan bagian tubuh dari induk yang terlepas kemudian tumbuh. contoh Hewan yang berkembang biak dengan membentuk tunas ialah Hydra sp. Individu baru Hydra terbentuk dari bagian tubuh Hydra dewasa. Setelah cukup besar, tunas akan melepaskan diri dari tubuh induknya. Hewan lain yang melakukan reproduksi dengan tunas misalnya ubur-ubur, hewan karang, dan anemon laut.

*d) Sporulasi (Pembentukan Spora)*



**Gambar Sporozoa (*Plasmodium* sp) Penyebab Penyakit Malaria**

Sporulasi adalah proses pembelahan berganda (pembelahan multipel) yang menghasilkan spora. Hewan yang melakukan reproduksi dengan sporulasi adalah *Plasmodium* sp. *Plasmodium* adalah protozoa bersel satu yang dikenal sebagai penyebab penyakit malaria. Dalam siklus hidupnya, *Plasmodium* mengalami dua fase, yaitu fase generatif dan fase vegetatif. Fase generatif berlangsung di dalam tubuh nyamuk *Anopheles* betina, sedangkan fase vegetatif berlangsung di dalam tubuh penderita penyakit malaria.

b. Reproduksi Seksual (Generatif)

Reproduksi Seksual adalah penyatuan gamet haploid membentuk sebuah sel diploid, zigot hewan yang berkembang dari zigot nantinya akan memunculkan gamet melalui meiosis gamet betina atau sel telur adalah sel non motil yang berukuran besar gamet jantan atau sperma umumnya merupakan sel motil yang berukuran jauh lebih kecil.

a. Tanpa pembuahan, yaitu pada peristiwa partenogenesis, sel telur tanpa dibuahi dapat tumbuh menjadi individu baru. Misalnya pada lebah jantan dan semut jantan.

b. Dengan pembuahan, dapat dibedakan atas konjugasi dan anisogami.

*Konjugasi*, ini terjadi pada invertebrata yang belum jelas alat reproduksinya misalnya *Paramecium*.

*Anisogami*, yaitu peleburan dua sel kelamin yang tidak sama besarnya, misalnya peleburan mikrogamet dan makrogamet pada *Plasmodium*, dan

peleburan sperma dengan ovum di dalam rahim. Pembiakan seksual lainnya dapat kita temukan pada:

#### *Hydra*



Selain berkembang biak secara aseksual (bertunas) Hydra juga dapat berkembang biak secara seksual. Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan pembentukan testis dan ovarium, yang terdapat pada satu tubuh (hermafrodit). Alat tersebut masing-masing menghasilkan spermatozoid dan ovum. Hasil pembuahannya adalah zigot yang selanjutnya akan berkembang menjadi hewan baru.

*Cacing pita*, Tubuh cacing pita terdiri atas segmen-segmen yang disebut proglotid. Pada setiap proglotid terdapat ovarium yang menghasilkan ovum dan testis yang menghasilkan sel sperma. Bila sel telur dan sel sperma sudah masak, maka terjadilah pembuahan didalam proglotid yang menghasilkan zigot.

*Cacing tanah*, Dalam tubuh cacing tanah terdapat beberapa segmen yang kulitnya menebal disebut klitelum. Dalam segmen tersebut terdapat testis yang membentuk spermatozoid, dan ovarium yang membentuk ovum. Walaupun ovum dan spermatozoid terdapat dalam satu tubuh, cacing tanah tidak pernah mengadakan pembuahan sendiri, tetapi melakukan perkawinan dengan mempertukarkan spermatozoid (perkawinan silang).

#### *Serangga*



Pada beberapa jenis serangga, misalnya lebah madu (*Apis indica*), terdapat koloni yang terdiri atas ratu yang fertil, pejantan fertil dan mati setelah kawin, dan pekerja yang mandul (steril). Pada waktu kawin, sperma dari jantan disimpan dalam kantung sperma di induk betina. Sperma ini merupakan cadangan sperma selama ratu hidup. Bila telur yang telah matang dibuahi oleh sperma, telur tersebut akan berkembang menjadi calon ratu, calon pekerja atau prajurit, sedangkan yang tidak dibuahi (partenogenesis) akan berkembang menjadi pejantan. Lebah pekerja dan prajurit menjadi mandul (steril) karena pengaruh lingkungan, yaitu kurang makan.

## **2. Reproduksi Pada Vertebrata**

Vertebrata (hewan bertulang belakang) hanya dapat berkembangbiak secara Seksual (Generatif). Reproduksi atau perkembangbiakan secara generatif melibatkan peleburan (fertilisasi) dua macam sel gamet, sperma (gamet jantan) dan ovum (gamet betina). Individu yang terbentuk akan mewarisi kedua sifat induk yang akan memunculkan sifat yang menonjol. Kombinasi genetik pada reproduksi seksual meningkatkan variasi genetik pada tingkat spesies. Reproduksi seksual menghasilkan individu baru yang tidak sama persis dengan induk. Berdasarkan tempat bertemunya sel gamet, reproduksi dibedakan menjadi;

### **1. Fertilisasi Internal**

Peleburan sel gamet jantan dan sel gamet betina terjadi di dalam tubuh hewan betina. Pada mekanisme ini hewan akan dilengkapi dengan alat kopulasi. Alat kopulasi ini akan membantu menghantarkan pertemuan sel gamet. Penis merupakan alat kopulasi pada beberapa jantan, dan vagina alat



kopulasi pada hewan betina. Hewan jantan melepaskan berjuta-juta sel gamet melalui alat kopulasi ke dalam alat reproduksi betina. Kemudian sel-sel sperma ini akan “berlari” mencari keberadaan ovum, hanya satu sperma yang dapat membuahi satu telur. Berdasarkan cara perkembangan embrio dibedakan menjadi:

- Bertelur (Ovipar)

Embrio akan berkembang di luar tubuh induk dengan struktur yang bercangkang. Telur embrio akan dikeluarkan dari tubuh induk. Cangkang ini tersusun atas zat kapur yang melindungi telur embrio dari kehilangan air. Berkembang diluar tubuh tidak menngalangi perkembangan embrio. Telur embrio telah dilengkapi dengan kantung kuning (yolksacs) yang merupakan nutrisi untuk menyuplai perkembangan embrio selama di dalam cangkang.

Hewan memiliki waktu yang bervariasi dalam perkembangan embrionya, hal ini dapat ditunjukan dengan ukuran telurnya. Semakin besar ukuran telur maka kantung kuning semakin besar, artinya perkembangan embrio semakin lama. Dibutuhkan panas dalam proses pertumbuhan embrio di dalam cangkang, oleh karena itu, induk akan melakukan suatu cara untuk menghangatkan anaknya di dalam telur. Beberapa induk mengerami telurnya (ayam, burung, unggas lainnya) dan beberapa menguburnya di dalam pasir atau tumpukan serah-serah daun (penyu, ular, dll). Beberapa induk akan menunggu sampai anaknya menetas, dan ada yang meninggalkan anaknya.

- Melahirkan (Vivipar)

Embrio berkembang di dalam tubuh induk betina (rahim). Embrio akan mendapat suplai makanan dari pembuluh darah induk melalui hubungan plasenta. Embrio akan berkembang di dalam rahim induk betina dalam masa mengandung yang waktunya sangat bervariasi pada tiap-tiap hewan. Contoh: sebagian besar mamalia, termasuk manusia.

- Bertelur melahirkan (Ovovivipar)

Suatu kombinasi antara bertelur dengan melahirkan. Pada perkembangan ini, embrio disimpan dalam telur tak bercangkang di dalam tubuh. Telur-telur ini dilengkapi dengan kantung kuning untuk menyuplai perkembangan embrio. Sampai waktu yang ditentukan, telur-telur ini pecah di dalam tubuh induk betina, dan keluar dari tubuh betina. Contoh: beberapa reptil (kadal, dll).

## 2. Fertilisasi Eksternal

Peleburan sel gamet jantan (sperma) dan sel gamet betina (ovum) yang terjadi di luar tubuh. Hewan jantan akan merangsang hewan betina untuk menyembrotkan ovum, sedang hewan jantan akan melepaskan sel spermanya di wilayah yang berair. Diperlukan media air untuk memperlantai pertemuan kedua sel gamet ini. Oleh karena itu, peleburan macam ini biasanya terjadi pada hewan-hewan di lingkungan akuatik, seperti ikan dan katak. Selain itu, wilayah berair akan melindungi telur-telur embrio dalam masa perkembangannya, hal ini dikarenakan telur embrio yang terbentuk tidak memiliki cangkang dan memerlukan kadar kelembapan yang tinggi. Jika telur-telur ini dipindahkan ke wilayah yang kering (daratan) maka menyebabkan telur-telur ini mengering dan akan merusak perkembangan embrio. Pada beberapa hewan air, telur akan berkembang menjadi bentuk larva bersilia yang akan mengembara menempel di dasar perairan membentuk koloni baru, atau fase sesil (menempel di dasar perairan) untuk perkembangan vegetatif. Contohnya ditemukan pada spons, ubur-ubur, dll.

Setelah kita bahas jenis-jenis fertilisasi, mari kita bahas perkembangbiakan beberapa jenis vertebrata sebagai berikut :

### 1.Reproduksi Ikan



Ikan merupakan kelompok hewan ovipar, ikan betina dan ikan jantan tidak memiliki alat kelamin luar. Ikan betina tidak mengeluarkan telur yang bercangkang, namun mengeluarkan ovum yang tidak akan berkembang lebih lanjut apabila tidak dibuahi oleh sperma. Ovum tersebut dikeluarkan dari ovarium melalui oviduk dan dikeluarkan melalui kloaka. Saat akan bertelur, ikan betina mencari tempat yang rimbun oleh tumbuhan air atau diantara bebatuan di dalam air.

Bersamaan dengan itu, ikan jantan juga mengeluarkan sperma dari testis yang disalurkan melalui saluran urogenital (saluran kemih sekaligus saluran sperma) dan keluar melalui kloaka, sehingga terjadi fertilisasi di dalam air (fertilisasi eksternal). Peristiwa ini terus berlangsung sampai ratusan ovum yang dibuahi melekat pada tumbuhan air atau pada celah-celah batu. Telur-telur yang telah dibuahi tampak seperti bulatan-bulatan kecil berwarna putih. Telur-telur ini akan menetas dalam waktu 24 – 40 jam. Anak ikan yang baru menetas akan mendapat makanannya dari sisa kuning telurnya, yang tampak seperti gumpalan di dalam perutnya yang masih jernih. Dari sedemikian banyaknya anak ikan, hanya beberapa saja yang dapat bertahan hidup.

## 2. Reproduksi Amfibi (Amphibia)

Kelompok amfibi, misalnya katak, merupakan jenis hewan ovipar. Katak jantan dan katak betina tidak memiliki alat kelamin luar. Pembuahan katak terjadi di luar tubuh. Pada saat kawin, katak jantan dan katak betina akan melakukan amplexus, yaitu katak jantan akan menempel pada punggung katak betina dan menekan perut katak betina. Kemudian katak betina akan mengeluarkan ovum ke dalam air. Setiap ovum yang dikeluarkan diselaputi oleh selaput telur (membran vitelin). Sebelumnya, ovum katak yang telah matang dan berjumlah sepasang ditampung oleh suatu corong. Perjalanan ovum dilanjutkan melalui oviduk. Dekat pangkal oviduk pada katak betina dewasa, terdapat saluran yang menggembung yang

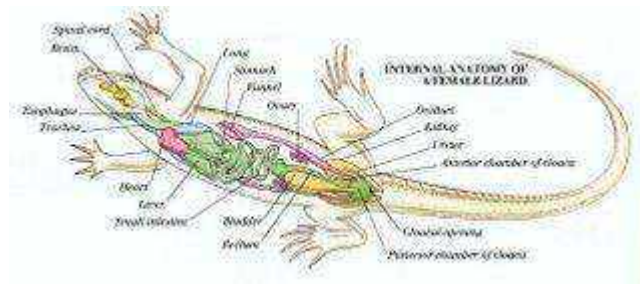
disebut kantung telur (uterus). Oviduk katak betina terpisah dengan ureter. Oviduknya berkelok-kelok dan bermuara di kloaka.

Segera setelah katak betina mengeluarkan ovum, katak jantan juga akan menyusul mengeluarkan sperma. Sperma dihasilkan oleh testis yang berjumlah sepasang dan disalurkan ke dalam vas deferens. Vas deferens katak jantan bersatu dengan ureter. Dari vas deferens sperma lalu bermuara di kloaka. Setelah terjadi fertilisasi eksternal, ovum akan diselimuti cairan kental sehingga kelompok telur tersebut berbentuk gumpalan telur. Gumpalan telur yang telah dibuahi kemudian berkembang menjadi berudu. Berudu awal yang keluar dari gumpalan telur bernapas dengan insang dan melekat pada tumbuhan air dengan alat hisap.

Makanannya berupa fitoplankton sehingga berudu tahap awal merupakan herbivora. Berudu awal kemudian berkembang dari herbivora menjadi karnivora atau insektivora (pemakan serangga). Bersamaan dengan itu mulai terbentuk lubang hidung dan paru-paru, serta celah-celah insang mulai tertutup. Selanjutnya celah insang digantikan dengan anggota gerak depan.

Setelah 3 bulan sejak terjadi fertilisasi, mulailah terjadi metamorfosis. Anggota gerak depan menjadi sempurna. Anak katak mulai berani muncul ke permukaan air, sehingga paru-parunya mulai berfungsi. Pada saat itu, anak katak bernapas dengan dua organ, yaitu insang dan paru-paru. Kelak fungsi insang berkurang dan menghilang, sedangkan ekor makin memendek hingga akhirnya lenyap. Pada saat itulah metamorfosis katak selesai.

### 3.Reproduksi Reptil (Reptilia)



Kelompok reptil seperti kadal, ular dan kura-kura merupakan hewan-hewan yang fertilisasinya terjadi di dalam tubuh (fertilisasi internal). Umumnya reptil bersifat ovipar, namun ada juga reptil yang bersifat ovovivipar, seperti ular garter dan kadal. Telur ular garter atau kadal akan menetas di dalam tubuh induk betinanya. Namun makanannya diperoleh dari cadangan makanan yang ada dalam telur. Reptil betina menghasilkan ovum di dalam ovarium. Ovum kemudian bergerak di sepanjang oviduk menuju kloaka. Reptil jantan menghasilkan sperma di dalam testis. Sperma bergerak di sepanjang saluran yang langsung berhubungan dengan testis, yaitu epididimis. Dari epididimis sperma bergerak menuju vas deferens dan berakhir di hemipenis. Hemipenis merupakan dua penis yang dihubungkan oleh satu testis yang dapat dibolak-balik seperti jari-jari pada sarung tangan karet. Pada saat kelompok hewan reptil mengadakan kopulasi, hanya satu hemipenis saja yang dimasukkan ke dalam saluran kelamin betina.

Ovum reptil betina yang telah dibuahi sperma akan melalui oviduk dan pada saat melalui oviduk, ovum yang telah dibuahi akan dikelilingi oleh cangkang yang tahan air. Hal ini akan mengatasi persoalan setelah telur diletakkan dalam lingkungan basah. Pada kebanyakan jenis reptil, telur ditanam dalam tempat yang hangat dan ditinggalkan oleh induknya. Dalam telur terdapat persediaan kuning telur yang berlimpah. Hewan reptil seperti kadal, iguana laut, beberapa ular dan kura-kura serta berbagai jenis buaya melewati sebagian besar hidupnya di dalam air. Namun mereka akan kembali ke daratan ketika meletakkan telurnya.

#### 5. Reproduksi Burung (Aves)

Kelompok burung merupakan hewan ovipar. Walaupun kelompok burung tidak memiliki alat kelamin luar, fertilisasi tetap terjadi di dalam tubuh. Hal ini dilakukan dengan cara saling menempelkan kloaka. Pada burung betina hanya ada satu ovarium, yaitu ovarium kiri. Ovarium kanan tidak tumbuh sempurna dan tetap kecil yang disebut rudimenter. Ovarium dilekati oleh suatu corong penerima ovum yang dilanjutkan oleh oviduk. Ujung oviduk membesar menjadi uterus yang bermuara pada kloaka. Pada

burung jantan terdapat sepasang testis yang berhimpit dengan ureter dan bermuara di kloaka. Fertilisasi akan berlangsung di daerah ujung oviduk pada saat sperma masuk ke dalam oviduk. Ovum yang telah dibuahi akan bergerak mendekati kloaka.

Saat perjalanan menuju kloaka di daerah oviduk, ovum yang telah dibuahi sperma akan dikelilingi oleh materi cangkang berupa zat kapur. Telur dapat menetas apabila dierami oleh induknya. Suhu tubuh induk akan membantu pertumbuhan embrio menjadi anak burung. Anak burung menetas dengan memecah kulit telur dengan menggunakan paruhnya. Anak burung yang baru menetas masih tertutup matanya dan belum dapat mencari makan sendiri, serta perlu dibesarkan dalam sarang.

#### 6. Reproduksi Mamalia (Mammalia)

Semua jenis mamalia, misalnya sapi, kambing dan marmut merupakan hewan vivipar (kecuali Platypus). Mamalia jantan dan betina memiliki alat kelamin luar, sehingga pembuahannya bersifat internal. Sebelum terjadi pembuahan internal, mamalia jantan mengawini mamalia betina dengan cara memasukkan alat kelamin jantan (penis) ke dalam liang alat kelamin betina (vagina). Ovarium menghasilkan ovum yang kemudian bergerak di sepanjang oviduk menuju uterus. Setelah uterus, terdapat serviks (liang rahim) yang berakhir pada vagina.

Testis berisi sperma, berjumlah sepasang dan terletak dalam skrotum. Sperma yang dihasilkan testis disalurkan melalui vas deferens yang bersatu dengan ureter. Pada pangkal ureter juga bermuara saluran prostat dari kelenjar prostat. Kelenjar prostat menghasilkan cairan yang merupakan media tempat hidup sperma. Sperma yang telah masuk ke dalam serviks akan bergerak menuju uterus dan oviduk untuk mencari ovum. Ovum yang telah dibuahi sperma akan membentuk zigot yang selanjutnya akan menempel pada dinding uterus. Zigot akan berkembang menjadi embrio dan fetus. Selama proses pertumbuhan dan perkembangan zigot menjadi fetus, zigot membutuhkan banyak zat makanan dan oksigen yang diperoleh dari uterus induk dengan perantara plasenta (ari-ari) dan tali pusar.

## **Kesimpulan**

Dari pembahasan yang kita bahas di atas dapat disimpulkan bahwa:

Reproduksi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menghasilkan keturunan yang baru. Tujuannya adalah untuk mempertahankan jenisnya dan melestarikan jenis agar tidak punah. Pada manusia untuk menghasilkan keturunan yang baru diawali dengan peristiwa fertilisasi. Sehingga dengan demikian reproduksi pada manusia dilakukan dengan cara generative atau seksual.

## EVALUASI

1. Apa yang dimaksud dengan organ reproduksi manusia ?
2. Sebutkan organ reproduksi pria bagian luar !
3. Sebutkan organ reproduksi bagian dalam pada wanita !
4. Sebutkan fungsi dari oosit sekunder yang menghasilkan senyawa fertilisin !
5. Sebutkan cara berkembang biak hewan vertebrata !



## **SISTEM EKSKRESI, SEKRESI, DAN DEFEKASI**

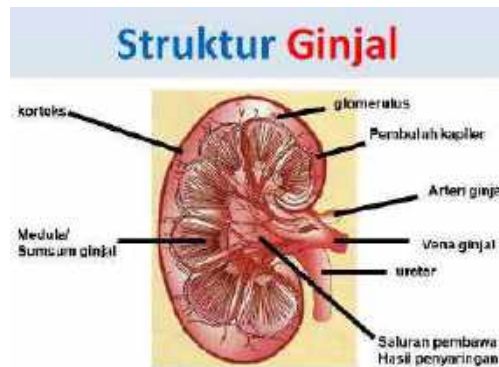
### **A. Sistem Ekskresi**

Sistem ekskresi merupakan pengeluaran zat-zat sisa hasil metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi oleh tubuh. Zat-zat yang perlu dikeluarkan antara lain karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), urea, udara ( $\text{H}_2\text{O}$ ), amonia ( $\text{HN}_3$ ), kelebihan vitamin, dan zat warna empedu. Zat-zat tersebut dikeluarkan oleh tubuh dengan cara berkeringat, buang air kecil, dan menghembuskan nafas. Pengeluaran zat-zat sisa tersebut dilakukan oleh organ-organ ekskresi. Organ-organ ekskresi pada manusia terdiri dari ginjal, kulit, paru-paru, dan hati.

#### **1. Ginjal**

Manusia memiliki dua buah ginjal yang berwarna merah gelap dan berbentuk seperti kacang merah yang memiliki panjang sekitar 10-13 cm dan lebar 5-7,5 cm. Ginjal terletak di sebelah kanan dan kiri ruas tulang pinggang di dalam rongga perut. Ginjal berada di bawah diafragma dan di belakang peritonium, tepatnya di bawah hati pada sisi kanan dan di bawah limpa pada sisi kiri. Letak ginjal kiri lebih tinggi daripada ginjal kanan karena di atas ginjal kanan terdapat hati yang menempati sebagian besar ruang di rongga perut.

Ginjal manusia tersusun atas tiga bagian yaitu korteks atau kulit ginjal (di luar), medula atau sumsum ginjal (di sebelah dalam), pelvis atau rongga ginjal (ruang kosong). Pada satu unit ginjal manusia terdapat sekitar satu juta nefron. Nefron merupakan unit fungsional dan struktural terkecil dalam sistem ekskresi pada ginjal. Setiap nefron terdiri atas badan Malpighi dan saluran nefron. Pada bagian nefron inilah berlangsung proses penyaringan darah. Nefron terdapat di bagian korteks dan medula ginjal.



Pada bagian korteks terdapat badan Malpighi dan saluran nefron yang meliputi tubulus kontortus proksimal dan tubulus kontortus distal. Badan Malpighi mengandung glomerulus yang diselubungi oleh kapsula Bowman. Glomerulus berupa anyaman pembuluh kapiler darah, sedangkan kapsula Bowman berbentuk cawan berdinding tebal yang mengelilingi glomerulus. Glomerulus menghubungkan pembuluh darah arteriola aferen (lebar) dengan arteriola eferen (sempit). Oleh karena itu, glomerulus turut berperan mengatur tekanan darah. Serta glomerulus berfungsi menyaring cairan darah.

Pada bagian medula terdapat lengkung Henle naik, lengkung Henle turun, dan pembuluh darah yang berfungsi mengumpulkan hasil ekskresi. pembuluh darah tersebut disebut tubulus kolektifus. Tubulus kolektifus berhubungan dengan rongga ginjal yang berfungsi menampung sementara urine yang telah terbentuk. Selanjutnya, urine tersebut dialirkan menuju ureter yang bermuara pada kantong kemih (vesica urinaria). Kantong kemih berfungsi sebagai penampung urine sementara, jika telah penuh dinding kantong kemih akan tertekan sehingga otot melingkar pada pangkal kantong kemih merenggang yang mengakibatkan timbul rasa ingin buang air kecil. Selanjutnya, urine tersebut akan dikeluarkan melalui uretra.

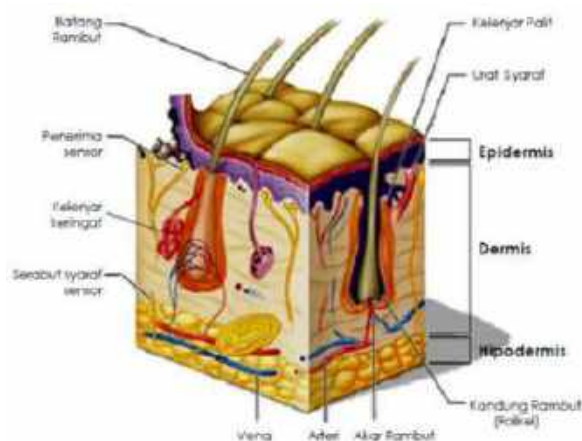
Fungsi ginjal antara lain menjaga keseimbangan air dalam tubuh dengan mengatur volume plasma darah dan volume air, membuang sisa metabolisme, mengatur kandungan elektrolit dengan menyaring zat-zat kimia yang masih diperlukan oleh tubuh dan mengembalikannya ke saluran peredaran darah, menjaga tekanan osmosis dengan cara mengatur ekskresi

garam-garam, menjaga asam basa cairan darah dengan mengekskresikan urine yang bersifat basa atau mengekskresikan urine yang bersifat asam, menghasilkan zat-zat.

Proses pembentukan urine yang pertama adalah filtrasi yaitu penyaringan zat-zat sisa yang beracun dan berlangsung di glomerulus serta menghasilkan urine primer. Yang kedua adalah reabsorpsi yaitu penyerapan kembali zat-zat sisa yang masih diperlukan oleh tubuh dan berlangsung di tubulus kontortus proksimal serta menghasilkan urine sekunder. Dan yang ketiga adalah augmentasi yaitu penambahan zat-zat yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh dan berlangsung di tubulus kontortus distal serta menghasilkan urine sesungguhnya.

## 2. Kulit

Kulit merupakan lapisan terluar yang membungkus seluruh permukaan manusia. Sebagian besar kulit ditumbuhi rambut. Kulit merupakan organ terluas yang menutupi seluruh tubuh dengan luas keseluruhan kurang lebih  $2 m^2$ . Ketebalan kulit pada setiap bagian tubuh berbeda-beda 0,05-5 mm dan rata-rata 1-2 mm. Kulit adalah organ utama yang berurusan dengan pelepasan napas dari tubuh. Berdasarkan strukturnya, kulit terdiri atas dua lapisan yaitu epidermis (kulit ari) dan dermis (kulit jalat).



Epidermis merupakan bagian kulit paling luar yang sebagian besar terdiri dari epitel skuamosa yang bertingkat yang mengalami keratinisasi

yang tidak memiliki pembuluh darah. Epidermis tersusun atas epitelium berlapis dan terdiri atas sejumlah lapisan sel yang disusun atas dua lapis yang jelas tampak : selapis lapisan tanduk dan selapis zona germinalis.

Dermis merupakan tempat ujung saraf perasa, tempat keberadaan kantung rambut, kelenjar keringat, kelenjar-kelenjar palit atau kelenjar minyak, pembuluh darah dan getah bening, otot penegak rambut (muskulus arektor pili). Fungsi kulit antara lain :

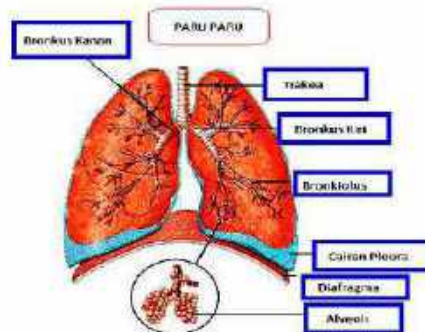
- a. Sebagai pelindung atau proteksi.
- b. Mengeluarkan zat-zat tertentu yaitu keringat dari kelenjar keringat yang dikeluarkan melalui pori-pori keringat dengan membawa garam, yodium, dan zat kimia lainnya.
- c. Sebagai tempat penyimpanan, kulit bereaksi sebagai alat penampung air dan lemak, yang dapat melepaskannya bila mana diperlukan.
- d. Sebagai alat absorpsi, kulit dapat menyerap zat-zat tertentu, terutama zat yang larut dalam lemak dapat diserap ke dalam kulit.
- e. Menunjang penampilan, fungsi yang terkait dengan kecantikan yaitu keadaan kulit yang tampak halus, putih dan bersih penunjang penampilan.

### **3. Paru-paru**

Paru-paru merupakan organ pernapasan yang berhubungan dengan sistem pernapasan dan sirkulasi (peredaran darah) dalam tubuh manusia. Paru-paru berada dalam rongga dada manusia yang sebelah kanan dan kiri yang dilindungi oleh tulang-tulang rusuk. Paru-paru terdiri dari dua bagian, yaitu paru-paru kanan yang memiliki tiga gelambir dan paru-paru kiri yang memiliki dua gelambir.

Fungsi paru-paru untuk mengeluarkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan H<sub>2</sub>O dalam bentuk uap air. Didalam paru-paru terjadi proses pertukaran antara gas oksigen dan karbon dioksida. Proses pembuangan diawali dengan berdifusinya karbon dioksida dari sel-sel kedalam darah, melalui cairan jaringan dan akhirnya masuk kedalam alveolus. Dari alveolus, karbon dioksida akan dikeluarkan melalui udara yang dihembuskan oleh hidung.

## Struktur paru-paru.



- **Trakea**

Trakea adalah saluran pernapasan bawah lanjutan dari laring, yang menghantarkan udara menuju ke pulmo untuk mengalami proses difusi. Berada di mediastinum (daerah kompartemen yang terletak ditengah diantara dua rongga paru di regio thoraks) bagian superior dan terdiri dari tracheal ring yang dibentuk oleh kartilago (tulang rawan) serta menempati bagian tengah leher.

- **Bronkus**

Bronkus bercabang batang yang menghubungkan paru-paru kiri dan paru-paru kanan serta ke trakea. Bronkial terdiri atas tulang rawan dan lapisan mukosa serta otot polos. Cartilage berguna sebagai kerangka bronkial lapisan mukosa menghasilkan lendir untuk menjebak partikel asing yang masuk ke paru-paru dan otot polos memungkinkan kita untuk bernapas secara otomatis tanpa disadari.

Bronkus adalah lanjutan dari trakea berupa saluran konduksi udara dan sebagai tempat difusi oksigen-karbon dioksida di ujung terminal dibagian yang berkaitan langsung dengan alveolus. Bronkus principalis (bronkus primer) terdiri atas bronkus principalis dekstra (yang akan menuju ke pulmo dekstra) serta bronkus principalis inistra (yang akan menuju ke pulmo sinistra). Perbedaan bronkus principalis yaitu :

- a. Bronkus principalis dekstra diameternya lebih lebar, ukuran lebih pendek dan berjalan lebih vertical.

b. Bronkus principalis sinistra diameternya lebih kecil, ukuran lebih panjang dan berjalan agak horizontal.

- **Alveolus**

Unit fungsional paru-paru merupakan kantung udara kecil yang muncul dari bronkiolus yang disebut alveoli. Ada sekitar 300-400.000.000 alveoli dalam paru-paru orang dewasa. Rata-rata diameter dari alveolus ialah sekitar 200 sampai 300 mikron. Fungsi dasar dari alveoli ialah untuk pertukaran gas. Struktur alveoli adalah tempat dimana pertukaran gas respirasi berlangsung. Struktur ini dikelilingi oleh kapiler yang membawa darah. Pertukaran karbon dioksida dalam darah dari kapiler ini terjadi melewati dinding alveolus. Alveoli mulai berfungsi pada saat kita menghirup udara melalui lubang hidung kita. Struktur alveolar terdiri dari membran tipis serta ada banyak kapiler darah. Dalam alveolar rilis darah karbon dioksida ke udara dan mengambil oksigen dari udara.

- **Bronkiolus**

Bronkiolus merupakan cabang bronkus yang bermuara di alveoli. Struktur bronkus tidak mempunyai tulang rawan, silia dan akhirnya terdiri dari bersilia berbentuk kubus jaringan epitel.

- **Pleura**

Pleura merupakan selaput yang melapisi paru-paru. Struktur kantong seperti ini juga halus dan licin. Fungsi pleura ialah untuk mengurangi gesekan ketika paru-paru mengembang atau mengempis.

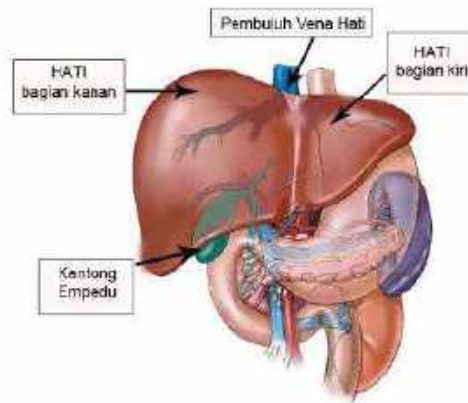
- **Diafragma**

Diafragma merupakan serat otot yang membentuk perbatasan antara rongga dada dan rongga perut. Diafragma juga berperan penting dalam proses pernapasan perut. Diafragma terdiri dari otot dan pembuluh darah serta saraf yang disebut saraf frenikus.

#### 4. Hati

Hati merupakan kelenjar terbesar yang terdapat dalam tubuh manusia. Letaknya di dalam rongga perut sebelah kanan atas. Berwarna

merah tua dengan berat mencapai 2 kg pada orang dewasa. Hati terbagi menjadi dua lobus, bagian kanan dan kiri. Hati menyerap zat racun seperti obat-obatan dan alkohol dari sistem peredaran darah. Hati mengeluarkan zat racun tersebut bersama zat ampedu.



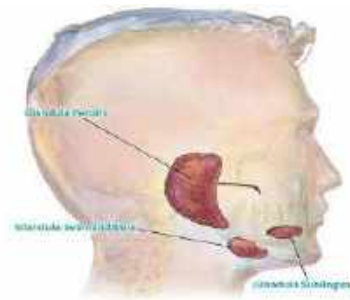
Fungsi hati antara lain :

- a. Menghasilkan empedu yang berasal dari perombakan sel darah merah.
- b. Menetralkan racun yang masuk ke dalam tubuh dan membunuh bibit penyakit.
- c. Tempat penyimpanan gula dalam bentuk glikogen.
- d. Membentuk protein tertentu dan merombaknya seperti mengubah amonia menjadi ureum.
- e. Tempat untuk mengubah pro vitamin A menjadi vitamin A.
- f. Tempat pembentukan protrombin yang berperan dalam pembekuan darah.

## **B. Sistem Sekresi**

Sekresi merupakan proses pengeluaran zat yang masih diperlukan oleh tubuh melalui kelenjar, misalnya hormon, enzim, dan air liur. Saliva/air liur dibentuk oleh sekresi dari tiga kelenjar salivari utama yang berpasangan: kelenjar parotis, submandibular dan sublingual. Salivina/ sering disebut dengan ludah juga mengandung sekresi kelenjar salivari minor, jumlahnya ratusan yang terkandung dalam submukosa dari mukosa mulut dan beberapa cairan sulkus gingiva.

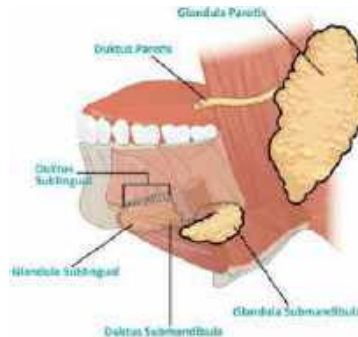
Adanya air liur sangat penting untuk pemeliharaan kesehatan jaringan mulut, baik jaringan keras (gigi) maupun jaringan lunak (mukosa). Pembentukan cairan dikelenjar salivari terjadi pada acinus (acini) dimana sel serosa menghasilkan sekresi seromukus yang encer dan sel mukosa menghasilkan sekresi kental kaya akan musin. Sekresi ini timbul karena pembentukan cairan interstitial dari darah di kapiler, yang kemudian dimodifikasi oleh sel-sel acini. Cairan interstitial yang dimodifikasi ini disekresikan ke dalam lumen. Dari lumen itu melewati sistem duktal dimana ia dimodifikasikan lebih lanjut. Sebagian besar modifikasi terjadi di duktus lurik dimana pertukaran ion terjadi dan sekresi diubah dari larutan isotonik ke larutan hipotonik. Komposisi saliva lebih lanjut dimodifikasi dalam saluran ekskretoris sebelum akhirnya disekresikan ke dalam mulut. Ilustrasi kelenjar salivari mayor.



Sekresi saliva dapat didefinisikan sebagai “gerakan searah dari cairan, elektrolit dan makromolekul ke dalam saliva sebagai respons terhadap stimulasi yang berkesesuaian”. Stimulasi yang dimaksud mencakup mekanisme saraf yang mengintegrasikan respons terhadap rangsangan saliva, seperti rasa dan penguyahan, dan proses dalam setiap sel asinar salivari yang berkomunikasi antara sistem saraf dan mesin sekretorik. Semua aspek penting dari air liur diatur oleh saraf dan regulasi ini dimediasi melalui reseptor G-protein.



### Ilustrasi duktus glandula salivari.



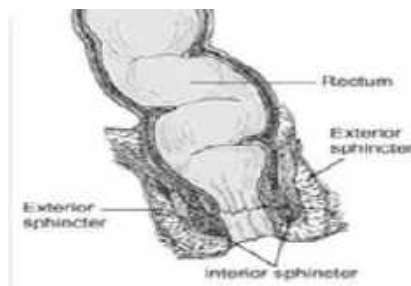
Cairan, elektrolit dan makromolekul menggambarkan komponen saliva. Sifat viskoelastik dan antibakteri yang unik dari saliva sebagian besar berasal dari komponen proteinnya. Kandungan elektrolit menambahkan kemampuan buffer asam dan remineralisasi dan cairan yang mengencerkan dan membersihkan lingkungan mulut. Sekresi cairan dan elektrolit secara fungsional terjalin, dimana satu tidak mungkin tanpa yang lain dan keduanya sebagian besar terpisah dari proses sintesis dan sekresi protein. Satu-satunya cara untuk dapat melakukan gerakan satu arah dari cairan, elektrolit, dan makromolekul pada sel adalah jika salah satu ujung sel berperilaku berbeda dari yang lain. Disini satu ujung sel asinar sekretori terlihat berbeda dari yang lain, polaritas ini meluas ke setiap aspek fungsi sel, termasuk kontrol sekresi.

### C. Sistem Defekasi

Defekasi merupakan proses pengeluaran sisa pencernaan makanan melalui anus, sisa pencernaan ini disebut feces. Gerakan peristaltis dari otot-otot dinding usus besar menggerakkan tinja dari saluran pencernaan menuju ke rektum. Pada rektum terdapat bagian yang membesar (disebut *ampulla*) yang menjadi tempat penampungan tinja sementara. Otot-otot pada dinding rektum yang dipengaruhi oleh sistem saraf sekitarnya dapat membuat suatu rangsangan untuk mengeluarkan tinja keluar tubuh.

Jika rektum pembuangan terus ditahan atau dihambat maka tinja dapat ke usus besar yang menyebabkan air pada tinja

Rectum diserap, dan tinja menjadi sangat padat. Jika buang air besar tidak dapat dilakukan untuk masa yang agak lama dan tinja terus mengeras, konstipasi dapat terjadi. Sementara, bila ada infeksi bakteri atau virus di usus maka secara refleks usus akan mempercepat laju tinja sehingga penyerapan air sedikit. Akibatnya, tinja menjadi lebih encer sehingga perut terasa mulas dan dapat terjadi pembuangan secara tanpa diduga. Keadaan demikian disebut dengan diare. Ketika rectum telah penuh, tekanan di dalam rectum akan terus meningkat dan menyebabkan rangsangan untuk buang air besar. Tinja akan didorong menuju ke saluran anus. Otot rectum pada anus akan membuka lubang anus untuk mengeluarkan tinja.



Selama buang air besar, otot dada, diafragma, otot dinding abdomen, dan diafragma pelvis menekan saluran cerna. Pernapasan juga akan terhenti sementara paru-paru menekan diafragma dada ke bawah untuk memberi tekanan. Tekanan darah meningkat dan darah yang dipompa menuju jantung meninggi. Sebagian besar waktu, rectum tidak berisi feses, hal ini karena adanya sfingter yang lemah  $\pm 20$  cm dari anus pada perbatasan antara kolon sigmoid dan rectum serta sudut tajam yang menambah resistensi pengisian rectum. Bila terjadi pergerakan massa ke rectum, kontraksi rectum dan relaksasi sfingter anus akan timbul keinginan defekasi. Pendorongan massa yang terus menerus akan dicegah oleh konstriksi tonik dari 1) *sfingter ani interni*; 2) *sfingter ani eksternus*.

Refleks Defekasi Keinginan berdefekasi muncul pertama kali saat tekanan rectum mencapai 18 mmHg dan apabila mencapai 55 mmHg, maka sfingter ani internus dan eksternus melemas dan isi feses terdorong keluar. Satu dari refleks defekasi adalah refleks intrinsic (diperantarai sistem saraf enteric

dalam dinding rectum. Ketika feses masuk rectum, distensi dinding rectum menimbulkan sinyal aferen menyebar melalui plexus menterikus untuk menimbulkan gelombang peristaltic dalam kolon descendens, sigmoid, rectum, mendorong feses ke anus. Ketika gelombang peristaltic mendekati anus, sfingter ani interni direlaksasi oleh sinyal penghambat dari plexus menterikus dan sfingter ani eksterni dalam keadaan sadar berelaksasi secara normal sehingga terjadi defekasi. Jadi sfingter melemas sewaktu rectum teregang.

Sebelum tekanan yang melemaskan sfingter ani eksternus tercapai, defekasi dapat dicapai dengan cara melemaskan sfingter eksternus dan mengontraksikan otot-otot abdomen (*mencejan*). Dengan demikian defekasi merupakan suatu reflex spinal yang dengan sadar dapat dihambat dengan menjaga agar sfingter eksternus tetap berkontraksi atau melemaskan sfingter dan mengontraksikan otot abdomen.

Sebenarnya stimulus dari plexus menterikus masih lemah sebagai refleksi defekasi, sehingga diperlukan refleksi lain, yaitu refleksi defekasi parasimpatis (segmen sacral medulla spinalis). Bila ujung saraf dalam rectum terangsang, sinyal akan dihantarkan ke medulla spinalis, kemudian secara refleksi ke kolon descendens, sigmoid, rectum, dan anus melalui serabut parasimpatis n. pelvikus. Sinyal parasimpatis ini sangat memperkuat gelombang peristaltic dan merelaksasi sfingter ani internus. Sehingga mengubah refleksi defekasi intrinsic menjadi proses defekasi yang kuat.

Sinyal defekasi masuk ke medulla spinalis menimbulkan efek lain, seperti mengambil napas dalam, penutupan glottis, kontraksi otot dinding abdomen mendorong isi feses dari kolon turun ke bawah dan saat bersamaan dasar pelvis mengalami relaksasi dan menarik keluar cincin anus mengeluarkan feses.

Pewarnaan pada feses. Normalnya terdiri dari  $\frac{3}{4}$  air dan  $\frac{1}{4}$  padatan (30% bakteri, 10-20% lemak, 10-20% anorganik, 2-3% protein, 30% serat makan yang tak tercerna dan unsur kering dari pencernaan (pigmen empedu,

sel epitel terlepas). Warna coklat dari feses disebabkan oleh 126ectum 126 126 126 126 n dan urobilin yang berasal dari bilirubin yang merupakan hasil kerja bakteri. Apabila empedu tidak dapat masuk usus, warna tinja menjadi putih (tinja akolik). Asam organic yang terbantuk dari karbohidrat oleh bakteri merupakan penyebab tinja menjadi asam (pH 5.0-7.0). Bau feses disebabkan produk kerja bakteri (indol, 126ectum126126126, skatol, hydrogen sulfide). Komposisi tinja 126ectum126126 tidak terpengaruh oleh variasi dalam makanan karena 126ectum126126 besar fraksi massa feses bukan berasal dari makanan. Hal ini merupakan penyebab mengapa selama kelaparan jangka 126 ectum 126 tetap dikeluarkan feses dalam jumlah bermakna.

Berikut beberapa warna feses dan artinya :

1. Jika feses mengandung darah 126ectum126 akan berwarna merah atau hitam.
2. Sedangkan jika kantong empedu bermasalah atau ada infeksi pada hati maka feses yang keluar akan berwarna pucat atau putih.
3. Jika feses yang keluar berwarna hijau maka kemungkinan besar itu diakibatkan oleh sayuran hijau gelap seperti bayam yang dikonsumsi. Selain itu pewarna makanan biru atau hijau yang biasa terkandung dalam minuman atau es bisa menyebabkan feses berwarna hijau. Kondisi ini biasanya disebabkan oleh makanan yang terlalu cepat melewati usus besar sehingga tidak melalui proses pencernaan dengan sempurna.
4. Warna feses yang merah biasanya mengindikasikan perdarahan di 126ectum. Tapi jika warna merahnya menyeluruh dan bukan berbentuk seperti garis-garis kemungkinan besar diakibatkan makanan. Feses merah akibat makanan umumnya disebabkan oleh buah bit, makanan dengan pewarna merah termasuk minuman bubuk dan juga makanan yang mengandung gelatin.
5. Sedangkan feses berwarna hitam selain menunjukkan adanya darah bisa juga terjadi akibat pengaruh makanan atau obat.

## **Kesimpulan**

1. Sistem ekskresi merupakan pengeluaran zat sisa hasil metabolisme yang tidak diperlukan lagi bagi tubuh.
2. Sistem ekskresi manusia berupa ginjal, kulit, paru-paru, dan hati.
  - Ginjal merupakan alat ekskresi utama berjumlah sepasang dan terletak di kanan dan kiri dekat tulang pinggang. Dalam ginjal terjadi proses pembentukan urine.
  - Kulit merupakan lapisan terluar dari tubuh manusia dan merupakan organ ekskresi, kulit memiliki struktur yang terdiri atas lapisan epidermis dan dermis.
  - Paru-paru merupakan organ pernapasan dan juga organ ekskresi. Paru-paru mengeluarkan sisa metabolisme berupa gas, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O.
  - Hati merupakan organ terbesar dalam tubuh yang merupakan alat ekskresi yang sangat penting, hati menghasilkan enzim organase untuk menguraikan asam amino. Hati mengeluarkan sisa metabolisme berupa zat empedu.
  - Sekresi merupakan proses pengeluaran zat yang masih diperlukan oleh tubuh melalui kelenjar, misalnya hormon, enzim, dan air liur. Saliva/air liur dibentuk oleh sekresi dari tiga kelenjar salivari utama yang berpasangan :kelenjar parotis, submandibular dan sublingual.
  - Defekasi merupakan proses pengeluaran sisa pencernaan makanan melalui anus

## EVALUASI

1. Apa yang dimaksud dengan sistem ekskresi ?
2. Sebutkan fungsi dari organ tubuh ginjal !
3. Sebutkan fungsi dari organ tubuh hati !
4. Apa yang dimaksud dengan sistem sekresi ?
5. Jelaskan pengertian dari defekasi !

# SISTEM KOORDINASI

## A. Pengertian Sistem Koordinasi

Semua kegiatan dalam tubuh dapat terjadi karena sistem organ pada tubuh bekerja secara harmonis. Untuk itu, diperlukan suatu sistem yang disebut sistem koordinasi. Sistem ini bertugas mulai dari menerima rangsang, meneruskannya ke alat koordinasi, kemudian menentukan tanggapannya. Sistem koordinasi terdiri atas sistem saraf, alat alat indra, dan sistem hormon (endokrin) (Arisworo & Yusa, 2006). Dalam sistem koordinasi diperlukan tiga komponen agar fungsi koordinasi dapat berlangsung, yaitu reseptor, konduktor, dan efektor.

### 1. Reseptor

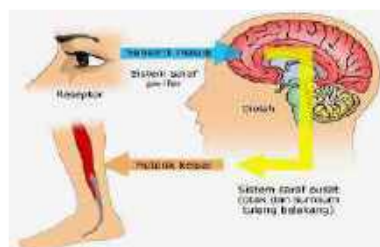
Reseptor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan. Bagian yang berfungsi sebagai penerima rangsangan tersebut adalah indra.

### 2. Konduktor

Konduktor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penghantar rangsangan. Bagian tersebut adalah sel-sel saraf (neuron) yang membentuk sistem saraf. Sel-sel saraf ini ada yang berfungsi membawa rangsangan ke pusat saraf ada juga yang membawa pesan dari pusat saraf.

### 3. Efektor

Efektor adalah bagian tubuh yang menanggapi rangsangan, yaitu otot dan kelenjar (baik kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin). Sistem kerja ketiga komponen tersebut dapat digambarkan seperti berikut.



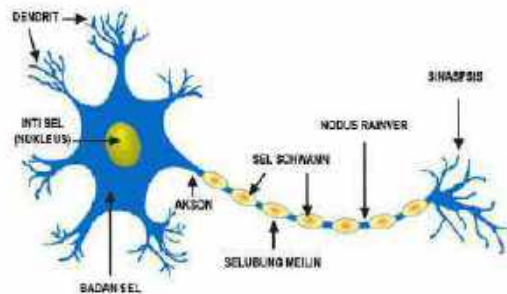
**Gambar 1. Sistem kerja komponen sistem koordinasi**

## B. Sistem Saraf

Sistem saraf berfungsi mengenali rangsang yang berasal dari luar dan dari dalam tubuh. Kemampuan mengenali rangsang ini dibantu oleh alat indra. Sistem saraf juga berfungsi menegndalikan dan mengatur jenis aktivitas sebagai tanggapan terhadap rangsang tersebut (Arisworo & Yusa, 2006).

### 1. Struktur Sel Saraf

Sistem saraf tersusun oleh komponen-komponen terkecil yaitu sel-sel saraf atau neuron. Neuron inilah yang berperan dalam menghantarkan impuls (rangsangan). Sebuah sel saraf terdiri tiga bagian utama yaitu badan sel, dendrit dan neurit (akson).



**Gambar 2. Struktur sel saraf**

#### a. Badan sel

Badan sel saraf mengandung inti sel dan sitoplasma. Di dalam sitoplasma terdapat mitokondria yang berfungsi sebagai penyedia energi untuk membawa rangsangan.

#### b. Dendrit

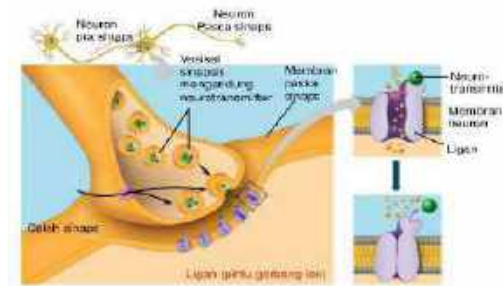
Dendrit adalah serabut-serabut yang merupakan penjurulan sitoplasma. Pada umumnya sebuah neuron mempunyai banyak dendrit dan ukuran dendrit pendek. Dendrit berfungsi membawa rangsangan ke badan sel.

#### c. Neurit (akson)

Neurit atau akson adalah serabut-serabut yang merupakan penjurulan sitoplasma yang panjang. Sebuah neuron memiliki satu akson. Neurit berfungsi untuk membawa rangsangan dari badan sel ke sel saraf lain. Neurit dibungkus oleh selubung lemak yang disebut myelin yang terdiri atas perluasan membran sel Schwann. Selubung ini berfungsi untuk



isolator dan pemberi makan sel saraf. Antara neuron satu dengan neuron satu dengan neuron berikutnya tidak bersambungan secara langsung tetapi membentuk celah yang sangat sempit. Celah antara ujung neurit suatu neuron dengan dendrit neuron lain tersebut dinamakan sinapsis. Pada bagian sinapsis inilah suatu zat kimia yang disebut neurotransmitter (misalnya asetilkolin) menyeberang untuk membawa impuls dari ujung neurit suatu neuron ke dendrit neuron berikutnya.



**Gambar 3. Sinapsis**

Neuron berdasarkan strukturnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu :

1) Neuron unipolar

Neuron unipolar yaitu neuron yang memiliki satu buah akson yang bercabang.

2) Neuron bipolar

Neuron bipolar yaitu neuron yang memiliki satu akson dan satu dendrit.

3) Neuron multipolar

Neuron multipolar yaitu neuron yang memiliki satu akson dan sejumlah dendrit.

Berdasarkan fungsinya neuron dibedakan menjadi tiga macam yaitu:

1) Neuron sensorik

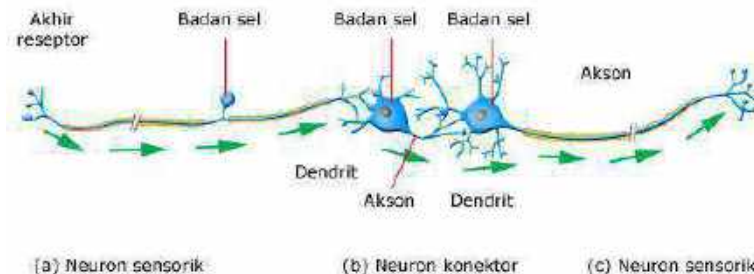
Neuron sensorik adalah neuron yang membawa impuls dari reseptor (indra) ke pusat susunan saraf (otak dan sumsum tulang belakang).

2) Neuron motorik

Neuron motorik adalah neuron yang membawa impuls dari pusat susunan saraf ke efektor (otot dan kelenjar).

### 3) Neuron konektor

Neuron konektor adalah neuron yang membawa impuls dari neuron sensorik ke neuron motorik.



**Gambar 4. Jenis-jenis neuron berdasarkan fungsinya**

## 1. Jenis Sistem Saraf

Jutaan sel-sel saraf bergabung membentuk suatu sistem yang dinamakan sistem saraf. Sistem saraf manusia terdiri dari susunan saraf pusat dan susunan saraf tepi. Susunan saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang sedangkan susunan saraf tepi tersusun atas serabut-serabut saraf yang menuju ke susunan saraf pusat dan dari susunan saraf pusat ke seluruh tubuh (Manggi, tanpa tahun: 10).

### a. Saraf Pusat

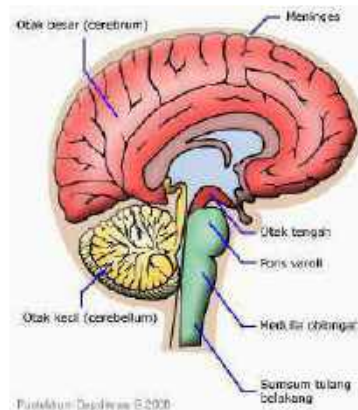
Seluruh kegiatan tubuh manusia diatur oleh pusat susunan saraf yaitu otak dan sumsum tulang belakang.

#### 1) Otak

Jaringan otak dibungkus oleh selaput otak dan tulang tengkorak yang kuat dan terletak dalam kavum kranii. Otak dibungkus oleh tiga selaput otak (meningen) dan dilindungi oleh tulang tengkorak. Selaput otak (meningen) adalah selaput yang membungkus otak dan sumsum tulang belakang untuk melindungi struktur saraf yang halus membawa pembuluh darah dan cairan sekresi serebropinalis memperkecil benturan atau getaran pada otak dan sumsum tulang belakang.

Selaput paling luar disebut duramater, paling dalam adalah piamater dan yang tengah disebut arachnoid. Di antara ketiga selaput

tersebut terdapat cairan serebrospinal yang berfungsi untuk mengurangi benturan atau guncangan. Otak manusia terbagi menjadi tiga bagian yaitu otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum) dan batang otak (Syaiffudin, 2016: 184).



**Gambar 5. Bagian-bagian otak dan sumsum tulang belakang**

a) Otak besar (cerebrum)

Otak besar manusia terletak di dalam tulang tengkorak. Otak besar memiliki permukaan yang berlipat-lipat dan terbagi atas dua belahan. Belahan otak kiri melayani tubuh sebelah kanan dan belahan otak kanan melayani tubuh sebelah kiri. Otak besar terdiri atas dua lapisan. Lapisan luar berwarna kelabu disebut korteks, berisi badan-badan sel saraf. Bagian-bagian korteks terdiri dari lobus frontalis, lobus parietalis, lobus oksipitalis, lobus temporalis.

Lapisan dalam berwarna putih berisi serabut-serabut saraf. Otak besar berfungsi sebagai pusat kegiatankegiatan yang disadari seperti berpikir, mengingat, berbicara, melihat, mendengar, dan bergerak.

b) Otak kecil (cerebellum)

Otak kecil terletak di bawah otak besar bagian belakang. Susunan otak kecil seperti otak besar. Terdiri atas belahan kanan dan kiri serta terbagi menjadi dua lapis. Lapisan luar

berwarna kelabu dan bagian dalam berwarna putih. Belahan kanan dan kiri otak kecil dihubungkan oleh jembatan Varol. Otak kecil berfungsi untuk mengatur keseimbangan tubuh dan mengkoordinasi kerja otot-otot ketika kita bergerak.

c) Sumsum lanjutan

Sumsum lanjutan membentuk bagian bawah batang otak serta menghubungkan pons Varoli dengan sumsum tulang belakang. Sumsum tulang belakang berfungsi sebagai:

- pusat pengendali pernapasan
- menyempitkan pembuluh darah
- mengatur denyut jantung
- mengatur suhu tubuh

2) Sumsum Tulang Belakang (medulla spinalis)

Sumsum tulang belakang dilindungi atau berada di dalam ruas-ruas tulang belakang. Sumsum tulang belakang terdapat memanjang di dalam rongga tulang belakang, mulai dari ruas-ruas tulang leher sampai ruas tulang pinggang ke dua. Letaknya memanjang dari ruas pertama tulang belakang sampai ruas kedua tulang ekor, seluruhnya ada 31 ruas. Sumsum tulang belakang juga dibungkus oleh selaput meninges. Bila diamati secara melintang, sumsum tulang belakang bagian luar tampak berwarna putih (substansi alba) dan bagian dalam yang berbentuk seperti kupu-kupu, berwarna kelabu (substansi grisea). Pada bagian yang berwarna putih banyak mengandung akson (neurit) yang diselimuti myelin. Bagian ini untuk menghantarkan impuls menuju otak dan dari otak menuju efektor. Bagian yang berwarna kelabu mengandung serabut saraf yang tidak ada myelinnya. Bagian ini dibedakan dua yaitu akar dorsal atau akar posterior dan akar ventral atau akar anterior. Akar dorsal mengandung neuron sensorik dan akar ventral mengandung neuron motorik. Fungsi sumsum tulang belakang, yaitu:

- Penghubung antara susunan saraf tepi dan otak
- Menghantarkan impuls dari dan ke otak
- Mengatur gerak refleks tubuh

#### b. Sistem Saraf Tepi

Saraf tepi merupakan penghubung susunan saraf pusat dengan reseptor sensorik dan efektor motorik (otot dan kelenjar). Saraf tepi terdiri dari ribuan serabut saraf yang dikelompokkan dalam ikatan-ikatan yang masing-masing kelompok dibungkus oleh jaringan ikat (Syaifudin, 2016). Berdasarkan fungsinya, saraf tepi dikelompokkan menjadi 2, yaitu:

##### 1) Saraf Somatik (Saraf Sadar)

Indra somatik merupakan saraf yang mengumpulkan informasi sensoris dari tubuh. Indra ini berbeda dengan indra khusus (penglihatan, penciuman, pendengaran, pengecap, dan keseimbangan). Indra somatik dapat digolongkan menjadi tiga jenis: indra somatik mekanoreseptif, indra termoreseptor, dan indra nyeri (Syaifudin, 2016).

##### 2) Saraf Otonom (Saraf Tak Sadar)

Saraf yang mempersarafi alat-alat dalam tubuh seperti kelenjar, pembuluh darah, paru, lambung, usus, dan ginjal. Alat ini mendapat dua jenis persarafan otonom yang fungsinya saling bertentangan jika yang satu merangsang yang lainnya menghambat dan sebaliknya. Kedua saraf ini disebut saraf simpatis dan saraf parasimpatis. Fungsi saraf otonom mengatur motilitas dan sekresi pada kulit, pembuluh darah, dan organ viseral dengan cara merangsang pergerakan otot polos dan kelenjar eksokrin. Regulasi otonom dibawa oleh serabut saraf simpatis dan parasimpatis (Syaifudin, 2016).

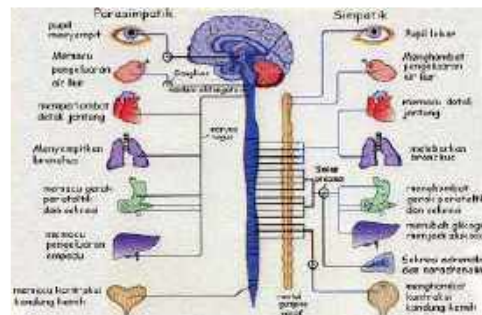
##### a) Saraf Simpatik

Saraf simpatik memiliki ganglion yang terletak di sepanjang tulang punggung dan menempel pada sumsum tulang belakang.

Saraf simpatik memiliki serabut praganglion yang pendek, sedangkan serabut pascaganglion panjang. Saraf simpatik mempersiapkan tubuh untuk keadaan darurat.

b) Saraf Parasimpatetik

Saraf parasimpatetik memiliki serabut praganglion panjang dan serabut pascaganglion pendek. Susunan parasimpatetik berupa susunan saraf yang berhubungan dengan ganglion ganglion yang tersebar di seluruh tubuh. Saraf parasimpatetik bekerja berlawanan dengan saraf simpatik.



**Gambar 6. Perbedaan fungsi saraf simpatik dan simpatetik**

Berdasarkan letaknya, saraf tepi dikelompokkan menjadi 2, yaitu:

1) Saraf otak (saraf cranial)

Saraf otak terdapat pada bagian kepala yang keluar dari otak dan melewati lubang yang terdapat pada tulang tengkorak. Urat saraf ini berjumlah 12 pasang, berhubungan erat dengan otot mata, telinga, hidung, lidah dan kulit.

2) Saraf Sumsum Tulang Belakang (Saraf Spinal)

Saraf sumsum tulang belakang berjumlah 31 pasang yang keluar dari:

- Ruas-ruas tulang leher : 8 pasang
- Ruas-ruas tulang punggung : 12 pasang
- Ruas-ruas tulang pinggang : 5 pasang
- Ruas-ruas tulang kelangkang : 5 pasang
- Ruas-ruas tulang ekor : 1 pasang

Semua saraf sumsum tulang belakang bersifat campuran artinya saraf ini untuk meneruskan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat juga meneruskan impuls dari sistem saraf pusat ke semua otot rangka tubuh. Semua neuron sensorik masuk ke sumsum tulang belakang melalui akar dorsal dan neuron motorik keluar dari sumsum tulang belakang melalui akar ventral.

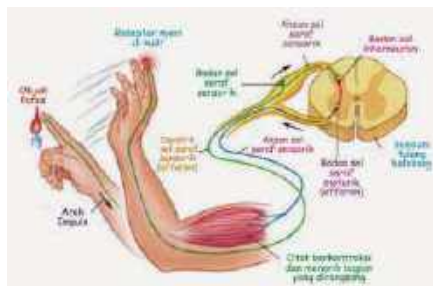
## 2. Mekanisme Penghantar Impuls

### a. Jalannya rangsang gerak sadar:

reseptor → neuron sensorik → otak → neuron motorik → efektor

### b. Jalannya rangsang gerak refleks:

reseptor → neuron sensorik → sumsum tulang belakang → neuron motorik → efektor



**Gambar 7. Mekanisme gerak reflex saat tangan terkena benda panas**

Jalannya impuls gerak refleks ada dua macam yaitu lintasan refleks spinalis dan lintasan refleks cranialis. Lintasan refleks spinalis yaitu lintasan gerak refleks yang melalui sumsum tulang belakang. Contohnya gerakan menarik tangan ketika terkena benda panas. Sedangkan lintasan cranialis yaitu bila lintasan gerak refleks melalui otak, tetapi otak memberikan tanggapan secara langsung tanpa kesadaran manusia. Contoh gerak refleks yang melalui lintasan cranialis adalah gerak mengecilnya pupil mata apabila mata menerima cahaya yang terang.

### 3. Gangguan Sistem Saraf

Gangguan yang dapat terjadi pada sistem saraf, diantaranya :

- a. Meningitis, radang selaput otak karena infeksi bakteri atau virus.
- b. Ensefalitis, peradangan jaringan otak, biasanya disebabkan oleh virus.
- c. Neuritis, gangguan saraf tepi akibat peradangan, keracunan, atau tekanan.
- d. Rasa baal (kebas) dan kesemutan, gangguan sistem saraf akibat gangguan metabolisme, tertutupnya aliran darah, atau kekurangan vitamin neurotropik (B1, B6, dan B12).
- e. Epilepsi (ayan), penyakit serangan mendadak karena trauma kepala, tumor otak, kerusakan otak saat kelahiran, stroke, dan alkohol.
- f. Alzheimer, sindrom kematian sel otak secara bersamaan.
- g. Gegar otak, Bergeraknya jaringan otak dalam tengkorak menyebabkan perubahan fungsi mental atau kesadaran (Campbell, 2010).

### C. Sistem Hormon

Hormon adalah sinyal berupa senyawa kimia yang disekresikan ke dalam peredaran darah. Hormon dihasilkan oleh suatu kelenjar yang disebut kelenjar endokrin. Akan tetapi, terdapat suatu sel khusus yang menghasilkan hormon sekaligus menyampaikan impuls saraf. Sel khusus tersebut dinamakan sel neurosekretori. Selain kelenjar endokrin, terdapat kelenjar lain yang berfungsi menyekresikan senyawa kimia. Kelenjar tersebut adalah kelenjar eksokrin. Kelenjar eksokrin menyekresikan senyawa kimia yang akan dikeluarkan melalui suatu saluran menuju rongga tubuh atau kulit. Sistem endokrin memiliki beberapa fungsi bagi tubuh. Fungsi tersebut antara lain berperan dalam homeostatis, reproduksi, dan perkembangan (Firmansyah & dkk, 2009) (Macam-macam kelenjar endokrin



a. Kelenjar Hipofisis (Pituitari)

Merupakan kelenjar yang dapat menyekresikan hormon yang dapat mengatur bermacam-macam kegiatan dalam tubuh sehingga dijuluki dengan “*Master Of Glands*”. Kelenjar hipofisis terdiri atas tiga lobus:

➤ Lobus depan (anterior)

Hormon yang dihasilkan pada lobus ini, yaitu:

No	Hormon	Fungsi
1.	HGH ( <i>Human Growth Hormone</i> )	Merangsang pertumbuhan kerangka dan tubuh.
2.	Prolaktin dan LH ( <i>Lactogenic Hormone</i> )	Memelihara korpus luteum dalam memproduksi progesteron dan merangsang sekresi kelenjar susu.
3.	TSH ( <i>Tiroid Stimulating Hormone</i> )	Merangsang sekresi hormon oleh kelenjar tiroid.
4.	ACTH ( <i>Adenocorticotropic Hormone</i> )	Merangsang korteks adrenal untuk mensekresikan beberapa hormon.
5.	FSH ( <i>Folikel Stimulating Hormone</i> )	Pada pria, menstimulasi testis untuk menghasilkan sperma. Pada wanita, merangsang perkembangan folikel pada ovarium dan sekresi estrogen.
6.	LH ( <i>Luteinizing Hormone</i> )	Pada wanita, merangsang ovulasi dan pembentukan progesteron oleh korpus luteum pada ovarium. Pada pria, merangsang testis mensekresikan hormon androgen.

➤ Lobus Tengah (Intermediet)

Lobus ini menghasilkan hormon MSH (*Melanosit Stimulating Hormone*) yang memberi pigmen warna kulit.

➤ Lobus Belakang (Posterior)

Hormon yang disekresikan pada lobus ini, yaitu hormon vasopresin yang berfungsi untuk mengatur proses reabsorpsi air pada tubulus ginjal dan hormon oksitosin yang berfungsi untuk merangsang kontraksi otot dinding rahim pada saat melahirkan.

b. Kelenjar Tiroid (Gondok) dan Paratiroid (Anak Gondok)

Kelenjar tiroid memiliki bentuk seperti huruf H dan berlokasi di leher. Tiroid berada di atas trakea. Kelenjar ini menghasilkan hormon tiroksin

yang berfungsi untuk merangsang dan mengatur proses metabolisme. Kelenjar paratiroid merupakan empat kelenjar pada bagian belakang kelenjar tiroid. Kelenjar paratiroid merupakan kelenjar endokrin terkecil di dalam tubuh. Kelenjar ini menghasilkan parathyroid hormon (PTH) yang berfungsi menaikkan kadar kalsium dalam darah.

c. Kelenjar Adrenal (Kelenjar Anak Ginjal)

Kelenjar ini terdiri atas dua bagian, yaitu bagian kulit (korteks) dan bagian dalam (medula). Bagian Adrenal beserta fungsinya:

No	Bagian Kelenjar Adrenal	Hormon	Fungsi
1.	Korteks	Korteks Mineral	Menyerap natrium darah dan mengatur reabsorpsi air pada ginjal
		Glukokortikoid	Menaikkan kadar glukosa darah dan mengubah protein menjadi glikogen di hati serta mengubah glikogen menjadi glukosa
		Androgen	Membentuk sifat kelamin sekunder pria
2.	Medula	Adrenalin/epinephrin	Mengubah glikogen dalam otot menjadi glukosa (dalam darah)

Kelainan hipersekresi kelenjar adrenal pada wanita mengakibatkan virilisme, yaitu timbulnya ciri-ciri kelamin sekunder pada pria dan wanita. Sebaliknya, sekresi yang rendah atau hipofungsi kelenjar adrenal menimbulkan penyakit Addison. Penyakit ini ditandai dengan kulit menjadi merah dan selalu mengakibatkan kematian.

d. Kelenjar Pankreas (Kelenjar Langerhans)

Pada pankreas tersebar kelompok kecil sel-sel yang kaya pembuluh darah, disebut pulau Langerhans. Hormon yang dihasilkan adalah insulin dan glukagon. Hormon insulin berfungsi mengubah glukosa menjadi glikogen di dalam hati dan otot. Sedangkan hormon glukagon berperan dalam merombak glikogen menjadi glukosa.

e. Kelenjar Gonad

Kelenjar ini dibedakan menjadi kelenjar gonad pada wanita dan kelenjar gonad pada pria. Kelenjar kelamin pria (testis), menghasilkan hormon

testosteron yang berperan dalam menentukan ciri per-tumbuhan kelamin sekunder dan spermatogenesis. Kelenjar kelamin pada wanita (ovarium) menghasilkan hormon estrogen dan progesteron. Hormon estrogen berperan dalam menentukan ciri pertumbuhan kelamin sekunder. Hormon progesteron berfungsi untuk penebalan dan perbaikan dinding uterus. Hiposekresi kelenjar gonad pada wanita mengakibatkan gangguan pada menstruasi dan timbulnya tumor.

f. Kelenjar Timus

Kelenjar timus berfungsi untuk membentuk hormon thymosin yang berperan dalam sistem imun (kekebalan) (Rikky dkk, 2008: 145)

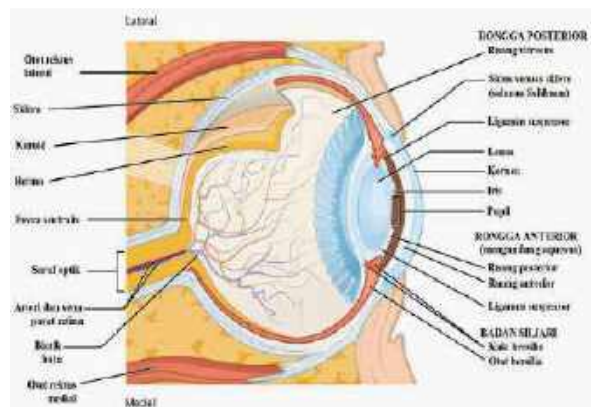
**D. Sistem Indra**

Ada lima macam indra yang berfungsi sebagai penerima rangsangan yaitu:

- a. Mata, sebagai penerima rangsang cahaya (fotoreseptor).
- b. Telinga, sebagai penerima rangsang getaran bunyi (fonoreseptor) dan tempat beradanya indra keseimbangan (statoreseptor).
- c. Hidung, sebagai penerima rangsang bau berupa gas (kemoreseptor).
- d. Lidah, sebagai penerima rangsang zat yang terlarut (kemoreseptor).
- e. Kulit, sebagai penerima rangsang sentuhan (tangoreseptor) dan suhu (temperatur

1. Alat-Alat Indra

a. Mata



**Gambar 8. Anatomi mata**

Mata berfungsi untuk menerima rangsang berupa cahaya, karena di dalamnya terdapat reseptor penerima cahaya yang disebut fotoreseptor. Mata terletak di dalam rongga mata yang dilindungi oleh tulang-tulang tengkorak. Selain itu mata juga dilindungi oleh:

- a. Kelopak mata, berupa kulit tipis yang berfungsi untuk melindungi mata dari debu atau sentuhan benda.
- b. Bulu mata, untuk melindungi mata dari cahaya yang terlalu menyilaukan.
- c. Alis, untuk melindungi mata dari aliran keringat dan air hujan.
- d. Air mata yang dihasilkan oleh kelenjar air mata, untuk menjaga kelembapan mata dan membersihkan mata dari debu dan bakteri.

Mata manusia berbentuk agak bulat dengan garis tengah kurang lebih 2,5 sentimeter. Mata tersebut terdiri atas tiga lapisan jaringan yaitu:

1) Lapisan sklera atau selaput putih

Merupakan lapisan paling luar, sangat kuat. Lapisan ini berwarna putih sehingga sering disebut lapisan putih mata. Di bagian depan lapisan ini membentuk kornea yang bening, untuk menerima cahaya masuk ke dalam mata. Kornea ini selalu basah oleh air mata yang dihasilkan oleh kelenjar air mata.

2) Lapisan koroid atau selaput hitam

Merupakan lapisan di bawah sklera dan lapisan tengah bola mata. Bagian ini banyak mengandung melanin dan pembuluh darah. Berfungsi untuk menghentikan refleksi cahaya yang menyimpang di dalam mata.

Di bagian depan mata, koroid membentuk iris. Iris ini mengandung pigmen hitam, biru, hijau atau coklat, sehingga dapat sebagai penentu warna mata. Di bagian tengah iris terdapat pupil yang merupakan celah (bukaan), untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk mata. Di belakang iris terdapat lensa mata berbentuk cembung di kedua sisi yang diikat oleh ligamen suspensori. Mencembung atau memipihnya lensa menyebabkan mata berakomodasi.

### 3) Retina atau selaput pelangi

Retina adalah lapisan mata paling dalam. Pada lapisan ini terdapat bagian yang paling peka terhadap cahaya yaitu bintik kuning (fovea). Selain itu pada retina juga terdapat bintik buta, yaitu tempat keluarnya saraf mata. Pada retina tersusun kurang lebih 125 juta sel batang (sel basilus) yang mampu menerima rangsang cahaya tidak berwarna dan untuk melihat pada keadaan cahaya redup. Selain sel batang, pada retina juga sel kerucut (sel konus) yang berfungsi menerima rangsang cahaya kuat dan berwarna. Sel kerucut lebih banyak terdapat pada bagian bintik kuning (fovea centralis). Di retina dijumpai daerah yang sama sekali tidak mengandung sel batang ataupun sel kerucut. Bagian ini disebut bintik buta. Bila cahaya jatuh di daerah ini, kita tidak bisa melihat apa-apa.

Suatu benda dapat dilihat oleh mata, bila benda tersebut memantulkan cahaya. Cahaya yang dipantulkan oleh benda masuk ke mata melalui kornea dan diteruskan ke lensa melalui pupil. Oleh lensa, cahaya tersebut dibiarkan dan difokuskan di retina sehingga membentuk bayangan kecil dan terbalik pada retina. Tetapi oleh otak bayangan tersebut diartikan seperti gambar yang kita lihat. Bayangan benda yang jatuh pada bintik buta yang tidak akan terlihat.

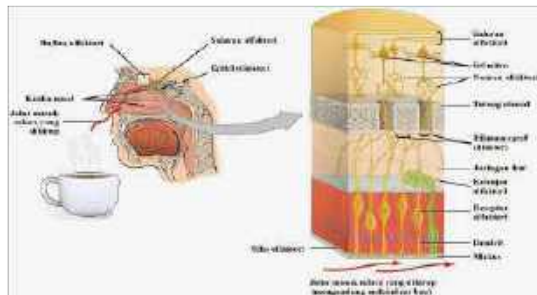
Proses melihat dapat dijelaskan sebagai berikut :

Cahaya dipantulkan oleh benda - ditangkap oleh kornea - melewati pupil - lensa - aqueos humor - retina – bayangan - otak - kesan melihat  
Gangguan atau kelainan mata diantaranya :

- Miopia (rabun dekat)
- Hipermetropia (rabun jauh)
- Presbiopia
- Kebutaan
- Kerabunan
- Rabun senja

- Buta warna
- Katarak
- Astigmatisma
- Mata juling (strabismus)

#### b. Hidung



**Gambar 9. Anatomi hidung**

Hidung terusun atas sel-sel epitel dan saraf pembau. Hidung berfungsi sebagai indra pembau karena memiliki reseptor pembau (kemoreseptor) pada bagian langit-langit rongga hidung yang disebut olfaktori. Pada ujung sel reseptor terdapat rambut-rambut halus (silia) dan selaput lendir yang berfungsi sebagai pelembap. Gangguan indra pembau antara lain: hiposmia dan anosmia, hiperosmia, sinusitis, dan polip (Firmansyah & dkk, 2009). Proses jalannya rangsang berupa bau dapat dijelaskan berikut :

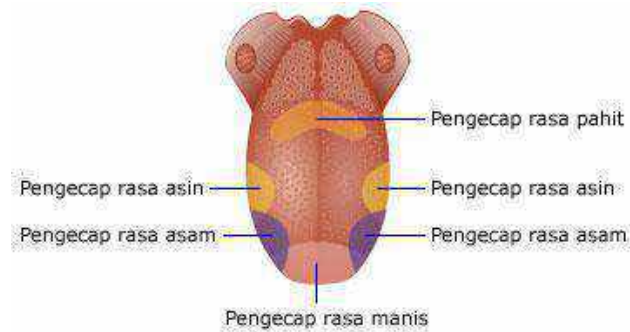
Bau di udara – Masuk rongga hidung – Larut dalam seaput lendir – Diterima saraf embau (Olfaktori) – Menuju otak – Dianggap sebagai bau

#### c. Lidah

Lidah memiliki kemoreseptor pada papila (tonjolan-tonjolan kecil) dipermukaannya. Papila pengecap pada lidah dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

- 1) Papila filiformis, berupa benang dan tersebar diseluruh permukaan lidah

- 2) Papila sirkumvalata, berbentuk seperti huruf v dan terdapat pada daerah dekat pangkal lidah.
- 3) Papila fungiformis, berbentuk palu dan terdapat pada tepi lidah



**Gambar 10. Anatomi lidah**

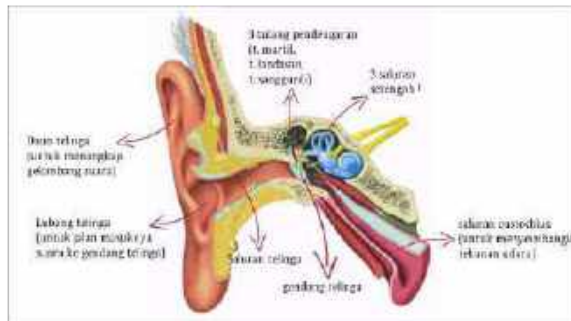
d. Telinga

Telinga berfungsi sebagai indra pendengar karena memiliki audioreseptor di dalam saluran koklea. Bagian-bagian telinga yaitu :

- Telinga luar, yang terdiri atas daun telinga, lubang telinga, dan gendang telinga (membran timpani)
- Telinga tengah, merupakan bagian pengatur getaran dan terdiri atas tulang-tulang pendengaran (martil – landasan – sanggurdi), dan saluran eustachius.
- Telinga dalam, yaitu penerima getaran yang terdiri atas koklea (rumah siput), tiga saluran setengah lingkaran (terdapat alat keseimbangan bernama ekuilibrium), tingkap bundar, tingkap oval dan tingkap jorong.

Urutan peristiwa sehingga bunyi dapat didengar :

Getaran suara – Saluran pendengaran – Gendang telinga bergetar – Diteruskan ke tingkap jorong – Cairan limfa di koklea bergetar – Saraf pendengaran – Otak

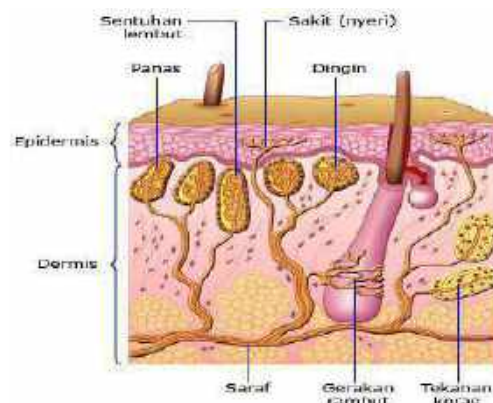


**Gambar 11. Anatomi telinga**

e. Kulit

Kulit berfungsi sebagai indra peraba karena memiliki ujung-ujung saraf seperti mekanoreseptor. Nama ujung saraf beserta rangsangannya yang diterima yaitu :

- Ujung saraf paccini (reseptor tekanan)
- Ujung saraf meissner dan badab merkel (reseptor sentuhan)
- Ujung saraf ruffini (reseptor panas)
- Ujung saraf tanpa selaput (reseptor nyeri atau sakit)



**Gambar 12. Anatomi kulit**

**E. Sistem Koordinasi pada Hewan**

Pada banyak hewan, sistem koordinasi sangat berguna dalam mempertahankan hidup. Misalnya, pada hewan rusa. Meskipun ia sedang merumput, sistem indra nya, seperti telinga dan mata tetap waspada terhadap keadaan sekeliling. Hal ini untuk mewaspadaai adanya hewan pemangsa seperti



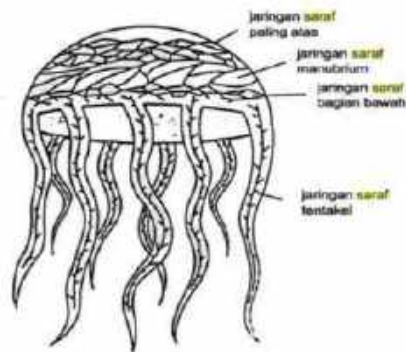
harimau. Ketika bahaya datang, alat indra telinga dan mata akan mendengar dan melihat adanya harimau mendekat. Sistem saraf, seperti otak dan sel-sel saraf, memerintahkan otot-otot rusa untuk berlari secepat mungkin. Untuk mengimbangi perubahan aktivitas tubuh yang mendadak, sistem saraf pusat memerintahkan kelenjar hormon menghasilkan hormon untuk meningkatkan kerja jantung, aliran darah, pergantian oksigen, dan pembakaran cadangan makanan tubuh agar rusa dapat terus berlari menghindari kejaran harimau.

#### 1. Sistem Saraf Pada Hewan

Organisasi sistem saraf pada hewan sangat bervariasi, tergantung pada tingkat perkembangan tubuh masing-masing hewan. Hewan dengan tingkat perkembangan tubuh sederhana memiliki susunan organisasi sistem saraf yang sederhana juga. Pada sebagian besar hewan dengan sistem saraf, gugusan neuron melakukan fungsi-fungsi yang terspesialisasi. Akan tetapi, penggugusan semacam itu tidak ditemukan pada knidaria, hewan paling sederhana yang memiliki sistem saraf. Pada sebagian besar knidaria, serangkaian sel-sel saraf yang saling berhubungan membentuk jaring saraf yang tersebar, yang mengontrol kontaksi dan ekspansi rongga gastrovaskular.

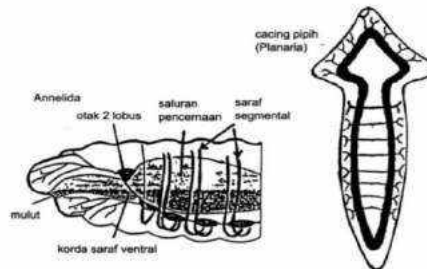
Di dalam sebuah kelompok hewan, organisasi sistem saraf seringkali berkorelasi dengan gaya hidup. Misalnya, moluska yang sesil dan bergerak lambat, misalnya kima dan kiton, memiliki organ yang relatif sederhana dan sedikit tanpa sefalikasi. Sebaliknya, moluska predator yang aktif, misalnya gurita dan cumi-cumi, memiliki sistem saraf yang paling canggih di antara invertebrata, bahkan menyaingi sistem saraf beberapa vertebrata (Campbell, 2010)

Jala saraf merupakan contoh sistem saraf yang paling sederhana. Jala saraf dapat ditemukan pada hewan karang dan ubur-ubur. Susunan saraf yang terdapat pada bagian atas tubuh ubur-ubur berfungsi untuk mengoordinasikan gerakan, sedangkan jala saraf yang terdapat pada tentakel berfungsi sebagai reseptor sensoris.



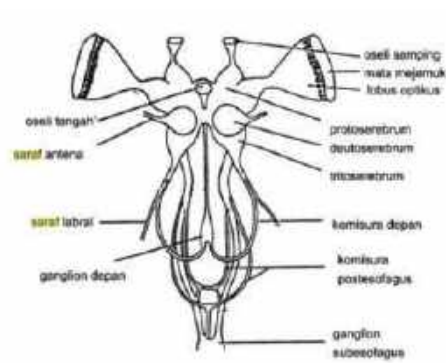
**Gambar 13. Jala saraf pada ubur-ubur**

Tali saraf adalah susunan organisasi sistem saraf yang berupa traktus atau kumpulan serabut saraf. Jaringan saraf pada daerah kepala biasanya mengalami perkembangan lebih baik daripada bagian tubuh lain. Perkembangan jaringan saraf pada daerah kepala disebut sefalisasi. Tali saraf dan sefalisasi dapat ditemukan pada hewan yang bertubuh simetris bilateral. Contohnya adalah cacing pipih. Organisasi saraf yang berupa otak dan tali saraf dapat ditemukan pada annelida.



**Gambar 14. Sistem saraf annelida dan cacing pipih**

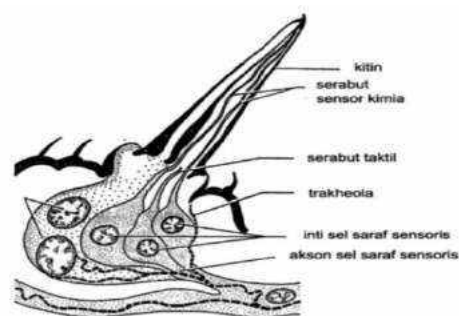
Pada otak artropoda (misalnya belalang) memperlihatkan tingkat kerumitan yang lebih tinggi dan umumnya terdiri atas tiga lobus. Ganglion pada ruas-ruas tubuh artropoda telah berdifusi menjadi satu. Pada insekta, ganglion di daerah dada (ganglion toraks) telah berkembang lebih sempurna sehingga dapat dipergunakan untuk mengendalikan aktivitas kaki dan sayap (Isnaeni, 2006).



Gambar 15. Otak dan sistem saraf bagian depan belalang *locust*

## 2. Reseptor dan Efektor pada Hewan

Informasi mengenai keadaan lingkungan yang dapat diterima hewan sangat beragam, antara lain suhu, kadar garam, cahaya, kelembapan, dan tekanan udara. Berkaitan dengan hal tersebut, alat penerima rangsang (reseptor) yang dimiliki hewan harus beragam. Pada insekta, penerimaan rangsang kimia (kemoreseptor) terdapat pada bagian mulut, antenna, dan kaki. Pada umumnya kemoreseptor ini berupa rambut atau duri sensoris yang kaku dan ujungnya terbuka ke lingkungan luar. Rambut sensoris insekta memiliki susunan yang khas dengan lima buah neuron pada bagian dasar, yakni reseptor untuk gula, air, serta garam dan senyawa lainnya. Pada ular dan kadal, terdapat organ *Jacobson* yang berfungsi sebagai alat pembau, dan terletak pada tonjolan kecil di rongga hidungnya.



Gambar 16. Susunan reseptor di dalam rambut sensoris pada proboscis

Beberapa jenis hewan mempunyai kemampuan untuk menghasilkan tanggapan (efektor) berupa perubahan warna kulit, misalnya cumi-cumi, bunglon, katak, dan ular. Perubahan warna dapat

terjadi karena hewan mempunyai kromatofor. Kromatofor adalah sel yang mengandung pigmen. Dibawah kendali endokrin, kromatofor dapat mengubah penyebaran pigmen pada sel pigmen dalam ukuran menit atau detik (Isnaeni, 2006).

## Kesimpulan

1. Sistem koordinasi berfungsi mengatur dan mengendalikan keserasian fungsi antar organ ataupun sistem organ dalam tubuh. Dalam sistem koordinasi diperlukan tiga komponen agar fungsi koordinasi dapat berlangsung, yaitu reseptor, konduktor, dan efektor.
2. Reseptor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan. Bagian yang berfungsi sebagai penerima rangsangan tersebut adalah indra. Konduktor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penghantar rangsangan. Bagian tersebut adalah sel-sel saraf (neuron) yang membentuk sistem saraf. Sel-sel saraf ini ada yang berfungsi membawa rangsangan ke pusat saraf ada juga yang membawa pesan dari pusat saraf. Dan efektor adalah bagian tubuh yang menanggapi rangsangan, yaitu otot dan kelenjar (baik kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin).
3. Pada hewan, organisasi sistem saraf sangat bervariasi, tergantung pada tingkat perkembangan tubuh masing-masing hewan. Hewan dengan tingkat perkembangan tubuh sederhana memiliki susunan organisasi sistem saraf yang sederhana juga.

## EVALUASI

1. Sebutkan tiga komponen sistem koordinasi agar fungsi koordinasi dapat berlangsung dengan baik !
2. Apa yang dimaksud dengan dendrit pada sistem saraf ?
3. Sebutkan 3 (tiga) macam neuron berdasarkan strukturnya !
4. Sebutkan gangguan yang dapat terjadi pada sistem saraf !
5. Sebutkan 5 (lima) sistem indra yang berfungsi sebagai penerima rangsangan !

## SELEKSI ALAM DAN ADAPTASI MAKHLUK HIDUP

### A. Seleksi Alam

#### 1. Sejarah seleksi alam

Charles Darwin (1809 – 1882) memiliki nama panjang Charles Robert Darwin adalah ilmuwan asal negara Inggris yang menemukan hasil penelitian di pulau galapagos untuk menunjang teori evolusi. Charles Darwin disebut sebagai bapak evolusi karena memiliki data yang lebih lengkap untuk menguatkan teori evolusi. Charles Darwin mengeluarkan dua buah buku yang memberikan andil yang cukup penting bagi perkembangan teori evolusi, yakni :

1) *On the origin of species by means of natural selections* – tahun 1859.

Darwin menelusuri asal-usul manusia berdasarkan bukti sisa-sisa kehidupan masa lalu. Sayangnya ia tidak menemukan jawabannya, karena saat itu belum ditemukan fosil hominid yang menunjukkan evolusi ke arah manusia. Ia hanya menyimpulkan makhluk hidup saat ini merupakan hasil proses evolusi yang sangat panjang, dari makhluk bersel satu yang membelah menjadi makhluk bersel banyak. Ia pun yakin bahwa umur bumi sangat tua dan manusia menjadi makhluk ber sel banyak. ia pun yakin bahwa umur bumi sangat tua dan sangat panjang riwayatnya. Namun, baginya, asal usul manusia tetap masih tanda tanya.

2) *The descent of man* – tahun 1857

Dua inti pokok dari teori Darwin :

- a. Spesies yang hidup di masa sekarang berasal dari makhluk hidup yang berasal darimasa lampau.
- b. Evolusi terjadi karena adanya proses seleksi alam (natural selections) bersamaan teori lamack dengan teori darwin adalah evolusi sama-sama terjadi karena pengaruh faktor lingkungan. Sedangkan perbedaannya adalah pada yang menyebabkan perubahan makhluk hidup, dimana lamarck disebabkan oleh kuantitas penggunaan organ tubuh, sedangkan darwin pada seleksi alam.

## **2. Hukum – Hukum Yang Melatar Belakangi Seleksi Alam**

Darwin menyatakan bahwa bentuk makhluk hidup dengan struktur baru yang disebutnya sebagai bentuk modern, adalah diperoleh dari makhluk hidup dari warisan makhluk hidup yang telah ada sebelumnya tetapi dengan suatu modifikasi. Modifikasi makhluk individu merupakan adaptasi terhadap lingkungannya. Individu yang mempunyai kecocokan yang lebih besar dengan lingkungannya lah yang mampu bertahan, karena itu lingkungannya berperan sebagai penyeleksi terhadap kelestarian makhluk hidup dari generasi kegenerasi, sehingga kemudian disebut dengan istilah seleksi alam. Seleksi alam menyatakan bahwa makhluk-makhluk hidup yang lebih mampu menyesuaikan diri dengan kondisi alam habitatnya akan mendominasi dengan cara memiliki keturunan yang mampu bertahan hidup, sebaliknya yang tidak mampu akan punah.

## **3. Pengertian seleksi alam**

Menurut Darwin, seleksi alam adalah kekuatan yang didorong evolusi, tapi bahkan tanpa proses seleksi alam, evolusi masih dapat terjadi terutama oleh hanyutan genetik. Teori seleksi alam menurut Darwin setiap makhluk hidup harus berjuang untuk melangsungkan kehidupannya. Darwin menjelaskan bahwa evolusi terjadi melalui seleksi alam. Evolusi diartikan sebagai perkembangan makhluk hidup yang sederhana ke bentuk yang lebih kompleks dalam waktu yang sangat lama dan diturunkan, sehingga terbentuk spesies baru. Teori evolusi adalah pendapat yang mengatakan bahwa terjadi perubahan secara perlahan dan membutuhkan waktu yang sangat lama dalam kehidupan makhluk hidup. Teori ini dikenal dengan teori Lamarck dan teori Darwin. Terdapat tiga kemungkinan seleksi alam yang berpengaruh terhadap populasi, yaitu seleksi stabilisasi, seleksi terarah, dan seleksi memecah belah. Namun secara umum, pengertian seleksi alam adalah makhluk hidup yang tidak mampu beradaptasi dengan lingkungannya lama kelamaan akan punah. Yang tertinggal hanyalah



mereka yang mampu beradaptasi dengan lingkungannya dan sesama makhluk hidup akan saling bersaing untuk mempertahankan hidupnya.

#### **4. Macam-macam seleksi alam**

##### 1) Seleksi terarah

Jika kondisi lingkungan berubah, terjadi tekanan seleksi terhadap suatu jenis yang menyebabkan spesies tersebut beradaptasi pada kondisi baru. Didalam populasi, akan ada range atau rentan individu yang berdasarkan dengan salah satu karakter

##### 2) Seleksi stabilisasi

Seleksi ini terjadi pada semua populasi dan cenderung memperkecil keekstreman atau penonjolan didalam kelompok. Dalam hal ini, hal tersebut mengurangi kemampuan menghasilkan variasi dalam suatu populasi, dengan demikian mengurangi pula kesempatan mengalami perubahan evolusi.

##### 3) Seleksi memecah belah

Seleksi ini terjadi ketika kondisi lingkungan bervariasi sehingga populasi terpecah berdasarkan kesukaan varian – varian dalam populasi. Meskipun jarang terjadi, seleksi memecah belah sangat penting karena dapat memicu terbentuknya variasi yang sangat penting karena dapat memicu terbentuknya variasi yang sangat berbeda dalam satu spesies hingga terbentuk spesies baru (spesiasi).

#### **5. Contoh seleksi alam**

1) Mammoth punah karena seleksi alam, mammoth yang terbaisa hidup dialam yang dingin tidak bisa beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berubah menjadi hangat.

2) Jerapah dulu tidak semua memiliki leher panjang, ada juga jerapah berleher pendek. Namun karena seleksi alam akhirnya jerapah leher pendek menjadi punah kerena kesulitan mencari makanan yang berupa daun, karena pohon – pohonnya sangat tinggi. Jerapah leher panjang hingga sekarang mampu bertahan.

- 3) Dinosaurus yang punah berjuta tahun lalu, karena tidak bisa bertahan dari perubahan alam yang ekstrem yang disebabkan oleh adanya meteor jatuh ke bumi.
- 4) Ngengat biston betularia di Inggris ada yang berwarna cerah (putih) dan ada yang berwarna hitam. Sebelum revolusi industri ngengat berwarna putih sangat banyak karena kualitas udaranya sangat bagus. Namun setelah revolusi industri, polusi udara terjadi yang mengakibatkan udara menjadi gelap oleh debu industri dan asap serta pepohonan berubah menjadi hitam, ngengat biston putih tidak mampu beradaptasi dengan kondisi ini yang mengakibatkan mereka mudah ditemukan mangsa, beda halnya dengan ngengat biston hitam. Ngengat biston hitam bisa beradaptasi dan jumlahnya semakin banyak sedangkan ngengat biston putih populasinya menjadi sedikit.

## **B. Adaptasi Makhluk Hidup**

### **1. Pengertian Adaptasi**

Salah satu ciri makhluk hidup adalah mampu menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya disebut adaptasi. Adaptasi ini bertujuan untuk mempertahankan hidupnya. Tiap jenis makhluk hidup memiliki cara - cara adaptasi yang berbeda terhadap lingkungannya. Organisme yang mampu beradaptasi terhadap lingkungannya mampu untuk :

- 1) Memperoleh air, udara dan nutrisi (makanan).
- 2) Mengatasi kondisi fisik lingkungan seperti temperatur, cahaya dan panas.
- 3) Mempertahankan hidup dari musuh alaminya. bereproduksi.
- 4) Merespon perubahan yang terjadi di sekitarnya.

### **2. Jenis Adaptasi pada Hewan**

#### **a. Adaptasi Morfologi**

Penyesuaian makhluk hidup melalui perubahan bentuk organ tubuh, struktur tubuh atau alat - alat tubuh organisme untuk kelangsungan hidupnya, (Sutantri, 2014). Contoh adaptasi morfologi :

### **Bentuk paruh**

- 1) Burung pipit mempunyai paruh pendek dan kuat. Bentuk paruh ini sesuai untuk memakan jenis biji-bijian. Paruh ini berfungsi untuk menghancurkan biji tersebut.
  - 2) Burung elang mempunyai paruh yang kuat, tajam dan melengkung bagian ujungnya. Paruh seperti ini sesuai untuk mencabik mangsanya.
  - 3) Bebek mempunyai paruh yang berbentuk seperti sudu. Bentuk paruh ini sesuai untuk mencari makanan di tempat becek, berlumpur atau di air.
  - 4) Burung pelatuk mempunyai paruh yang panjang kuat dan runcing. Paruh burung pelatuk untuk mencari serangga yang bersembunyi di kulit pohon. Dalam lubang pohon, atau pada batang pohon yang lapuk.
  - 5) Burung kolibri mempunyai paruh berbentuk panjang dan runcing. Bentuk paruh seperti ini memudahkan untuk menghisap nektar.
  - 6) Burung pelikan mempunyai paruh berkantong. Paruh yang demikian memudahkan nya untuk menangkap ikan dalam air.
- Dari penjelasan di atas dapat dikatakan bahwa ada kesesuaian antara bentuk paruh burung dengan jenis makanannya (Sutantri, 2014)

### **Bentuk kaki**

- 1) Bentuk kaki burung kakatua untuk memanjat, selain itu juga untuk memegang makanan.
- 2) Kaki ayam untuk mengais tanah saat mencari makanan.
- 3) Burung elang mempunyai kaki kuat dan kuku yang tajam, kaki ini untuk mencengkeram mangsanya.
- 4) Kaki itik dan pelikan berselaput sehingga cocok untuk berenang di air.

### **Jenis mulut**

- 1) Mulut penghisap, serangga mempunyai cara khusus untuk memperoleh makanan.
- 2) Mulut penusuk, nyamuk mempunyai bentuk mulut penusuk dan penghisap. Mulutnya dapat menghisap makanan berupa darah manusia atau hewan.
- 3) Mulut penggigit dan pengunyah, jangkrik mempunyai bentuk mulut penggigit dan pengunyah. Mulut ini mempunyai gigi-gigi kecil untuk mengunyah makanan yang berupadaun.
- 4) Mulut penyerap, lalat rumah mempunyai alat penyerap pada mulutnya. alat penyerap ini seperti spons, alat ini untuk menyerap makanan terutama yang berupa cairan.

### **Bentuk gigi**

Bentuk gigi pada hewan misalnya seperti gigi singa, harimau, macan, yang runcing dan tajam untuk memakan daging, sedangkan pada gigi sapi, kambing, kerbau, biri-biri, domba tidak runcing dan tajam karena giginya lebih banyak dipakai untuk memotong rumput atau daun dan untuk mengunyah makanan.

### **b. Adaptasi Fisiologi**

Adaptasi Fisiologi adalah penyesuaian yang dipengaruhi oleh lingkungan sekitar yang menyebabkan adanya penyesuaian pada alat-alat tubuh untuk mempertahankan hidup dengan baik. Contoh adaptasi Fisiologi pada hewan :

#### 1) Unta

Unta hidup di daerah padang pasir yang kering, gersang, dan panas. Bentuk dan susunan tubuh unta sesuai dengan keadaan alam di padang pasir. pada saat minum unta mampu meneguk air dalam jumlah yang banyak. air tersebut disimpan sebagai cairan tubuh.

2) Beruang kutub dan anjing laut

Beruang kutub dan anjing laut mempunyai lapisan lemak yang tebal untuk bertahan hidup didaerah yang dingin. Hal ini merupakan bentuk penyesuaian diri terhadap lingkungannya.

3) Pinguin

Pinguin merupakan hewan yang hidup didaerah kutub yang bersuhu dingin. Sejak lahir pinguin memiliki bulu yang tebal. bulu tersebut merupakan bentuk penyesuaian diri terhadap lingkungannya.

**c. Adaptasi Tingkah Laku**

Adaptasi tingkah laku adalah penyesuaian tingkah laku makhluk hidup terhadap lingkungan tempat hidupnya. Contoh dari adaptasi tingkah laku:

1) Cumi – Cumi dan Gurita

Cumi – cumi dan gurita hidup dilaut, ketika diserang musuh, hewan ini akan mengeluarkan cairan hitam seperti tinta. Akibatnya air menjadi keruh. Saat itulah hewan – hewan ini melarikan diri. Cumi - cumi dapat berenang dengan cepat untuk menghindari musuhnya.

2) Cicak dan kadal

Cicak dan kadal memutuskan ekornya jika diserang oleh musuh, tindakan hewan memutuskan bagian tubuhnya disebut dengan autotomi. Hal ini dilakukan untuk mengelabui musuhnya,

3) Bunglon

Bunglon dapat mengubah warna kulit sesuai dengan warna lingkungannya. Tindakan hewan mengubah warna kulitnya disebut mimikri.

**3. Adaptasi pada Tumbuhan**

Tidak hanya hewan, tumbuhan juga memiliki cara untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan agar dapat bertahan hidup. Penyesuaian tumbuhan untuk melindungi dirinya dari musuh.

a. Penyesuaian tumbuhan untuk melindungi dirinya dari musuh :

- 1) Bambu Bambu mempunyai rambut-rambut halus, rambut - rambut halus tersebut dapat menyebabkan gatal-gatal di kulit.
- 2) Salak, bunga mawar dan putri malu mempunyai duri. Duri ini untuk melindungi diri dari musuhnya. Duri tersebut dapat melukai hewan yang mencoba menggonggonya.
- 3) Pohon nangka, pohon karet, dan bunga kamboja. Jenis - jenis tumbuhan tersebut mampu mengeluarkan getah. Getah dapat menempel ketubuh hewan yang menggonggonya.
- 4) Durian, kulit buah durian memiliki duri yang sangat tajam. Duri ini sebagai alat pertahanan diri dari musuhnya. Adanya kulit durian ini membuat biji yang berada didalam buah terlindungi. Biji pada buah durian dapat digunakan sebagai alat perkembangbiakan.

5) Ciri khusus tumbuhan berdasarkan tempat tinggal

*Xerofit* : yaitu tumbuhan yang menyesuaikan diri dengan lingkungan yang kering. Cara adaptasi xerofit antara lain mempunyai daun berukuran kecil atau bahkan tidak berdaun, batang dilapisi lapisan lilin yang tebal, dan berakar panjang sehingga berjangkauan sangat luas.

a) Kaktus

Kaktus merupakan tanaman xerofit yaitu tanaman yang tumbuh di daerah kering atau sedikit air. Kaktus mempunyai bentuk daun yang kecil dan tebal, batangnya berdaging tebal batang yang seperti ini untuk menyimpan air. Ada beberapa xerofit daun ini berubah bentuknya menjadi runcing seperti duri atau bulu-bulu serta permukaannya mempunyai lapisan lilin. Dengan bentuk seperti itu, dapat mengurangi penguapan air yang berlebihan sehingga tidak kekeringan.

b) Pohon jati

Pohon jati menyesuaikan diri dengan cara menggugurkan daunnya saat musim kemarau. Pengguguran daun ini bertujuan agar tidak terjadi penguapan yang berlebihan yang dapat menyebabkan tumbuhan kekurangan air dan mati. Pengguguran daun pada musim

kemarau juga dilakukan oleh tumbuhan lain, seperti mahoni dan kedondong walaupun tidak sebanyak pada pohon jati

*Hidrofit* : yaitu tumbuhan yang menyesuaikan diri dengan lingkungan berair. Cara adaptasi hidrofit, antara lain berdaun lebar dan tipis, serta mempunyai banyak stomata.

a) Teratai

Teratai mempunyai daun yang tipis dan lebar serta permukaannya dilengkapi dengan bulu yang halus. Bentuk seperti ini sangat menguntungkan. Daun yang lebar berguna untuk keperluan fotosintesis sedangkan bulu halus diperlukan untuk menjaga agar permukaan daun selalu kering. Selain itu batang teratai memiliki rongga-rongga udara. Rongga udara ini berfungsi membawa oksigen kebatang dan akar. Hal ini memungkinkan teratai tetap dapat bernafas, walaupun akar dan batang berada di dalam air.

b) Enceng gondok

Enceng gondok hidup mengapung di permukaan air. Agar dapat mengapung tumbuhan ini memiliki batang yang menggelembung berisi rongga udara. Tumbuhan enceng gondok akarnya tidak menancap di dasar perairan. Akarnya sangat lebat dan berguna untuk menjaga keseimbangan agar tidak terbalik.

*Higrofit* : Tumbuhan higrofit yaitu tumbuhan yang hidup di habitat lembab, misalnya lumut, paku-pakuan, dan talas. Tumbuhan ini melakukan adaptasi dengan cara sebagai berikut :

- a) Daun lebar dan tipis untuk mempercepat penguapan.
- b) Memiliki stomata lebih banyak dari golongan Xerofit.
- c) Memiliki lapisan lilin/kutikula yang tipis.
- d) Sering melakukan gutasi (yaitu penetasan pada ujung daun melalui celah pada tepi daun yang disebut hidatoda/gutatoda).

## 1. Tumbuhan pemakan serangga

### a. Kantung semar

Tumbuhan ini mampu menangkap serangga dengan menggunakan daun berupa kantung yang di dalamnya terdapat cairan yang memiliki bau yang khas. Bau tersebut dapat mengundang serangga yang berada disekitarnya sehingga serangga yang hinggap dapat tergelincir dan masuk kedalam kantung. Serangga yang terperangkap menjadi makanan bagi kantung semar. Tumbuhan pemakan serangga seperti kantung semar disebut tumbuhan insektivora.

### b. Daun kejora

Daun kejora memiliki ciri – ciri sebagai berikut :

- Daunnya berengsel
- Bagian tepi daun berbulu dan lengket
- Jika ada serangga yang menyentuh, bulu daunnya akan mengatup
- Daun kejora menghasilkan enzim untuk menghancurkan serangga
- Daun kejora menyerap enzim dari serangga



## KESIMPULAN

Secara umum seleksi alam adalah makhluk hidup yang tidak mampu beradaptasi dengan lingkungannya lama kelamaan akan punah. Yang tertinggal hanyalah mereka yang mampu beradaptasi dengan lingkungannya dan sesama makhluk hidup akan saling bersaing untuk mempertahankan hidupnya. Terdapat tiga kemungkinan seleksi alam yang berpengaruh terhadap populasi, yaitu seleksi stabilisasi, seleksi terarah, dan seleksi memecah belah.

Adaptasi makhluk hidup adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Jenis adaptasi pada hewan ada tiga, yaitu adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi dan adaptasi tingkah laku. Adaptasi morfologi adalah penyesuaian makhluk hidup melalui perubahan bentuk organ tubuh atau alat-alat tubuh organisme untuk kelangsungan hidupnya, dapat dilihat dari bentuk paruh, bentuk kaki, jenis mulut dan bentuk gigi. Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian yang dipengaruhi oleh lingkungan sekitar yang menyebabkan adanya penyesuaian pada alat-alat tubuh untuk mempertahankan hidup dengan baik. Contoh pada unta. Adaptasi tingkah laku adalah penyesuaian tingkah laku makhluk hidup terhadap lingkungan tempat hidupnya.

## EVALUASI

1. Jelaskan pengertian dari seleksi alam menurut Darwin !
2. Sebutkan macam-macam seleksi alam !
3. Sebutkan 3 (tiga) contoh dari seleksi alam !
4. Apa yang dilakukan organisme jika tetap mampu beradaptasi terhadap lingkungannya ?
5. Berikan 3 (tiga) contoh dari adaptasi morfologi !

## Kunci Jawaban

### EVALUASI 1

1. Klasifikasi makhluk hidup adalah pengelompokan makhluk hidup yang mempunyai ciri dan sifat yang sama, dimasukkan ke dalam satu kelompok, dan bila dalam persamaan ditemukan perbedaan ciri dan sifat, maka dipisahkan lagi ke dalam kelompok lain yang lebih kecil, sehingga akan diperoleh kelompok-kelompok makhluk hidup dengan jenjang yang berbeda.

2.

No.	Makhluk hidup	Alat pernapasan
1.	Manusia	paru-paru
2.	Ikan	insang
3.	Katak	kulit dan paru-paru
4.	Burung	paru-paru dan kantong udara
5.	Belalang	Trakea
6.	Laba-laba	Paru-paru buku

3. a. Bernapas

Bernapas adalah proses pengambilan oksigen dari udara bebas dan melepaskan karbon dioksida serta uap air.

b. Bergerak

Bergerak adalah perubahan posisi seluruh atau sebagian tubuh yang di sebabkan adanya tanggapan terhadap rangsangan.

c. Memerlukan Makanan (nutrisi)

Makanan berfungsi sebagai sumber energi untuk melakukan berbagai aktivitas. Makanan juga diperlukan untuk pertumbuhan dan mengganti jaringan tubuh yang rusak.

d. Mengeluarkan Zat sisa (ekskresi)

Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa hasil pembakaran berbagai zat makanan di dalam tubuh.

e. Peka terhadap rangsang (iritabilitas)

Tumbuh makhluk hidup akan memberikan reaksi terhadap rangsangan yang di terimannya. Manusia dan hewan mampu mereaksi rangsangan dengan cepat.

Manusia dan hewan mempunyai sistem saraf, alat gerak, dan alat indra untuk mereaksi rangsangan.

f. Adaptasi

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungan.

g. Berkembang biak (reproduksi)

Berkembang biak adalah menghasilkan keturunan untuk melestarikan jenisnya.

h. Tumbuh dan berkembang.

Tumbuh adalah perubahan ukuran tubuh akibat bertambahnya jumlah sel dan volume tubuh.

4.
  - a. Mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan tiap-tiap jenis
  - b. Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan ciri-cirinya
  - c. Mengetahui hubungan kekerabatan antara makhluk hidup
  - d. Mengetahui evolusi makhluk hidup atas dasar kekerabatan
  
5. Kelompok vertebrata dibedakan menjadi lima kelas, yaitu :
  - a. Pisces (berbagai jenis ikan bertulang keras dan bertulang rawan).
  - a. Amfibia (berbagai jenis katak dan salamander).
  - b. Reptilian (hewan melata, yaitu berbagai jenis ular, kadal, buaya, dan kura-kura).
  - c. Aves (ungags dan berbagai jenis burung).
  - d. Mammalia (berbagai jenis hewan menyusui).

## EVALUASI 2

1. Sel tumbuhan terdiri atas protoplas yang terselubungi oleh dinding sel. Dinding sel tumbuhan memiliki struktur yang kompleks dengan memiliki tiga bagian fundamental yang dapat dibedakan yaitu lamela tengah, dinding sel primer dan dinding sel sekunder
2. Nukleus adalah inti sel yang memiliki membran inti dengan susunan molekul sama dengan membran sel yaitu berupa lipoprotein. Pori-pori pada membran inti memungkinkan hubungan antara nukleoplasma dan sitoplasma.
3.
  - a. Nukleolus (anak inti) yang berfungsi untuk menyintesis berbagai macam molekul.
  - b. RNA (asam ribonukleat) yang digunakan dalam perakitan ribosom.
  - c. Nukleoplasma (cairan inti) merupakan cairan yang tersusun dari protein;
4. Membran sel merupakan salah satu bagian sel yang paling luar dan berfungsi sebagai pembungkus sel. Pada bagian membran sel ini tersusun dari protein (Lipoprotein).
5. Fungsi dari Badan golgi diantaranya adalah sebagai berikut :
  1. Untuk memproses protein.
  2. Membentuk lisosom.
  3. Untuk membentuk membran plasma.
  4. Membentuk vesikula (kantong) untuk ekskresi.

### EVALUASI 3

1. Sistem gerak adalah sistem dalam tubuh yang terdiri dari persendian, otot dan tulang-tulang yang bergabung membentuk rangka dan berguna untuk memberikan bentuk tubuh, memudahkan manusia untuk melakukan aktivitas, seperti berlari, berjalan, menari.
  
2.
  - a. Menegakkan dan menopang badan misalnya tulang tulang punggung dan tulang paha
  - d. Melindungi bagian-bagian tubuh yang lunak dan penting misalnya tengkorak melindungi otak dan mata
  - e. Sebagai alat gerak pasif
  - f. Memberi bentuk tubuh
  - g. Tempat pembuatan sel darah merah dan sel darah putih
  - h. Tempat melekatnya otot otot rangka
  
- 3.

	<b>Tulang Rawan</b>	<b>Tulang Keras</b>
<b>Definisi</b>	Tulang rawan: Tulang rawan adalah jaringan ikat fleksibel yang kuat, terutama ditemukan di laring, saluran pernapasan, telinga luar, dan permukaan artikulasi sendi.	Tulang keras: Tulang keras adalah bentuk kaku dari jaringan ikat, yang tersusun dari garam kalsium dan membentuk kerangka vertebrata.
<b>Jenis</b>	Tulang rawan: Tulang rawan adalah jaringan ikat fleksibel.	Tulang keras: Tulang keras adalah jaringan ikat yang kuat dan tidak fleksibel.
<b>Komposisi</b>	Tulang rawan: Tulang rawan terdiri dari protein dan gula.	Tulang keras: Tulang keras terdiri dari protein, kalsium, dan fosfor.
<b>Jenis sel</b>	Tulang rawan: Tulang rawan terdiri dari kondrosit.	Tulang keras: Tulang keras terdiri dari osteosit.
<b>Pembengkokan</b>	Tulang rawan: Tulang rawan bisa ditekuk.	Tulang keras: Tulang keras tidak bisa ditekuk.
<b>Pembuluh darah</b>	Tulang rawan: Tulang rawan tidak memiliki pembuluh darah.	Tulang keras: Pembuluh darah ditemukan di tulang keras.

<b>Lacuna</b>	Tulang rawan: Lakuna tulang rawan tidak mengandung kanalikuli antara kondrosit.	Tulang keras: Lakuna tulang keras terdiri dari kanalikuli antara osteosit.
<b>Peran</b>	Tulang rawan: Tulang rawan memberikan kelenturan pada tubuh. Mereka menghaluskan permukaan tulang dan persendian.	Tulang keras: Tulang keras memberikan dukungan dan bentuk tulang pada tubuh.
<b>Lokasi</b>	Tulang rawan: Tulang rawan ditemukan di telinga, hidung, laring, trakea, tulang rusuk, dan sendi.	Tulang keras: Tulang keras membentuk kerangka.
<b>Kategori</b>	Tulang rawan: Tiga jenis tulang rawan adalah tulang rawan hialin, tulang rawan fibro, dan tulang	Tulang keras: Dua jenis tulang keras adalah tulang kompak dan tulang spons. rawan elastis.

#### 4. Jenis-jenis otot yaitu :

##### a. Otot polos

Bentuk dari otot polos adalah gelondong, menggelembung pada bagian tengah dan meruncing pada bagian ujung. Jumlah inti pada otot polos adalah 1 (satu), terletak di bagian tengah. Sesuai dengan namanya, warna yang dimiliki otot polos adalah polos. Otot polos bekerja secara tidak sadar.

##### b. Otot jantung

Bentuk otot jantung adalah silindris dan bercabang. Memiliki warna lurik dan membentuk anyamana. Otot jantung bekerja secara tidak sadar dan lambat dalam merespon rangsang. Otot jantung hanya terdapat di jantung.

##### c. Otot lurik

Bentuknya berupa silindris dan memanjang. Jumlah inti pada otot lurik adalah banyak dan terletak di tepi. Otot lurik bekerja secara sadar dan cepat dalam merespon rangsang. Otot lurik banyak dijumpai melekat pada tulang.

#### 5. Fungsi Otot :

- Menghasilkan gerakan rangka, seperti kontraksi dan relaksasi otot yang menempel pada rangka dapat menggerakkan rangka

- Mempertahankan postur dan posisi tubuh, misalnya mempertahankan posisi kepala saat membaca buku, berjalan dengan posisi tegak dan lain sebagainya.
- Mengatur pintu masuk dan keluar saluran dalam sistem tubuh, misalnya menelan, buang air besar maupun kecil semua hal tersebut dipengaruhi oleh otot rangka yang menyelaputinya.
- Menyokong jaringan lunak, menggerakkan organ-organ dalam tubuh seperti usus, jantung dan sistem tubuh lainnya.
- Mempertahankan suhu tubuh, kontraksi rangka memerlukan energidan menghasilkan panas untuk mempertahankan suhu normal bagi tubuh.



## EVALUASI 4

1. Sistem pencernaan adalah kumpulan organ pencernaan dan saluran pencernaan yang berfungsi untuk mencerna makanan yang masuk menjadi sumber energi bagi tubuh sampai pada akhirnya sisa-sisa makanan tersebut dikeluarkan melalui anus.
2. Lambung dapat dibagi menjadi 3 daerah yaitu daerah kardia, fundus, dan pilorus.
  - a. Kardia adalah bagian atas, daerah pintu masuk makanan dari kerongkongan.
  - b. Fundus adalah bagian tengah Fundus adalah bagian tengah, bentuknya membulat.
  - c. Pilorus adalah bagian bawah, daerah yang berhubungan dengan usus 12 jari.
3. a. Diare

Apabila kim dari perut mengalir ke usus terlalu cepat maka defekasi menjadi lebih sering dengan feses yang mengandung banyak air. Keadaan seperti ini disebut diare. Penyebab diare antara lain ansietas (stres), makanan tertentu, atau organesme perusak yang melukai dinding usus.

  - b. Konstipasi (sembelit)

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

Dinding lambung diselubungi mukus yang didalamnya 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.
4. 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.

5. Secara berturut-turut saluran pencernaan pada katak meliputi:

1. Rongga mulut: terdapat gigi berbentuk kerucut untuk memegang mangsa dan lidah untuk menangkap mangsa,
2. Esofagus; berupa saluran pendek,
3. 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,
4. Intestinum (usus): dapat dibedakan atas usus halus dan usus tebal. Usus halus meliputi: duodenum, jejunum, dan ileum, tetapi belum jelas batas-batasnya.
- e. Usus tebal berakhir pada rektum dan menuju kloaka, dan
- f. Kloaka: merupakan muara bersama antara saluran pencernaan makanan, saluran reproduksi, dan urine.

## EVALUASI 5

1. Sistem pernapasan adalah pertukaran gas antara makhluk hidup (organisme) dengan lingkungannya. Secara umum, pernapasan dapat diartikan sebagai proses menghirup oksigen dari udara serta mengeluarkan karbon dioksida dan uap air.
2. Respirasi terdiri dari dua macam:
  - a. Respirasi eksternal adalah pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> antara alveoli paru-paru dengan darah kapiler di sekitar alveoli.
  - b. Respirasi internal adalah pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> antara darah di kapiler tubuh dengan sel-sel jaringan tubuh.
3. a. Rongga Hidung

Hidung memiliki tiga fungsi utama, yaitu menghangatkan udara, melembabkan udara, dan menyaring udara.

  - Laring (pangkal tenggorokan)

Pada bagian belakang rongga hidung terdapat daerah yang disebut faring (tekak). Faring merupakan lanjutan dari saluran hidung yang meneruskan udara ke laring. Laring terdiri dari lempengan-lempengan tulang rawan.
  - d. Trakea (batang tenggorokan)

Trakea tersusun dari cincin tulang rawan yang terletak di depan tulang kerongkongan dan berbentuk pipa.
  - e. Bronkus (cabang batang tenggorokan)

Bronkus merupakan bagian yang menghubungkan paru-paru dengan trakea. Bronkus terdapat di paru-paru kanan dan kiri.
  - f. Pulmo (paru-paru)

Paru-paru adalah alat pernapasan yang terletak di dalam rongga dada dan di atas diafragma.
4. Pernapasan pada hewan ada yang melalui difusi langsung melalui sel-sel permukaan tubuh. Ada pula yang menggunakan alat khusus, misalnya insang, kulit, trakea, dan paru-paru.

5. Beberapa kelainan dan penyakit pada sistem pernapasan manusia antara lain sebagai berikut.

a. Faringitis

Faringitis merupakan peradangan pada faring sehingga timbul rasa nyeri pada waktu menelan makanan ataupun kerongkongan terasa kering.

b. Pneumonia

Pneumonia adalah peradangan paru-paru dimana alveolus biasanya berisi cairan dan eritrosit yang berlebihan.

c. Bronkitis

Bronkitis adalah peradangan pada bronkus atau bronkiolus. Gejala penyakit ini adalah batuk-batuk, demam, dan sakit di bagian dada.

d. Asma

Asma ditandai dengan kontraksi yang kaku dari bronkiulus yang menyebabkan kesukaran bernapas.

e. Dipteri

Dipteri merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium diptherial* yang dapat menimbulkan penyumbatan pada rongga faring (faringitis) maupun laring oleh lendir yang dihasilkan bakteri tersebut.

f. Asfiksi

Asfiksi adalah gangguan dalam pengangkutan oksigen ke jaringan yang disebabkan terganggunya fungsi paru-paru, pembuluh darah, ataupun jaringan tubuh.

g. Tuberkolosis (TBC)

Tuberkolosis merupakan penyakit spesifik yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosae*.

## EVALUASI 6

1. Sistem peredaran dalam bahasa medis sering disebut dengan sistem kardiovaskular. Sistem peredaran manusia termasuk dalam sistem peredaran darah ganda.
2. Fungsi dari sistem peredaran darah pada manusia adalah sebagai sarana untuk menyalurkan berbagai zat dari dan menuju sel-sel tubuh, mengangkut sari makanan dan oksigen, berperan dalam berlangsungnya metabolisme pada tubuh, menjaga keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga keseimbangan pH tubuh.
3. Fungsi jantung:
  - ⊙ Memompa darah melalui pembuluh darah ke seluruh tubuh.
  - ⊙ Memompa darah ke paru-paru untuk mengambil oksigen.
  - ⊙ Menerima darah dari seluruh tubuh.
  - ⊙ Membantu membuang limbah sisa metabolisme berupa gas  $\text{CO}_2$ .
4. Pada sistem peredaran darah terbuka, tekanan darah yang dihasilkan dari kontraksi jantung cukup rendah oleh karena itu sari makanan yang terdorong akan mengalir lebih lambat.
5. Kelebihan sistem peredaran darah terbuka antara lain darah mengalir lebih stabil sehingga tekanan dalam pembuluh darah hewan juga ikut stabil.

## EVALUASI 7

1. Organ reproduksi merupakan penyusun sistem reproduksi. Organ reproduksi manusia dibedakan menjadi organ reproduksi pada pria dan wanita. Organ reproduksi pria menghasilkan sperma dan organ reproduksi wanita menghasilkan ovum (sel telur)
2.
  - a. Penis  
Penis merupakan alat untuk memasukan sperma ke dalam saluran kelamin wanita. Di dalam penis terdapat tiga rongga.
  6. Skrotum (kantong pelir)  
Skrotum merupakan kulit terluar yang melindungi testis.
3. Organ Reproduksi Bagian Dalam
  - 5) Vagina merupakan saluran akhir organ reproduksi wanita.
  - 6) Uterus merupakan rongga besar yang merupakan pertemuan oviduk kanan dan kiri.
  - 7) Oviduk atau tuba fallopi merupakan sepasang saluran yang ujungnya berbentuk corong yang disebut infundibulum.
  - 8) Ovarium merupakan penghasil ovum.
4.
  - Mengaktifkan sperma agar bergerak lebih cepat.
  - Menarik secara komotaksis positif.
  - Mengumpulkan sperma di sekeliling ovum
5.
  - Bertelur (Ovipar)  
Embrio akan berkembang di luar tubuh induk dengan struktur yang bercangkang. Telur embrio akan dikeluarkan dari tubuh induk.
  - Melahirkan (Vivipar)  
Embrio berkembang di dalam tubuh induk betina (rahim).
  - Bertelur melahirkan (Ovovivipar)

Suatu kombinasi antara bertelur dengan melahirkan. Pada perkembangan ini, embrio disimpan dalam telur tak bercangkang di dalam tubuh.

## EVALUASI 8

1. Sistem ekskresi merupakan pengeluaran zat-zat sisa hasil metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi oleh tubuh.
2. Fungsi ginjal antara lain menjaga keseimbangan air dalam tubuh dengan mengatur volume plasma darah dan volume air, membuang sisa metabolisme, mengatur kandungan elektrolit dengan menyaring zat-zat kimia yang masih diperlukan oleh tubuh dan mengembalikannya ke saluran peredaran darah, menjaga tekanan osmosis dengan cara mengatur ekskresi garam-garam, menjaga asam basa cairan darah dengan mengekskresikan urine yang bersifat basa atau mengekskresikan urine yang bersifat asam, menghasilkan zat-zat.
3. Fungsi hati antara lain :
  - a. Menghasilkan empedu yang berasal dari perombakan sel darah merah.
  - b. Menetralkan racun yang masuk ke dalam tubuh dan membunuh bibit penyakit.
  - c. Tempat penyimpanan gula dalam bentuk glikogen.
  - d. Membentuk protein tertentu dan merombaknya seperti mengubah amonia menjadi ureum.
  - e. Tempat untuk mengubah pro vitamin A menjadi vitamin A.
  - f. Tempat pembentukan protrombin yang berperan dalam pembekuan darah.
4. Sekresi merupakan proses pengeluaran zat yang masih diperlukan oleh tubuh melalui kelenjar, misalnya hormon, enzim, dan air liur.
5. Defekasi merupakan proses pengeluaran sisa pencernaan makanan melalui anus, sisa pencernaan ini disebut feses.



## EVALUASI 9

1. Dalam sistem koordinasi diperlukan tiga komponen agar fungsi koordinasi dapat berlangsung, yaitu reseptor, konduktor, dan efektor.
  - b. Reseptor  
Reseptor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan. Bagian yang berfungsi sebagai penerima rangsangan tersebut adalah indra.
  - c. Konduktor  
Konduktor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penghantar rangsangan.
  - d. Efektor  
Efektor adalah bagian tubuh yang menanggapi rangsangan, yaitu otot dan kelenjar (baik kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin).
2. Dendrit adalah serabut-serabut yang merupakan penjurusan sitoplasma.
3. Neuron berdasarkan strukturnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu :
  - a. Neuron unipolar  
Neuron unipolar yaitu neuron yang memiliki satu buah akson yang bercabang.
  - b. Neuron bipolar  
Neuron bipolar yaitu neuron yang memiliki satu akson dan satu dendrit.
  - c. Neuron multipolar  
Neuron multipolar yaitu neuron yang memiliki satu akson dan sejumlah dendrit.
4. Gangguan yang dapat terjadi pada sistem saraf, diantaranya :
  - a. Meningitis, radang selaput otak karena infeksi bakteri atau virus.
  - b. Ensefalitis, peradangan jaringan otak, biasanya disebabkan oleh virus.
  - c. Neuritis, gangguan saraf tepi akibat peradangan, keracunan, atau tekanan.
  - d. Rasa baal (kebas) dan kesemutan, gangguan sistem saraf akibat gangguan metabolisme, tertutupnya aliran darah, atau kekurangan vitamin neurotropik (B1, B6, dan B12).
  - e. Epilepsi (ayan), penyakit serangan mendadak karena trauma kepala, tumor otak, kerusakan otak saat kelahiran, stroke, dan alkohol.

- f. Alzheimer, sindrom kematian sel otak secara bersamaan.
  - g. Gegar otak, Bergeraknya jaringan otak dalam tengkorak menyebabkan perubahan fungsi mental atau kesadaran
5. Ada lima macam indra yang berfungsi sebagai penerima rangsangan yaitu:
- a. Mata, sebagai penerima rangsang cahaya (fotoreseptor).
  - b. Telinga, sebagai penerima rangsang getaran bunyi (fonoreseptor) dan tempat beradanya indra keseimbangan (statoreseptor).
  - c. Hidung, sebagai penerima rangsang bau berupa gas (kemoreseptor).
  - d. Lidah, sebagai penerima rangsang zat yang terlarut (kemoreseptor).
  - e. Kulit, sebagai penerima rangsang sentuhan (tangoreseptor) dan suhu (temperatur)

## EVALUASI 10

1. Menurut Darwin, seleksi alam adalah kekuatan yang didorong evolusi, tapi bahkan tanpa proses seleksi alam, evolusi masih dapat terjadi terutama oleh hanyutan genetik.
2. a. Seleksi terarah  
Jika kondisi lingkungan berubah, terjadi tekanan seleksi terhadap suatu jenis yang menyebabkan spesies tersebut beradaptasi pada kondisi baru.
- f. Seleksi stabilisasi  
Seleksi ini terjadi pada semua populasi dan cenderung memperkecil keekstreman atau penonjolan didalam kelompok.
- g. Seleksi memecah belah  
Seleksi ini terjadi ketika kondisi lingkungan bervariasi sehingga populasi terpecah berdasarkan kesukaan varian – varian dalam populasi.
3. Contoh seleksi alam
  - a. Mammoth punah karena seleksi alam, mammoth yang terbiasa hidup dialam yang dingin tidak bisa beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berubah menjadi hangat.
  - b. Jerapah dulu tidak semua memiliki leher panjang, ada juga jerapah berleher pendek. Namun karena seleksi alam akhirnya jerapah leher pendek menjadi punah kerana kesulitan mencari makanan yang berupa daun, karena pohon – pohonnya sangat tinggi. Jerapah leher panjang hingga sekarang mampu bertahan.
  - c. Dinosaurus yang punah berjuta tahun lalu, karena tidak bisa bertahan dari perubahan alam yang ekstrem yang disebabkan oleh adanya meteor jatuh ke bumi.
4. Organisme yang mampu beradaptasi terhadap lingkungannya mampu untuk :
  - a. Memperoleh air, udara dan nutrisi (makanan).
  - b. Mengatasi kondisi fisik lingkungan seperti temperatur, cahaya dan panas.

c. Mempertahankan hidup dari musuh alaminya. bereproduksi.

5. Bentuk paruh

- a. Burung pipit mempunyai paruh pendek dan kuat. Bentuk paruh ini sesuai untuk memakan jenis biji-bijian. Paruh ini berfungsi untuk menghancurkan biji tersebut.
- b. Burung elang mempunyai paruh yang kuat, tajam dan melengkung bagian ujungnya. Paruh seperti ini sesuai untuk mencabik mangsanya.
- c. Bebek mempunyai paruh yang berbentuk seperti sudu. Bentuk paruh ini sesuai untuk mencari makanan di tempat becek, berlumpur atau di air.

## Daftar Pustaka

- Arisworo, D., & Yusa. (2006). *IPA Terpadu (Biologi, Kimia, Fisika)*. Grafindo Media Pratama.
- Campbell, N. A. (2010). *Biologi*. Erlangga.
- Firmansyah, R., & dkk. (2009). *Mudah dan Aktif Belajar Biologi untuk Kelas XI Sekolah Menengah Atas/ Menengah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Fitri, I. (2010). *Mini Ensiklopedi Sistem Pencernaan*. Gara Ilmu.
- Isnaeni, W. (2006). *Fisiologi Hewan*. Kanisius.
- Nurhayati, S. (2015). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Materi Lingkungan Sehat Melalui Penggunaan Metode Pengamatan Lingkungan Siswa Kelas II SDN Mekarsari. *Jurnal Pendidikan PGRI Kabupaten Ciamis*, 4(1).
- Saktiyono. (2007). *Seribu pena Biologi untuk SMA/MA Kelas X*. Erlangga.
- Sutantri, E. (2014). *Pengaruh Senam Ergonomik Terhadap Perbuahan Kualitas Tidur pada Lanjut Usia di Padukuhan Bonosoro Bumirejo Lendah Kulonprogo*. STIKES Aisyiyah Yogyakarta.
- Syaifudin. (2016). *Ilmu Biomedik dasar*. Salemba Medika.

## Profil Penulis



Siwi Purwanti, M.Pd lahir di Bantul, 7 Juni 1989. Sekarang bertempat tinggal di Kembang Sari, Srimartani, Piyungan, Bantul. Pendidikan S1 jurusan Pendidikan IPA ditempuh di Universitas Negeri Yogyakarta dan melanjutkan S2 jurusan pendidikan Sains di Universitas yang sama. Aktivitas sehari-hari sebagai dosen di PGSD Universitas Ahmad Dahlan. Saat ini juga aktif di Perkumpulan Pendidikan IPA Indonesia.



# SAINS DASAR

Untuk Mahasiswa Semester Gasal  
2019/2020

