

Atika Ulya Akmal, S.Pd., M.Pd.  
Tiok Wijanarko, S.Pd., M.Pd



**BUKU TEKS  
KONSEP  
DASAR  
BIOLOGI SD**

**BUKU TEKS**  
**KONSEP DASAR BIOLOGI SD**

**Atika Ulya Akmal., S.Pd M.Pd**  
**Tiok Wijanarko, S.Pd., M.Pd**



**PT. PENA PERSADA KERTA UTAMA**

**BUKU TEKS  
KONSEP DASAR BIOLOGI SD**

**Penulis:**

Atika Ulya Akmal., S.Pd M.Pd  
Tiok Wijanarko, S.Pd., M.Pd

**ISBN : 978-623-455-351-2**

**Design Cover :**

Retnani Nur Brilliant

**Layout :**

Hasnah Aulia

**PT. Pena Persada Kerta Utama**

**Redaksi:**

Jl. Gerilya No. 292 Purwokerto Selatan, Kab. Banyumas  
Jawa Tengah. Email: [penerbit.penapersada@gmail.com](mailto:penerbit.penapersada@gmail.com)  
Website: [penapersada.id](http://penapersada.id). Phone: (0281) 7771388

**Anggota IKAPI: 178/JTE/2019**

All right reserved  
Cetakan pertama: 2022

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang  
memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa  
izin penerbit

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur kami panjatkan selalu kepada Allah SWT atas Rahmat, Taufiq, dan Hidayah yang sudah diberikan sehingga saya bisa menyelesaikan buku panduan yang berjudul “Buku Teks Konsep Dasar Biologi SD Untuk Mahasiswa PGSD” dengan tepat waktu. Tujuan dari penulisan buku ini tidak lain adalah untuk membantu para mahasiswa di dalam memahami seperti apa panduan pembelajaran Konsep Dasar Biologi SD bagi mahasiswa PGSD.

Buku ini juga akan memberikan informasi secara lengkap mengenai pengertian, konsep, prinsip, dan banyak contoh dari materi Biologi bagi mahasiswa PGSD. Saya sadar bahwa penulisan buku ini bukan merupakan buah hasil kerja keras saya sendiri. Ada banyak pihak yang sudah berjasa dalam membantu kami di dalam menyelesaikan buku ini, seperti pemilihan sumber, pemilihan contoh, dan lain-lain. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu memberikan wawasan dan bimbingan kepada saya sebelum maupun ketika menulis buku panduan ini.

Saya juga sadar bahwa buku yang saya buat masih tidak belum bisa dikatakan sempurna. Maka dari itu, kami meminta dukungan dan masukan dari para pembaca, agar kedepannya kami bisa lebih baik lagi di dalam menulis sebuah buku.

Padang, 13 September 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
BAB I CIRI-CIRI MAKHLUK HIDUP .....	1
A. Konsep dan Penjelasan Tentang Ciri-ciri Makhluk Hidup.....	1
B. Pembuktian atau Percobaan Mengenai Ciri-ciri Makhluk Hidup...6	
C. Miskonsepsi yang Berhubungan dengan Ciri-ciri Makhluk Hidup.....	9
BAB II STRUKTUR DAN FUNGSI TUMBUHAN.....	11
BAB III PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN DAN FOTOSINTESA ...	15
BAB IV STRUKTUR DAN FUNGSI HEWAN .....	29
A. Struktur dan Jaringan Hewan.....	29
B. Organ Hewan .....	36
C. Sistem Organ Hewan.....	36
BAB V PERKEMBANGBIAKAN HEWAN .....	39
A. Perkembangbiakan pada Hewan.....	39
B. Pengelompokan Perkembangbiakan pada Hewan.....	39
BAB VI ORGAN DALAM HEWAN.....	48
A. Organ Hewan .....	48
B. Sistem Organ hewan.....	48
BAB VII RANGKA MANUSIA DAN SISTEM PENCERNAAN.....	82
A. Rangka Manusia.....	82
B. Fungsi Sistem Rangka .....	83
C. Bagian-Bagian Rangka Manusia .....	84
BAB VIII SISTEM PENCERNAAN MANUSIA .....	107
A. Pengertian Sistem Pencernaan Manusia .....	107
B. Bagian - Bagian Sistem Pencernaan .....	108
BAB VIII SISTEM PERNAFASAN PADA MANUSIA.....	132
A. Pengertian Sistem Pernapasan Manusia.....	132
B. Fungsi Sistem Pernapasan .....	132
C. Organ Sistem Pernapasan.....	133
D. Mekanisme Pernapasan .....	143
E. Pernafasan Dada dan Perut .....	144
BAB IX SISTEM PEREDARAN DARAH .....	146
A. Sistem Peredaran Darah.....	146
B. Peredaran Darah Hingga Jantung .....	147

C. Mekanisme Sistem Peredaran Darah .....	148
D. Gangguan Pada Sistem Peredaran Manusia .....	149
BAB X ALAT INDERA .....	151
A. Alat Indera .....	151
B. Gangguan Sistem Indera.....	174
C. Telinga .....	179
D. Kulit .....	181
E. Penyakit pada lidah.....	184
F. Penyakit pada hidung.....	186
BAB XI SISTEM REPRODUKSI MANUSIA .....	189
A. Sistem Reproduksi Pria .....	189
B. Spermatogenesis.....	191
C. Hormon Pada Pria .....	193
D. Sistem Reproduksi Wanita .....	194
E. Oogenesis .....	196
F. Hormon Pada Wanita.....	198
G. Penyakit pada Organ Reproduksi Manusia.....	199
BAB XII PERTUMBUHAN PADA MANUSIA, MAKANAN DAN KESEHATAN .....	203
A. Pertumbuhan pada Manusia.....	203
B. Makanan dan Kesehatan.....	205
BAB XIII SIKLUS KARBON DAN NITROGEN.....	224
A. Daur Biogeokimia .....	224
B. Siklus Carbon.....	224
C. Siklus Nitrogen.....	233
D. Siklus Air.....	237
E. Siklus Fosfo .....	239
F. Siklus Belerang (Sulfur).....	240
G. Siklus Batuan .....	242
BAB XIV EKOSISTEM , RANTAI MAKANAN, DAN ALIRAN ENERGI .....	244
A. Ekosistem .....	244
B. Rantai Makanan .....	247
C. Aliran Energi dalam Ekosistem .....	250
GLOSARIUM.....	252
INDEX .....	253
DAFTAR PUSTAKA .....	255

**BUKU TEKS**  
**KONSEP DASAR BIOLOGI SD**

# BAB I

## CIRI-CIRI MAKHLUK HIDUP

### A. Konsep dan Penjelasan Tentang Ciri-ciri Makhluk Hidup

#### 1. Pengertian Makhluk Hidup

Makhluk hidup adalah suatu organisme yang memiliki struktur biologi yang dimulai dari tingkatan terbesar sampai tingkatan terkecil ( organisme/ individu, system organ, organ ,jaringan,sel, dan molekul), dan makhluk hidup memiliki ciri- ciri seperti bernafas, bergerak, makan dan minum, menghasilkan ekskresi, adanya pengaturan / regulasi tubuh, berkembang biak, tumbuh, menerima rangsangan dari luar dan beradaptasi.

Sedangkan Pengertian makhluk hidup menurut dwijoseputro (1998) adalah sesuatu yang mengadakan gerak, metabolisme, pertumbuhan, bereproduksi dan responsif. Helena Curtis (1975) mengemukakan bahwa makhluk hidup adalah sesuatu yang kompleks dan terorganisir dengan baik, memanfaatkan energi dari lingkungannya dan merubahnya dari satu bentuk energi ke bentuk energi yang lain, beradaptasi dengan lingkungannya, bersifat homeostasis, merespon bila ada rangsangan, bereproduksi, tumbuh dan berkembang, dan didalamnya terkandung informasi. Kimball (1983) juga mengemukakan pendapatnya tentang pengertian makhluk hidup, ia mengatakan bahwa makhluk hidup memiliki 5 ciri yaitu bersifat rumit, responsif, berevolusi, mengadakan metabolisme, dan bereproduksi.

#### 2. Ciri-ciri Makhluk Hidup

Makhluk hidup memiliki ciri tertentu yang membedakannya dengan benda tak hidup. Makhluk hidup melakukan aktivitas bernapas, bergerak, menerima dan menanggapi rangsang, memerlukan makanan, tumbuh dan berkembang biak.

Sedangkan benda tak hidup tidak melakukan aktivitas tersebut. Berikut penjelasan ciri-ciri makhluk hidup :

a. Semua makhluk hidup bernapas

- 1) Semua makhluk bernapas untuk memperoleh energi (tenaga). Energi diperoleh dari proses pembongkaran zat makanan sumber tenaga di dalam setiap sel yang hidup (pernapasan sel = respirasi). Energi digunakan untuk berbagai aktivitas hidup. Di samping diperoleh energi, pernapasan sel menghasilkan zat sisa yang harus dikeluarkan dari tubuh.
- 2) Pada umumnya, makhluk melakukan pernapasan sel dengan menggunakan oksigen (respirasi aerobik). Pembongkaran zat makanan dengan oksigen ini disebut pembakaran atau oksidasi. Zat sisa yang dihasilkan umumnya berupa  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan panas yang dibuang keluar tubuh. Dalam keadaan kurang  $\text{O}_2$ , dalam tubuh sering terjadi pembongkaran zat makanan tanpa zat asam (respirasi anaerob). Zat sisa yang dihasilkan berupa asam laktat atau etanol (jenis alkohol).
- 3) Oksigen diserap dari udara melalui alat (sistem alat) pernapasan. Alat pernapasan dapat berupa paru-paru, insang, trakea atau melalui permukaan kulit tubuh. Pada alat pernapasan ini terjadi pertukaran gas, terutama  $\text{O}_2$  (diserap) dan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan panas (dilepaskan).

b. Makhluk hidup bergerak

- 1) Setiap makhluk hidup melakukan gerak, sebagian atau seluruh bagian tubuhnya, dari suatu posisi (tempat) ke posisi (tempat) yang lain.
- 2) Pada hewan, kemampuan gerakannya lebih besar (lebih aktif) karena telah dilengkapi sistem alat gerak (rangka dan otot) dan atau alat tambahan untuk gerak (ekstremitas). Alat gerak pada hewan bermacam-macam, antara lain berupa kaki, sayap, sirip, kaki perut, bulu cambuk, rambut getar dan kaki semu. Sedangkan pada tumbuhan, gerakannya lebih pasif, umumnya hanya gerak bagian tubuh tertentu seperti ujung batang, akar dan bunga.
- 3) Gerak merupakan salah satu bentuk adaptasi terhadap rangsang.

- c. Makhluk hidup menerima dan menanggapi rangsang
- 1) Semua makhluk hidup menerima dan menanggapi rangsang dari lingkungannya, dengan cara dan kemampuan yang berbeda-beda.
  - 2) Hewan memiliki kemampuan yang lebih besar dalam menerima dan menanggapi rangsang dibanding tumbuhan karena telah memiliki alat penerima rangsang yaitu alat indera dan sistem saraf.
  - 3) Menanggapi rangsang merupakan aktivitas adaptasi suatu makhluk terhadap rangsang dari lingkungannya. Bentuk aktivitas menanggapi rangsang dapat berupa perubahan perilaku, fisiologi maupun penampilan morfologi tubuhnya.
- d. Makhluk membutuhkan makanan
- 1) Semua makhluk hidup membutuhkan makanan (zat makanan) untuk sumber energi, membangun tubuh, mengatur aktivitas fisiologi lainnya. Jenis (zat) makanan dan cara memperolehnya berbeda-beda, tergantung jenis makhluk hidupnya.
  - 2) Hewan memperoleh makanan dengan beberapa cara:
    - a) Memakan mangsa (predasi, hewannya disebut predator)  
Menurut sumber makanannya, hewan predator dikelompokkan dalam beberapa golongan
      - (1) Herbivora, zat makanan berasal dari tumbuhan
      - (2) Karnivora, zat makanan berasal dari hewan
      - (3) Omnivora, zat makanan dari tumbuhan dan hewanCara hidup predasi juga terjadi pada hewan rendah. Perilaku makan sesama jenisnya disebut kanibalisme.
    - b) Merampas dari inang (parasit).
    - c) Memakan sisa makhluk, di antaranya adalah pemakan bangkai
  - 3) Jamur dan Bakteri memperoleh / menyerap makanan dari sisa makhluk (saprotrof), atau dari inang yang ditumpanginya (parasit). Pola hidup saprotrof merupakan bagian dari makhluk pengurai (dekomposer).
  - 4) Tumbuhan mampu menyusun zat makanannya sendiri (autotrof) melalui fotosintesis. Bahan zat) dasar yang diserap

tumbuhan berupa gas (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), garam-garaman (mineral) dan air tanah. Sebagian tumbuhan hidup parasit pada tumbuhan lain.

- 5) Makhluk hidup tumbuh dan berkembang
  - a) Tumbuh merupakan suatu proses penambahan isi atau berat jaringan tubuh yang bersifat tidak dapat balik (irreversible). Gejala tumbuh dapat diukur dari penambahan panjang, tinggi tumbuh atau berat tubuh (peningkatan kuantitatif biomassa tubuh). Dan berkembang merupakan suatu proses perubahan yang berkesinambungan pada makhluk hidup mulai dari lahir sampai mati.
  - b) Pada umumnya, makhluk memiliki pola pertumbuhan sigmoid (models) yang berlangsung dalam tiga fase :
    - (1) fase lambat (fase logaritmik)
    - (2) fase cepat-stabil (fase linier)
    - (3) fase penuaan (fase senescence)
  - c) Pertumbuhan dikontrol (dipengaruhi) oleh faktor dalam (genetik, keadaan fisiologis, status nutrisi, dll) dan faktor luar (lingkungan) sehingga masa dan kemampuan bertumbuh antar makhluk berbeda-beda.
  - d) Pada tumbuhan menahun, kemampuan dan masa tumbuh batangnya bersifat tidak terbatas, namun masa tumbuh organ-organnya terbatas. Sedang hewan dan tumbuhan annual (semusim) atau biennial (setahunan) memiliki masa tumbuhnya terbatas.
  - e) Pada makhluk banyak sel, pertumbuhan terjadi karena adanya penambahan materi jaringan tubuh dan aktivitas pembelahan sel (mitosis). Sedang pada makhluk satu sel, pembelahan sel berarti juga pertumbuhan populasi.
  - f) Pada tumbuhan, daerah tumbuh terletak pada jaringan meristem dan jaringan muda lainnya. Pada hewan, pertumbuhan terjadi pada semua jaringan yang dikendalikan oleh hormon-hormon tumbuh, yang terjadi hanya selama masa pertumbuhannya.
- e. Makhluk hidup berkembang biak
  - 1) Semua makhluk hidup berkembang biak untuk mempertahankan/melestarikan populasinya. Perkembang

biakan makhluk terjadi secara kawin (seksual = generatif) dan atau tak kawin (aseksual = vegetatif).

- 2) Kawin (pembuahan = fertilisasi) adalah pertemuan sel kelamin (gamet) jantan dan betina. Pada tumbuhan, alat perkembangbiakan hasil kawin berupa biji (semen) dan spora, sedang pada hewan dapat berupa telur atau fetus (bayi) yang dilahirkan.
- 3) Perkembangbiakan secara tak kawin adalah perkembangbiakan makhluk tanpa melalui pertemuan sel kelamin atau individu baru berkembang dari bagian tubuh induknya (vegetatif).
- 4) Pada hewan : membelah diri (binary fission), potongan bagian tubuhnya dan dengan tunas. Pada tumbuhan : dengan tunas, setek, stolon, umbi, tunas adventif, rhizoma, dll

f. Beradaptasi

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Karakteristik tempat tinggal makhluk hidup di bumi tentunya berbeda- beda. Contoh adaptasi adalah beruang kutub akan menyesuaikan diri dengan keadaan kutub yang dingin, sedangkan beruang madu akan menyesuaikan diri dengan keadaan hutan. Ada 3 macam adaptasi, yaitu :

- 1) Adaptasi morfologi, merupakan adaptasi dari bentuk dan struktur tubuh terhadap lingkungannya.
- 2) Adaptasi fisiologi, merupakan adaptasi dari fungsi tubuh dan organ-organ terhadap lingkungannya.
- 3) Adaptasi tingkah laku, merupakan adaptasi dari sifat dan perbuatan makhluk hidup terhadap lingkungannya.

g. Mengeluarkan zat sisa

Seperti yang dijelaskan di atas bahwa makhluk hidup membutuhkan makanan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Setelah masuk ke dalam tubuh, makanan diolah sedemikian rupa melalui proses yang disebut metabolisme. Zat yang tidak dibutuhkan dalam tubuh akan dikeluarkan melalui proses mengeluarkan zat sisa. Pembuangan ini dilakukan melalui pernapasan, ekskresi (pada manusia disebut buang air kecil),

defekasi (pada manusia disebut buang air besar), uap air dan tetesan air (pada tumbuhan), dll.

#### h. Pengaturan (Regulasi) Tubuh

Regulasi adalah proses pengaturan tubuh dari dalam oleh berbagai struktur biologis dan kimia agar dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Pada manusia regulasi diatur oleh sistem saraf dan sistem hormon. Namun seluruh bagian tubuh lain juga memegang peranan penting agar tubuh bekerja sempurna.

### **B. Pembuktian atau Percobaan Mengenai Ciri-ciri Makhluk Hidup**

#### 1. Tujuan Pembuktian atau Percobaan

Untuk mengamati ciri-ciri makhluk hidup yang ada disekitar tempat tinggal.

#### 2. Dasar Teori

Makhluk hidup adalah makhluk yang memiliki ciri-ciri kehidupan. Ciri-ciri tersebut membedakannya dari benda tak hidup atau benda mati. Ciri-ciri makhluk hidup adalah bernafas, perlumakan, bergerak terhadap rangsang, tumbuh dan berkembang. Makhluk hidup merupakan benda hidup yang selain memiliki ciri atau sifat sebagai benda, juga memiliki sifat atau ciri yang membedakannya dari benda tak hidup. Perbedaan itu terutama tampak pada ciri - ciri fisiologisnya.

Ciri makhluk hidup yang membedakannya dari makhluk hidup adalah kemampuan dalam berkembang biak, menerima dan menerima tanggapan terhadap rangsang, dapat tumbuh kembang, perlu makan dan air, melakukan pernapasan.

#### 3. Alat dan Bahan

- a. Alat-alat tulis
- b. Tabel pengamatan
- c. Alam sekitar.

#### 4. Cara Kerja

- a. Menyiapkan alat tulis dan tabel pengamatan yang diperlukan.
- b. Pergi ke lingkungan sekitar lingkungan tempat tinggal.
- c. Menemukan lebih kurang 10 makhluk hidup (5 hewan dan 5 tumbuhan).

- d. Mencatat kesepuluh jenis makhluk hidup tersebut kedalam lembar pengamatan.
- e. Member tanda cek (  $\checkmark$  ) sesuai dengan ciri - ciri yang telah diamati pada tabel.
5. Hasil Pengamatan atau Pembuktian  
Berdasarkan temuan makhluk hidup di lingkungan tempat tinggal dan sekitarnya, kami menemukan kurang lebih 10 makhluk hidup.

Tabel 1.1 Hasil pengamatan ciri-ciri makhluk hidup

No	Nama makhluk hidup	Ciri-ciri makhluk hidup					Keterangan
		1	2	3	4	5	
1	Sapi	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Melahirkan
2	Tikus	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Melahirkan
3	Ayam	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Bertelur
4	Ular	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Bertelur melahirkan
5	Kadal	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Bertelur melahirkan
6	Tanaman bayam	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Biji
7	Tanaman cabai	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Biji
8	Pohon pisang	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Tunas
9	Kunyit	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Umbi
10	Putri malu	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	Spora

\*) Keterangan :

1. Bergerak dan Bereaksi Terhadap Rangsang
2. Bernapas
3. Perlu Makan
4. Tumbuh
5. Berkembang

6. Pembahasan

Ciri-ciri makhluk hidup:

*Bergerak dan bereaksi terhadap rangsang*

Sesuatu yang ada di luar tubuh makhluk hidup merupakan rangsangan. Rangsangan dapat berupa cahaya, panas, bunyi, dingin, bau, sentuhan, gelap, dan terang. Makhluk hidup memiliki kemampuan menerima dan menanggapi rangsangan.

### *Bernapas*

Makhluk hidup bernapas untuk bertahan hidup. Ketika bernapas, makhluk hidup mengambil oksigen (zat asam) dan mengeluarkan zat asam arang (karbon dioksida) serta uap air.

### *Perlu makan (Nutrisi)*

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

### *Tumbuh*

Tumbuh: Suatu proses bertambah besarnya ukuran makhluk hidup atau volume dan penambahan ukuran tidak kembali pada ukuran semula. Kembang: Proses menuju kedewasaan yang dipengaruhi oleh hormon, nutrisi dan lingkungan.

### *Berkembang biak*

Berkembang biak adalah cara memperbanyak diri untuk mempertahankan kelestarian jenisnya.

## 7. Kesimpulan

Hewan dan tumbuhan adalah makhluk hidup yang memiliki ciri-ciri sebagai makhluk hidup. Makhluk hidup merupakan benda hidup yang selain memiliki ciri atau sifat sebagai benda, juga memiliki sifat atau ciri yang membedakan dari benda tak hidup adalah dalam hal berkembangbiak, menerima dan memberi tanggapan terhadap rangsang, dapat tubuh kembang, perlu makan dan air, serta melakukan pernafasan. Dari pembuktian pengamatan tersebut dapat diketahui adanya persamaan dan perbedaan pada cirri-ciri hewan dan tumbuhan sebagai berikut:

Persamaan dan perbedaan ciri kehidupan pada hewan dan tumbuhan!

No	Persamaan	Perbedaan	
		Tumbuhan	Hewan
1	Sama-sama melakukan pernapasan	Tidak memiliki alat pernapasan khusus Mengambil dan mengeluarkan gas secara pasif	Umumnya memiliki alat pernapasan khusus Mengambil dan mengeluarkan gas secara aktif
2	Sama-sama memerlukan makanan dan air	Dapat menyusun makanan sendiri dari zat – zat sederhana yang ada di lingkungannya Makanan diambil dalam bentuk gas dan cair	Makan makhluk hidup lain Makanan diambil dalam bentuk padat dan cair
3	Sama-sama dapat tumbuh dan berkembang	Tumbuh kembang berlangsung selama hidupnya, ada di daerah tumbuh tertentu Bentuk tubuh menyebar dan bercabang, jumlah bagian tubuh tak tentu	Masa tertentu serempak pada seluruh bagian tubuh Bentuk tubuh tertentu, jumlah bagian tubuh tertentu
4	Sama-sama dapat melakukan perkembangbiakan secara kawin atau tak kawin	Pembuahan terjadi di dalam alat perkembangan betina Umumnya jumlah anak banyak, tidak dipelihara induk dan dilindungi induk	Pembuahan dapat terjadi di dalam tubuh maupun luar tubuh Umumnya jumlah anak terbatas dipelihara dan dilindungi
5	Sama-sama menerima dan memberikan tanggapan terhadap rangsang	Reaksi lambat, terbatas, dan lebih pasif Umumnya menetap atau bergerak sebagian tubuh	Reaksi terhadap rangsang cepat, simultan dan aktif Dapat berpindah tempat

### C. Miskonsepsi yang Berhubungan dengan Ciri-ciri Makhluk Hidup

Berikut ini beberapa miskonsepsi yang ditemukan mengenai ciri-ciri makhluk hidup :

1. Mengeluarkan zat sisa adalah salah satu ciri-ciri makhluk hidup, apakah cerobong asap termasuk ke dalam makhluk hidup ?

Penjelasan :

Penjelasan mengenai konsep ini adalah salah, karena jika dilihat contoh pada kenyataannya makhluk hidup memiliki ciri-ciri seperti membutuhkan makan dan minum, pada saat proses makan atau minum, tubuh atau organ pencernaan makhluk hidup akan menguraikan dan mengolah makanan yang dimulai dari mulut, esophagus (kerongkongan), lambung, usus halus, usus besar , rektum dan anus. sehingga menghasilkan zat akhir pada tubuh makhluk hidup yaitu zat sisa berupa kotoran. Sedangkan zat sisa pada cerobong asap merupakan hasil dari pengolahan sisa pembakaran yang diproses melalui bahan bakar atau reaksi kimia berupa berbau bakar batu bara dan kayu. Hal ini dapat disimpulkan bahwa cerobong asap tidak tergolong ke dalam makhluk hidup, karena proses mengeluarkan zat sisa pada makhluk hidup dan cerobong asap memiliki konsekuensi

yang sangat berbeda, dimana cerobong asap tidak melalui tahap-tahap penguraian dengan susunan organisme di dalamnya.

2. Makhluk hidup memiliki ciri-ciri seperti bergerak, apakah setiap benda yang bergerak seperti kendaraan bisa dikatakan makhluk hidup ?

Penjelasan :

Tentu tidak, karena proses perolehan energi gerak yang dihasilkan oleh makhluk hidup dan benda seperti kendaraan jauh berbeda. Seperti manusia, hewan, dan tumbuhan memperoleh energi dari makanan dan air yang bernutrisi yang menghasilkan energi berupa tenaga untuk bergerak, sedangkan pada benda (kendaraan) memperoleh energi dari bahan bakar berupa bensin agar bisa melaju dan bergerak .

3. Kayu pada bagian pohon yang telah dipisahkan atau ditebang, bukanlah makhluk hidup

Penjelasan :

Kayu tidak tergolong sebagai makhluk hidup, karena diciptakan (diolah) oleh manusia , bukan didasari atas sifat-sifat hidupnya.

4. Jamur tumbuh di tanah

Penjelasan :

Tidak semua jenis jamur tumbuh di tanah, jamur bisa saja hidup di pohon pisang, kayu yang lapuk, dan lainnya. Jamur tumbuh di tanah hal ini dikarenakan adanya pengaruh faktor tanah yang lembab, aliran udara yang tidak memadai, dan adanya sisa-sisa penguraian pada makhluk hidup yang telah mati.

5. Semua tumbuhan memiliki bunga

penjelasan :

Pada umumnya ada tumbuhan yang tidak memiliki bunga, seperti tumbuhan lumut, pakis, dan tumbuhan ekor kuda. Jika dilihat dari fungsinya bunga merupakan salah satu organ reproduksi pada tumbuhan. Fungsi bunga yang utama adalah sebagai alat perkembangbiakan generatif, yakni perkembangbiakan yang didahului pembuahan. Pada tumbuhan berbunga, pembuahan yang terjadi didahului dengan penyerbukan, yakni peristiwa jatuhnya kepala serbuk sari ke kepala putik.

## BAB II

### STRUKTUR DAN FUNGSI TUMBUHAN

#### A. Struktur Dan Fungsi Tumbuhan

##### 1. Struktur dan Fungsi Akar

Akar merupakan organ tumbuhan yang umumnya berada di bawah permukaan tanah, tidak memiliki buku-buku, tumbuh ke pusat bumi atau menuju air, warna tidak hijau (keputih-putihan atau kekuning-kuningan), dan memiliki bentuk meruncing. Terdapat dua jenis sistem perakaran pada tumbuhan, yaitu serabut dan tunggang. Tumbuhan monokotil seperti padi, jagung, dan rumput memiliki sistem perakaran serabut. Sebaliknya pada tumbuhan dikotil seperti kacang tanah dan mangga memiliki sistem perakaran tunggang.

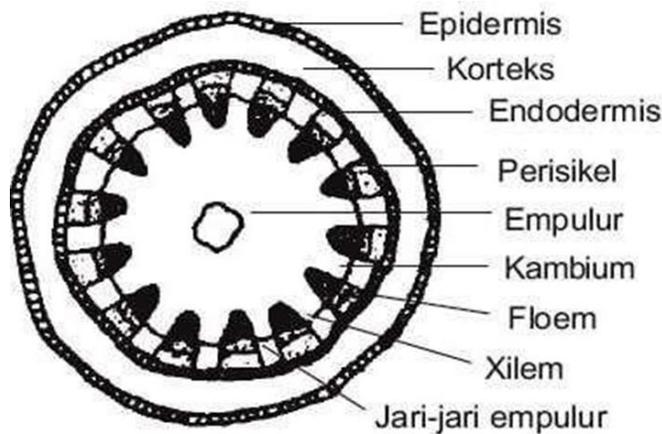
Akar memiliki fungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah atau medium tumbuhnya, menyerap air dan mineral dalam tanah atau pada medium tumbuhnya. Pada beberapa tumbuhan, akar mengalami modifikasi sehingga dapat memiliki fungsi untuk menyimpan cadangan makanan misalnya pada singkong dan bengkuang serta berfungsi juga untuk menyerap oksigen atau untuk bernapas, misalnya pada tumbuhan bakau.



##### 2. Struktur dan Fungsi Batang

Pada umumnya tumbuhan yang kamu lihat memiliki batang yang berdiri tegak di atas tanah serta mendukung cabang, daun, dan bunga. Batang umumnya berbentuk panjang bulat seperti silinder, memiliki ruas-ruas (internodus) yang masing-masing dibatasi oleh

buku-buku (nodus). Pada nodus inilah tempat melekatnya daun dan tunas. Batang memiliki banyak fungsi antara lain menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, dan sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan. Pada beberapa tumbuhan, batang dapat mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan, misalnya pada tumbuhan tebu dan kentang dan rimpang kunyit.

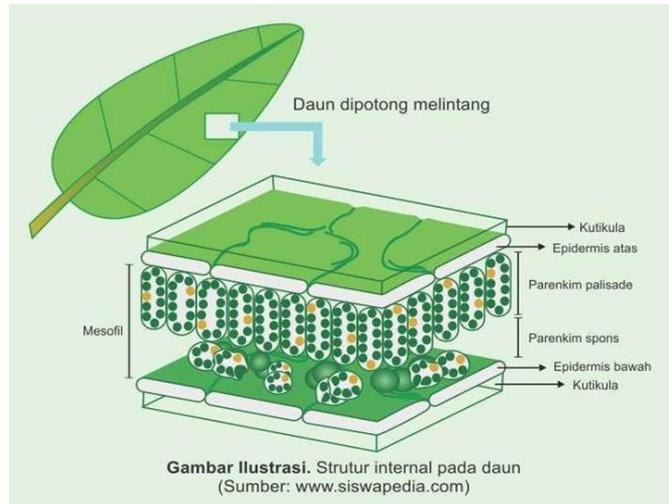


### 3. Struktur dan Fungsi Daun

Daun merupakan organ tumbuhan yang menempel pada batang, biasanya berbentuk tipis lebar dan banyak mengandung zat warna hijau yang dinamakan klorofil. Daun memiliki beberapa fungsi antara lain sebagai alat untuk mengambil gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang digunakan sebagai sumber (bahan baku) dalam fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan. Setiap tumbuhan memiliki bentuk, ukuran, dan warna daun yang berbeda untuk mencirikan tumbuhan tersebut.

Pada proses fotosintesis dibutuhkan cahaya sebagai sumber energi. Energi tersebut ditangkap oleh zat hijau daun yang disebut klorofil. Gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan glukosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) dan oksigen ( $\text{O}_2$ ). Glukosa selanjutnya akan disusun menjadi zat pati/amilum ( $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ) melalui reaksi polimerisasi. Amilum tersebut kemudian

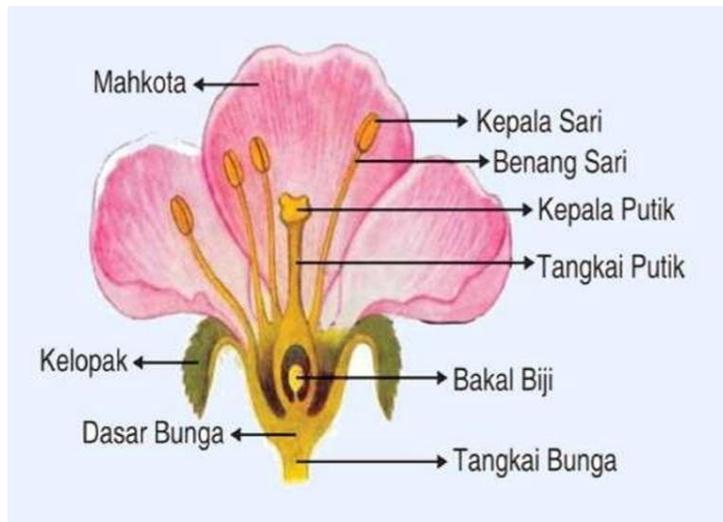
disimpan dalam akar (misalnya pada singkong), batang (misalnya pada sagu), dan buah (misalnya pada padi).



#### 4. Struktur dan Fungsi Bunga

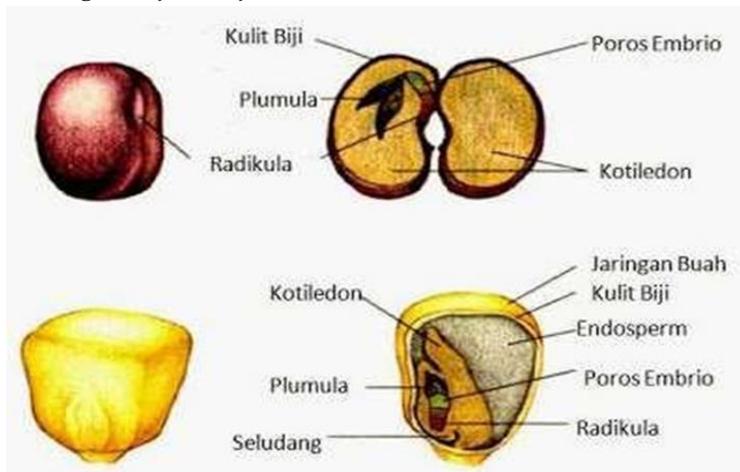
Bunga merupakan alat reproduksi generatif pada tumbuhan. Bunga biasanya memiliki warna yang menarik dan berfungsi untuk menarik serangga atau hewan lain yang dapat membantu proses penyerbukan. Secara umum, bunga tersusun atas dua bagian utama, yaitu perhiasan bunga dan alat reproduksi bunga. Perhiasan bunga meliputi tangkai, kelopak (kaliks), dan mahkota (korola). Sedangkan alat reproduksi berupa benang sari (alat kelamin jantan) dan putik (alat kelamin betina). Bunga yang memiliki bagian-bagian tersebut disebut bunga lengkap. Sedangkan bunga yang tidak memiliki salah satunya disebut bunga tidak lengkap.

Berdasarkan keberadaan alat reproduksi dalam satu bunga, ada bunga yang memiliki benang sari dan putik dalam satu bunga. Bunga yang demikian disebut dengan bunga sempurna. Namun, ada juga bunga yang hanya memiliki satu alat kelamin saja dalam satu bunga, benang sari saja atau putik saja. Bunga yang demikian disebut bunga tidak sempurna.



### 5. Struktur dan Fungsi Buah dan Biji

Salah satu bagian dari bunga yaitu putik (pistillum). Putik terdiri atas tiga bagian, yaitu bagian dasar yang menggelembung disebut bakal buah (ovarium), bagian yang memanjang disebut tangkai putik (stilus), dan kepala putik (stigma). Di dalam bakal buah terdapat satu atau lebih bakal biji (ovul). Pada perkembangan selanjutnya, bakal buah akan berkembang menjadi buah sedangkan bakal biji akan berkembang menjadi biji.



## BAB III PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN DAN FOTOSINTESA

### A. Perkembangbiakan Tumbuhan

Perkembangbiakan tumbuhan merupakan salah satu ciri kehidupan tumbuhan untuk mempertahankan jenisnya. berkembang biak merupakan ciri yang melekat pada jenis atau spesies tumbuhan. Artinya selama jenis atau spesies itu mampu berkembangbiak maka jenis tersebut tetap eksis atau ada, tetapi bila jenis sudah tidak mampu berkembangbiak maka jenis tumbuhan tersebut akan punah. Secara garis besar perkembangbiakan tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua cara, yaitu perkembangbiak tumbuhan secara generatif dan secara vegetatif:

#### 1. Perkembangbiakan tumbuhan secara generatif

Perkembangbiakan secara generatif (kawin) dilakukan melalui proses penyerbukan dan pembuahan. Salah satu contoh tumbuhan yang melakukan penyerbukan adalah pada tumbuhan berbiji terbuka dan berbiji tertutup:

- a. Pembuahan pada perkembangbiakan biji tertutup (Angiospermae)  
Tumbuhan Angiospermae mempunyai alat kelamin perkembangbiakan generatif berupa bunga. Bunga yang lengkap adalah bunga yang tersusun atas kelopak bunga, mahkota bunga, benang sari, dan putik. Bagian-bagian bunga yang berfungsi sebagai organ reproduksi adalah benang sari (organ jantan) dan putik (organ betina).

Benang sari terdiri atas kepala sari (antena) dan tangkai sari (filamentous). Di dalam kepala sari terdapat kantung sari (mikrosporangium) yang mengandung sel induk mikrospora dan dilanjutkan pembelahan meiosis berulang-ulang dan menghasilkan serbuk sari (gametofit jantan) yang dibungkus selaput luar (eksin) dan selaput dalam.

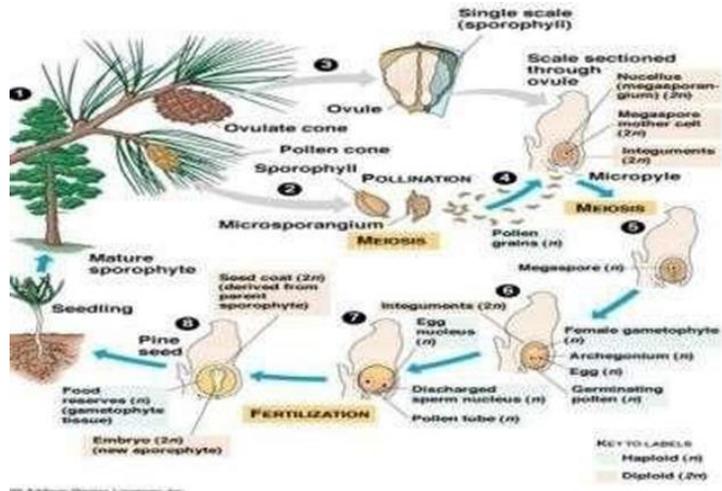


Sumber: <https://masbidin.net/pembuahan-ganda-pada-angiospermae>

Hasil dari pembuahan perkembangbiakan tumbuhan secara generatif adalah zigot. Zigot berkembang menjadi lembaga, bakal biji berkembang menjadi biji dan bakal buah berkembang menjadi daging buah. Lembaga yang berada di dalam biji merupakan calon tumbuhan baru.

b. Perkembangbiakan pada tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae)

Gymnospermae adalah tumbuhan yang memiliki biji terbuka. Tumbuhan berbiji memiliki sel kelamin jantan (gamet jantan) dan sel kelamin betina (gamet betina). Contoh tanaman gymnospermae adalah pinus, damar, melinjo, dan lain lain. Alat reproduksi tumbuhan gymnospermae adalah konus (strobilus). Pembuahan yang terjadi pada tanaman gymnospermae dinamakan pembuahan tunggal karena semua inti sperma bersatu dengan ovum yang kemudian berkembang menjadi embrio.



Sumber: <https://www.ridwanaz.com/2012/05/reproduksi-generatif>

Macam penyerbukan pada perkembangbiakan generatif Penyerbukan dapat terjadi karena bantuan dari luar, seperti angin, hewan, air dan manusia.

- 1) Angin (anemogami) → serbuk sarinya kering/ ringan dan mahkota bunganya kecil: jagung dan rumput-rumputan
- 2) Hewan (zoidiogami) → serangga, burung, kelelawar. Bunga menghasilkan madu atau mengeluarkan aroma: bunga aster, kamboja.
- 3) Air (hidrogami) → tumbuhan yang habitatnya di dalam air: misalnya Hydrilla.
- 4) Manusia: Tumbuhan vanili, salak.



Sumber: <https://www.juraganles.com/2018/08/macam-macam-penyerbukan>

c. Berdasarkan asal serbuk sarinya, penyerbukan dibedakan menjadi empat macam.

- 1) Penyerbukan sendiri (autogami): Serbuk sari jatuh ke kepala putik bunga itu sendiri
- 2) Penyerbukan tetangga (geitonogami): Serbuk sari jatuh ke kepala putik bunga lain, bunga tersebut masih dalam satu tumbuhan
- 3) Penyerbukan silang (allogami): Serbuk sari jatuh ke kepala putik bunga lain yang berbeda tumbuhan, namun tumbuhan tersebut masih satu jenis
- 4) Penyerbukan bastar (hibrid): Serbuk sari jatuh ke kepala putik bunga lain yang berbeda varietas / jenisnya.



Sumber:<https://www.juraganles.com/2018/08/macam-macam-penyerbukan>

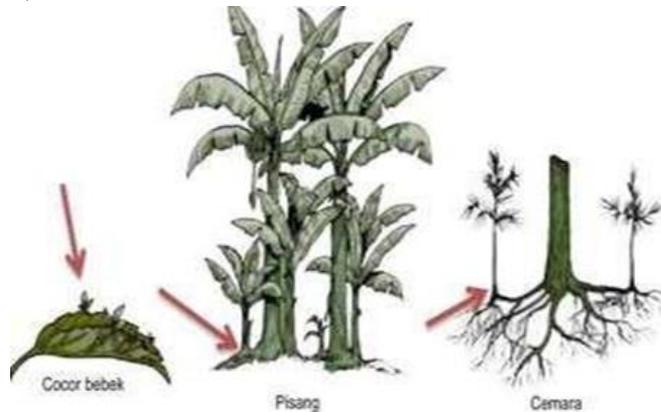
## 2. Perkembang biakan tumbuhan secara vegetative

Perkembangbiakan tak kawin (Vegetatif) merupakan perkembang biakan yang tanpa didahului adanya pertemuan atau peleburan sel kelamin. Oleh karena itu hasil perkembang biakan secara tak kawin sifatnya sama seperti induknya. Perkembang biakan tak kawin pada tumbuhan dapat terjadi baik secara alami maupun secara buatan.

a. Perkembang biakan vegetative alami

1) Tunas

Sistem perkembangbiakan pada tunas terdiri dari tunas batang: bambu, pisang, Aglaonema, Tunas akar: cemara, sukun, kesemek dan Tunas daun: Cocor Bebek (disebut juga tunas adventif).



Sumber: <http://dosenbiologi.com/tumbuhan/perkembangbiakan-secara-generatif-dan-vegetatif>

://dosenbiologi.com/tumbuhan/perkembangbiakan- secara-generatif-dan-vegetatif

2) Umbi

Umbi kecuali berperan sebagai tempat menyimpan cadangan makanan juga berperan sebagai alat perkembangbiakan. Berdasarkan cirinya umbi dapat dibedakan atas umbi batang, umbi akar dan umbi lapis. Umbi batang memiliki ciri terdapat beberapa mata tunas, sehingga dari satu umbi dapat menghasilkan beberapa individu baru sebagai keturunannya dan juga mengeluarkan akar. Contoh tumbuhan yang menghasilkan umbi batang adalah kentang, dan ubi jalar.



Gambar : Kentang



Gambar : Talas

Umbi akar tidak memiliki mata tunas, sehingga tunas baru hanya muncul pada satu tempat yaitu pada pangkal umbi yang merupakan tempat perlekatannya dengan batang. Contoh tumbuhan yang membentuk umbi akar adalah dahlia.



Gambar : Singkong



Gambar : Wortel



Gambar : Bawang merah

Umbi lapis merupakan umbi yang tersusun atas lapisan-lapisan yang membungkus bagian yang disebut cakram. Dari cakram inilah nantinya muncul individu baru sebagai keturunannya. Contoh tumbuhan yang membentuk umbi lapis adalah bawang merah, dan bakung.

### 3) Stolon atau Geragih

Stolon atau geragih merupakan modifikasi batang yang tumbuh menjalar diatas permukaan tanah sehingga pada tempat-tempat tertentu akan membentuk individu baru. Contoh tumbuhan yang membentuk stolon sebagai alat perkembangbiakan adalah Strawberry, dan Pegagan.

### 4) Rhizoma atau Rimpang Rhizoma merupakan modifikasi dari batang yang tumbuh menjalar dibawah permukaan tanah. Salah satu ciri rhizoma yang nampak adalah adanya ruas-ruas, sehingga dari setiap ruas tersebut dapat tumbuh individu baru.

Contoh tumbuhan yang membentuk rhizoma sebagai alat perkembangbiakan adalah Sansivera, Jahe, dan Lengkuas.

- 5) Spora Spora merupakan alat perkembangbiakan tumbuhan selain tumbuhan biji. Misalnya pada tumbuhan Lumut dan Tumbuhan Paku.

b. Perkembangbiakan secara vegetatif buatan

Berikut ini perkembangbiakan vegetatif buatan pada tumbuhan:

1) Mencangkok

Mencangkok adalah perkembangbiakan vegetatif dengan cara mengupas ranting pohon yang sudah besar sampai terlihat kambiumnya. Bagian kambium kemudian ditutup tanah, humus, dan terakhir dilapisi plastik kemudian diikat

2) Stek

Penyetekan merupakan suatu perlakuan pemisahan, pemotongan beberapa bagian dari tanaman seperti akar, batang, daun dan tunas dengan tujuan bagian-bagian tanaman tersebut menghasilkan tanaman baru. Teknis sangat mudah. Perbanyak dengan stek umumnya dilakukan pada tanaman dikotil, pada monokotil masih jarang.

3) Menempel atau Okulasi

Okulasi atau menempel adalah menempelkan mata tunas dari dua tanaman yang sejenis, tetapi berbeda sifat misalnya mangga manalagi dengan mangga arum manis.

4) Menyambung atau Mengenten

Menyambung atau mengenten adalah perkembangbiakan tumbuhan secara vegetatif buatan dengan menggabungkan batang bawah dan batang atas dua tanaman yang sejenis. Misalnya, ada dua tanaman mangga.

5) Merunduk

Merunduk adalah cara perkembangbiakan tumbuhan secara vegetatif buatan dengan memperbanyak tumbuhan dengan cara merundukan batang atau cabang ke tanah sehingga tumbuh akar. Tumbuhan yang biasa dikembangbiakan antara lain sirih,

strawberry, alamanda, anyelir, apel, selada air,anggur dan sebagainya.

Keuntungan dan kerugian Perkembang biakan tumbuhan secara vegetatif buatan

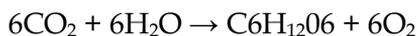
- 1) Tumbuhan hasil vegetatif lebih cepat berbuah dibandingkan tumbuhan yang ditanam dari biji dan memiliki sifat yang sama dengan induknya.
- 2) Tumbuhan hasil vegetatif buatan mudah roboh, karena sistem perakarannya adalah serabut dan umurnya lebih pendek dibandingkan tumbuhan yang ditanam dari biji

c. Fotosintesis

1) Proses Fotosintesis

Secara umum pengertian fotosintesis adalah proses pembentukan karbohidrat dari karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) dengan bantuan sinar matahari. Tumbuhan mampu melakukan fotosintesis karena mempunyai sel-sel yang mengandung klorofil (zat hijau daun). Dalam fotosintesis, energi cahaya matahari diserap oleh klorofil dan diubah menjadi energi kimia yang disimpan dalam bentuk karbohidrat atau senyawa organik lainnya. Di dalam tumbuhan karbohidrat diubah menjadi protein, lemak, vitamin, atau senyawa yang lain.

Secara sederhana, reaksi kimia yang terjadi pada proses fotosintesis dapat dituliskan sebagai berikut

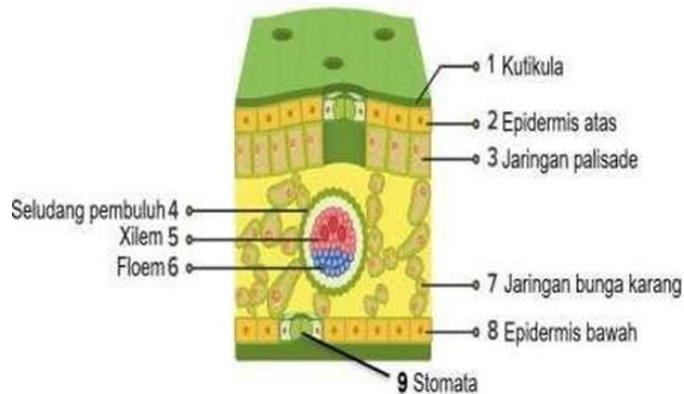


Dari reaksi di atas, dapat diketahui syarat-syarat agar berlangsung proses fotosintesis, yaitu sebagai berikut:

- a) Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), diambil oleh tumbuhan dari udara bebas melalui stomata (mulut daun).
- b) Air, diambil dari dalam tanah oleh akar dan diangkut ke daun melalui pembuluh kayu (xilem).
- c) Cahaya matahari.

d) Klorofil (zat hijau daun), sebagai penerima energi dari cahaya matahari untuk melangsungkan proses fotosintesis

Proses fotosintesis terjadi di daun yang berwarna hijau karena mengandung klorofil yang dapat menyerap sinar matahari. Daun memiliki permukaan atas dan bawah yang dilindungi lapisan epidermis yang mempunyai lapisan lilin. Fungsi lapisan lilin mencegah penguapan air (transpirasi) yang berlebihan.



Di antara epidermis bawah dan atas terdapat jaringan palisade. Sel-selnya mengandung kloroplas yang berfungsi menyerap cahaya matahari untuk digunakan sebagai tenaga dalam proses fotosintesis. Di dalam kloroplas inilah proses fotosintesis terjadi. Dalam kloroplas terdapat pigmen warna hijau, yaitu klorofil.

Hasil dari proses fotosintesis terdiri dari glukosa dan Oksigen. Oksigen oleh tumbuhan dikeluarkan ke udara. Glukosa diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan melalui floem. Hasil fotosintesis ini digunakan tumbuhan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Apabila Kebutuhan glukosa sudah cukup, maka kelebihan glukosa yang ada akan diubah menjadi karbohidrat dan disimpan sebagai cadangan makanan di dalam akar, batang, buah, atau biji. Dalam akar misalnya kentang, dalam batang misalnya tebu, dalam buah seperti durian, rambutan, dan pepaya, dalam biji misalnya kacang hijau.

1) Reaksi Terang dan reaksi gelap

Proses fotosintesis dibedakan menjadi dua proses yaitu reaksi terang dan reaksi gelap.

Berikut Penjelasan Tentang Reaksi gelap dan terang.

- Reaksi terang Reaksi terang ini merupakan salah satu tahap pada fotosintesis. Tempat terjadinya reaksi terang adalah tilakoid. Reaksi terang ini menggunakan energi surya untuk menyuplai energi kimia. Energi yang ditangkap oleh klorofil digunakan untuk memecah molekul air. Pemecahan ini disebut fotolisis. Fotolisis mengakibatkan molekul air pecah menjadi hidrogen dan oksigen seperti yang tampak pada bagan 1 diatas.
- Pada reaksi terang terjadi penguraian air pada klorofil dari cahaya matahari yang disebut fotolisis. Cahaya matahari dibutuhkan sebagai sumber energi dalam reaksi terang. Di mana sumber energi yang diubah oleh klorofil menjadi energi kimia dan disimpan dalam bentuk ATP (Adenosina trifosfat). Klorofil berfungsi sebagai pengantar energi cahaya menjadi kimia. Reaksi terang menghasilkan ATP dan reduksi NADPH<sub>2</sub>. Reaksi ini memerlukan molekul air.
- Proses diawali dengan penangkapan foton oleh pigmen sebagai antena. Pigmen klorofil menyerap lebih banyak cahaya terlihat pada warna biru (400-450 nanometer) dan merah (650-700 nanometer) dibandingkan hijau (500-600 nanometer). Cahaya hijau ini akan dipantulkan dan ditangkap oleh mata kita sehingga menimbulkan sensasi bahwa daun berwarna hijau. Fotosintesis akan menghasilkan lebih banyak energi pada gelombang cahaya dengan panjang tertentu.
- Hal ini karena panjang gelombang yang pendek menyimpan lebih banyak energi. Di dalam daun, cahaya akan diserap oleh molekul klorofil untuk dikumpulkan pada pusat-pusat reaksi. Tumbuhan memiliki dua jenis pigmen yang berfungsi aktif sebagai pusat reaksi atau fotosistem yaitu fotosistem II dan fotosistem I. Fotosistem II terdiri dari molekul klorofil yang menyerap cahaya dengan panjang gelombang 680 nanometer, sedangkan fotosistem I 700 nanometer. Kedua fotosistem ini akan

bekerja secara simultan dalam fotosintesis, seperti dua baterai dalam senter yang bekerja saling memperkuat. Fotosintesis dimulai ketika cahaya mengionisasi molekul klorofil pada fotosistem II, membuatnya melepaskan elektron yang akan ditransfer sepanjang rantai transpor elektron. Energi dari elektron ini digunakan untuk fotofosforilasi yang menghasilkan ATP, satuan pertukaran energi dalam sel.

## 2) Reaksi gelap

Pada reaksi gelap terjadi pengikatan karbondioksida oleh daun. Kemudian karbon dioksida tersebut diubah menjadi glukosa. Dalam pembentukan glukosa ini, diperlukan ATP yang dihasilkan melalui proses terang. Pada reaksi ini tidak dibutuhkan sinar matahari, dan terjadi pada bagian stroma pada kloroplas. ATP dan NADPH yang dihasilkan dalam proses fotosintesis (reaksi terang) memicu berbagai proses biokimia.

Pada tumbuhan proses biokimia yang terpicu adalah siklus Calvin yang mengikat karbon dioksida untuk membentuk ribulosa (dan kemudian menjadi gula seperti glukosa). Reaksi ini disebut reaksi gelap karena tidak tergantung pada ada tidaknya cahaya sehingga dapat terjadi meskipun dalam keadaan gelap (tanpa cahaya). Reaksi gelap berlangsung di stroma. Reaksi gelap atau biasa disebut siklus Calvin ini tidak melibatkan cahaya. Pada proses ini terjadi pengikatan karbon dioksida di dalam daun. Karbon dioksida ini akan bergabung dengan ion hidrogen yang telah dihasilkan pada reaksi terang, membentuk glukosa.



Siklus Calvin berlangsung melalui 3 tahap:

1) Karboksilasi (Fiksasi)

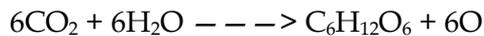
$CO_2$  dan  $CO_2$  diikat (fiksasi) oleh senyawa rebulosa bifosfat (RuBP) yang memiliki atom C sebanyak 5 (C-5), karena hanya mengikat satu atom C (C-1) maka terbentuk senyawa RuBP dengan atom C sebanyak 6 (C-6) dalam keadaan yang tidak stabil dan pecah menjadi 2 senyawa gliseraldehida 3-fosfat (G3P).

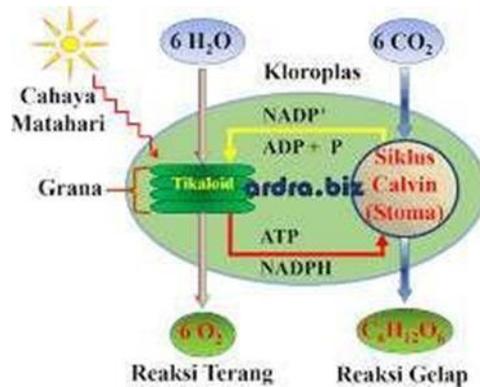
2) Reduksi

Selanjutnya 2 senyawa gliseraldehida 3-fosfat (G3P) bereaksi dengan ATP, membentuk asam fosfogliseraldehid yang masih berikatan dengan  $H_2$  berasal dari NADPH<sub>2</sub>. Siklus reaksinya harus berjalan 3 kali, baru terbentuk hasil akhir yaitu 6 senyawa gliseraldehida 3-fosfat (G3P).

3) Regenerasi

Regenerasi atau pembentukan kembali senyawa rebulosa bifosfat (RuBP) digunakan untuk mengikat  $CO_2$ . Pembentukan kembali senyawa rebulosa bifosfat (RuBP) dan pecah menjadi 2 senyawa (G3P) bereaksi dengan ATP membentuk asam fosfogliseraldehid dan NADPH<sub>2</sub>. Siklus reaksinya berjalan 3 kali, dan kembali regenerasi lagi. Jadi untuk membentuk 1 molekul glukosa maka dibutuhkan sebanyak 6 kali siklus (siklus Calvin) dengan menangkap sebanyak 6 molekul  $6CO_2$ , reaksinya sebagai berikut.





### 3) Faktor Yang mempengaruhi fotosintesis

Fotosintesis dipengaruhi oleh faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor-faktor yang mempengaruhi fotosintesis adalah sebagai berikut:

- a) Konsentrasi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di udara, semakin tinggi konsentrasi  $\text{CO}_2$  di udara, maka laju fotosintesis semakin meningkat.
- b) Klorofil, semakin banyak jumlah klorofil dalam daun maka proses fotosintesis berlangsung semakin cepat. Pembentukan klorofil memerlukan cahaya matahari. Semakin tua daun, kemampuan berfotosintesis semakin berkurang karena adanya perombakan klorofil dan berkurangnya fungsi kloroplas.
- c) Cahaya, intensitas cahaya yang cukup diperlukan agar fotosintesis berlangsung dengan efisien. Tumbuhan hijau melalui klorofil menyerap energi cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi kimia. Energi tersebut kemudian disimpan dalam ikatan kimia zat makanan yang dibentuk dalam proses fotosintesis. Ada 3 aspek penting cahaya yang mempengaruhi fotosintesis, yaitu intensitas cahaya, panjang gelombang dan lama penyinaran.
- d) Cahaya tampak merupakan spektrum dari cahaya matahari. Cahaya ini sangat membantu penglihatan kita. Tanpa adanya cahaya tampak, kita tidak akan bisa melihat sekeliling kita. Cahaya tampak juga merupakan penggerak fotosintesis. Lalu spectrum warna apa saja yang termasuk

dalam cahaya tampak? Spektrum cahaya tampak adalah cahaya ungu, biru, hijau, kuning, jingga dan merah.

- e) Air, ketersediaan air mempengaruhi laju fotosintesis karena air merupakan bahan baku dalam proses ini. Air, tumbuhan yang kekurangan air akan layu,. Jika daun layu, stomata cenderung menutup. Akibatnya difusi karbondioksida dari udara terhambat. Air juga merupakan bahan untuk fotosintesis yang kemudian dipecah menjadi hidrogen dan oksigen pada reaksi terang.
- f) Suhu, umumnya semakin tinggi suhunya, laju fotosintesis akan meningkat, demikian juga sebaliknya. Namun bila suhu terlalu tinggi, fotosintesis akan berhenti karena enzim-enzim yang berperan dalam fotosintesis rusak. Oleh karena itu tumbuhan menghendaki suhu optimum (tidak terlalu rendah atau terlalu tinggi) agar fotosintesis berjalan secara efisien.
- g) Kadar fotosintat (hasil fotosintesis). Jika kadar fotosintat seperti karbohidrat berkurang, laju fotosintesis akan naik. Bila kadar fotosintat bertambah atau bahkan sampai jenuh, laju fotosintesis akan berkurang.
- h) Tahap pertumbuhan. Penelitian menunjukkan bahwa laju fotosintesis jauh lebih tinggi pada tumbuhan yang sedang berkecambah ketimbang tumbuhan dewasa. Hal ini mungkin dikarenakan tumbuhan berkecambah memerlukan lebih banyak energi dan makanan untuk tumbuh.

## BAB IV STRUKTUR DAN FUNGSI HEWAN

### A. Struktur dan Jaringan Hewan

Jaringan adalah kumpulan sel sejenis yang memiliki struktur dan fungsi yang sama untuk membentuk suatu organ. Jenis jaringan yang umumnya dimiliki oleh hewan kecuali hewan yang paling sederhana ada empat macam, yaitu jaringan saraf, jaringan epitel, jaringan otot, dan jaringan ikat. Berdasarkan struktur jaringan dan fungsi utamanya, kita dapat membedakan keempat jaringan dasar hewan pada tabel berikut

Jaringan	Sel	Matriks Ekstraseluler	Fungsi Utama
Saraf	Rangkaian tonjolan sel yang memanjang	Tidak ada	Menyampaikan impuls/rangsang saraf
Epitel	Kumpulan sel bersegi banyak	Sedikit	Melapisi Permukaan atau rongga tubuh, Sekresi bahan-bahan kelenjar
Otot	Sel kontraktif yang memanjang	Cukup banyak	Sebagai alat aktif
Ikat	Beberapa tipe sel yang menetap atau berpindah-pindah	Banyak sekali	Sebagai Penyokong dan pelindung

#### 1. Jaringan Saraf

Ditinjau dari fungsinya neuron dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu neuron motorik, sensorik, dan interneuron. Neuron sensorik adalah sel saraf yang berfungsi untuk membawa rangsangan dari daerah tepi atau perifer tubuh ke pusat saraf. Neuron motorik adalah sel saraf yang berfungsi membawa rangsang dari pusat saraf ke daerah tepi interneuron atau neuron penghubung ialah sel saraf yang

terdapat di pusat saraf yang menjadi penghubung antara neuron sensorik dan motorik ketika jenis neuron tersebut tersusun secara khusus sehingga mampu menanggapi berbagai perubahan yang terjadi pada lingkungan hewan baik lingkungan dalam maupun luar tubuh. Jaringan saraf merupakan jaringan yang berperan mengirimkan sinyal-sinyal ke seluruh tubuh. jaringan tersebut disusun oleh sel-sel saraf atau neuron yang dapat kita temukan di otak, urat saraf, dan tulang belakang. Neuron memiliki beberapa bagian,yaitu dendrit, badan sel, dan akson. Dendrit yaitu penjurulan ke arah luar badan sel yang berperan sebagai penerima sinyal untuk diantarkan inti sel ke badan sel. Badan sel yaitu bagian utama neuron yang memiliki inti sel. Akson (neurit), merupakan penjurulan badan sel yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal-sinyal dari badan sel ke akson pada badan sel neuron yang lainnya.

Berdasarkan fungsinya, neuron dibedakan menjadi dua macam,yaitu neuron sensorik dan neuron motorik.

- a. Neuron sensorik berfungsi untuk menerima sinyal dari lingkungan dan mengirim ke saraf pusat ( otak atau sumsum tulang belakang ).
- b. Neuron motorik berfungsi untuk mengirim sinyal dari saraf pusat menuju organ lainnya di dalam tubuh.

Ciri-ciri jaringan saraf

- a. Jaringan ini tersusun oleh sel-sel saraf ( neuron )
- b. Sel saraf terdiri dari bagian-bagian yang disebut: dendrit,neurit,dan badan sel
- c. Berfungsi sebagai koordinasi aktivitas tubuh.

## 2. Jaringan Epitel

Jaringan epitel merupakan jaringan penutup permukaan tubuh,baik permukaan tubuh sebelah luar maupun sebelah dalam, jaringan epitel juga jaringan yang melapisi permukaan tubuh dan membatasi rongga tubuh contoh permukaan sebelah luar yang memiliki jaringan epitelium adalah kulit,sementara permukaan sebelah dalam tubuh yang mengandung epithelium adalah permukaan dalam usus,paru-paru,pembuluh darah,dan rongga tubuh. Jaringan epitel dapat berasal dari perkembangan lapisan ektoderma, mesoderma, endoderma.

## Ciri dan sifat Epitel

- a. Disusun oleh sel-sel dan molekul ekstraseluler
- b. Bentuk bervariasi bergantung pada fungsi dan letak
- c. Tidak terdapat material di antara sel-sel penyusunnya
- d. Berfungsi sebagai penutup dan kelenjar

- Tipe Epitel

Epitel terbagi menjadi dua kelompok berdasarkan struktur dan fungsinya, yaitu epitel penutup dan epitel kelenjar.

- Epitel penutup

Epitel penutup adalah jaringan yang tersusun dalam bentuk lembaran yang menutup permukaan luar tubuh, rongga tubuh, atau saluran yang berhubungan dengan permukaan tubuh. Selain sebagai penutup, epitel tersebut juga berfungsi untuk proteksi dan absorpsi zat. Epitel terbagi lagi menjadi beberapa jenis.

- Berdasarkan letak

Ada empat jenis epitel, jaringan epitel yang melapisi lapisan luar tubuh disebut epitelium; jaringan epitel yang membatasi rongga tubuh disebut mesotelium; dan jaringan epitel yang membatasi organ disebut endotelium.

- Berdasarkan jumlah lapisan jaringan penyusun

Bentuk epitel penutup berdasarkan bentuk dan jumlah lapisan jaringan dasar.

- Epitel kelenjar

Epitel kelenjar adalah jaringan yang terbentuk dari sel-sel yang terspesialisasi untuk memproduksi sekret (getah cair). Molekul yang disekresikan biasanya disimpan di dalam sel, tepatnya di dalam vakuola sekresi. Sel-sel epitel kelenjar dapat mensekresikan protein (pankreas), lemak (anak ginjal dan kelenjar minyak rambut), atau kompleks karbohidrat dan protein (kelenjar air liur).

## 3. Jaringan Otot

Jaringan otot tersusun dari sel-sel yang dapat berkontraksi sehingga mampu melakukan pergerakan pada berbagai bagian tubuh. Sel otot dapat berkontraksi karena mengandung protein kontraktif yang disebut miofibril. Miofibril tersusun dari aktin dan miosin. Sel

tersebut dikelilingi suatu lapisan yang disebut sarkolema. Jaringan otot dibagi menjadi tiga macam, yaitu otot polos, otot rangka (lurik), dan otot jantung.

Jenis Jaringan	Ciri-ciri	Fungsi	Letak
Otot polos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. bentuk sel memanjang dengan ujung meruncing.</li> <li>b. Berinti satu di tengah.</li> <li>c. Miofibril tidak berwarna ( polos)</li> <li>d. Merupakan otot tak sadar (otot involunter)</li> <li>e. Reaksi terhadap rangsang lambat.</li> </ul>	Melaksanakan gerakan di luar kehendak contohnya gerak zat/ makanan pada saluran pencernaan. Mengontrol diameter pembuluh darah dan biji mata.	Saluran pencernaan saluran pernapasan. Pembuluh darah, dan pembuluh limfe.
Otot Lurik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bentuk sel silindris relative panjang</li> <li>Berintibanyak terletak di inti.</li> <li>Berabut myofibril berwarna elap dan terang. Bekerja di bawah kehendak (otot volunter)</li> <li>Reaksi terhadap rangsang cepat.</li> <li>Mudah lelah.</li> </ul>	Sebagai alat gerak aktif. Berkonsentrasi secara cepat dan kuat untuk menggerakkan tulang dan tubuh.	Melekat pada rangka ( tendon )

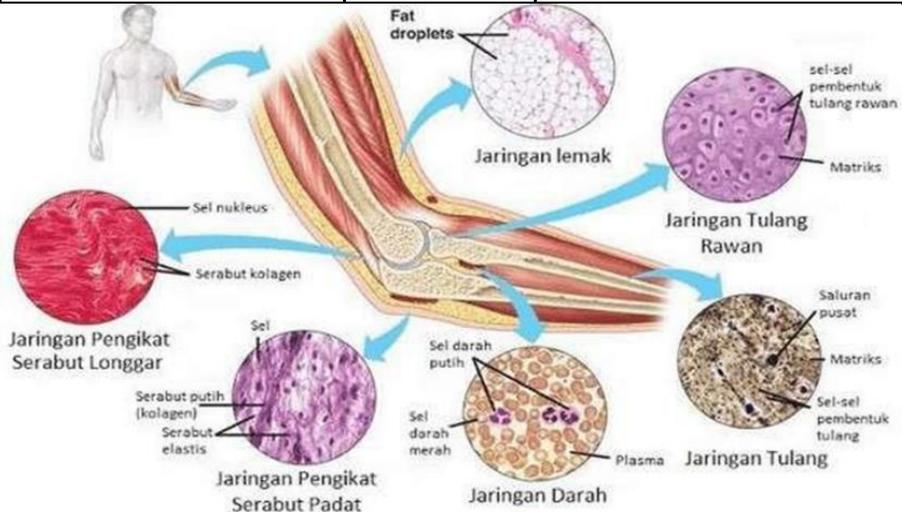
Otot Jantung	Bentuk silindris,relative panjang Susunan seperti otot lurik. Berinti satu atau dua di tengah. Bekerja tidak dibawah kehendak(otot tidak sadar) dipengaruhi saraf otonom. Kontraksi secara otomatis. Reaksi terhadap rangsang lambat.	Menyebabkan jantung menguncup dan mengembang sehingga darah terpompa.	Dinding jantung
--------------	--	---	-----------------

#### 4. Jaringan ikat

Jaringan ikat berfungsi untuk mengikat dan menyokong jaringan lain. Berlawanan dengan jaringan epitel selnya terkemas rapat, jaringan ikat memiliki kumpulan sel-sel yang jarang,yang tersebar dalam suatu matriks ekstraseluler. Matriks tersebut umumnya terdiri atas suatu anyaman serat yang tertanam dalam suatu dasar ( fondasi ) yang seragam yang dapat berupa cairan, seperti agar,atau padatan Jaringan ikat disebut juga jaringan penyokong. Jaringan ikat terdiri dari berbagai jenis, di antaranya sebagai berikut :

Nama jaringan	Nama sel	Matrik
Adiposa	Adiposit	Lemak
Ikat padat (ligament dan tendon)	Fibrosit	Serat kolagen
Ikat longgar ( facia)	Fibrosit	Serat kolagen Serat elastis Serat retikuler

Tulang rawan Hialin Fibrosa Elastis	Kondrosit	Kondrin
Tulang keras	Osteosit	Kolagen Kalsium karbonat Kalsium phosphate
Darah	Eritrosit Leukosit Trombosit	Plasma



### 5. Jaringan Lemak ( Adiposa )

Jaringan lemak tersusun atas sel-sel lemak yang tidak membentuk serat-serat intraseluler atau matriks, tetapi terspesialisasi untuk menimbun lemak. Jaringan lemak berasal dari sel-sel mesenkim. Jaringan ini berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi organ-organ secara mekanis dari benturan, sebagai persediaan cadangan makanan, dan sebagai alat untuk mengatur panas dengan cara membantu menjaga suhu badan terutama pada bayi yang baru saja dilahirkan. Jaringan lemak terdapat pada seluruh bagian tubuh, yaitu di bawah kulit di sekitar persendian, serta di organ bagian dalam seperti ginjal dan jantung.

### 6. Jaringan ikat padat

Jaringan ikat padat memiliki ciri susunan serat yang padat dan jumlah selnya berkurang. Jaringan ini didominasi oleh serat kolagen tersebut terdapat sel fibroblas. Sifat jaringan ikat padat adalah tidak

elastis. Jaringan ikat padat berfungsi sebagai menghubungkan antara organ tubuh yang satu dengan tubuh yang lainnya.

#### 7. Jaringan Tulang Rawan

Bahan jaringan tulang rawan mengandung suatu kompleks protein dan karbohidrat yang dikenal sebagai kondromukoid. Sel tulang rawan disebut kondrosit berfungsi untuk mensintesis matriks.

Berdasarkan kandungan senyawa matriksnya, jaringan tulang rawan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut :

- a. Tulang rawan Hialin
- b. Tulang rawan elastis
- c. Tulang rawan fibroblast

#### 8. Jaringan Darah

Jaringan darah dapat disebut sebagai jaringan ikat yang terspesialisasi yang dibentuk dari sel- sel bebas dan suatu matrik cair (plasma). Sel - sel darah berkembang lalu masuk ke dalam aliran darah sebagai sel- sel yang sepenuhnya telah terbentuk. Jaringan darah berfungsi sebagai membawa sari-sari makanan, hormone ,oksigen, dan sisa-sisa hasil metabolisme, serta mencegah infeksi. Jaringan darah terdiri dari eritrosit,leukosit, trombosit, dan plasma.

#### 9. Eritrosit (sel darah merah)

Eritrosit berbentuk seperti lempengan bikonkaf (cekung ganda) dengan diameter kurang lebih 8  $\mu\text{m}$ . eritrosit tidak memiliki inti sel (nucleus). Sitoplasma eritrosit mengandung protein yang disebut hemoglobin. Hemoglobin berikatan dengan oksigen akan membentuk oksihemoglobin. Apabila kandungan oksigen suatu jaringan tubuh lebih rendah dari pada kandungan oksigen dalam paru- paru, oksihemoglobin akan pecah sehingga oksigen dibebaskan untuk digunakan dalam proses metabolisme sel. Hemoglobin juga berperan penting untuk mengangkut karbon dioksida dari jaringan ke paru - paru.

#### 10. Leukosit ( sel darah putih )

Leukosit memiliki sebuah nucleus dan tidak mengandung hemoglobin. Gerakan yang dilakukan leukosit adalah gerakan amuboid. Berdasarkan granula ( butiran - butiran ) dalam sitoplasmanya, leukosit terbagi menjadi dua jenis yaitu :

- a. Granulosit merupakan leukosit yang memiliki protein granula di dalam sitoplasmanya. Granulosit menyusun 60 - 70 % dari

keseluruhan leukosit. Granula terdiri dari neutrofil, eosinofil, basofil.

b. Granulosit merupakan leukosit yang tidak memiliki granula di dalam sitoplasmanya. Granulosit terdiri dari limfosit dan monosit.

#### 11. Trombosit ( keping darah )

Trombosit berbentuk lempengan dengan diameter 2-4  $\mu\text{m}$ . Di dalam trombosit banyak terdapat granula, namun tidak terdapat nukleus. Trombosit membantu penghentian keluarnya darah akibat kerusakan pada pembuluh darah.

#### 12. Plasma

Bagian darah yang cair serta mengandung larutan elektrolit dan protein disebut plasma. Protein plasma terdiri dari albumin, globulin dan fibrinogen. Selain itu, plasma juga mengandung sejumlah bahan terlarut, seperti zat makanan, hormone, dan faktor - faktor pembeku darah.

### B. Organ Hewan

Organ hewan merupakan kumpulan bermacam-macam jaringan untuk melakukan fungsi tertentu di dalam tubuh. misalnya, organ kulit yang terdiri atas jaringan ikat, epitel, otot, pembuluh darah, dan saraf.

Berdasarkan letaknya organ hewan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu organ dalam dan organ luar. Contoh organ dalam adalah paru-paru, jantung, lambung, limpa, hati, pankreas, dan usus, sedangkan organ luar adalah kulit, telinga, mata dan hidung.

### C. Sistem Organ Hewan

Sistem organ adalah gabungan dari berbagai organ yang melakukan fungsi tertentu di dalam tubuh. setiap organ memegang peranan yang sama penting dalam menjalankan fungsinya. Sistem organ dalam tubuh manusia dikelompokkan menjadi sebelas, yaitu :

Sistem organ	Komponen utama	Fungsi utama
Pencernaan	Mulut, faring, esofagus, lambung, usus halus, hati, pankreas, anus	Pengolahan makanan (penelanan. Pencernaan, penyerapan, pembuangan)

Sirkulasi	Jantung, pembuluh darah, darah	Distribusi internal bahan-bahan	
Respirasi	Paru-paru, trakea, pipa pernapasan lain	Pertukaran oksigen; dioksida)	Gas (pengambilan pembuangan karbon
Kekebalan limfatik	Sumsum limfa,	tulang, nodus timus, limfa,	Pertahanan tubuh (perlawanan terhadap infeksi dan kanker)
	pembuluh limfa, sel darah putih		
Ekskresi	Ginjal, ureter, kandung kemih, uretra	Pembuangan sisa metabolisme; pengaturan keseimbangan osmotik darah	
Endokrin	Pituitari(hipofisis), tiroid pankreas, kelenjar penghasil hormon lain	Koordinasi aktivitas tubuh (misalnya pencernaan, metabolisme)	
Reproduksi	Ovarium, testis, dan organ-organ terkait	Reproduksi	
Saraf	Otak, sumsum tulang belakang, saraf dan organ sensoris	Koordinasi aktivitas tubuh; deteksi stimulus dan formulasi atau penentuan respons terhadap stimulus	
Integumen	Kulit dan aksesorisnya (misalnya rambut, kuku, dan kelenjar kulit)	Perlindungan terhadap cederamekanis, infeksi, pengeringan)	

Kerangka	Kerangka (tulang sejati, tendon, ligamen, tulang rawan)	Memberi bentuk tubuh, melindungi organ-organ yang lunak dalam tubuh, tempat menyimpan cadangan mineral, tempat pembentukan sel-sel darah, dan sebagai alat gerak pasif
Otot	Otot rangka	Membantu pergerakan tubuh (alat gerak aktif), menentukan postur tubuh, dan tempat menyimpan senyawa cadangan berupa glikogen.

## BAB V PERKEMBANGBIAKAN HEWAN

### A. Perkembangbiakan pada Hewan

Perkembangbiakan hewan memiliki tujuan untuk melestarikan jenisnya terlebih lagi adalah banyak hewan yang ada di Indonesia hampir di ambang kepunahan. Oleh sebab itu perkembangbiakan perlu dilakukan agar hewan tersebut tidak punah. Sebenarnya setiap makhluk hidup memiliki kemampuan untuk melestarikan jenisnya dengan cara berkembangbiak hewan, namun seiring dengan ikut campur tangan manusia banyak makhluk hidup yang tidak dapat melestarikan jenisnya.

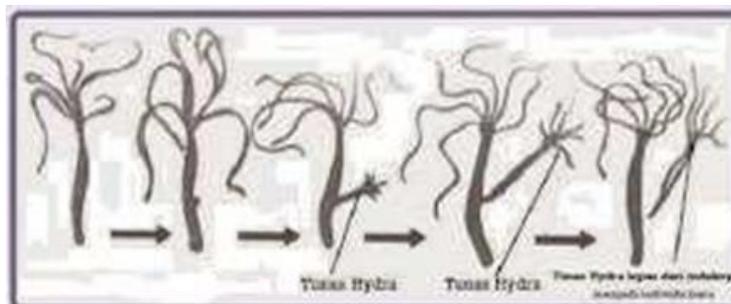
Sama halnya dengan tumbuhan, perkembangbiakan pada hewan dibedakan menjadi pengelompokan hewan dua macam yaitu dengan cara kawin dan tidak kawin. Cara kawin dilakukan oleh hewan dengan meleburkan sel kelamin jantan dengan sel telur betina. Hasil peleburan tersebut akan menghasilkan individu baru. Perkembangbiakan secara vegetatif atau tidak kawin juga dilakukan pada hewan dengan tingkat rendah.

### B. Pengelompokan Perkembangbiakan pada Hewan

#### 1. Perkembangbiakan secara tak kawin ( vegetatif)

Perkembangbiakan secara vegetatif merupakan perkembangbiakan tanpa melalui proses perkawinan atau disebut juga perkembangbiakan aseksual. Biasanya hanya terjadi pada hewan-hewan tingkat rendah. Perkembangbiakan dengan cara ini juga terbagi menjadi tiga cara yaitu:

##### a. Tunas



## b. Hydra

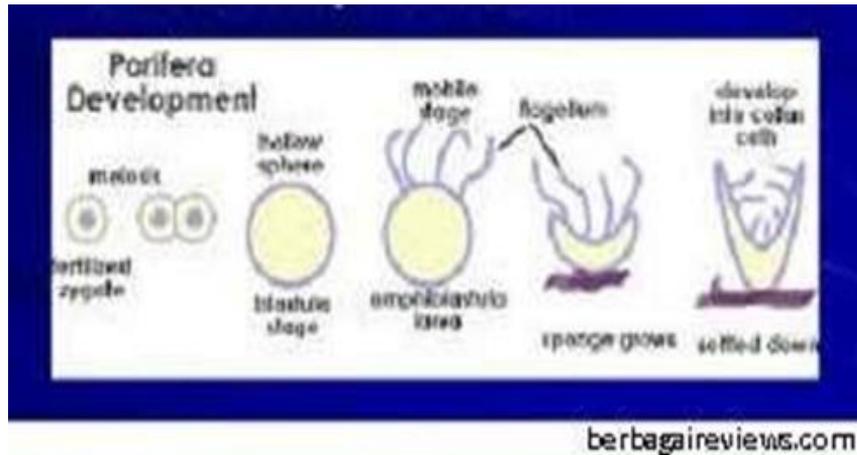
Hydra adalah hewan yang tidak bertulang belakang. Hydra hidup pada air tawar. Pada tubuh Hydra dewasa akan muncul tonjolan. Tonjolan tersebut akan terus tumbuh dan membesar. Ketika setelah cukup besar, tunas itu akan terlepas dari tubuh induknya. Tunas yang terlepas akan tumbuh dan berkembang menjadi individu baru.

Hydra adalah hewan pemangsa yang hidup di air tawar bersuhu tropis dan tidak tercemar. Sama halnya seperti amoeba, hydra ini juga hanya dapat dilihat dengan bantuan alat mikroskop karena tidak dapat dilihat dengan kasat mata. Hewan ini memiliki tubuh yang panjangnya kira-kira 10 milimeter dan bentuk tubuhnya seperti tabung. Hydra dapat melindungi diri ketika dia merasakan ada gangguan mengintainya, yaitu dengan cara melakukan kontraksi pada tubuhnya menjadi gumpalan kecil.

Ketika hydra berkembang biak, perkembangbiakannya dimulai dengan munculnya tunas kecil pada hydra yang sudah dewasa. Kemudian tunas kecil tersebut akan tumbuh dan berkembang menjadi tunas baru yang menempel pada hydra dewasa sebagai induknya. Jika tunas kecil tersebut sudah bisa menangkap makanan sendiri maka dia sudah dianggap dewasa sehingga tunas akan melepaskan diri dan membentuk organisme yang baru. Di bawah ini akan kita bahas bagaimana cara perkembangbiakan hydra dengan bertunas.

Tanda pertama adalah tumbuhnya kuncup. Kemudian, tentacles dan mulut pada hydra mulai berkembang. Setelah terlihat perkembangan tentacles dan mulut hydra, dimulai proses pemisahan tunas dari hydra dewasa. Umumnya tunas atau organisme baru lebih kecil dari pada hydra dewasa. Selanjutnya pada langkah terakhir tunas terputus dari induknya atau hydra dewasa yang umumnya berukuran  $\frac{3}{5}$  dari ukuran induknya.

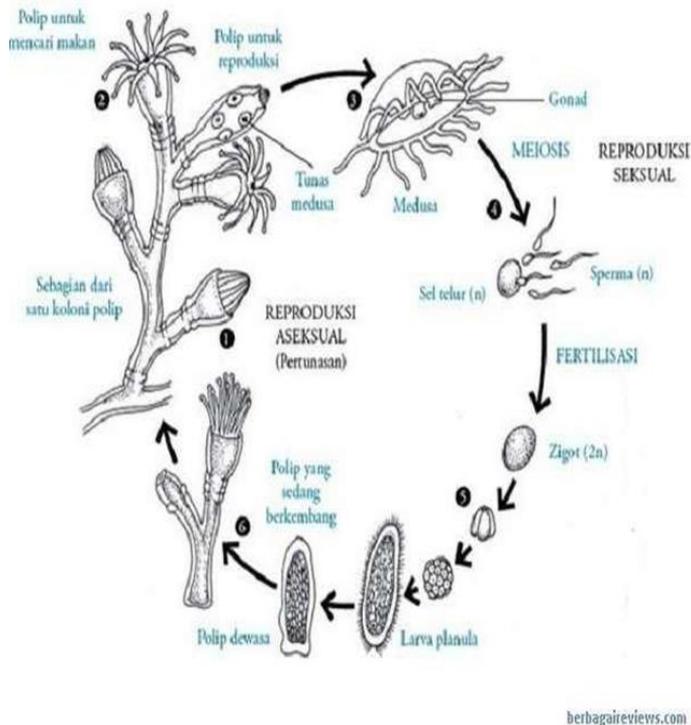
c. Porifera



Porifera atau spons adalah hewan multiseluler seperti hydra. klasifikasi filum porifera ini pada umumnya merupakan spesies hewan air yang hidup di laut dengan kedalaman 8000 meter dan tidak pernah berpindah-pindah. Hewan ini disebut porifera karena memiliki banyak pori pada tubuhnya sehingga dapat dilewati oleh air. Air yang masuk ke dalam tubuhnya akan dikeluarkan bersama limbah melalui oskulum yang ada pada bagian tubuh atas hewan yang bentuk tubuhnya menyerupai cerobong asap ini. Hanya saja mereka memiliki jaringan, organ serta tidak memiliki kesimetrisan tubuh.

Perkembangbiakan pada porifera dilakukan dengan membentuk sebuah kuncup dalam koloni. Kuncup tersebut akan muncul dari pangkal kaki hewan ini. Kuncup akan semakin membesar sehingga jika terjadi beberapa kuncup, maka akan terbentuklah sebuah koloni. Tidak hanya itu, potongan tubuhnya yang telah lepas akan sangat mudah tumbuh dan berkembang menjadi porifera yang baru.

d. Coelenterata.

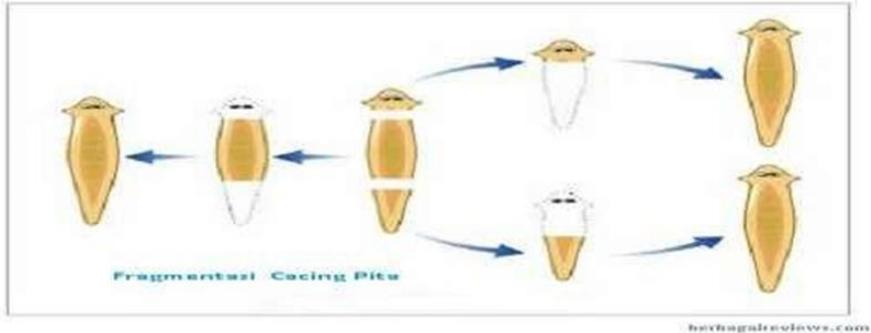


Coelenterata berasal dari kata selom dan enteron. Kata coelom mempunyai arti berongga dan enteron yang berarti perut. Hewan ini juga dapat diartikan sebagai hewan perut berongga, dan rongga tersebut disebut sebagai rongga gastrovaskuler. Pada dasarnya, cara berkembang biak coelenterata hampir sama saja dengan porifera secara aseksual dengan membentuk tunas atau kuncup yang melekat pada hewan induknya yaitu pada kakinya dan akan tumbuh lebih besar sehingga terbentuk menjadi individu yang baru. Selanjutnya untuk lebih memahami bisa anda pahami lebih dalam mengenai klasifikasi coelenterata agar bisa lebih baik lagi dalam hal pemahaman.

2. Fragmentasi

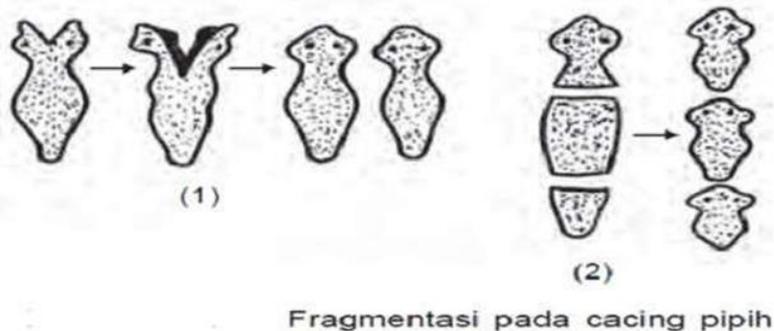
Fragmentasi adalah cara berkembang biak pada hewan dengan cara memutuskan bagian tubuhnya atau memotong tubuhnya untuk membentuk organisme baru. Di bawah ini akan kita bahas beberapa contoh hewan yang berkembang biak dengan cara fragmentasi

a. Cacing pita.



Cacing pita merupakan hewan yang sangat kecil bahkan dapat masuk ke dalam tubuh manusia. Ketika manusia mengkonsumsi makanan atau minuman yang mengandung telur cacing *Taenia solium* (cacing pita babi) maka dapat menyebabkan cacing pita masuk ke dalam tubuhnya dan cacing tersebut akan tumbuh dalam tubuhnya tersebut. Nah disitulah daur hidup cacing pita berlangsung secara berkelanjutan.

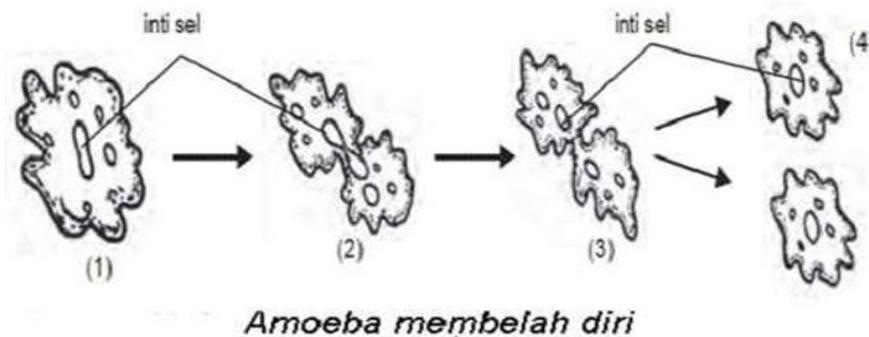
Perkembangbiakan hewan secara vegetatif yang terdapat dalam tubuh manusia ini adalah cacing pita dewasa merupakan induk semang definitif. Bagian dari tubuh cacing yang sudah mulai matang dan juga terdapat kandungan telur, secara perlahan akan keluar secara pasif bersamaan dengan feses manusia atau bisa secara aktif keluar langsung dari bagian anus manusia.



Cacing pipih hidup di laut, danau dan sungai bahkan bisa menjadi parasit di dalam tubuh organisme lain. Cacing ini termasuk ke dalam golongan hewan platyhelminthes sehingga sangat sensitif terhadap cahaya.

Hewan ini dapat berkembang biak dengan cara aseksual dan seksual. Dengan cara aseksual, cacing pipih berkembang biak dengan cara pembelahan tubuh. Namun, setiap hasil dari pembelahan akan meregenerasi bagian yang telah hilang. Sedangkan secara seksual baru bisa dilakukan dengan cara kawin silang meskipun hewan ini bersifat hermafrodit.

### 3. Membelah diri



[berbagairreviews.com](http://berbagairreviews.com)

Pada umumnya, hewan yang dapat berkembang biak dengan cara ini yaitu hewan bersel satu. Hewan bersel satu adalah hewan mikroskopis karena hewan ini sangatlah kecil sehingga untuk melihatnya kita membutuhkan alat pembesar misalnya mikroskop. Amoeba adalah contoh hewan bersel satu sehingga mengalami perkembangbiakan dengan cara ini.

Jika seekor bunglon selalu merubah warna tubuhnya, maka berbeda dengan hewan ini. Yang selalu berubah dari amoeba adalah bentuk tubuhnya. Spesies hewan ini berada di tempat yang berair, misalnya sungai, danau dan juga tanah yang basah. Hewan bersel satu lainnya yang berkembang biak dengan cara membelah diri selain amoeba, yaitu paramecium. Tubuh dari hewan ini tertutupi oleh silia atau rambut-rambut halus, bentuk tubuhnya pun menyerupai sandal. Paramecium juga hidup di tempat berair seperti amoeba.

Berkembang biak dengan membelah diri adalah membagi tubuh menjadi dua sama besar. Pada tubuh amoeba, kaki semu yang ada padanya ditarik ke dalam sehingga bentuk tubuhnya menjadi bulat.

Seketika itu, amoeba membelah dirinya menjadi dua karena inti sel mulai terbelah dua.

#### 4. Perkembangbiakan hewan secara generative

##### a. Bertelur (ovivipar)



Hewan yang berkembang biak secara bertelur disebut ovipar. Pada hewan bertelur, pertumbuhan dan perkembangan embrio terjadi di luar tubuh induknya. Embrio itu dibungkus dan dilindungi oleh cangkang. Embrio di dalam telur ini dilengkapi dengan kuning telur (yolk). Kuning telur digunakan sebagai cadangan makanan untuk perkembangan embrio. Jika embrio telah tumbuh sempurna, telur akan menetas dan keluarlah individu baru. Contoh hewan yang berkembangbiak dengan cara bertelur yaitu, burung, ayam, bebek, cicak, buaya, dan penyu.

Berikut ciri-ciri hewan ovipar :

- 1) Mengerami telurnya.
- 2) Tidak mempunyai daun telinga.
- 3) Tidak mempunyai kelenjar susu. Tidak menyusui anaknya.

Setelah hewan bertelur, ada hewan yang mengerami telurnya, tetapi ada juga hewan yang tidak mengerami telurnya. Beberapa contoh hewan yang mengerami telurnya: ayam, burung, dan bebek. Contoh hewan yang tidak mengerami telurnya: cicak, buaya, dan penyu.

b. Hewan yang Berkembangbiak dengan Melahirkan (Vivipar)



Pada hewan yang melahirkan anak, sel telur dibuahi oleh sperma di dalam tubuh induknya. Pertumbuhan dan perkembangan embrio terjadi di dalam tubuh induknya. Embrio akan berada di dalam tubuh induknya sampai waktunya dilahirkan. Hewan yang berkembang biak secara melahirkan disebut vivipar. Contohnya, sapi, kucing, kambing, dan singa. Ada hewan yang memiliki sel kelamin jantan dan sel kelamin betina dalam satu tubuh. Hewan ini disebut hermaphrodit, contoh cacing tanah dan bekicot.

Ciri-ciri hewan vivipar :

- 1) Mempunyai kelenjar susu.
- 2) Mempunyai daun telinga.
- 3) Tubuh ditutupi bulu atau rambut.
- 4) Umumnya menyusui atau mamalia.
- 5) Keturunannya bisa berkembang dalam tubuh induk sebelum dilahirkan.

c. Hewan yang Berkembangbiak dengan Bertelur dan Melahirkan (Ovovivipar)

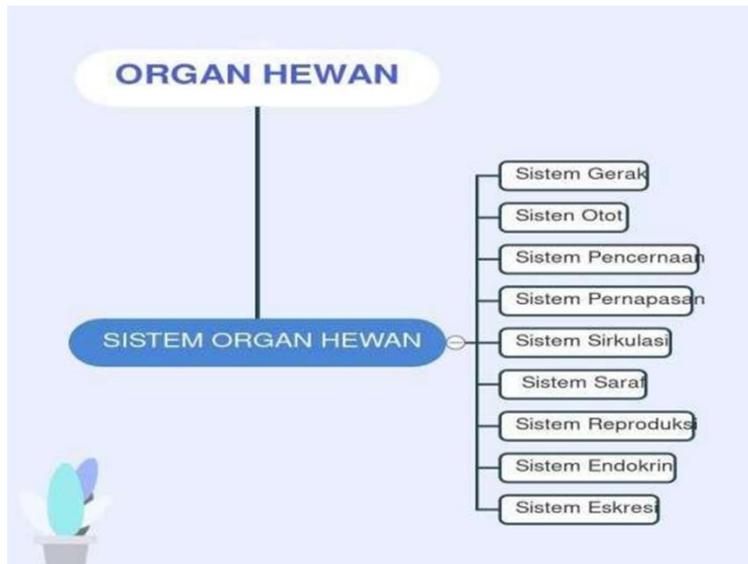


Selain hewan ovipar dan vivipar, ada juga hewan yang dapat bertelur-melahirkan (ovovivipar). Pada hewan ovovivipar, setelah terjadi pembuahan, telur terus berkembang di dalam tubuh induk. Makanan yang dibutuhkan embrio tidak berasal dari induk. Akan tetapi, makanan berasal dari cadangan makanan yang terdapat di dalam telur. Setelah telur menetas tiba waktunya dilahirkan, individu baru akan keluar dari tubuh induknya. Contoh hewan ovovivipar adalah paus, ikan pari, dan beberapa jenis ular.

Ciri-ciri hewan ovovivipar :

- 1) Reproduksi secara generatif atau seksual.
- 2) Pembuahan membentuk telur.
- 3) Cadangan makanan tersimpan dalam telur.
- 4) Embrio tumbuh di dalam telur dengan sempurna.
- 5) Pertumbuhan embrio relatif cepat.
- 6) Bentuk tubuh anak dan induk sama.
- 7) Tidak memiliki daun telinga.

## BAB VI ORGAN DALAM HEWAN



### A. Organ Hewan

Organ merupakan gabungan berbagai jaringan yang menampilkan satu atau lebih fungsi. Berdasarkan letaknya, organ tubuh dibedakan atas organ dalam dan organ luar. Organ yang bisa terlihat dari luar disebut dengan organ luar, contohnya adalah lidah, hidung, mata, telinga. Sedangkan organ yang terletak di dalam tubuh disebut organ dalam, contohnya lambung, jantung, paru-paru, dan ginjal.

### B. Sistem Organ hewan

Sistem organ merupakan gabungan dari berbagai organ yang melaksanakan satu fungsi dalam koordinasi tertentu. Setiap sistem organ saling bekerja sama satu dengan yang lainnya. Jika salah satu sistem terganggu fungsinya atau terjadi kerusakan, maka sistem yang lain pun akan terganggu. Bahkan, apabila kerusakan tersebut terjadi pada salah satu sistem organ akan menimbulkan gangguan pada seluruh tubuh. Hal ini karena setiap sistem organ memiliki peran penting, yaitu menyelenggarakan berbagai proses untuk kelangsungan hidup. Adapun sistem organ pada hewan, yaitu :

## 1. Sistem Gerak

Sistem Gerak pada Invertebrata Hewan invertebrata adalah hewan yang tidak mempunyai tulang belakang. Sistem gerak hewan invertebrata tentu saja berbeda dengan sistem gerak hewan vertebrata. Hewan invertebrata terdiri dari beberapa phylum, yaitu protozoa, porifera, ctenophora, vermes, Arthropoda, Mollusca, Coelenterata. Masing- masing phylum tentu mempunyai sistem gerak yang berbeda.

### a. Protozoa

Protozoa merupakan hewan invertebrata bersel satu yang hidup di dalam air. Protozoa terdiri dari beberapa kelas. Kelas protozoa berdasarkan alat geraknya:

- 1) Kelas Rhizopoda bergerak dengan kaki semu
- 2) kelas Flagel bergerak dengan bulu cambuk
- 3) Kelas Ciliata bergerak dengan rambut getar
- 4) kelas Sporozoa bergerak dengan menggerakkan seluruh tubuhnya

### b. Porifera

Porifera merupakan hewan invertebrata yang berpori-pori di seluruh tubuhnya. Porifera hidup melekat di dasar laut. Porifera tidak mempunyai sistem gerak.

### c. Ctenophora

Ctenopora merupakan hewan invertebrata yang berongga dan mempunyai racun untuk melumpuhkan mangsanya. Kelas ctenophora tidak mempunyai sistem gerak. Ubur-ubur merupakan salah satu hewan kelas ctenophora.

### d. Vermes

Sistem gerak pada Vermes atau cacing ialah dengan kontraksi otot-otot di tubuhnya.

### e. Artropoda

Arthropoda atau yang biasa disebut hewan berbuku-buku merupakan hewan invertebrata yang tubuhnya tersusun dari beberapa segmen atau ruas yang bersatu. Arthropoda mempunyai kaki yang beruas ruas sebagai alat geraknya. Phylum Arthropoda terdiri dari beberapa kelas, yaitu :

- 1) Chelicerata : tungau, laba-laba dan kalajengking
- 2) Myriapoda : lipan
- 3) Krustasea : lobster, kepiting dan udang

4) Hexapoda : serangga

f. Mollusca

Mollusca merupakan hewan invertebrata yang bertubuh lunak. Sebagian mollusca mempunyai cangkang sebagai pelindung tubuh dan sebagian lagi tidak dilindungi oleh cangkang. Cangkang mollusca terbentuk dari zat kapur yang banyak mengandung kalsium. Phylum Mollusca terdiri dari 3 kelas, masing masing kelas mempunyai sistem gerak yang berbeda. Berikut sistem gerak pada mollusca :

- 1) Gastropoda bergerak dengan kaki dan perut. Contoh : siput
- 2) Cephalopoda bergerak dengan kaki dan kepala. Contoh : cumi-cumi dan gurita.
- 3) Pelecypoda bergerak dengan kaki pipih. Contoh : Scaphopoda dan Amphineura.

g. Coelenterata

Coelenterata merupakan hewan invertebrata yang bertentakel. Sistem gerak coelenterata dengan menggerakkan tubuh basalnya atau dengan menggunakan tentakel yang ada di mulutnya.

## 2. Sistem Gerak Vertebrata

Hewan vertebrata membutuhkan sistem rangka untuk menyokong berat tubuh. Hal tersebut diatasi dengan adanya endoskeleton (rangka dalam). Endoskeleton dapat tumbuh seiring dengan pertumbuhan tubuhnya. Endoskeleton tersusun dari tulang dan otot dan bekerja sama dengan membentuk sistem gerak. Endoskeleton hewan memiliki bentuk khas, bentuk khas inilah yang memberi bentuk tubuh pada masing-masing jenis hewan.

a. Sistem Gerak Hewan yang hidup di Udara

Burung terbang dengan cara mengepakkan sayap. Gerakan sayap dapat dikendalikan oleh otot-otot terbang yang sangat kuat. Otot-otot tersebut melekat pada tulang dada. Burung memiliki dua otot terbang, ketika salah satu otot menarik ke bawah otot yang lain menarik sayap ke atas. Bulu burung (selain berfungsi untuk terbang, bulu-bulu pada burung jugaberfungsi untuk menahan panas sehingga tubuh burung dapat menjaga panas tubuhnya. Otot bekerja lebih efisien dalam keadaan hangat. Teknik terbang (Burung terbang dengan mengepakkan sayap, yaitu mengepakkan saya dari

atas ke bawah untuk menimbulkan gerakan yang mengangkat dan mendorong tubuhnya di udara. Gerakan mendorong dan mengangkat sayap, memerlukan kekuatan yang paling besar. Sementara pada saat mengangkat sayap, memerlukan kekuatan yang lebih kecil. Pada saat mengangkat sayap, burung menempatkan posisi sayapnya ke semula, untuk memulai gerakan gerakan mendorong dan mengangkat tubuh kembali

b. Sistem Gerak Hewan yang hidup di Air

Air memiliki kerapatan yang lebih besar dibandingkan udara sehingga hewan lebih sulit bergerak di air. Namun sebaliknya, air memiliki gaya angkat yang lebih besar dibandingkan dengan udara. Beberapa hewan yang hidup di air memiliki struktur tubuh dan sistem gerak yang khas. Untuk bergerak didalam air, ikan memiliki:

- 1) Bentuk tubuh yang aerodinamis (streamline) untuk mengurangi hambatan ketika bergerak didalam air;
- 2) Ekor dan sirip ekor yang lebar untuk mendorong gerakan ikan dalam air;
- 3) Sirip tambahan untuk mencegah gerakan yang tidak diinginkan;
- 4) Gelembung renang untuk mengatur gerakan vertikal;
- 5) Susunan otot dan tulang belakang yang fleksibel untuk mendorong ekor ikan didalam air.

c. Sistem Gerak Amphibia

Contoh amphibia adalah katak. Katak memiliki rangka dalam (endoskeleton). Rangka katak tersusun dari tiga kelompok tulang yaitu tulang tengkorak, tulang badan, dan tulang anggota gerak. Katak adalah pelompat yang baik karena tungkai belakangnya panjang dan memiliki otot yang sangat kuat. Katak ini juga memiliki selaput renang di tungkai nya sehingga bisa berenang. Selaput ini memberikan tekanan yang kuat melawan air sehingga terjadilah gerakan di air.

d. Sistem Gerak Reptilia

Ular dan buaya adalah contoh dari reptilia. Reptil memiliki rangka dalam. Rangka ular tersusun dari tulang tengkorak, tulang badan dan tulang ekor. Tulang badan ular terdiri dari ruas-ruas tulang belakang yang jumlahnya paling sedikit seratus ruas. Hal ini, akan memudahkan ular bergerak. Tulang rusuk ular tidak melekat

pada tulang dada dan tulang belakang seperti manusia. Akan tetapi, akan dihubungkan dengan tulang belakang dengan tulang otot yang elastis. Hal ini memungkinkan ular untuk mengembangkan rongga dadanya misalnya pada saat menelan mangsa yang besar. Ular bergerak dengan merayap, caranya ular membentuk tubuhnya berkelok-kelok mengelilingi batu atau dengan benda-benda di tanah kemudian ular menekan batu-batuan atau tanah dan menyebabkan ular dapat bergerak maju atau ke samping.

e. Gerak pada Mamalia

Hewan bergerak dari suatu tempat ke tempat lainnya. Untuk berenang, ikan menekan melawan air. Untuk terbang, burung menekan untuk melawan udara. Contoh salah satu dari mamalia yaitu kuda. Kuda memiliki rangka dalam menyokong tubuhnya. Seperti pada halnya manusia, alat gerak kuda adalah tulang-tulang yang dibantu otot-otot. Pada saat berjalan dan berlari, kaki belakang kuda menekan melawan tanah dan tubuh bergerak ke depan. Dalam mengamati gerakan kuda, paling tepat di mulai dari kaki belakang karena dari kaki belakang inilah kekuatan terbentuk.

3. Sistem Otot

a. Sistem Otot pada Hewan Vertebrata

Pada ikan dan hewan-hewan vertebrata lain, hewan-hewan ini mempunyai otot, seperti otot-otot pada kepala dan badan.

1) Otot badan pada ikan

Sistem otot pada ikan yakni penggerak tubuh, berupa sirip-sirip, Otot-otot di seluruh tubuh secara teratur bersegmen, bergerak ketika mengadakan gerakan berenang.

2) Amphibi

Sistem otot pada amphibi masih metamerik seperti pada ikan, tetapi tampak tanda-tanda perbedaan. Sekat horizontal membagi otot dorsal dan ventral. Bagian dari otot efeksial atau dorsal mempengaruhi gerakan kepala. Otot ventral adalah menjadi bukti dalam pembagian bagian otot setiap segmen bagian amphibi.

3) Reptilia

Dibandingkan dengan katak, sistem otot reptil itu lebih rumit, karena gerakannya lebih kompleks. Otot-otot kepala,

leher, dan kaki tumbuh baik, walaupun kurang jika dibandingkan pada mamalia. Segmentasi otot jelas pada kolumna vertebralis dan rusuk.

#### 4) Aves

Pada burung otot badan sangat termodifikasi, dengan ada pada sayap yang berperan untuk terbang dengan adanya persatuan yang kokoh antara vertebrata thoracale dan vertebrata lumbale otot ini kurang berfungsi kecuali di daerah leher. Otot badan sangat termodifikasi, dengan adanya modifikasi musculus appendicularis dan lebih berkembang di bagian pelvis dan pada burung juga ditemukan otot sphincter colli yang berfungsi untuk mengusir serangga yang hinggap di tubuhnya.

#### 4. Sistem Otot pada Hewan Invertebrata

##### a. Sistem otot pada cacing pipih (platyhelminthes)

Serabut otot terbagi atas Sirkular, Longitudinal, Serong atau vertical yang mana Sirkular terdapat di bawah epidermis dan berkontraksi memanjangkan tubuhnya, longitudinal yang berfungsi mempendekkan tubuhnya, dan otot serong atau vertikal yang berfungsi untuk bergerak seperti membalik, melipat dan merentangkan dirinya keseluruhan arah.

##### b. Sistem otot pada molusca

Sebagian otot besar otot berupa otot halus yang berkontraksi lambat namun yang dapat aktif berenang menggerakkan cangkangnya terdapat otot halus atau lurik. Otot halus yang berfungsi untuk menutup cangkang pada saat istirahat dan otot lurik yang berfungsi untuk menimbulkan gerakan berenang.

##### c. Sistem otot pada arthropoda

Pada muscular sangat kompleks ukuran maupun otot-otot tubuh yang banyak jumlahnya dan bersendi dan otot melekat pada permukaan dalam rangka luar.

Dibalik mekanisme otot yang secara eksplisit hanya merupakan gerak mekanik itu. Terjadilah beberapa proses kimiawi dasar yang berseri demi kelangsungan kontraksi otot. Hampir semua jenis makhluk hidup memiliki kemampuan untuk melakukan pergerakan. Fenomena pergerakan ini dapat berupa

transpor aktif melalui membran, translokasi polimerase DNA sepanjang rantai DNA, dan lain- lain termasuk kontraksi otot.

## 5. Sistem Pencernaan

### a. Sistem Pencernaan pada Hewan Invertebrata

#### 1) Porifera

- a) Dilakukan secara intraseluler.
- b) Makanan yang ada dalam air ditangkap oleh flagel sel koanosit.
- c) Makanan dicerna oleh vakuola makanan.
- d) Hasil pencernaan masuk ke sel amebosit lalu disebar ke seluruh tubuh secara difusi.

#### 2) Coelenterata

- 1) Dilakukan secara ekstraseluler dan intraseluler.
- 2) Makanan ditangkap oleh tentakel lalu masuk ke mulut.
- 3) Makanan dicerna oleh gastrodermis dengan ditangkap oleh sel berflagel, dicerna oleh sel pencernaan, lalu disebar oleh vakuola makanan.

#### 3) Vermes

##### a) Platyhelminthes

Mempunyai organ sederhana dan sistem gastrovaskuler yaitu hanya satu muara keluar yang berfungsi baik sebagai mulut maupun anus.

Contoh: Planaria

Sistem pencernaannya: mangsa ditangkap oleh faring dengan cara ditonjolkan keluar dan setelah mangsanya ditangkap segera ditarik masuk ke dalam rongga gastrovaskuler bersama-sama mangsanya. Sel-sel tertentu pada epitelium usus dapat membentuk pseudopodia dan mencerna mangsanya kemudian membentuk vakuola makanan dan terjadi pencernaan. Sari-sari makanan absorpsi dan secara difusi masuk ke dalam jaringan- jaringan tubuh. Sisa-sisa yang tidak dapat dicerna dikeluarkan melalui lubang mulut.

##### b) Nematelminthes

Alat pencernaan berupa:

Mulut yang sangat kecil dan kadang tidak jelas

Pharynx yang merupakan bagian anterior tractus digestivus dan bagian ujung posteriornya membesar

Intestinum, yang merupakan saluran yang sederhana, terletak bebas dalam pseudocela dan bermuara keluar melalui lubang pelepasan yang identik dengan procom.

c) Annelida

Contoh: cacing Tanah (*Lumbricus terrestris*)

Makanan cacing tanah terdiri dari sisa-sisa hewan dan tanaman yang diambil melalui mulutnya. Makanan di dalam esophagus tercampur dari cairan hasil sekresi kelenjar kapur yang terdapat pada dinding esophagus. Dari esophagus makanan masuk ke dalam proventriculus yang merupakan tempat penyimpanan makanan sementara, kemudian masuk ke dalam ventrikulus dan

dicerna menjadi partikel-partikel halus dan selanjutnya masuk ke intestinum.

4) Arthropoda

Pencernaan Arthropoda merupakan sistem pencernaan yang sempurna dengan dilengkapi alat pencernaan lengkap yang terdiri dari mulut, faring, kerongkongan, tembolok, empela, empedal saluran malpighi, usus, dan anus. Mulut dilengkapi dengan alat-alat mulut dan anus terdapat di segmen posterior.

5) Mollusca

Sistem pencernaan Mollusca terdiri dari mulut, faring, esofagus, tembolok, lambung, usus dan anus. Pada jenis Mollusca tertentu, di bagian mulutnya terdapat organ seperti rahang dan lidah yang bergerigi yang dapat bergerak ke depan dan belakang.

6) Echinodermata

Sistem pencernaan berupa mulut, esofagus pendek, lambung, usus, dan anus. Dapat dikatakan, sistem pencernaannya sudah sempurna. Tetapi tidak terdapat sistem ekskresi pada hewan Echinodermata.

b. Sistem Pencernaan pada Hewan Vertebrata

1) Pisces

Di dalam rongga mulut ikan terdapat lidah pendek yang berada di dasar mulut. Lidah ini tidak dapat digerakkan dan

tidak mempunyai fungsi yang berarti. Gigi ikan tumbuh pada bagian atas rahang dan rahang bawah, bahkan ada yang tumbuh pada langit-langit mulut. Gigi ikan bertulang keras berbentuk kerucut. Ikan tidak mempunyai kelenjar ludah tetapi memiliki kelenjar lendir dari mulutnya. Lambung ikan merupakan pelebaran dari saluran pencernaan. Antara lambung dengan usus terdapat tiga buah usus buntu (sekum).

Makanan dari lambung masuk ke dalam usus. Di usus terjadi penyerapan makanan. Sisa-sisa makanan dikeluarkan melalui anus.

## 2) Amphibi dan Reptil

Saluran pencernaan pada amfibi dan reptil terdiri atas mulut, kerongkongan (esofagus), lambung (ventrikulus), usus (intestinum), dan kloaka. Setelah makanan masuk ke mulut, makanan ditelan melewati kerongkongan menuju lambung. Di dalam lambung makanan dicerna kemudian masuk ke usus. Dinding usus mengandung kapiler darah dan disini sari-sari makanan diserap. Selanjutnya sisa makanan didorong keluar melalui kloaka. Kloaka merupakan tempat bermuaranya saluran pencernaan, ekskresi dan reproduksi.

## 3) Aves

Susunan pencernaan pada burung terdiri atas mulut, esofagus, tembolok, lambung kelenjar, lambung pengunyah, usus halus, usus besar, rektum, dan kloaka.

Pada bagian mulut terdapat paruh yang kuat dan berfungsi untuk mengambil makanan. Paruh tidak berfungsi sebagai pengunyah makanan karena tidak mempunyai gigi. Makanan yang diambil oleh paruh kemudian masuk kedalam rongga mulut lalu menuju kerongkongan. Kerongkongan merupakan pipa atau saluran antara rongga mulut dan lambung. Bagian bawahnya membesar berupa kantong yang disebut tembolok. Tembolok merupakan pelebaran kerongkongan yang berfungsi menyimpan makanan untuk sementara waktu.

Lambung terdiri atas dua bagian. Bagian yang pertama disebut lambung kelenjar karena dindingnya mengandung kelenjar-kelenjar yang menghasilkan getah lambung yang

berfungsi mencerna makanan. Bagian kedua disebut lambung pengunyah karena dindingnya mengandung otot-otot kuat yang berguna untuk menghancurkan makanan. Di dalam empedal sering terdapat batu kecil atau kerikil. Fungsinya untuk membantu menghancurkan biji-biji yang ditelan.

Proses pencernaan selanjutnya terjadi di dalam usus halus. Enzim yang dihasilkan pankreas dan empedu yang dihasilkan oleh hati dialirkan ke dalam usus halus. Hasil-hasil pencernaan yang berupa sari-sari makanan diserap oleh kapiler darah dalam dinding halus. Burung mempunyai dua usus buntu yang terletak pada usus bagian posterior. Usus buntu berguna untuk memperluas daerah penyerapan sari makanan.

Sisa makanan didorong ke usus besar (kolon), kemudian ke dalam rektum, dan akhirnya dikeluarkan melalui kloaka. Kloaka merupakan muara dari tiga saluran yaitu saluran pencernaan dari usus, saluran uretra dari ginjal, dan saluran kelamin.

#### 4) Mamalia

Pada mamalia memamah biak (ruminansia), terdapat keistimewaan pada struktur pencernaannya. Pada ruminansia, lambung terbagi menjadi empat ruang, yaitu rumen, retikulum, omasum, dan abomasum.

Urutan pencernaan hewan ruminansia:

- a) Makanan dikunyah dan bercampur dengan ludah.
- b) Makanan ditelan menuju esofagus, lalu masuk ke rumen, lalu ke retikulum.
- c) Pada rumen, terdapat simbiosis antara hewan dengan bakteri *Cytophaga* atau flagellata *Cyptomonas subtilis* yang menghasilkan enzim selulase. Di dalam rumen terjadi pencernaan polisakarida, protein, dan selulosa.
- d) Lalu makanan masuk ke retikulum, dicerna secara mekanik membentuk bolus.
- e) Setelah hewan kenyang atau saat beristirahat, bolus dikeluarkan ke mulut untuk dikunyah kembali.
- f) Setelah makanan dikunyah, makanan ditelan masuk ke retikulum, lalu omasum, lalu abomasum.
- g) Pada abomasum, terjadi pencernaan sebenarnya oleh enzim-enzim pencernaan hewan.

## 6. Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan pada hewan tingkat rendah:

### a. Porifera

Air yang masuk melalui ostium kemudian ditangkap oleh sel koanosit dan oksigen masuk secara difusi. Setelah itu, air dikeluarkan menuju oskulum.

### b. Coelenterata

Oksigen berdifusi masuk ke tubuh melalui permukaan tubuh yang tersentuh air. Respirasi dilakukan dengan bantuan jaringan sifonoglifa yang terdapat pada gastrodermis.

### c. Platyhelminthes dan Nemathelminthes

Filum ini melakukan respirasi integumenter. Oksigen berdifusi masuk ke tubuh dan karbondioksida berdifusi ke luar tubuh melalui kulit yang tipis.

### d. Annelida

Beberapa spesies menggunakan kulit dan insang sebagai alat pernapasan. Insang merupakan sepasang parapodia yang biasanya terletak di antara segmen-segmen atau seta-seta.

### e. Arthropoda (Insekta)

Serangga menggunakan trakea yang berhubungan dengan stigma/spirakel yang terletak pada ruas-ruas abdomen. Oksigen kemudian masuk ke percabangan trakea, yaitu trakeolus, kemudian berdifusi ke seluruh bagian tubuh.

### f. Mollusca

Mollusca di air bernapas dengan insang, dan yang di darat dengan paru-paru, juga dengan menggunakan mantel. Alat pernapasan tersebut berhubungan dengan jantung.

### g. Echinodermata

Alat pernapasannya dapat berupa insang, dermal branchiae, pohon pernapasan, tentakel pada papula, dan pinula.

Sistem pernapasan pada hewan tingkat tinggi:

#### 1) Pisces

Bernapas menggunakan insang yang tersusun atas:

- a) Operkulum (tutup insang)
- b) Brankiostega (katup rongga mulut)
- c) Arcus branchialis (lengkung insang)

- d) Holobranchialis (lembaran insang)
- e) Rigi-rigi insang (saringan)

Fase inspirasi terjadi ketika mulut ikan membuka, operkulum menutup, sehingga air masuk melalui mulut lalu menuju insang. Fase ekspirasi terjadi ketika mulut ikan menutup, operkulum membuka, sehingga air masuk ke insang.

## 2) Amphibi

Alat pernapasan katak berkembang dari masa ke masa. Pada saat berudu alat pernapasannya adalah tiga pasang insang luar. Pada saat dewasa, alat pernapasannya menjadi paru-paru dan kulit.

Fase inspirasi terjadi ketika rahang bawah mengendur, otot sternohyoideus berkontraksi, rongga mulut membesar, udara masuk menuju koane lalu paru-paru. Fase ekspirasi terjadi ketika otot perut berkontraksi, paru-paru tertekan, otot sternohyoideus berkontraksi, udara keluar menuju koane dan rongga mulut, kemudian keluar dari tubuh.

## 3) Reptil

Alat pernapasan dan mekanisme pernapasannya yang sama dengan manusia (paru-paru) pada umumnya.

## 4) Aves

Alat pernapasan burung:

- a) Lubang hidung (nares)
- b) Trakea, dilengkapi siring (kantong suara)
- c) Bronkus
- d) Paru-paru
- e) Pundi-pundi udara (sakus pneumatikus), berfungsi untuk menyimpan udara ketika terbang
- f) Parabronki, pengganti alveolus berupa pembuluh-pembuluh udara

Mekanisme pernapasan saat di tanah:

- a) Fase inspirasi terjadi ketika rongga dada membesar, paru-paru mengembang, udara masuk ke paru-paru dan pundi udara belakang.

- b) Fase ekspirasi terjadi ketika rongga dada mengecil, paru-paru mengempis, udara keluar dari paru-paru.
- c) Mekanisme pernapasan saat terbang:
- d) Fase inspirasi terjadi ketika sayap diangkat, pundi udara lengan mengembang, udara masuk ke pundi udara perut lalu ke paru-paru.
- e) Fase ekspirasi terjadi ketika sayap diturunkan, pundi udara lengan mengempis, pundi udara perut mengembang, udara keluar.

5) Mamalia

Alat pernapasan dan mekanisme pernapasannya yang sama dengan manusia (paru-paru) pada umumnya.

7. Sistem Sirkulasi

Sistem sirkulasi pada hewan invertebrata dan vertebrata berbeda mekanismenya. Sistem sirkulasi terbagi menjadi dua:

- a. Gastrovaskuler, sirkulasi terjadi melalui suatu ruang dalam tubuh.
- b. Kardiovaskuler, sirkulasi dilakukan oleh jantung dan pembuluh darah

Sistem kardiovaskuler terbagi menjadi dua: Sistem peredaran darah terbuka, darah dapat keluar dari pembuluh darah di dalam tubuh, biasanya tidak terdapat vena.

- a. Sistem peredaran darah tertutup, darah selalu berada dalam pembuluh darah di dalam tubuh, dan terdapat vena.

1) Sistem sirkulasi pada hewan invertebrata:

a) Porifera

- Sirkulasi air terjadi melalui ostium.
- Hasil pencernaan masuk ke amoebosit lalu disebar ke seluruh tubuh secara difusi.

b) Coelenterata

Hasil pencernaan makanan secara gastrovaskuler masuk ke vakuola makanan lalu disebar ke seluruh tubuh secara difusi.

c) Vermes

Sirkulasi secara gastrovaskuler :

- Terdapat pada Platyhelminthes dan Nemathelminthes, contohnya Planaria sp.
- Hasil pencernaan makanan secara gastrovaskuler masuk ke vakuola makanan lalu disebar ke seluruh tubuh secara difusi.

Sirkulasi secara kardiovaskuler :

- Terdapat pada Annelida, contohnya Lumbricus terrestris.
- Sistem peredaran darah tertutup.
- Terdiri dari pembuluh darah dan lengkung aorta, terdapat pada selom.
- Darah Annelida mengandung hemoglobin (merah) atau klorokuin (hijau).
- Pembuluh darah Annelida terdiri dari:
  - Pembuluh darah punggung (dorsal) mengangkut darah ke lengkung aorta.
  - Pembuluh darah perut (ventral) mengangkut darah ke seluruh tubuh.
- Kapiler dan lima pasang lengkung aorta menghubungkan pembuluh darah dorsal dan ventral.

#### d) Arthropoda (Insecta)

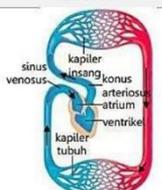
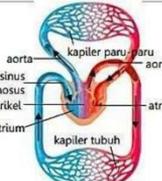
- Sistem peredaran darah terbuka.
- Terdiri dari jantung pembuluh dan pembuluh arteri (aorta) yang terbuka.
- Darah berwarna kuning kehijauan (hemosianin) untuk mengangkut makanan saja.
- Darah dipompa bebas ke homosol untuk mengedarkan makanan, lalu mengambil sisa metabolisme dan berdifusi kembali ke jantung.

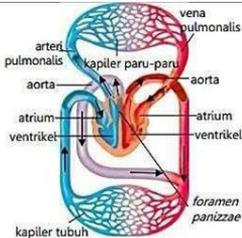
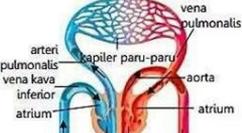
#### e) Mollusca (Gastropoda)

- Sistem peredaran darah terbuka.
- Terdiri dari jantung (satu aurikel dan satu ventrikel) dan pembuluh arteri terbuka.
- Darah dari jantung dipompa ke seluruh tubuh dan mantel kemudian kembali lagi ke jantung.

f) Echinodermata

- Sistem peredaran darah radial.
- Sistem peredaran darah tereduksi, sehingga sulit untuk diamati.
- Sistem Sirkulasi pada Hewan Vertebrata

Kelas	Struktur	Peredaran ganda	Jumlah ruang	Ruang jantung	Sifat darah
Pisces		tidak	2	1 atrium, 1 ventrikel	poikiloterm
Amphibi		ya	3	2 atrium, 1 ventrikel	poikiloterm

Reptil		ya	4	2 atrium, 2 ventrikel, dengan celah <i>foramen panizzae</i> pada ventrikel dekster dan sinister	poikiloterm
Aves		ya	4	2 atrium, 2 ventrikel	homoiterm
Mamalia		ya	4	2 atrium, 2 ventrikel	homoiterm

8. Sistem Saraf

a. Sistem Saraf pada Vertebrata

1) Mamalia

Bagian-bagian otak hewan mamalia terdiri atas otak depan, otak tengah, dan otak belakang yang berkembang dengan baik. Selain itu, mamalia juga memiliki sumsum lanjutan dan sumsum tulang belakang (sumsum spinal). Beberapa jenis mamalia memiliki kemampuan lebih karena pusat-pusat saraf di otak hewan tersebut mengalami perkembangan yang lebih menonjol.

Kemampuan seperti itu bermanfaat bagi hewan dalam mencari mangsa. Misalnya, kemampuan lebih pada indra penglihat dan indra pendengar kucing, indra pendengar kelelawar yang sangat tajam, dan indra pencium anjing yang sangat tajam.

## 2) Burung

Sistem saraf burung terdiri atas sistem saraf pusat dan saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Sistem saraf tepi terdiri atas serabut-serabut saraf yang berasal dari otak dan serabut-serabut saraf yang berasal dari sela-sela ruas tulang belakang; Otak burung terdiri atas otak depan, otak tengah, otak belakang, dan sumsum lanjutan.

Otak besar sebagai bagian utama dan otak depan terbagi menjadi belahan kanan dan belahan kiri. Permukaannya tidak berlipat-lipat sehingga tidak menampung lebih banyak sel-sel saraf seperti pada otak besar manusia.

Otak tengah burung sebagai pusat saraf penglihat berkembang baik dengan membentuk gelembung sehingga indra penglihat burung berkembang dengan baik. Di permukaan otak kecil terdapat lipatan-lipatan yang mampu menampung sel-sel saraf lebih banyak. Sel saraf yang makin banyak pada otak kecil menunjukkan pusat keseimbangan burung ketika terbang berkembang dengan baik.

## 3) Reptilia

Sistem saraf reptilia terdiri atas sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Di bagian otak besar, lobus olfaktorius yang merupakan pusat pencium berkembang dengan baik sehingga indra penciumannya lebih tajam. Perkembangan otak tengah reptilia terdesak oleh otak besar. Otak tengah menjadi kurang berkembang dengan baik sehingga menyebabkan indra penglihat reptilia kurang tajam.

## 4) Amfibi

Salah satu contoh hewan amfibi adalah katak. Sistem saraf katak tersusun atas sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi.

Hewan tersebut memiliki otak depan, otak tengah, otak belakang, dan sumsum lanjutan yang membentuk suatu sistem saraf pusat, sedangkan serabut-serabut saraf yang berasal dan

sela-sela ruas tulang belakang membentuk suatu sistem saraf tepi. Otak besar berkembang memanjang sehingga berbentuk oval. Ujung depan otak besar berhubungan dengan indra pencium. Otak tengah berkembang cukup baik dan berhubungan dengan indra penglihat (lobus optikus). Otak kecil berbentuk lengkung mendatar menuju ke arah sumsum lanjutan dan kurang berkembang dengan baik.

#### 5) Pisces

Sistem saraf ikan terdiri atas sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Otak ikan terdiri atas otak depan, otak tengah, otak kecil, dan sumsum lanjutan. Sistem saraf tepi terdiri atas serabut saraf otak dan serabut saraf dari sumsum tulang belakang. Otak depan berhubungan dengan saraf pencium dan hidung, sedangkan otak tengah berhubungan dengan saraf penglihat.

Kedua bagian tersebut kurang berkembang dengan baik sehingga indra pencium dan penglihat ikan kurang berkembang dengan baik. Bagian otak ikan yang berkembang paling baik adalah otak kecil. Otak kecil berfungsi sebagai pusat keseimbangan dan pusat pengaturan gerak otot-otot ketika berenang. Keberadaan pusat keseimbangan dan pengaturan gerak ini memungkinkan ikan dapat bergerak cepat dalam air tanpa terganggu keseimbangannya.

### b. Sistem Saraf pada Invertebrata

#### 1) Cacing

Hewan cacing (Vermes) memiliki sistem saraf berbentuk seperti tangga tali yang memanjang dan arah kepala ke arah belakang atau ekor. Pada sistem saraf tangga tali terdapat berkas saraf yang membentuk simpul-simpul saraf di bagian-bagian tertentu yang disebut ganglion atau ganglia (jamak). Cacing pipih, misalnya planaria, memiliki susunan saraf berupa dua buah ganglia di daerah kepala. Selanjutnya di setiap ganglion terdapat seberkas saraf memanjang (longitudinal) ke bagian ekor. Tiap-tiap berkas saraf bercabang-cabang lagi membentuk cabang-cabang yang lebih kecil sehingga dapat menjangkau seluruh bagian tubuh.

Cacing tanah memiliki sistem saraf yang terdiri atas ganglion kepala, ganglion bawah kerongkongan, dan ganglion ruas badan. Ganglion kepala merupakan kumpulan badan sel saraf, terletak di ujung depan tubuh pada ruas ketiga. Ganglion kerongkongan dan ganglion ruas badan terletak di bawah saluran pencernaan.

Di antara ganglion kepala dan ganglion bawah kerongkongan terdapat dua buah saraf penghubung. Di antara ganglion bawah kerongkongan dan ganglion ruas badan terdapat satu buah saraf penghubung.

Selanjutnya, pada tiap-tiap ruas tubuh terdapat ganglion yang membentuk cabang-cabang halus. Sistem saraf pada ruas tubuh dengan percabangannya berfungsi mengatur gerakan tubuh cacing tanah.

## 2) Serangga

Salah satu contoh serangga adalah belalang. Hewan tersebut memiliki sistem saraf tangga tali yang mirip dengan sistem saraf cacing tanah. Sistem saraf pada belalang terdiri atas ganglion kepala, ganglion bawah kerongkongan, dan ganglion ruas badan.

Ganglion kepala merupakan dua buah ganglion terbesar yang terletak di bagian kepala sebelah atas. Di dalam ganglion kepala ini terdapat saraf penglihatan dan mata dan saraf peraba dan antena. Ganglion bawah kerongkongan berhubungan dengan ganglion kepala melalui dua buah serabut saraf yang masing-masing terdapat di sebelah kanan dan sebelah kiri kerongkongan. Ganglion bawah kerongkongan dihubungkan dengan ganglion ruas badan oleh dua buah serabut saraf.

Demikian juga, antara ganglion ruas badan yang satu dan ganglion ruas badan yang lain dihubungkan oleh dua buah serabut saraf. Tiap-tiap ganglion ruas badan membentuk cabang-cabang serabut saraf yang masing-masing bercabang lagi hingga ke bagian bawah tubuh yang berdekatan. Dengan demikian, pada semua bagian tubuh terdapat ujung-ujung saraf.

## 3) Ubur-Ubur dan Hydra sp

Ubur-ubur dan Hydra sp. belum memiliki sistem saraf. Sel-sel saraf ubur-ubur dan Hydra sp. menyebar secara merata

keseluruh tubuh dan berhubungan satu dengan yang lain membentuk suatu anyaman.

Sel-sel saraf motorik berakhir pada serabut otot, sedangkan sel saraf sensorik berakhir pada permukaan tubuh. Hubungan sel-sel saraf dan otot memungkinkan hewan tersebut memberikan reaksi terhadap berbagai rangsangan dan luar tubuh, seperti sentuhan, cahaya, dan keberadaan makanan.

#### 4) Hewan Bersel Satu

Hewan bersel satu (Protozoa), misalnya *Amoeba* sp. dan *Paramecium* sp., tidak memiliki sistem saraf. Akan tetapi, hewan tersebut memiliki kemampuan untuk menerima dan mereaksi rangsang. Ingat, salah satu ciri makhluk hidup adalah iritabilitas. Apabila *Amoeba* sp. mendapat rangsangan cahaya yang kuat, ia akan bergerak menjauh. Sebaliknya, apabila mendapat rangsangan cahaya yang lembut ia akan bergerak mendekat. *Paramecium* sp. sebagai hewan berambut getar memiliki serabut-serabut saraf yang berakhir pada tumpukan rambut getar (silia). Serabut saraf tersebut berfungsi sebagai pengatur gerakan silia. Ubur-ubur *Hydra* sp., dan hewan bersel satu belum memiliki sistem saraf khusus.

### 9. Sistem Reproduksi

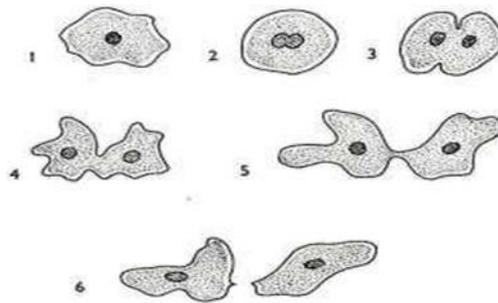
#### a. Perkembangbiakan Aseksual pada Hewan Tingkat Rendah

Perkembangbiakan aseksual pada hewan umumnya terjadi pada hewan tingkat rendah/Avertebrata. Reproduksi aseksual artinya reproduksi yang terjadi tanpa didahului dengan peleburan dua sel kelamin yang berbeda jenisnya.

Reproduksi aseksual pada hewan ada lima jenis, yaitu pembelahan biner, pembelahan ganda, pembentukan tunas, regenerasi, dan partenogenesis.

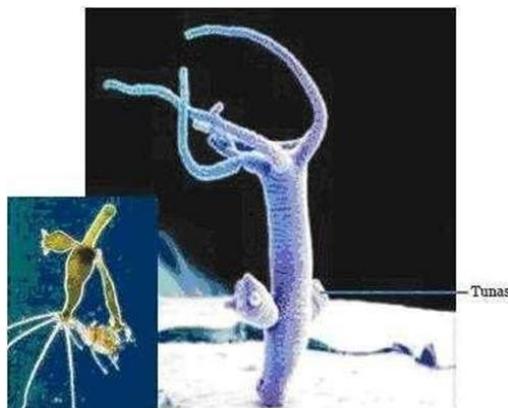
1) Pembelahan biner, terjadi pada makhluk hidup uniseluler, yaitu dari golongan Monera dan Protista. Pada pembelahan biner, dari satu individu membelah secara langsung menjadi dua sel anak. Pembelahan biner terdiri dari lima jenis, yaitu pembelahan ortodoks, melintang, membujur, miring, dan strobilasi. Pembelahan biner secara ortodoks/umum terjadi pada *Amoeba* dan mikroorganisme lain dari golongan Rhizopoda. Pembelahan

biner secara melintang terjadi pada Paramecium. Pembelahan dengan tipe membujur contohnya pada Euglena. Tipe pembelahan miring terjadi pada Dinoflagellata. Sedangkan pembelahan biner tipe strobilasi menghasilkan individu baru dari bagian tubuh induk yang lepas, contohnya pada cacing pita (Taenia sp).



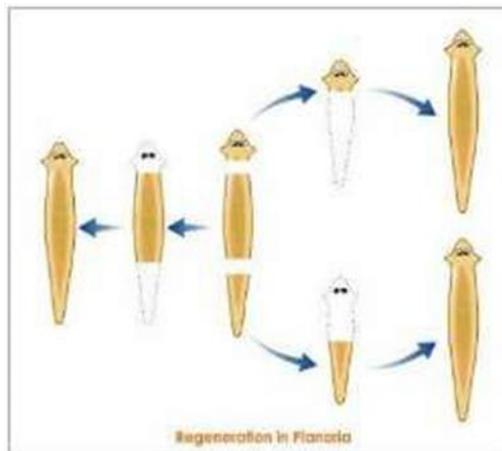
Gambar Perkembangbiakan Amoeba

- 2) Pembelahan ganda, yaitu pembelahan berulang, sehingga dalam sekali pembelahan dari satu individu dapat dihasilkan lebih dari dua individu. Contoh hewan yang dapat melakukan pembelahan ganda adalah Plasmodium.
- 3) Pertunasan atau budding, yaitu pembentukan tunas kecil yang serupa dengan induk. Tunas ini kemudian memisahkan diri dan menjadi individu baru. Contohnya pada Hydra, ubur-ubur pada saat berbentuk polip, dan hewan dari golongan Porifera. Selain bereproduksi dengan tunas, Porifera juga dapat melakukan reproduksi secara seksual.



Gambar Perkembangbiakan Hydra dengan Tunas

- 4) Fragmentasi, individu baru terbentuk dari bagian tubuh induk yang terbagi- bagi/terputus baik sengaja atau tidak. Setiap bagian tumbuh dan berkembang membentuk bagian yang belum ada sehingga menjadi individu baru yang utuh. Contoh hewan yang melakukan reproduksi secara fragmentasi adalah cacing tanah, bintang laut, dan Planaria. Fragmentasi bukan merupakan cara reproduksi yang utama, karena dalam kondisi normal Planaria bereproduksi secara seksual.



Gambar Fragmentasi Planaria

- 5) Partenogenesis, individu baru terbentuk dari telur yang tidak dibuahi. Hewan yang mengalami partenogenesis adalah serangga, misalnya lebah madu.
- b. Perkembangbiakan Seksual pada Hewan Tingkat Tinggi
- Perkembangbiakan secara seksual pada hewan melibatkan alat reproduksi, sel kelamin/gamet jantan dan gamet betina, serta proses pembuahan atau fertilisasi. Pembuahan pada hewan ada dua jenis, yaitu pembuahan yang terjadi di dalam tubuh induk betina dan pembuahan yang terjadi di luar tubuh. Pembuahan di dalam tubuh induk betina disebut fertilisasi internal. Sedangkan pembuahan di luar tubuh induk betina disebut fertilisasi eksternal.

Pembuahan eksternal biasanya terjadi pada hewan yang hidup di dalam air, misalnya katak dan ikan. Jumlah sel telur dan sperma yang dihasilkan sangat banyak, sehingga dapat memperbesar peluang terjadinya pembuahan. Pembuahan eksternal dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe acak dan tipe sarang. Pada tipe acak, proses pelepasan sel telur dan sperma dilakukan di sembarang tempat. Sedangkan pada tipe sarang, ada tempat tertentu untuk melepaskan sperma dan sel telur, sehingga peluang terjadinya pembuahan lebih besar. Pada fertilisasi internal, pembuahan yang terjadi dalam tubuh induk betina. Jadi sperma dari induk jantan harus dimasukkan ke dalam tubuh betina melalui kopulasi.

Alat reproduksi menghasilkan sel kelamin. Sel kelamin jantan/sperma dihasilkan oleh testis, sedangkan sel kelamin betina (ovum/sel telur) dihasilkan oleh ovarium (indung telur). Proses pembentukan sel kelamin jantan dan betina disebut gametogenesis. Proses pembentukan sel kelamin jantan disebut spermatogenesis, sedangkan proses pembentukan sel kelamin betina disebut oogenesis. Setelah terjadi pembuahan atau fertilisasi, akan terbentuk zigot yang kemudian berkembang menjadi embrio. Perkembangan dan kelahiran embrio dapat terjadi melalui tiga cara, yaitu vivipar, ovipar, dan ovovivipar.

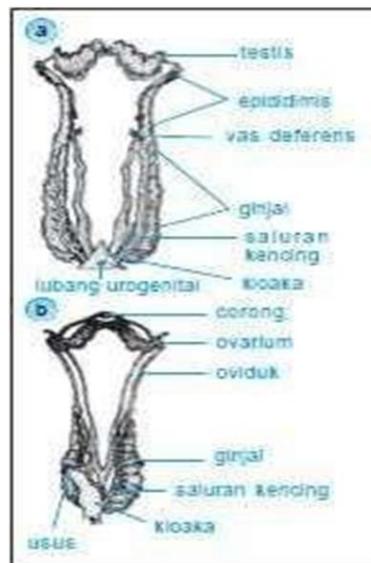
- 1) Vivipar (hewan beranak), yaitu hewan yang embrionya berkembang dan mendapat makanan di dalam uterus (rahim) induk betina. Contohnya adalah kerbau, sapi, gajah, dan harimau.
- 2) Ovipar (hewan bertelur), yaitu hewan yang embrionya berkembang di dalam telur. Telur hewan ini dikeluarkan dari dalam tubuh dan dilindungi oleh cangkang. Embrio memperoleh makanan dari cadangan makanan yang terdapat di dalam telur. Beberapa hewan ovipar mengerami telurnya hingga menetas, misalnya ayam dan merpati. Namun banyak pula induk yang menimbun telur dengan pasir atau bahkan membiarkan begitu saja.
- 3) Ovovivipar (hewan bertelur dan beranak), yaitu hewan yang embrionya berkembang di dalam telur, tetapi telur tetap berada di dalam tubuh induk betina. Setelah cukup umur, telur akan

pecah di dalam tubuh induk dan anaknya keluar. Contohnya adalah kadal dan ikan hiu. Anak itik menetas dari telur, itik termasuk hewan ovipar.

Berikut ini beberapa contoh reproduksi seksual pada hewan.

a) Reproduksi pada Pisces

Pada umumnya ikan bertelur (ovipar) dan pembuahannya terjadi di luar tubuh induk betinanya. Alat kelamin jantan terdiri dari sepasang testis berwarna putih. Sperma dialirkan melalui saluran vas deferens yang bermuara di lubang urogenital. Lubang urogenital merupakan lubang yang dipakai untuk keluarnya urin dan sperma.

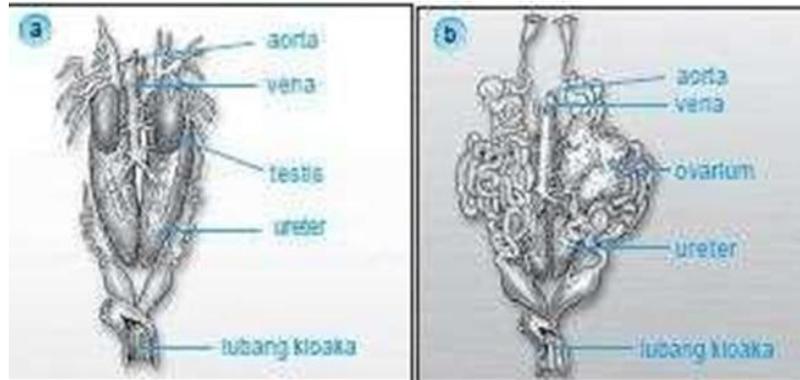


Gambar a. alat kelamin jantan pada ikan, b. alat kelamin betina pada ikan. Alat kelamin betina terdiri dari sepasang ovarium. Ovarium menghasilkan sel telur. Sel telur dikeluarkan melewati oviduk dan kemudian dialirkan ke lubang urogenital. Setelah ikan betina mengeluarkan sel telur di sembarang tempat atau di tempat tertentu, maka akan diikuti oleh ikan jantan dengan mengeluarkan sperma.

b) Reproduksi pada Katak

Katak termasuk hewan amfibi yang hidup di darat dan air. Pembuahan katak terjadi secara eksternal yang dilakukan di

air. Katak bersifat ovipar atau bertelur. Alat kelamin jantan terdiri dari sepasang testis yang berwarna putih kekuningan.

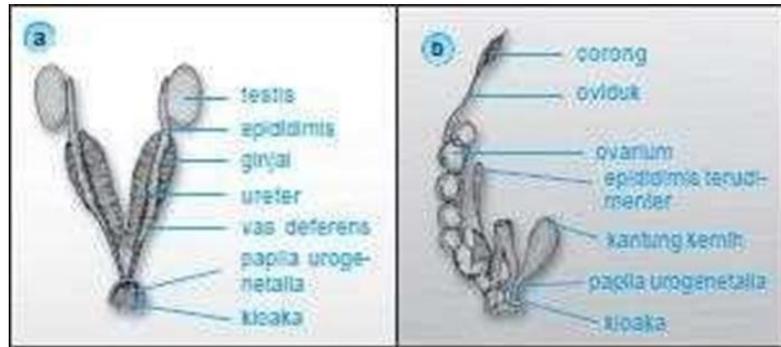


Gambar a. alat kelamin jantan katak, b. alat kelamin betina katak

Testis menghasilkan sperma. Sperma melewati vas efferentia dan menuju kloaka. Kloaka merupakan tempat keluarnya sperma, saluran urin, dan sisa pembuangan makanan. Alat kelamin betina terdiri dari sepasang ovarium yang menghasilkan sel telur. Telur melewati oviduk dan menuju kloaka. Pada saat kawin (kopulasi), katak jantan akan naik ke punggung katak betina. Dengan jarinya, katak jantan menekan katak betina sehingga katak betina mengeluarkan sel telur ke dalam air. Saat keluarnya telur, katak jantan akan mengeluarkan spermanya. Terjadilah pembuahan sel telur di dalam air dan akan berkembang menjadi zigot.

#### c) Reproduksi pada Reptilia

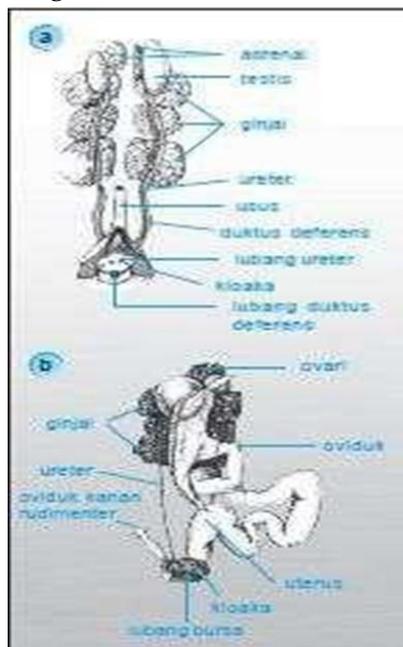
Umumnya reptilia bersifat ovipar, walaupun ada sebagian yang ovovivipar. Pada reptilia jantan, alat kelaminnya terdiri dari sepasang testis, epididimis dan vas deferens. Memiliki alat kelamin khusus yang disebut hemipenis dan dikeluarkan melalui kloaka saat kawin. Sedangkan reptilia betina memiliki alat kelamin terdiri dari sepasang ovarium dan oviduk. Telur bermuara di oviduk. Pada reptil ovovivipar telur akan menetas dalam oviduk.



Gambar a. alat kelamin jantan reptil,  
b. alat kelamin betina reptil

d) Reproduksi pada Burung

Burung berkembangbiak dengan cara bertelur (ovipar). Umumnya telur akan dierami hingga menetas. Embrio di dalam telur memerlukan suhu tertentu untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Alat kelamin burung jantan terdiri dari sepasang testis. Sperma yang dihasilkan testis akan menuju vas deferens dan kloaka. Sedangkan alat kelamin betina pada burung terdiri dari ovarium kiri dan oviduk.



Gambar a. alat kelamin jantan pada burung, b. alat kelamin betina pada burung

Saat kawin, kloaka jantan dan betina saling mendekat sehingga ketika sperma keluar dari kloaka jantan akan langsung masuk ke kloaka betina sehingga sel telur dapat dibuahi. Telur burung mempunyai struktur sebagai berikut.

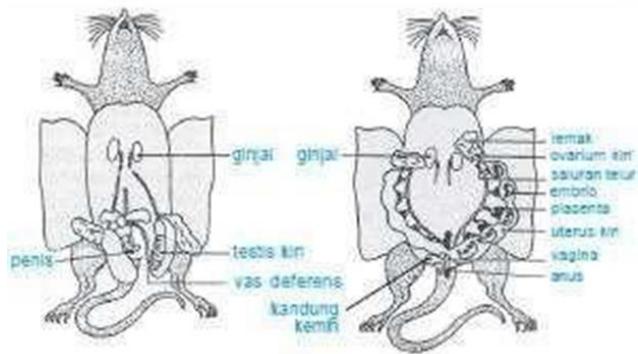
- Cangkang telur, terbuat dari zat kapur yang berpori untuk keluar masuknya udara. Di sebelah dalam cangkang terdapat dua buah membran yang pada salah satu ujungnya tidak saling melekat, sehingga terbentuk rongga udara.
- Albumen (putih telur), berupa cairan kental berwarna putih bening yang berfungsi sebagai cadangan makanan dan melindungi embrio dari guncangan.
- Kuning telur, terdapat di bagian tengah albumen. Pada kuning telur ini terdapat calon embrio. Agar kuning telur tetap pada posisinya, maka terdapat kalaza yang berfungsi menjaga posisi kuning telur.

Pada saat telur dierami, embrio mulai tumbuh. Kuning telur dan putih telur diserap melalui pembuluh darah yang terbentuk mengelilingi kuning telur. Bagian-bagian yang berperan dalam mendukung pertumbuhan embrio adalah sebagai berikut.

#### e) Reproduksi pada Mamalia

Mamalia berkembang biak dengan cara melahirkan anak (vivipar). Proses pembuahannya berlangsung di dalam tubuh induk betina (fertilisasi internal). Setelah dilahirkan, anak hewan mamalia menyusu kepada induknya. Meskipun demikian, ada beberapa jenis mamalia yang tidak melahirkan anaknya, tetapi bertelur. Contohnya adalah platipus (*Ornithorhynchus anatinus*).

Semua hewan Mamalia memiliki alat reproduksi yang hampir serupa. Untuk mempelajarinya, amatilah alat reproduksi tikus berikut ini.



Tikus jantan mempunyai sepasang testis yang berfungsi untuk menghasilkan sperma. Sperma dikeluarkan melalui saluran sperma yang disebut vas deferens. Untuk memasukkan sperma ke dalam tubuh hewan betina, digunakan penis.

Tikus betina mempunyai sepasang ovarium yang berfungsi untuk menghasilkan sel telur atau ovum. Sel telur yang telah dilepaskan dari ovarium (ovulasi) keluar melalui saluran telur dan akhirnya sampai di uterus. Jika sel telur ini dibuahi oleh sperma, akan terbentuk zigot yang akan tumbuh dan berkembang menjadi embrio. Tikus mampu mengandung lebih dari satu embrio. Namun tidak semua Mamalia memiliki kemampuan seperti ini. Setiap embrio memperoleh nutrisi dan oksigen dari plasenta yang dihubungkan melalui tali pusat. Jika sudah tiba masa lahirnya, embrio lepas dari uterus dan dikeluarkan melalui vagina.

## 10. Sistem Endokrin

Sistem endokrin disebut juga sistem kelenjar buntu, yaitu kelenjar yang tidak mempunyai saluran khusus untuk mengeluarkan sekretnya. Sekret dari kelenjar endokrin disebut hormon. Hormon berasal dari kata hormaein yang artinya “membangkitkan”. Hormon berperan dalam mengatur berbagai aktivitas dalam tubuh hewan, antara lain aktivitas pertumbuhan, reproduksi, osmoregulasi, pencernaan, dan integrasi serta koordinasi tubuh.

Ciri-ciri hormon:

- a. Hormon diproduksi dan disekresikan ke dalam darah oleh sel kelenjar endokrin dalam jumlah yang sangat kecil.
- b. Hormon diangkut oleh darah menuju sel (jaringan target).
- c. Hormon mengadakan interaksi dengan reseptor khusus yang terdapat di sel target.
- d. Hormon mempunyai pengaruh mengaktifkan enzim khusus.
- e. Hormon mempunyai pengaruh tidak hanya terhadap satu sel target, tapi juga dapat mempengaruhi beberapa sel target yang berlainan.

#### 1) Sistem Endokrin pada Invertebrata

Hormon pada invertebrata berfungsi untuk mengatur penyebaran kromatofor, molting (pergantian kulit), pertumbuhan, reproduksi secara seksual dan perkembangan. Sejumlah invertebrata tidak mempunyai organ khusus untuk sekresi hormon sehingga sekresinya dilaksanakan oleh sel neurosekretori. sel neurosekretori dapat ditemukan pada semua Metazoa (hewan bersel banyak), antara lain Coelenterata, Platyhelminthes, Annelida, Nematoda, Mollusca, Crustacea, dan Insecta.

##### a) Coelenterata

Contoh hewan dari golongan ini adalah Hydra. Hydra mempunyai sejumlah sel yang mampu menghasilkan senyawa kimia yang berperan dalam proses reproduksi, pertumbuhan, dan regenerasi. Apabila kepala Hydra dipotong, sisa tubuhnya akan mengeluarkan molekul peptida yang disebut aktivator kepala. Zat tersebut menyebabkan sisa tubuh Hydra dapat membentuk mulut dan tentakel, dan selanjutnya membentuk daerah kepala.

##### b) Platyhelminthes

Hewan ini dapat menghasilkan hormon yang berperan penting dalam proses regenerasi. Diduga hormon yang dihasilkan tersebut juga terlibat dalam regulasi osmotik dan ionik, serta dalam proses reproduksi.

##### c) Annelida

Sejumlah annelida seperti polisetia (mis. neris), oligosita (mis. Lumbricus), dan Hirudinea (mis. untuk lintah) sudah memperlihatkan adanya derajat sefalikasi yang memadai. Otak hewan tersebut memiliki sejumlah besar sel saraf yang

berfungsi sebagai sel sekretori. Hewan ini juga telah memiliki sistem sirkulasi yang berkembang sangat baik sehingga kebutuhan untuk menyelenggarakan sistem kendali endokrin dapat terpenuhi. Sistem endokrin annelida berkaitan erat dengan aktivitas pertumbuhan, perkembangan, regenerasi, dan reproduksi.

d) Nematoda

Sejumlah nematoda dapat mengalami molting hingga empat kali dalam siklus hidupnya. Hewan ini mempunyai struktur khusus yang berfungsi untuk sekresi neurohormon, yang berkaitan erat dengan sistem saraf. Struktur khusus tersebut terdapat pada ganglion di daerah kepala dan beberapa diantaranya terdapat pada korda saraf.

e) Mollusca

Mollusca terutama siput mempunyai sejumlah besar sel neuroendokrin yang terletak pada ganglia penyusun sistem saraf pusat. Hewan ini juga memiliki organ endokrin klasik. Senyawa yang dilepaskan menyerupai protein dan berperan penting dalam mengendalikan osmoregulasi, pertumbuhan serta reproduksi. Reproduksi pada Mollusca sangat rumit karena hewan ini bersifat hermaphrodit. Beberapa spesies hewan dari kelompok ini bersifat protandri (gamet jantan terbentuk terlebih dahulu daripada gamet betina). Pada hewan ini ditemukan adanya hormon yang merangsang pelepasan telur dari gonad dan pengeluaran telur dari tubuh.

f) Crustacea

Sistem endokrin pada crustacea umumnya berupa sistem neuroendokrin, meskipun mempunyai organ endokrin klasik. Fungsi tubuh yang dikendalikan oleh sistem endokrin antara lain osmoregulasi, laju denyut jantung, komposisi darah, pertumbuhan, dan pergantian kulit. Sistem kendali endokrin yang berkembang paling baik ditemukan pada Malacostraca (mis. ketam, lobster, dan udang).

g) Insecta

Pada sistem saraf insecta terdapat tiga kelompok sel neuroendokrin yang utama, yaitu:

- Sel neurosecretory medialis
- Sel neurosecretory lateralis
- Sel neurosecretory subesophageal

Sistem saraf dan sistem endokrin suatu serangga berperan dalam mengendalikan respons fisiologis dan tingkah lakunya. Sistem saraf mengendalikan aktivitas yang memerlukan respon yang cepat. Sebaliknya, sistem endokrin mengendalikan perubahan-perubahan yang berlangsung lama dalam perkembangan, pertumbuhan, reproduksi, dan metabolisme. Sistem endokrin dan informasi sensorik yang berasal dari lingkungan dikoordinasikan melalui otak serangga. Sistem endokrin terdiri dari kelenjar dan sel-sel khusus yang mensekresikan hormon.

## 2) Sistem Endokrin pada Vertebrata

Sistem endokrin pada vertebrata terutama tersusun atas berbagai organ endokrin klasik. Sistem endokrin pada vertebrata dapat dibedakan menjadi:

### a) Hipotalamus dan Pituitari

Hipotalamus merupakan bagian otak vertebrata yang terletak dibawah thalamus dan berperan dalam mempertemukan sistem saraf dan endokrin. Thalamus adalah kumpulan sel saraf yang terletak di bagian tengah otak vertebrata. Hipotalamus berfungsi mengendalikan kelenjar pituitari, sementara pituitari juga berfungsi mengendalikan kelenjar endokrin lainnya. Oleh karena itu hipotalamus disebut juga dengan kelenjar induk (master of gland). Hormon yang dikeluarkan oleh hipotalamus akan dibawa ke pituitari. Ada dua jenis hormon dari hipotalamus, yaitu hormon yang dilepaskan ke pituitari depan (adenohipofisis) dan hormon yang dilepaskan ke pituitari belakang (neurohipofisis). Hormon hipotalamus yang dilepas pituitari belakang adalah vasopresin atau hormon antidiuretik (ADH) dan oksitosin. Hormon penting lain yang dikeluarkan oleh hipotalamus yaitu hormon pelepas (releasing hormone, RH) dan hormon penghambat (realize inhibiting hormone, RIH).

## b) Organ Endokrin Tepi

Organ endokrin tepi adalah semua organ endokrin di luar hipotalamus dan pituitari. Saat ini telah diketahui bahwa jantung juga menghasilkan hormon yaitu atrial natriuretic peptide (ANP).

Hampir semua aktivitas tubuh hewan dipengaruhi oleh hormon. Aktivitas tersebut meliputi proses pengenceran, peredaran darah (yang melibatkan jantung dan pembuluh darah), pengeluaran, osmoregulasi, termoregulasi dan reproduksi. Dalam mengatur aktivitas tubuh, sistem endokrin biasanya bekerjasama dengan sistem saraf.

Keseimbangan kadar kalsium dalam darah manusia dapat dicapai melalui kerja sama antar hormon paratiroid dan kalsitonin. Keseimbangan kadar kalsium yang normal sangat penting karena akan mempengaruhi kemampuan saraf otak untuk menerima rangsang, pembekuan darah, permeabilitas membran sel, serta fungsi normal enzim tertentu. Peningkatan kadar kalsium darah akibat kerja hormon paratiroid.

Sama seperti kadar kalsium, kadar dalam darah juga dikendalikan oleh hormon, terutama insulin dan glukagon. Peningkatan kadar gula dalam darah juga disebabkan oleh adanya hormon epineprin dan glukokortikoid. Hormon lain juga mempengaruhi kadar gula dalam darah yaitu hormon pertumbuhan (growth hormone, GH), hormon pemacu tiroid (TSH), dan hormon tiroid. GH menyebabkan peningkatan kadar gula darah, sedangkan TSH dan hormon tiroid memiliki pengaruh yang bersifat kompleks (dapat menurunkan dan meningkatkan kadar gula darah).

## c) Kelenjar Pineal

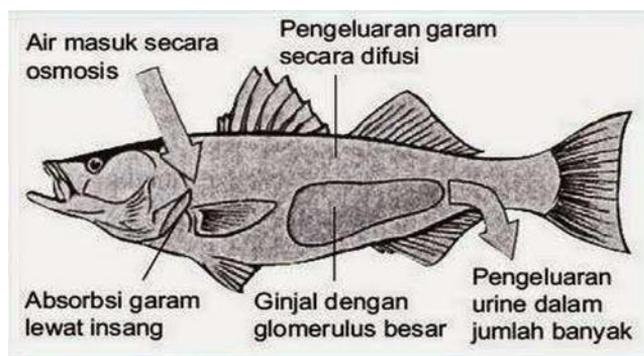
Terdapat pada permukaan atas talamus diantara hemisfer serebrum. Kelenjar ini mensekresi melatonin. Melatonin dan serotonin telah diidentifikasi pada pineal burung dan amfibi. Enzim yang responsible untuk pembentukan hormon ini adalah Hydroxyindole-o-methyltransferase

## 11. Sistem Ekskresi

### a. Sistem Ekskresi pada Hewan (Cacing Tanah atau Annelida)

Cacing tanah memiliki alat ekskresi berupa Nefridium, setiap nefridium memiliki corong yang terbuka dan bersilia yang disebut Nefrostom. Mekanismenya sistem ekskresi pada hewan khususnya cacing tanah yakni nefrostom yang terdapat di dalam rongga tubuh dan terisi penuh dengan cairan, cairan yang diambil oleh nefrostom tersebut kemudian masuk ke dalam nefridia, di dalam nefridia terjadi Reabsorpsi atau penyerapan kembali cairan yang masih bermanfaat. Cairan yang sudah tidak bermanfaat lagi akan dikeluarkan melalui Nefridiofor.

### b. Sistem Ekskresi pada Ikan (Pisces)



### Sistem Ekskresi pada Ikan

Alat ekskresi yang menyusun sistem ekskresi pada hewan dalam hal ini ikan atau pisces meliputi insang dan ginjal. Ginjal mengekskresikan urin dan insang mengekskresikan karbon dioksida. Dalam sistem ekskresi ini, antara ikan air tawar dan ikan air laut agak berbeda. Pada ikan air tawar, air yang masuk lebih banyak sehingga urin yang dikeluarkan mengandung amonia dan urin encer. Glomerulus pada ginjal lebih banyak sehingga terjadi penyaringan sisa metabolisme dengan cepat.

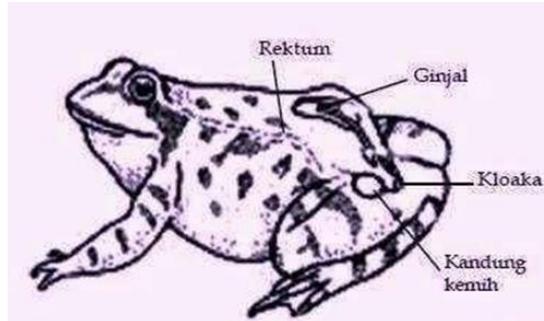
Sedangkan pada ikan air laut, urin yang dikeluarkan lebih sedikit dan mengandung urea, karena hidup di lingkungan dengan kadar garam tinggi, banyak minum air. Glomerulus yang ada sedikit sehingga proses penyaringan berjalan lambat.

c. Sistem Ekskresi pada Serangga (Insekta)

Alat ekskresi yang dimiliki serangga berupa tubulus malpighi. Tubulus malpighi terdapat di dalam hemocoel dan tergenang darah. Lubang ekskresi tidak langsung keluar dari tubuh, tetapi sel-sel tubulus zat-zat hasil metabolisme dan meneruskan masuk ke lumen tubulus, dan diserap kembali. Hal ini menyebabkan kadar air turun, maka asam urat mengendap. Tubulus malpighi menuju usus dan di usus air banyak diabsorpsi. Asam urat keluar bersama feses, sehingga belalang dapat membuang limbah nitrogen dan tidak harus kehilangan banyak air.

d. Sistem Ekskresi pada Hewan (Katak atau Amfibi)

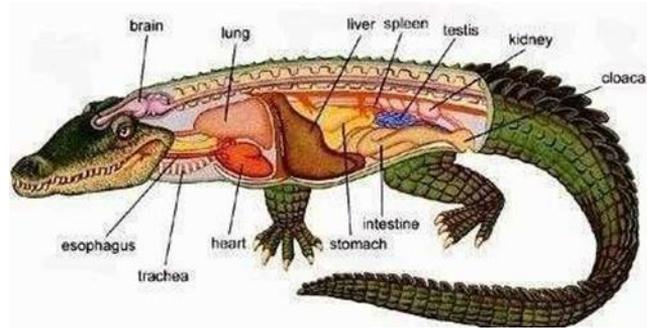
Alat ekskresi utama pada katak adalah sepasang ginjal (opistonefros) yang terletak di kanan dan kiri tulang belakang. Warnanya merah kecoklatan, bentuknya memanjang dari depan ke belakang. Zat sisa yang diambil oleh ginjal akan disalurkan melalui ureter menuju ke kantong kemih yang berupa kantong berdinding tipis yang terbentuk dari tonjolan dinding kloaka. Fungsinya untuk menyimpan urine sementara. Pada katak jantan, saluran ginjal dan saluran kelaminnya menyatu, sedangkan pada katak betina tidak.



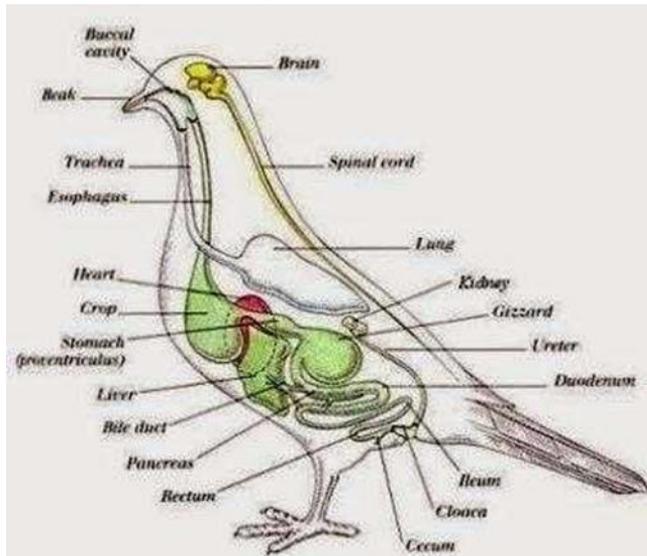
Sistem Ekskresi pada Hewan (Katak atau Amfibi)

e. Sistem Ekskresi pada Hewan (Reptil)

Alat ekskresi pada reptil berupa ginjal (metanefros) yang sudah berkembang sejak masa fase embrio. Ginjal ini dihubungkan oleh saluran ke kantong kemih dan langsung bermuara ke kloaka. Selain ginjal, pada reptil memiliki kelenjar kulit yang menghasilkan asam urat tertentu yang berguna untuk mengusir musuh.



f. Sistem Ekskresi pada Burung atau Aves



Alat ekskresi pada burung terdiri dari ginjal (metanefros), paru-paru dan kulit. Burung memiliki sepasang ginjal yang berwarna coklat. Saluran ekskresi terdiri dari ginjal yang menyatu dengan saluran kelamin pada bagian akhir usus (kloaka). Burung mengekskresikan zat berupa asam urat dan garam. Kelebihan kelarutan garam akan mengalir ke rongga hidung dan keluar melalui nares (lubang hidung). Burung hampir tidak memiliki kelenjar kulit, tetapi memiliki kelenjar minyak yang terdapat pada nunggingnya. Kelenjar minyak berguna untuk meminyaki bulubulunya

## BAB VII RANGKA MANUSIA DAN SISTEM PENCERNAAN

### A. Rangka Manusia

#### 1. Pengertian Rangka Manusia

Rangka manusia merupakan kerangka yang membentuk tubuh manusia. Kerangka ini terdiri dari semua tulang, baik itu tulang rawan, tendon, dan ligamen dalam tubuh. Kerangka tubuh manusia terletak dalam tubuh manusia ditutupi oleh kulit dan daging. Rangka berfungsi untuk menunjang tubuh dan memberikan bentuk tubuh, dan tempat melekatnya otot-otot rangka. Rangka juga berfungsi sebagai alat gerak pasif dan pelindung bagian tubuh yang lunak. Rongga tulang pada rangka manusia yang ber sumsum merah merupakan pusat sel-sel darah.

Rangka manusia terdiri dari  $\pm$  206 ruas tulang yang mempunyai ukuran dan bentuk yang bervariasi. Tulang-tulang penyusun rangka dikelompokkan menjadi rangka kepala, rangka badan dan rangka gerak, yang mana masing-masing dari rangka tersebut memiliki berbagai macam bentuk tulang.

Rangka manusia dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan lokasinya yaitu rangka aksial dan rangka apendikular. Rangka aksial merupakan rangka yang letaknya di bagian tengah tubuh, meliputi tulang tengkorak, tulang dada, tulang rusuk dan tulang belakang. Rangka aksial merupakan fondasi tubuh yang membawa dan melindungi tubuh manusia yang lain seperti organ-organ dalam tubuh manusia. Sedangkan rangka apendikular adalah rangka yang membentuk lengan-lengan manusia yaitu tulang - tulang yang ada di bagian tangan dan kaki manusia. Selain itu tulang - tulang yang hubungan tangan dan kaki dengan rangka aksial itu juga termasuk rangka apendikular, misalnya pelvis atau tulang belikat. Rangka apendikular merupakan rangka yang membantu manusia dalam bergerak.



Gambar 1. Rangka Manusia

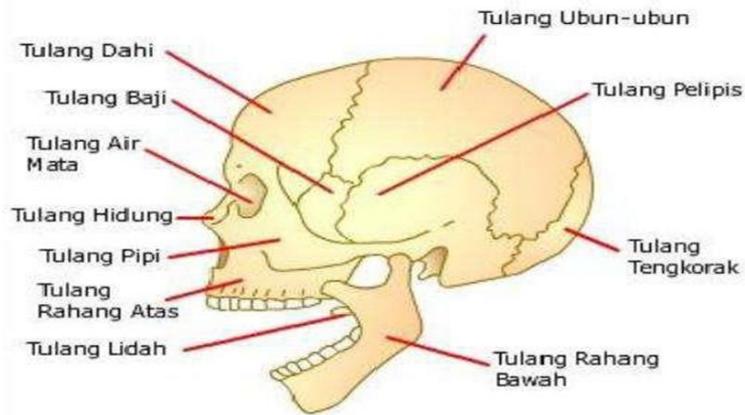
## B. Fungsi Sistem Rangka

Terdapat 4 fungsi utama sistem rangka manusia, antara lain sebagai berikut :

1. Memberikan bentuk dan mendukung tubuh manusia.
2. Melindungi organ dalam, sebagai contohnya tulang rusuk melindungi jantung dan paru - paru dan tulang tengkorak yang melindungi otak.
3. Tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif yang dapat menggerakkan tulang.
4. Tempat pembentukan sel darah. Sel darah dibentuk di bagian sumsum tulang, yaitu jaringan lunak yang terdapat di bagian tengah tulang.

## C. Bagian-Bagian Rangka Manusia

### 1. Rangka Kepala



Gambar 2. Rangka Kepala

#### a. Tulang Tengkorak Wajah

##### 1) Tulang Hidung (Os nasale)

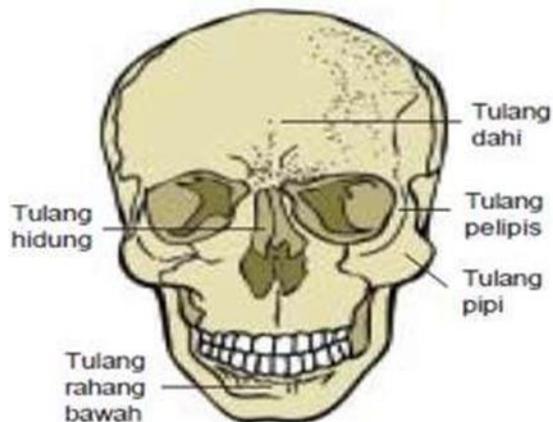
Tulang hidung merupakan tulang kecil menonjol yang memiliki keragaman dalam hal ukuran dan bentuk pada individu yang berbeda. Rangka hidung sendiri tersusun atas bagian tulang dan tulang rawan. Bagian pada tulang hidung mencakup tulang hidung (os nasal), processus frontalis os maksila dan processus os frontal. Sedangkan bagian yang termasuk tulang rawan adalah sepasang kartilago nasalis lateralis superior, sepasang kartilago nasalis lateralis inferior (kartilago ala mayor) dan tepi anterior kartilago septum. Dibagian atas kiri dan kanannya terdapat tulang air mata (os lacrimale) dan sebelah dalam rongga hidung terdapat tulang karang hidung (concha nasalis).



Gambar 3. Kerangka Hidung

2) Tulang Pipi (Os Zygomaticus)

Secara anatomi pipi adalah daerah yang memiliki daging dan terletak pada wajah dibawah mata dan di antara hidung serta telinga kiri atau kanan yang termasuk tulang penyusun wajah. Di Bagian atas tulang ini berhubungan dengan tulang dahi, sedangkan di bagian belakang berhubungan dengan tulang baji dan pelipis dan ke bawah dengan rahang atas.



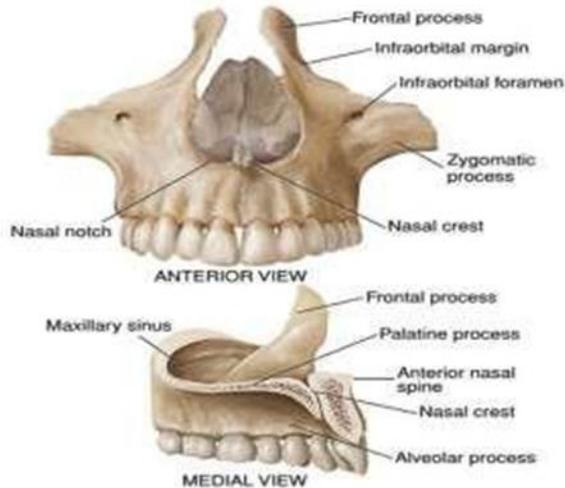
Gambar 4. Tulang Pipi

3) Tulang Rahang Atas (Ox Maxillae)

Merupakan tulang yang membantu membentuk tengkorak, Bagian ini Kiri dan kanannya menjadi satu dibagian muka dan

berhubungan dengan tulang hidung. Tulang rahang atas juga menyatu dengan tulang penting lainnya di area tengkorak, yaitu:

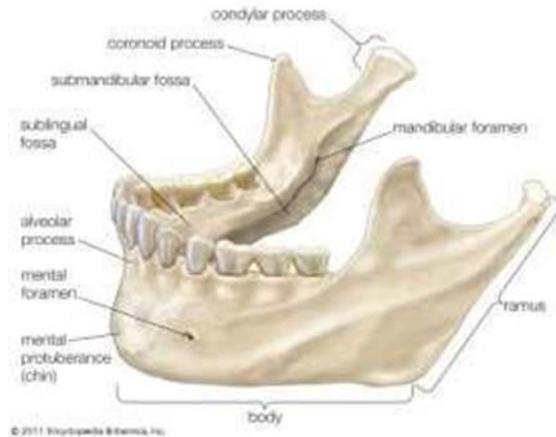
- a) Tulang frontal (depan) yang berhubungan dengan tulang hidung.
- b) Tulang zygomatic atau biasa disebut sebagai tulang pipi
- c) Tulang palatine, membentuk bagian dari langit-langit keras.
- d) Tulang hidung, membentuk batang hidung yang menahan alveoli gigi atau stepum.



Gambar 5. Tulang Rahang Atas

#### 4) Tulang Rahang Bawah (Os Mandibulae)

Tulang rahang bawah merupakan tulang wajah terbesar dan terkuat. Tulang rahang bawah ini tidak terhubung langsung dengan tulang tengkorak yang melekat pada otot untuk mengunyah. Tipe persendian yang terdapat pada tulang rahang bawah adalah sendi temporomandibular. ini juga terhubung dengan ligamen, sehingga memungkinkan terjadinya gerakan. Kiri dan kanan bertemu dengan bagian dagu, kebelakang tulang ini membelok ke atas dan bercabang dua yang merupakan taju penyendi dengan tulang pelipis.



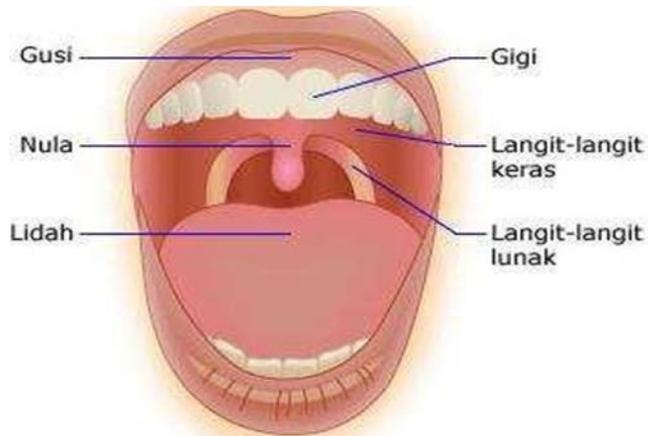
Gambar 6. Tulang Rahang Bawah

5) Tulang Air Mata (Lacrimal)

Tulang air mata berasal dari bahasa latin “lacrima” yang berarti air mata. Tulang air mata merupakan salah satu bagian dari tulang wajah dan memiliki ukuran kecil dan berbentuk persegi tipis serupa kuku jari tangan. Ukuran yang kecil membuat tulang air mata menjadi tulang paling rapuh di wajah, yang bisa didapat di tengah rongga mata. Tulang air mata berperan sebagai penyokong organ mata atau mempertahankan posisi mata dan juga menyokong saluran air mata dan kelenjar air mata. Bentuk dan bagian dari tulang air dapat dilihat pada (Gambar 2. Rangka Kepala)

6) Tulang Langit - Langit (Palatum)

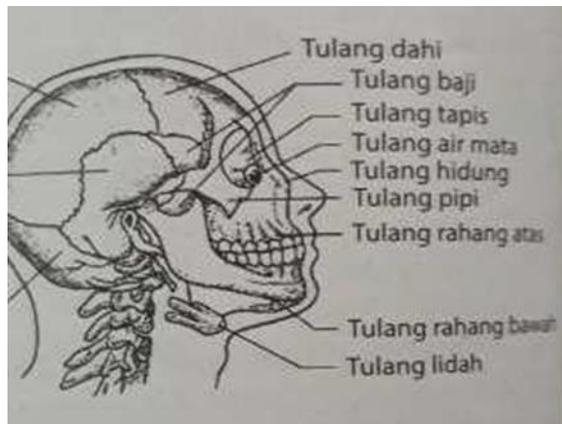
Palatum adalah bangun tulang lengkung yang membentuk atap mulut di belakang alveolus atau tulang yang terdapat pada langit - langit mulut. Letak palatum ini adalah antara rongga mulut dan rongga hidung. Palatum keras dibentuk selama masa pertumbuhan oleh proses maksilaris dan tulang palatina yang bersatu di garis median dan ditutupi oleh membran mukosa istimewa yang keras dan memiliki rugae. Sedangkan platinum lunak merupakan jaringan aktif yang membentang dari batas posterior durum ke bawah dan belakang.



Gambar 7. Tulang Langit - Langit

7) Tulang Lidah

Satu-satunya tulang yang berhubungan langsung dengan lidah adalah tulang hyoid. Tulang ini terletak di antara leher dan dagu bagian dalam. Lidah juga memiliki bagian lain yang disebut dengan frenulum. Bagian ini menghubungkan lidah dengan dasar rongga mulut sekaligus berfungsi sebagai penyangga lidah.



Gambar 8. Tulang Lidah

b. Tulang Pelindung Otak

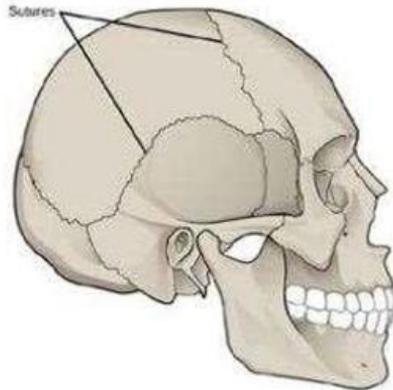
1) Tulang Dahi (Os frontale)

Tulang dahi merupakan tulang yang terletak di tengkorak bagian depan, tepat diatas tulang hidung dan didepan tulang parietal atau ubun - ubun. Tulang dahi merupakan satu dari

delapan tulang lainnya yang membentuk tengkorak, yang mana tulang dahi ini terdiri dari tulang nasal, orbital dan skuamosa. Terletak dibagian depan atas, turut membentuk dinding sebelah atas rongga mata. Diatas rongga mata terdapat dua buah rongga kecil yang dinamakan sinus frontalis. Bentuk dan bagian dari tulang dahi ini dapat dilihat pada (Gambar 2. Rangka Kepala).

## 2) Tulang Belakang Kepala (Os Occipitale)

Tulang belakang kepala merupakan bagian dasar dari rongga otak yang berbentuk lempengan trapesium dan berada di bagian bawah tulang tengkorak. Pada tulang ini terdapat sebuah lubang besar (foramen occipitalis) yang letaknya bertepatan dengan canalis vertebralis dan melalui lubang inilah sumsum tulang belakang berhubungan dengan otak.



Gambar 9. Tulang Belakang Kepala

## 3) Tulang Pelipis (Os temporalis)

Tulang temporal berjumlah dua yang masing - masing ada di sebelah kiri dan kanan tulang tengkorak dan tepat dibawah tulang parietal (Ubun - ubun). Tulang pelipis ini termasuk ke dalam kategori irregular (tidak teratur). Tulang pelipis ikut membentuk dinding rongga otak sebelah samping dan sebagian lagi ikut membentuk dasar tengkorak, telinga serta lubang karang. Rongga ini berhubungan langsung dengan rongga mulut oleh pembuluh Eustachius.



Gambar 10. Tulang Pelipis

4) Tulang Ubun - Ubun (Os Parietale)

Tulang ini berjumlah dua. letaknya di kedua sisi kepala dan menyatu di tengah - tengah dan tepat di belakang tulang frontal (Dahi) Terletak di sebelah atas kiri dan kanan tulang dahai dan merupakan dinding rongga otak sebelah sisi dan atas. Bentuk dan bagian dari tulang ubun - ubun dapat dilihat pada (Gambar 2. Rangka Kepala)

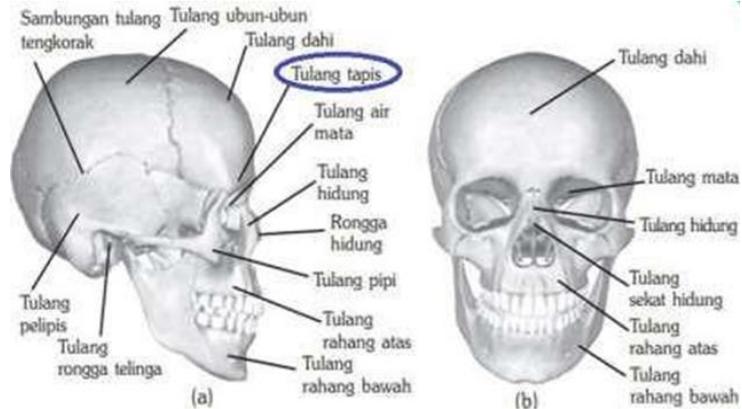
5) Tulang Baji (Os Sphenoidale)

Tulang baji merupakan tulang yang terdapat di tengah-tengah dasar tengkorak manusia. Bentuknya menyerupai kupu-kupu si rama-rama dan terletak didasar tengkorak. Letak tulang baji yaitu berada diantara tulang pelipis serta tulang dahai, Maka ukuran tulang baji cukup kecil jika dibandingkan dengan tulang - tulang yang lain yang ada disekitarnya. Pada bagian badan terdapat rongga yang berhubungan dengan dengan rongga hidung. Bentuk dan letak dari tulang baji ini dapat dilihat pada (Gambar 2. Rangka Manusia).

a. Tulang Tapis (Os ethmoidale)

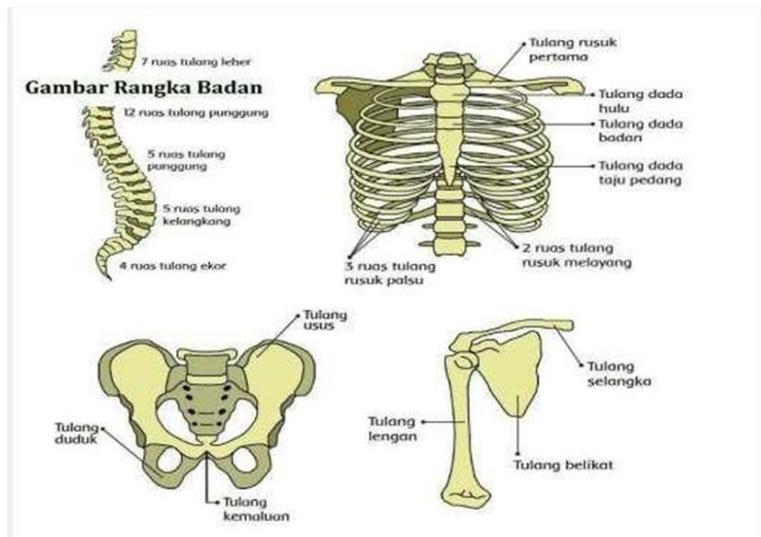
Terletak di bagian kedua lekuk mata dan terdiri dari tulang - tulang tapis yang mendatar berlubang - lubang kecil tempat dilalui lubang saraf pembau dan bagian yang menegak membentuk sekat rongga hidung yang membaginya ke dalam

bagian kiri dan kanan. Sekat ini dinamakan dengan lamina perpendicularis ossis ethmoidalis.



Gambar 11. Tulang Tapis

## 2. Rangka Badan



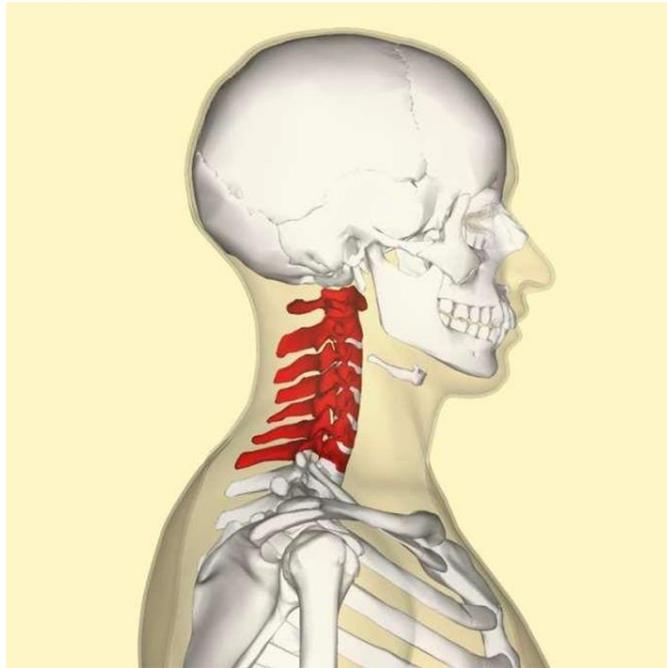
Gambar 12. Rangka Badan

### a. Tulang Belakang

#### 1) Tulang Leher

Leher merupakan anggota tubuh berongga yang terletak diantara kepala dan toraks, menjadi penghubung antara kepala dengan batang

tubuh. Wilayah leher yaitu mulai dari dasar kranium hingga permukaan pundak, atau dikenal juga sebagai segmen servikal tulang belakang. Tulang leher berjumlah 7 ruas. Ruas pertama dinamakan atlas, Sedangkan ruas kedua berada tepat di bawahnya dan dinamakan pemutar (Epistropheus). Badan atau corpus dari dua ruas menjulang ke atas merupakan sumbu bagi atlas, sehingga atlas dapat berpilin dengan leluasa.



Gambar 13. Tulang Leher

## 2) Tulang Punggung

Tulang belakang yang juga dikenal dengan tulang punggung merupakan tulang yang terbuat dari rangkaian tulang - tulang kecil (vertebrata) yang ditumpuk di atas satu sama lain, mulai dari dasar tengkorak hingga panggul. Ruas tulang punggung ada 12 ruas yang bersesuaian dengan jumlah pasangan tulang rusuk.



Gambar 14. Tulang Punggung

### 3) Tulang Pinggang

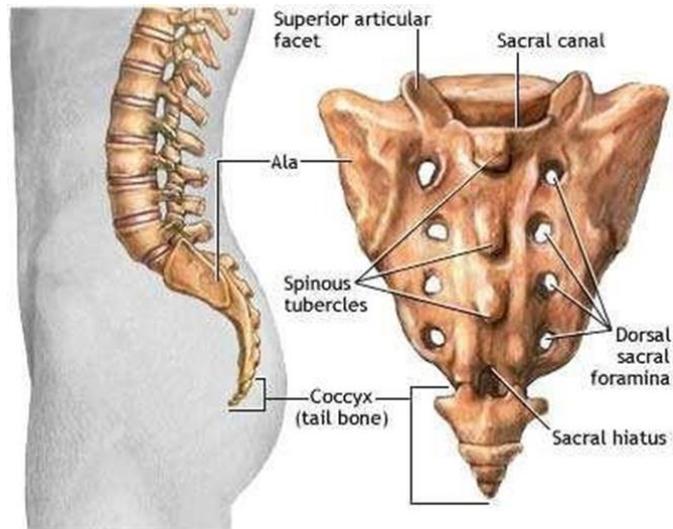
Tulang pinggang juga dikenal dengan nama tulang belakang bawah atau area lumbar. Tulang ini memiliki fungsi sangat penting bagi tubuh manusia. Fungsi itu meliputi penunjang struktural, pergerakan dan melindungi jaringan - jaringan tubuh tertentu. Daerah pinggang mempunyai fungsi yang sangat penting pada tubuh manusia, diantaranya membuat tubuh berdiri tegak, pergerakan dan melindungi beberapa organ penting. Tulang pinggang ini berjumlah 5 ruas.



Gambar 15. Tulang Pinggang

#### 4) Tulang Kelangkang

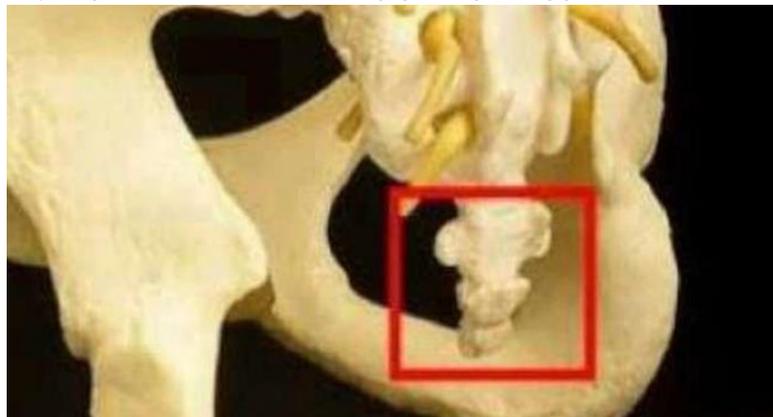
Tulang kelangkang merupakan tulang punggung yang meliputi lima ruas tulang yang menyatu, terletak di bagian bawah deretan ruas tulang pinggang. Tulang kelangkang berbentuk seperti segitiga terbalik atau lebih tepatnya seperti mata anak panah terbalik, dimana di bagian ujung paling bawah bentuknya akan semakin menyusut untuk kemudian tersambung dengan tulang ekor yang agak meruncing. Bentuk dari tulang kelangkang antara laki - laki dan perempuan juga berbeda. Bentuk sacrum pada wanita itu akan lebih pendek dan juga lebih lebar jika dibandingkan dengan sacrum pada laki - laki. Tulang kelangkang mempunyai peranan penting untuk bisa membuat manusia itu duduk, berdiri, berlari dan juga menyangga tulang panggul.



Gambar 16. Tulang Kelangkang

#### 5) Tulang Ekor

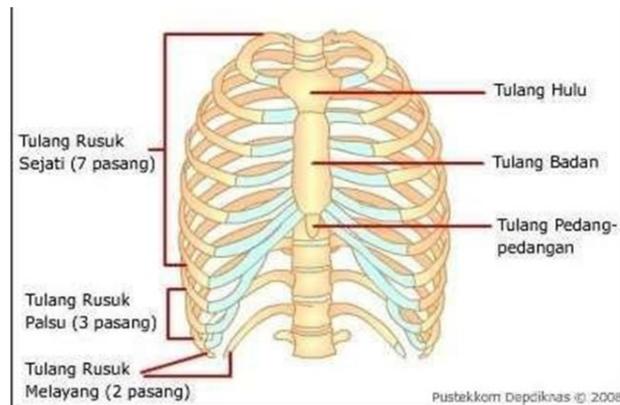
Tulang ekor merupakan pangkal tulang belakang. Tulang ekor dari empat tulang belakang yang menyatu membentuk 1 tulang kecil. Tulang ini berperan dalam menahan beban dan menjadi pusat gravitasi yang baik. Dalam sains tulang ekor merupakan tempat keluarnya pembuluh darah dari testis dan ovarium. Pada dasarnya, tulang ekor berfungsi sebagai penyangga tulang di area panggul lain, tulang ini menjadi titik temu dari otot - otot kecil yang berada di area tulang gelang panggul.



Gambar 17. Tulang Ekor

## b. Tulang Rusuk

Tulang rusuk adalah tulang yang bersambung dengan tulang dada dan tulang punggung atau tulang belakang. Tulang rusuk mempunyai bentuk yang panjang dan pipih. Jumlah tulang rusuk manusia adalah 24 ruas dengan setiap sisinya memiliki 12 pasang tulang yang terdiri dari 7 tulang rusuk sejati, 3 tulang rusuk palsu dan 2 tulang rusuk melayang. 12 pasang tulang rusuk dalam tubuh manusia merupakan dinding dari Thorax yang melindungi organ-organ yang berada di dalamnya.



Gambar 18. Bagian - Bagian Tulang Rusuk

### 1) Tulang Rusuk Sejati

Tulang rusuk sejati manusia berjumlah 7 tulang rusuk yang teratas berhubungan langsung dengan Os Sternum melalui rawan iga cartilago costalis. Tulang rusuk ini juga terhubung dengan sendi sternocostal. Bentuk dan letak dari tulang rusuk sejati ini dapat dilihat pada (Gambar 18. Bagian - Bagian Tulang Rusuk)

### 2) Tulang Rusuk Palsu

Tulang rusuk palsu merupakan tulang rusuk yang secara tidak langsung berartikulasi dengan tulang dada, karena tulang rawan kosta terhubung dengan tulang rawan kosta ketujuh, oleh sendi costochondral. Tulang rusuk palsu ini berjumlah 3 pasang yang memiliki tulang rawan kosta dan terhubung ke tulang rawan di atasnya. Tulang rusuk ini

terletak dibawah tulang rusuk sejati dan tidak menempel secara langsung pada tulang dada. Bentuk dan letak dari tulang rusuk palu ini dapat dilihat pada (Gambar 18. Bagian - Bagian Tulang Rusuk)

### 3) Tulang Rusuk Melayang

Tulang rusuk melayang merupakan dua pasang tulang rusuk terakhir. Tulang rusuk ini disebut melayang (Floating) karena berakhir di otot dinding perut. Tulang rusuk melayang bekerjasama dengan tulang rusuk palsu untuk memberikan kebebasan dan memungkinkan adanya pengembangan pada bagian bawah tulang rusuk guna memberikan ruang gerak pada diafragma. Bentuk dan letak dari tulang rusuk melayang ini dapat dilihat pada (Gambar 18. Bagian - Bagian Tulang Rusuk).

## c. Tulang Dada

### 1) Rongga Dada

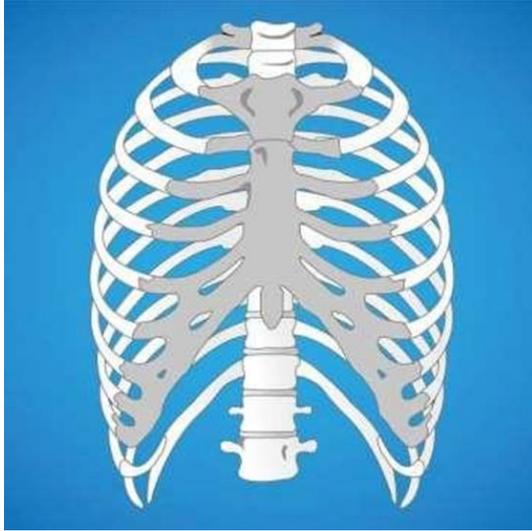
Rongga dada atau Thorax adalah suatu rongga badan tempat alat - alat tubuh, seperti jantung, paru - paru, pembuluh - pembuluh darah yang utama tersimpan dan terlindungi. Thorax dibentuk oleh tulang dada (os sternum) di bagian depan. 12 ruas tulang punggung (vertebra thoracalis) dibagian depan dan 12 pasang tulang rusuk atau iga (os costa) yang membatasi di sisi kiri - kanan rongga dada.

Bentuk rongga dada menyerupai kerucut, diatas dan dibawah kerucut ini terdapat pintu rongga yang masing - masing disebut apertura superior yaitu tempat esophagus (saluran yang menyalurkan makanan dari mulut ke lambung), teachea, sejumlah pembuluh darah dan urat saraf dan apertura inferior adalah pintu rongga sebelah bawah.

Fungsi dari Thorax ini adalah sebagai berikut :

- a) Melindungi organ - organ tubuh yang terdapat didalamnya
- b) Tempat bertambahnya otot - otot gelang bahu dan sebagian otot-otot spinal.
- c) Mekanisme gerakan pernafasan lebih baik, oleh karena konstruksi dan struktur sendi tulang rawan iga yang ada disini.

d) Tempat bersandarnya gelang bahu dan anggota atas.

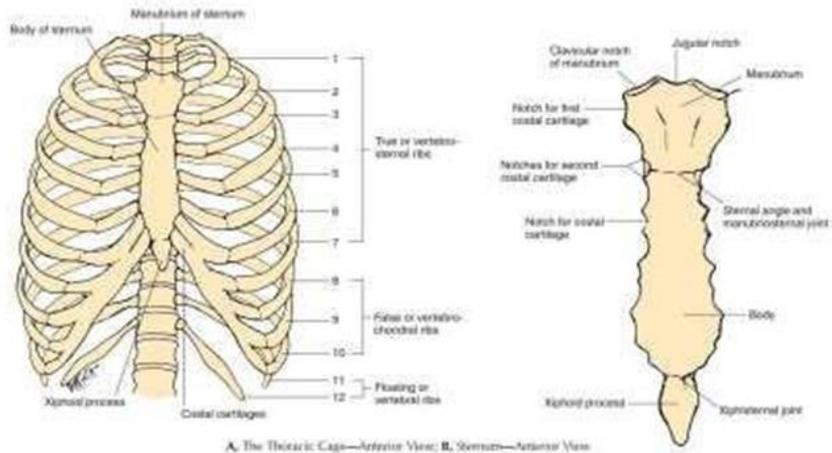


Gambar 19. Rongga Dada

## 2) Tulang Dada (Os Sternum)

Tulang dada atau Os Sternum adalah tulang pipih yang terletak di bagian tengah badan thorax, sepintas lalu bentuknya menyerupai tu tubuh belalang. Pada bagian tulang dada terdapat bagian - bagian yang disebut :

- a) Bagian atas merupakan kepala, yaitu bagian yang terlebar dan disebut manubrium sterni.
- b) Di bawah manubrium, terdapat bagian yang disebut badan tulang dada
- c) Ujung paling bawah menyerupai pedang - pedangan
- d) Dibagian tengah atas dari manubrium terdapat suatu irisan yang disebut incisura jugularis.

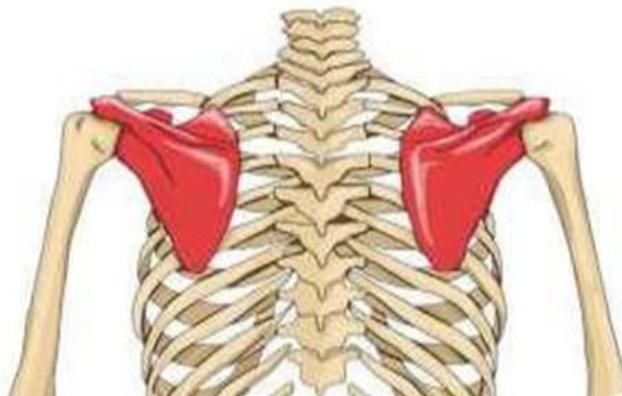


Gambar 20. Tulang Dada

d. Tulang Gelang Bahu

1) Tulang Belikat

Tulang belikat atau dikenal juga dengan tulang scapula adalah tulang segitiga dengan permukaan cembung ke belakang yang terletak di bagian belakang bahu. Bahu memiliki gerak yang luas. Otot - otot yang menghubungkan tulang belikat memungkinkan bahu untuk berputar, bergerak membentuk lingkaran, naik dan turun, serta bergerak dari sisi satu ke sisi lain. Tulang belikat dengan mudah dapat diraba dibagian belakang rongga dada.



Gambar 21. Tulang Belikat

## 2) Tulang Selangka

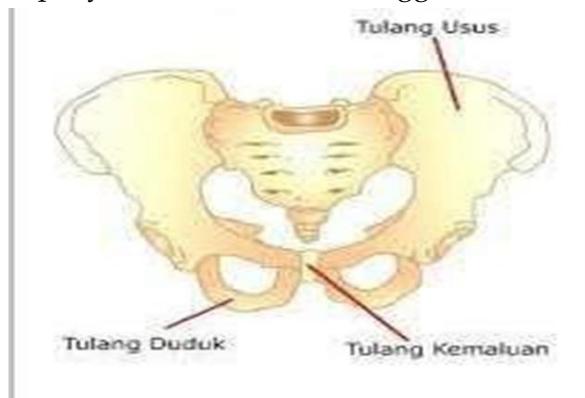
Merupakan tulang yang terletak di kanan dan kiri dada bagian atas, tepat pada di bawah leher. Bentuk tulang ini adalah memanjang dan posisinya melintang, menghubungkan tulang dada dengan lengan. Bentuknya menyerupai huruf f. Salah satu fungsi penting tulang selangka ini adalah menopang lengan agar bisa bergerak secara leluasa.



Gambar 22. Tulang Selangka

## e. Tulang Gelang Panggul

Tulang Gelang Panggul merupakan serangkaian tulang yang menyatu secara kuat satu sama lain yang menghubungkan tulang belakang dengan kedua tulang tungkai kaki. Berbeda dengan gelang bahu, gelang panggul terdiri atas tulang yang tidak teratur bentuknya. Tulang gelang panggul ini berfungsi sebagai support atau pemikul dan penyalur berat badan ke anggota bawah.



Gambar 23. Bagian - bagian Gelang Panggul

1) Tulang Usus (Os Ilium)

Tulang usus ini ada dua yaitu kiri dan kanan. Fungsinya adalah menyokong berat badan dan postur tubuh, sebagai titik jangkat otot, tendon, ligamen dan melindungi organ - organ bagian dalam. Untuk Bentuk dan letak dari tulang usus dapat dilihat pada (Gambar 23. Bagian - bagian Gelang Panggul)

2) Tulang Duduk (Os Ischium)

Berbentuk setengah lingkaran dan menghadap ke atas. Fungsinya yaitu memberikan dukungan untuk tulang punggung bagian bawah dan membantu gerak kaki bagian atas. Untuk bentuk dan letak dari tulang duduk dapat dilihat pada (Gambar 23. Bagian - bagian Gelang Panggul).

3) Tulang Kemaluan (Os Pubis)

Memiliki dua cabang, yang diantaranya yaitu satu menuju ke samping atas dan satu lagi menuju ke samping bawah. Fungsinya adalah melindungi alat/organ reproduksi. Untuk bentuk dan letak dari tulang kemaluan dapat dilihat pada (Gambar 23. Bagian - bagian Gelang Panggul)

3. Rangka Gerak

Sistem gerak pada manusia disebut juga sebagai sistem muskuloskeletal yang terdiri dar otot, sendi, rangka dan organ lain seperti tulang dan ligamen. Organ- organ yang menjadi pendukung gerak tubuh manusia akan bekerja sama sesuai dengan fungsinya masing - masing. Rangka gerak merupakan rangka - rangka yang memiliki fungsi gerak yang diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Tulang - tulang anggota gerak atas (Tangan)



Gambar 24. Bagian - Bagian Tulang Gerak Atas (Tangan)

1) Tulang Lengan Atas (Humerus)

Dalam anatomi manusia, tulang lengan atas atau disebut juga humerus adalah tulang panjang pada lengan yang terletak diantara bahu dan siku. Pada sistem rangka terletak diantara tulang belikat dan radius - ulna (Tulang pengumpil - hasta). Tulang lengan atas ini merupakan salah satu dari tulang pipa yang terbesar dan terpanjang pada anggota atas. Untuk bentuk dan letak dari tulang lengan atas ini dapat dilihat pada (Gambar 24. Bagian - Bagian Tulang Gerak Atas)

2) Tulang Hasta (Os Ulna)

Tulang hasta merupakan salah satu jenis tulang yang letaknya ada di bagian dalam lengan. Saat telapak tangan dihadapkan ke depan, maka tulang hasta bisa terlihat. Sedangkan pada bagian lainnya ada tulang lengan bawah yang dinamakan radius. Tulang pipa kedua pada lengan bawah adalah tulang hasta. Tulang hasta ini terletak sebelah medial, lebih panjang dari radius, yang mana bagian atasnya lebih besar dari bagian bawahnya. Untuk bentuk dan letak dari tulang hasta ini dapat dilihat pada (Gambar 24. Bagian - Bagian Tulang Gerak Atas).

### 3) Tulang Pengumpil (Os Radius)

Tulang pengumpil merupakan salah satu jenis tulang yang berada di bagian sirkuit dan juga pergelangan tangan. Lokasi tulang ini persis di sebelah tulang hasta. Tulang jenis ini disambungkan dengan interosseous ligament atau merupakan sebuah jaringan yang mempunyai serat sangat tebal. Tulang pengumpil ini merupakan salah satu dari dua buah tulang pipa yang ada pada lengan bawah. Untuk bentuk dan letak dari tulang pengumpil ini dapat dilihat pada (Gambar 24. Bagian - Bagian Tulang Gerak Atas)

### 4) Tulang Pergelangan Tangan

Pada pergelangan tangan terdapat delapan buah tulang - tulang pendek yang tersusun dalam dua barisan, yang masing - masing terdiri dari empat buah, yaitu barisan proximal dan barisan distal. Barisan proximal membentuk permukaan yang cembung untuk menyesuaikan diri dengan bentuk facies articularis carpea pada os radius dan capitulum ulnae. Sedangkan bentuk barisan distal yang lebih tidak teratur adalah juga untuk penyesuaian dengan bentuk basis dari telapak tangan. Untuk bentuk dan letak dari tulang pergelangan tangan ini dapat dilihat pada (Gambar 24. Bagian - Bagian Tulang Gerak Atas)

### 5) Tulang Telapak Tangan (metacarpus)

Tulang telapak tangan merupakan tulang yang menghubungkan tulang pergelangan tangan yang disebut karpal dan tulang jari yang disebut falang, tulang - tulang ini disebut metakarpal. Telapak tangan terdiri dari lima buah tulang pipa pendek yang dinamakan dengan os metacarpal. Untuk bentuk dan letak dari tulang telapak tangan ini dapat dilihat pada (Gambar 24. Bagian - Bagian Tulang Gerak Atas)

### 6) Tulang Ruas - Ruas jari

Tiap jari tangan mempunyai tiga ruas jari - jari tangan, kecuali Ibu jari tangan yang hanya mempunyai dua ruas. Ruas - ruas tersebut adalah:

- a. Ruas pertama (Phalanx premium atau proximal)
- b. Ruas Kedua (Phalank secundum)
- c. Ruas Ketiga (Phalanx tertium atau distal)

Ruas (Phalanx) pertama tiap jari tangan lebih panjang dari pada ruas yang lain, dan rusa ketiga adalah yang terpendek, tetapi ruas pertama jari tangan adalah yang terpanjang.

Setiap ruas pertama dan tengah (kedua) mempunyai bagian - bagian yaitu : basis (ujung proxial), corpus (bagian tengah atau batang), dan trochea di ujung distal. Kepala kecil pada phalanx distal keadaannya pipih dan agar kasar, dinamakan tuberositas unguicularis. Untuk bentuk dan letak dari tulang ruas-ruas jadi ini dapat dilihat pada (Gambar 24. Bagian - Bagian Tulang Gerak Atas).

b. Tulang - tulang anggota gerak bawah (Tungkai)



Gambar 25. Bagian - Bagian tulang gerak bawah (Tungkai)

1) Tulang Paha (Os Femur)

Tulang paha merupakan tulang pipa yang terpanjang dalam tubuh yang menyerupai bentuk tabung. Dengan bagian atas dan bawahnya dengan tulang yang saling berhubungan dengan tulang lainnya dan membentuk persendian. Tulang ini memiliki rongga atau lubang kecil seperti spons pada bagian tengahnya atau biasa kita sebut sebagai sumsum tulang yang berwarna kuning dan merah. Untuk bentuk dan

bagian tulang paha ini dapat dilihat pada (Gambar 25. Bagian - Bagian tulang gerak bawah)

2) Tulang Kering (Os Tibia)

Tulang kering atau Os Tibia, juga termasuk tulang pipa, oleh karena itu padanya terdapat bagian diaphysis atau bagian badan (*corpus tibiae*) dan bagian - bagian ujung atau kedua ujung tulang atas yang berhubungan dengan tulang paha, serta kedua ujung tulang bawah berhubungan dengan pergelangan kaki. Untuk bentuk dan bagian tulang kering ini dapat dilihat pada (Gambar 25. Bagian - Bagian tulang gerak bawah)

3) Tulang Betis (Os Fibula)

Tulang betis terletak di sebelah luar sejajar dengan tulang kering. Sebagaimana juga dengan tulang pipa yang lain, Tulang betis mempunyai bagian diapophysis yang merupakan badan (*corpus*) yang disebut tulang betis dan bagian atas epiphysis atas dan bawah. Untuk bentuk dan bagian tulang betis ini dapat dilihat pada (Gambar 25. Bagian - Bagian tulang gerak bawah)

4) Tulang Tempurung Lutut (Os Patelia)

Tulang tempurung lutut atau os patella terletak disebelah depan bagian lutut. Bentuknya menyerupai segituga dengan puncaknya (*apex*) menghadap ke bawah, sedang dasar (*basis*) nya menghadap ke atas. Tulang tempurung seolah - olah merupakan lanjutan tendo dari otot *extensor* pada sendi lutut. Permukaan belakangnya licin keadaannya karena sebagiann besar dilapisi oleh tulang guna melancarkan pergerakan. Pada permukaan belakang terdapat *Facies articularis medialis* dan

*Facies articularis lateralis*, yang mana *Facies articularis medialis* ini dapat bergeseran (meng gelincir) dengan *facies patellaris* pada tulang pada paha sewaktu lutut dibengkokkan.

Oleh karena itu, sesuatu benturan ke arah sisi atau ke tengah, maupun oleh suatu sebab lain, os patella dapat berpindah menggeser ke sisi atau ke tengah dan rasanya dan tentunya rasanya sangat sakit. Untuk bentuk dan bagian

tulang tempurung lutut ini dapat dilihat pada (Gambar 25. Bagian – Bagian tulang gerak bawah)

5) Tulang Telapak Kaki (Meta Tarsus)

Seperti juga halnya dengan tulang telapak tangan, tulang telapak kaki tersusun dari 5 buah tulang, yang terdiri dari sebelah medial (dari bawah ibu jari kaki), masing – masing dinamakan dengan Os metatarsal I, II, III, IV, dan V. berbentuk tulang pipa pendek, maka padanya terdapat bagian batang (badan) dan korpus bagian ujung atas yang berhubungan dengan kerangka. disebut basis dan ujung bawah yang berhubungan dengan ruas pertama jari – jari kaki disebut kepala kecil (capitulum). Untuk bentuk dan bagian tulang Telapak Kaki ini dapat dilihat pada (Gambar 25. Bagian– Bagian tulang gerak bawah)

6) Tulang Pergelangan Kaki

Pergelangan kaki atau tarsus tersusun oleh 7 buah tulang pergelangan kaki. Keadaannya lebih besar – besar dan mempunyai bentuk lebih tidak teratur dibandingkan dengan tulang – tulang pergelangan tangan (carpus). Untuk bentuk dan bagian tulang Pergelangan kaki ini dapat dilihat pada (Gambar 25. Bagian – Bagian tulang gerak bawah).

7) Tulang Ruas – Ruas Jari (Digitorum Pedis)

Merupakan jenis tulang yang terletak pada bagian kaki dan terhubung dengan telapak kaki (plantar) yang memiliki fungsi sebagai penopang tubuh agar seimbang dalam melakukan aktivitas. Jumlah dan susunan ruas – ruas jari kaki sama dengan jumlah dan susunan ruas – ruas jari tangan, masing – masing terdiri dari tiga ruas kecuali ibu jari kaki yang hanya terdiri dari dua ruas. Untuk bentuk dan bagian tulang ruas – ruas jari ini dapat dilihat pada (Gambar 25. Bagian – Bagian tulang gerak bawah)

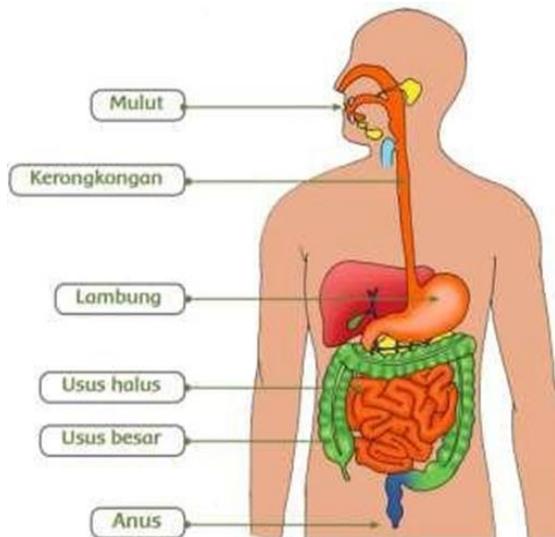
## BAB VIII SISTEM PENCERNAAN MANUSIA

### A. Pengertian Sistem Pencernaan Manusia

Sistem Pencernaan adalah sistem sempurna untuk mencerna makanan, sistem dari mulut sampai anus sudah tersusun sedemikian rupa sehingga manfaat dari makanan dapat terserap oleh tubuh manusia, energi dari proses ini dimanfaatkan untuk melakukan kegiatan kehidupan.

Tubuh memiliki sistem pencernaan yang terdiri dari rongga mulut, faring/kerongkongan, esofagus, lambung, usus halus, usus besar, rektum dan anus. Organ - Organ tersebut memiliki fungsi berbeda dalam mencerna makanan yang masuk ke dalam tubuh. Selain organ pencernaan tersebut, tubuh juga membutuhkan zat - zat yang dihasilkan oleh empedu , kelenjar air liur / ludah, serta pankreas untuk membantu mencerna makanan.

Sistem Pencernaan berfungsi untuk mengolah makanan menjadi sari makanan yang siap diserap tubuh. Zat makanan yang mengalami proses pencernaan adalah karbohidrat, protein, dan lemak. Sedangkan vitamin, mineral dan air langsung diserap dan digunakan oleh tubuh.



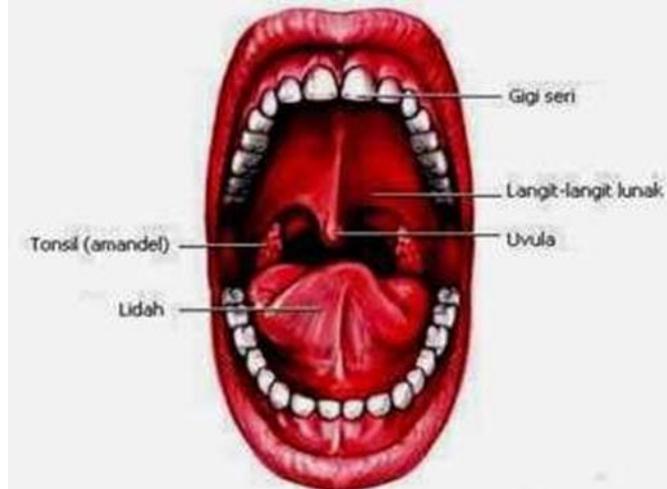
Gambar 23. Sistem Pencernaan Manusia

## B. Bagian - Bagian Sistem Pencernaan

### 1. Mulut

Mulut merupakan saluran pertama yang dilalui makanan. Pada rongga mulut, dilengkapi alat pencernaan dan kelenjar pencernaan untuk membantu pencernaan makanan.

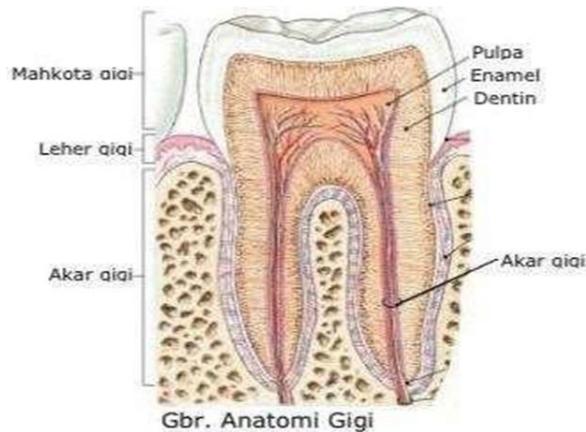
- a. Bagian dalam mulut dilapisi oleh selaput lendir & sel-sel epitel.
- b. Pada mulut terdapat : gigi, lidah, kelenjar saliva.
- c. Makanan di mulut akan didorong oleh lidah menuju faring.



Gambar 24. Mulut

#### 1) Gigi (Dentist)

- a) Gigi pertama terbentuk pada usia 6-8 bulan, kemudian bulan ke 8-12, bulan ke 12-16, bulan 16-20 dan akhirnya bulan ke 20-40.
- b) Gigi pada bayi disebut dentis deciduus atau gigi susu yang akan tanggal pada usia 6- 13 tahun dan diganti dengan gigi tetap (dentes permanentes).Gigi memiliki fungsi untuk memotong , mengoyak dan menggiling makanan menjadi partikel yang kecil - kecil . Berdasarkan fungsi lainnya:
  - Gigi seri (Incisors ) = untuk menggigit / memotong
  - Gigi taring (canine ) = untuk merobek / mengoyak
  - Gigi geraham (molars ) = untuk mengunyah / menggiling



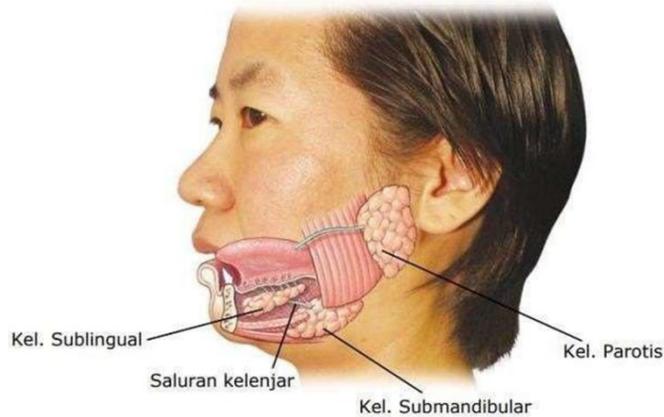
Gambar 25 Anatomi Gigi

## 2) Kelenjar Ludah

Ada 3 kelenjar ludah pada rongga mulut. Kelenjar ludah terdiri dari tiga bagian utama, yaitu :

- a) Kelenjar ludah bawah rahang (kelenjar sub maksilaris): kelenjar ini terdapat di bawah rahang atas bagian tengah, salurannya bernama duktus wartoni yang bermuara pada rongga mulut dekat frenulum lingua
- b) Kelenjar ludah bawah lidah (kelenjar sublingual): tdpt di bawah selaput lendir dasar rongga mulut, bermuara di dasar rongga mulut & dipersarafi oleh saraf otonom.
- c) Kelenjar parotis: terletak di bawah bagian depan telinga

Ketiga kelenjar ludah tersebut menghasilkan ludah setiap harinya sekitar 1 sampai 2,5 liter ludah. Kandungan ludah pada manusia adalah : air, mucus, enzim amilase, zat antibakteri, dll. Fungsi ludah adalah melumasi rongga mulut serta mencerna karbohidrat menjadi disakarida. kelenjar ludah juga berfungsi untuk melarutkan makanan, memudahkan pencernaan makanan, serta melindungi selaput mulut terhadap panas, dingin, asam, dan basa.



Gambar 26. kelenjar Ludah.

### 3) Lidah

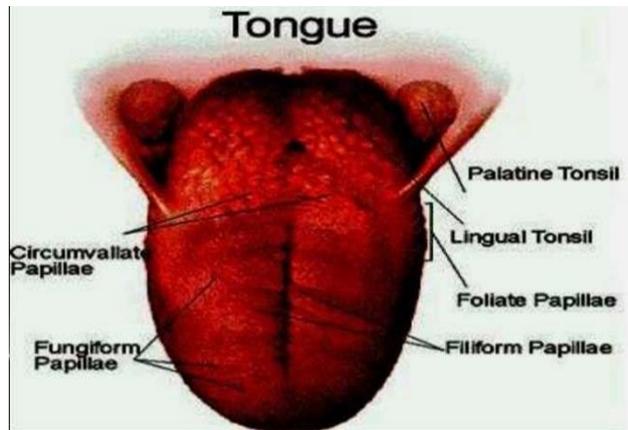
Lidah, terdiri dari otot rangka yang dikontrol secara voluntar, membentuk dasar rongga mulut, berperan dalam memandu makanan di dalam mulut sewaktu mengunyah dan menelan serta untuk berbicara, terdapat juga papil-papil pengecap.

Dilengkapi dengan mukosa lidah dan berperan dalam proses mekanisme pencernaan. Bagian-bagian lidah :

- a) Pangkal lidah (radiks lingua) : pada pangkal lidah terhadap anak lidah (epiglottis) yg berfungsi menutup jalan pernapasan pada waktu menelan, supaya makanan tidak masuk ke jalan pernapasan.
- b) badan lidah (dorsum linguae) : pada bagian ini terdapat puting-puting pengecap untuk menentukan rasa makanan (asam, manis, pahit, dan asin).
- c) Ujung lidah (apeks lingua) : membantu membalikkan makanan, proses berbicara, merasakan makanan & membantu proses menelan.

Papila pada permukaan lidah terdiri atas:

- a) papila filiformis: tersebar di seluruh permukaan lidah,
- b) papila fungiformis: terdapat pada tepi lidah bagian apeks,
- c) papila sirkumvalata: terdapat di depan sulcus terminalis lidah,
- d) papilla foliatea: tdpt di tepi samping posterior lidah.



Gambar 27. Lidah

## 2. Tenggorokan

Tenggorokan adalah saluran yang memiliki panjang kurang lebih 12 cm. Saluran ini menjalar dari belakang hidung hingga ke bagian kerongkongan. Bagian- bagian dari tenggorokan antara lain amandel, belakang lidah, dan langit-langit lunak. Tenggorokan juga termasuk bagian dari sistem pernapasan dan terhubung pada rongga hidung, membiarkan udara masuk melalui hidung menuju laring, trakea dan paru-paru. Tenggorokan berperan memastikan proses bernapas dan menelan berjalan dengan baik, sehingga makanan tidak akan memasuki trakea dan membuat tersedak.

### a. Faring

Faring adalah rongga di belakang tenggorokan. Rongga ini merupakan saluran bersama untuk

- 1) Sistem pencernaan (dengan berfungsi sebagai penghubung antara mulut dan esofagus untuk makanan).
- 2) Sistem pernafasan (menyediakan jalan antara rongga hidung dan trakea untuk udara).

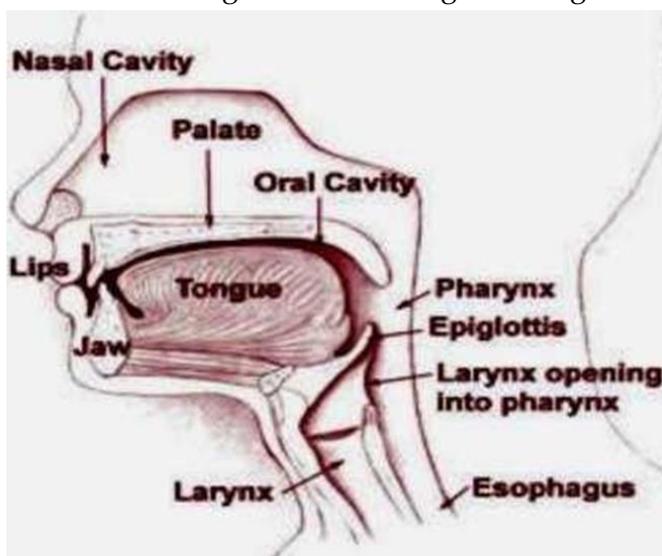
Di dalam dinding sisi faring terdapat tonsil, yaitu organ limfoid yang merupakan bagian dari sistem pertahanan tubuh. Makanan dari mulut akan melewati faring, kemudian masuk ke esofagus.

Bentuk Faring :

- 1) Berbentuk kerucut terdiri dari muskulo membranosa dan tersambung dengan esofagus dan trakea.
- 2) Terbagi menjadi pars nasalis, pars oralis dan pars laryngeal.
- 3) Faring laringeal adalah bagian terendah yang terdapat pada posterior.
- 4) Terdapat 7 lubang yaitu 2 lubang hidung, mulut, 2 tuba eustachius, laring dan esofagus.

Struktur Faring :

- 1) Tersusun atas lapisan mukosa, fibrosa dan otot.
- 2) Otot utama adalah otot konstriktor yang berkontraksi pada saat makanan masuk ke faring dan mendorong ke esofagus.



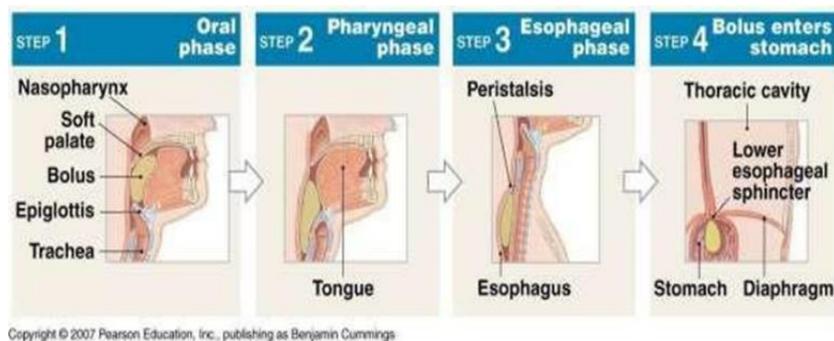
Gambar 28. Faring

b. Esofagus

- 1) Gerakan peristaltik dimulai dari faring, kemudian otot cricopharyngeus (otot berkontraksi), esofagus, lambung ; dengan 2-4 cm/dtk. Untuk sampai ke lambung butuh waktu 5-15 detik.
- 2) Peristalsis ; kontraksi otot polos yang bergerak secara progresif ke depan dengan gerakan mengosongkan, mendorong bolus di depan kontraksi.

- 3) Pendorong makanan melalui esofagus adalah proses aktif yang tidak mengandalkan gravitasi.
- 4) Gelombang peristalsis berlangsung sekitar 5-9 detik untuk mencapai ujung bawah esofagus (gelombang primer). Cairan dengan cepat turun ke sfingter akibat gravitasi.
- 5) Bila bolus berukuran besar dan lengket, serta tidak dapat terdorong ke lambung oleh gelombang peristalsis primer, bolus yang tertahan akan meregang esofagus dan memicu reseptor tekanan di dalam dinding esofagus, menimbulkan gelombang peristalsis kedua yang lebih kuat (gelombang peristalsis sekunder).
- 6) Peregangan esofagus juga meningkatkan sekresi air liur dengan bolus akan digerakkan ke depan melalui kombinasi lubrikasi air liur dan gelombang peristalsis sekunder.

Fungsi esophagus adalah menyalurkan makanan ke lambung. Agar makanan dapat berjalan sepanjang esophagus, terdapat Gerakan :



Gambar 29. Fungsi Esofagus

### 3. Lambung

Lambung adalah kelanjutan dari esophagus, berbentuk seperti kantung. Lambung dapat menampung makanan 1 liter hingga mencapai 2 liter. Dinding lambung disusun oleh otot-otot polos yang berfungsi menggerus makanan secara mekanik melalui kontraksi otot-otot tersebut. Terletak di daerah epigastrium dan sebagian di sebelah kiri hipokondrik dan umbilikal. Bagian atas disebut fundus dan bagian

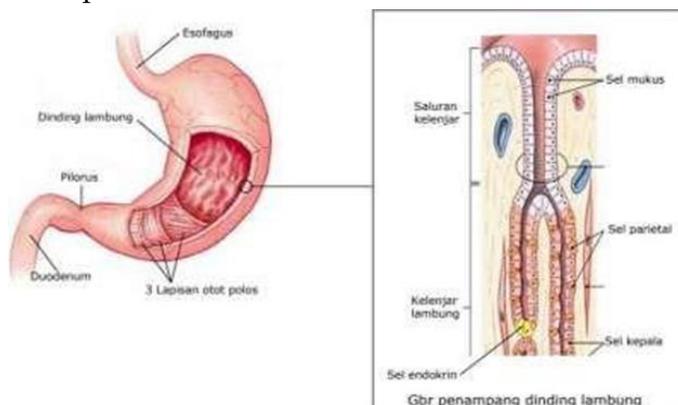
bawah disebut antrum pilorus. Berhubungan dengan esofagus melalui sfingter kardia dan duodenum melalui sphincter pyloric.

Struktur Lambung :

- a. Lapisan peritoneal yang merupakan lapisan serosa
- b. Lapisan otot
  - 1) Lapisan longitudinal yg bersambung dgn esofagus
  - 2) Lapisan sirkuler yg paling tebal dan terletak di pilorik membentuk sfingter.
  - 3) Lapisan oblik yg terdapat pada bagian fundus dan berjalan mulai dari orifisium kardiak, membelok ke bawah melalui kurvatura minor.
- c. Lapisan submukosa terdiri dari jaringan areolar yg banyak mengandung pembuluh darah dan limfe.
- d. Lapisan mukosa berbentuk rugae (kerutan), dilapisi epitelium silindris yang mensekresi mukus.

Kelenjar Pada Lambung :

- 1) Glandula cardiaca Menghasilkan mukus
- 2) Glandula gastricae Menghasilkan pepsin dan asam lambung (HCl)
- 3) Glandula pyloricae Menghasilkan hormone Pencernaan pada Lambung :
  - a) Terjadi gerakan pada lambung yg berfungsi mencampur makanan dgn sekret lambung & mengosongkan makanan.
  - b) Makanan bercampur dengan sekret lambung menjadi chyme.
  - c) Sekresi lambung : mukus, asam lambung, tripsin, lipase, amilase & protease.



Gambar 30. Lambung

a. Otot sfingter Atas

Sfingter yaitu otot berbentuk cincin yang dapat membuka dan menutup. Otot ini berfungsi mencegah makanan, udara, dan asam lambung bergerak ke arah sebaliknya. Bagian dari lambung ini juga berfungsi mencegah kim yang sudah menuju ke usus halus agar tidak bergerak kembali ke lambung. Fungsi sfingter atas adalah mencegah makanan bergerak kembali ke mulut.

b. Fundus

Fundus adalah area lambung yang terletak di sebelah kiri kardiak dan di bawah diafragma. Sel pada bagian fundus menghasilkan zat pepsinogen yang akan diubah menjadi enzim pepsin untuk mencerna protein di dalam makanan. Fundus adalah bagian atas yang ada di lambung. Berbentuk melengkung, Makanan yang sudah melewati bagian kardiak akan bergerak masuk menuju fundus. Pada bagian ini, makanan akan mengalami proses pencernaan.

c. Badan Lambung

Badan lambung adalah salah satu bagian lambung yang memiliki fungsi paling penting. Hal tersebut karena badan lambung adalah tempat untuk proses pencernaan makanan. Selain itu, di dalam badan lambung makanan akan dicampur dengan enzim-enzim. Di badan lambung pula terjadinya proses makanan yang akan di bagi menjadi bagian-bagian kecil yang dinamai dengan kim. Di dalam badan lambung, makanan yang masuk melalui kerongkongan akan mulai diproses dan dicerna. Tak hanya itu, asam lambung yang berfungsi untuk memecah makanan juga diproduksi pada bagian ini.

d. Pylorus

Pylorus adalah bagian akhir lambung yang terhubung dengan usus halus. Bagian lambung ini memiliki katup yang berfungsi mencegah makanan dalam usus dua belas jari masuk kembali ke lambung. Dinding lambung terdiri dari beberapa lapisan penyusun, antara lain:

- 1) Mukosa, yaitu lapisan terdalam lambung di mana cairan lambung dan enzim pencernaan diproduksi
- 2) Submukosa, yaitu lapisan lambung di atas mukosa yang memiliki banyak pembuluh darah, kelenjar getah bening, dan saraf

- 3) Propria muskularis, yaitu lapisan ketiga lambung yang terdiri dari jaringan otot untuk membantu proses pencernaan makanan dalam lambung
- 4) Serosa, yaitu membran berserat yang menutupi bagian luar lambung

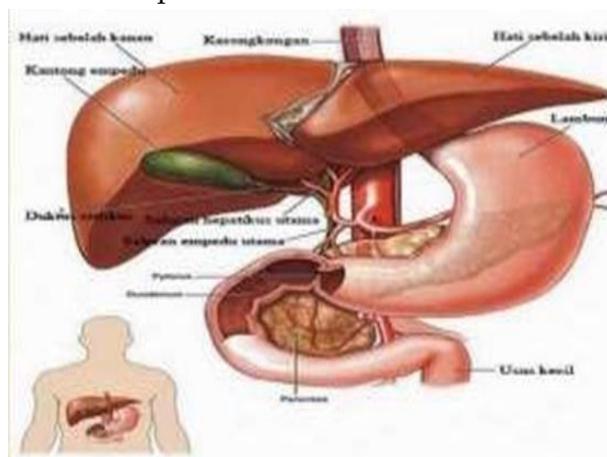
Pylorus terdiri dari beberapa bagian. Diantaranya seperti sfingter pylorus. Sfingter pylorus adalah sebuah otot yang berbentuk seperti cincin. Bagian ini bekerja sebagai katup, sama seperti sfingter kardiak.

Fungsi dari sfingter pylorus adalah untuk mengatur keluarnya kim dari lambung. Kim akan keluar dari lambung dan menuju bagian awal usus halus atau duodenum. Bagian ini memiliki fungsi untuk mencegah kim yang sudah menuju ke usus halus. Pencegahan dilakukan supaya kim tidak bergerak kembali lagi ke lambung.

e. Otot sfingter Bawah

Sfingter esofagus bawah terletak pada pertemuan antara kerongkongan dan bagian atas lambung. Saat Anda tidak sedang menelan, sfingter esofagus bawah akan menutup agar isi lambung tidak naik menuju kerongkongan. sfingter esofagus (esophagus sphincter), yang terletak di bagian bawah dan mengelilingi esofagus tepat di atas pintu masuk menuju lambung. Otot sfingter ini biasanya berfungsi untuk membuka dan menutup kerongkongan sesuai kebutuhan.

#### 4. Pankreas, Hati Dan Empedu



Gambar 31. Pankreas, Hati, Empedu

a. Pankreas

Pankreas adalah sekumpulan kelenjar yg strukturnya sangat mirip dengan kelenjar ludah, panjang kira-kira 15 cm mulai dari duodenum sampai ke limfa.

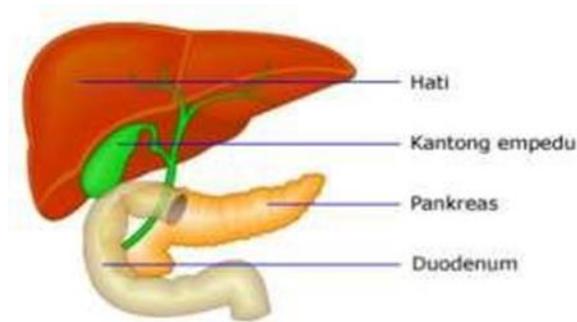
- 1) Kepala Pankreas, Terletak di sebelah kanan rongga abdomen dan di dalam lekukan duodenum yang melingkarnya.
- 2) Badan Pankreas, Merupakan bagian utama dari organ ini letaknya di belakang lambung dan di depan vertebra lumbalis pertama.
- 3) Ekor Pankreas, Bagian runcing di sebelah kiri yang sebenarnya menyentuh limpa.

Fungsi Pankreas :

- 1) Fungsi Eksokrin, membentuk getah pankreas yang berisi enzim dan elektrolit
- 2) Fungsi Endokrin, sekelompok kecil sel epitelium yang terbentuk pulau- pulau kecil atau pulau langerhans, yang bersama-sama membentuk organ endokrin yang mensekresikan insulin.
- 3) Fungsi sekresi eksternal, cairan pankreas dialirkan ke duodenum yang berguna untuk proses pencernaan makanan di intestinum.
- 4) Fungsi Sekresi Internal sekresi yang dihasilkan oleh pulau-pulau langerhans sendiri langsung dialirkan kedalam peredaran darah, sekresi disebut hormon insulin dan hormon glukagon. Hormon tersebut dibawa ke jaringan untuk membantu metabolisme karbohidrat.

Dalam pankreas terdapat duktus pankreatikus yang membentuk saluran ke duodenum hormon yang dihasilkan pankreas :

- 1) Insulin, yang berfungsi menurunkan kadar gula dalam darah
- 2) Glukagon, yang berfungsi menaikkan kadar gula dalam darah
- 3) Somatostatin, yang berfungsi menghalangi pelepasan kedua hormon lainnya (insulin dan glukagon).



Gambar 32. Pankreas, Hati dan Empedu

b. Hati

Hati adalah organ dalam tubuh yang terbesar. Hati melakukan fungsi penting dalam banyak proses, termasuk metabolisme, detoksifikasi, pencernaan dan kekebalan. letaknya di bagian atas dalam rongga abdomen dibawah diafragma.

Fungsi Hati :

- 1) Mengubah Zat makan yang akan diabsorpsi dari usus dan disimpan di suatu tempat dalam tubuh, dikeluarkan dengan pemakaiannya dalam jaringan.
- 2) Mengubah zat buangan dan bahan racun untuk diekskresikan dalam empedu dan urine
- 3) Menghasilkan enzim glikogenik glukosa menjadi glikogen
- 4) Sekresi Empedu, garam empedu dibuat dihati, dibentuk dalam sistem retikuloendotelial, dialirkan ke empedu
- 5) Pembentukan ureum, hati menerima asam amino diubah menjadi ureum, dikeluarkan dari darah oleh ginjal dalam bentuk urine
- 6) Menyiapkan lemak untuk pemecahan terakhir asam karbonat dan air.

c. Empedu

Sebuah kantong berbentuk terong dan merupakan membran berotot, letaknya dalam sebuah lobus di sebelah permukaan bawah hati sampai pinggir depannya dgn panjang 8-12cm. Dalam kantong empedu terdapat duktus sistikus yang berhubungan dengan duktus hepaticus yang membentuk saluran empedu ke duodenum. Sterkobilin memberi warna feses, dan yang memberi warna urine

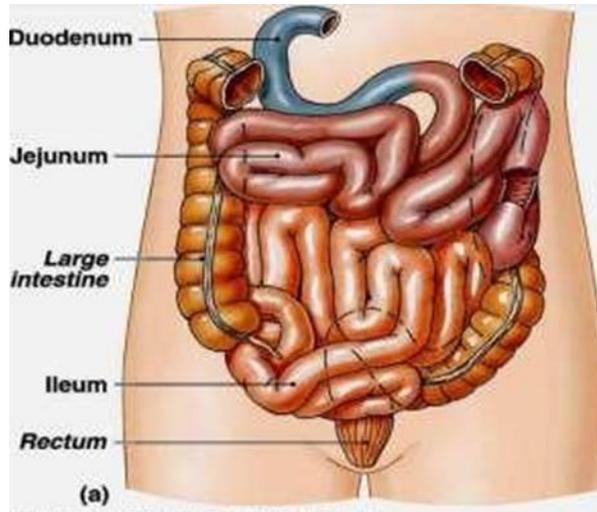
adalah Urobilin. Komposisi utama empedu adalah kolesterol, lesitin, bilirubin dan garam empedu merupakan asam empedu yang berkonjugasi dengan natrium dan kalium.

Fungsi Kantung Empedu :

- 1) Tempat memekatkan empedu yang diproduksi oleh hati yang disalurkan melalui kanalikuli bilier, duktus biliaris, duktus hepatica dan duktus sistikus
- 2) Berperan pada pencernaan dan absorpsi lemak, dan vitamin larut lemak.
- 3) Garam empedu berperan sebagai deterjen makanan sehingga memudahkan kerja enzim lipase untuk menghidrolisis lemak membentuk misel.

#### 5. Usus Halus

Merupakan lanjutan lambung yang terbentang mulai pilorik sampai ileosekal dengan panjang + 7 m. Menempati sebagian besar rongga abdomen terletak di bawah lambung dan hati. Terdapat ductus choledocus dan ductus pancreaticus. Terdiri dari duodenum, jejunum dan ileum.



Gambar 33. Usus Halus

Struktur Usus Halus:

- a. Lapisan mukosa Sangat luas karena terdapat lipatan2 mukosa dan vili serta mikrovili yang memudahkan terjadinya absorpsi.
- b. Lapisan submukosa Terdiri dari anyaman pembuluh darah dan saraf (pleksus submukosa meissner)
- c. Lapisan otot Terdiri dari lapisan otot longitudinal dan sirkuler.

Lapisan serosa Anatomi Usus Halus :

- a. Lapisan mukosa Sangat luas karena terdapat lipatan-lipatan mukosa dan vili serta mikrovili yang memudahkan terjadinya absorpsi.
- b. Lapisan submukosa Terdiri dari anyaman pembuluh darah dan saraf (pleksus submukosa meissner)
- c. Lapisan otot (muskularis) Terdiri dari lapisan otot longitudinal dan sirkuler.
- d. Lapisan serosa

Dua fungsi utamanya adalah :

- a. Pencernaan, yaitu proses pemecahan makanan menjadi bentuk yang dapat tercerna melalui kerja berbagai enzim dalam saluran GI. Pencernaan dimulai dari mulut dan lambung oleh kerja ptialin, HCl, pepsin, mukus, renin dan lipase lambung. Kemudian di duodenum oleh enzim-enzim pankreas yang menghidrolisis KH, lemak dan protein menjadi zat-zat yang sederhana.
- b. Absorpsi zat gizi dan air yang terdapat dalam makanan yang masuk dalam tubuh yaitu pemindahan hasil-hasil akhir pencernaan KH, lemak, protein, air, elektrolit dan vitamin melalui dinding usus ke dalam sirkulasi darah dan limfe untuk digunakan oleh sel sel tubuh.

Pencernaan pada Usus Halus :

Pencernaan makanan secara kimiawi pada usus halus terjadi pada suasana basa. Prosesnya sebagai berikut :

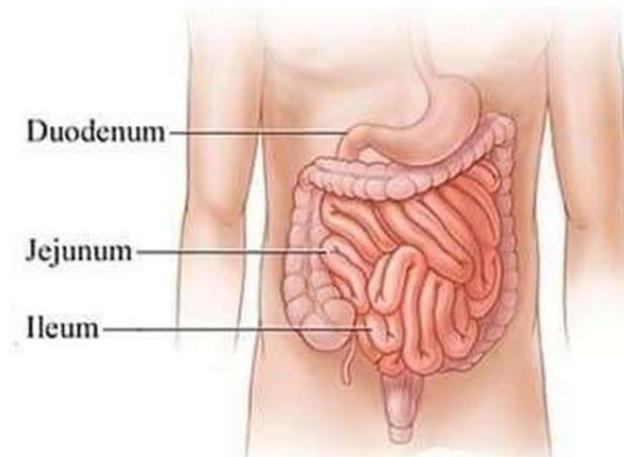
- a. Makanan yang berasal dari lambung dan bersuasana asam akan dinetralkan oleh bikarbonat dari pankreas.
- b. Makanan yang kini berada di usus halus kemudian dicerna sesuai kandungan zatnya.

- 1) Makanan dari kelompok karbohidrat akan dicerna oleh amylase pancreas menjadi disakarida.
  - 2) Disakarida kemudian diuraikan oleh disakaridase menjadi monosakarida, yaitu glukosa.
  - 3) Glukosa hasil pencernaan kemudian diserap usus halus, dan diedarkan ke seluruh tubuh oleh peredaran darah.
- c. Makanan dari kelompok protein setelah dilambung dicerna menjadi pepton, maka pepton akan diuraikan oleh enzim tripsin, kimotripsin, dan erepsin menjadi asam amino. Asam amino kemudian diserap usus dan diedarkan ke seluruh tubuh oleh peredaran darah.
- d. Makanan dari kelompok lemak, pertama-tama akan dilarutkan (demulsifikasi) oleh cairan empedu yang dihasilkan hati menjadi butiran-butiran lemak (droplet lemak). Droplet lemak kemudian diuraikan oleh enzim lipase menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak dan gliserol kemudian diserap usus dan diedarkan menuju jantung oleh pembuluh limfe.

Pergerakan Makanan Pada Usus :

- a. Terdiri dari otot sirkuler & longitudinal.
- b. Dipersarafi oleh sistem saraf enterik (pleksus auerbach) & pleksus submukosa (pleksus meissner).
- c. Terdiri dari gerakan segmental & peristaltik.

<b>SENYAWA KIMIA</b>	<b>FUNGSI</b>
Disaccharidase	Menguraikan disakarida menjadi monosakarida
Erepsinogen	Erepsin yang belum aktif yang akan diubah menjadi erepsin. Erepsin mengubah pepton menjadi asam amino
Hormon Sekretin	Merangsang kelenjar pankreas mengeluarkan senyawa kimia yang dihasilkan ke usus halus
Hormon CCK (Kolesistokinin)	Merangsang hati untuk mengeluarkan cairan empedu ke dalam usus halus



Gambar 34. Usus Halus

### 1) Duodenum

Duodenum berbentuk melengkung seperti huruf C, letaknya dekat dengan caput pankreas dan berada di atas umbilicus. Panjangnya sekitar 20-25 cm dan memiliki lumen paling lebar dibanding bagian lainnya. Duodenum berfungsi untuk mengambil makanan yang sudah setengah dicerna dari perut melalui pilorus (katup yang membuka dan menutup yang memungkinkan makanan lewat dari perut ke usus halus) dan melanjutkan proses pencernaan. Duodenum dibagi menjadi 4 bagian :

- a) Pars superior : bagian ini terletak pada ostium pyloricum gaster sampai collum vesicae fellea dan sering disebut sebagai ampulla.
- b) Pars descendens : bagian ini terletak pada collum vesicae fellea sampai ke tepi bawah vertebra L3 , pada pars descendens terdapat papilla duodeni major dan papilla duodeni minor. Papilla duodeni major merupakan pintu masuk ductus pancreaticus dan ductus choledochus, sedangkan pada papilla duodeni minor merupakan pintu masuk ductus pancreaticus accessorius.
- c) Pars inferior : bagian ini merupakan bagian terpanjang dan menyilang pada vena cava inferior, aorta dan columna vertebralis.

d) Pars ascendens : bagian ini diperkirakan berjalan di sisi kiri atau naik dari aorta sampai tepi atas vertebra L2 dan berakhir menjadi flexura duodenojejunalis.

## 2) Jejunum

Jejunum merupakan bagian kedua dari usus halus, dimulai dari flexura duodenojejunalis dimana traktus gastrointestinal kembali menjadi intraperitoneal. Sebagian besar jejunum berada di kuadran kiri atas abdomen dan lebih besar diameternya serta memiliki dinding yang lebih tebal dibandingkan ileum. Lapisan bagian dalam mukosa jejunum ditandai dengan adanya banyak lipatan menonjol yang mengelilingi lumennya (plicae circulares). Karakteristik unik jejunum adalah adanya arcade arteriae yang kurang jelas dan vasa recta yang lebih panjang dibandingkan dengan yang ada di ileum.

Pada jejunum, nutrisi yang diserap jaringan epitel akan dialirkan keseluruh tubuh dengan bantuan transportasi aktif dan pasif. Untuk peptida kecil, asam amino, vitamin dan glukosa akan diangkut secara aktif sedangkan fruktosa diangkut melalui transportasi pasif.

Meskipun sekilas tidak ada perbedaan dari sisi eksternalnya, namun lapisan dalam jejunum ternyata lebih tebal dibanding ileum. Hal ini membuat jejunum mendapat suplai darah lebih banyak sehingga terlihat kemerahan. Selain itu, lapisan mukosa bagian dalam nya memiliki lipatan menonjol yang khas yang disebut plica circularis yang mengelilingi rongga dalamnya.

Fungsi utama jejunum adalah menyerap gula, asam amino, dan asam lemak. Setelah zat - zat gizi ini diserap seluruhnya, makanan yang telah dicerna akan bergerak menuju bagian akhir usus halus yang disebut ileum.

## 3) Ileum

Ileum merupakan bagian ketiga dari usus halus yang akan berakhir pada ileocecal junction. Dibandingkan dengan jejunum, ileum memiliki dinding yang lebih tipis, lipatan-lipatan mukosa (plicae circulares) yang lebih sedikit dan kurang menonjol, vasa

recta yang lebih pendek, lemak mesenterium lebih banyak, dan lebih banyak arcade arteriae.

Terletak 3/5 bagian distal, memiliki dinding yang lebih tipis, plicae circulares yang kurang menonjol dan lebih sedikit, terdapat banyak arteriae arcade dan lemak mesenterium. Ileum akan bermuara di usus besar, yang merupakan tempat pertemuan sekum dan colon ascendens. Tempat tersebut dikelilingi 2 lipatan yang menonjol ke dalam usus besar yang disebut plica ileocaecalis.

Fungsi dari ileum tidak berbeda jauh dengan jejunum, yaitu melanjutkan proses penyerapan nutrisi ke dalam aliran darah. Ileum memiliki ujung dari bagian usus kecil yang terbuka dan terhubung dengan usus besar. Memang, ileum merupakan bagian akhir dari usus halus yang berperan sebagai penghubung dan melanjutkan makanan yang sudah dicerna ke dalam usus besar. Bagian ini merupakan akhir dari saluran pencernaan. Di usus besar, terjadi pemisahan zat sisa makanan serta pembentukan feses. Nantinya, sisa makanan itu akan dikeluarkan dari tubuh.

Fungsi utama dari bagian akhir usus halus adalah menyerap zat-zat gizi yang belum terserap oleh duodenum atau jejunum. Zat yang umumnya diserap oleh ileum yaitu vitamin B12 dan garam empedu yang akan didaur ulang menjadi cairan empedu.

## 6. Usus Besar

Merupakan lanjutan usus halus berbentuk "U" terbalik terdiri dari apendiks vermiformis, colon ascendens, colon transversum, colon descendens, colon sigmoid dan rectum. Panjangnya sekitar 140 cm mulai dari valvula ileosekal sampai anus.

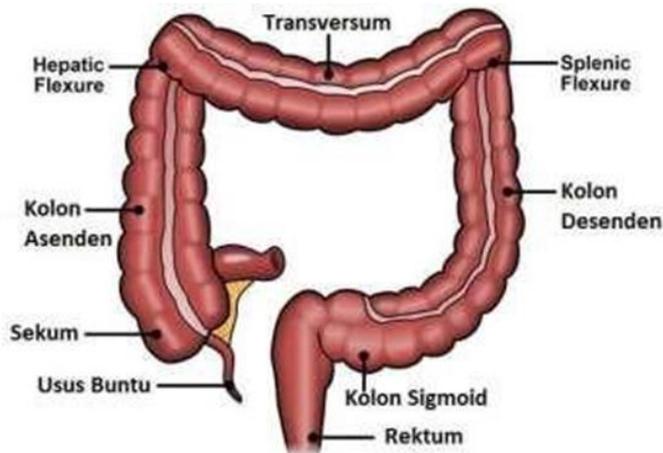
Usus besar secara umum terdiri dari ; sekum, kolon dan rektum. Usus besar memiliki fungsi yang terpenting adalah absorpsi air dan elektrolit. Kapasitas absorpsi kolon adalah 1500 - 2000 ml, bila jumlah ini dilampaui akibat pengiriman air yang berlebihan dari ileum akan terjadi diare. Sejumlah kecil pencernaan dalam usus besar terutama disebabkan oleh bakteri dan bukan oleh kerja enzim. Bakteri dalam usus besar mensintesis vitamin K dan beberapa vitamin B, selain itu juga terjadi fermentasi bakteri beberapa karbohidrat dalam kolon. Sekitar 1000 ml flatus (kebanyakan dari udara yang tertelan)

dikeluarkan setiap hari. Usus besar dibagi menjadi 3 daerah, yaitu : Kolon asenden, Kolon Transversum, dan Kolon desenden.

Pencernaan pada Usus Besar :

- a. Terjadi reabsorpsi air & elektrolit dari bahan feses.
- b. Feses bergerak ke rektum karena kontraksi haustral & mass movement.
- c. Proses defekasi. Ciri khas gerakan usus besar adalah pengadukan haustral. Gerakan meremas yang tidak progresif ini menyebabkan isi usus bergerak bolak-balik, sehingga memberikan waktu untuk terjadinya absorpsi. Peristalsis mendorong feses ke dalam rektum dan menyebabkan peregangan dinding rektum dan aktivasi refleks defekasi.

Fungsi usus besar ini juga sangat penting bagi proses pencernaan manusia. Usus besar berperanan untuk mengeluarkan zat sisa makanan yang sudah dicerna. Usus besar juga membantu penyerapan cairan dan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh.



Gambar 35. Usus Besar

### 1) Umbai cacing

Menurut Martin (2012), umbai cacing merupakan organ yang berfungsi hanya sebagai tempat sel-sel darah putih berkembang. Hal ini juga tentunya ada kaitannya dengan ditemukannya lapisan submukosa yang mengandung pembuluh limfatik di dalamnya.

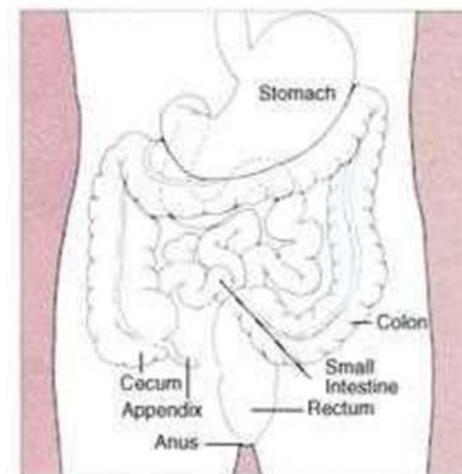
Lapisan terakhir yang menyusun umbai cacing pada kelinci yaitu lapisan serosa.

Umbai cacing atau apendiks yaitu organ tambahan pada usus buntu. Infeksi pada organ ini disebut apendisitis atau radang umbai cacing. Apendisitis yang parah mampu mengakibatkan apendiks pecah dan membentuk nanah di dalam rongga abdomen atau peritonitis (infeksi rongga abdomen).

Dalam anatomi manusia, umbai cacing atau dalam bahasa Inggris, vermiform appendix (atau hanya appendix) yaitu hujung buntu tabung yang menyambung dengan caecum.

Umbai cacing terbentuk dari caecum pada tahap embrio. Dalam orang dewasa, Umbai cacing berukuran sekitar 10 cm tetapi mampu bervariasi dari 2 sampai 20 cm. Walaupun lokasi apendiks selalu tetap, lokasi ujung umbai cacing mampu berbeda - mampu di retrocaecal atau di pinggang (pelvis) yang jelas tetap terletak di peritoneum. Banyak orang percaya umbai cacing tidak berguna dan organ vestigial (sisihan), sebagian lainnya percaya bahwa apendiks hadir fungsi dalam sistem limfatik.

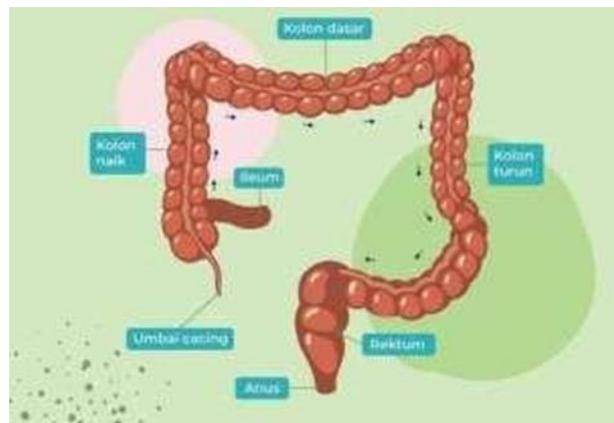
Fungsi umbai cacing adalah tempat penyimpanan bakteri baik yang membantu proses pencernaan makanan. Tidak hanya itu, umbai cacing juga menghasilkan zat anti kuman yang membantu tubuh melawan kuman penyakit



Gambar 36. Umbai Cacing

## 2) Kolon Naik

merupakan bagian usus besar yang mengarah ke atas dan berbatasan langsung dengan usus halus. Kolon asenden berarti usus besar yang menaik. Kolon asenden merupakan bagian paling besar dari usus besar. Letaknya berada di dasar perut kanan bawah dan ujungnya berakhir di samping hati. bagian awal yang akan dilewati oleh sisa pencernaan dari usus kecil, terletak di sisi kanan tubuh, memanjang dari sekum ke atas. Kolon Asenden merupakan kolon yang berbentuk vertikal dan memanjang ke atas dimulai dari dasar perut (kanan) sampai ke hati. Kolon asenden merupakan bagian awal dari usus besar. Berbeda dengan sekum, Fungsi utama dari kolon asenden adalah untuk menyerap makanan yang belum terserap di usus halus. Untuk fungsi kolon ascenden ialah untuk menyerap nutrisi yang belum terserap usus halus, menyerap air, dan memadatkan feses.



Gambar 37. Usus Besar

## 3) Kolon Dasar (Kolon Tranversum)

Kolon tranversum merupakan lanjutan dari kolon asenden dengan bentuk horizontal. Kolon tranversum melekat pada perut, jaringan yang bertugas untuk menopang perlekatan ini disebut jaringan omentum. Kolon transversum berarti usus besar yang melintang horizontal dari kanan ke kiri. Bagian yang lokasinya membentang dari sisi kanan ke kiri perut ini masih terhubung langsung dengan kolon asenden. Kolon transversum juga

merupakan bagian usus besar yang langsung menempel dengan perut karena direkatkan oleh jaringan omentum.

kolon bagian atas, terletak mendatar dan membentang dari sisi kanan ke sisi kiri rongga perut, Kolon tranversum melekat pada perut, jaringan yang bertugas untuk menopang perlekatan ini disebut jaringan omentum. Fungsi utama dari kolon tranversum adalah untuk menyempurnakan penyerapan nutrisi dari makanan dan membantu memadatkan feses.

#### 4) Kolon Turun (Kolon Desenden)

Terletak di sisi kiri usus besar, memanjang dari lengkung di limpa ke bagian kolon sigmoid, Kolon desenden berarti usus besar yang menurun. Setelah makanan melewati kolon transversum, makanan akan diteruskan ke kolon desenden yang letaknya di sisi perut sebelah kiri. Bagian kolon ini bertugas menampung feses sementara sebelum diteruskan ke bagian rektum. Kolon Desenden merupakan lanjutan dari kolon tranversum yang bergerak memanjang ke bawah dan berakhir di kolon sigmoid.

Kolon desenden berfungsi sebagai tempat penampungan feses sementara dan membantu menyesuaikan kepadatan feses. Kolon ini bertugas menampung feses sementara sebelum diteruskan ke bagian rektum.

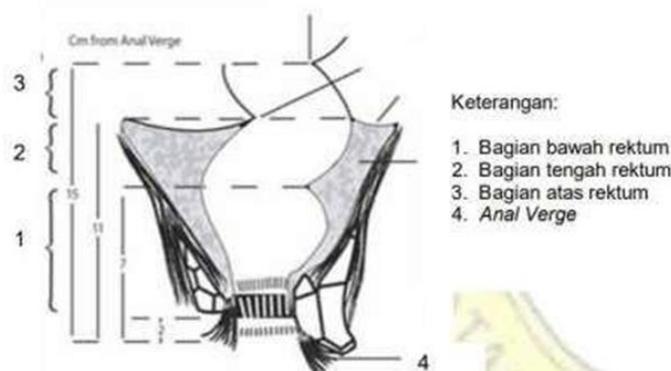
#### 5) Rektum

Rektum merupakan sebuah saluran yang berawal dari ujung usus besar dan berakhir di anus. Rektum berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara feses. Biasanya rektum akan kosong karena tinja disimpan di tempat yang lebih tinggi, yaitu pada kolon desendens. Jika kolon desendens penuh dan tinja masuk ke dalam rektum, maka timbul keinginan untuk buang air besar (defekasi). Mengembangnya dinding rektum karena penumpukan material di dalam rektum akan memicu sistem syaraf yang menimbulkan keinginan untuk melakukan defekasi. Jika defekasi tidak terjadi, seringkali material akan dikembalikan ke usus besar, dimana penyerapan air akan kembali dilakukan.

Panjang rektum sekitar 15-20cm dan berbentuk-S. Mula-mula rektum mengikuti kecembungan os sacrum, flexura sacralis, lalu memutar ke belakang setinggi os coccygis dan berjalan melalui dasar pelvis, flexura perinealis. Akhirnya rektum menjadi canalis analis dan berakhir pada anus. Sepertiga atas rektum merupakan bagian yang sangat lebar yaitu ampulla recti. Jika ampulla terisi maka timbul perasaan ingin defekasi.

Rektum merupakan bagian distal dari usus besar yang dimulai dari setinggi corpus sacralis tiga (Tortora dan Derrickson, 2009). Rektum dibagi menjadi 3 bagian diantaranya yaitu :

- a) Rektum bagian bawah, yaitu sepanjang 3 - 6 cm dari anal verge
- b) Rektum bagian tengah, yaitu sepanjang 6 - 10 cm dari anal verge
- c) Rektum bagian atas, yaitu sepanjang sekitar 10 - 15 cm dari anal verge, umumnya rektum mencapai batas atasnya sekitar 12 cm dari anal verge.



Gambar 38. Rektum

Sepertiga atas rektum dikelilingi oleh peritoneum pada permukaan anterior dan lateralnya. Lokasi dari tumor rektum umumnya diidentifikasi berdasarkan jarak dari anal verge, linea dentata, atau cincin anorektal ke bagian distal tumor. Dalam menentukan perluasan tumor primer pada rektum, sangatlah penting untuk mengetahui lapisan-lapisan dindingnya. Lapisan dinding rektum dari lumen ke arah luar yaitu sebagai berikut : mukosa, lamina propria, muskularis mukosa, submukosa, muskularis propia yang terdiri dari otot sirkuler dan otot longitudinal dan serosa. Berikut adalah beberapa fungsi rektum :

- a) Menerima feses dari usus besar.
- b) Sebagai tempat penyimpanan sementara feses. Dinding rektum elastis sehingga bisa menampung cukup banyak feses.
- c) Memberi perasaan ingin buang air besar (defekasi).
- d) Membantu feses keluar dengan gerak peristaltik.
- e) Mendorong kembali feses ke usus besar jika feses tak kunjung dikeluarkan. Ini berbahaya karena bisa membuat feses mengeras akibat airnya kembali diserap usus besar.
- f) Menahan feses agar tidak keluar secara tiba-tiba.

#### 6) Anus

Bagian terakhir dari usus besar yaitu anus. Organ ini adalah kanal sepanjang 2 inci yang terdiri dari otot dasar panggul dan dua sfingter anal (internal dan eksternal). Lapisan anus atas mampu mendeteksi isi rektal. Ketika rektum sudah penuh dan tinja siap dikeluarkan, maka anus akan mengeluarkan kotoran tersebut. Keinginan mengeluarkan kotoran ditandai dengan rasa mulas dan dorongan untuk buang air besar. Tinja atau kotoran akan dikeluarkan melalui anus dan ditandai dengan sensasi mulas serta dorongan untuk buang air besar. Dalam kondisi normal, proses pengolahan dan pencernaan makanan membutuhkan waktu sampai akhirnya menjadi tinja dan bisa dikeluarkan dari tubuh.

Anatomi Anus :

Anus adalah bukaan ke saluran gastrointestinal (GI) bagian bawah dan terhubung ke rektum, yang terhubung ke usus besar, yang jika kita kembali mundur, akan menghubungkan ke usus kecil, lalu ke perut, kerongkongan, dan terakhir mulut. Anus memiliki panjang sekitar 2 hingga 3 inci dan terdiri dari sel jenis kulit yang juga dikenal sebagai sel skuamosa.

Terdapat dua otot sfingter yang ada pada anus, yaitu otot sfingter internal, yang dapat dirasakan sebagai cincin otot, yang di luarnya terdapat rektum; dan otot sfingter eksternal. Bagian atas anus, atau bagian yang menghubungkan ke rektum, dikenal sebagai persimpangan skuamokolumnar. Di sinilah sel epitel kolumnar atau kelenjar dari rektum bertransisi ke sel skuamosa anus. Perbatasan ini agak tidak teratur dan dinamis artinya dapat dilihat sebagai tepi

bergelombang yang berfluktuasi, bila dilihat selama anoskopi resolusi tinggi (HRA) setelah aplikasi asam asetat 3% (cuka).

Ada garis yang terlihat bergerigi yang juga dikenal sebagai garis dentate, yang dapat dilihat dengan mata dan berada tepat di bawah persimpangan skuamokolumnar atau ke arah luar. Ini diikuti oleh lubang anus, yang mengarah ke ambang anus, yang merupakan persimpangan di luar anus kulit bantalan rambut dan non-bantalan rambut, mirip dengan persimpangan bibir mulut dengan kulit muka.

Fungsi Anus :

Anus adalah ujung saluran gastrointestinal (GI). Saat rektum penuh, tubuh merasakan keinginan untuk buang air besar. Sfingter ani bagian dalam mengendur dan mendorong tinja dari rektum ke dalam saluran anus. Setelah sfingter anal eksternal mengendur, tinja didorong keluar dari tubuh melalui anus. Lebih tepatnya fungsi anus adalah tempat keluarnya feses yg dibuang dari tubuh melalui proses defekasi (buang air besar BAB), yang merupakan fungsi utama anus.

Proses Defekasi :

Fungsi anus yang pertama adalah untuk melakukan proses defekasi. Defekasi adalah proses di mana tubuh membuang kotoran sisa pencernaan dalam bentuk feses. Defekasi terjadi akibat adanya reaksi otot pada dinding rektum yang dipengaruhi oleh sistem saraf, otot yang bereaksi tersebut adalah otot sfingter.

## BAB VIII SISTEM PERNAFASAN PADA MANUSIA

### A. Pengertian Sistem Pernapasan Manusia

Respirasi atau pernapasan merupakan pertukaran Oksigen ( $O_2$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ) antara sel-sel tubuh serta lingkungan. Semua sel mengambil Oksigen yang akan digunakan dalam bereaksi dengan senyawa-senyawa sederhana dalam mitokondria sel untuk menghasilkan senyawa-senyawa kaya energi, air dan karbondioksida. Jadi, pernapasan juga dapat di artikan sebagai proses untuk menghasilkan energi. Pernapasan dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Pernapasan Eksternal (luar) yaitu proses bernapas atau pengambilan Oksigen dan pengeluaran Karbondioksida serta uap air antara organisme dan lingkungannya.
2. Pernapasan Internal (dalam) atau respirasi sel terjadi di dalam sel yaitu sitoplasma dan mitokondria.

Sistem pernapasan terdiri atas saluran atau organ yang berhubungan dengan pernapasan. Oksigen dari udara diambil dan dimasukkan ke darah, kemudian di angkut ke jaringan. Karbondioksida ( $CO_2$ ) di angkut oleh darah dari jaringan tubuh ke paru-paru dan dihembuskan ke luar udara.

### B. Fungsi Sistem Pernapasan

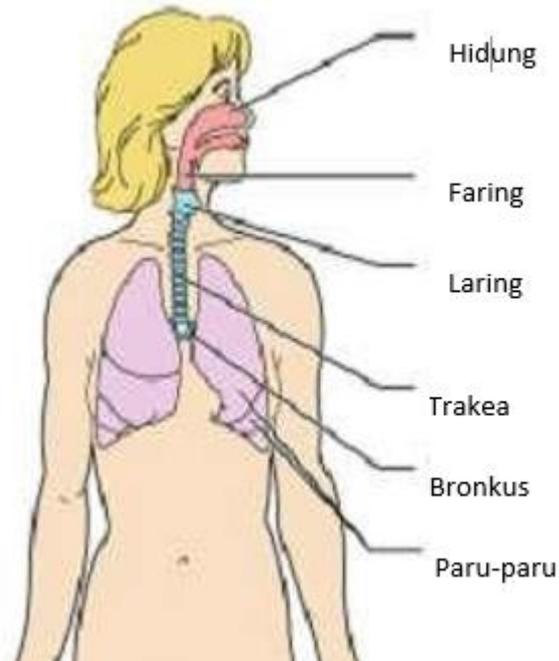
Fungsi utama sistem pernapasan adalah untuk memungkinkan pengambilan oksigen dari udara kedalam darah dan memungkinkan karbon dioksida terlepas dari darah ke udara bebas. Meskipun fungsi utama sistem pernapasan adalah pertukaran oksigen dan karbon dioksida, masih ada fungsi-fungsi tambahan lain yaitu:

1. Tempat menghasilkan suara.
2. Untuk meniup (balon, kopi/the panas, tangan, alat musik dan lain sebagainya)
3. Tertawa.
4. Menangis.
5. Bersin.
6. Batuk.

7. Homeostatis (pH darah)
8. Otot-otot pernapasan membantu kompresi abdomen (miksi, defekasi, partus).

### C. Organ Sistem Pernapasan

Pada manusia, pernapasan terjadi melalui alat-alat pernapasan yang terdapat dalam tubuh atau melalui jalur udara pernapasan untuk menuju sel-sel tubuh. Struktur organ pernapasan pada manusia terdiri atas:



Gambar : Organ Pernapasan

#### 1. Hidung ( Nasal )

Hidung adalah bangunan berongga yang terbagi oleh sebuah sekat di tengah menjadi rongga hidung kiri dan kanan. Hidung meliputi bagian eksternal yang menonjol dari wajah dan bagian internal berupa rongga hidung sebagai alat penyalur udara. Di bagian depan berhubungan keluar melalui nares (cuping hidung) anterior dan di belakang berhubungan dengan bagian atas farings (nasofaring).

Masing-masing rongga hidung dibagi menjadi bagian vestibulum, yaitu bagian lebih lebar tepat di belakang nares anterior, dan bagian respirasi. Permukaan luar hidung ditutupi oleh kulit yang

memiliki ciri adanya kelenjar sebaceous besar, yang meluas ke dalam vestibulum nasi tempat terdapat kelenjar sebaceous, kelenjar keringat, dan folikel rambut yang kaku dan besar. Rambut ini berfungsi menapis benda-benda kasar yang terdapat dalam udara inspirasi. Terdapat 3 fungsi rongga hidung :

- 1) Dalam hal pernafasan = udara yang di inspirasi melalui rongga hidung akan menjalani 3 proses yaitu penyaringan (filtrasi), penghangatan, dan pelembaban.
- 2) Epithelium olfactory = bagian medial rongga hidung memiliki fungsi dalam penerimaan bau.
- 3) Rongga hidung juga berhubungan dengan pembentukan suara-suara fenotik dimana ia berfungsi sebagai ruang resonansi.

Pada potongan frontal, rongga hidung berbentuk seperti buah alpukat, terbagi dua oleh sekat (septum mediana). Dari dinding lateral menonjol tiga lengkungan tulang yang dilapisi oleh mukosa, yaitu:

- 1) Konka nasalis superior (karang hidung bagian atas)
- 2) Konka nasalis medius (karang hidung bagian tengah)
- 3) Konka nasalis inferior ( karang hidung bagian atas)

Diantara konka tersebut terdapat 3 buah lekukan meatus yaitu meatus superior

(lekukan bagian atas), meatus medialis (lekukan bagian tengah), dan lekukan inferior (lekukan bagian bawah). Meatus-meatus ini yang di lewati oleh udara pernapasan, dan disebelah dalam terdapat lubang yang erhubungan dengan tekak yang disebut koana.

Sinus paranasal adalah rongga berisi udara yang terdapat dalam tulang-tulang tengkorak dan berhubungan dengan rongga hidung. Macam-macam sinus yang ada adalah sinus maksilaris (pada rongga rahang atas), sinus frontalis (pada rongga tulang dahi), sinus etmoidalis (pada rongga tulang tapis), dan sinus sfenoidalis (pada rongga tulang baji).



Gambar 1: sinus pada hidung

Pada sinus etmoidalis keluar ujung-ujung saraf penciuman yang menuju ke konka nasalis. Pada konka ini terdapat sel-sel penciuman terutama di bagian atas (nervus olfaktorius). Pada hidung terdapat saluran tuba aditiva eustaki yang menghubungkan telinga tengah dengan faring dan laring. Hidung juga berhubungan dengan saluran air mata atau tuba lakrimalis.

## 2. Faring (Rongga tekak)

Faring merupakan saluran yang memiliki panjang kurang lebih 13 cm yang menghubungkan nasal dan rongga mulut kepada larings pada dasar tengkorak. Faring berupapipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungan-nya dengan oesopagus pada ketinggian tulang rawan krikoid. Maka letaknya di belakang larinx (larinx- faringeal).

Faring dapat dibagi menjadi tiga, yaitu:

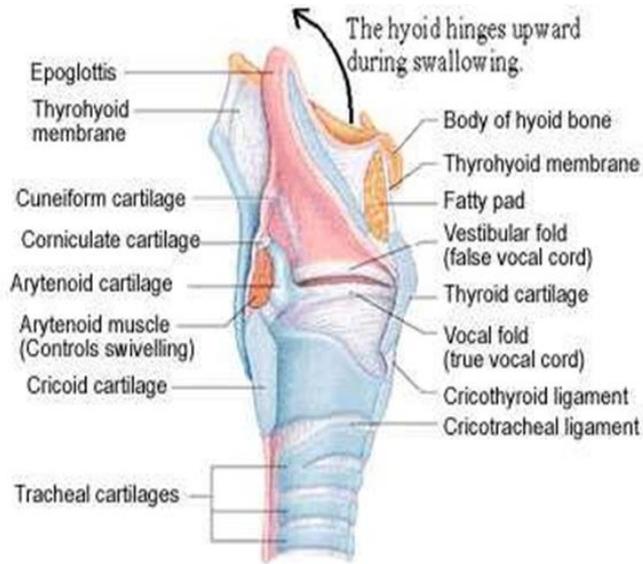
- a. Nasofaring, yang terletak di bawah dasar tengkorak, belakang dan atas palatum molle. Pada bagian ini terdapat dua struktur penting yaitu adanya saluran yang menghubungkan dengan tuba eustachius dan tuba auditory. Tuba Eustachii bermuara pada nasofaring dan berfungsi menyeimbangkan tekanan udara pada kedua sisi membrane timpani. Apabila tidak sama, telinga terasa sakit. Untuk membuka tuba ini, orang harus menelan. Tuba

Auditory yang menghubungkan nasofaring dengan telinga bagian tengah.

- b. Orofaring merupakan bagian tengah farings antara palatum lunak dan tulang hyodi. Pada bagian ini traktus respiratory dan traktus digestif menyilang dimana orofaring merupakan bagian dari kedua saluran ini. Orofaring terletak di belakang rongga mulut dan permukaan belakang lidah. Dasar atau pangkal lidah berasal dari dinding anterior orofaring, bagian orofaring ini memiliki fungsi pada system pernapasan dan system pencernaan. refleks menelan berawal dari orofaring menimbulkan dua perubahan makanan terdorong masuk ke saluran cerna (oesophagus) dan secara stimulant, katup menutup laring untuk mencegah makanan masuk ke dalam saluran pernapasan. Orofaring dipisahkan dari mulut oleh fauces. Fauces adalah tempat terdapatnya macam- macam tonsila, seperti tonsila palatina, tonsila faringeal, dan tonsila lingual
- c. Laringofaring terletak di belakang larings. Laringofaring merupakan posisi terendah dari farings. Pada bagian bawah laringofaring system respirasi menjadi terpisah dari sitem digestif. Udara melalui bagian anterior ke dalam larings dan makanan lewat posterior ke dalam esophagus melalui epiglottis yang fleksibel.

### 3. Laring

Laring merupakan saluran udara yang bertindak sebagai pembentukan suara. Terletak pada garis tengah bagian depan leher, sebelah dalam kulit, glandula tyroidea, dan beberapa otot kecil, dan didepan laringofaring dan bagian atas esophagus. Laring tertutup oleh empang tenggorok di sebut dengan epiglottis, yang terdiri dari tulang-tulang rawan yang berfungsi menutupi laring saat kita menelan.



Gambar 3: Laring

Laring terdiri dari 5 tulang rawan antara lain:

- a. Kartilago tiroid ( 1 buah) terletak di depan jakun (Adam's Apple), sangat jelas terlihat pada pria
- b. Kartilago Ariteanoid (2 buah) berbentuk beker
- c. Kartilago Krikoid (1 buah) berbentuk cincin
- d. Kartilago Epiglotis (1 buah)

Laring di lalisi oleh selaput lender, kecuali pita suara dan bagian epglotis yang dilalisi oleh sel epitelium berlapis. Pita suara berjumlah 2 buah yaitu:

- a. Vertikularis merupakan pita suara palsu yang terdapat di bagian atas dan tidak mengeluarkan suara
- b. Vokalis merupakan pita suara sejati ynag terdapat di bagian bawah yang membentuk suara.

Fungsi utama pada larings adalah untuk melindungi jalan napas atau jalan udara dari farings ke saluran napas lainnya. Laring terangkat dibawah lidah saat menelan sehingga mencegah makanan masuk ke trakea., namun juga sebagai organ pembentuk suara atau menghasilkan sebagian besar suara yang dipakai berbicara dan bernyanyi.

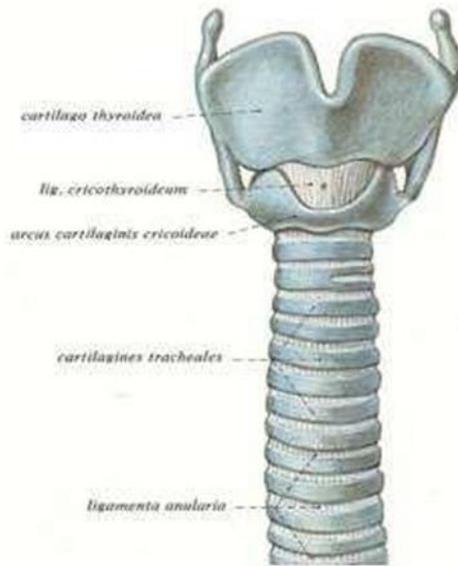
Epiglotis terletak diatas seperti katup penutup. Epiglotis adalah sekeping tulang rawan elastis yang menutupi lubang larings sewaktu menelan dan terbuka kembali sesudahnya. Pada dasarnya, Larings bertindak sebagai katup, menutup selama menelan untuk mencegah aspirasi cairan atau benda padat masuk ke dalam batang tracheobronchial.

Selain pada frekuensi getaran, tinggi rendah suara tergantung panjang dan tebalnya pita suara itu sendiri. Apabila pita lebih panjang dan tebal pada pria menghasilkan suara lebih berat, sedangkan pada wanita pita suara lebih pendek. Kemudian hasil akhir suara ditentukan perubahan posisi bibir, lidah dan palatum molle.

Disamping fungsi dalam produksi suara, ada fungsi lain yang lebih penting, yaitu Larings bertindak sebagai katup selama batuk, penutupan pita suara selama batuk, memungkinkan terjadinya tekanan yang sangat tinggi pada batang tracheobronchial saat otot-otot thorax dan abdominal berkontraksi, dan pada saat pita suara terbuka, tekanan yang tinggi ini menjadi pemicu ekspirasi yang sangat kuat dalam mendorong sekresi keluar.

#### 4. Trakea (Batang tenggorok)

Trakea adalah tabung terbuka berdiameter 2,5 cm dan panjang 9-11 cm. Trakea terletak di daerah leher depan esophagus dan merupakan pipa yang terdiri dari gelang-gelang tulang rawan. Di daerah dada, trakea meluas dari larings sampai ke puncak paru, tempat ia bercabang menjadi bronkus kiri dan kanan. Jalan napas yang lebih besar ini mempunyai lempeng-lempeng kartilago di dindingnya, untuk mencegah dari kempes selama perubahan tekanan udara dalam paru-paru. Tempat terbukanya trakea disebabkan tunjangan sederetan tulang rawan (16-20 buah) yang berbentuk huruf C (Cincin-cincin kartilago) dengan bagian terbuka mengarah ke posterior (esofagus).



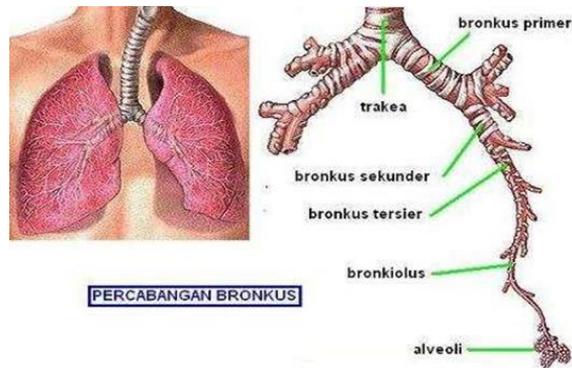
Gambar 4: Trakea

Trakea dilapisi epitel bertingkat dengan silia (epithelium yang menghasilkan lendir) yang berfungsi menyapu partikel yang berhasil lolos dari saringan hidung, ke arah faring untuk kemudian ditelan atau diludahkan atau dibatukkan dan sel gobet yang menghasikan mukus.

Potongan melintang trakea khas berbentuk huruf D. Trakea dipisahkan oleh karina yang memisahkan bronkus kanan dan kiri.

#### 5. Bronkus dan Percabangannya

Bronkus yang terbentuk dari belahan dua trakea pada ketinggian kira-kira vertebrata torakalis IV dan V, mempunyai struktur serupa dengan trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama.



Gambar 5 : Bronkus

Bronkus-bronkus itu berjalan ke bawah dan kesamping ke arah tampuk paru. Trakea bercabang menjadi bronkus utama (primer) kiri dan kanan. Bronkus kanan lebih pendek, lebih lebar, dan lebih vertikal daripada yang kiri sedikit lebih tinggi dari arteri pulmonalis dan mengeluarkan sebuah cabang utama lewat di bawah arteri disebut bronkus lobus bawah. Terdapat 6-8 cincin dan mempunyai 3 cabang. Bronkus kiri lebih panjang dan lebih langsing dari yang kanan, dan berjalan di bawah arteri pulmonalis sebelum di belah menjadi beberapa cabang yang berjalan ke lobus atas dan bawah. Terdapat 9-12 cincin dan mempunyai 2 cabang.

Cabang utama bronkus kanan dan kiri bercabang lagi menjadi bronkus lobaris (sekunder) dan kemudian menjadi lobus segmentalis (tersier). Percabangan ini berjalan terus menjadi bronchus yang ukurannya semakin kecil, sampai akhirnya menjadi bronkiolus terminalis, yaitu saluran udara terkecil yang tidak mengandung alveoli (kantong udara). Bronkiolus terminalis memiliki diameter kurang lebih 1 mm. saluran ini disebut bronkiolus. Bronkiolus tidak diperkuat oleh cincin tulang rawan. Tetapi dikelilingi oleh otot polos sehingga ukurannya dapat berubah. Bronkiolus memasuki lobus pada bagian puncaknya, bercabang lagi membentuk empat sampai tujuh bronkiolus terminalis. Seluruh saluran udara ke bawah sampai tingkat bronkiolus terminalis disebut saluran penghantar udara karena fungsi utamanya adalah sebagai penghantar udara ke tempat pertukaran gas paru-paru.

## 6. Alveolus

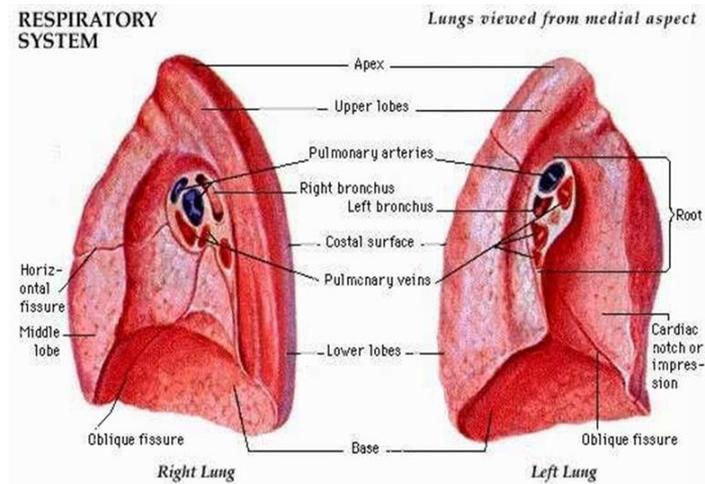
Alveolus adalah unit fungsional paru. Setiap paru mengandung lebih dari 350 juta alveoli, masing-masing dikelilingi banyak kapiler darah. Alveoli bentuknya poligonal atau Alveolus yaitu tempat pertukaran gas asinus terdiri dari bronkiolus dan respiratorius (lintasan berdinding tipis dan pendek) yang terkadang memiliki kantong udara kecil atau alveoli pada dindingnya. Ductus alveolaris seluruhnya dibatasi oleh alveolus dan sakus alveolaris terminalis merupakan akhir paru-paru, asinus atau kadang disebut lobulus primer memiliki ukuran kira-kira 0,5 s/d 1,0 cm. Terdapat sekitar 20 kali percabangan mulai dari trachea sampai Sakus Alveolaris. Alveolus dipisahkan oleh dinding yang dinamakan pori-pori kohn.

## 7. Paru-paru

Paru-paru adalah struktur elastis seperti spons. Paru-paru berada dalam rongga torak, yang terkandung dalam susunan tulang-tulang iga dan letaknya di sisi kiri dan kanan mediastinum (struktur blok padat yang berada di belakang tulang dada. Paru-paru menutupi jantung, arteri dan vena besar, esophagus dan trakea).

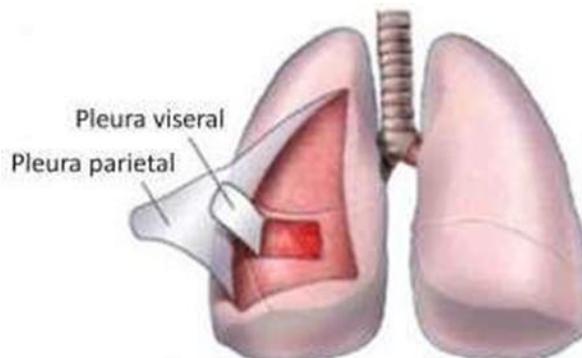
Paru-paru memiliki :

- a. Apex, Apex paru meluas ke dalam leher sekitar 2,5 cm di atas calvicula.
- b. Permukaan costo vertebra, menempel pada bagian dalam dinding dada.
- c. Permukaan mediastinal, menempel pada perikardium dan jantung.
- d. Basis, Terletak pada diafragma.



Gambar 6: Paru-paru

Paru-paru di bungkus oleh selaput yang bernama oleh pleura. Pleura di bagi menjadi dua yaitu parietal pleura (dinding thorax) yang melapisi rongga dada sebelah luar dan visceral pleura (membrane serous) yang langsung membungkus paru-paru. Di antarrongga pleura ini terdapat rongga potensial yang disebut rongga pleura (cavum pleura) yang didalamnya terdapat cairan surfaktan sekitar 10-20 cc cairan yang berfungsi untuk menurunkan gaya gesek permukaan selama pergerakan kedua pleura saat respirasi. Tekanan rongga pleura dalam keadaan normal ini memiliki tekanan -2,5 mmHg.



Gambar 7: Pleura Paru-paru

Paru-paru kanan relative lebih kecil dibandingkan yang kiri dan memiliki bentuk bagian bawah seperti concave karena tertekan oleh hati. Paru kanan dibagi atas tiga lobus yaitu lobus superior, medius dan inferior. Sedangkan paru kiri dibagi dua lobus yaitu lobus superior dan inferior. Tiap lobus terdiri dari belahan yang lebih kecil yang di sebut dengan segmen. Paru-paru kanan dan kiri mempunyai 10 segmen. Pada paru-paru kanan 5 buah segmen pada lobus superior, 2 buah segmen pada lobus medialis dan 3 buah segmen pada lobus inferior. Pada paru-paru kiri 5 buah segmen pada lobus superior dan 5 buah segmen pada lobus inferior. Tiap -tiap segmen terdiri masih terbagi menjadi belahan-belahan yang bernama lobulus. Dan pada lobulus terdapat bronkiolus bercabang banyak yang disebut dengan duktus alveolus.

Paru-paru divaskularisasi dari dua sumber, yaitu:

- a. Arteri bronchial yang membawa zat-zat makanan pada bagian conduction portion, bagian paru yang tidak terlibat dalam pertukaran gas. Darah kembali melalui vena-vena bronchial
- b. Arteri dan vena pulmonal yang bertanggungjawab pada vaskularisasi bagian paru yang terlibat dalam pertukaran gas yaitu alveolus.

#### **D. Mekanisme Pernapasan**

Menurut tempat terjadinya pertukaran gas maka pernapasan dapat dibedakan atas 2 jenis, yaitu pernapasan luar dan pernapasan dalam. Pernapasan luar adalah pertukaran udara yang terjadi antara udara dalam alveolus dengan darah dalam kapiler, sedangkan pernapasan dalam adalah pernapasan yang terjadi antara darah dalam kapiler dengan sel-sel tubuh.

Masuk keluarnya udara dalam paru-paru dipengaruhi oleh perbedaan tekanan udara dalam rongga dada dengan tekanan udara di luar tubuh. Jika tekanan di luar rongga dada lebih besar maka udara masuk. Sebaliknya, apabila tekanan dalam rongga dada lebih besar maka udara akan keluar. Pernapasan yang dilakukan menyediakan suplai udara segar secara terus menerus ke dalam membran alveoli. Keadaan ini terjadi melalui dua fase yaitu inspirasi dan ekspirasi. Kedua fase ini sangat tergantung pada karakter paru dan rongga torax.

## 1. Inspirasi

Inspirasi terjadi karena adanya kontraksi otot dan mengeluarkan energi maka inspirasi merupakan proses aktif. Agar udara dapat mengalir masuk ke paru-paru, tekanan di dalam paru-paru lebih rendah dari tekanan atmosfer. Tekanan yang rendah ini ditimbulkan oleh kontraksi otot-otot pernapasan yaitu diafragma dan m.intercosta. kontraksi ini menimbulkan pengembangan paru, meningkatnya volume intrapulmoner. Peningkatan volume intrapulmoner menyebabkan tekanan intrapulmoner (tekanan di dalam alveoli) dan jalan nafas pada paru menjadi lebih kecil dari tekanan atmosfer sekitar 2 mmHg atau sekitar  $\frac{1}{4}$  dari 1% tekanan atmosfer, disebabkan tekanan negative ini udara dari luar tubuh dapat bergerak masuk ke dalam paru-paru sampai tekanan intrapulmonal seimbang kembali dengan tekanan atmosfer.

## 2. Ekspirasi

Seperti halnya inspirasi, ekspirasi terjadi disebabkan oleh perubahan tekanan di dalam paru. Pada saat diafragma dan m. intercostalis eksterna relaksasi, volume rongga thorax menjadi menurun. Penurunan volume rongga thorax ini menyebabkan tekanan intrapulmoner menjadi meningkat sekitar 2 mmHg diatas tekanan atmosfer (tekanan atmosfer 760 mmHg pada permukaan laut). Udara keluar meninggalkan paru-paru sampai tekanan di dalam paru kembali seimbang dengan tekanan atmosfer.

Ekspirasi merupakan proses yang pasif, dimana di hasilkan akibat relaksasinya otot-otot yang berkontraksi selama inspirasi. Ekspirasi yang kuat dapat terjadi karena kontraksi yang kuat/aktif dari m.intercostalis interna dan m. abdominalis. Kontraksi m. abdominalis mengkompresi abdomen dan mendorong isi abdomen mendesak diafragma ke atas.

## E. Pernafasan Dada dan Perut

### 9. Pernapasan Dada

Pernapasan dada adalah pernapasan yang melibatkan otot antar tulang rusuk.

Mekanismenya dapat dibedakan sebagai berikut.

- a. Fase inspirasi, Fase ini berupa berkontraksinya otot antartulang rusuk sehingga rongga dada membesar, akibatnya tekanan dalam

rongga dada menjadi lebih kecil daripada tekanan di luar sehingga udara luar yang kaya oksigen masuk.

- b. Fase ekspirasi, Fase ini merupakan fase relaksasi atau kembalinya otot antara tulang rusuk ke posisi semula yang diikuti oleh turunnya tulang rusuk sehingga rongga dada menjadi kecil. Sebagai akibatnya, tekanan di dalam rongga dada menjadi lebih besar daripada tekanan luar, sehingga udara dalam rongga dada yang kaya karbon dioksida keluar.

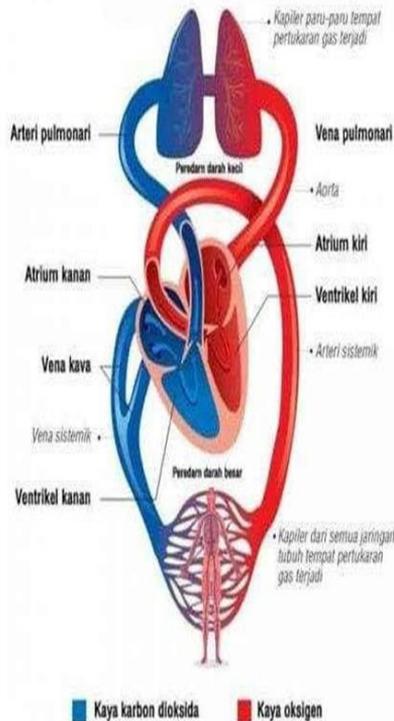
#### 10. Pernapasan Perut

Pernapasan perut merupakan pernapasan yang mekanismenya melibatkan aktifitas otot-otot diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada. Mekanisme pernapasan perut dapat dibedakan menjadi dua tahap yakni sebagai berikut.

- a. Fase Inspirasi, Pada fase ini otot diafragma berkontraksi sehingga diafragma mendatar, akibatnya rongga dada membesar dan tekanan menjadi kecil sehingga udara luar masuk.
- b. Fase Ekspirasi, Fase ekspirasi merupakan fase berelaksasinya otot diafragma (kembali ke posisi semula, mengembang) sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar, akibatnya udara keluar dari paru-paru.

## BAB IX SISTEM PEREDARAN DARAH

### A. Sistem Peredaran Darah



# PEREDARAN DARAH MANUSIA

Sistem Peredaran darah juga disebut sebagai sistem kardiovaskular. Sistem ini adalah bagian dari kinerja jantung dan jaringan pembuluh darah. Tugas utamanya adalah mengedarkan oksigen dan nutrisi keseluruh sel dan jaringan tubuh.

Selain mengedarkan oksigen dan nutrisi ,sistem peredaran darah masih punya beberapa fungsi penting lainnya, seperti:

1. Membantu stabilitas suhu dan pH tubuh.
2. Mempercepat proses pemulihan luka.
3. Mempertahankan fungsi berbagai sistem organ di dalam tubuh.
4. Mengeluarkan sisa proses metabolisme, contohnya seperti karbondioksida mel alui paru-paru.
5. Menyalurkan berbagai hormone keseluruh tubuh.

Kamu harus menjaga berbagai organ yang terlibat dalam sistem ini agar tetap sehat dan prima. Jika kamu memiliki masalah pada sistem peredaran darah, bisa memeriksa kan diri ke rumah saki tpilihan. Sebelumnya, buat janji dengan dokter di aplikasi holodog sehingga tidak perlu mengantre sesampai nya dirumah sakit. Praktis, kan?

## **B. Peredaran Darah Hingga Jantung**

Dalam sistem peredaran darah, ada tiga komponen dalam tubuh yang terlibat, yaitu darah, pembuluh darah, dan jantung. Ketiganya saling berkaitan dan bekerja sama untuk mengedarkan darah kesetiap sel-sel diseluruh tubuh. Nah, berikut fungsi masing-masing dari ketiganya:

### **1. Darah**

Darah adalah komponen yang sangat vital. Peranan darah sangat banyak, mulai dari membawa oksigen, hormon, nutrisi, hingga antibodi keseluruh tubuh. Menurut National Institutes of Health, darah terdiri dari cairan dan padatan.

Bagian cair disebut plasma yang terbuat dari air, garam, dan protein. Lebih dari separuh darah dalam tubuh darah plasma. Bagian padat dalam darah mengandung sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit.

Sel darah merah mengirimkan oksigen dari paru-paru ke jaringan dan organ tubuh lainnya. Sementara itu, sel darah putih (WBC) melawan infeksi dan meru pakan bagian dari sistem kekebalan tubuh. Sedangkan trombosit membantu darah membeku saat tubuh mengalami luka atau luka.

Sel-sel dalam tubuh dapat mati, tapi akan digantikan dengan sel baru yang diproduksi oleh sumsum tulang. Sel darah merah hidup sekitar 120 hari, dan trombosit hidup sekitar 6 hari. Sedangkan beberapa sel darah putih hidup kurang dari sehari, tetapi yang lain hidup lebih lama.

Pembuluh Darah Darah dalam tubuh akan diedarkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah pembuluh darah dalam tubuh dibagi menjadi dua jenis, yaitu arteri dan vena. Arteri bertugas membawa darah yang mengandung oksigen ke seluruh jaringan dan organ tubuh.

Pembuluh darah ini bertugas membawa darah yang kaya oksigen dari jantung menuju seluruh jaringan dan organ tubuh, kecuali

pembuluh arteri pulmonalis. Sementaraitu, vena bertugas membawa darah dari seluruh jaringan dan organ tubuh untuk kembali ke jantung.

Pembuluh darah vena dibagi lagi menjadi dua, yaitu vena besar (venacava) dan vena pulmonalis (vena paru). Vena besar bertugas membawa darah kotor dari seluruh tubuh yang nantinya dialirkan ke paru-paru untuk ditukar dengan oksigen lewat pernapasan. Sedangkan vena paru membawa darah bersih yang banyak mengandung oksigen dari paru-paru menuju jantung.

Pada manusia, fungsi dan struktur pembuluh darah dapat dipengaruhi oleh berbagai penyakit dan kondisi. Beberapa contoh yang memengaruhinya seperti peran dangan, aterosklerosis (pengendapan lemak di dinding arteri), dan hipertensi, di mana penyempitan arteriola menyebabkan peningkatan tekanan darah yang tidak normal.

## 2. Jantung

Jantung adalah organ dalam tubuh yang kerjanya non-stop, dari awal hingga akhir kehidupan. Jantung terus berdetak sepanjang hidup untuk memompa darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah.

Organ ini terletak ditengah rongga dada, tepatnya dibelakang sisi kiri tulang dada.

Jantung memiliki empat ruangan yang terbagi menjadi dua bilik (ventrikel) dan dua serambi (atrium). Dalam serambi dan bilik kiri jantung berisi darah bersih, sementara darah kotor terdapat di bilik dan serambikanan.

## C. Mekanisme Sistem Peredaran Darah

Ibnuan-Nafis merupakan orang pertama yang secara akurat mendeskripsikan peredaran darah dalam tubuh manusia. Berdasarkan studinya, sistem peredaran darah pada manusia terbagi dalam dua jenis, yaitu sirkulasi pulmonal dan sirkulasi sistemik.

Secara khusus, Ibnuan-Nafis dikenal sebagai orang pertama yang menggambarkan sirkulasi darah di paru-paru. Ia jugalah yang memberikan wawasan awal tentang sirkulasi koroner dan kapiler. Untuk Mengetahui bagaimana proses sirkulasi darah dalam tubuh manusia, berikut penjelasannya:

## 1. Sirkulasi pulmonal

Sirkulasi pulmonal atau sirkulasi paru adalah aliran darah dari bilik kanan jantung ke paru-paru dan sebaliknya. Karena "rute"-nya terbatas, sirkulasi pulmonal tergolong sebagai sistem peredaran darah kecil. Sirkulasi paru berlangsung saat darah yang mengandung karbondioksida dari sisa metabolisme tubuh kembali ke jantung melalui pembuluh vena kava. Kemudian darah tersebut akan masuk ke serambi kanan dan diteruskan ke bilik kanan jantung. Dari bilik kanan, darah kemudian mengalir ke paru-paru melalui arteri pulmonalis untuk ditukar menjadi oksigen. Darah yang kini sudah kaya oksigen kemudian bergerak ke serambi kiri jantung melalui vena pulmonalis untuk didistribusikan ke seluruh tubuh.

## 2. Sirkulasi sistemik

Sirkulasi sistemik disebut juga sistem peredaran besar karena membawa darah dari bilik kiri jantung ke seluruh bagian tubuh dan kembali lagi.

Sirkulasi ini berlangsung ketika darah bersih yang kaya oksigen ke serambi kiri mengalir ke bilik kiri jantung untuk disalurkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah utama (aorta). Aorta adalah pembuluh darah terbesar di tubuh yang bercabang. Selain mengalirkan darah ke seluruh bagian tubuh, cabang pembuluh darah ini juga mengalirkan darah ke otot-otot jantung. Darah yang dipompa melewati aorta akan terus mengalir hingga ke bagian tubuh yang paling ujung. Di setiap bagian tubuh, terdapat jaringan pembuluh darah halus yang disebut pembuluh darah kapiler. Pembuluh kapiler memiliki dinding yang sangat tipis. Lewat kapiler inilah, oksigen dan nutrisi diantarkan ke sel-sel tubuh. Setelah itu, darah akan kembali mengalir kembali ke serambi kanan jantung lewat pembuluh vena kecil sembari mengangkut zat sisa seperti karbondioksida untuk mengalami proses pembersihan darah. Semakin mendekati jantung, ukuran pembuluh vena makin besar.

## **D. Gangguan Pada Sistem Peredaran Manusia**

Sistem kardiovaskular termasuk salah satu sistem organ yang rentan mengalami penyakit atau gangguan. Oleh karena itu, sangat penting untuk memelihara kesehatan jantung serta menjaga kelancaran peredaran darah. Penyakit atau gangguan yang paling umum

memengaruhi sistem peredaran darah adalah sumbatan pada pembuluh arteri maupun vena.

Sumbatan pada pembuluh darah dapat memblokir aliran darah. Hal ini bisa mengakibatkan penurunan atau penyumbatan total aliran darah diseluruh tubuh. Selain itu, gangguan pada proses pemompaan jantung dan kerusakan pada katup pemisah ruang jantung juga tergolong umum terjadi.

Kita perlu berhati-hati karena gangguan pada sistem maupun organ kardiovaskular dapat ikut memengaruhi fungsi organ dan struktur tubuh lainnya. Hal ini bisa mengakibatkan penurunan atau penyumbatan total aliran darah di seluruh tubuh. Berikut adalah contoh dari kondisi atau penyakit akibat gangguan sistem peredaran darah:

1. Penyakit arteri koroner (serangan jantung, nyeri dada).
2. Serebrovaskular (stroke, serangan iskemik transien).
3. Penyakit arteri perifer (klaudikasio, iskemia ekstremitas kritis).
4. Penyakit vaskular pada pembuluh darah besar.
5. Penyakit pembuluh darah toraks (aneurisma aorta toraks).
6. Penyakit pembuluh darah perut.
7. Penyakit vena perifer (DVT, varises).
8. Penyumbatan arteri ginjal.
9. Limfedema.
10. Disfungsi ereksi vaskular (impoten).

Kondisi atau penyakit pada organ peredaran darah juga dapat melibatkan lebih dari satu sistem jaringan tubuh. Maka dari itu, Anda perlu berkonsultasi dengan beberapa dokter spesialis untuk mendapatkan penanganan yang tepat.

## BAB X ALAT INDERA

### A. Alat Indera

#### 1. Mata

Anatomi indera penglihatan

Penglihatan adalah indera yang paling dominan. Mata adalah bola yang analog dengan camera obscura biasa dan berkontraksi untuk melaksanakan fungsi- fungsi baik optik maupun sensorik (haryani,2009).

##### a. bola mata

##### 1) Lapisan luar (fibrosa) : sklera dan kornea

Sklera sebagai dinding bola mata merupakan jaringan yang kuat tidak bening, tidak kenyal dan tebalnya kira-kira 1mm (haryani,2009). Dibagian anterior, sklera bersambung dengan membrane epitelium yang jernih,yaitu kornea. Sinar cahaya masuk melalui kornea untuk sampai mencapai retina. Kornea di bagian anterior tampak cembung dan berfungsi dalam membiasakan sinar cahaya untuk difokuskan pada retina

##### 2) Lapisan tengah (vaskuler dan traktus uveal) : koroid, badan siliaris dan iris koroid melapisi lima perenam posterior permukaan dalam sclera.

Koroid sangat kaya akan pembuluh darah dan berwarna coklat pada bagian dalamnya. Cahaya masuk melalui pupil, menstimulasi reseptor di retina dan kemudian di absorbs oleh koroid.

Badan siliaris merupakan bagian lanjutan dari koroid yang terdiri atas otot siliaris (serat otot polos) dan sel epitelium sekretorik. Badan siliaris melekat pada ligament suspensori , yang bagian ujung lainnya, melekat pada kapsul yang membungkus lensa. Kontraksi dan relaksasi otot siliaris mengubah ketebalan lensa,membelokan sinar cahaya yang masuk ke mata untuk memfokuskan pada retina. Sel epitelium menyekresikan cairan aqueous ke bagian anterior mata yaitu ruang antara kornea dan lensa (bilik anterior dan posterior).

Badan siliaris di persarafi oleh cabang parasimpatik dari saraf kranial ketiga yaitu nervus okulomotor. Stimulasi menyebabkan kontraksi otot siliaris dan akomodasi mata.

Iris merupakan bagian mata yang terlihat berwarna dan memanjang secara anterior dari badan siliaris, berada di belakang kornea dan di depan lensa mata. Iris membagi bagian anterior mata menjadi bilik anterior dan posterior yang mengandung cairan aqueous yang di sekresi oleh badan siliaris. Iris merupakan bagian sirkular yang terdiri atas sel pigmen dan dua lapisan serat otot polos, yaitu otot sirkular dan radian. Pada bagian tengahnya terdapat aperture (celah) yang disebut pupil. Ukuran pupil bisa sampai 1.5 mm dan membesar sampai 8 mm. Iris dipersarafi oleh saraf simpatis dan parasimpatis, stimulasi parasimpatik mengonstriksi pupil sedangkan stimulasi simpatis mendilatasi pupil. Warna iris secara genetic ditentukan dan bergantung pada jumlah sel pigmen yang ada. Orang albino tidak mempunyai sel pigmen dan yang bermata biru memiliki lebih sedikit sel pigmen daripada orang yang bermata coklat.

### 3) Lapisan dalam (jaringan saraf) : retina

Retina merupakan lapisan terdalam dinding mata. Retina memiliki struktur yang sangat halus dan dapat beradaptasi dengan baik terhadap stimulasi

cahaya. Retina terdiri atas beberapa lapisan sel saraf dan aksornya, yang berada pada lapisan epitelium berpigmen yang melekatkan retina pada koroid. Lapisan yang peka cahaya terdiri atas sel sensorik yaitu sel batang dan sel kerucut.

Retina melapisi sekitar tiga perempat dari bola mata dan paling tebal pada bagian belakangnya. Retina memiliki struktur yang tipis pada bagian anterior hingga tepat pada belakang badan siliaris. Di dekat bagian tengah posterior terdapat macula lutea atau bintik kuning. Di bagian tengah bintik kuning terdapat sedikit cekungan yang di sebut fovea sentralis, terdiri atas satu sel kerucut. Menuju sel batang. Sekitar 0.5cm kearah nasal sisi macula lutea, semua serat saraf retina bergabung membentuk saraf optic. Area kecil retina dimana saraf optic keluar dari mata terdapat diskus optic atau bintik buta. Disini tidak terdapat sel saraf yang peka cahaya.

Retina merupakan bagian mata yang fotosensitif. Sel saraf peka cahaya yaitu sel batang dan sel kerucut. Sinar cahaya menyebabkan perubahan kimiawi pigmen peka cahaya di sel ini dan perubahan ini menyebabkan bangkitnya impuls saraf yang dikonduksikan ke lobus oksipital melalui saraf optic. Sel batang lebih peka cahaya daripada sel kerucut. Sel ini distimulasi oleh cahaya yang memiliki intensitas rendah atau redup misalnya cahaya redup di ruang gelap. Sel kerucut peka terhadap sinar terang dan warna. Panjang gelombang cahaya yang berbeda menstimulasi pigmen fotosensitif di sel kerucut menyebabkan persepsi warna yang berbeda. Cahaya terang sinar cahaya di fokuskan pada makula lutea. Sel batang lebih banyak pada perifer retina. Rhodopsin adalah pigmen fotosensitif yang hanya ada di sel batang. Warnanya tampak pudar jika disinari cahaya terang dan dengan cepat beregenerasi. Selain itu rhodopsin juga memberikan suplai vitamin a yang kuat.

#### 4) Lensa mata

Lensa merupakan badan bikonveks yang sirkular yang sangat elastis yang berada di belakang iris. Lensa terdiri atas serat yang dibungkus di dalam kapsul dan melekat pada badan siliaris oleh ligamentum suspensorik. Saat otot siliaris berkontraksi otot bergerak kedepan melepaskan tarikannya pada lensa dan lensa meningkatkan ketebalannya. Semakin dekat objek yang di pandang semakin tebal lensa untuk memungkinkan pemfokusan. Lensa membiaskan sinar cahaya yang direfleksikan oleh objek di depan mata. Lensa merupakan satu - satunya struktur dimata yang dapat mengubah-ubah daya biasnya yang dicapai dengan mengubah

Ketebalannya. Sinar cahaya yang masuk ke mata harus di biaskan untuk memfokuskan pada retina. Cahaya dari objek yang jauh harus sedikit di biaskan, saat objek mendekat jumlah pembiasan yang di perlukan semakin bertambah. Untuk meningkatkan daya bias badan siliaris berkontraksi. Melepaskan tarikannya pada ligamentum suspensori dan permukaan anterior lensa menonjol ke depan meningkatkan kecembungannya. Hal ini menyebabkan cahaya dari objek yang dekat dapat di fokuskan di retina. Saat otot siliaris relaksasi ke belakang tarikan pada

ligamentum suspensori meningkat membuat lensa semakin tipis dan hal ini dapat memfokuskan objek yang jauh pada retina

5) Cairan aqueous

Bagian anterior mata yakni ruang antara kornea dan lensa di bagi menjadi dua bilik yakni bilik anterior dan bilik posterior oleh iris. Kedua bilik mengandung cairan bening yaitu suatu cairan aqueous bening yang Disekresikan ke bilik posterior oleh badan kelenjar siliaris cairan itu beredar didepan lensa melalui pupil ke bilik anterior dan kembali ke sirkulasi vena melalui sinus vena sclera (kanal schlemm) disudut antara iris dan kornea. Cairan ini terus diproduksi dan di alirkan tetapi tekanan okulernya tetap konstan antara 1.3 dan 2.6 kpa (10 - 20 mmhg). Peningkatan tekanan ini menyebabkan glukoma. Cairan aqueous membawa nutrient dan Menyingkirkan zat sisa dari struktur bening di depan mata yang tidak memiliki suplai darah yaitu kornea,lensa dan kapsul lensa.

6) Badan vitreus

Badan vitreus terletak dibelakang lensa dan bagian posterior (rongga) bola mata,badan vitreus merupakan substansi bening ,halus tidak berwarna dan menyerupai jelly yang terdiri atas 99% air, beberapa garam dan mukoprotein. Substansi ini mempertahankan tekanan intraokuler yang cukup untuk menunjang retina pada koroid dan mencegah kolapnya dinding bola mata. Mata mempertahankan bentuknya karena tekanan intraocular yang diberikan oleh badan vitreus dan cairan aqueous.

b. organ aksesoris mata

1) Alis mata

Alis mata adalah dua jembatan melengkung dari tepi supraorbital tulang frontal. Fungsi alis mata adalah untuk melindungi bola mata dari keringat,debu dan materi asing lainnya

2) Kelopak mata

Merupakan dua lipatan jaringan yang adapat digerakan. Pada bagian tepinya terdapat rambut yang pendek dan melengkung yang disebut bulu mata.

### 3) Konjungtiva

Konjungtiva merupakan membrane bening yang halus dan melapisi kelopak mata serta bagian depan bola mata. Konjungtiva yang melapisi kelopak mata mengandung epitelium kolumnar yang kaya vaskuler. Konjungtiva kornea terdiri atas epitelium berlapis avascular, yakni epitelium yang tidak mengandung pembuluh darah. Saat kelopak mata menutup konjungtiva menjadi kantong (sakus) yang tertutup. Konjungtiva melindungi kornea yang halus dan bagian depan mata. Saat diberikan tetes mata sebaiknya diberikan di sakus konjungtiva bawah.

### 4) Tepi kelopak mata

Disepanjang tepi kelopak mata terdapat banyak kelenjar sebacea, sebagian disertai duktus yang mengandung folikel rambut bulu mata dan sebagian bersambung ke tepi kelopak mata di antara rambut. Kelenjar tarsal (kelenjar meibomian) adalah kelenjar sebacea yang diubah sedemikian rupa dan melekat pada lempeng tarsal disertai duktus yang bersambung ke depan bagian kelopak mata yang bebas. Fungsi kelopak mata dan bulu mata adalah melindungi dari cedera penutupan reflek kelopak mata saat konjungtiva atau bulu mata bersentuhan dan saat objek mendekat ke mata atau saat cahaya terang menyinari mata (reflek kornea), berkedip dengan interval 3-7 detik untuk menyebarkan air mata dan sekresi di sepanjang kornea yang bertujuan mencegah kekeringan.

### 5) Apparatus lakrimalis

Tiap mata terdiri dari satu kelenjar lakrimalis, dan duktusnya, dua kanalikuli lakrimalis dan satu duktus nasilakrimalis. Kelenjar lakrimalis merupakan kelenjar eksokrin yang tepat dibelakang tepi supraorbital. Kelenjar menyekresikan air mata yang terdiri dari air, garam mineral, antibody, dan lisozim suatu enzim bakterisida.

Air mata keluar dari kelenjar lakrimalis melalaui beberapa duktus kecil dan melalui bagian depan mata di bawah kelopak mata menuju kantung medialis dimana air mata mengalir ke dua kanalikuli lakrimalis. Lubang pada setiap kantung disebut punktum. Fungsi air mata adalah membersihkan mata dari

materi iritan misalnya debu dan pasir,enzim lisozim mencegah infeksi bakteri dan cairan berminyak di dalam air mata untuk memperlambat evaporasi dan mencegah kekeringan pada konjungtiva

6) Pembuluh darah yg memperdarahi mata

Mata diperdarahi oleh darah arteri yang berasal dari arteri siliaris dan arteri retina yang merupakan cabang dari arteri optalmik, salah satu cabang dari arteri karotis internus. Vena yang memperdarahi mata adalah vena retina sentral yang akhirnya bermuara ke sinus vena profunda. Arteri dan vena terbungkus di dalam saraf optic yang masuk ke mata pada diskus optic.

7) Saraf optik

Serat saraf optic berasal dari retina dan serat ini berkumpul untuk membentuk saraf optic sekitar 0.5 cm dari sisi makula lutea. Saraf menembus koroid dan sclera hingga ke bagian belakang medialnya melalui rongga orbita Saraf kemudian melalui foramen optik tulang sfenoid mengarah ke belakang dan ke bagian medial untuk bertemu dengan saraf yang berasal dari mata lainnya di kiasma optik.

Kiasma optik berada di depan dan atas kelanjar hipofise yang berada pada fossa hipofise tulang sfenoid. Di kiasma optik serat saraf optic dari sisi nasal tiap retina terletak bersilangan dan berlawanan misal sisi serat saraf optik mata kanan ada dibagian mata kiri begitu pula sebaliknya. Serat saraf dari temporal tidak bersilangan tetapi berlanjut ke bagian belakang di sisi retina yang sama. Letak saraf yang berlawanan ini memberikan input sensorik dari tiap mata kepada hemisfer serebri.

Traktus optikus merupakan jaras saraf optic posterior ke kiasma optic. Tiap traktus terdiri dari serat nasal dari retina salah satu mata dan serat temporal dari sisi retina lainnya. Traktus optic berlanjut ke belakang untuk bersinap dengan saraf badan genikulat lateral thalamus. Dari basal genikulat lateral serat saraf sebelumnya melewati bagian belakang dan medial menuju radiasi optik untuk bermuara pada area visual kortek cerebri di lobus oksipital. Neuron lain yang berasal dari badan genikulat lateral menyampaikan impuls dari mata ke serebelum di mana

bersama dengan impuls dari kanalis semilunaris telinga serta dari otot dan sendi rangka berfungsi mempertankan postur dan keseimbangan.

5) Otot ekstra-okular mata otot ekstra-okular mata meliputi otot kelopak mata dan otot yang menggerakkan bola mata. Bola mata di gerakan oleh enam otot ekstrinsik yang melekat pada salah satu ujung bola mata dan sisanya melekat pada dinding rongga orbita. Terdapat empat otot lurus (rektus) dan dua otot obliq. Menggerakkan mata kearah tertentu di bawah kendali volunter tetapi koordinasi gerakan di perlukan untuk konvergensi dan akomodasi untuk penglihatan dekat berada di bawah kendali involunter (otonom). Saraf okulomotorius mempersarafi otot mata intrinsic dari iris dan badan Siliararis.

#### Fisiologi penglihatan

Gelombang cahaya berjalan dengan kecepatan 300.000km/dtk. Cahaya direfleksikan ke mata oleh objek di dalam lapang pandang. Cahaya putih merupakan kombinasi semua warna spectrum ,visual yaitu merah, orange, kuning, hijau, biru, indigo dan ungu. Hal ini ditunjukkan dengan mengarahkan cahaya putih ke prisma gelas yang membelokan sinar dari warna yang berbeda ke jarak yang semakin besar atau semakin kecil, bergantung pada panjang gelombangnya. Cahaya berwarna merah memiliki panjang gelombang yang terpanjang sedangkan warna ungu memiliki gelombang terpendek.

Cahaya yang masuk ke mata ditangkap oleh kornea dilanjutkan ke lensa mata lalu difokuskan pada retina yaitu pada macula fovea lalu merangsang sel batang dan sel kerucut yang dapat mengeksitasi sel saraf lalu dilanjutkan ke cortex cerebri.

Saat terpajan dengan cahaya terang rhodopsin dalam sel batang yang peka cahaya mengalami degradasi. Hal ini tidak signifikan hingga individu berpindah ke tempat atau area yang lebih gelap dimana intensitas cahaya tidak cukup untuk menstimuli sel kerucut dan menyebabkan gangguan penglihatan sementara rhodopsin beregenerasi di dalam sel batang saat rhodopsin teregenerasi penglihatan kembali normal hal ini yang disebut adaptasi gelap.

Diagram untuk melihat ketajaman penglihatan biasanya terdiri dari huruf - huruf dengan berbagai ukuran yang diletakan 20 kaki

jauhnya dari orang yang diuji. Bila dapat melihat dengan baik dengan ukuran yang seharusnya dalam jarak 20 kaki orang tersebut di katakana memiliki penglihatan 20/20 atau merupakan penglihatan normal.

#### Pembiasan sinar cahaya

Kepadatan berbeda sinar ini dibelokkan misalnya di mata lensa bikonveks membelokkan dan memfokuskan sinar cahaya. Prinsip ini digunakan untuk memfokuskan cahaya pada retina. Sebelum mencapai retina cahaya melewati konjungtiva, kornea, cairan aqueous dan badan vitreus. Semua substansi ini lebih padat daripada udara dan kecuali lensa, substansi ini memiliki daya pembias yang konstan. Pembiasan yang abnormal dapat dikoreksi dengan lensa bikonveks atau bikonkaf.

#### Akomodasi mata

Akomodasi adalah kemampuan lensa untuk menambah kecembungan. Agar objek yang dekat dapat di fokuskan yakni jarak sekitar 6 meter. Akomodasi diperlukan dan mata harus membuat penyesuaian sebagai berikut :

- a. Konstriksi pupil membantu akomodasi dengan mengurangi lebar berkas cahaya yang masuk ke mata sehingga berkas cahaya melalui bagian Lengkung sentral lensa.
- b. Konvergensi (pergerakan bola mata) sinar cahaya yang berasal dari objek yang dekat masuk ke dua mata pada sudut yang berbeda untuk dapat melihat jelas. Sinar ini harus menstimuli area yang berfungsi pada dua retina. Otot ekstrinsik menggerakkan bola mata dan untuk mendapatkan bayangan yang jelas otot ini merotasikan mata sehingga mata berpusat pada objek yang terlihat. Aktifitas otot yang terorganisasi ini berada di bawah autonomy. Saat terdapat gerakan volunteer mata kedua mata bergerak dan konvergen di pertahankan. Semakin dekat suatu objek dengan mata semakin besar rotasi mata yang diperlukan untuk mencapai

#### Konvergensi.

Mengubah daya lensa : perubahan dalam ketebalan lensa dilakukan untuk memfokuskan cahaya pada retina. Jumlah penyesuain tergantung pada jarak objek dari mata yakni lensa semakin

tebal untuk penglihatan dekat dan semakin tipis saat berfokus pada objek yang jaraknya lebih 6 meter. Melihat objek yg lebih dekat membuat mata cepat lelah karena penggunaan otot siliaris yg terus menerus.

## 2. Telinga

### a. Anatomi sistem pendengaran

Telinga merupakan organ pendengaran dan mempunyai reseptor khusus untuk mengenali getaran bunyi dan untuk keseimbangan. Adatiga bagian utama dari telinga

#### 1) Telinga luar

Telinga luar terdiri dari daun telinga (pinna, aurikel), saluran telinga luar (meatus akustikus eksternus) dan selaput gendang (membrane tympani), bagian telinga ini berfungsi untuk menerima dan menyalurkan getaran suara atau gelombang bunyi sehingga menyebabkan bergetarnya membran tympani. Meatus akustikus eksternus terbentang dari telinga luar sampai membrane tympani. Meatus akustikus eksternus tampak sebagai saluran yang sedikit sempit dengan dinding yang kaku. Satu per tiga luas meatus disokong oleh tulang rawan elastis dan sisanya dibentuk oleh tulang rawan temporal. Meatus dibatasi oleh kulit dengan sejumlah rambut, kelenjar sebacea, dan sejenis kelenjar keringat yang telah mengalami modifikasi menjadi kelenjar seruminosa, yaitu kelenjar apokrin tubuler yang berkelok-kelok yang menghasilkan zat lemak setengah padat berwarna kecoklat-coklatan yang dinamakan serumen (minyak telinga). Serumen berfungsi menangkap debu dan mencegah infeksi.

Pada ujung dalam meatus akustikus eksternus terbentang membrane tympani. Dia diliputi oleh lapisan luar epidermis yang tipis dan pada permukaan dalamnya diliputi oleh epitel selapis kubus. Antara dua epitel yang melapisi terdapat jaringan ikat kuat yang terdiri atas serabut-serabut kolagen dan elastin serta fibroblast. Pada kuadran depan atas membran atas tympani tidak mengandung serabut dan lemas, membentuk membran Shrapnell.

## 2) Telinga tengah

Telinga tengah merupakan suatu rongga kecil dalam tulang pelipis (tulang temporalis) yang berisi tiga tulang pendengaran (osikula), yaitu maleus (tulang martil), inkus (tulang landasan), dan stapes (tulang sanggurdi). Ketiganya saling berhubungan melalui persendian. Tangkai maleus melekat pada permukaan dalam membran tympani, sedangkan bagian kepalanya berhubungan dengan inkus. Selanjutnya, inkus bersendian dengan stapes. Stapes berhubungan dengan membran pemisah antara telinga tengah dan telinga dalam, yang disebut fenestra ovalis (tingkap jorong/ fenestra vestibule). Di bawah fenestra ovalis terdapat tingkap bundar atau fenestra kokhlea, yang tertutup oleh membran yang disebut membran tympani sekunder.

Telinga tengah dibatasi oleh epitel selapis gepeng yang terletak pada lamina propria yang tipis yang melekat erat pada periosteum yang berdekatan. Dalam telinga tengah terdapat dua otot kecil yang melekat pada maleus dan stapes yang mempunyai fungsi konduksi suara. Maleus, inkus, dan stapes diliputi oleh epitel selapis gepeng.

Telinga tengah berhubungan dengan rongga faring melalui saluran eustachius (tuba auditiva), yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan antara kedua sisi membrane tympani. Tuba auditiva akan membuka ketika mulut menganga atau ketika menelan makanan. Ketika terjadi suara yang sangat keras, membuka mulut merupakan usaha yang baik untuk mencegah pecahnya membran tympani. Karena ketika mulut terbuka, tuba auditiva membuka dan udara akan masuk melalui tuba auditiva ke telinga tengah, sehingga menghasilkan tekanan yang sama antara permukaan dalam dan permukaan luar membran tympani.

## 3) Telinga dalam (labirin)

Telinga dalam merupakan struktur yang kompleks, terdiri dari serangkaian rongga-rongga tulang dan saluran membranosa yang berisi cairan. Saluran-saluran membranosa membentuk labirin membranosa dan berisi cairan endolimfe, sedangkan rongga-rongga tulang yang di dalamnya berada labirin

membranosa disebut labirin tulang (labirin osseosa). Labirin tulang berisi cairan perilimfe. Rongga yang terisi perilimfe ini merupakan terusan dari rongga subarahnoid selaput otak, sehingga susunan peri limfe mirip dengan cairan serebrospinal. Labirin membranosa dilekatkan pada periosteum oleh lembaran-lembaran jaringan ikat tipis yang mengandung pembuluh darah. Labirin membranosa sendiri tersusun

terutama oleh selapis epitel gepeng dikelilingi oleh jaringan-jaringan ikat. Labirin terdiri atas tiga saluran yang kompleks, yaitu vestibula, kokhlea (rumah siput) dan 3 buah kanalis semisirkularis (saluran setengah lingkaran).

Vestibula merupakan rongga di tengah labirin, terletak di belakang kokhlea dan di depan kanalis semisirkularis. Vestibula berhubungan dengan telinga tengah melalui fenestra ovalis (fenestra vestibule). Vestibule bagian membran terdiri dari dua kantung kecil, yaitu sakulus dan utrikulus. Pada sakulus dan utrikulus terdapat dua struktur khusus yang disebut makula akustika, sebagai indra keseimbangan statis (orientasi tubuh terhadap tarikan gravitasi). Sel-sel reseptor dalam organ tersebut berupa sel-sel rambut, yang didampingi oleh sel-sel penunjang. Bagian atas sel tersebut tertutup oleh membran yang mengandung butir-butiran kecil kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang disebut otolit. Perubahan posisi kepala yang menimbulkan tarikan gravitasi, menyebabkan akan menyampaikan impuls saraf ke cabang vestibular dari saraf vestibulokokhlear yang terdapat pada bagian dasar sel-sel tersebut, yang akan meneruskan impuls saraf tersebut ke pusat keseimbangan di otak.

Kanalis semisirkularis merupakan 3 saluran bertulang yang terletak di atas belakang vestibula. Salah satu ujung dari masing-masing saluran tersebut menggembung, disebut ampula. Masing-masing ampula berhubungan dengan utrikulus. Pada ampula terdapat krista akustika, sehingga organ indra keseimbangan dinamis (untuk mempertahankan posisi tubuh dalam melakukan respon terhadap gerakan). Seperti pada vestibula sel-sel reseptor dalam krista akustika juga berupa sel-sel rambut yang didampingi oleh sel-sel penunjang, tetapi di sini

tidak terdapat otolit. Selsel reseptor disini distimulasi oleh gerakan endolimfe. Ketika kepala bergerak akibat terjadinya perputaran tubuh, endolimfe akan mengalir di atas sel-sel rambut. Sel-sel rambut menerima rangsangan tersebut dan mengubahnya menjadi impuls saraf. Sebagai responnya, otot-otot berkonstraksi untuk mempertahankan keseimbangan tubuh pada posisi yang baru.

Kokhlea membentuk bagian anterior labirin, terletak di depan vestibula. Berbentuk seperti rumah siput, berupa saluran berbentuk spiral yang terdiri dari  $2\frac{3}{4}$  lilitan, mengelilingi bentukan kerucut yang disebut mediolus. Penampang melintang kokhlea menunjukkan bahwa kokhlea Terdiri dari tiga saluran yang berisi cairan. Tiga saluran tersebut adalah:

- a) Saluran vestibular (skala vestibular): di sebelah atas mengandung perilimfe, berakhir pada tingkap jorong.
- b) Saluran tympani (skala tympani): di sebelah bawah mengandung perilimfe berakhir pada tingkap bulat.
- c) Saluran kokhlear (skala media): terletak di antara skala vestibular dan skala tympani, mengandung endolimfe. Skala media dipisahkan dengan skala vestibular oleh membran vestibularis (membran reissner), dan dipisahkan dengan skala tympani oleh membran basilaris.

Pada membran basilaris inilah terdapat indra pendengar, yaitu organ corti. Sel reseptor bunyi pada organ ini berupa sel rambut yang didimpingi oleh sel penunjang. Akson-akson dari sel-sel rambut menyusun diri membentuk cabang kokhlear dari saraf vestibulokokhlear (saraf kranial ke viii) yang menghantarkan impuls saraf ke pusat pendengaran/ keseimbangan di otak.

Getaran suara dapat sampai pada organ corti melalui lintasan sebagai berikut: getaran suara memasuki liang telinga menekan membran tympani melintas melalui tulang-tulang pendengaran menekan tingkap jorong menimbulkan gelombang pada jaringan perilimfe menekan membran vestibularis dan skala basilaris merangsang sel-sel rambut pada organ corti. Di sinilah mulai terjadi pembentukan impuls saraf.

b. Fisiologi pendengaran

Gelombang bunyi yang masuk ke dalam telinga luar menggetarkan gendang telinga. Getaran ini akan diteruskan oleh ketiga tulang dengar ke jendela oval. Getaran struktur koklea pada jendela oval diteruskan ke cairan limfa yang ada di dalam saluran vestibulum. Getaran cairan tadi akan menggerakkan membran reissner dan menggetarkan cairan limfa dalam saluran tengah.

Perpindahan getaran cairan limfa di dalam saluran tengah menggerakkan membran basiler yang dengan sendirinya akan menggetarkan cairan dalam saluran timpani. Perpindahan ini menyebabkan melebarnya membran pada jendela bundar. Getaran dengan frekuensi tertentu akan menggetarkan selaput-selaput basiler, yang akan menggerakkan sel-sel rambut ke atas dan ke bawah. Ketika rambut-rambut sel menyentuh membran tektorial, terjadilah rangsangan (impuls). Getaran membran tektorial dan membran basiler akan menekan sel sensori pada organ korti dan kemudian menghasilkan impuls yang akan dikirim ke pusat pendengar di dalam otak melalui saraf pendengaran.

c. Susunan dan cara kerja alat keseimbangan

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

Alat ini disebut kupula. saluran semisirkular (saluran setengah lingkaran) peka terhadap gerakan kepala.

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

### 3. Kulit

#### a. Anatomi indera peraba

Kulit merupakan indera peraba yang mempunyai reseptor khusus untuk sentuhan, panas, dingin, sakit, dan tekanan. Reseptor untuk rasa sakit ujungnya menjorok masuk ke daerah epidermis. Reseptor untuk tekanan, ujungnya berada di dermis yang jauh dari epidermis. Reseptor untuk rangsang sentuhan dan panas, ujung reseptornya terletak di dekat epidermis. Kulit berfungsi sebagai alat pelindung bagian dalam, misalnya otot dan tulang. Kulit terdiri dari dua lapisan :

##### 1) epidermis

Merupakan lapisan kulit yang paling luar dan terdiri dari sel epitelium skuamosa berkeratin dan berlapis yg memiliki ketebalan bervariasi di setiap bagian tubuh. Kulit yang paling tebal adalah di telapak kaki dan tangan, tidak ada pembuluh darah dan saraf pada bagian epidermis, tetapi lapisan yang lebih dalam terendam di dalam cairan intestinal dari dermis yang memberikan oksigen dan nutrien serta dialiri limfe.

Terdapat beberapa lapisan di epidermis yaitu :

- a) Stratum korneum
- b) Stratum lusidum
- c) Stratum granulosum
- d) Lapisan germinatif

Penggantian total epidermis sekitar sebulan pemeliharaan penyusun utama dari bagian dermis adalah jaringan penyokong yang terdiri dari serat yang berwarna putih dan serat yang berwarna kuning. Serat kuning bersifat elastis/lentur, sehingga kulit dapat mengembang.

Permukaan epidermis yang menonjol oleh tonjolan sel di dermis disebut papila. Pada tonjolan ini berbeda pada setiap individu. Tonjolan kebawah lapisan germinatif antara papila diyakini membantu memberi nutrisi bagi sel epidermis dan menstabilkan dua lapisan serta mencegah kerusakan akibat gaya pencukuran.

Faktor yang mempengaruhi warna kulit :

- a) Melanin suatu pigmen gelap dan tirosin dan di sekresikan oleh melanosit di lapisan germinatif diabsorpsi oleh epitelium yang meneglinginya.
- b) Presentase saturasi hemoglobin dan jumlah darah yang beredar di dermis menyebabkan kulit berwarna putih dan tampak kemerahan.
- c) Kadar pigmen empedu yang berlebihan di darah dan karotin di lemak subkutan menyebabkan kulit berwarna kekuningan.

## 2) dermis

Dermis bersifat elastik dan keras. Dermis disusun oleh jaringan ikat dan matriks mengandung serat kolagen yang bertautan dengan serat elastik.

Struktur di dalam dermis :

### a) Pembuluh darah

Arteriol membentuk suatu jaringan halus disertai cabang kapiler yang memperdarahi kelenjar keringat, kelenjar sebacea, folikel rambut, dan dermis. Epidermis tidak mengandung pembuluh darah. Epidermis mendapat nutrisi dan oksigen dari cairan interstisial yang berasal dari pembuluh darah yang ada di papila dermis.

### b) Pembuluh limfe

Pembuluh limfe membentuk jaringan di dermis

### c) Ujung saraf sensorik (somatik)

Reseptor sensoris (ujung saraf khusus) yang peka terhadap sentuhan, suhu, tekanan dan nyeri tersebar luas di dermis. Kulit merupakan organ sensoris yang penting dimana individu menerima informasi mengenai lingkungan mereka. Stimulus yang datang mengaktifkan jenis reseptor sensoris yang berbeda. Impuls saraf yang dibangkitkan di reseptor sensoris di dermis di hantarkan ke medula spinalis oleh saraf sensoris (kutaneus somatik) kemudian ke area sensoris di serebrum dimana sensasi di persepsikan.

### d) Kelenjar keringat dan duktusnya

Kelenjar keringat tersebar luas di permukaan kulit dan paling banyak di telapak tangan, telapak kaki, aksila dan lipatan

paha. Kelenjar ini terdiri dari sel epitelium. Badan kelenjar terletak tergelung di jaringan subkutan. Fungsi keringat yang paling penting disekresikan oleh kelenjar yang terhubung dengan permukaan kulit adalah mengatur suhu tubuh. Evaporasi keringat pada tubuh mengambil panas dari inti tubuh dan jumlah keringat yang dihasilkan diatur oleh pusat pengatur suhu di hipotalamus.

e) Rambut, otot pili arektor, dan kelenjar sebacea

Rambut dibentuk oleh permukaan ke bawah sel epidermis ke dermis atau jaringan subkutan yang disebut folikel rambut. Di dasar folikel terdapat kumpulan sel yang disebut bulbus. Rambut terbentuk oleh pembelahan sel bulbus dan saat sel ini terdorong ke atas, menjauh dari sumber nutrisi mereka, sel akan mati dan menjadi berkeratin. Bagian rambut di atas disebut batang dan yang bawah di sebut akar. Warna rambut ditentukan secara genetik dan bergantung pada jumlah melanin yang ada. Rambut putih merupakan akibat penggantian melanin oleh gelembung udara yang tipis. Pili arektor merupakan berkas kecil serat otot polos yang melekat pada folikel rambut. Kontraksi membuat rambut berdiri tegak dan kulit disekitar rambut terangkat. Otot ini distimulasi oleh serat saraf simpatis saat terjadi ketakutan atau dingin.

Kelenjar sebacea merupakan sel epitelium yang menyekresikan substansi minyak (sebum) yang paling banyak terdapat di wajah, kulit kepala, aksila dan lipat paha. Sebum menjaga rambut tetap lembut dan halus dan sebagai antibakterisida serta mencegah kulit dari pecah- pecah

Kuku manusia sama dengan cakar, tanduk dan kuku pada hewan. Kuku berasal dari sel yang sama dengan epidermis dan rambut serta terdiri dari lempengan keratin bertanduk yang keras. Akar kuku menempel pada kulit yang dilapisi oleh kutikula yang membentuk area pucat hemisfer yang di sebut lunula. Kuku tumbuh dari area germinatif yang disebut akar kuku.

## b. Fungsi kulit

### 1) Proteksi

Sebagai mekanisme pertahanan nonspesifik, epidermis terdiri atas sel imun khusus yang disebut sel langerhans. Sel ini memfagosit antigen yang masuk dan beredar ke jaringan limfoid dengan demikian menstimulasi respon imun. Pigmen melanin melakukan beberapa proteksi terhadap sinar ultraviolet dari cahaya matahari yang berbahaya.

### 2) Regulasi suhu tubuh

Saat laju metabolisme meningkat, suhu tubuh meningkat dan saat laju metabolisme menurun suhu tubuh menurun juga. Untuk memastikan suhu ini tetap konstan, keseimbangan dipertahankan di antara panas yang dihasilkan tubuh dan panas yang hilang pada lingkungan.

### 3) Pengeluaran panas

Panas yang hilang melalui kulit dipengaruhi oleh perbedaan antara suhu tubuh dan lingkungan, jumlah permukaan tubuh yang terpapar udara dan jenis pakaian yang dikenakan. Sebagian besar panas yang hilang dari tubuh terjadi pada kulit. Sebagian kecil panas hilang di udara, urine dan feses.

### 4) Pengendalian suhu tubuh

Pusat di medula oblongata mengendalikan diameter arteri kecil dan arteriola sehingga sejumlah darah bersirkulasi di kapiler pada dermis. Saat suhu tubuh meningkat kapiler kulit berdilatasi dan darah tambahan di dekat permukaan meningkatkan panas yang hilang melalui radiasi, konveksi, dan konduksi.

### 5) Pembentukan vitamin d

Substansi berbau dasar lipid di kulit adalah 7-dehidrokolesterol dan sinar ultraviolet dari matahari yang mengubahnya menjadi vitamin d. Substansi ini beredar di darah dan digunakan bersama kalsium dan fosfat dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang.

### 6) Sensasi

Reseptor sensori terdiri atas ujung saraf di lapisan dermis yang peka terhadap sentuhan, tekanan, suhu atau nyeri. Stimulasi membangkitkan impuls saraf di saraf sensoris yang di

hantarkan ke kortek serebri. Sebagian area memiliki reseptor sensoris lebih banyak daripada area lain misalnya di bibir dan ujung jari.

Reseptor kesan raba - tekan adalah korpukel, meissner, korpukel merckel, basket like arrangement.

Sensasi dingin dan panas berada pada area yang berbeda, kesan dingin berada pada area krausea dengan ambang batas suhu  $35^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ . Kesan panas terdapat pada rufini ujung saraf bebas dengan ambang batas suhu  $30^{\circ}\text{C} - 43^{\circ}\text{C}$ . Reseptor adaptasi suhu yang dapat di toleransi yaitu antara  $20^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ . Jika suhu terlalu ekstrim akan menyebabkan kerusakan Jaringan.

Terdapat tiga jenis reseptor nyeri yaitu nosiseptor mekanis, nosiseptor termal nosiseptor polimodal. Semua nosiseptor dapat di sensitifitasi oleh prostaglandin. Impuls nyeri di salurkan melalui salah satu dari dua jenis serat aferen. Sinyal yang berasal dari nosiseptor mekanis dan termal di salurkan melalui serat delta-a yang berukuran besar dan bermielin dg kecepatan 30mtr/dtk. Impuls dari nosiseptor polimodal diangkut oleh serat c yang kecil dan tidak bermielin dg kecepatan lebih lambat. Nyeri lambat diaktifkan oleh bradikinin yang di dikeluarkan oleh jaringan yg rusak ke dalam ces. Nyeri akan di persepsikan di thalamus.

#### 7) absorpsi

Fungsi ini terbatas pada kulit tetapi substansi yang dapat diabsorpsi meliputi:

- a) Beberapa obat transdermal
- b) Beberapa zat kimia misalnya merkuri

#### 8) ekskresi

Kulit merupakan organ ekskresi minor bagi sebagian zat yang meliputi :

- a) Natrium klorida dalam keringat
- b) Urea khususnya saat fungsi ginjal terganggu
- c) Substansi aromatik, misalnya bawang putih dan rempah-rempah

### 4. Lidah

- a. Anatomi indera pengecap

Lidah terletak pada dasar mulut, pembuluh darah dan saraf masuk dan keluar pada pangkalnya. Ujung serta pinggiran lidah bersentuhan dengan gigi bawah. Bagian bawah lidah disebut prenulum linguae, yaitu struktur ligamen halus yang mengaitkan bagian posterior lidah pada dasar mulut.

Lidah sebagian besar terdiri dari dua kelompok otot yaitu otot intrinsik untuk melakukan semua gerakan halus, dan otot ekstrinsik untuk mengaitkan lidah pada bagian sekitarnya, melakukan gerakan-gerakan kasar dan untuk mendorong lidah ke faring.

Selaput lendir lidah selalu lembab dan waktu sehat berwarna merah jambu. Permukaan atas seperti beludru dan ditutupi papila yang terdiri dari :

- 1) Papila sirkumfalata, ada 8 hingga 12 dari jenis ini yang terletak pada bagian dasar lidah. Papila ini adalah papila yang terbesar dan masing-masing dikelilingi lekukan seperti parit.
- 2) Papila fungiformis, menyebar pada permukaan ujung dan sisi lidah dan berbentuk jamur.
- 3) Papila foliformis, adalah yang terbanyak dan menyebar pada seluruh permukaan lidah.

#### b. Sensasi pengecapan utama

Pengecapan terutama berhubungan dengan fungsi dari kuncup rasa (taste bud) yang terdapat didalam mulut. Akan tetapi persepsi pengecapan dipengaruhi juga oleh indera penghidu, tekstur makanan dan makanan yang memberi sensasi nyeri akan mempengaruhi pengalaman dalam pengecapan. Pengenalan bahan kimia spesifik yang mampu merangsang berbagai reseptor pengecapan belum dapat diketahui semuanya. Walaupun demikian penelitian telah mengenali 13 reseptor kimia yang ada pada sel pengecap, yaitu 2 reseptor natrium, 2 reseptor kalium, 1 reseptor klorida, 1 reseptor adenosin, 1 reseptor inosin, 2 reseptor manis, 2 reseptor pahit, 1 reseptor glutamat, dan 1 reseptor ion hidrogen. Ketiga belas reseptor tersebut dikumpulkan menjadi menjadi 5 katagori umum yang disebut sensasi pengecap utama:

- 1) Rasa asam

Rasa asam disebabkan oleh asam, yakni karena konsentrasi ion hidrogen. Semakin asam suatu makanan, maka semakin kuat pula sensasi asam yang terbentuk.

2) Rasa asin

Rasa asin dihasilkan dari garam yang terionisasi, terutama karena konsentrasi ion natrium.

3) Rasa manis

Rasa manis tidak dibentuk dari satu zat kimia saja, beberapa zat kimia yang menyebabkan rasa manis mencakup gula, glikol, alkohol, aldehid, keton, amida, ester, asam amino, protein, asam sulfonat, asam halogenasi, dan asam-asam organik dari timah dan belerang.

4) Rasa pahit

Rasa pahit hampir seluruhnya disebabkan oleh substansi organik. Golongan substansi organik tersebut yaitu substansi organik rantai panjang yang mengandung nitrogen dan substansi organik alkaloid.

5) Rasa umami

Rasa umami adalah rasa kecap yang menyenangkan secara kualitatif. Didapatkan dari makanan yang mengandung l-glutamat seperti pada ekstrak daging dan keju lama.

c. Taste bud dan fungsinya

Taste bud terdiri atas kurang lebih sel epitel yang termodifikasi, beberapa diantaranya yaitu sel penyokong (sel sustentakuler) dan yang lain disebut sel pengecap. Seperti terlihat pada gambar ujung-ujung luar sel pengecap tersusun disekitar pori-pori pengecap yang sangat kecil. Dari ujung setiap sel pengecap, beberapa rambut pengecap (mikrovili) akan menonjol keluar menuju pori-pori pengecap untuk mendekati rongga mulut, mikrovili di permukaan merupakan reseptor indera pengecap.

Taste bud ditemukan pada tiga tipe papila lidah. Sebagian besar taste bud terletak didinding saluran yang mengelilingi papila sirkumvalata, yang membentuk garis v dipermukaan lidah posterior. Sejumlah taste bud lain terletak di papila fungiformis

diatas anterior lidah dan pada papila foliata yang terdapat di lipatan sepanjang lateral lidah. Taste bud tambahan terletak pada

palatum, pilar tonsil, epiglotis, dan esopagus proksimal.pada orang dewasa mempunyai 3000 sampai 10.000 taste bud dan bertambahnya usia fungsinya semakin menurun.

### 1) Spesialitas taste bud

Setiap taste bud biasanya berespon terhadap satu dari lima rangsang pengecap utama, bila substansi kecap berada dalam konsentrasi rendah, tapi pada konsentrasi tinggi taste bud dapat di rangsang oleh dua atau lebih rangsang pengecap utama.

### 2) Mekanisme perangsangan

Sel reseptor pengecap mempunyai muatan negatif dibagian dalam dan positif di bagian luar. Pemberian suatu zat pada rambut pengecap akan menyebabkan hilangnya potensial negatif, sehingga mengakibatkan depolarisasi. Perubahan ini disebut potensial reseptor untuk pengecapan.mekanisme reaksi untuk memulai potensial reseptor adalah dengan pengikatan zat kimia kecap pada molekul reseptor protein yang dekat atau menonjol melalui membran vilus. Hal ini akan membuka kanal ion , sehingga ion natrium yang bermuatan positif masuk dan mendepolarisasi kenegatifan normal didalam sel. Selanjutnya zat kimia kecap secara bertahap dibersihkan oleh saliva sehingga akan menghilangkan rangsangan. Tipe protein reseptor disetiap vilus pengecap menentukan tipe rasa yang akan diterima. Untuk ion natrium dan hidrogen yang melepaskan sensasi rasa asin dan asam, protein reseptor akan membuka kanal spesifik pada membran sel kecap dibagian apikal,dengan cara mengaktifkan reseptor.untuk sensasi rasa manis dan pahit, bagian molekul protein reseptor yang menonjol ke membran dibagian apikal akan mengaktifkan substansi messenger transmitter didalam sel, dan akan menyebabkan perubahan kimia untuk melepaskan sinyal pengecapan

### 3) Pembentukan impuls saraf oleh taste bud

Pada pemberian rangsangan kecap yang pertama kali, kecepatan impuls saraf taste bud akan meningkat sampai puncaknya dalam waktu beberapa detik, kemudian akan beradaptasi dalam waktu beberapa detik berikutnya sampai

mencapai kadar yang lebih rendah dan setabil selama rangsangan masih ada.

4) Transmisi sinyal pengecap ke sistem saraf pusat

Impuls pengecap dari dua per tiga anterior lidah mula-mula diteruskan ke saraf lingualis, kemudian melalui korda timpani menuju nervus fasialis dan menuju traktus solitarius di batang otak. Sensasi pengecap dari papila sirkumvalata dan dari posterior rongga mulut dan tenggorokan, akan ditransmisikan nervus glasovaringeus juga ke traktus solitarius. Sinyal pengecap dari dasar lidah dan faring ditransmisikan oleh nervus vagus dan diteruskan juga ke traktus solitarius. Semua serabut pengecap bersinaps di batang otak bagian posterior nukleus traktus solitarius

Dari traktus solitarius, sebagian besar impuls pengecap kemudian ditransmisikan ke batang otak itu sendiri ke nukleus salivatorius inferior dan superior dan akan mentransmisikan sinyal ke glandula Submandibularis, sublingualis dan parotis untuk mengendalikan sekresi Saliva.

5. Hidung

a. Anatomi indera penciuman.

1) Rongga hidung (nasal cavity)

Berfungsi untuk mengalirkan udara dari luar ke tenggorokan menuju paru paru. Di dalam hidung kita terdapat banyak sel kemoreseptor untuk mengenali bau. Indera penciuman terletak pada rongga hidung. Di dalam rongga hidung terdapat rambut halus yang berfungsi untuk menyerap kotoran yang masuk melalui sistem pernafasan, selain itu, terdapat konka nasal superior, intermediet serta inferior. Pada bagian konka nasal superior terdapat akar sel-sel dan jaringan syaraf penciuman (nervus olfaktorius yang merupakan syaraf kranial pertama) yang berfungsi untuk mendeteksi baubauan yang masuk

melalui hirupan nafas. Fungsi sistem pembau (sistem olfaction) adalah mengindikasikan molekul molekul kimia yang dilepaskan di udara yang mengakibatkan bau. Molekul kimia diudara dapat dideteksi bila ia masuk ke reseptor olfactory

epithelia melalui proses penghirupan. Sistem olfactory manusia dapat membedakan berbagai macam bau bukan karena memiliki banyak reseptor pembau namun kemampuan tersebut ditentukan oleh prinsip-prinsip komposisi (component principle) rongga hidung ini di hubungkan dengan bagian belakang tenggorokan. Rongga hidung di pisahkan oleh langit-langit mulut kita yang di sebut dengan palate. Di rongga hidung bagian atas terdapat sel-sel reseptor atau ujung-ujung saraf pembau. Ujung-ujung saraf pembau ini timbul bersama dengan rambutrambut halus pada selaput lendir yang berada di dalam rongga hidung bagian atas. Dapat membau dengan baik.

## 2) Mucous membrane

Berfungsi menghangatkan udara dan melembabkannya. Bagian ini membuat mucus (lendir atau ingus) yang berguna untuk menangkap debu, bakteri, dan partikel-partikel kecil lainnya yang dapat merusak paru-paru.

### b. Saraf indera penciuman

Saraf olfaktorius merupakan saraf sensorik penciuman. Saraf ini berasal dari ujung saraf olfaktorius khusus (kemoreseptor) di membran atas rongga nasal yang berada konka nasal superior. Pada setiap sisi septum nasal, serat saraf

melalui lamina kribiformis tulang etmoid ke bulbus olfaktorius dimana saraf ini saling berhubungan dan bersinaps. Dari bulbus berkas serat saraf membentuk traktus olfaktorius yang melewati area olfaktorius ke lobus temporal pada tiap hemisfer, dimana impuls dipersepsikan dan bau di persepsikan

### c. Fisiologi penciuman

Semua materi berbau mengeluarkan materi mudah menguap dimana akan dibawa ke hidung melalui udara yang terinhalasi dan bahkan dengan konsentrasi yang rendah saat terlarut di dalam mucus dapat menstimuli kemoreseptor penciuman. Udara yang masuk ke hidung dihangatkan dan aliran konveksi membawa putaran udara yang terinspirasi ke atas rongga nasal. Membau memusatkan molekul yang dapat menguap di atas hidung. Hal ini meningkatkan jumlah reseptor olfaktori yang terstimulasi sehingga terjadi persepsi bau. Indera penciuman dapat mempengaruhi selera makan, jika bau menyenangkan selera makan

akan meningkat dan sebaliknya. Saat dibarengi dengan melihat makanan bau yang meningkatkan selera makan, meningkatkan salivasi, dan menstimuli system pencernaan. Indera penciuman dapat menciptakan memori yang bertahan lama, khususnya jika bau itu khas misalnya bau rumah sakit atau bau makanan favorit atau makanan yang tidak disukai. Inflamasi mukosa hidung mencegah zat berbau menjangkau area penciuman di hidung menyebabkan hilangnya indera penciuman (anosmia) contohnya : flu.

## **B. Gangguan Sistem Indera**

### **1. Mata 1 Degenerasi makula**

Degenerasi makula adalah sebuah penyakit mata yang menyerang pada bagian makula sehingga menyebabkan mata tidak bisa melihat dengan jelas atau

penglihatan kabur. Makula merupakan sebuah organ kecil pada mata yang terletak dibagian belakang mata dan berfungsi untuk mengirimkan sinyal gambar dari mata ke bagian otak. Penyakit ini paling sering terjadi pada orang tua.

Gejala degenerasi makula :

- a. Penglihatan mata menjadi kabur atau tidak fokus
- b. Adanya garis gelombang dalam penglihatan
- c. Tidak bisa mengenal warna dengan baik
- d. Membutuhkan cahaya yang sangat terang untuk membaca
- e. Sulit untuk mengenali wajah
- f. Tidak bisa melihat warna cerah
- g. Mengalami halusinasi dalam melihat warna dan gelombang cahaya

Penyebab degenerasi makula :

- h. Pertambahan usia yang biasanya terjadi pada orang tua dengan usia lebih dari 65 tahun
- i. Adanya riwayat keluarga yang mengalami degenerasi makula
- j. Kebiasaan merokok
- k. Obesitas
- l. Riwayat penyakit jantung dan kolestrol tinggi
- m. Terlalu banyak konsumsi sayur dan buah seperti diet hanya dengan konsumsi sayur dan buah

### **2. Katarak**

Katarak merupakan sebuah penyakit yang menyebabkan lensa mata menjadi keruh dan menyebabkan penglihatan berkurang atau kebutaan. Penyakit ini bisa mengganggu berbagai aktifitas karena mata tidak bisa melihat dengan baik dan lebih parah pada malam hari. Katarak sering berkembang sesuai dengan waktu dan bisa terjadi sejak kecil.

Gejala katarak :

- a. Penglihatan menjadi kabur
- b. Sulit untuk melihat pada malam hari
- c. Mata menjadi sangat sensitif terhadap cahaya
- d. Ada lingkaran putih dalam sumber cahaya seperti lampu
- e. Lensa kacamata sering tidak menjadi jelas atau harus lebih sering berganti
- f. Penglihatan mata menjadi ganda

Katarak bisa muncul dengan berbagai sebab termasuk kondisi cacat bawaan sejak lahir. Usia juga memberikan pengaruh yang sangat besar. Sementara penyebab lain adalah seperti:

- a. Penambahan usia
- b. Penyakit diabetes yang tidak dikendalikan
- c. Kebiasaan mengkonsumsi alkohol
- d. Paparan langsung dari sinar matahari
- e. Ada riwayat katarak dalam keluarga
- f. Penyakit darah tinggi
- g. obesitas
- h. Pernah mengalami gangguan mata
- i. Kebiasaan merokok

### 3. Neuritis

Neuritis optik adalah penyakit karena adanya peradangan pada bagian saraf optik yang berupa kumpulan syaraf yang berfungsi untuk menghubungkan informasi dari mata ke otak. Penyakit ini pada awalnya sering ditandai dengan rasa sakit pada bagian mata dan penglihatan mengalami gangguan sementara.

Penyakit ini juga berhubungan dengan penyakit lain yaitu multiple sclerosis. Gejala neuritis :

- a. Rasa sakit atau nyeri pada bagian belakang mata

- b. Gangguan penglihatan yang terjadi dalam sementara waktu atau jangka yang lebih panjang.
- c. Tidak bisa mengenali warna dengan baik.
- d. Melihat bayangan lampu berkedip Penyebab neuritis :
- e. Sistem kekebalan tubuh yang terus menurun
- f. Penyakit yang menyebabkan kerusakan sistem kekebalan tubuh seperti multiple sclerosis
- g. Infeksi dari beberapa jenis bakteri seperti bakteri penyebab penyakit sifilis, campak, gondok dan herpes.
- h. Pemakaian obat-obatan jangka panjang seperti obat untuk penyakit tbc.

#### 4. Glukoma

Glukoma adalah kondisi penyakit mata yang menyebabkan mata tidak bisa melihat dalam jangka waktu tertentu. Penyakit ini bisa disebabkan karena kondisi penyakit mata tertentu yang menyerang pada bagian saraf optik mata.

Tekanan yang terlalu tinggi dalam bagian mata bisa menyebabkan penyakit ini muncul. Ada dua jenis glukoma yaitu glukoma sudut terbuka dan glukoma sudut tertutup.

Gejala glukoma :

- a. Penglihatan menjadi tidak jelas terutama pada bagian tepi
- b. Rasa sakit yang parah pada bagian belakang mata
- c. Sakit mata parah
- d. Mual dan muntah saat sakit mata
- e. Tidak bisa melihat saat redup atau tidak ada cahaya
- f. Ada lingkaran putih pada sumber cahaya seperti lampu.
- g. Mata menjadi merah

#### 5. Ablasi

Ablasi retina adalah sebuah kondisi yang menyebabkan lapisan penting dari jaringan pada retina mengalami penurunan sehingga posisinya lebih kebawah atau menarik ke dalam yang menyebabkan gangguan untuk pembuluh darah di daerah ini. Kondisi ini akan menyebabkan retina mengalami kekurangan oksigen sehingga bisa menyebabkan kebutaan.

Gejala ablasi :

- a. Mata seperti melihat bintik-bintik kecil pada pandangan.
- b. Mata seperti tertutup oleh rambut atau beberapa benang kecil meskipun sebenarnya tidak.
- c. Mata memberikan respon berkedip dalam waktu cepat saat melihat mata.

Penyebab ablasia :

- a. Pengurangan jumlah gel yang melapisi mata sehingga menyebabkan bagian retina robek atau mengalami ablasia.
- b. Cedera karena benturan atau kecelakaan yang terjadi pada mata.
- c. Menderita penyakit diabetes
- d. Peradangan pada bagian mata
- e. Penuaan yang bisa menyebabkan retina menjadi semakin tipis dan sangat sensitif saat terkena tekanan dari air mata.
- f. Pernah menjalani operasi mata

## 6. Graves

Penyakit graves adalah sebuah kondisi yang menyebabkan adanya gangguan sistem kekebalan tubuh karena tubuh menghasilkan terlalu banyak hormon tiroid. Hormon tiroid adalah hormon yang bisa mempengaruhi semua sistem dalam kesehatan tubuh dengan berbagai cara yang berbeda. Penyakit ini bisa terjadi pada perempuan dan biasanya menyerang saat belum berumur kurang dari 40 tahun.

Gejala graves :

- a. Mata menjadi lebih menonjol
- b. Ada tekanan kuat pada bagian dalam mata
- c. Mata seperti menghasilkan pasir
- d. Kelopak mata seperti tertarik
- e. Peradangan mata yang menyebabkan mata merah
- f. Mata menjadi lebih sensitif terhadap cahaya
- g. Mata tidak bisa melihat dengan jelas atau penglihatan ganda
- h. Mata kehilangan kemampuan untuk melihat.

Penyebab graves :

- a. Terjadi penumpukan karbohidrat pada lapisan kulit yang bisa merusak antibodi tubuh.
- b. Memiliki garis keluarga dengan penyakit graves

- c. Perempuan lebih memiliki resiko yang tinggi.
- d. Gangguan penyaki imunitas
- e. Kehamilan
- f. Memiliki tekanan emosi yang tinggi
- g. Kebiasaan merokok

## 7. Strambismus

Strabismus adalah sebuah kondisi yang menggambarkan bahwa mata tidak bisa melihat dengan baik. Bola mata bisa melihat ke arah kanan atau kiri sehingga menyebabkan pandangan mata yang sebenarnya lurus tapi tidak bisa terjadi dengan baik. Penyakit ini bisa terjadi pada semua orang dan termasuk untuk anak-anak maupun orang dewasa.

Gejala strambismus :

- a. Anak-anak akan sering memiringkan salah satu bagian mata atau menutup satu mata untuk bisa melihat objek dengan benar.
  - b. Mata menjadi tidak fokus saat melihat dan sering terlihat oleh orang lain
- Penyebab strambismus :
- c. Otak tidak bisa mengatur keseimbangan mata saat melihat pada sebuah objek.
  - d. Kelainan mata yang menyebabkan satu mata mengalami rabun jauh atau rabun dekat dengan beberapa ukuran dan selisih yang sangat jauh.

Saraf yang bekerja untuk mengatur otot mata tidak bisa berfungsi dengan baik atau justru tidak normal.

## 8. Mata bintitan

Mata bintitan adalah salah satu jenis penyakit yang menyerang bagian mata yang sangat mengganggu, namun biasanya tidak berlangsung lama. Mata bintitan biasanya ditandai dengan munculnya bintitan seperti bisul, namun terjadi biasanya di sekitar kelopak mata.

Gejala mata bintitan :

- a. Muncul bintitan di kelopak mata bagian atas dan atau bagian bawah
  - b. Perih di mata
  - c. Rasa nyeri
  - d. Mata cenderung berwarna merah dan kebiruan
- Penyebab mata bintitan :

- e. Mata kelilipan, ketika terkena debu atau benda asing kita biasanya menggecek mata
  - f. Infeksi kuman stafilokokus
  - g. Peradangan atau infeksi dari muara kelenjar pada lapisan kelopak mata
9. Miopi (rabun jauh)
- Miopi merupakan suatu gangguan di mana penderitanya kehilangan kemampuan untuk melihat benda-benda yang jaraknya jauh dengan jelas. Akibatnya, penderita miopi tidak dapat melihat tulisan dari jarak jauh. Penderita miopi dapat ditolong dengan menggunakan kacamata berlensa cekung.
10. Hipermetropi (rabun dekat)
- Hipermetropi merupakan suatu gangguan dimana penderitanya kehilangan kemampuan untuk melihat benda-benda yang dekat dengan jelas. Akibatnya, penderita hipermetropi tidak dapat melihat tulisan dari jarak dekat. Penderita hipermetropi dapat ditolong dengan menggunakan kacamata berlensa cembung.
11. Presbiopi (mata tua)
- Presbiopi adalah suatu gangguan dimana penderitanya kehilangan kemampuan untuk melihat benda-benda yang jaraknya jauh maupun dekat dengan jelas. Gangguan ini umumnya diderita oleh golongan lanjut usia. Penderita presbiopi dapat ditolong dengan menggunakan kacamata berlensa rangkap.
12. Rabun senja
- Rabun senja atau rabun ayam merupakan gangguan penglihatan akibat kekurangan vitamin a. Akibatnya penderita rabun senja kesulitan melihat benda saat terjadi perubahan dari terang menuju gelap atau saat senja hari.
13. Katarak
- Katarak adalah gangguan pada mata dimana lensa mata menjadi mengeruh. Katarak dapat disebabkan oleh kekurangan vitamin b atau karena faktor usia. Katarak dapat disembuhkan dengan cara operasi katarak.

## C. Telinga

1. Penyumbatan

ini sebenarnya bukan penyakit, tetapi gejala yang diakibatkannya sangat mengganggu yaitu sulit mendengar dan hilang keseimbangan. Produksi kotoran telinga yang berlebihan bisa menyumbat salah satu atau kedua saluran telinga membersihkan telinga adalah cara mudah menghindari penyakit ini.

Namun jika kotoran telinga sudah telanjur menumpuk, berkonsultasilah ke dokter. Dokter akan memberikan obat tetes dan menggunakan cara yang tepat untuk membuang kotoran telinga anda.

Kulit lubang telinga yang tipis akan lecet jika terus menerus dikorek. Akibatnya telinga akan barnanah, nanah tersebut bercampur dengan kotoran telinga dan berbau tak sedap.

## 2. Perikondritis

Perikondritis adalah suatu infeksi pada tulang rawan (kartilago) telinga luar. Penyebabnya bisa bermacam-macam misalnya cedera, gigitan serangga, pemecahan bisul dengan sengaja, perikondritis menyebabkan timbulnya nanah yang akan terkumpul diantara kartilago dan lapisan jaringan ikat di sekitarnya (perikondrium). Terkadang nanah dapat menyebabkan terputusnya aliran darah ke kartilago.

Gejala awal penyakit perikondritis adalah:

- Daun telinga yang membengkak
- Daun telinga yang memerah
- Daun telinga yang terasa panas
- Daun telinga yang terasa nyeri
- Jika di tekan daun telinga akan terasa sakit

## 3. Tinnitus

tinnitus adalah penyakit telinga ringan yang cukup mengganggu penderitanya. Gejala tinnitus berupa bunyi berdengung, berdesir, dan sebagainya. Biasanya penyakit ini akan menghilang begitu saja tanpa disadari oleh penderitanya. Akan tetapi tinnitus yang tidak diobati akan memicu tumor telinga, tetapi hal ini sangat jarang terjadi.

Penyebab tinnitus pada telinga pasiennya, seorang dokter tnt akan melaksanakan sejumlah tes pendengaran dan memeriksa riwayat kesehatan dan lingkungan hidup pasiennya. Setelah diketahui

penyebabnya, dokter akan memberi rekomendasi-rekomendasi tertentu yang sesuai.

#### 4. Otitis media

Otitis media adalah penyakit yang menyebabkan telinga bagian tengah mengalami peradangan. Penyakit ini biasanya disebabkan oleh adanya infeksi disaluran pernapasan seperti di tenggorokan. Virus dan bakteri penyebab

infeksi tersebut akan menyebar dan melewati saluran eustachius. Sehingga hal ini akan menyebabkan gangguan berupa peradangan, pembengkakan saluran hingga gangguan pendengaran.

#### 5. Meniere

Penyakit pada telinga selanjutnya adalah meniere. Meniere merupakan penyakit pada telinga yang menyerang bagian dalam alat indera ini. Hal ini terjadi karena kantung endolimfatikus mengalami pembengkakan akibat penumpukan cairan yang ada di dalam telinga. Gejala awal yang perlu anda waspadai adalah tinnitus atau telinga berdengung, gangguan pendengaran serta kepala terasa pusing.

Biasanya penyakit ini hanya menyerang satu telinga saja, namun tidak menutup kemungkinan jika kedua telinga juga dapat terserang meniere.

### **D. Kulit**

#### 1. Penyakit panu

Panu merupakan jenis penyakit kulit dengan faktor penyebab utamanya adalah jamur. Bagi penderita yang terkena penyakit panu akan menimbulkan gejalagejala seperti gatal-gatal dan ada juga yang terasa panas. Penyakit kulit panu tergolong penyakit kulit yang ringan dan mudah di sembuhkan.

Adapun ciri penyakit panu tersebut tampak seperti pada gambar diatas, yaitu kulit bercak keputih-putihan, terasa gatal apa bila berkeringat dan lebih sering menyerang pada daerah punggung.

#### 2. Penyakit bisul

Bisul merupakan penyakit kulit yang tergolong tidak terlalu parah, penyakit bisul adalah penyakit kulit dimana kulit menjadi

membengkak hal itu di sebabkan oleh infeksi dari bakteri staphylococcus aureus yang terjadi pada kulit.

Sedangkan penyakit bisul ada yang tumbuh tunggal dan ada juga yang muncul dengan jumlah lebih satu yang dikenal dengan istilah carbunculosis.

Penyakit bisul ini, jika tidak segera diobati dapat menyebar kebagian tubuh yang lain bahkan juga dapat menular ketubuh orang lain. Adapun ciri penyakit bisul tersebut tampak seperti pada gambar diatas, yaitu kulit terlihat ada benjolan kecil kemerahmerahan. Adapun faktor utama penyebab penyakit bisul adalah kurangnya kebersihan kulit.

### 3. Penyakit kurap

Penyakit kulit kurap adalah jenis penyakit kulit yang disebabkan oleh jamur, adapun ciri-ciri penyakit kurap tersebut adalah pada kulit terlihat kasar, tebal bercak dan berair tampak seperti pada gambar dibawah ini.

Adapun gejala yang di timbulkan dari penyakit tersebut adalah gatal, perih dan pedas. Faktor utama penyebab dari penyakit tersebut adalah kurangnya kebersihan badan. Penyakit kurap mudah menular melalui sentuhan kulit.

### 4. Penyakit kudis

Penyakit kulit kudis merupakan jenis penyakit kulit yang disebabkan oleh bakteri yang disebut sebagai sarcoptes scanbievar hominis. Adapun gejala yang ditimbulkannya adalah pada kulit terasa gatal dan perih. Ciri-ciri penyakit kudis tersebut tampak seperti pada gambar seperti diatas. Kudis merupakan jenis penyakit kulit yang mudah menular apabila terjadi kontak langsung atau bersentuhan untuk menghindari penyakit tersebut sebaiknya selalu menjaga kebersihan badan.

### 5. Penyakit jerawat

Penyakit kulit jerawat adalah jenis penyakit kulit yang di sebabkan oleh bakteri di pori-pori kulit yang menimbulkan benjolan pada kulit, baik kulit wajah ataupun kulit tubuh lainnya.

ciri-ciri penyakit jerawat tersebut tampak pada gambar diatas, yang terlihat seperti benjolan pada kulit. Adapun cara pencegahannya selalu menjaga kebersihan kulit.

### 6. Penyakit herpes stomatis

Jenis penyakit kulit herpes stomatitis adalah jenis penyakit kulit yang biasa muncul di area mulut, seperti pada bagian bibir, lidah dan gusi.

Jenis penyakit ini di bagi 2, antarlain:

- a. Penyakit herpes stomatitis yang disebabkan oleh virus herpes simplex 1, penyakit ini terjadi hanya pada anak usia antara mulai 6bulan-5th.
- b. Penyakit herpes stomatitis yang disebabkan oleh virus herpes simplex 2, virus tersebut menyerang orang dewasa.

#### 7. Penyakit campak

Jenis penyakit kulit campak merupakan jenis penyakit kulit yang disebabkan infeksi virus pada kulit. Adapun gejala yang ditimbulkan dari penyakit ini adalah; badan lemas, hilangnya nafsu makan, demam dan peradangan pada mata serta dalam beberapa lama akan nampak ruam-ruam merah di bagian tubuh.

Adapun ciri-ciri penyakit campak tersebut seperti pada gambar dibawah ini.

#### 8. Penyakit kutil

Penyakit kulit kutil merupakan jenis penyakit kulit yang disebabkan akibat dari virus human papillmavirus, penyakit tersebut dapat menular kebagian tubuh lainnya.

#### 9. Penyakit impetigo

Jenis penyakit impetigo merupakan penyakit kulit yang menular, penyakit ini bisa menular pada anak-anak. Penyakit tersebut bersifat sementara, namun lebih baik diobati. Adapun pengobatan penyakit tersebut berdasarkan pada jenis bakteri yang menyerangnya karena penyakit tersebut disebabkan oleh 2 bakteri pada kulit, yaitu bakteri streptococcus aureus dan bakteri staphylococcus pyogenes kedua bakteri tersebut mempunyai perbedaan dan mempunyai kesamaan yaitu sama-sama menyebabkan penyakit tersebut.

#### 10. Penyakit eksim

Penyakit kulit eksim merupakan penyakit kulit yang menyerang pada area tangan, kaki dan paha. Penyakit ini di tandai dengan gejala

pada kulit berwarna kemerahan dan bergelembung yang berisi air. Adapun ciri-cirinya seperti yang tampak pada gambar diatas.

#### 11. Penyakit psoriasis

Penyakit kulit psoriasis merupakan penyakit kulit dengan ciri-ciri pada kulit berwarna putih tebal dan mengeras, namun penyakit tersebut tidak menular. Adapun gejala yang ditimbulkan penyakit ini terasa gatal pada kulit yang diserang.

#### 12. Penyakit seborrheic keratosis

Penyakit kulit seborrheic keratosis merupakan penyakit yang menyerang di bagian dada, perut dan pundak yang membengkak kasar dan tebal. Adapaun cara mengobatinya bisa menggunakan obat-obatan seperti cryosurgery atau electrosurgery.

#### 13. Penyakit lepra

Penyakit kulit lepra merupakan jenis penyakit kulit yang disebabkan oleh bakteri mycobacterium leprae. Adapun ciri-cirinya seperti pada gambar di bawah ini.

#### 14. Penyakit keloid

Penyakit kulit keloid penyakit kulit yang tumbuh mengembang di sekitar luka seperti tampak pada gambar dibawah ini.

#### 15. Penyakit hemangioma

Penyakit kulit hemangioma merupakan penyakit kulit yang di sebabkan dari kelainan/kerusakan hati. Penyakit tersebut merupakan daging yang tumbuh pada kulit namun bukan kanker. Orang yang menderita penyakit tersebut biasanya sudah sejak lahir.

### **E. Penyakit pada lidah**

#### 1. sariawan lidah

Sariawan / canker sores / oral candidosis terjadi karena adanya infeksi jamur candida albicans pada membran berlendir mulut.

Penyebab dari sariawan ini adalah diantaranya: kekurangan vitamin c, alergi, mengkonsumsi makanan / minuman yang terlalu panas, kekurangan asupan zat besi, atau bisa juga disebabkan oleh penurunan daya tahan tubuh. Pada dasarnya sariawan merupakan luka terbuka yang bisa menimbulkan rasa nyeri. Dalam ukuran kecil dengan diameter kurang dari 1 cm, sariawan bisa muncul dalam satu kelompok yang terdiri dari 2 - 3 luka yang biasanya akan sembuh dalam waktu kurleb 10 hari tanpa meninggalkan bekas.

## 2. Geographic tongue

Geographic tongue merupakan peradangan pada lidah yang biasanya bersifat kronis dan terjadi jika ada gangguan pada saluran cerna. Dinamakan geographic tongue karena bercak pada lidah tampak seperti pulau-pulau.

Bagian pulau itu berwarna merah dan lebih licin. Pada kondisi lebih yang lebih parah, daerah berbentuk pulau akan dikelilingi lapisan tebal berwarna putih. Penyakit lidah ini bisa terjadi akibat alergi.

## 3. Peradangan pada lidah (atrophic glossitis)

Atrophic glossitis adalah suatu penyakit yang ditandai dengan kondisi lidah yang kehilangan rasa karena degenerasi ujung papil (bagian menonjol pada selaput yang berlendir di bagian atas lidah).

Penderita yang mengalami penyakit ini, lidahnya akan tampak licin dan mengkilat, baik seluruh bagian lidah maupun hanya sebagian. Penyakit ini sering kali timbul akibat kekurangan zat besi. Oleh karena itu, penyakit ini banyak ditemukan pada penderita anemia.

## 4. Fissured tongue

Lidah dengan fisura atau lidah retak-retak merupakan penyakit pada lidah yang membuat lidah tampak seperti terbelah atau retak-retak. Alur - alur ini maka dapat menyebabkan penumpukan debris di dalamnya yang kemudian bisa mengakibatkan iritasi. Garis retakan yang muncul jumlahnya kadang hanya satu dan berada di tengah lidah. Namun bisa juga bercabang-cabang. Kondisi ini tidak terlalu membahayakan, tapi sewaktu-waktu dapat menimbulkan perih dan nyeri di lidah.

## 5. Lidah berselaput (coated tongue)

Penyebabnya adalah jamur yang disebut candida albicans. Gejalanya lidah akan tampak tertutup lapisan putih yang dapat dikerok. Lidah berselaput merupakan kondisi klinis pada dorsum lidah tampak tertutup oleh suatu lapisan yang umumnya berwarna putih atau mengikuti warna dari jenis makanan atau minuman yang dikonsumsi. Selaput lidah ini bisa terjadi pada orang yang mengalami penyakit kronis dan sistemik, dehidrasi, dan penyakit infeksi.

## 6. Glossopyrosis

Pada penderita glossopyrosis, lidah mereka akan terasa perih dan terbakar, namun tidak ditemukan gejala apa pun dalam pemeriksaannya. Penggunaan obat kumur dalam jangka yang sering,

ditambah jika cairan obat kumur tersebut masih sangat pekat, bisa menimbulkan glosopyrosis pada lidah.

#### 7. Kanker lidah

kanker lidah adalah kanker kedua terbanyak setelah kanker bibir sebagai tempat kanker primer. Tembakau dan alkohol merupakan dua hal yang disinyalir sebagai pemicu semakin. Kanker lidah merupakan suatu neoplasma (pertumbuhan jaringan baru yang tidak normal) malignat yang muncul dari jaringan epitel mukosa lidah. Penyakit kanker lidah sering menjangkiti para perokok. Penyebab utama yang menimbulkan kanker lidah adalah tembakau dan alkohol. Namun, ada juga hal lain yang memicunya seperti jarang merawat kebersihan mulut, pemakaian gigi palsu yang tidak sesuai, serta radang kronis.

#### 8. Makroglosia

Makroglosia merupakan penyakit sebagai akibat dari pembesaran lidah yang mungkin merupakan bagian dari suatu sindroma yang ditemukan dalam keadaan tumbuh - kembang seperti sindroma down. Pembesaran lidah ini bisa juga sebagai akibat dari tumor (hernangioma atau limfangioma), penyakit metabolik (seperti amilodosis primer) atau gangguan endokrin (seperti halnya akromegali ataupun kretinisme).

### F. Penyakit pada hidung

#### 16. Sinusitis

Penyakit sinusitis adalah penyakit yang terjadi pada hidung berupa peradangan pada bagian sinus. Sinus sendiri terletak pada rongga-rongga tulang yang berhubungan dengan hidung

Gejala sinusitis

- a. Terasa sakit di daerah wajah. Khususnya ketika anda menundukkan wajah atau mengetuk tulang. Biasanya rasa sakit ini terdapat di sekitar mata.
- b. Hidung sering tersumbat akibat adanya nanah atau ingus yang kental.
- c. Gejala penyakit sinusitis ini juga terkadang disertai dengan meningkatnya suhu tubuh sang penderita.

Penyebab sinusitis :

Yang paling umum pada orang dewasa adalah karena pembengkakan dinding dalam hidung. Kondisi ini sering kali disebabkan oleh virus flu atau pilek yang disebarkan sinus dari saluran pernapasan atas.

#### Polip hidung

Polip hidung merupakan salah satu kelainan pada hidung yakni berupa tumor kecil yang terdapat pada hidung. Ini merupakan tumor jinak yang terletak di hidung anda. Tumor ini perlu anda waspadai, meskipun statusnya jinak, akan tetapi tumor ini bisa menjadi tumor ganas seperti layaknya kanker. Polip ini merupakan suatu massa patologis yang terdapat pada rongga sinus hidung yang licin dan lunak. Warna dari polip ini adalah putih keabu-abuan dan mengkilat.

Penyebab polip hidung :

- a. Reaksi radang yang terlalu lama
  - b. Reaksi alergi yang berulang-ulang
  - c. Allergic fungal sinusitis
  - d. Asma
  - e. Churg-strauss syndrome
  - f. Fibrosis kistik
  - g. Intoleransi terhadap alkohol
  - h. Intoleransi terhadap aspirin
  - i. Non-allergic rhinitis with eosinophilia syndrome atau nares
  - j. Rhinitis allergica
  - k. Sinusitis kronis
  - l. Young syndrome
- Gejala polip hidung :
- m. Daya penciuman yang menurun
  - n. Hidung yang mampet, yang biasanya tingkat kemampetannya dilihat dari besar kecilnya polip
  - o. Ngorok ketika anda tidur. ( baca :penyebab ngorok-cara mengatasi ngorok)
  - p. Pilek yang terus-terusan.
  - q. Suara bindeng.

#### Dinosmia

Dinosmia ini adalah keadaan dimana sang penderita merasa selalu mencium bau yang tidak sedap. Hal ini terjadi karena terdapat kelainan dalam rongga hidung, infeksi pada sinus, dan kerusakan

parsial pada saraf olfaktorius. Cara untuk menyembuhkan penyakit ini adalah dengan membawanya ke dokter ahli tnt dan mengkonsultasikannya. demikian adalah beberapa penjelasan singkat mengenai beberapa kelainan yang terjadi pada hidung. Pada intinya, ketika anda tidak ingin terkena kelainan pada hidung, maka cara satu-satunya adalah terus menjaga kebersihan hidup anda.

#### Rhinitis

Pembengkakan dan peradangan pada jaringan lendir inilah yang disebut rhinitis. Rhinitis yang akut biasa disebabkan oleh virus sedangkan pada yang ringan, ini bisa terjadi karena alergi. Gejalanya bisa berupa hidung tersumbat, bersin, demam ringan, mata berair dan batuk. Penggunaan humidifier bisa meringankan gejala rhinitis ini. Sedangkan pengobatan lainnya adalah untuk mengatasi peradangan dan penyumbatan.

## BAB XI SISTEM REPRODUKSI MANUSIA

Sistem reproduksi merupakan suatu rangkaian dan interaksi organ dan zat dalam organisme yang bertujuan untuk berkembang biak untuk mewariskan sifat-sifat induknya kepada keturunan berikutnya. Reproduksi pada manusia hanya terjadi secara seksual. Organ-organ reproduktif menghasilkan dan menstanspor gamet (Campbell et al., 2010: 170).

### A. Sistem Reproduksi Pria

Sistem reproduksi pria meliputi organ-organ reproduktif, spermatogenesis dan hormon- hormon pada pria. Organ reproduktif pada pria dibagi menjadi dua bagian yaitu organ-organ reproduktif internal dan eksternal. Kedua bagian tersebut saling berhubungan satu sama lain.

#### 1. Organ-organ Reproduksi Internal

Organ-organ reproduktif internal terdiri dari gonad yang menghasilkan menghasilkan sperma dan hormon reproduktif dan kelenjar-kelenjar aksesoris yang menyekresikan produk produk esensial untuk pergerakan sperma dan sekresi kelenjar (Campbell et al., 2010: 172). Organ reproduktif internal terdiri dari:

##### a. Testis

Testis memiliki dua fungsi yaitu sebagai penghasil sperma dan juga merupakan organ endokrin (Kimball, 1983: 369). Testis terletak menggantung pada urat- urat spermatik di dalam skrotum, sepasang kelenjar yang berbentuk oval (Syarifuddin, 2006: 264). Testis dikelilingi oleh beberapa lapis jaringan ikat dan terdiri dari banyak saluran yang menggulung. Saluran tersebut adalah tubulus seminiferus berfungsi tempat sperma terbentuk. Diantara tubulus seminiferus, tersebar sel-sel Leydig yang berfungsi menghasilkan testosteron dan androgen lainnya (Campbell et al., 2010: 172).

##### b. Duktus (Saluran Reproduksi)

Sperma dari testis ke luar tubuh melalui saluran reproduksi. Saluran reproduksi meliputi epididimis, vas deferens, saluran ejakulasi, dan uretra. Epididimis merupakan saluran yang panjangnya lebih kurang 6 cm terletak disepanjang atas tepi dan belakang testis (Syarifuddin, 2006: 266). Epididimis berfungsi sebagai

tempat penyimpanan sementara sperma sampai sperma menjadi matang dan bergerak menuju vas deferens (Campbell et al., 2010: 172).

Vas deferens berfungsi sebagai saluran tempat keluarnya sperma dari epididimis menuju vesikula seminalis. Vas deferens menjulur di sekeliling dan di belakang kandung kemih. Tempat vas deferens bergabung dengan vesika seminalis membentuk duktus ejakulasi. Saluran ejakulasi merupakan saluran pendek yang menghubungkan vas deferens dengan uretra. Fungsi saluran ejakulasi untuk mengeluarkan sperma menuju uretra (Campbell et al., 2010: 172). Pengeluaran urine tidak bersamaan dengan ejakulasi karena diatur oleh kontraksi prostat (Syarifuddin, 2006: 267). Uretra merupakan saluran akhir reproduksi yang terdapat didalam penis. Uretra membentang melalui penis dan membuka ke luar pada ujung penis (Campbell et al., 2010: 172).

c. Kelenjar Aksesoris

Kelenjar aksesoris yang terdiri dari vesikula seminalis, kelenjar prostat, dan kelenjar bulbouretra/cowper menghasilkan sekresi yang berkombinasi dengan sperma untuk membentuk semen, cairan yang diejakulasikan (Campbell et al., 2010: 172).

a. Vesikula Seminalis

Vesikula seminalis merupakan kelenjar yang panjangnya 5-10 cm berupa kantong seperti huruf S berbelok-belok (Syarifuddin, 2006: 265). Vesikula seminalis dibatasi oleh epitel yang menyekresikan zat mukoid yang mengandung fruktosa dan prostaglandin (Guyton, 1990: 731).

b. Kelenjar Prostat

Kelenjar prostat terletak di bawah vesika urinaria melekat pada dinding bawah vesika urinaria di sekitar uretra bagian atas. Prostat mengeluarkan sekret cairan yang bercampur sekret dari testis (Syarifuddin, 2006: 265). Kelenjar prostat menyekresikan cairan alkali yang encer seperti susu yang mengandung asam sitrat, kalsium, dan beberapa zat lain (Guyton, 1990: 731). Produk dari kelenjar prostat langsung masuk ke dalam uretra melalui beberapa saluran kecil (Campbell et al., 2010: 173).

c. Kelenjar Bulbouretra

Kelenjar bulbouretra adalah sepasang kelenjar kecil di sepanjang uretra di bawah prostat (Campbell et al., 2010: 173). Kelenjar bulbouretra menetralsir suasana asam dalam saluran uretra.

d. Urethra

Urethra ialah saluran yang terdapat di dalam penis yang mempunyai dua fungsi, yaitu: – Sebagai saluran urine dari kandung kemih (vesica urinaria) keluar tubuh – sebagai saluran untuk jalannya semen dari kantong semen

2. Organ-organ Reproduksi Eksternal

Organ-organ reproduktif eksternal pria terdiri dari penis dan skrotum.

a. Penis

Penis terletak menggantung di depan skrotum. Penis merupakan alat yang mempunyai jaringan erektil yang satu sama lain dilapisi jaringan fibrosa yang terdiri dari rongga-rongga seperti karet busa (Syarifuddin, 2006: 267). Dua rongga yang terletak di bagian atas berupa jaringan spons korpus karvenosa. Satu rongga lagi berada di bagian bawah yang berupa jaringan spons korpus spongiosum. Korpus spongiosum membungkus uretra.

b. Skrotum

Skrotum adalah suatu lipatan tubuh yang mempertahankan suhu testis 20C dibawah suhu didalam rongga perut. Skrotum merupakan kantong yang didalamnya berisi testis (Campbell et al., 2010: 172). Diantara skrotum kanan dan kiri dibatasi oleh sekat yang berupa jaringan ikat dan otot polos (otot dartos). Skrotum berupa kantong yang terdiri atas kulit tanpa lemak (Syarifuddin, 2006: 267).

## B. Spermatogenesis

Spermatogenesis merupakan pembentukan dan perkembangan sperma yang berlangsung secara terus menerus dan dalam jumlah besar pada laki-laki dewasa. Untuk menghasilkan ratusan sperma setiap hari, pembelahan dan pematangan sperma terjadi di sepanjang tubulus seminiferus yang menggulung di dalam kedua testis (Campbell et al., 2010: 175).

Tubulus seminiferus mengandung banyak sel epitel germinativum yang berukuran kecil yang dinamakan spermatogonia yang terletak dalam dua sampai tiga lapisan di pinggir luar epitel tubulus, lalu sel ini mengalami proliferasi dan berdiferensiasi membentuk sperma (Guyton, 1990: 729).

Stadium pertama spermatogenesis adalah pertumbuhan beberapa spermatogonia menjadi spermatosit, kemudian mengalami meiosis membentuk dua spermatosit yang mengandung 23 kromosom (Syarifuddin, 2006: 269). Spermatid mengalami perubahan ekstensif sehingga berdeferensiasi (sel-sel sertoli menyediakan nutrisi) menjadi sperma. Proses pematangan spermatid menjadi sperma yang terdiri dari kepala, leher, badan dan ekor disebut spermiasi (Campbell et al., 2010: 176).

Urutan Proses spermatogenesis diantaranya:

1. Spermatogonium (tahap 1)
2. Spermatosit primer (tahap 2)
3. Spermatosit sekunder (tahap 3)
4. Spermatid (tahap 4)
5. Spermatozoa (tahap 5)

Proses Spermatogenesis

1. Spermatogonium

Spermatogonium memiliki kromosom yang berjumlah 23 pasang. Spermatogonium merupakan awal dari tahap proses ini. Spermatogonium akan mengalami proses mitosis dan berubah bentuk menjadi spermatosit primer atau pertama.

2. Spermatosit primer

Spermatosit sekunder memiliki kromosom yang berjumlah 23 pasang. Spermatosit sekunder hasil dari pembelahan spermatogonium secara mitosis. Spermatosit primer akan mengalami pembelahan secara meiosis I dan berubah bentuk menjadi spermatosit sekunder atau kedua.

3. Spermatosit sekunder

Spermatosit sekunder memiliki kromosom yang berjumlah 23. Pada tahap proses ini keadaan kromosom tidak berpasangan karena sudah mengalami pembelahan meiosis I. Tidak lama kemudian, tahap

proses ini terjadi pembelahan lagi yaitu meiosis 2. Hasil dari pembelahan tersebut yaitu Spermatid tahap 4.

#### 4. Spermatid

Spermatid memiliki kromosom yang berjumlah 23. Spermatid memiliki keadaan yang sama dengan spermatosit sekunder atau yang kedua, yaitu keadaan kromosom yang tidak berpasangan. Pada tahap ini, spermatid tidak mengalami pembelahan lagi sesuai keadaan yang terjadi, melainkan berdeferensiasi menjadi spermatozoa pada induk telur.

#### 5. Spermatozoa

Spermatozoa memiliki kromosom yang berjumlah 23. Spermatozoa yang sudah selesai, akan menuju tempat penyimpanan sperma sementara atau melalui testis. Spermatogenesis menghasilkan 4 sel spermatozoa. Sperma akan keluar pada kondisi epididimis sudah tidak bisa tertampung. Sperma dapat membuahi ovum jika terjadi fertilisasi atau penumpukan di organ bagian sekitar kelamin.

### **C. Hormon Pada Pria**

Berbagai hormon pada pria adalah sebagai berikut :

#### 1. Testosteron

Testosteron di sekresi oleh sel-sel interstisial leydig yang terdapat diantara tubulus seminiferus (Guyton, 1990: 734). Testosteron penting bagi tahap pembelahan sel-sel germinal untuk membentuk sperma terutama pembelahan meosis untuk membentuk spermatosit sekunder. Pengeluaran testosteron bertambah nyata pada pubertas dengan pengembangan sifat-sifat kelamin sekunder yaitu tumbuhnya jenggot, suara lebih berat dan pembesaran genitalia (Syarifuddin, 2006: 231).

#### 2. LH (Luteinizing Hormone)

Luteinizing hormon disekresi oleh kelenjar hipofisis anterior dan berfungsi menstimulasi sel-sel leydig untuk mensekresi testosteron (Guyton, 1990: 736).

#### 3. FSH (Folicle Stimulating Hormone)

FSH juga disekresikan oleh sel-sel kelenjar hipofisis anterior dan berfungsi menstimulasi sel-sel sertoli (Syarifuddin, 2006: 232). Perubahan spermatogonia menjadi spermatosit dalam tubulus

seminiferus dirangsang oleh FSH dari kelenjar hipofisis anterior (Guyton, 1990: 737).

#### **D. Sistem Reproduksi Wanita**

Sistem reproduksi wanita meliputi organ reproduktif dan proses oogenesis. Organ reproduktif pada wanita terdiri organ-organ reproduktif internal dan eksternal.

##### **1. Organ-organ Reproduksi Internal**

Organ-organ reproduktif internal wanita terdiri dari ovarium dan saluran reproduksi.

##### **2. Ovarium**

Gonad perempuan adalah sepasang ovarium yang mengapit uterus dan dipertahankan pada posisi di dalam rongga abdominal oleh ligamen. Lapisan luar dari setiap ovarium terdapat banyak folikel yang masing-masing terdiri dari satu oosit (Campbell et al., 2010: 171). Ovarium merupakan kelenjar berbentuk buah kenari terletak di kiri dan kanan uterus. Setiap bulan sebuah folikel berkembang dan melepaskan ovum pada saat kira-kira pertengahan (hari ke-14) siklus menstruasi (Syarifuddin, 2006: 253). Ovarium juga menghasilkan hormon estrogen dan progesteron.

##### **3. Saluran reproduksi**

Saluran reproduksi pada wanita terdiri atas tuba falopi (oviduk), uterus dan vagina.

##### **4. Tuba falopi (oviduk)**

Oviduk atau saluran telur membentang dari uterus ke masing-masing ovarium (Campbell et al., 2010: 171). Oviduk berjumlah sepasang dengan panjang sekitar 12 cm yang terdiri dari pars interstitialis, pars isthmic, pars ampullaris dan infundibulum. Infundibulum merupakan bagian ujung tuba yang terbuka ke arah abdomen dan mempunyai umbai yang dinamakan fimbria untuk menangkap telur dan menyalurkannya ke dalam tuba (Syarifuddin, 2006: 254). Oviduk berfungsi untuk menyalurkan ovum dari ovarium menuju uterus.

##### **5. Uterus**

Uterus adalah organ yang tebal dan berotot yang dapat mengembang selama masa kehamilan untuk mengakomodasi fetus seberat 4 kg (Campbell et al., 2010: 171). Dinding uterus terdiri dari

- a. Endometrium, merupakan lapisan dalam uterus yang memiliki banyak pembuluh darah. Lapisan endometrium akan menebal pada saat ovulasi dan akan meluruh pada saat menstruasi.
- b. Miometrium (lapisan otot polos) merupakan lapisan yang berfungsi mendorong bayi keluar pada proses persalinan (kontraksi).
- c. Lapisan serosa, terdiri dari lapisan ligamentum yang menguatkan uterus (Syaifuddin, 2006: 252).
- d. Uterus berfungsi sebagai tempat perkembangan zigot apabila terjadi fertilisasi.

## 6. Vagina

Vagina adalah tabung yang dilapisi membran dari jenis epitelium yang dialiri banyak pembuluh darah dan serabut saraf (Syaifuddin, 2006: 252). Vagina merupakan saluran akhir dari saluran reproduksi bagian dalam wanita. Vagina mempunyai dinding yang berlipat-lipat dengan bagian terluar yaitu selaput berlendir yang menghasilkan lendir oleh kelenjar bartholin berperan pada saat rangsangan seksual.

## 7. Organ-organ Reproduksi Eksternal

- a. Labia mayora (bibir besar), yaitu struktur terbesar alat kelamin luar perempuan yang tebal dan berlapis lemak. Labia mayora ini mengelilingi organ pada alat kelamin luar lainnya dan berakhir menjadi mons pubis.<sup>27,30,32</sup>
- b. Labia minora (bibir kecil) ialah lipatan kulit yang halus dan tidak memiliki lapisan lemak.<sup>27 14</sup>
- c. Mons veneris adalah tonjolan lemak yang besar sebagai pertemuan antara sepasang labia mayora.<sup>27,30</sup>
- d. Klitoris, disebut juga kelentit. Klitoris berupa tonjolan kecil dan memanjang serta homolog dengan penis pada pria. Sebagian besar tersembunyi di antara kedua labia minora.<sup>27,29,30,31</sup>
- e. Orificium urethrae adalah muara dari saluran kencing yang terletak di bawah klitoris.<sup>27</sup>
- f. Himen sering disebut sebagai selaput dara.<sup>27</sup>
- g. Kelenjar reproduksi Sama halnya seperti pria, wanita juga memiliki beberapa kelenjar reproduksi, di antaranya adalah kelenjar vestibulari mayor dan minor serta parauretralis.

## E. Oogenesis

Oogenesis adalah proses perkembangan oosit (sel telur) matang yang berlangsung di dalam ovarium (Campbell et al., 2010: 175). Oogenesis dimulai di dalam embrio perempuan dengan produksi oogonium dari sel-sel punca primordial.

Oogonium membelah secara mitosis untuk membentuk sel-sel lalu memulai proses meiosis. Saat memasuki masa pubertas, anak perempuan akan mengalami perubahan hormon yang menyebabkan oosit primer melanjutkan meiosis tahap pertama. Oosit yang mengalami meiosis I akan menghasilkan dua sel yang tidak sama ukuran. Hanya jika sebuah sperma menembus oosit maka meiosis II akan diteruskan.

Urutan proses Oogenesis dijelaskan sebagai berikut

### 1. Proliferasi (Perbanyakan)

Tahap ini terjadi secara berulang-ulang. Hitungannya yaitu gametogonium membelah menjadi 2, 2 menjadi 4, 4 menjadi 8 dan seterusnya. Sel benih primordial ini berdiferensiasi menjadi oogonium, yang kemudian mengalami perbanyakan untuk membentuk oosit primer dan siap memasuki periode tumbuh.

### 2. Pertumbuhan

Pada tahap ini, oogonium akan tumbuh membesar menjadi oogonium I. Tahapan ini sangat memegang peran penting karena sebagian besar dari substansi telur akan digunakan dalam perkembangan selanjutnya.

### 3. Pematangan

Pada tahapan ini terdapat 2 kali pembelahan meiosis. Setelah terjadi tahap pertumbuhan, oogonium I mengalami tahap pematangan yang berlangsung secara meiosis. Akhir meiosis I nantinya akan terbentuk oogonium II dan akhir meiosis II terbentuk ootid.

### 4. Perubahan Bentuk

Ootid dalam fase terakhir akan mengalami perubahan bentuk menjadi gamet. Pada mamalia, selesai meiosis I pada betina, terbentuk oosit II dan satu polosit. Polosit jauh lebih kecil dari oosit, karena sitoplasma sedikit sekali. Akhir dari meiosis II akan terbentuk satu ootid dan satu polosit II.

Sementara itu polosit I membelah pula menjadi dua, tapi jarang terjadi karena berdegenerasi lebih awal. Tiga polosit tersebut akan berdegenerasi lalu diserap kembali oleh tubuh. Jadi pada betina oosit tumbuh menjadi 1 ovum.

Uraian tahapan Oogenesis lebih lengkapnya sebagai berikut:

- a. Pada tahap proses penggandaan (proliferasi) terjadi dalam ovarium janin ketika masih dalam kandungan. Pada tahap penggandaan dan pembelahan, sel primordial mengalami pembelahan mitosis membentuk oogonia (tunggal = oogo-nium) yang bersifat diploid oosit primer. Tahap ini terjadi secara berulang-ulang. Hitungannya yaitu gametogonium membelah menjadi 2, 2 menjadi 4, 4 menjadi 8 dan seterusnya. Sel benih primordial ini berdiferensiasi menjadi oogonium, yang kemudia mengalami perbanyakan untuk membentuk oosit primer dan siap memasuki periode tumbuh.
- b. Pada tahap proses pertumbuhan terjadi pada ovarium bayi pada ibu. Pada tahap pertumbuhan oogonium mengalami pembelahan pada mitosis yang membentuk oosit primer (diploid). Oosit primer berada dalam keadaan dorman (rehat) sampai anak perempuan mengalami masa pubertas atau beranjaknya ke masa remaja. Pada tahap ini, oogonium akan tumbuh membesar menjadi oogonium. Tahapan ini sangat memegang peran penting karena sebagian besar dari substansi telur akan digunakan dalam perkembangan selanjutnya.
- c. Pada tahap proses pematangan dimulai pada masa puber. Pada masa pubertas terjadi perubahan hormonal dalam tubuh anak perempuan. Perubahan tersebut mengakibatkan terjadinya proses oosit primer membelah secara meiosis 1 menghasilkan oosit sekunder (berukuran besar) dan badan polar 1 (berukuran kecil). Pada tahapan ini terdapat 2 kali pembelahan meiosis. Setelah terjadi tahap pertumbuhan, oogonium I mengalami tahap pematangan yang berlangsung secara meiosis. Akhir meiosis I nantinya akan terbentuk oogonium II dan akhir meiosis II terbentuk ootid (badan polar).
- d. Pada proses perubahan bentuk Ootid dalam fase terakhir akan mengalami perubahan bentuk menjadi gamet. Pada mamalia, selesai meiosis I pada betina, terbentuk oosit II dan satu polosit. Polosit jauh lebih kecil dari oosit, karena sitoplasma sedikit sekali.

Akhir dari meiosis II akan terbentuk satu ootid dan satu polosit II. Sementara itu polosit I membelah pula menjadi dua, tapi jarang terjadi karena berdegenerasi lebih awal. Tiga polosit tersebut akan berdegenerasi lalu diserap kembali oleh tubuh. Jadi pada betina oosit tumbuh menjadi 1 ovum.

- e. Pada tahapan proses periovulatori. Ini adalah tahapan ketika lapisan sel telur mulai dilapisi dengan lendir dan bersiap untuk bergerak keluar menuju organ rahim. Di sisi lain, organ pada rahim pun sudah mempersiapkan diri untuk menerima sel telur, sehingga dinding-dindingnya akan ikut menebal.
- f. Pada tahapan proses ovulasi. Pada tahap ini, ada cairan enzim khusus yang dimiliki tubuh untuk membentuk lubang agar memudahkan sel-sel telur bergerak melalui tuba falopi, yaitu tempat dimana yang menghubungkan indung telur ke organ rahim. Sel telur yang matang akan masuk ke dalam tempat tersebut dan melewatinya hingga mencapai organ rahim. Pada tahap ini, biasanya akan terjadi pembuahan pada organ rahim. Pembuahan (pertemuan antara sel telur dan sel sperma) akan terjadi di tuba falopi dan dapat berlangsung sekitar 24 sampai 48 jam.
- g. Pada tahapan proses terakhir, postovulatori. Jika sel telur berhasil dibuahi oleh sel sperma, telur itu akan berkembang di tubuh pada dinding-dinding rahim dengan bantuan luteinizing hormon (lh). Akan tetapi jika pembuahan sel tidak terjadi, maka sel telur dan dinding pada rahim yang sudah menebal ini akan ikut menurun kualitasnya. Dinding pada rahim itu sendiri dipenuhi dengan pembuluh-pembuluh darah yang saling berkontaminasi satu sama lain, sehingga jika dinding pada rahim tersebut menurun kualitasnya, akan keluar darah dari organ vagina

## **F. Hormon Pada Wanita**

Berbagai hormon pada wanita adalah sebagai berikut

### **1. Estrogen**

Estrogen disekresikan oleh sel-sel intrafolikel ovarium. Estrogen mempermudah pertumbuhan folikel ovarium dan menimbulkan sifat kelamin atau seks sekunder (Syaifuddin, 2006: 261).

## 2. Progesteron

Hormon ini dihasilkan oleh korpus luteum dan plasenta, yang bertanggung jawab atas perubahan endometrium dan perubahan siklik dalam serviks dan vagina, menghambat kerja oksitosin, dan menyiapkan pertumbuhan dinding uterus untuk perlekatan zigot (Syaifuddin, 2006: 261).

## 3. LH (Luteinizing Hormone)

LH dan FSH bekerja sama untuk menyekresikan estrogen dari folikel de graaf. Bila estrogen dibentuk dalam jumlah yang besar menyebabkan pengurangan produksi FSH sedangkan produksi LH bertambah dan merangsang terjadinya ovulasi (Syaifuddin, 2006: 261). Ovulasi adalah proses pelepasan ovum dari ovarium.

## 4. FSH (Folicle Stimulating Hormone)

FSH berfungsi merangsang pertumbuhan folikel dalam ovarium sehingga matang, disebut folikel de graff dan merangsang sel-sel folikel untuk menghasilkan hormon estrogen. FSH dibentuk di lobus anterior kelenjar hipofise (Syaifuddin, 2006: 261).

## 5. Prolaktin

Hormon ini hanya ditemukan pada wanita yang mengalami menstruasi, dan masa laktasi yang dibentuk di lobus anterior kelenjar hipofise. Fungsi hormon prolaktin adalah mempertahankan produksi progesteron dari korpus luteum (Syaifuddin, 2006: 261).

## **G. Penyakit pada Organ Reproduksi Manusia**

### 1. Endometriosis

Salah satu penyakit pada sistem reproduksi wanita yang sering kita dengar adalah endometriosis. Penyakit ini terjadi ketika jaringan yang membentuk lapisan dalam dinding rahim tumbuh di tempat lain di dalam tubuh. Jaringan tersebut dapat tumbuh di ovarium, bagian belakang rahim, usus, atau bahkan di kandung kemih. Jaringan yang salah tempat ini akan menyebabkan nyeri haid yang hebat, perdarahan menstruasi yang deras, nyeri saat berhubungan seksual, serta sulit hamil.

### 2. Radang panggul

Penyakit kedua yang kerap terjadi pada sistem reproduksi wanita adalah radang panggul. Penyakit ini diakibatkan oleh bakteri

penyebab infeksi yang merambat masuk ke dalam panggul melalui vagina atau leher rahim.

Salah satu penyebab radang panggul yang paling umum adalah penyakit menular seksual, seperti klamidia dan gonore. Jika tidak diobati dengan baik, penyakit ini bisa menyebabkan nyeri panggul jangka panjang, tersumbatnya saluran telur, infertilitas, dan kehamilan ektopik.

### 3. PCOS

PCOS atau sindrom ovarium polikistik adalah kondisi yang memengaruhi kadar hormon wanita. Wanita yang menderita penyakit ini akan menghasilkan hormon seks androgen dalam jumlah yang lebih banyak. Akibatnya, penderita akan mengalami sulit hamil, serta menstruasi yang tidak teratur atau bahkan tidak menstruasi sama sekali.

### 4. Miom

Miom atau fibroid rahim adalah tumor jinak yang tumbuh di rahim. Tumor pada miom terbentuk dari jaringan otot rahim. Penyakit pada sistem reproduksi wanita ini sering menyerang wanita di usia produktif.

Gejalanya dapat berupa perdarahan dari vagina di luar masa haid, nyeri panggul, kram atau nyeri pada perut, nyeri punggung, sering merasa ingin pipis, serta nyeri saat berhubungan seksual.

### 5. Kanker pada organ reproduksi wanita

Kanker pada organ reproduksi wanita dikenal dengan istilah kanker ginekologi. Beberapa jenis kanker ginekologi adalah kanker rahim, kanker mulut rahim, kanker ovarium, dan kanker vagina.

### 6. Epididimitis

Penyakit ini terjadi akibat adanya peradangan pada epididimis, yakni saluran di dalam skrotum yang menempel pada testis. Saluran ini berperan untuk mengangkut serta menyimpan sperma yang diproduksi oleh testis. Epididimitis dapat menyebabkan buah zakar bengkak dan nyeri, air mani mengandung darah, nyeri saat buang air kecil dan ejakulasi, serta gangguan kesuburan.

### 7. Orchitis

Penyakit ini merupakan salah satu penyakit pada sistem reproduksi pria yang cukup sering terjadi. Orchitis adalah peradangan pada testis, yang biasanya disebabkan oleh infeksi bakteri atau virus.

Orchitis bisa menyerang salah satu testis maupun keduanya sekaligus. Sama seperti epididimitis, orchitis juga bisa menyebabkan buah zakar bengkak dan nyeri. Bila tidak ditangani, penyakit ini bisa menyebabkan kemandulan dan penurunan produksi hormon testosteron.

#### 8. Gangguan prostat

Prostat adalah kelenjar pada sistem reproduksi pria yang membungkus saluran kemih atau uretra. Kelenjar ini memproduksi cairan mani yang berfungsi untuk menyuburkan dan melindungi sperma.

Gangguan pada prostat dapat berupa peradangan prostat (prostatitis), pembesaran prostat (BPH), atau kanker prostat.

#### 9. Hipogonadisme

pada pria terjadi ketika tubuh tidak menghasilkan hormon testosteron yang cukup. Pada pria dewasa, kondisi ini dapat menyebabkan penurunan libido, gangguan produksi sperma dan fungsi organ-organ reproduksi, serta infertilitas.

#### 10. Masalah pada penis

Masalah pada penis tak jarang dikeluhkan oleh para pria. Beberapa penyakit yang bisa menyerang organ reproduksi pria ini adalah disfungsi ereksi, kelainan bentuk penis seperti hipospadia atau penis bengkok (penyakit Peyronie), dan kanker penis.

#### 11. Gonore

Gonore disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae*. Daerah yang paling mudah terinfeksi adalah mukosa vagina terlebih lagi yang belum matur. Masa tunasnya singkat, 2-5 hari, dan pada wanita biasanya tidak memberikan gejala. Gejala umum adalah rasa sakit ketika buang air kecil. Pada laki-laki gejala yang sering dialami adalah uretritis dan keluarnya cairan purulen/bernanah dari saluran kemih. Sedangkan pada wanita terdapat keputihan kental warna kuning dan rasa nyeri di rongga panggul. Akibat yang paling berat adalah peradangan panggul dan dapat menyebabkan kemandulan.

#### 12. Sifilis

Sifilis sering disebut dengan penyakit raja singa dan disebabkan oleh kuman jenis *Treponema pallidum* dengan masa tunas sekitar 2-6 minggu. Penyakit ini dapat menjalar ke seluruh tubuh dan dapat ditularkan dari ibu ke janin yang dapat berakibat kecacatan atau

keguguran. WHO secara epidemiologik membagi stadium sifilis menjadi stadium dini menular dan stadium lanjut tak menular. Pada stadium dini menular didapatkan luka pada kemaluan tanpa nyeri dan memberikan keluhan berupa bercak kemerahan yang menyebar luas di seluruh tubuh dan bisa disertai demam. Sedangkan stadium lanjut tak menular dapat mengakibatkan gangguan saraf, jantung, dan pembuluh darah.

### 13. Herpes Simpleks Genitalis

PMS ini berupa infeksi yang disebabkan oleh virus Herpes Simpleks tipe II yang memberikan gejala berupa bintil berair berkelompok yang sangat nyeri pada kemaluan. Bintil tersebut dapat menjadi kering dan mengerak. Virus dapat sampai pada janin melalui plasenta yang dapat menyebabkan kematian sehingga biasanya pada ibu penderita PMS ini dilakukan operasi cesarian.

### 14. HIV dan AIDS

AIDS adalah singkatan dari Acquired Immunodeficiency Syndrome yang merupakan fase akhir dari infeksi HIV (Human Immunodeficiency Virus). Virus ini menyerang sistem kekebalan tubuh sehingga orang yang terinfeksi tidak dapat mengatasi serbuan infeksi lain. HIV hanya berada pada sel darah putih tertentu yaitu sel T4 yang terdapat dalam cairan tubuh. Penting untuk diperhatikan bahwa HIV tidak menular melalui udara, bersin, dan batuk, bersentuhan dengan penderita seperti bersalaman atau berpelukan, serta gigitan nyamuk dan serangga. Kurangnya pengetahuan ini seringMelakukan sunat untuk mencegah penumpukan kotoran.

Pada remaja perempuan, perawatan alat kelamin menjadi lebih diperhatikan terlebih lagi jika sedang dalam kondisi menstruasi yang dapat memudahkan terjadinya infeksi pada pembuluh darah rahim, misalnya pembalut tidak boleh dipakai lebih dari 6 jam. Cara-cara khusus lainnya adalah sebagai berikut:

- a. Tidak memasukkan benda asing ke dalam vagina
- b. Menggunakan celana dalam yang menyerap keringat
- c. Tidak menggunakan celana yang terlalu ketat
- d. Memakai pembilas vagina seperlunya (tidak berlebihan)

## BAB XII

### PERTUMBUHAN PADA MANUSIA, MAKANAN DAN KESEHATAN

#### A. Pertumbuhan pada Manusia

Pertumbuhan memiliki kata asal “tumbuh”. Dalam KBBI sendiri, tumbuh memiliki arti timbul (hidup) dan bertambah besar atau sempurna. Sehingga secara istilah, pertumbuhan memiliki pengertian perubahan secara kuantitatif pada fisik manusia karena beberapa faktor (faktor internal dan eksternal). Perubahan kuantitatif sendiri dapat diukur atau dinyatakan dalam satuan serta dapat diamati secara jelas. Misalnya berupa penambahan, pembesaran, perubahan ukuran dan bentuk, hal yang tidak ada menjadi ada, kecil menjadi besar, sedikit menjadi banyak, pendek menjadi tinggi, serta kurus menjadi gemuk. Perubahan pada pertumbuhan dapat diamati atau dianalisis menggunakan alat ukur (timbangan untuk berat badan, alat ukur tinggi badan untuk mengetahui perubahan tinggi badan) serta dapat dinyatakan dalam bentuk huruf atau satuan.

Faktor pertumbuhan ada dua yakni faktor internal meliputi gen, sel, atom, kromosom atau gizi. Kemudian faktor eksternalnya meliputi lingkungan sekitar baik pola hidup maupun olahraga. Kedua faktor tersebut sama-sama berpengaruh dalam proses pertumbuhan seseorang. Ketika yang optimal hanya salah satu faktor, maka hasil pertumbuhan akan kurang maksimal. Sedangkan ketika kedua faktor tersebut dapat berjalan beriringan dan maksimal, maka pertumbuhan seseorang juga akan berjalan maksimal. Karakteristik pertumbuhan adalah adanya perubahan secara kuantitas yang meliputi jumlah, ukuran, bentuk, luas, tinggi serta berat pada fisik seseorang anak. Selain itu, setiap anak telah mengalami pertumbuhan sejak bertemunya sel telur dengan sel ovum dalam kandungan ibu sampai batas usia tertentu, secara berangsur-angsur. Setiap anak mengalami fase-fase pertumbuhan yang berbeda tetapi perbedaan tersebut tidak terlalu mencolok ketika sang anak masuk kategori “normal” atau tidak berkebutuhan khusus terkait gen atau sel.

Antara pertumbuhan dan perkembangan adalah dua hal yang saling beriringan, tidak dapat dipisahkan. Misalnya saja perubahan pertumbuhan fisik bisa menyebabkan perubahan emosional. Salah satu

contohnya adalah ketika remaja terjadi perubahan fisik yang menonjol pada anak laki-laki dan perempuan (masa pubertas). Sehingga masa ini anak juga menjadi lebih sensitif, lebih mengutamakan teman sebaya dan sedang mencari jati dirinya. Pertumbuhan manusia adalah perubahan fisik yang terjadi dari dalam kandungan sampai seseorang berusia 20 atau 22 tahun. Sedangkan, perkembangan terjadi ketika seseorang di dalam kandungan sampai ke liang lahat atau meninggal dunia dengan aspek mengoptimalkan fungsional fisik dan terkait kepribadian serta aspek psikologis lainnya.

Perbedaan antara Pertumbuhan dan Perkembangan :

NO	Aspek Perbedaan	Pertumbuhan	Perkembangan
1.	Sifat	Kuantitatif	Kualitatif
2.	Objek	Fisik	Fungsional fisik dan Psikologis
3.	Waktu	Sampai usia tertentu, biasanya 20-22 tahun	Sampai akhir hayat
4.	Kenampakan	Konkret	Abstrak
5.	Perubahan	Bersifat Irreversible (tidak dapat kembali ke bentuk awal)	Bersifat Reversible (dapat kembali ke bentuk awal)
6.	Indikator	Perubahan pada fisik (dapat dinyatakan dalam bentuk satuan dan di ukur secara akurat menggunakan alat ukur)	Terlihat dari sifat dan kemampuan (melalui pengamatan, tanpa adanya alat ukur yang akurat dan tidak dapat dinyatakan dalam satuan)

## B. Makanan dan Kesehatan

### 1. Definisi Makanan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, definisi dari makanan yaitu segala sesuatu yang dapat dimakan (seperti panganan, lauk-pauk, kue). Makanan merupakan suatu sumber energy bagi tubuh agar dapat melakukan berbagai kegiatan atau aktivitas. Apabila tubuh kekurangan energi maka efek yang terjadi pada tubuh ialah lemas dan mudah lelah. Makanan biasanya berasal dari hewan maupun tumbuhan. Sumber makanan biasanya diperoleh dari hasil bertani maupun berkebun. Terdapat makanan yang sangat dianjurkan untuk kita konsumsi karena gizi-gizi baiknya. Makanan tersebut dinamakan makanan sehat. Makanan sehat adalah makanan yang mengandung nutrisi yang membuat tubuh kita sehat, memiliki energi, dan juga memberikan rasa kenyang saat mengkonsumsi makanan tersebut. Selain makanan sehat, ada juga makanan yang tidak baik untuk tubuh. Alasannya adalah karena makanan tersebut mengandung zat-zat yang tidak diperlukan tubuh, bahkan karena gizi yang tidak seimbang. Makanan tersebut biasanya makanan yang diproduksi dengan membutuhkan waktu yang tidak terlalu lama. Jenis makanan seperti itu biasanya terdapat pada makanan cepat saji, junk food, dan jajanan sembarangan. Makanan cepat saji bila dikonsumsi berlebih akan mengganggu kesehatan bahkan bisa menyebabkan penyakit ringan maupun berat yang berujung pada kematian. Cara pengolahan makanan sehat juga berbeda dengan makanan yang tidak sehat untuk tubuh.

Ada berbagai macam cara pengolahan makanan agar gizi yang terkandung di dalam makanan tidak terbuak atau rusak. Berikut terdapat cara pengolahan makanan agar gizi -gizi tidak terbuang dan makanan tetap sehat.

#### a. Dengan Cara Direbus

Teknik pengolahan direbus sangat baik untuk mengolah makanan. Caranya dengan merendam makanan didalam air hingga mendidih atau matang. Membiarkan makanan terendam hingga mendidih dapat membantu mencegah lemak dari oksidasi. Akan tetapi, merebus makanan terlalu lama harus dihindari, karena akan membuat kandungan gizi dari makanannya hilang.

## b. Dengan Cara Dikukus

Teknik pengolahan mengukus makanan tidak jauh berbeda dengan cara direbus. Cara teknik pengolahan mengukus yaitu dengan menempatkan saringan di atas panci yang tertutup dengan air. Teknik memasak dengan cara dikukus adalah cara yang paling sehat memasak makanan diantara cara yang lain. Teknik pengolahan makanan ini dapat menjaga kandungan vitamin dan mineral yang terdapat pada makanan. Dengan mengukus juga tetap menjaga rasa, tekstur, bentuk, dan juga aromanya. Berbagai macam bahan makanan bisa dikukus seperti sayur, daging, ikan, dan olahan lainnya sehingga aman untuk dikonsumsi.

## 2. Konsep Makanan Sehat

Makanan sehat merupakan kebutuhan mendasar bagi kehidupan manusia. Makanan yang disantap setiap hari harus memenuhi kebutuhan gizi sesuai dengan standar kesehatan, karena pertumbuhan gizi yang tercukupi membuat kecerdasan meningkat dan hidup sehat. Mengonsumsi makanan sehat sangatlah penting, terutama dalam mendukung tumbuh kembang anak. Terdapat beberapa teori yang mendukung tentang pernyataan di atas antara lain yaitu menurut Hanifa dan Luthfeni (2006: 2) dalam skripsinya Nurchayati (2014) makanan merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari manusia. Oleh karena itu diperlukan makanan yang bergizi dengan jumlah yang cukup untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh. Makanan berguna untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam melangsungkan hidupnya karena dalam bahan makanan terdapat zat-zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Sedangkan menurut Santoso dan Ranti (2004: 88) makanan bagi manusia merupakan kebutuhan pokok yang harus dipenuhi untuk mempertahankan hidup serta menjalankan kehidupan. Makan diperlukan untuk memperoleh kebutuhan gizi yang cukup untuk kelangsungan hidup, pemulihan kesehatan sesudah sakit, aktivitas, pertumbuhan dan perkembangan. Untuk seorang anak, makan dapat dijadikan sebagai media untuk mendidik anak supaya dapat menerima, menyukai, memilih makanan yang baik dan sehat, juga untuk menentukan jumlah makanan yang cukup dan bermutu.

Pendapat lain dari Nuraini (2007: 14) makanan yang sehat adalah makanan yang mempunyai zat yang cukup dan seimbang, serta tidak mengandung unsur yang dapat membahayakan atau merusak kesehatan. Sangat penting bagi orang tua dalam mengarahkan anak-anak berkaitan dengan memilih makanan atau jajanan yang sehat dan halal sejak dini, akan memberi perkembangan psikologis yang baik terutama pada pembentukan akhlak yang mulia pada diri anak. Dalam jurnal Sandro Malakkiano (2014: 5) , menurut ahli gizi makanan sehat adalah makanan bergizi terdapat pada makanan pokok, sayur, lauk, dan buah. Makanan pokok merupakan makanan yang banyak mengandung karbohidrat atau zat tepung seperti nasi, singkong, sagu, dan jagung. Karbohidrat merupakan zat yang sangat dibutuhkan tubuh sebagai sumber energi. Dengan mendapat asupan karbohidrat yang cukup dan dapat melakukan berbagai macam aktivitas. Menurut Hulme yang dikutip oleh Sandro Malakkiano (2014: 6) makanan sehat adalah makanan yang harus terdiri dari makanan utama dan makanan penunjang. Makanan sehat tersebut juga dikenal dengan istilah 4 sehat 5 sempurna, tetapi kepopulerannya sudah mulai memudar karena berbagai alasan. Makan dengan lauk pauk tahu, tempe, sepotong daging dan serta semangkok sayur masih belum cukup memenuhi kebutuhan gizi. Dalam jurnal Sandro Malakkiano (2014), makanan sehat adalah makanan yang mengandung zat- zat yang dibutuhkan oleh tubuh. Makanan sehat itu mengandung gizi yang seimbang, yaitu makanan yang sarat akan gizi dan baik dikonsumsi oleh tubuh. Sedangkan Menurut Prasetyo dalam jurnalnya Suparyanto (2016: 12) mengatakan bahwa makanan sehat adalah dengan meramu berbagai jenis makanan yang seimbang, sehingga terpenuhi seluruh kebutuhan gizi bagi tubuh dan mampu dirasakan secara fisik dan mental. Dari beberapa pendapat di atas dapat dipahami bahwa makanan sehat adalah adalah makanan yang memenuhi syarat kesehatan dan jika dimakan tidak menimbulkan penyakit serta keracunan, dan mengandung zat-zat yang diperlukan tubuh dalam jumlah yang memadai dan beragam, bergizi, dan berimbang, serta aman bila dikonsumsi.

### 3. Fungsi Makanan bagi Tubuh

Tubuh manusia memerlukan energi untuk beraktifitas. Agar organ tubuh kita bekerja dengan baik dan metabolisme selalu sehat, kita membutuhkan makanan yang baik untuk tubuh kita. Makanan dapat membantu manusia dalam mendapatkan energi, membantu pertumbuhan badan dan otak. Memakan makanan yang bergizi akan membantu pertumbuhan manusia, baik otak maupun badan. Setiap makanan mempunyai kandungan gizi yang berbeda. Berikut adalah fungsi-fungsi makanan:

#### a. Makanan Sehat dapat Menjaga Metabolisme Tubuh

Proses metabolisme tubuh membutuhkan beragam asupan gizi dengan porsi seimbang, karena metabolisme pasti melibatkan semua organ tubuh. Bila tubuh mulai kekurangan asupan gizi tertentu, fungsi organ akan terganggu. Bahkan gangguan metabolisme tubuh bisa bertambah parah jika kita menjalani pola hidup yang kurang sehat. Selain menyantap makanan bergizi, olahraga teratur dan mengurangi konsumsi makanan instan juga penting bagi keseimbangan metabolisme tubuh.

#### b. Dapat Menjaga atau Menstabilkan Berat Badan

Mempertahankan kestabilan berat badan bukan berarti membuat kita harus menghindari karbohidrat dan lemak, karena berat badan kita bisa tetap stabil bila mengonsumsi makanan dengan porsi seimbang. Dengan mengonsumsi berbagai makanan dengan takaran yang pas, tubuh tidak akan menimbun kalori berlebihan. Berat badan kita pun akan stabil meskipun usia terus bertambah.

#### c. Menjaga Kesehatan Fungsi Organ

Organ-organ tubuh bisa mengalami penurunan fungsi seiring dengan bertambahnya usia. Penurunan fungsi organ akan semakin cepat bila anda jarang mengonsumsi makanan bergizi. Semua organ tubuh butuh asupan gizi yang memadai agar fungsinya tetap berjalan dengan baik tanpa mengganggu metabolisme tubuh. Contoh kerusakan organ tubuh yang berakibat fatal bagi kesehatan adalah gangguan jantung dan gagal ginjal.

#### d. Meperkuat Konsentrasi dan Daya Ingat

Pertambahan usia memang identik dengan penurunan konsentrasi dan daya ingat. Namun, manfaat makanan bergizi

dapat membantu kita mempertahankan konsentrasi dan daya ingat. Otak butuh asupan lemak, protein, vitamin, dan mineral dalam jumlah cukup agar dapat berfungsi dengan baik. Bila manusia rajin mengonsumsi makanan bergizi, maka akan terhindar dari risiko kerusakan otak di kemudian hari.

e. Meningkatkan Kekebalan Tubuh

Sistem kekebalan tubuh sangat penting bagi manusia terutama bagi yang sering beraktifitas, karena sistem kekebalan tubuh yang baik akan membuat tubuh manusia tidak mudah sakit. Tubuh manusia akan tetap bugar serta tidak terpengaruh oleh padatnya rutinitas, perubahan cuaca, atau wabah penyakit menular. Peran vitamin dan mineral sangat penting untuk menjaga sistem kekebalan tubuh.

f. Menjaga Kestabilan Emosi Manusia

Tidak banyak orang yang tahu bahwa manfaat makanan bergizi juga penting untuk menjaga kestabilan emosi. Kalau tubuh kekurangan gizi, maka tubuh akan kesulitan mengendalikan produksi hormon yang mempengaruhi mood. Akibatnya, kita akan mudah mengalami perubahan mood saat beraktivitas.

g. Membuat Penampilan manusia tetap terlihat Muda dan Segar

Orang-orang yang memperoleh asupan gizi seimbang setiap saat pasti akan kelihatan awet muda. Hal ini bisa terjadi karena proses regenerasi sel-sel tubuh selalu berlangsung baik. Bagian tubuh yang terlihat (seperti gigi, kulit, rambut, dan kuku) adalah cerminan dari kesehatan manusia secara keseluruhan. Penampilan yang awet muda menunjukkan bahwa tubuh manusia sehat dan memiliki keseimbangan metabolisme tubuh yang baik.

4. Kandungan dan Pola Makanan Sehat

Ada dua hal yang terkandung dari pola makan sehat, yaitu makanan yang sehat dan pola makannya. Makanan yang sehat yaitu makanan yang di dalamnya terkandung zat-zat gizi. Sedangkan zat gizi itu sendiri adalah zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh. Zat-zat gizi tersebut yaitu :

a. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama dalam kebanyakan makanan kita. Karbohidrat yang kita konsumsi dapat

berupa zat pati dan zat gula. Karbohidrat yang terdapat pada sereal dan umbi-umbian biasa disebut zat pati. Sedangkan yang berasal dari gula pasir (sukrosa), sirup, madu dan gula dari buah-buahan disebut zat gula.

b. Protein

Protein dapat berasal dari hewan maupun tumbuhan (nabati). Di dalam tubuh banyak sekali manfaat protein ini. Protein dalam tubuh merupakan asam amino esensial yang diperlukan sebagai zat pembangun untuk pertumbuhan dan pembentukan, diantaranya untuk pembentukan sel-sel tubuh, memperbaiki sel-sel yang rusak, memelihara keseimbangan asam basa cairan tubuh, dan sumber energy, dapat dipecah untuk menghasilkan energi dan sebagainya. Agar dapat diperoleh kandungan protein yang lengkap, maka perlu untuk mengkombinasikan sumber pangan, dari bahan hewani dan nabati. Kebutuhan protein untuk orang dewasa untuk diet barat menurut FAO/WHO sekitar 0,8 g/kg berat badan. Untuk orang Indonesia dewasa diperkirakan sekitar 0,9 g/kg berat badan (Puslitbang Gizi). Bahan makanan yang banyak mengandung protein misalnya telur, susu sapi, daging sapi, ayam, kedelai, dan lain-lain.

c. Lemak

Lemak merupakan bahan pangan berenergi tinggi karena setiap gramnya memberi lebih banyak energi daripada karbohidrat atau protein. Lemak merupakan cadangan energi yang disimpan dalam jaringan adipose. Lemak merupakan zat padat energi, dimana kandungan energinya dua kali lipat karbohidrat dan protein. Makanan yang mengandung lemak adalah daging berlemak, margarin, minyak goreng, jeroan, keju dan lain-lain. Fungsi dari lemak adalah membentuk jaringan tubuh, sebagai pelarut, vitamin yang larut lemak seperti vitamin A, D, E, K. Dari pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa kandungan makanan sehat mengandung beberapa zat-zat gizi yang diperlukan oleh tubuh dan memberikan kesehatan untuk pertumbuhan anak.

d. Vitamin

Vitamin adalah zat organik yang kompleks yang dibutuhkan dalam jumlah sangat kecil dan pada umumnya tidak didapat dibentuk oleh tubuh. Oleh karena itu harus didatangkan dari

makanan, vitamin termasuk kelompok zat pengatur pertumbuhan dan pemeliharaan kehidupan. Tiap vitamin mempunyai tugas spesifik di dalam tubuh. Vitamin-vitamin tersebut esensial dalam arti tidak dapat disintesis oleh jaringan tubuh manusia semuanya atau dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan dalam kondisi normal.

Berdasarkan kelarutannya, vitamin dibagi menjadi dua, yaitu vitamin yang larut dalam air (vitamin B dan C) dan yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, K). Contoh-contoh bahan makanan yang mengandung vitamin tsb di antaranya:

- 1) Vitamin B misalnya kacang, telur, bijibijian, hati, dll
- 2) Vitamin C misalnya jeruk, tomat, kubis, buah-buahan, dll
- 3) Vitamin A misalnya wortel, hati, minyak ikan, dll
- 4) Vitamin D misalnya minyak ikan, telur
- 5) Vitamin E misalnya sayur-sayuran hijau, minyak, dll
- 6) Vitamin K misalnya daun hijau, sayursayuran, keju, kuning telur.

#### e. Mineral

Mineral merupakan bagian dari tubuh dan memegang peranan penting dalam pemeliharaan fungsi tubuh, baik pada tingkat sel, jaringan, organ maupun fungsi tubuh secara keseluruhan. Didalam ketersediaannya tidak semua bahan makanan bisa mengandung mineral yang bisa digunakan untuk keperluan tubuh, dan dimanfaatkan oleh tubuh. Mineral yang dibutuhkan tubuh secara umum dapat dibagi menjadi dua, yaitu makro mineral dan mikro mineral. Makro mineral yang dibutuhkan oleh tubuh yaitu Ca, P (phospor), S (belerang), K (kalium), Na (natrium), Cl (chlor) dan Mg (magnesium). Banyak didapatkan dari keju, kerang-kerangan, garam, meja, kacang-kacangan, dll. Sedangkan mikromineral yang dibutuhkan tubuh misalnya Fe, Flour, Zn (seng), Si (silicon), dll. Namun di antara mikromineral tersebut, Fe adalah mikromineral yang paling banyak dalam tubuh manusia.

#### f. Air

Air bukanlah merupakan salah satu zat gizi, namun sangat dibutuhkan oleh tubuh. Sekitar 70% komponen massa tubuh orang

dewasa adalah air. Karena itu usahakan untuk mengkonsumsi air 2-2,5 liter per hari untuk orang dewasa.

g. Zat nabati sekunder atau fungsional.

Sekarang ini telah diketahui bahwa disamping zat-zat makanan yang telah diulas di atas terdapat pula zat-zat lainnya di dalam bahan makanan nabati (asal dari tanaman) yang tidak mempunyai sifat sebagai zat gizi, namun sangat diperlukan oleh tubuh karena mengkondisikan tubuh untuk terhindar dari berbagai macam penyakit. Kelompok zat ini dinamakan zat nabati sekunder atau fungsional dan terdapat terutama pada buah dan sayur. Zat-zat sekunder ini jumlahnya kecil sekali, namun sudah cukup untuk menghasilkan efek positif yang sangat besar terhadap kesehatan. Disamping sebagai sumber zat nabati fungsional, bahan pangan nabati juga mengandung serat kasar yang meskipun tidak menyumbang energy namun mutlak diperlukan untuk proses pencernaan. Serat kasar akan dikeluarkan kembali oleh tubuh dalam bentuk feses (kotoran) saat buang air besar. Jadi, makanan kita hendaknya tidak hanya mengenyangkan dan mendatangkan energi, namun juga mengandung zat-zat gizi lengkap sesuai kebutuhan tubuh serta zat nabati fungsional dan serat.

Menurut para ahli gizi Nuraini (2007: 52), makanan sehat mengandung empat macam makanan, seperti yang ada pada gambar :

1) Makanan Pokok

Makanan pokok banyak mengandung zat tepung. Misalnya, nasi, jagung, roti, singkong, dan sagu. Makanan pokok sangat diperlukan oleh tubuh sebagai sumber tenaga. Dari sumber tenaga ini dapat melakukan segala aktivitas atau kegiatan.

2) Lauk Pauk

Lauk pauk banyak mengandung protein dan lemak yang digunakan untuk membangun tubuh dan mengganti sel-sel yang rusak. Contoh yang termasuk dalam lauk pauk adalah daging, ikan, ayam, telur, tempe, tahu, dan lain-lain.

3) Sayur- sayuran

Sayur dan buah banyak mengandung vitamin dan mineral. Vitamin dan mineral dibutuhkan oleh tubuh untuk menjaga

tubuh dan tidak mudah terserang penyakit. Contoh sayur adalah bayam, kangkung, wortel, dan lain-lain.

4) Buah-buahan

Buah juga sangat dibutuhkan tubuh. Buah banyak sekali macamnya, misalnya mangga, jeruk, pepaya, apel dan pisang. Untuk itu setiap hari perlu makan sayur dan buah yang cukup.

5) Susu

Susu merupakan sumber protein, mineral dan asam lemak essensial. Susu dan produk olahannya seperti keju, mentega, yogurt mempunyai kandungan gizi yang sangat tinggi.

Pedoman praktis untuk mengatur makanan sehari-hari yang seimbang tertuang dalam 13 pesan dasar sebagai berikut (Pedoman Umum Gizi Seimbang, Direktorat Gizi Masyarakat, RI) :

- a) Makanlah aneka ragam makanan
- b) Makanlah makanan untuk memenuhi kecukupan energy
- c) Makanlah makanan sumber karbohidrat setengah dari kebutuhan energy
- d) Batasi konsumsi lemak dan minyak sampai seperempat dari kebutuhan energy
- e) Gunakan garam beryodium
- f) Makanlah makanan sumber zat besi
- g) Berikan ASI saja kepada bayi sampai umur empat bulan
- h) Biasakan makan pagi
- i) Minumlah air bersih, aman yang cukup jumlahnya
- j) Lakukan kegiatan fisik dan olah raga secara teratur
- k) Hindari minum minuman beralkohol
- l) Makanlah makanan yang aman bagi kesehatan
- m) Bacalah label pada makanan yang dikemas.

Untuk menunjang kondisi tersebut, diperlukan pengaturan makanan yang baik dengan memperhatikan berbagai hal antara lain:

- a) Cukup kalori
- b) Cukup lauk nabati (tahu, tempe) maupun hewani (daging, ikan dan telur)
- c) Tersedia sayuran hijau tua

- d) Sayuran dimasak dengan minyak (tumis) yang akan mempermudah penyerapan vitamin A, D, E dan K
- e) Komposisi sumber makanan protein adalah hewani dibanding nabati adalah 1:1, sedangkan protein hewani sebaiknya 5 gram/hari berasal dari hewan dan 10 gram/hari berupa ikan.
- f) Apabila anak sulit mengkonsumsi susu, dapat diganti produk olahan susu seperti keju, es krim, dll.

Kriteria makanan yang dikonsumsi setiap hari dapat dikatakan sebagai makanan sehat apabila dalam proses penyediaan bahan makanan, pengolahan dan penyajian sesuai dengan uraian di atas. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa syarat makanan sehat sangat perlu dipahami tentang apa yang dibutuhkan atau diperlukan oleh tubuh terutama dalam penyusunan menu seimbang yang berpedoman kepada gizi seimbang.

#### 5. Syarat-syarat Makanan Sehat

Makanan sehat merupakan makanan yang bergizi. Sebelum menyajikan makanan untuk keluarga terutama anak, perlu sekali mengetahui beberapa syarat gizi makanan agar dalam pengolahan dan penyajiannya tepat. Menurut Santoso dan Ranti (2004: 149) syarat makanan sehat untuk anak adalah sebagai berikut:

- a. Mengandung protein, lemak dan karbohidrat yang seimbang
- b. Mengandung air dan garam mineral serta vitamin yang cukup
- c. Jumlahnya mencukupi tapi tidak berlebihan
- d. Tidak berduri atau bertulang kecil
- e. Mudah dicerna oleh tubuh
- f. Steril dan higienis
- g. Memiliki rasa yang enak dan menarik bagi anak
- h. Menurut Herlina dalam jurnal Suparyanto (2016: 11) syarat makanan sehat adalah sebagai berikut :
- i. Memenuhi kecukupan energi dan semua zat gizi sesuai dengan umur

- j. Susunan hidangan disesuaikan dengan pola menu seimbang, bahan makanan yang tersedia setempat kebiasaan, dan selera terhadap makanan
- k. Bentuk dan porsi makanan disesuaikan dengan daya terima, toleransi, dan keadaan bayi atau anak
- l. Memperhatikan kebersihan perorangan dan lingkungan
- m. Makanan sehat bagi anak
- n. Makanan yang tidak mengandung lemak
- o. Makanan yang tidak mengandung gula berlebihan
- p. Makanan yang penuh protein
- q. Makanan yang mengandung kalsium
- r. Makanan yang mengandung zat besi
- s. Makanan yang mengandung zat besi
- t. Makanan yang mengandung zat folat
- u. Makanan yang mengandung AA dan DHA+omega3

Menurut Kusno (2007) syarat-syarat makanan sehat lainnya adalah sebagai berikut :

- a. Mudah dicerna oleh alat pencernaan
- b. Bersih, tidak mengandung bibit penyakit, karena hal ini tentu akan membahayakan kesehatan tubuh serta tidak bersifat racun bagi tubuh
- c. Jumlah nya yang cukup tidak berlebihan
- d. Tidak terlalu panas pada saat disantap. Makanan yang terlalu panas disajikan, mungkin sesekali dapat merusak gigi dan mengunyah pun tidak dapat sempurna
- e. Bentuknya menarik dan rasanya enak

Sedangkan menurut Dani Danidan dalam jurnalnya (2012) dalam pemberian makanan yang sehat pada anak mempunyai beberapa kriteria yaitu :

- a. Memenuhi kecukupan gizi dan semua zat gizi yang sesuai dengan umur
- b. Susunan hidangan disesuaikan dengan menu seimbang, bahan makanan yang tersedia setempat kebiasaan, dan selera terhadap makanan

- c. Bentuk dan porsi makanan disesuaikan dengan daya terima, toleransi, dan keadaan anak
- d. Memperhatikan kebersihan perorangan dan lingkungan
- e. Dari pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa syarat makanan sehat adalah makan yang mengandung banyak gizi yang seimbang yang dibutuhkan oleh tubuh dan mencakupi kebutuhan pertumbuhan anak serta memiliki rasa yang enak dan tampilan yang menarik.

## 6. Manfaat Makanan Sehat

Adapun manfaat makanan sehat menurut Sandro Malakkiano dalam jurnalnya (2014) adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai sumber energi
- b. Sebagai pembangun tubuh
- c. Sebagai pelindung tubuh
- d. Menjaga tubuh dari kondisi stress
- e. Meningkatkan inteligensi
- f. Memelihara reproduksi

Menurut Grace Judio bahwa dengan memberikan makanan yang sehat sejak dini akan memberi manfaat besar bagi tumbuh kembang anaksekarang dan masa depan. Beberapa manfaat makanan sehat anak sebagai berikut :

- a. Gizi yang baik akan mendukung tumbuh-kembang anak sesuai dengan usia nya
- b. Anak-anak usia 6 tahun kebawah umumnya mudah terserang penyakit, sehingga asupan makanan sehat akan membantu membentuk daya tahan tubuh anak
- c. Usia dini adalah periode emas perkembangan otak, sehingga dengan memenuhi nutrisi anak maka akan mendukung kecerdasan anak tersebut
- d. Dengan daya tahan tubuh yang lebih baik, anak akan lebih aktif dan ceria

Sedangkan menurut Sandro M dalam jurnalnya (2014), tujuan memakan makanan sehat bagi tubuh adalah untuk menjaga agar badan tetap sehat, tumbuh, dan berkembang secara baik. Agar tubuh

berkembang secara optimal sebaiknya tidak makan berlebihan. Menurut Aek Nabara dalam jurnal nya (2014) manfaat makanan sehat bukan hanya sekedar untuk meenghilangkan rasa lapar, tetapi lebih utama adlah untuk mendapatkan tenaga, mendapatkan zat-zat pembangun bagi sel-sel tubuh, mempertinggi daya tahan tubuh terhadap penyakit, serta untuk menjamin kelancaran segala macam proses yang terjadi di dalam tubuh. Sedangkan menurut Dani Danidan dalam jurnalnya (2010) mengatakan bahwa manfaat atau fungsi dari makanan sehat adalahbukan hanya sekedar untuk menghilangkan rasa lapar, tetapi lebih uatam adalah untuk mendapatkan tenaga, mendapatkan zat-zat pembangun bagi sel-sel tubuh, mempertinggi daya tahan tubuh terhadap penyakit, serta untuk menjamin kelancaran segala macam proses yang terjadi di dalam tubuh. Untuk itu makanan yang dikonsumsi setiap hari hendaknya mengandung unsur-unsur penghasil tenaga, pembangun sel-sel, dan mengatur segala macam proses dalam tubuh.

Sesuai dengan kegunaannya makanan yang masuk kedalam tubuh dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Makanan sebagai sumber tenaga terutama yang mengandung hidrat arang
- b. Makanan sebagai sumber zat pembangun, digunakan sebagai pembentuk sel-sel jaringan tubuh yang baru, pembentukan sel darah merah, sel darah putih, dan zat kekebalan antibody
- c. Makanan sebagai sumber zat pengatur, mutlak diperlakukan walaupun sangat sedikit. Makanan sehat akan mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan tubuh.

Jika makanan yang dikonsumsi cukup mengandung gizi yang diperlukan oleh tubuh, maka pertumbuhan badan dan otaknya juga menjadi lancar. Namun, apabila makanan yang dikonsumsi kurang mendapat asupan gizi, maka pertumbuhan anak menjadi lambat dan selain itu anak mudah terserang penyakit.

## 7. Ciri-ciri Makanan Sehat dan Makanan Tidak Sehat

Menurut Angga Krist dalam jurnalnya (2015: 3) ciri-ciri makanan sehat dan makan tidak sehat terdiri atas :

- a. Ciri-ciri makanan sehat
  - 1) Tidak banyak mengandung lemak-lemak hewani
  - 2) Rendah garam dan MSG, penggunaan penyedap rasa yang banyak beredar dipasaran
  - 3) Banyak mengandung sayur atau serat
  - 4) Tidak/sedikit menggunakan bahan pengawet
  - 5) Menggunakan sedikit minyak goreng
  - 6) Tidak bersantan
  - 7) Tidak terlalu pedas
  - 8) Dimasak matang
- b. Ciri-ciri makanan tidak sehat
  - 1) Mengandung formalin
  - 2) Mengandung banyak pewarna makanan
  - 3) Makanan yang dihinggapi lalat
  - 4) Makanan yang sudah tersimpan lama/kadarluasa

Sedangkan menurut Anonim (2002) sebaiknya memilih makanan / jajanan yang sehat yaitu :

- a. Ciri-ciri makanan sehat
  - 1) Bagian luarnya terlihat bersih, tidak terlihat ada kototan yang menempel
  - 2) Tidak terdapat rambut atau isi stepler
  - 3) Disajikan dalam keadaan tertutup atau dibungkus dengan plastik, kertas tidak bertinta, daun pisang atau daun lainnya
  - 4) Makanan dimasak dengan menggunakan air bersih, tidak berbau atau keruh
- b. Ciri-ciri makanan tidak sehat
  - 1) Mengandung bahan kimia yang tidak baik bagi tubuh
  - 2) Makanan yang sudah terkontaminasi oleh bakteri atau kuman
  - 3) Makanan yang sudah kadarluasa
  - 4) Makanan yang banyak bahan pewarna
  - 5) Makanan yang dibuat di tempat yang tidak bersih

Lalu Menurut Dani Danidan dalam jurnalnya (2012) ciri-ciri makanan sehat dan makanan tidak sehat adalah sebagai berikut :

a. Ciri-ciri makanan sehat

- 1) Tidak banyak mengandung lemak hewani
- 2) Rendah garam dan MSG, penggunaan penyedap rasa yang banyak beredar dipasaran memang membuat makanan terasa gurih dan nikmat, tetapi bukan berarti menjadi lebih sehat
- 3) Banyak mengandung sayuran atau serat
- 4) Tidak / sedikit menggunakan bahan pengawet. Setiap bahan makanan yang dikemas umumnya menggunakan bahan pengawet, seperti bumbu kaldu, makanan kaleng dan banyak lainnya
- 5) Menggunakan sedikit minyak goreng
- 6) Tidak bersantan
- 7) Tidak terlalu pedas
- 8) Dimasak matang, jadi tidak setengah matang atau terlalu lama matang
- 9) Mengandung zat-zat gizi (Sumber tenaga, terkandung dalam karbohidrat, protein, dan lemak. Sumber pembangun, terkandung dalam protein. Sumber pengatur, terkandung dalam mineral dan vitamin)

b. Ciri-ciri makanan tidak sehat

- 1) Mengandung formalin

Formalin adalah larutan formaldehida dalam air dan dilarang digunakan dalam pangan sebagai pengawet. Formalin digunakan pada industri pabrik, anti busa, bahan konstruksi, kertas, karpet, textile, cat, mebel, dan pengawet. Formalin dapat menyebabkan kanker.

Dari pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa ciri-ciri makanan sehat adalah makanan yang tidak mengandung bahan kimia yang tidak bagi kesehatan dan pertumbuhan anak, sedangkan ciri-ciri makanan yang tidak sehat adalah makanan yang terkontaminasi oleh bakteri atau kuman dan mengandung banyak zat-zat kimia yang menyebabkan adanya penyakit di tubuh anak.

c. Contoh-contoh Makanan sehat

1) Beras Merah

Serat dan nutrisi beras merah sangat baik untuk penderita diabetes dan mereka yang ingin terhindar dari penyakit diabetes tersebut.

2) Brokoli

Sayuran mempunyai banyak kandungan seperti antioksidan, vitamin C, K, E, B, mineral, kalsium, zat besi, kalium, dan Beta karoten. Oleh karena itu, brokoli bisa mencegah berbagai penyakit diantaranya: penyakit kanker, penyakit jantung, penyakit stroke, penyakit tulang keropos dan lainnya.

3) Bayam

Bayam salah satu jenis sayuran yang memiliki banyak manfaat seperti: dapat menghaluskan kulit, dapat menghambat enzim tirosinase, mampu memperbaiki kerja insulin, menjaga stamina otot dan lainnya. Bayam terdiri dari dua jenis yaitu bayam merah dan bayam hijau. Secara umum kedua bayam ini memiliki kandungan gizi dan manfaat yang sama.

4) Teh Hitam

Teh hitam juga mempunyai kandungan anti peradangan dan bisa meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit kanker, penyakit diabetes dan penyakit jantung.

5) Ikan Salmon

Ikan Salmon ini merupakan sumber dari asam lemak Omega-3 yang terbaik. Manfaat ikan Salmon yaitu dapat memerangi penyakit jantung, menurunkan resiko kanker, dapat melindungi sendi dan lainnya.

6) Yoghurt

Yoghurt ini sebenarnya salah satu produk susu yang mengandung banyak bakteri baik. Dan selain itu, yoghurt dengan kultur aktif dapat membantu mengobati kondisi pencernaan seperti Sembelit, diare, intoleransi laktosa, kanker usus besar, penyakit usus serta mencegah osteoporosis, dan mengatur tekanan darah.

7) Alpukat

Buah ini penuh lemak tak jenuh. Alpukat mempunyai vitamin C dan E, kalium dan Lutein. Alpukat mampu mencegah kanker, penyakit jantung, dan masalah mata.

8) Telur

Meski belakangan ini telur sering dicap buruk oleh kalangan masyarakat, akan tetapi telur merupakan makanan yang kaya akan protein, vitamin dan mineral. Manfaat dari telur diantaranya dapat meningkatkan konsentrasi, menjaga berat badan agar tetap sehat, mengembangkan otak, memperkuat penglihatan, serta dapat mencegah cacat lahir dan kanker payudara.

9) Pisang

Sumber yang kaya akan kalium dan serat. Buah ini dapat menurunkan tekanan darah, menjaga kesehatan tulang, saluran pencernaan, dan mencegah perkembangan kanker.

10) Strawberry

Strawberry dapat meningkatkan kesehatan kardiovaskular, mengatur kadar gula darah (yang memainkan peran dalam menyembuhkan dan mengobati diabetes) dan melawan penyakit berbahaya lainnya seperti kanker.

11) Penyakit yang disebabkan oleh Makanan Tidak Sehat

Makanan yang tidak sehat adalah makanan yang memiliki gizi yang tidak seimbang. Makanan yang tidak sehat, hanya mengandung sedikit zat yang diperlukan oleh tubuh dan hanya mengandung sedikit serat untuk proses perkembangan tubuh. Jika kita terlalu sering mengonsumsi makanan ini, akan berdampak buruk terhadap tubuh kita. Berikut adalah macam-macam penyakit akibat makanan yang kurang sehat, yaitu:

a) Diare

Diare adalah gangguan kesehatan yang dapat menyerang sistem pencernaan. Yang dirasakan orang yang mengalami diare yaitu merasakan sakit perut ataupun mulas. Diare ditandai dengan feses yang lebih encer daripada biasanya, sehingga seseorang akan lebih sering untuk buang air besar (BAB). Diare biasa disebabkan oleh makan makanan yang pedas. Selain itu, makanan penyebab diare biasanya

sudah terkontaminasi dengan bakteri dan akan menyebabkan efek mual, muntah, dan diare.

b) **Obesitas atau Kegemukan**

Obesitas (kegemukan) adalah suatu keadaan dimana terjadi penumpukan lemak tubuh yang berlebih sehingga berat badan seseorang jauh di atas normal dan dapat membahayakan kesehatan. Obesitas terjadi karena mengonsumsi karbohidrat dan lemak yang terlalu banyak sehingga menjadi cadangan lemak di tubuh. Makanan yang menyebabkan terjadinya obesitas antara lain daging dan olahannya, susu dan olahannya, makanan dan minuman manis-manis, dan makanan cepat saji.

c) **Alergi**

Alergi disebabkan karena sistem kekebalan tubuh yang hipersensitif pada makanan dengan kandungan protein tinggi dimana tubuh bereaksi dan menganggap makanan itu berbahaya. Makanan penyebab alergi paling umum diantaranya gandum, susu, telur, jagung, kedelai, makanan laut, alkohol dan kacang-kacangan.

d) **Penyakit Ginjal**

Ginjal sangat penting sebab mempunyai fungsi menyaring kelebihan cairan, racun dan limbah pada tubuh. Selain itu juga berperan mengatur tekanan darah. Makanan yang bisa menurunkan fungsi dari ginjal diantaranya makanan dengan gula, lemak dan protein tinggi, makanan cepat saji berpengawet, minuman beralkohol.

e) **Penyakit Jantung dan Stroke**

Penyakit jantung dan stroke disebabkan oleh tingginya tingkat kolesterol. Kita harus menghindari makanan yang mengandung kolesterol yang tinggi seperti, olahan susu, krim keju, es krim, mentega, udang, bebek, dan angsa. Macam-macam jeroan juga harus dihindari. Kita perlu makan makanan sehat untuk kolesterol.

f) Hipertensi

Tekanan darah di atas kisaran normal. Makanan yang bisa menyebabkan penyakit inidiantaranya makanan asin dan yang diasap, keju, lemak hewani, minuman denganalkohol dan kafein.

## BAB XIII

### SIKLUS KARBON DAN NITROGEN

#### A. Daur Biogeokimia

Daur Biogeokimia merupakan perpindahan unsur-unsur kimia melalui makhluk hidup dan lingkungan abiotik (tanah dan air). Dalam daur biogeokimia dikenal dua macam daur, diantaranya daur edafik dan daur atmosferik. Daur edafik merupakan daur yang unsur kimia pada daur tersebut tidak pernah membentuk gas di udara. Adapun daur atmosferik adalah daur yang unsur kimia pada daur tersebut mengalami fase berbentuk gas di udara. Daur biogeokimia berfungsi mengatur keseimbangan ekosistem.

Artinya keseimbangan ekosistem tergantung pada pengulangan yang terjadi secara berputar pada unsur-unsur kimia tertentu. Unsur-unsur kimia yang dapat mengalami daur biogeokimia meliputi karbon, nitrogen, hidrogen, dan oksigen, serta fosfor. Dalam siklus biogeokimia juga sebagai pertukaran antara komponen biosfer yang hidup dan tidak hidup yang akan di tingkat trofik yang tidak hilang dalam ekosistem.

Fungsi dari Daur Biogeokimia ialah menjadi daur atau siklus materi yang membalikkan lagi seluruh unsur-unsur kimia yang telah digunakan oleh seluruh yang ada di muka bumi dari komponen biotik ataupun komponen abiotik, yang pada akhirnya berkesinambungan dan seimbang dalam kehidupan di bumi dapat terjaga.

#### B. Siklus Carbon

Siklus karbon adalah siklus biogeokimia dimana karbon dipertukarkan antara biosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi. Siklus Karbon adalah proses pertukaran unsur karbon antara biosfer, pedosfer, hidrosfer dan atmosfer. Siklus karbon, siklus nitrogen dan siklus air terbentuk dari urutan proses yang menjadikan kunci bumi mampu mendukung kehidupan - menjelaskan pergerakan karbon di biosfer dimana terjadi proses penggunaan kembali (reused) dan daur ulang (recycled). Karbon merupakan elemen penting bagi kehidupan di bumi sebagai komponen utama dari senyawa biologis atau DNA dan komponen utama dari sebagian besar mineral. Siklus karbon adalah siklus

biogeokimia diman karbon berpindah-pindah dari biosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer Bumi. Karbon tersimpan di reservoir (tempat penampungan) yang ada di biosfer, geosfer, hidrosfer, atau atmosfer Bumi. Terdapat empat reservoir utama karbon, yaitu atmosfer, biosfer teresterial, lautan, dan sedimen.

Diagram dari siklus karbon. Angka dengan warna hitam menyatakan berapa banyak karbon tersimpan dalam berbagai reservoir, dalam milyar ton ("GtC" berarti Giga Ton Karbon). Angka dengan warna biru menyatakan berapa banyak karbon berpindah antar reservoir setiap tahun. Sedimen, sebagaimana yang diberikan dalam diagram, tidak termasuk ~70 juta GtC batuan karbonat dan kerogen. Model siklus karbon dapat digabungkan ke dalam model iklim global, sehingga reaksi interaktif dari lautan dan biosfer terhadap nilai CO<sub>2</sub> di masa depan dapat dimodelkan. Ada ketidakpastian yang besar dalam model ini, baik dalam sub model fisika maupun biokimia (khususnya pada sub model terakhir). Modelmodel seperti itu biasanya menunjukkan bahwa ada timbal balik yang positif antara temperatur dan CO<sub>2</sub>. Sebagai contoh, Zeng dkk. (GRL, 2004) menemukan dalam model mereka bahwa terdapat pemanasan ekstra sebesar 0,6°C (yang sebaliknya dapat menambah jumlah CO<sub>2</sub> atmosferik yang lebih besar).

Pergerakan karbon dan pertukaran karbon dari satu reservoir ke reservoir lain terjadi karena proses-proses kimia, fisika, geologi, dan biologi yang bermacam-macam. Laut merupakan kolam aktif karbon terbesar, namun laut mengalami pertukaran karbon yang lambat dengan atmosfer. Sebagian besar karbon yang berada di atmosfer berupa gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Meskipun jumlah gas ini relatif sangat kecil jika dibandingkan dengan seluruh gas yang ada di atmosfer (hanya sekitar 0.04%), namun gas ini memiliki peran yang sangat penting. Gas-gas lain yang mengandung karbon di atmosfer adalah gas metan dan klorofluorokarbon atau CFC (merupakan gas buatan). Gas karbon dioksida dan gas metan merupakan gas rumah kaca yang konsentrasinya di atmosfer sudah sangat tinggi dan menyebabkan pemanasan global.

Karbon diambil dari atmosfer dengan berbagai cara:

1. Ketika matahari bersinar, tumbuhan melakukan fotosintesa untuk mengubah karbon dioksida menjadi karbohidrat, dan melepaskan oksigen ke atmosfer. Proses ini akan lebih banyak menyerap karbon

- pada hutan dengan tumbuhan yang baru saja tumbuh atau hutan yang sedang mengalami pertumbuhan yang cepat.
2. Pada permukaan laut ke arah kutub, air laut menjadi lebih dingin dan CO<sub>2</sub> akan lebih mudah larut. Selanjutnya CO<sub>2</sub> yang larut tersebut akan terbawa oleh sirkulasi termohalin yang membawa massa air di permukaan yang lebih berat ke kedalaman laut atau interior laut (lihat bagian solubility pump).
  3. Di laut bagian atas (upper ocean), pada daerah dengan produktivitas yang tinggi, organisme membentuk jaringan yang mengandung karbon, beberapa organisme juga membentuk cangkang karbonat dan bagianbagian tubuh lainnya yang keras. Proses ini akan menyebabkan aliran karbon ke bawah (lihat bagian biological pump).
  4. Pelapukan batuan silikat. Tidak seperti dua proses sebelumnya, proses ini tidak memindahkan karbon ke dalam reservoir yang siap untuk kembali ke atmosfer. Pelapukan batuan karbonat tidak memiliki efek netto terhadap CO<sub>2</sub> atmosferik karena ion bikarbonat yang terbentuk terbawa ke laut dimana selanjutnya dipakai untuk membuat karbonat laut dengan reaksi yang sebaliknya (reverse reaction).

Karbon dapat kembali ke atmosfer dengan berbagai cara pula, yaitu:

1. Melalui pernafasan (respirasi) oleh tumbuhan dan binatang. Hal ini merupakan reaksi eksotermik dan termasuk juga di dalamnya penguraian glukosa (atau molekul organik lainnya) menjadi karbon dioksida dan air.
2. Melalui pembusukan binatang dan tumbuhan. Fungi atau jamur dan bakteri mengurai senyawa karbon pada binatang dan tumbuhan yang mati dan mengubah karbon menjadi karbon dioksida jika tersedia oksigen, atau menjadi metana jika tidak tersedia oksigen.
3. Melalui pembakaran material organik yang mengoksidasi karbon yang terkandung menghasilkan karbon dioksida (juga yang lainnya seperti asap). Pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, produk dari industri perminyakan (petroleum), dan gas alam akan melepaskan karbon.
4. Melalui respirasi (pernapasan) makhluk hidup, binatang dan tumbuhan. Proses respirasi merupakan reaksi eksotermik, dalam proses ini terjadi penguraian karbohidrat menjadi karbon dioksida dan air.

5. Pembusukan makhluk hidup, misalnya tumbuhan dan binatang. Jamur dan bakteri mengurai tubuh tumbuhan dan binatang yang telah mati, mengubah senyawa karbon menjadi karbon dioksida jika oksigen tersedia, atau mengubahnya menjadi metana jika tidak tersedia oksigen.
6. Pembakaran material organik, proses ini akan mengoksidasi karbon yang terkandung dalam material, menghasilkan karbon dioksida. Pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, berbagai macam produk hasil industri perminyakan, dan gas alam akan melepas karbon yang telah tersimpan selama jutaan tahun di geosfer ke udara. Pembakaran bahan bakar fosil ini menyebabkan jumlah karbon di atmosfer meningkat secara drastis.
7. Produksi semen. Dalam produksi semen, gamping atau kalium oksida dihasilkan dengan cara memanaskan batu kapur atau batu gamping, sehingga menghasilkan banyak karbon dioksida ke udara atau atmosfer.  
Di permukaan laut, air menjadi lebih hangat, hal ini menyebabkan karbon dioksida yang terlarut di air dilepas kembali ke atmosfer.
8. Erupsi vulkanik atau ledakan gunung berapi akan melepaskan gas ke atmosfer. Gas-gas antara lain uap air, karbon dioksida, dan belerang. Jumlah karbon dioksida yang dilepas ke atmosfer secara kasar hampir sama dengan jumlah karbon dioksida yang hilang dari atmosfer akibat pelapukan silikat. Kedua proses kimia ini yang saling berkebalikan ini akan memberikan hasil penjumlahan yang sama dengan nol dan tidak berpengaruh terhadap jumlah karbon dioksida di atmosfer dalam skala waktu yang kurang dari 100.000 tahun. Karbon adalah bagian yang penting dalam kehidupan di Bumi. Ia memiliki peran yang penting dalam struktur, biokimia, dan nutrisi pada semua sel makhluk hidup. Dan kehidupan memiliki peranan yang penting dalam siklus karbon:
  - a. Autotroph adalah organisme yang menghasilkan senyawa organiknya sendiri dengan menggunakan karbon dioksida yang berasal dari udara dan air di sekitar tempat mereka hidup. Untuk menghasilkan senyawa organik tersebut mereka membutuhkan sumber energi dari luar. Hampir sebagian besar autotroph menggunakan radiasi matahari untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut, dan proses produksi ini disebut sebagai fotosintesis. Sebagian kecil autotroph memanfaatkan sumber energi kimia, dan

disebut kemosintesis. Autotroph yang terpenting dalam siklus karbon adalah pohon-pohonan di hutan dan daratan dan fitoplankton di laut. Fotosintesis memiliki reaksi  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

- b. Karbon dipindahkan di dalam biosfer sebagai makanan heterotrofa pada organisme lain atau bagiannya (seperti buah-buahan). Termasuk di dalamnya pemanfaatan material organik yang mati (detritus) oleh jamur dan bakteri untuk fermentasi atau penguraian.
- c. Sebagian besar karbon meninggalkan biosfer melalui pernapasan atau respirasi. Ketika tersedia oksigen, respirasi aerobik terjadi, yang melepaskan karbon dioksida ke udara atau air di sekitarnya dengan reaksi  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ . Pada keadaan tanpa oksigen, respirasi anaerobik lah yang terjadi, yang melepaskan metana ke lingkungan sekitarnya yang akhirnya berpindah ke atmosfer atau hidrosfer.
- d. Pembakaran biomassa (seperti kebakaran hutan, kayu yang digunakan untuk tungku pemanas atau kayu bakar, dll.) dapat juga memindahkan karbon ke atmosfer dalam jumlah yang banyak.
- e. Karbon juga dapat berpindah dari biosfer ke geosfer (seperti gambut). Cangkang binatang dari kalsium karbonat yang menjadi batu gamping melalui proses sedimentasi.
- f. Sisanya, yaitu siklus karbon di laut, masih dipelajari. Sebagai contoh, penemuan terbaru bahwa rumah larva cacing (biasa dikenal sebagai "sinkers") dibuat dalam jumlah besar yang mampu membawa banyak karbon ke laut dalam seperti yang terdeteksi oleh perangkap sedimen. Karena ukuran dan komposisinya, rumah ini jarang terbawa dalam perangkap sedimen, sehingga sebagian besar analisis biokimia melakukan kesalahan dengan mengabaikannya.

Perubahan pada Daur Karbon: Efek Rumah Kaca (Peningkatan kandungan CO<sub>2</sub> atmosfer dan suhu)

Sebab:

- 1) Pembakaran bahan bakar fosil
- 2) Penebangan hutan

Akibat:

- 1) Kandungan CO<sub>2</sub> di atmosfer meningkat, panas matahari yang terjebak di atmosfer meningkat.
- 2). Suhu meningkat.

Sumber karbon di alam adalah CO<sub>2</sub>:

- CO<sub>2</sub> di alam → fotosintesis → tumbuhan mati → karbon tersimpan di dalam fosil
- Makhluk hidup bernapas → mengeluarkan CO<sub>2</sub> dipakai untuk fotosintesis
- Hewan mati → karbon tersimpan di dalam fosil
- Fosil → bahan bakar → CO<sub>2</sub> terlepas kembali ke udara

o Sumber penghasil karbon:

Seperti yang telah disampaikan, karbon dalam atmosfer memiliki bentuk berupa karbondioksida. Karbon dapat terbentuk akibat 2 hal berikut ini, yaitu:

1) Sumber Karbon dari Organisme

Karbon dihasilkan dari proses respirasi makhluk hidup serta dekomposisi organisme yang telah mati. Pada proses respirasi yang dilakukan oleh makhluk hidup akan menghasilkan senyawa karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Selain itu, asap dari hasil pembakaran bahan bakar kendaraan juga mengandung karbon.

Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) akan dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis sehingga menghasilkan amilum dan oksigen (O<sub>2</sub>). Oksigen adalah senyawa penting yang dibutuhkan oleh manusia dan makhluk hidup lain untuk bertahan hidup.

Pada proses pernapasan manusia dan hewan, akan menghasilkan H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Kemudian dari hasil tersebut

akan dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan, dan seterusnya.

Kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> di atmosfer dipengaruhi oleh aktivitas fotosintetik. Semakin banyak populasi manusia dan hewan, maka jumlah karbon di udara akan semakin tinggi. Oleh karena itu, perlunya ruang terbuka hijau (taman kota) sebagai penyeimbang kepadatan penduduk dapat menjadi alternatif agar lingkungan pemukiman tetap sehat.

## 2) Sumber Karbon Dari Alam

Aktivitas dari alam juga menghasilkan karbon, diantaranya adalah ketika terjadi peristiwa kebakaran hutan dan erupsi vulkanik pada gunung berapi.

### o Siklus Karbon Pada Makhluk Hidup

Siklus karbon pada makhluk hidup merupakan proses 2 langkah terkait fotosintesis dan respirasi. Tumbuhan hijau yang melakukan proses fotosintesis pada siang hari akan mendaur CO<sub>2</sub> (karbondioksida) menjadi O<sub>2</sub> (oksigen) dan Zat Gula.

Dilanjutkan dengan makhluk hidup, seperti hewan dan manusia akan memanfaatkan O<sub>2</sub> (oksigen) yang dihasilkan dari tanaman tersebut untuk proses pernapasan. Kemudian hasil dari pernapasan hewan dan manusia adalah CO<sub>2</sub> (karbondioksida)

Namun perlu diketahui, tumbuhan pada waktu malam hari melakukan proses kebalikan dari fotosintesis, yaitu tumbuhan akan menyerap sekitar separuh oksigen dan justru menghasilkan karbondioksida.

Adapun siklus karbon pada siklus karbon yang dilakukan oleh organisme secara alami:

### 1. Fotosintesis

Pada proses fotosintesis pada tumbuhan, energi matahari dimanfaatkan untuk mengubah air dan karbondioksida menjadi karbohidrat. Proses tersebut dinamakan Photosynthetic Acid Radiation (PAR).

Dari proses tersebut, energi radiasi matahari diubah menjadi energi kimia oleh ikatan molekul karbon yang diperoleh dari gas CO<sub>2</sub> (karbondioksida) yang terdapat pada udara dan air.

Hasil dari fotosintesis tersebut adalah senyawa glukosa C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (6 atom karbon, 12 atom hidrogen, 6 atom oksigen). Dapat dikatakan bahwa molekul karbon pada nantinya akan dimanfaatkan bagi pohon untuk tumbuh dan berkembang, bertahan hidup dan berkembang biak.

## 2. Respirasi

Respirasi tidak hanya dilakukan oleh makhluk hidup seperti hewan dan manusia. Respirasi pada tumbuhan merupakan proses kebalikan dari fotosintesis, dimana proses ini terjadi di stomata dan mulut daun untuk mengubah bahan makanan tumbuhan menjadi energi. Stomata tumbuhan akan menyerap oksigen (O<sub>2</sub>) dan mengeluarkan hasil berupa karbondioksida (CO<sub>2</sub>).

### a. Siklus Karbon Pada Iklim

Daur karbon akan memastikan konsentrasi karbon di atmosfer, laut dan permukaan bumi tetap seimbang. Sebab jika terjadi jumlah berlebihan akan menyebabkan ketidakseimbangan dalam keseluruhan siklus di bumi.

Jumlah karbon dalam bentuk karbondioksida pada atmosfer yang berpelbihan akan berpengaruh terhadap perubahan iklim. Saat konsentrasi karbondioksida meningkat maka temperatur akan meningkat, kemudian sebaliknya jika konsentrasi karbondioksida turun maka temperatur bumi relatif rendah.

Suhu bumi selalu mengalami fluktuasi mengikuti perubahan kadar karbondioksida yang berpengaruh terhadap peristiwa perubahan iklim. Namun saat ini jumlah karbondioksida yang dilepaskan ke atmosfer sangat signifikan.

Kondisi tersebut dimulai ketika terjadi revolusi industri, dimana terjadi pembakaran energi fosil secara besar-besaran. Perubahan kadar karbondioksida pada atmosfer secara signifikan menjadikan bumi mengalami peningkatan suhu ekstrem.

Selama 25 tahun terakhir, laju kenaikan temperatur permukaan bumi mencapai 0,177±0,052°C per dekade. Kenaikan tersebut mempengaruhi kehidupan makhluk hidup di bumi, seperti

mencairnya es di kutub, mengganggu kestabilan tanah, perubahan ekosistem, bencana banjir dan sebagainya.

b. Jumlah Karbon di Bumi

Jumlah keseluruhan karbon yang ada di bumi sulit untuk diketahui dengan pasti. Hal itu dikarenakan karbon yang tersimpan di bumi terdapat dalam berbagai bentuk. Misalnya dibawah tanah dapat berupa bahan bakar fosil, dimana hingga saat ini merupakan bahan bakar utama bagi manusia.

Namun ada perkiraan bahwa total karbon di bumi adalah 1.500 miliar metrik ton karbon yang tersimpan dalam berbagai tingkatan. Selain ditemukan di udara, sekitar lebih dari 41 miliar metrik ton karbon juga tersimpan dibawah permukaan laut.

Karbon yang tersimpan dalam biomassa tumbuhan berjumlah lebih besar dibandingkan dengan ekosistem hutan iklim sedang, padang rumput iklim sedang, dan ekosistem gurun.

Pada ekosistem yang memiliki komunitas tumbuhan dan keanekaragaman spesies tumbuhan yang tinggi, maka produksi karbondioksida oleh aktivitas organisme pengurai, proses respirasi, serta penggunaan bahan bakar fosil akan diimbangi oleh proses pengikatan atau fiksasi karbondioksida yang dilakukan oleh tumbuhan.

Hal tersebut menyebabkan ekosistem hutan hujan tropis mempunyai kemampuan lebih besar untuk mereduksi polusi udara akibat gas karbon.

- Manfaat Karbon

Karbondioksida merupakan komponen penting di udara yang dapat berpengaruh terhadap radiasi pemanasan global dan memberikan pasokan karbon anorganik. Pada proses fotosintesis tanaman terjadi proses perubahan karbondioksida menjadi karbon anorganik dan karbohidrat sebagai senyawa hidrokarbon.

Karbon juga disebut senyawa organik dalam tanaman yang berasal dari radiasi matahari. Sehingga energi akan tersimpan pada tanaman dan disebut energi biokimia.

Karbon juga terdapat dalam tubuh tanaman yang akan diubah melalui proses fisiologi tanaman menjadi CO<sub>2</sub> melalui mekanisme pernapasan. Melalui proses ini karbon organik akan

dikonversi menjadi lebih kompleks melalui pertumbuhan tanaman. Kemudian akan ditransfer ke tubuh konsumen melalui proses interaksi dalam rantai dan jaringan makanan, sehingga senyawa karbon organik tetap ada di tubuh konsumen.

- Hubungan Siklus Karbon Dengan Pemanasan Global

Seperti yang telah kita ketahui, bahwa salah satu penyebab pemanasan global adalah kadar karbondioksida pada atmosfer yang tinggi. Akibat tingginya kadar karbon maka suhu bumi akan meningkat karena panas yang dilepaskan bumi terhalang oleh efek rumah kaca. Maka peran penting hutan sebagai habitat alami pepohonan perlu kita jaga agar siklus karbon tidak terganggu.

Contohnya adalah proses fotosintesis yang terjadi di hutan yang menghasilkan karbohidrat yang tersimpan pada pepohonan. Karbohidrat dalam tumbuhan adalah polisakarida yang mempengaruhi jumlah karbon yang tersimpan dalam jaringan tumbuhan. Pada tumbuhan mengandung 50% karbon, 44% oksigen, dan 6% hidrogen.

### C. Siklus Nitrogen

Siklus nitrogen adalah proses di mana nitrogen dari atmosfer diubah menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman dan hewan. Merupakan proses perubahan nitrogen anorganik menjadi nitrogen organik yaitu amonia ( $\text{NH}_3$ ),  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_3$  kemudian menjadi nitrogen anorganik lagi. Nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan asam amino, asam nukleat baik ARN ataupun ADN. Nitrogen adalah komponen gas yang paling banyak terkandung di atmosfer yaitu kurang lebih 80%. Nitrogen yang ada di atmosfer ditemukan dalam bentuk  $\text{N}_2$  (gas Nitrogen) disebut sebagai nitrogen anorganik. Nitrogen hadir di lingkungan dalam berbagai bentuk kimia termasuk amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^+$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^+$ ), dan gas nitrogen ( $\text{N}_2$ )

Pada umumnya makhluk hidup tidak dapat mengambil langsung nitrogen yang ada di udara. Tapi nitrogen dapat diambil pada proses fiksasi nitrogen oleh bakteri *Azotobacter* dan *Rhizobium*. Nitritasi: proses pengubahan amonia menjadi ion nitrit oleh *Nitromonas* dan *Nitrococcus*. Nitratasi: proses pengubahan nitrit menjadi nitrat oleh *Nitrobacter*

Denitrifikasi: proses pemecahan senyawa  $\text{HNO}_3$  menjadi gas  $\text{N}_2$  oleh *Pseudomonas denitrificans* dan *Thiobacillus denitrificans*.

Di alam, Nitrogen terdapat dalam bentuk senyawa organik seperti urea, protein, dan asam nukleat atau sebagai senyawa anorganik seperti ammonia, nitrit, dan nitrat. Gas nitrogen ikatannya stabil dan sulit bereaksi, sehingga tidak bisa dimanfaatkan secara langsung oleh makhluk hidup. Nitrogen dalam tubuh makhluk hidup merupakan komponen penyusun asam amino yang akan membentuk protein. Nitrogen bebas juga dapat bereaksi dengan hidrogen atau oksigen dengan bantuan kilat atau petir membentuk nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ).

Gas nitrogen banyak terdapat di atmosfer, yaitu 80% dari udara. Nitrogen bebas dapat ditambat/difiksasi terutama oleh tumbuhan yang berbintil akar (misalnya jenis polongan) dan beberapa jenis ganggang. Nitrogen bebas juga dapat bereaksi dengan hidrogen atau oksigen dengan bantuan kilat/ petir. Tumbuhan memperoleh nitrogen dari dalam tanah berupa ammonia ( $\text{NH}_3$ ), ion nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), dan ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Beberapa bakteri yang dapat menambat nitrogen terdapat pada akar Legum dan akar tumbuhan lain, misalnya *Marsipella crenata*. Selain itu, terdapat bakteri dalam tanah yang dapat mengikat nitrogen secara langsung, yakni *Azotobacter* sp. yang bersifat aerob dan *Clostridium* sp. yang bersifat anaerob. *Nostoc* sp. dan *Anabaena* sp. (ganggang biru) juga mampu menambat nitrogen.

Nitrogen yang diikat biasanya dalam bentuk ammonia. Ammonia diperoleh dari hasil penguraian jaringan yang mati oleh bakteri. Ammonia ini akan dinitrifikasi oleh bakteri nitrit, yaitu *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* sehingga menghasilkan nitrat yang akan diserap oleh akar tumbuhan. Selanjutnya oleh bakteri denitrifikasi, nitrat diubah menjadi ammonia kembali, dan ammonia diubah menjadi nitrogen yang dilepaskan ke udara. Dengan cara ini siklus nitrogen akan berulang dalam ekosistem.

Fungsi Siklus Nitrogen

1. Sebagai penyusun asam amino
2. Sebagai penyusun asam nukleat

Unsur N menjadi unsur terpenting karena menjadi penyusun asam amino dan asam nukleat. N adalah unsur makro pertumbuhan tanaman. Kekurangan N mengakibatkan daun menguning dan buah menjadi kecil. Tanaman yang kekurangan N membutuhkan asupan pupuk N

yang cukup. Pupuk-pupuk yang digunakan petani sebagian besar mengandung unsur nitrogen seperti UREA (47%), NPK dan ZA (21%).

#### Tahapan Siklus Nitrogen

##### 1. Tahap pertama

Tahap pertama adalah proses perubahan gas nitrogen menjadi ammonia oleh bakterifikasi nitrogen. Fiksasi nitrogen secara biologis dapat dilakukan oleh bakteri *Rhizobium* yang bersimbiosis dengan tanaman leguminosa (tanaman polong-polongan). Bakteri yang berperan dalam fiksasi nitrogen antara lain adalah bakteri *Azobacter* dan *Clostridium*. Selain itu ganggang hijau biru dalam air juga memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen.

2. Tahap kedua adalah proses perubahan ammonia menjadi nitrit dan nitrat melalui proses nitrifikasi. Ammonia diubah menjadi nitrit oleh bakteri nitrit yang disebut bakteri *Nitrosomonas*. Kemudian nitrit yang terbentuk diubah menjadi nitrat oleh bakteri nitrat yang disebut bakteri nitrobakter. Nitrat yang dihasilkan oleh fiksasi biologis digunakan oleh produsen (tumbuhan) diubah menjadi molekul protein. Selanjutnya jika tumbuhan atau hewan mati, makhluk pengurai merombaknya menjadi gas amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dan garam ammonium yang larut dalam air ( $\text{NH}_4^+$ ). Proses ini disebut dengan amonifikasi. Bakteri *Nitrosomonas* mengubah amoniak dan senyawa ammonium menjadi nitrat oleh *Nitrobacter*. Apabila oksigen dalam tanah terbatas, nitrat dengan cepat ditransformasikan menjadi gas nitrogen atau oksida nitrogen oleh proses yang disebut denitrifikasi.
3. Tahap ketiga adalah proses perubahan nitrit dan nitrat menjadi nitrogen kembali melalui proses denitrifikasi. Proses ini dilakukan oleh spesies bakteri seperti *Pseudomonas* dan *Clostridium* dalam kondisi anaerobik. Mereka menggunakan nitrat sebagai akseptor elektron di tempat oksigen selama respirasi. Fakultatif anaerob bakteri ini juga dapat hidup dalam kondisi aerobik.

Nitrogen memasuki ekosistem melalui 2 jalur alami.

1. Melalui hujan dan debu nitrogen.
2. Melalui fiksasi nitrogen, yang dilakukan oleh mikroba prokariotik dengan kemampuan mengubah  $\text{N}_2$  menjadi senyawa yang dapat digunakan untuk mensintesis senyawa organik bernitrogen seperti asam amino.

Beberapa tahapan dalam siklus nitrogen dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Fiksasi (proses pengikatan nitrogen dari atmosfer)
2. Amonifikasi (serangkaian reaksi enzimatik untuk membentuk ammonium)
3. Nitrifikasi (oksidasi ammonium menjadi nitrat)
4. Denitrifikasi (reaksi perubahan kembali senyawa nitrat menjadi gas nitrogen, nitrogen oksida dan gas amoniak oleh aktivitas bakteri)

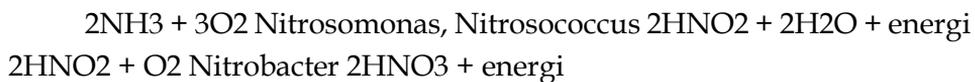
Dalam bidang pertanian, mikroorganisme dapat digunakan untuk peningkatan kesuburan tanah melalui fiksasi  $N_2$ , siklus nutrisi, dan peternakan hewan. Nitrogen bebas merupakan komponen terbesar udara. Pembentukan nitrat dari nitrogen ini dapat terjadi karena adanya mikroorganisme. Penyusunan nitrat dilakukan secara bertahap oleh beberapa genus bakteri secara sinergistik.

Tumbuhan menyerap nitrogen dalam bentuk nitrit ataupun nitrat dari dalam tanah untuk menyusun protein dalam tubuhnya. Ketika tumbuhan dimakan oleh herbivora, nitrogen yang ada akan berpindah ke tubuh hewan tersebut bersama makanan. Ketika tumbuhan dan hewan

mati ataupun sisa hasil ekskresi hewan (urine) akan diuraikan oleh dekomposer menjadi amonium dan amonia. Oleh bakteri nitrit (contohnya *Nitrosomonas*), amonia akan diubah menjadi nitrit, proses ini disebut sebagai nitrifikasi. Kemudian, nitrit dengan bantuan bakteri nitrat (contohnya *Nitrobacter*) akan diubah menjadi nitrat, proses ini disebut sebagai proses nitrifikasi. Peristiwa proses perubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat dengan bantuan bakteri disebut sebagai proses nitrifikasi. Adapula bakteri yang mampu mengubah nitrit atau nitrat menjadi nitrogen bebas di udara, proses ini disebut sebagai denitrifikasi.

Dalam Dwidjoseputro (2005) dijelaskan bahwa ada beberapa genera bakteri yang hidup dalam tanah (misalnya *Azotobacter*, *Clostridium*, dan *Rhodospirillum*) mampu untuk mengikat molekul-molekul nitrogen guna dijadikan senyawa-senyawa pembentuk tubuh mereka, misalnya protein. Jika sel itu mati, maka timbullah zat-zat hasil urai seperti  $CO_2$  dan  $NH_3$  (gas amoniak). Sebagian dari amoniak terlepas ke udara dan sebagian lain dapat dipergunakan oleh beberapa genus bakteri (misalnya *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*) untuk membentuk nitrit. Nitrit dapat dipergunakan oleh genus bakteri yang lain untuk memperoleh energi daripadanya. Oksidasi amoniak menjadi nitrit dan oksidasi nitrit menjadi nitrat

berlangsung di dalam lingkungan yang aerob. Peristiwa seluruhnya disebut nitrifikasi. Pengoksidasian nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh Nitrobacter. Proses nitrifikasi ini dapat ditulis sebagai berikut:



#### D. Siklus Air

Siklus Air atau siklus hidrologi adalah proses transfer atau pergerakan air melewati atmosfer, geosfer, biosfer dan hidrosfer. Pergerakan utama dari siklus air ini dipengaruhi oleh radiasi panas matahari. Dalam siklus ini air yang menguap di lautan sebagian besar kembali ke lautan, sedangkan air pada daratan 60% menguap kembali ke atmosfer dan sisanya sebesar 40% mengalir ke laut.

Tahapan:

1. Air dari permukaan bumi akan menguap (evaporasi)
2. Di udara, air tersebut akan menjadi awan dan mengalami kondensasi
3. Terjadi hujan, air turun kembali ke permukaan bumi. Air di atmosfer berada dalam bentuk uap air.

Uap air berasal dari air di daratan dan laut yang menguap karena panas cahaya matahari.

Sebagian besar uap air di atmosfer berasal dari laut karena laut mencapai tiga perempat luas permukaan bumi. Uap air di atmosfer terkondensasi menjadi awan yang turun ke daratan dan laut dalam bentuk hujan. Air hujan di daratan masuk ke dalam tanah membentuk air permukaan tanah dan air tanah.

Dalam pergerakan dan perubahan wujud air ini berlangsung dalam beberapa tahapan atau proses penting yang terjadi dalam siklus air, antara lain:

1. Presipitasi

Presipitasi adalah proses jatuhnya air ke permukaan bumi dari atmosfer karena proses kondensasi. Proses ini terjadi karena udara dalam kondisi melebihi titik jenuh yang disebabkan oleh pendinginan dan atau penambahan uap air. Produk air yang sampai pada permukaan bumi dapat berupa: hujan, salju, hujan es, kabut dan embun. Air yang jatuh dalam proses presipitasi setiap tahunnya sebesar 505.000 km<sup>3</sup> yang terbagi sebesar 398.000 km<sup>3</sup> jatuh di lautan dan 107.000 km<sup>3</sup> jatuh di daratan.

## 2. Interupsi oleh kanopi pepohonan

Proses presipitasi yang terjadi di area dengan banyak vegetasi atau hutan, mengalami interupsi oleh kanopi pepohonan sehingga air tidak sampai pada permukaan bumi. Air yang terhalang oleh kanopi ini lebih cenderung kembali ke atmosfer melalui proses penguapan dibanding jatuh ke permukaan tanah. • Melelehnya salju Pergerakan air pada permukaan bumi karena proses melelehnya salju

## 3. Runoff

Variasi pergerakan air di atas permukaan bumi, selama mengalir air pada permukaan bumi dapat mengalami: proses peresapan ke dalam tanah; menguap kembali ke atmosfer; disimpan pada reservoir seperti danau dan waduk; serta mengalir pada sungai hingga sampai ke laut.

## 4. Infiltrasi

Aliran atau pergerakan air dari permukaan menuju bawah permukaan tanah. Ketika di bawah permukaan tanah, air dapat menjadi kelembaban tanah atau tersimpan dalam air bawah tanah.

## 5. Aliran di bawah permukaan tanah

Pergerakan air di bawah permukaan tanah terjadi pada zona vadose (lapisan tanah dengan kelembaban tinggi) dan akuifer (lapisan air yang terdapat di bawah permukaan tanah). Air di bawah permukaan tanah dapat muncul kembali ke permukaan tanah dalam bentuk mata air pada lapisan permukaan tanah yang lebih rendah atau penggunaan sumur.

## 6. Evaporasi

Evaporasi atau penguapan adalah proses perubahan dan pergerakan air pada permukaan bumi menjadi uap air di atmosfer. Proses evaporasi terjadi karena pengaruh dari radiasi panas matahari. Jumlah total air yang berevaporasi pertahunnya adalah sebesar 505.000 km<sup>3</sup>, dimana sebesar 434.000 km<sup>3</sup> berasal dari evaporasi air laut.

## 7. Sublimasi

Sublimasi adalah proses perubahan wujud air dari wujud padat (salju dan es) menjadi gas (uap air).

## 8. Deposisi

Deposisi adalah proses perubahan wujud air secara langsung dari wujud gas (uap air) menjadi wujud padat (salju dan es)

## 9. Adveksi

Adveksi adalah pergerakan air (cair, gas, dan padat) melalui atmosfer. Proses adveksi sangat penting dalam siklus air karena memungkinkan air yang menguap pada lautan dapat jatuh pada daerah daratan dalam bentuk hujan dan atau salju.

## 10. Kondensasi

Kondensasi adalah proses perubahan wujud air dari gas (uap air) menjadi cair (hujan). Proses kondensasi yang terjadi pada atmosfer inilah yang menyebabkan terjadinya pembentukan awan dan kabut.

## 11. Transpirasi

Transpirasi adalah proses pelepasan uap air dari tanaman dan tanah ke udara atau atmosfer.

## 12. Perkolasi

Perkolasi adalah proses pergerakan air secara horisontal melalui tanah dan batuan karena pengaruh gaya gravitasi bumi

## E. Siklus Fosfo

Siklus Fosfor adalah proses pergerakan atau pertukaran unsur fosfor melewati Litosfer, Biosfer dan Geosfer. Fosfor merupakan satu dari enam elemen yang dibutuhkan kehidupan dalam jumlah besar. Fosfor merupakan elemen penting yang dibutuhkan oleh kehidupan di Bumi, karena fosfor merupakan bagian dari DNA yang membawa material genetik kehidupan dan merupakan bahan penting dalam pembentukan membran sel. Fosfor di alam hanya ditemukan dalam bentuk padat, tidak memiliki fase bentuk cair dan gas - sehingga tidak mudah larut dalam air dan tidak ditemukan pada atmosfer. Fosfor sering juga ditemukan dalam bentuk teroksidasi dalam bentuk Pospat yang bergabung dengan Kalsium, Potasium, Magnesium dan besi untuk membentuk mineral. Sumber utama Fosfor di alam berasal dari pelapukan batuan atau bagian dari siklus batuan. Seperti dijelaskan diatas, Fosfor tidak ditemukan dalam Atmosfer sehingga siklus fosfor hanya terjadi pada daratan (Biosfer darat dan Geosfer) dan lautan (Biosfer laut dan Hidrosfer). Karena

tidak adanya fase gas atau tidak ditemukan di Atmosfer, siklus Fosfor di alam berjalan dengan sangat lambat. Pada Biosfer Fosfor mengalami daur ulang sebanyak 50 kali sebelum mengalami pelapukan dan erosi, kemudian terbawa oleh air ke laut. Sedangkan pada laut atau Hidrosfer, Fosfor mengalami proses daur ulang sebanyak 800 kali

sebelum bergabung dengan lapisan sedimen di dasar laut dan masuk dalam siklus batuan.

Di alam, fosfor terdapat dalam dua bentuk, yaitu senyawa fosfat organik (pada tumbuhan dan hewan) dan senyawa fosfat anorganik (pada air dan tanah). Fosfat organik dari hewan dan tumbuhan yang mati diuraikan oleh dekomposer (pengurai) menjadi fosfat anorganik. Fosfat anorganik yang terlarut di air tanah atau air laut akan terkikis dan mengendap di sedimen laut. Oleh karena itu, fosfat banyak terdapat di batu karang dan fosil. Fosfat dari batu dan fosil terkikis dan membentuk fosfat anorganik terlarut di air tanah dan laut. Fosfat anorganik ini kemudian akan diserap oleh akar tumbuhan lagi. Siklus ini berulang terus menerus.

Siklus fosfor dalam lingkungan hidup relatif lebih sederhana bila dibandingkan dengan siklus bahan-bahan kimia yang lain, tetapi siklus fosfor ini mempunyai peranan yang sangat penting sebagai pembawa energi dalam bentuk ATP (Adenosin Triphosphat). Siklus unsur ini adalah perputaran bahan kimia yang menghasilkan endapan seperti halnya siklus kalsium. Sebagian besar fosfor terdapat dalam batuan beku dan bahan induk tanah sebagai senyawa apatit. fluoroapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$ ) merupakan salah satu mineral apatit yang dikenal. Dalam lingkungan tidak ditemukan senyawa fosfor yang berbentuk gas, pada umumnya unsur fosfor yang terdapat di lingkungan berupa partikel-partikel padat. Di alam, unsur fosfor banyak terdapat dalam bentuk  $\text{HPO}_4^{2-}$  atau  $\text{HPO}_4^-$ , baik sebagai ion anorganik maupun organik yang larut serta yang tidak larut.

#### **F. Siklus Belerang (Sulfur)**

Siklus Sulfur adalah sekumpulan proses dimana elemen sulfur bergerak atau berpindah dari dan membentuk mineral dan sistem kehidupan. Siklus sulfur sangat penting bagi kehidupan karena sulfur merupakan elemen pembentuk mineral dan elemen pembentuk protein, vitamin dan hormon. Siklus sulfur dimulai dari pelapukan batuan dan bereaksi dengan oksigen, sehingga membentuk sulfat ( $\text{SO}_4$ ) yang dimanfaatkan tumbuhan dan mikroorganisme. Sulfat yang diserap oleh tumbuhan dan mikroorganisme mengalami perubahan menjadi bentuk organik, bergerak dalam rantai makanan.

Sulfur terdapat dalam bentuk sulfat anorganik. Sulfur direduksi oleh bakteri menjadi sulfida dan kadang-kadang terdapat dalam bentuk sulfur dioksida atau hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida ini seringkali mematikan mahluk hidup di perairan dan pada umumnya dihasilkan dari penguraian bahan organik yang mati. Tumbuhan menyerap sulfur dalam bentuk sulfat ( $\text{SO}_4$ ). Perpindahan sulfat terjadi melalui proses rantai makanan, lalu semua mahluk hidup mati dan akan diuraikan komponen organiknya oleh bakteri. Beberapa jenis bakteri terlibat dalam daur sulfur, antara lain *Desulfomaculum* dan *Desulfibrio* yang akan mereduksi sulfat menjadi sulfida dalam bentuk hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Kemudian  $\text{H}_2\text{S}$  digunakan bakteri fotoautotrof anaerob seperti *Chromatium* dan melepaskan sulfur dan oksigen.

Sulfur di oksidasi menjadi sulfat oleh bakteri kemolitotrof seperti *Thiobacillus*.

Kelimpahan sulfur dalam kerak bumi mencapai 0,06%. Sumber utama-utama sulfur tanah adalah sulfida-sulfida logam yang dikandung batu plutonik. Batuan plutonik adalah batuan yang menghasilkan sulfat yang kemudian diendapkan sebagai garam-garam sulfat dapat larut dan tidak larut di daerah kering atau agak kering, diserap jasad renik atau direduksi oleh jasad renik membentuk sulfida atau anasir S atau terlindi dan tercuci menuju lautan. Siklus belerang dalam lingkungan hidup, sama rumitnya dengan siklus nitrogen. Unsur belerang ini banyak terdapat dalam bentuk oksidanya serta dalam bentuk sulfidanya. Unsur belerang yang diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan adalah dalam bentuk senyawa sulfatnya. Unsur ini lebih banyak terdapat di dalam tanah daripada di atmosfer, sedangkan unsur nitrogen lebih banyak terdapat di atmosfer daripada di dalam tanah. Unsur belerang yang terdapat di dalam tanah diubah oleh bakteri menjadi bentuk sulfat yang larut dalam air kemudian digunakan oleh tumbuh-tumbuhan untuk proses pertumbuhannya.

Belerang dalam tubuh organisme merupakan unsur penyusun protein. Di alam, sulfur

(belerang) terkandung dalam tanah dalam bentuk mineral tanah dan di udara dalam bentuk  $\text{SO}$  atau gas sulfur dioksida. Ketika gas sulfur dioksida yang berada di udara bersenyawa dengan oksigen dan air, akan membentuk asam sulfat yang ketika jatuh ke tanah akan menjadi bentuk ion-ion sulfat ( $\text{SO}_4$ ). Kemudian ion-ion sulfat tadi akan diserap oleh tumbuhan untuk menyusun protein dalam tubuhnya. Ketika manusia

atau hewan memakan tumbuhan, maka akan terjadi perpindahan unsur belerang dari tumbuhan ke tubuh hewan atau manusia. Ketika hewan atau tumbuhan mati, jasadnya akan diuraikan oleh bakteri dan jamur pengurai dan menghasilkan bau busuk, yaitu gas hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) yang akan dilepas ke udara dan sebagian tetap ada di dalam tanah. Gas hidrogen sulfida yang ada di udara akan bersenyawa dengan oksigen membentuk sulfur oksida, dan yang di tanah oleh bakteri tanah akan diubah menjadi ion sulfat dan senyawa sulfur oksida yang nanti akan diserap kembali oleh tumbuhan.

Beberapa proses penting yang terjadi dalam siklus sulfur, antara lain:

1. Asimilasi reduksi sulfat : dimana sulfat direduksi oleh tanaman, jamur, dan beberapa prokariota.
2. Desulfurisasi: molekul organik yang mengandung sulfur dapat didesulfurisasi menghasilkan gas hidrogen sulfida
3. Oksida dari hidrogen sulfida: proses ini menghasilkan elemen sulfur, reaksi ini terjadi pada proses fotosintesis tumbuhan hijau, bakteri sulfur ungu dan beberapa chemolithotrophs. Pada umumnya elemen sulfur yang disimpan dalam bentuk polisulfida
4. Oksigen elemen sulfur oleh pengoksidasi sulfur menghasilkan sulfat
5. Desimilasi reduksi sulfur: proses dimana elemen sulfur direduksi menjadi hidrogen sulfida
6. Desimilasi reduksi sulfat: proses dimana sulfat direduksi dan menghasilkan hidrogen sulfide

## **G. Siklus Batuan**

Siklus Batuan adalah proses pembentukan, modifikasi batuan dibawah pengaruh proses geologi atau proses evolusi dari material batuan yang sedang mengalami perubahan kondisi fisik pada dan atau dibawah permukaan bumi. Jenis batuan dibedakan berdasarkan proses geologi yang mempengaruhi, yaitu:

1. Batuan beku

Batuan beku dihasilkan dari proses pendinginan dan perkerasan dari magma cair dari matel bumi. Berdasarkan posisi terjadinya proses pendinginan dan perkerasan, batuan beku dibagi menjadi dua tipe: batuan beku ekstrusif - proses pendinginan dan perkerasan terjadi

pada permukaan bumi; dan batuan beku ekstrusif - proses pendinginan dan perkerasan terjadi dibawah permukaan bumi.

2. Batuan sedimen

Batuan sedimen dihasilkan dari proses sedimentasi (dibawah pengaruh tekanan dan modifikasi kimia) material hasil erosi dan pelapukan batuan.

3. Batuan metamorf atau peralihan

Batuan peralihan terbentuk ketika sebuah batuan mengalami modifikasi fisik dan kimiawi didalam kondisi bertekanan dan bertemperatur tinggi.

## BAB XIV EKOSISTEM , RANTAI MAKANAN, DAN ALIRAN ENERGI

### A. Ekosistem

#### 1. Pengertian Ekosistem

Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik tak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem bisa dikatakan juga suatu tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling memengaruhi.

Ekosistem merupakan penggabungan dari setiap unit biosistem yang melibatkan interaksi timbal balik antara organisme dan lingkungan fisik sehingga aliran energi menuju kepada suatu struktur biotik tertentu dan terjadi suatu siklus materi antara organisme dan anorganisme. Matahari sebagai sumber dari semua energi yang ada. Dalam ekosistem, organisme dalam komunitas berkembang bersama-sama dengan lingkungan fisik sebagai suatu sistem. Organisme akan beradaptasi dengan lingkungan fisik, sebaliknya organisme juga memengaruhi lingkungan fisik untuk keperluan hidup. Pengertian ini didasarkan pada Hipotesis Gaia, yaitu: "organisme, khususnya mikroorganisme, bersama-sama dengan lingkungan fisik menghasilkan suatu sistem kontrol yang menjaga keadaan di bumi cocok untuk kehidupan".

Ada dua macam ekosistem di bumi kita, yaitu

1. Ekosistem alamiah, yaitu: ekosistem yang tercipta tanpa campur tangan manusia. Contoh ekosistem laut, pantai, dan sungai.
2. Ekosistem buatan, yaitu: ekosistem yang terbentuk dengan adanya campur tangan manusia. Contoh: sawah, dan kebun

#### Komponen-komponen dalam Ekosistem

Ekosistem tersusun atas dua komponen utama, yaitu :

##### 1. Komponen abiotik

Komponen abiotik adalah komponen ekosistem yang terdiri dari makhluk tak hidup atau benda mati, meliputi :

a. Tanah

Sifat-sifat fisik tanah yang berperan dalam ekosistem meliputi tekstur, kematangan, dan kemampuan menahan air.

b. Air

Persediaan air dipermukaan tanah akan mempengaruhi kehidupan tumbuhan dan hewan. Hal-hal penting pada air yang mempengaruhi kehidupan makhluk hidup adalah suhu air, kadar mineral air, salinitas, arus air, penguapan, dan kedalaman air

c. Udara

Udara merupakan lingkungan abiotik yang berupa gas yang berbentuk atmosfer yang melingkupi makhluk hidup. Oksigen, karbondioksida, dan nitrogen merupakan gas yang paling penting bagi kehidupan makhluk hidup.

d. Cahaya matahari

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi kehidupan di bumi ini. Salah satunya sebagai faktor utama yang diperlukan dalam proses fotosintesis.

e. Suhu atau temperature

Setiap makhluk hidup memerlukan suhu yang optimal untuk kegiatan metabolisme dan perkembangbiakannya.

2. Komponen biotic

Komponen biotik adalah komponen ekosistem yang terdiri dari makhluk hidup yang meliputi tumbuhan, hewan, dan manusia. Berdasarkan peranannya komponen biotik dalam ekosistem dibedakan menjadi tiga, yaitu :

a. Produsen

Adalah makhluk hidup yang dapat membuat makanan sendiri dengan bantuan sinar matahari melalui proses fotosintesis.

Contoh : semua tumbuhan hijau

b. Konsumen

Adalah makhluk hidup yang tidak dapat membuat makanan sendiri dan menggunakan makanan yang dihasilkan oleh produsen baik secara langsung maupun tidak langsung.

Contoh : hewan dan manusia

Berdasarkan tingkatannya konsumen dibedakan menjadi empat, yaitu :

- 1) Konsumen I/primer adalah konsumen/makhluk hidup yang memakan produsen Contoh : herbivora/hewan pemakan tumbuhan
- 2) Konsumen II/sekunder adalah konsumen/makhluk hidup yang memakan konsumen I.
- 3) Contoh : karnivora/hewan pemakan daging
- 4) Konsumen III adalah konsumen/makhluk hidup yang memakan konsumen II Contoh : omnivora/hewan pemakan segala.
- 5) Konsumen puncak adalah konsumen terakhir atau hewan yang menduduki urutan teratas dalam peristiwa makan dimakan.

c. Pengurai

Pengurai disebut juga reducen adalah jasad renik yang dapat menguraikan makhluk lain menjadi zat hara. Contoh : bakteri dan jamur.

3. Pola Makanan Dalam Ekosistem

Organisme Autotrof adalah semua organisme yang mampu membuat atau mensintesis makanannya sendiri, berupa bahan organik dan bahan-bahan anorganik dengan bantuan energi matahari melalui proses fotosintesis. Semua organisme yang mengandung klorofil terutama tumbuhan hijau daun disebut organisme autotrof. Ada dua pembagian atas Organisme autotrof ini yaitu :

- a. Fotoautotrof yang merupakan organisme pemanfaat energi cahaya untuk mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik.
- b. Kemoautotrof yang merupakan organisme pemanfaat energi dari reaksi kimia untuk membuat bahan makanan sendiri dari bahan organik. Contohnya adalah bakteri besi, dalam menjalankan proses ini mereka membutuhkan oksigen.

Organisme Heterotrof adalah semua organisme yang tidak dapat membuat makanannya sendiri, akan tetapi memanfaatkan bahan-bahan organik dari organisme lainnya sebagai bahan makanannya. Organisme ini terdiri atas 3 tingkatan yaitu :

- 1) Konsumen yang secara langsung memakan organisme lain
- 2) Pengurai yang mendapatkan makanan dari penguraian bahan organik dari bangkai

- 3) Detritivor yang merupakan pemakan partikel organik atau jaringan yang telah membusuk, contohnya adalah lintah dan cacing.

## B. Rantai Makanan

Rantai makanan adalah perpindahan materi dan energi dari suatu makhluk hidup ke makhluk hidup lain dalam proses makan dan dimakan dengan satu arah. Tiap tingkatan dari rantai makanan disebut taraf trofik atau tingkat trofik. Pada setiap tahap pemindahan energi, 80%-90% energi potensial hilang sebagai panas, karena itu langkah-langkah dalam rantai makanan terbatas 4-5 langkah saja. Dengan perkataan lain, semakin pendek rantai makanan semakin besar pula energi yang tersedia.

Rantai makanan dimulai dari organisme autotrof dengan mengubah energi cahaya dari matahari menjadi energi kimia. Energi kimia ini akan diteruskan pada konsumen tingkat pertama atau primer, tingkat kedua atau sekunder, dan seterusnya sampai kelompok organisme pengurai atau dekomposer. Rantai makanan sendiri memiliki menurut para ilmuwan dibagi menjadi tiga rantai pokok, yaitu:

1. Rantai Pemangsa (rantai makanan tipe perumput)

Landasan utama dari rantai Pemangsa adalah tumbuhan hijau sebagai produsen. Rantai pemangsa dimulai dari hewan yang bersifat herbivora sebagai konsumen I, dilanjutkan dengan hewan karnivora yang memangsa herbivora sebagai konsumen ke-2 dan berakhir pada hewan pemangsa karnivora maupun herbivora sebagai konsumen ke-3

Contohnya : Padi \_ Tikus \_ Ular Sawah \_ Elang

Padi sebagai produsen (trofik I), tikus sebagai konsumen I (trofik II) dan ular sawah sebagai konsumen II (trofik III)

2. Rantai Parasit (Rantai & Makanan Tipe Parasit)

Rantai parasit dimulai dari organisme besar hingga organisme yang hidup sebagai parasit. Contoh organisme parasit antara lain cacing, bakteri, dan benalu.

Contohnya : Tanaman manga \_ Benalu \_ Ulat \_ Burung Pemakan Ulat

3. Rantai Saprofit (Rantai Makanan Tipe Detritus)

Rantai saprofit dimulai dari organisme mati ke jasad pengurai. Misalnya Jamur dan bakteri. Rantai-rantai di atas tidak berdiri

sendiri tapi saling berkaitan satu dengan lainnya sehingga membentuk jarring-jaring makanan.

Contohnya : Hancuran Daun (seresah) \_ Cacing Tanah \_ Ayam \_ Musang Ilustrasi singkat dari rantai makanan dapat disimak dari gambar :

Berdasarkan rantai makanan tersebut padi berperan sebagai produsen, tikus berperan sebagai konsumen I, ular berperan sebagai konsumen II, dan elang berperan sebagai konsumen III. Dari rantai makanan tersebut dapat kita gambarkan peristiwa yang akan terjadi jika salah satu komponen dalam rantai makanan tersebut tidak ada atau hilang. Misalkan pada rantai makanan di atas konsumen I (tikus) tidak ada atau hilang, maka konsumen II (ular) akan terganggu keseimbangannya karena tidak mendapatkan makanan. Sebaliknya produsen (padi) akan melimpah karena tidak ada yang memakannya. Siklus dalam rantai makanan dapat berjalan seimbang apabila semua komponen tersedia. Apabila salah satu komponen, misalnya konsumen I tidak ada, maka akan terjadi ketimpangan dalam urutan makan dan dimakan dalam rantai makanan tersebut. Agar rantai makanan dapat berjalan terus menerus maka jumlah produsen harus lebih banyak dari pada konsumen I. Jumlah konsumen I harus lebih banyak dari pada jumlah konsumen II dan seterusnya. Kumpulan dari beberapa rantai makanan akan membentuk jarring-jaring makanan.

a. Contoh jaring-jaring makanan di ekosistem di hutan

Rantai makanan yang ada pada jaring-jaring makanan di atas adalah

1) Rumput - marmot - elang

2) Rumput - kupu-kupu - burung belibis - elang

b. Contoh jaring-jaring makanan di ekosistem di danau

c. Fitoplankton - zooplankton - ikan kecil - ikan besar - burung elang - pengurai

d. Fitoplankton - zooplankton - ikan kecil - burung - pengurai

e. Fitoplankton - zooplankton - udang - angsa/bebek

f. Fitoplankton - zooplankton - ikan kecil - angsa/bebek

g. Eceng gondok - siput - burung

h. Alga-serangga-katak

i. Contoh jaring-jaring makanan di ekosistem di sawah

j. Padi - tikus - ular

k. Padi - tikus - burung elang

- l. Padi – belalang – katak – ular – burung elang – pengurai
- m. Padi – belalang – katak – burung elang – pengurai
- n. Padi–ulat–katak–burung–elang–pengurai

Piramida ekologi adalah gambaran susunan antar trofik darat disusun berdasarkan kepadatan populasi, berat kering, maupun kemampuan menyimpan energi pada tiap trofik. Struktur trofik darat disusun secara urut sesuai hubungan makan dan dimakan antar trofik yang secara umum memperlihatkan bentuk kerucut atau piramid. Piramida ekologi ini berfungsi untuk menunjukkan gambaran perbandingan antar trofik pada suatu ekosistem. Pada tingkat pertama ditempati produsen sebagai dasar dari piramida ekologi, selanjutnya konsumen primer, sekunder, tersier sampai konsumen puncak. Piramida ekologi sendiri terbagi menjadi beberapa macam, diantaranya

a. Piramida Energi

Pada piramida energi tidak hanya jumlah total energi yang digunakan organisme pada setiap taraf trofik rantai makanan tetapi juga menyangkut peranan berbagai organisme di dalam transfer energi

Dalam penggunaan energi, makin tinggi tingkat trofiknya maka makin efisien penggunaannya. Namun panas yang dilepaskan pada proses tranfer energi menjadi lebih besar. Hilangnya panas pada proses respirasi juga makin meningkat dari organisme yang taraf trofiknya rendah ke organisme yang taraf trofiknya lebih tinggi. Sedangkan untuk produktivitasnya, makin ke puncak tingkat trofik makin sedikit, sehingga energi yang tersimpan semakin sedikit juga. Energi dalam piramida energy dinyatakan dalam kalori per satuan luas per satuan waktu

b. Piramida Biomassa

Piramida biomassa yaitu suatu piramida yang menggambarkan berkurangnya transfer energi pada setiap tingkat trofik dalam suatu ekosistem. Pada piramida biomassa setiap tingkat trofik menunjukkan berat kering dari seluruh organisme di tingkat trofik yang dinyatakan dalam gram/m<sup>2</sup>. Umumnya bentuk piramida biomassa akan mengecil ke arah puncak, karena perpindahan energi antara tingkat trofik tidak efisien. Tetapi piramida biomassa dapat berbentuk terbalik. Misalnya di lautan

terbuka produsennya adalah fitoplankton mikroskopik, sedangkan konsumennya adalah makhluk mikroskopik sampai makhluk besar seperti paus biru dimana biomassa paus biru melebihi produsennya. Puncak piramida biomassa memiliki biomassa terendah yang berarti jumlah individunya sedikit, dan umumnya individu karnivora pada puncak piramida bertubuh besar

c. Piramida Jumlah

Yaitu suatu piramida yang menggambarkan jumlah individu pada setiap tingkat trofik dalam suatu ekosistem. Piramida jumlah umumnya berbentuk menyempit ke atas. Organisme piramida jumlah mulai tingkat trofik terendah sampai puncak adalah sama seperti piramida yang lain yaitu produsen, konsumen primer dan konsumen sekunder, dan konsumen tersier. Artinya jumlah tumbuhan dalam taraf trofik pertama lebih banyak dari pada hewan (konsumen primer) ditaraf trofik kedua, jumlah organisme konsumen sekunder lebih sedikit dari konsumen primer, serta jumlah organisme konsumen tertier lebih sedikit dari organisme konsumen sekunder.

### C. Aliran Energi dalam Ekosistem

Interaksi antara organisme dengan lingkungan dapat terjadi karena adanya aliran energi. Aliran energi adalah jalur satu arah dari perubahan energi pada suatu ekosistem. Proses aliran energi antar organisme dapat terjadi karena adanya proses makan dan di makan. Proses makan dan dimakan terjadi antara satu kelompok organisme dengan kelompok organisme lainnya.

Dalam proses makan dan dimakan terjadi proses perpindahan ataupun aliran energi. Pada awalnya energi matahari mengalir ke tumbuhan hijau dan digunakan untuk proses fotosintesis. Hasil fotosintesis disimpan sebagai cadangan makanan, dan dimakan oleh konsumen. Energi akan berpindah dari konsumen yang satu dengan yang lainnya, jika konsumen puncak mati maka akan diuraikan oleh bakteri dan jamur menjadi unsur-unsur mineral yang diserap oleh tumbuhan tersebut kembali. Pada proses perpindahan energi dari satu trofik ketingkat trofik lainnya selalu ada energi yang hilang.

Sehingga dapat dikatakan bahwa aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen, sampai ke pengurai di dalam tanah. Organisme memerlukan energi untuk mendukung kelangsungan hidupnya, antara lain untuk proses pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, bergerak, dan metabolisme yang ada dalam tubuh.

Berikut diagram arus energi dan daur zat hara (materi) dalam ekosistem :

Tahapan proses aliran energi dalam suatu ekosistem meliputi:

1. Energi cahaya matahari masuk ke dalam lingkungan ekosistem.
2. Selanjutnya, hanya setengah dari rata-rata energi cahaya yang digunakan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis. Setelah fotosintesis maka akan dihasilkan energi kimia yang diperoleh dari energi cahaya. Energi tersebut kemudian tersimpan di dalam tumbuhan sebagai produsen.
3. Berikutnya, tumbuhan dimakan oleh organisme herbivora sehingga energi berpindah dari produsen ke konsumen primer. Energi yang disimpan konsumen primer hanya berkisar 10% dari energi produsen.
4. Organisme herbivora kemudian dimangsa oleh organisme karnivora sehingga energi berpindah dari konsumen primer ke tubuh konsumen sekunder. Energi yang disimpan juga hanya 10% dari energi konsumen primer.
5. Jika produsen tidak dimakan oleh konsumen primer, maka energi akan diteruskan ke dekomposer atau dikeluarkan dari ekosistem sebagai materi organik.

## GLOSARIUM

Abiotik	: Benda mati.
Abisal	: Pembagian bioma air laut dengan kedalaman daerah lebih dari 2000 meter.
Akinet	: Sel yang mengalami penebalan dinding, ukurannya membesar dan didalamnya terdapat spora (endospora).
Autotrof	: Organisme berklorofil yang mampu mengubah zat anorganik menjadi zat organik.
Avitaminosis	: Penyakit yang disebabkan kekurangan vitamin.
Biotik	: Makhluk hidup, benda hidup.
Blastokist	: Embrio mamalia saat memasuki dinding uterus.
Blastomer	: Salah satu sel hasil pembuahan sel telur di tahap awal.
Blastula	: Bola sel berongga yang dihasilkan dari pembelahan sel tahap awal pada
Deuteromycota	: Jamur tak tentu.
Dihybrid	: Dua sifat berbeda.
Dikotil	: Dua kotiledon atau dua daun lembaga/kotil pada biji.
Diploid	: Kromosom yang berpasangan.
Endosperma	: Cadangan makanan.
Endospora	: Spora yang terbentuk dalam sel induk sendiri.
Entomogami	: Penyerbukan yang diperantai oleh serangga.
Fikoeritrin	: Pigmen merah laut air yang terdapat pada kloroplas Rhodophyta.
Fikosianin	: Pigmen biru laut air yang terdapat pada kloroplas Rhodophyta.
Filial	: Anak keturunan / generasi.
Filogeni	: Sejarah evolusi makhluk hidup.
Indusium	: Tonjolan daun yang melindungi sorus pada tumbuhan paku.
Insektisida	: Obat pembunuh serangga.
Inseminasi	: Kawin suntik.
Kapsid	: Selubung virus yang tersusun atas protein.
Kapsomer	: Suatu unit protein penyusun kapsid.
Karnivora	: Hewan pemakan daging.

## INDEX

### A

Adenosina • 27

Amfibi • 74

Amonifikasi • 276

Anatomi • 127, 140, 152, 175, 185, 191, 197, 201, 295, 296

Aves • 61, 65, 69, 96

### B

Bakteri • 4, 145, 275

Biogeokimia • v, 260, 296

Biomassa • 292

### D

Darah • iv, 40, 41, 71, 166, 169, 170, 171, 172, 173

Daun • 14, 26, 210, 290

Detritivor • 288

Detritus • 289

DNA • 62, 261, 280

### E

Ekosistem • v, 285, 286, 288, 293

Energi • 2, 14, 27, 28, 31, 289, 291, 292, 293, 294

### F

Fotoautotrof • 288

Fotosintesis • 25, 28, 31, 265, 268

Fragmentasi • 49, 79, 80

### G

Gastrovaskuler • 70

### H

Heterotrof • 288

### K

Konsumen • 287, 288

kontraktil • 33

N

NADPH • 29

Neuron • 34, 182

Nutrisi • 9

O

Oogonium • 229

P

Parasit • 289

Pembuahan • 17, 54, 80, 83, 231

Penyerbukan • 20

Piramida • 291, 292

Plasma • 40, 42

Polip • 218

Produsen • 287

R

Regenerasi • 30

Reproduksi • v, 44, 54, 77, 82, 83, 84, 86, 90, 220, 221, 226, 233

Respirasi • 43, 67, 154, 268

Retina • 176, 177

S

Saprofit • 289

Silia • 36

Stolon • 23

T

Transpirasi • 280

Tubula • 36

U

Uterus • 227

Z

Zigot • 18, 300

## DAFTAR PUSTAKA

- Abhique, 2010. Sistem kardiovaskuler. [Http:// abhique. blogspot. com](http://abhique.blogspot.com).diakses pada tanggal 16 februari 2010 pukul 20.43 wita.
- Angga, 2010. Fisiologi kardiovaskular. [Www.blogsot.com](http://www.blogsot.com). Diakses pada tanggal 16 februari 2010 pukul 20.43 wita.
- Arisworo, D., & Yusa. (2006). IPA Terpadu (Biologi, Kimia, Fisika). Grafindo Media Pratama.
- C. Pearce, Evelyn. 1993. Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis. Jakarta: PT. Gramedia.
- Campbell, N. A. (2010). Biologi. Erlangga.
- Communication Limited, Cambridge. 1996. Anatomi dan Fisiologi Modul Swa-instruksional. Jakarta: Penerbit buku kedokteran EGC.
- D.Lestari,NS.Hernida (2016). MODUL GURU PEMBELAJAR PAKET KEAHLIAN KEPERAWATAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK). DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
- Dr. Tambayong, Jan. 1999. Anatomi dan Fisiologi Untuk Keperawatan. Jakarta: Penerbit buku kedokteran EGC.
- Drs. Suyitno Al,MS2 CIRI-CIRI MAKHLUK HIDUP. Diakses melalui
- Fahyuni. Eni Fariyatul. Efektivitas Media Cerita Bergambar dalam Meningkatkan Kemampuan Membaca Siswa. Skripsi: dipublikasikan. Universitas Islam Negeri Surabaya. 2011.
- Fariyatul Eni Fariyatul & Istikomah. 2016. Psikologi Belajar & Mengajar Kunci Sukses Guru dan Peserta Didik dalam Interaksi Edukatif. Sidoarjo: Nizamia Learning Center.
- Fatmawati,Lilis (2020). DIKTAT KEPERAWATAN MATERNITAS I ANATOMI FISILOGI SISTEM REPRODUKSI.Gresik
- <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/8775-18235-2-PB.pdf>
- Frandsen, 1992. Anatomi dan fisiologi ternak. Universitas gajah mada press. Yogyakarta.
- Ganong. (1983). Fisiologi kedokteran. Jakarta. Egc.

Guyton & Hall. (2010). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Jakarta : EGC.  
Guyton & hall. Fisiologi (2008). Fisiologi kedokteran. Jakarta. Egc

Haryani.a.,halimatussadiyah.i.,sanusi.s. (2009). Anatomi fisiologi manusia.  
Bandung. Cakra.

<http://eprints.umsida.ac.id/1273/2/PSI%20Perkemb%20pertmbuhan.pdf>  
[http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/suyitno-  
aloysius-drs-ms/cirimakhlukhidup-ppm-kulonprogo.](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/suyitno-aloysius-drs-ms/cirimakhlukhidup-ppm-kulonprogo)  
[https://repo.iainbatusangkar.ac.id/xmlui/bitstream/handle/1234  
56789/11565/1558672284204\\_PU](https://repo.iainbatusangkar.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/11565/1558672284204_PU)  
STAKA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[https://www.alodokter.com/ketahui-penyakit-pada-sistem-reproduksi-  
pria-dan-wanita](https://www.alodokter.com/ketahui-penyakit-pada-sistem-reproduksi-pria-dan-wanita)  
[https://www.researchgate.net/publication/340999604\\_JENIS\\_MA  
KANAN\\_YANG\\_MEMPENG](https://www.researchgate.net/publication/340999604_JENIS_MAKANAN_YANG_MEMPENG)

ARUHI\_KESEHATAN\_TUBUH\_DAN\_ANGKA\_KEMATIAN

Hurlock. E (1996). Psikologi perkembangan. Jakarta. Erlangga.

L, Zulkifli. 2003. Psikologi Perkembangan. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.  
Mashudi,Sugeng. (2011). Anatomi dan Fisiologi Dasar. Jakarta :  
Salemba Medika. Nuracmah.e.,angriani.r. (2011). Anatomi dan  
fisiologi. Jakarta. Salemba Medika

Rumanta, M. (2019). Praktikum IPA di SD. Jakarta: PT. Prata Sejati Mandiri.  
Sloane , e., 1994, anatomi dan fisiologi. Buku kedokteran egc.jakarta.

Soemanto, W. 1990. Psikologi Pendidikan (Landasan Kerja Pemimpin  
Pendidikan). Jakarta: PT Rineka Cipta.

Susanto.N.siklus Bioogeokimia.  
[https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/BAB\\_4\\_SIKLUS\\_BIOGE  
KIMIA.pdf](https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/BAB_4_SIKLUS_BIOGEKIMIA.pdf) Rinaldy. R. 2020. Siklus Biogeokimia.

[http://sc.syekhnurjati.ac.id/esscamp/files\\_dosen/modul/Pertemuan\\_7IP  
A.5040509.pdf](http://sc.syekhnurjati.ac.id/esscamp/files_dosen/modul/Pertemuan_7IP_A.5040509.pdf)  
<https://www.gramedia.com/literasi/daurbiogeokimia>

Syah, M. 2004. Psikologi Pendidikan dengan Pendekatan Baru Edisi Revisi.  
Bandung: PT Remaja Rosdakarya..

W. Santrock, J. 2012 Life Span Development-Perkembangan Masa Hidup.  
terj. Benedictine Widayasinta. Jakarta: Erlangga, 2012

# BUKU TEKS KONSEP DASAR BIOLOGI SD

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, atas penyelesaian Buku Teks Konsep Dasar Biologi SD. Buku ini memuat materi perkuliahan Biologi Dasar yang mencakup materi perkuliahan bagi mahasiswa PGSD, yaitu: Ciri-ciri makhluk hidup, struktur dan fungsi tumbuhan, perkembangbiakan tumbuhan dan fotosintesis, struktur dan fungsi hewan, perkembangbiakan hewan, organ dalam hewan, rangka manusia dan sistem pencernaan, sistem pernafasan pada manusia, sistem peredaran darah, alat indra, sistem reproduksi manusia, pertumbuhan pada manusia, makanan dan kesehatan, siklus karbon dan nitrogen, ekosistem, rantai makanan, dan aliran energi.

Buku Teks ini diperuntukkan bagi mahasiswa program sarjana (S1) jurusan PGSD, sebagai salah satu sumber belajar bagi mahasiswa dalam mencapai kompetensi mata kuliah Konsep Dasar Biologi SD. Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara moril maupun materi dalam penyelesaian buku teks ini. Kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya.

