

MODUL
ANATOMI DAN FISILOGI
BAGI MAHASISWA KEBIDANAN

PENULIS :

NUR ISRAYATI,S.ST, M.KEB

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Modul yang berjudul "**Anatomi dan Fisiologi bagi Mahasiswa Kebidanan**". Modul ini disusun berdasarkan materi pokok bahasan mata kuliah Anatomi Fisiologi yang telah disesuaikan dengan Kurikulum D3 Kebidanan Stikes Hang Tuah Pekanbaru Tahun Ajaran 2019/2020.

Modul ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi dan bahan pembelajaran bagi mahasiswa Program Studi Kebidanan STIKes Hang Tuah. Modul ini kami persembahkan untuk mendukung perkembangan pendidikan dan menambah ilmu bagi mahasiswa khususnya mahasiswa kebidanan.

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan memberikan masukan demi tersusunnya buku ajar ini. Masih banyak kekurangan dalam penulisan buku ajar ini dan kami menyadari kesempurnaan adalah milik Allah SWT, untuk itu dengan hati terbuka kami mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi perbaikan buku ajar ini di masa yang akan datang.

Pekanbaru, Agustus 2019
Wassalam,

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

BAB 1. ANATOMI DAN FISILOGI

- A. Pengertian Anatomi dan Fisiologi
- B. Pengorganisasian Tubuh Manusia
- C. Terminologi Anatomi dan Gerak Tubuh
- D. Struktur Sel dan Jaringan

BAB 2. SISTEM MUSCULOSKELETAL

- A. Pengertian Sistem Musculoskeletal
- B. Jenis dan Struktur Sistem Musculoskeletal
- C. Fungsi Sistem Musculoskeletal
- D. Fisiologis Sistem Musculoskeletal

BAB 3. SISTEM KARDIOVASKULER

- A. Pengertian Sistem Kardiovaskuler
- B. Fungsi Sistem Kardiovaskuler
- C. Struktur dan Fisiologi Kerja Jantung

BAB 4. SISTEM PERSARAFAN

- A. Pengertian Sistem Persarafan
- B. Struktur Saraf
- C. Pembagian Sistem Saraf
- D. Mekanisme Penghantar Impuls
- E. Mekanisme Terjadinya Gerak

BAB 5. SISTEM PERNAFASAN

- A. Pengertian Sistem Pernafasan
- B. Fungsi Pernafasan
- C. Struktur Sistem pernafasan
- D. Mekanisme Pernafasan
- E. Jenis Pernafasan
- F. Fisiologi Pernafasan

BAB 6. SISTEM INTEGUMEN

- A. Pengertian Sistem Integumen
- B. Lapisan Kulit dan Bagian-bagian Pelengkapannya
- C. Fungsi Kulit

BAB 7. SISTEM PENCERNAAN

- A. Pengertian Sistem Pencernaan
- B. Susunan Sistem Pencernaan
- C. Fungsi Sistem Pencernaan
- D. Struktur Sistem Pencernaan
- E. Organ Tambahan pada Sistem Pencernaan

BAB 8. SISTEM PERKEMIHAN

- A. Pengertian Sistem Perkemihan
- B. Struktur Sistem Perkemihan
- C. Fisiologi Sistem Perkemihan

BAB 9. SISTEM REPRODUKSI

- A. Reproduksi Perempuan
- B. Reproduksi Laki-laki

BAB 10. SISTEM PANCA INDRRA

- A. Pengertian Sistem Panca Indra
- B. Indra Penglihatan (Mata)
- C. Indra Pendengaran (Telinga)
- D. Indra Penciuman (Hidung)
- E. Indra Pengecapan (Lidah)

BAB 11. SISTEM ENDOKRIN

- A. Pengertian Sistem Endokrin
- B. Fungsi Sistem Endokrin
- C. Macam-macam Kelenjar Endokrin
- D. Mekanisme Kerja Sistem Endokrin

BAB 1. ANATOMI DAN FISILOGI DASAR

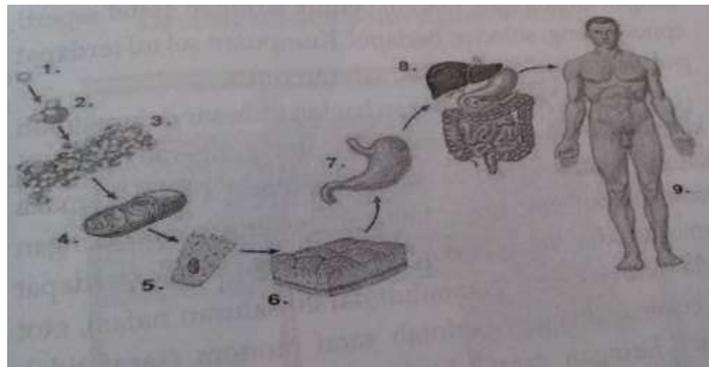
A. PENGERTIAN ANATOMI DAN FISOLOGI

Anatomi berasal dari bahasa latin, yaitu : Ana – bagian,memisahkan; *Tomie (tomie)* – iris, potong. Fisiologi juga berasal dari bahasa latin, yaitu : *Fisis (physis)* – alam, cara kerja; *Logos (Logi)* – ilmu pengetahuan. Dari kata tersebut dapat disimpulkan pengertian anatomi dan fisiologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang susunan atau potongan tubuh dan bagaimana alat tubuh itu bekerja.

Anatomi adalah ilmu yang mempelajari bentuk dan susunan tubuh baik secara keseluruhan maupun bagian-bagian serta hubungan alat tubuh yang satu dengan yang lain. Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari faal atau pekerjaan dari tiap-tiap jaringan tubuh atau bagian dari alat-alat tubuh dan sebagainya.

B. PENGORGANISASIAN TUBUH MANUSIA

Ditinjau dari cara penyusunannya, tubuh kita merupakan satu kesatuan yang terdiri dari berbagai tingkatan organisasi struktural dari yang terendah sampai yang teratas, yaitu :



Gambar 1: organisasi tubuh manusia

1. Tingkatan kimiawi : menyangkut semua zat kimia yang penting untuk kehidupan, zat-zat kimia ini terdiri dari atom-atom yang membentuk molekul-molekul dengan berbagai cara dan aturan.
2. Tingkatan Sel ; Bermilyar –milyar molekul-molekul bergabung dengan aturan dan cara-cara tertentu membentuk sel. Sel ialah unit struktur dan fungsional yang paling dasar dari tubuh kita, contoh :: sel otot, sel saraf, dll.
3. Tingkatan Jaringan; jaringan ialah kumpulan sel-sel yang sama atau mirip bentuknya bersama dengan zat interselulernya mempunyai fungsi khusus. Terdapat empat jaringan yaitu jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot dan jaringan saraf
4. Tingkatan organ:keempat jaringan dalam tubuh bersatu membentuk organ, organ mempunyai bentuk khas dan masing masing mempunyai fungsi tertentu, misalnya jantung untuk mensuplai darah,ginjal untuk membentuk urin.

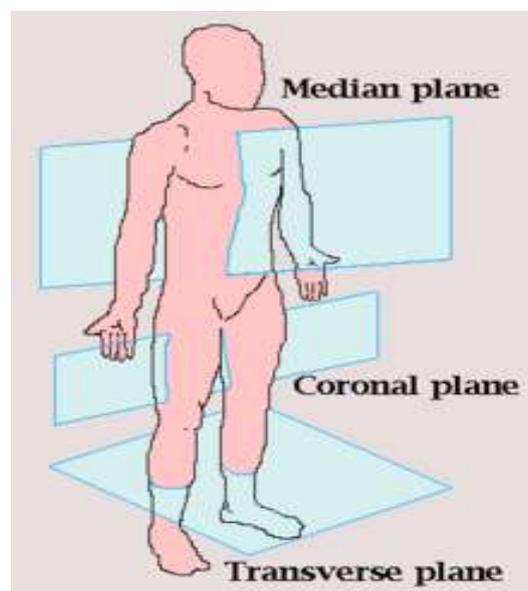
5. Tingkatan sistem; sistem ialah kumpulan organ-organ yang berhubungan secara anatomi maupun secara fisiologis untuk melakukan suatu fungsi yang lebih umum. Misalnya sistem pencernaan makanan yang terdiri dari mulut, oesofagus, lambung sampai ke anus.

Anatomi sistematik atau pembagian tubuh dalam sistem-sistem disusun berdasarkan fungsinya dan terdapat 11 sistem dalam tubuh yaitu :

1. Sistem Skelet
2. Sistem Otot
3. Sistem Saraf
4. Sistem Endokrin
5. Sistem Kardiovaskular
6. Sistem Limfatik
7. Sistem Pernafasan
8. Sistem Pencernaan makanan
9. Sistem Urinaria
10. Sistem Reproduksi
11. Sistem Integumen

C. TERMINOLOGI ANATOMI DAN GERAK TUBUH

Sikap anatomi adalah suatu keadaan posisi tubuh berdiri tegak menghadap ke depan, tangan dan kaki dirapatkan (seperti dalam keadaan bersiap). Pada kondisi ini, terdapat 4 bidang yang membagi anatomi tubuh, yaitu :



Gambar 2 : Bidang anatomi

1. Bidang Median

Bidang yang memotong bagian tubuh di pertengahan, sehingga membagi tubuh menjadi bagian kanan dan kiri.

2. Bidang Sagital

Bidang yang memotong bagian tubuh sejajar dengan bidang median di 2 titik tertentu.

3. Bidang Horizontal

Bidang yang memotong bagian tubuh secara horizontal (axis x-y), sehingga membagi tubuh menjadi bagian atas dan bawah.

4. Bidang Koronal

Bidang yang memotong bagian tubuh di pertengahan, sehingga membagi tubuh menjadi bagian depan dan belakang.

Selain itu, banyak istilah yang menunjukkan letak/arrah dalam sikap anatomi, antara lain:

- Superior : atas
- Inferior : bawah
- Anterior : depan
- Posterior : belakang
- Superfisial : permukaan/dangkal
- Profunda : dalam
- Medial : tengah
- Lateral : samping
- Proksimal : atas
- Distal : bawah
- Sentral : pusat
- Perifer : tepi
- Dekstra : kanan
- Sinistra : kiri
- Asenden : bagian yang naik
- Desenden : bagian yang turun
- Ventral : bagian depan ruas tulang belakang
- Dorsal : bagian belakang ruas tulang belakang

Dalam anatomi, terdapat gerakan-gerakan tubuh terkait kegiatan sehari-hari yang memiliki beberapa contoh penamaan, antara lain :

1. Fleksi >< Ekstensi

Yaitu gerakan menekuk atau membengkokkan dan gerakan untuk meluruskan. Contoh: Gerakan ayunan lutut pada kegiatan gerak jalan. Ke depan : (ante) fleksi dan ke belakang : (retro) fleksi/ekstensi, hiperekstensi.

2. Adduksi >< Abduksi

Yaitu gerakan menjauhi (Adduksi) dan mendekati (Abduksi) garis tubuh. Contoh: gerakan membuka tungkai kaki pada posisi istirahat di tempat.

3. Elevasi >< Depresi

Yaitu gerakan mengangkat (Elevasi) dan menurunkan (Depresi). Contoh: gerakan membuka mulut (elevasi) dan menutupnya (depresi), gerakan pundak ke atas (elevasi) dan ke bawah (depresi).

4. Inversi >< Eversi

Gerakan memiringkan telapak kaki ke dalam (inversi) dan ke luar (eversi) tubuh.

5. Supinasi >< Pronasi

Gerakan menengadahkan (supinasi) dan menelungkupkan (pronasi) tangan.

6. Endorotasi >< Eksorotasi

Gerakan ke dalam (endorotasi) dan ke luar (eksorotasi) pada sekeliling sumbu panjang tulang yang bersendi.

D. STRUKTUR SEL DAN JARINGAN

1. Sel

Sel adalah unit fungsional dasar dan struktural yang hidup dari tubuh (organisme). Sel merupakan bagian terkecil dari tubuh manusia yang ukurannya sangat kecil sekali sehingga hanya dapat dilihat dengan mikroskop.

a. Ciri-ciri Sel Hidup

Semua sel memiliki ciri yang sama, walaupun sel tersebut berasal dari makhluk bersel satu atau bersel banyak. Ciri-ciri tersebut antara lain :

1) Bernafas

Oksigen dibutuhkan untuk metabolisme semua sel hidup, dan sel tubuh menerima oksigen dari aliran darah.

2) Menggunakan zat-zat makanan

Proses penggunaan zat-zat makanan mencakup proses memakan, mencerna, menyerap, dan menggunakan zat-zat makanan.

3) Membuang limbah

Setiap sel memiliki bagian yang disebut vakuola. Limbah dari dalam sel dikeluarkan melalui vakuola dan diangkut oleh darah ke organ ekskresi, misalnya ginjal, paru-paru, dan kulit.

4) Merawat dan memperbaiki

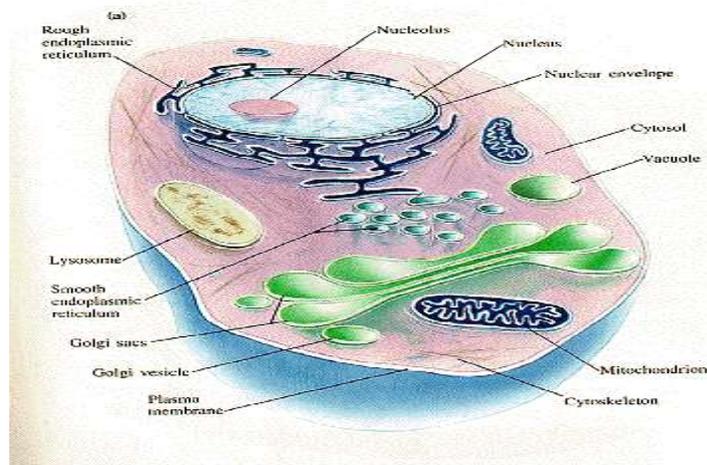
Zat-zat makanan terutama protein, dibutuhkan untuk membentuk sel baru dan memperbaiki sel yang rusak.

5) Memperbanyak diri

Sel makhluk hidup tingkat rendah, misalnya bakteri atau *Amoeba*, memperbanyak diri dengan pembelahan biasa. Sel makhluk hidup tingkat tinggi, misalnya manusia, memperbanyak diri dengan cara mitosis.

b. Struktur Sel

Sel terdiri dari bagian bagian, yaitu :

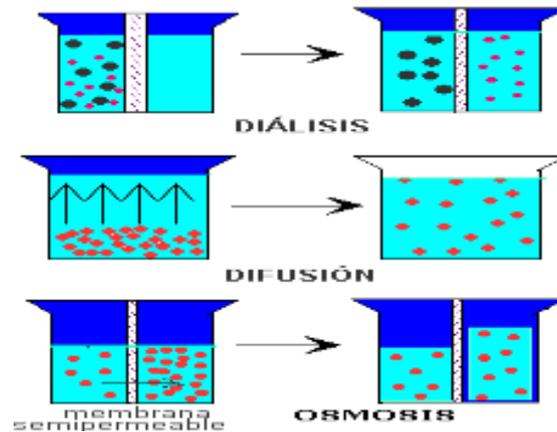


Gambar 3 : penampang sel

- 1) Membran sel ; bagian sel yang memisahkan sel dan lingkungan sekitarnya. Tebal membran plasma 6-10 nm, terdiri dari molekul-molekul protein, phospholipid, sedikit kolesterol, air, karbohidrat, dan ion-ion lain.
- 2) Protoplasma (atau Sitoplasma) ; zat yang menyerupai agar-agar dan terletak diantara inti sel dengan membrane sel. Terdiri dari protein, lemak, karbohidra, garam mineral dan air.
- 3) Mitokondria : berbentuk tongkat-tongkat kecil yang erat hubungannya dengan proses katabolik atau pernafasan sel.
- 4) Badan Golgi : saluran yang terletak dengan nukleus, dan terlibat dalam kegiatan pengeluaran sekret sel.
- 5) Vakuola ; tempat di keluarkannya limbah-limbah sel.
- 6) Nukleolus; struktur berbentuk bulat halus yang terdapat di dalam nukleus.

- 7) Nukleus ; tersusun atas protein yang di dalamnya terdapat bahan yang sangat penting untuk kehidupan yaitu kromosom.

Terkait dengan fungsi membran sel sebagai bagian sel yang menyeleksi zat-zat apa yang bisa masuk ke dalam dan yang keluar sel maka ada beberapa proses yang penting yaitu :



Gambar 4 : Transportasi sel

1) Proses pasif :

- Difusi : Pergerakan molekul dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah.
- Difusi melintasi membran : Pergerakan molekul dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah dengan melalui selektif permeable.
- Difusi berfasilitas : aliran molekul dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah dan protein carier tidak perlu menggunakan energi untuk mentransport molekul tersebut. Osmosis : Pergerakan suatu difusi molekul air dari konsentrasi air tinggi ke konsentrasi air rendah.
- Filtrasi : pergerakan molekul-molekul air dan zat terlarut (Na^+ , Cl^- , glukosa, dll) melalui suatu membrane selektif *permeable* yang disebabkan oleh adanya tekanan mekanis.
- Dialisa : difusi dari zat-zat terlarut melalui membran selektif *permeable*, sehingga terjadi pemisahan molekul kecil dari molekul-molekul besar.

2) Proses Aktif

- Transport aktif Primer : transport aktif primer menggunakan protein integral, hanya saja digunakan energi yang berasal dari ATP untuk mentransport suatu molekul dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah.
- Transport Aktif Sekunder : Sebagai hasil pompa Na^+ , K^+ maka cairan Na^+ cairan interstitial lebih tinggi dari pada sitoplasma. Dengan demikian Na^+ cenderung untuk berdifusi kembali kedalam sel karena perbedaan konsentrasi.

- c) *Phagositosis dan pinositosis* : suatu cara lain agar suatu zat bisa masuk ke dalam sel tanpa harus menembus struktur membrane plasma. Phagositosis juga disebut “sel sedang makan”, Pinositosis juga disebut “sel sedang minum.

Peristiwa masuknya zat-zat tersebut ke dalam sel dan diubah menjadi bagian-bagian dari sel disebut proses anabolisme (peristiwa pembentukan sel). Sedangkan peristiwa pemecahan zat-zat itu di dalam sel (terjadinya pembakaran dengan perantaraan oksigen untuk mendapatkan tenaga dan panas disebut katabolisme (peristiwa pemecahan atau pembakaran sel).Kedua peristiwa ini terjadi di dalam sel yang disebut pertukaran zat metabolisme.

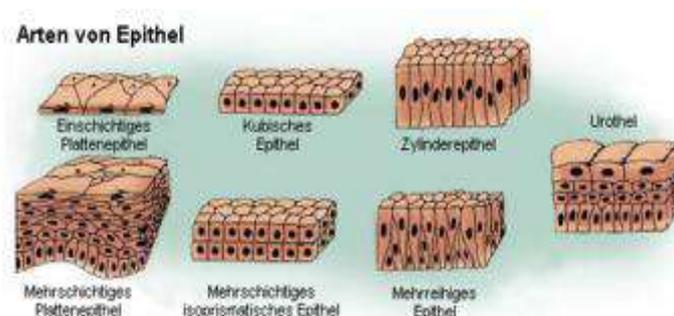
2. Jaringan

Jaringan adalah sekumpulan sel yang sama bentuk, ukuran dan pekerjaannya yang menjalankan suatu fungsi tertentu. Terdapat 4 (empat) kelompok jaringan dasar tubuh, yaitu :

- a. Jaringan epitel
- b. Jaringan otot
- c. Jaringan saraf
- d. Jaringan ikat (konektif)

a. Jaringan Epitel

Jaringan epitel terdiri dari selapis atau beberapa lapis sel yang rapat berdekatan satu sama lain, hanya dihubungkan dengan sedikit zat interseluler. Jaringan epitel memiliki pembuluh darah yang berfungsi mensuplai nutrisi dan mengeluarkan sampah metabolisme terletak pada jaringan ikat yang berada di bawah jaringan epitel. Klasifikasi jaringan epitel :



Gambar 5 : Klasifikasi jaringan epitel

- 1) Epitel selapis pipih
- 2) Epitel selapis kubus
- 3) Epitel selapis kolumnar

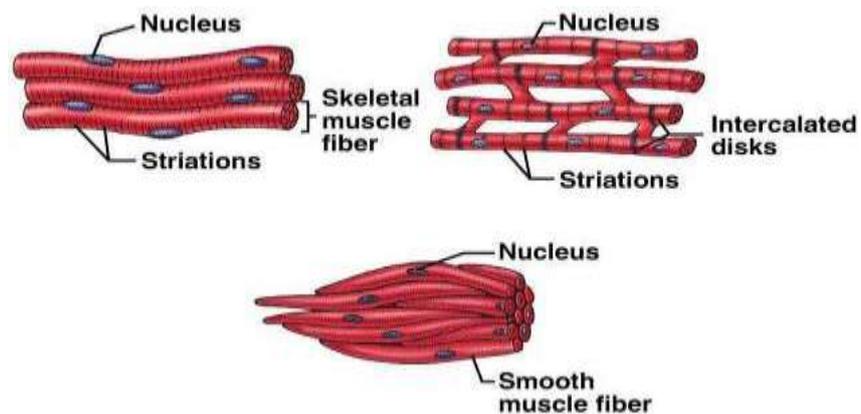
- 4) Epitel berlapis pipih
- 5) Epitel berlapis kubus
- 6) Epitel berlapis kolumner
- 7) Epitel transisional
- 8) Epitel berlapis semu

Fungsi utama jaringan epitel adalah :

- Perlindungan, misalnya kulit luar, lapisan dalam mulut, faring, vagina, kandung kemih, dll.
- Menghasilkan cairan, misalnya lapisan epitel di lambung dan usus
- Penyerapan, misalnya lapisan dalam usus.
- Pergerakan, misalnya jaringan epitel bersilia di lapisan saluran udara.

b. Jaringan Otot

Berbeda dengan jaringan epitel atau jaringan ikat yang mempunyai berbagai fungsi jaringan otot mengandung sel-sel yang khusus hanya memerankan satu fungsi utama yaitu kontraksi, seperti juga jaringan syaraf yang khusus hanya membentuk dan menyalurkan impuls. Jaringan otot meliputi 40%-50% berat badan dan mempunyai 3 sifat yaitu : elastis, dapat diregangkan (*extensible*), dapat berkontraksi. Jenis jaringan otot terdiri dari :



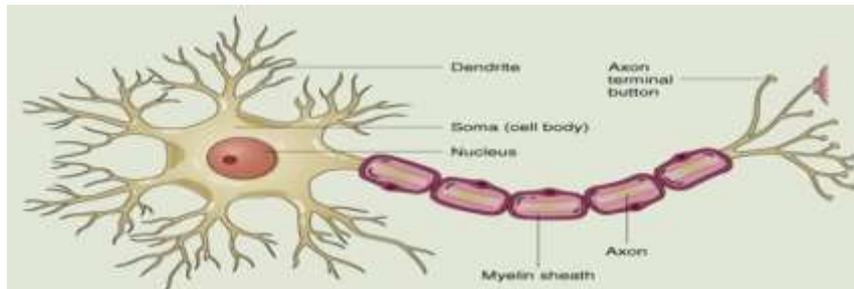
Gambar 6 : Jenis jaringan otot

- 1) Otot skelet, melekat pada tulang, berstruktur lurik dan kontrol syarafnya adalah volunter karena berada dibawah kemauan kita. Otot skelet diselimuti oleh selapis jaringan ikat fibrosa (fascia) yang banyak mengandung serat kolagen yang disebut epimisium. Tonjolan-tonjolan epimisium disebut perimisium. Perimisium mengelilingi satu bundle sel-sel otot yang disebut fasikulus.
- 2) Otot Jantung, terletak pada jantung, berstruktur lurik dan kontrol sarafnya involunter.

3) Otot Polos, terletak pada alat-alat dalam, berstruktur polos dan involunter.

c. Jaringan Saraf

Walaupun sistem saraf sangat kompleks, namun hanya terdiri dari 2 jenis sel yaitu neuron dan neuroglia. Neuron berfungsi untuk menghantarkan impuls dan untuk fungsi-fungsi khusus lainnya seperti berpikir, mengontrol kontraksi otot, sekresi otot, sekresi kelenjar-kelenjar, dsb. Neuroglia terdapat di sekitar neuron mengikat satu neuron dengan neuron lainnya dan dengan pembuluh darah.



Gambar 7 : Neuron

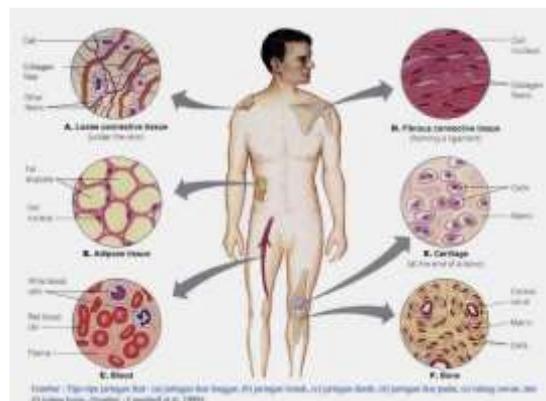
Bagian-bagian neuron :

- 1) Badan sel
- 2) Serabut (atau urat), yang terbagi menjadi dendrit dan akson.

Sel saraf tidak dapat memperbanyak diri seperti sel-sel lain. Jika sel saraf mati, tidak ada lagi sel saraf yang dapat menggantikannya. Namun, jika hanya rusak setengahnya, sel tersebut diharapkan dapat pulih kembali.

d. Jaringan Ikat

Jaringan ikat tidak terdapat pada permukaan luar tubuh, mengandung banyak pembuluh darah kecuali tulang rawan yang tidak mengandung pembuluh darah. Fungsi utama jaringan ikat adalah proteksi, penunjang dan pengikat berbagai jaringan dan organ..



Gambar 8 : Jenis jaringan ikat

- 1) Jaringan ikat longgar, berfungsi mengikat jaringan epitel dengan struktur di bawahnya.

2) Jaringan tendon, berfungsi mengikat otot dengan tulang.

3) Jaringan Ikat sebenarnya : - tulang rawan, - tulang

Pengecualian pada darah, sel-sel jaringan ikat menghasilkan elastin, yang merupakan zat elastis yang dapat diregangkan dan mempunyai daya recoil seperti adanya pada jaringan paru.

Selain itu, ada istilah membran yaitu lapisan tipis yang regang meliputi atau menyekat bagian-bagian atau rongga-rongga dalam tubuh. Ada 3 jenis membran yang penting, yaitu membran mukosa, membran serosa dan membran synovial.

BAB 2. SISTEM MUSCULOSKELETAL

A. PENGERTIAN SISTEM MUSCULOSKELETAL

1. Sistem Muskular (Otot)

Sistem muskular (otot) merupakan bagian dari sistem muskuloskeletal yaitu sistem penunjang bentuk tubuh dan bertanggung jawab terhadap pergerakan. Jaringan otot terdapat pada semua anggota tubuh, baik anggota gerak maupun organ-organ dalam dan luar, sedangkan fungsi jaringan otot ini adalah sebagai alat gerak aktif.

Otot (*muskulus*) merupakan suatu organ atau alat yang memungkinkan tubuh dapat bergerak. Ini adalah suatu sifat penting bagi organisme. Bila sel otot mendapat rangsangan maka benang - benang halus panjang yang disebut *miofibril* akan memendek. Dengan kata lain sel otot akan memendekkan dirinya kearah tertentu (berkontraksi). Setiap otot memiliki dua atau lebih tendon (ujung otot). Tendon yang melekat pada tulang yang bergerak disebut *insersio*, sedang yang melekat pada tulang yang tidak bergerak disebut *origo*.

Semua sel-sel otot mempunyai kekhususan yaitu untuk berkontraksi. Terdapat lebih dari 600 buah otot pada tubuh manusia. Sebagian besar otot-otot tersebut dilekatkan pada tulang-tulang kerangka tubuh oleh tendon, dan sebagian kecil ada yang melekat di bawah permukaan kulit.

Adapun ciri-ciri otot, yaitu :

a. Kontraktilitas

Serabut otot berkontraksi dan menegang, yang dapat melibatkan atau tidak melibatkan pemendekan otot.

b. Eksitabilitas

Serabut otot akan merespon dengan kuat jika distimulasi oleh impuls saraf.

c. Ekstensibilitas

Serabut otot memiliki kemampuan untuk meregang melebihi panjang otot saat relaks.

d. Elastilitas

Serabut otot dapat kembali ke ukurannya semula setelah berkontraksi atau meregang

2. Sistem Skeletal (Rangka)

Sistem skeletal merupakan bagian dari sistem muskuloskeletal yang merupakan penunjang bentuk tubuh dan bertanggung jawab terhadap pergerakan. Sistem ini terdiri dari tulang, sendi, otot, tendon, ligamen, bursae, dan jaringan-jaringan khusus yang menghubungkan struktur-struktur ini.

Rangka (skelet) merupakan suatu organ atau alat yang memungkinkan tubuh dapat bergerak bekerjasama dengan sistem otot. Sistem rangka ini terdiri dari tengkorak, tulang rusuk, tulang belakang, rangka penopang tulang bahu, rangka penopang tulang pinggul, tulang anggota badan atas dan bawah.

Skeletal disebut juga sistem rangka, yang tersusun atas tulang-tulang. Tubuh kita memiliki 206 tulang yang membentuk rangka. Bagian terpenting adalah tulang belakang.

B. JENIS DAN STRUKTUR SISTEM MUSCULOSKELETAL

1. Jenis dan struktur Otot (Muskulus)

a. Otot rangka, merupakan otot lurik, volunter, dan melekat pada rangka.

- 1) Serabut otot sangat panjang, sampai 30 cm, berbentuk silindris dengan lebar berkisar antara 10 mikron sampai 100 mikron.
- 2) Setiap serabut memiliki banyak inti yang tersusun di bagian perifer.
- 3) Kontraksinya sangat cepat dan kuat.

Struktur Mikroskopis Otot Skelet/Rangka

- Otot skelet disusun oleh bundel-bundel paralel yang terdiri dari serabut-serabut berbentuk silinder yang panjang, disebut myofiber /serabut otot.
- Setiap serabut otot sesungguhnya adalah sebuah sel yang mempunyai banyak nukleus ditepinya.
- Cytoplasma dari sel otot disebut sarcoplasma yang penuh dengan bermacam-macam organella, kebanyakan berbentuk silinder yang panjang disebut dengan myofibril.
- Myofibril disusun oleh myofilament-myofilament yang berbeda-beda ukurannya:
 - yang kasar terdiri dari protein myosin
 - yang halus terdiri dari protein aktin/actin.

b. Otot Polos merupakan otot tidak berlurik dan involunter. Jenis otot ini dapat ditemukan pada dinding berongga seperti kandung kemih dan uterus, serta pada dinding tuba, seperti pada sistem respiratorik, pencernaan, reproduksi, urinarius, dan sistem sirkulasi darah.

- 1) Serabut otot berbentuk spindel dengan nukleus sentral.
- 2) Serabut ini berukuran kecil, berkisar antara 20 mikron (melapisi pembuluh darah) sampai 0,5 mm pada uterus perempuan hamil.
- 3) Kontraksinya kuat dan lamban.

Struktur Mikroskopis Otot Polos

- Sarcoplasmanya terdiri dari myofibril yang disusun oleh myofilamen-myofilamen.

Jenis otot polos

Ada dua kategori otot polos berdasarkan cara serabut otot distimulasi untuk berkontraksi.

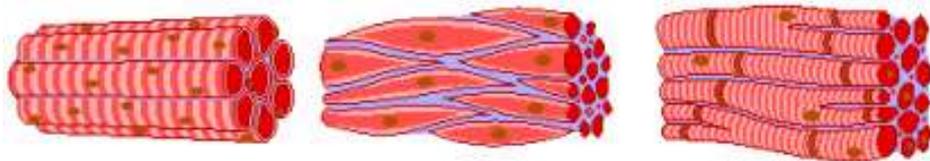
- Otot polos unit ganda ditemukan pada dinding pembuluh darah besar, pada jalan udara besar traktus respiratorik, pada otot mata yang memfokuskan lensa dan menyesuaikan ukuran pupil dan pada otot erektor pili rambut.
- Otot polos unit tunggal (viseral) ditemukan tersusun dalam lapisan dinding organ berongga atau visera. Semua serabut dalam lapisan mampu berkontraksi sebagai satu unit tunggal. Otot ini dapat bereksitasi sendiri atau miogenik dan tidak memerlukan stimulasi saraf eksternal untuk hasil dari aktivitas listrik spontan.

c. Otot Jantung

- 1) Merupakan otot lurik
- 2) Disebut juga otot seran lintang involunter
- 3) Otot ini hanya terdapat pada jantung
- 4) Bekerja terus-menerus setiap saat tanpa henti, tapi otot jantung juga mempunyai masa istirahat, yaitu setiap kali berdenyut.

Struktur Mikroskopis Otot Jantung

- Mirip dengan otot skelet



Otot Rangka

Otot Polos

Otot Jantung

Gambar 9 : Jenis-jenis otot

2. Jenis dan struktur Rangka/Tulang (Skeletal)

a. Jenis Tulang

- Menurut bentuknya;
 1. Tulang Pipih

Tulang pipih berbentuk gepeng memipih. Tulang pipih mempunyai dua lapisan tulang kompak, yaitu lamina eksterna dan interna ossis karnii. Kedua lapisan dipisahkan oleh satu lapisan tulang spongiosa disebut diploe. Contoh: tulang tengkorak, tulang rusuk, dan tulang belikat.



Gambar 10 : Macam-macam bentuk tulang

2. Tulang Pendek

Tulang pendek berbentuk seperti kubus atau pendek tidak beraturan. Tulang ini mempunyai inti tulang spongiosa yang dikelilingi tulang kompak. Contoh: tulang telapak tangan dan kaki, serta ruas-ruas tulang belakang.

3. Tulang Pipa (Tulang Panjang)

Tulang pipa berbentuk seperti tabung, kedua ujungnya bulat, dan bagian tengahnya silindris (*diaphisis*). Hampir seluruh bagian tulang pipa terdiri dari tulang kompak (tulang padat) dengan sedikit komponen tulang spongiosa (tulang berongga-rongga). Pada bagian dalam tulang tersebut terdapat rongga berisi sumsum tulang. Contoh: tulang paha, tungkai bawah, dan tungkai atas. Tulang pipa terbagi atas tiga bagian, yaitu bagian ujung disebut epifisis, bagian tengah disebut diafisis tersusun atas tulang keras. Bagian antara epifisis dan diafisis disebut cakraepifisis atau metafisis yang terdiri atas tulang

- Menurut penyusunnya;

1) Tulang Kompak

- a) Padat, halus dan homogen
- b) Pada bagian tengah terdapat medullary cavity yang mengandung "*yellow bone marrow*".
- c) Tersusun atas unit : Osteon → Haversian System
- d) Pada pusat osteon mengandung saluran (Haversian Kanal) tempat pembuluh darah dan saraf yang dikelilingi oleh lapisan konsentrik (lamellae).
- e) Tulang kompak dan spongiosa dikelilingi oleh membran tipis yang disebut periosteum, membran ini mengandung:
 - Bagian luar percabangan pembuluh darah yang masuk ke dalam tulang

- Osteoblas

- 1) Tulang Spongiosa

- a) Tersusun atas "*honeycomb*" network yang disebut trabekula.
- b) Struktur tersebut menyebabkan tulang dapat menahan tekanan.
- c) Rongga antara trabekula terisi "*red bone marrow*" yang mengandung pembuluh darah yang memberi nutrisi pada tulang.

Contoh : tulang pelvis, rusuk, tulang belakang, tengkorak dan pada ujung tulang lengan dan paha.

- b. Struktur Tulang

- 1) Tulang terdiri dari sel hidup yang tersebar diantara material tidak hidup (matriks).
- 2) Matriks tersusun atas osteoblas (sel pembentuk tulang).
- 3) Osteoblas membuat dan mensekresi protein kolagen dan garam mineral.
- 4) Jika pembentukan tulang baru dibutuhkan, osteoblas baru akan dibentuk.
- 5) Jika tulang telah dibentuk, osteoblas akan berubah menjadi osteosit (sel tulang dewasa).
- 6) Sel tulang yang telah mati akan dirusak oleh osteoklas (sel perusakan tulang).

- c. Pembagian Sistem Skeletal

- 1) Axial rangka aksial,
terdiri dari :
 - a) tengkorak kepala / cranium dan tulang-tulang muka
 - b) columna vertebralis / batang tulang belakang
 - c) costae / tulang-tulang rusuk
 - d) sternum / tulang dada

- 2) Appendicular/rangk
a tambahan, terdiri dari :
 - a) tulang extremitas superior
 - korset pectoralis, terdiri dari scapula (tulang berbentuk segitiga) dan clavícula (tulang berbentuk lengkung).
 - lengan atas, mulai dari bahu sampai ke siku.
 - lengan bawah, mulai dari siku sampai pergelangan tangan.
 - tangan
 - b) tulang extremitas inferior: korset pelvis, paha, tungkai bawah, kaki.

- d. Sendi (Artikulasi)

Sendi adalah istilah untuk menyatakan hubungan antartulang. Sebuah artikulasi terdiri atas dua atau lebih tulang yang berhubungan. Berdasarkan

keleluasaan dalam bergerak, terdapat tiga jenis persendian pada manusia, yaitu sinartrosis, amfiartrosis, dan diartrosis.

- 1) *Sinartrosis* adalah persendian yang tidak memperbolehkan pergerakan. Contoh: persendian tulang tengkorak dan hubungan antarsegmen pada tulang belakang.
- 2) *Amfiartrosis* adalah persendian yang masih memungkinkan pergerakan yang terbatas. Artinya, pergerakan tersebut hanya sebatas gerak mendekat dan menjauh antara kedua tulang. Contoh persendian ini adalah hubungan antartulang belakang.
- 3) *Diartrosis* adalah persendian yang dapat bergerak dengan leluasa. Antara jaringan ikat longgar dan tulang-tulang yang membentuk persendian terdapat ruang yang berisi cairan *sinovial* yang berfungsi sebagai pelumas. Berdasarkan arah gerakan yang dihasilkan persendian diartrosis, persendian ini dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis seperti berikut.
 - a. Sendi Peluru, contohnya : sendi gelang bahu dan sendi gelang panggul.
 - b. Sendi Putar, contohnya : sendi yang menghubungkan tulang atlas dan tulang tengkorak, serta tulang pengumpil dengan tulang hasta.
 - c. Sendi Engsel, contohnya, pada siku, lutut, dan ruas-ruas jari.
 - d. Sendi Elipsoid, contohnya: hubungan antara tulang pengumpil dan tulang pergelangan tangan.
 - e. Sendi Pelana, contohnya : sendi yang dibentuk oleh tulang-tulang telapak tangan dan tulang pergelangan tangan.
 - f. Sendi Luncur, contohnya persendian yang dibentuk oleh tulang-tulang pergelangan tangan, pergelangan kaki serta antartulang selangka.

C. FUNGSI SISTEM MUSCULOSKELETAL

1. Fungsi Sistem Muskulus

- a. Pergerakan. Otot menghasilkan gerakan pada tulang tempat otot tersebut melekat dan bergerak dalam bagian organ internal tubuh.
- b. Penopang tubuh dan mempertahankan postur. Otot menopang rangka dan mempertahankan tubuh saat berada dalam posisi berdiri atau saat duduk terhadap gaya gravitasi.
- c. Produksi panas. Kontraksi otot-otot secara metabolis menghasilkan panas untuk mempertahankan suhu tubuh normal.

2. Fungsi Sistem Skeletal

- a. Memproteksi organ-organ internal dari trauma mekanis.

- b. Membentuk kerangka yang berfungsi untuk menyangga tubuh dan otot-otot yang.
- c. Melekat pada tulang
- d. Berisi dan melindungi sum-sum tulang merah yang merupakan salah satu jaringan pembentuk darah.
- e. Merupakan tempat penyimpanan bagimineral seperti calcium daridalam darah misalnya.
- f. Hemopoesis

D. FISIOLIGIS SISTEM MUSCULOSKELETAL

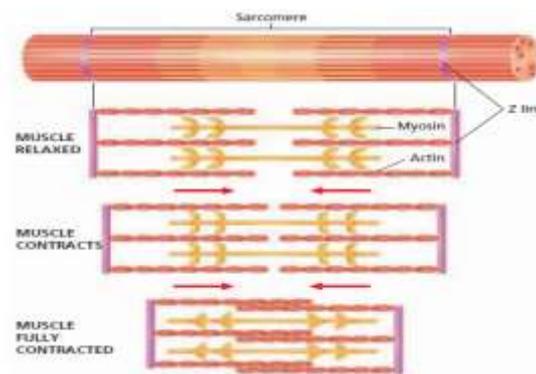
1. Fisiologi Sistem Muskulus

a. Kerja Otot

Otot sebenarnya disusun oleh kumpulan serabut otot yang dibungkus oleh selaput *fasia propia*. Satu serabut otot dibungkus oleh selaput *sarkolemma*, dan dibentuk oleh banyak miofibril. Satu miofibril disusun oleh banyak *sarkomer* dimana tiap sarkomer tersusun dari aktin dan miosin.

Otot rangka merupakan setengah dari berat badan orang dewasa. Fungsi utamanya adalah untuk menggerakkan tulang pada artikulasinya. Kerja ini dengan memendekkan (kontraksi) otot dan memanjang (relaksasi) otot yang memungkinkan otot lain untuk berkontraksi dan menggerakkan tulang.

Rangsang yang datang dari otak akan diteruskan ke otot oleh *asetilkolin*, suatu zat yang berfungsi menghantarkan rangsang (impuls). Rangsang yang tiba di otot akan menyebabkan terbentuknya ikatan antara aktin dan miosin membentuk *aktomiosin*. Bila terbentuk aktomiosin, otot akan memendek (berkontraksi) sehingga dapat menggerakkan tulang.



Gambar 11 : Kontraksi-Relaksasi otot

b. Persarafan Otot Rangka

Otot dipersarafi oleh 2 serat saraf pendek :

- 1) Saraf sensorik yang membawa impuls dari otot, terutama dari reseptor regangan khusus gelendong otot.
- 2) Saraf motorik yang membawa impuls ke otot untuk memicu kontraksi otot.

c. Arah Gerak Otot

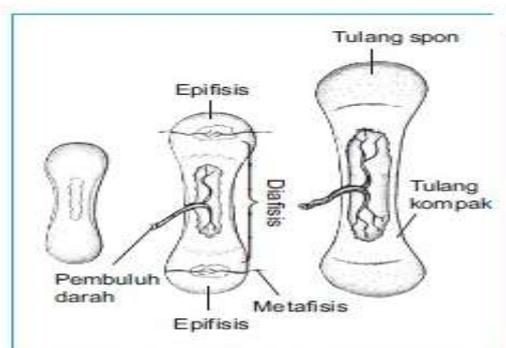
Otot-otot yang menimbulkan arah gerak yang berlawanan disebut otot *antagonis*. Contoh otot antagonis adalah otot bisep dan otot trisep. Arah gerakan yang antagonis dapat berupa:

- ekstensor (meluruskan) x fleksor (membengkokkan)
- abduktor (menjauhi badan) x adduktor (mendekati badan)
- depresor (menurunkan) x elevator (menganangkat)
- supinasi (menengadahkan) x pronasi (menelungkupkan)

Otot-otot yang bekerjasama untuk menimbulkan suatu gerak searah disebut otot *sinergis*. Contoh gerak sinergis adalah gerak pronasi (menelungkupkan telapak tangan) yang timbul karena kerjasama otot pronator teres dan pronator kuadratus.

2. Fisiologi Sistem Skeletal

Proses pembentukan dan pertumbuhan tulang (*ossifikasi*) manusia dimulai sejak janin berusia delapan minggu sampai umur kurang lebih 25 tahun, bahkan lebih dari itu masih terjadi pembentukan tulang. Tahapan proses pembentukan tulang (*ossifikasi*) sebagai berikut.:



Gambar 12 : Proses pembentukan dan pertumbuhan tulang (Ossifikasi)

- a. Tulang rawan pada embrio mengandung banyak osteoblas, terutama pada bagian tengah epifisis dan bagian tengah diafisis, serta pada jaringan ikat pembungkus tulang rawan.
- b. Osteosit terbentuk dari osteoblas, tersusun melingkar membentuk sistem Havers. Di tengah sistem Havers terdapat saluran Havers yang banyak mengandung pembuluh darah dan serabut saraf.

- c. Osteosit mensekresikan zat protein yang akan menjadi matriks tulang. Setelah mendapat tambahan senyawa kalsium dan fosfat tulang akan mengeras.
- d. Selama terjadi penulangan, bagian epifisis dan diafisis membentuk daerah antara yang tidak mengalami pengerasan, disebut cakraepifisis. Bagian ini berupa tulang rawan yang mengandung banyak osteoblas.
- e. Bagian cakraepifisis terus mengalami penulangan. Penulangan bagian ini menyebabkan tulang memanjang.
- f. Di bagian tengah tulang pipa terdapat osteoblas yang merusak tulang sehingga tulang menjadi berongga kemudian rongga tersebut terisi oleh sumsum tulang.

BAB 3.SISTEM KARDIOVASKULER

A. PENGERTIAN SISTEM KARDIOVASKULER

Sistem kardiovaskuler adalah suatu sistem organ yang memberikan dan mengalirkan suplai oksigen dan nutrisi ke seluruh jaringan dan organ tubuh yang diperlukan dalam proses metabolisme.

Komponen sistem kardiovaskuler merupakan suatu sistem tertutup yang terdiri dari :

1. Jantung, sebagai organ pemompa;
2. Komponen darah, sebagai pembawa materi oksigen dan nutrisi;
3. Pembuluh darah, sebagai media yang mengalirkan komponen darah.

B. FUNGSI SISTEM KARDIOVASKULER

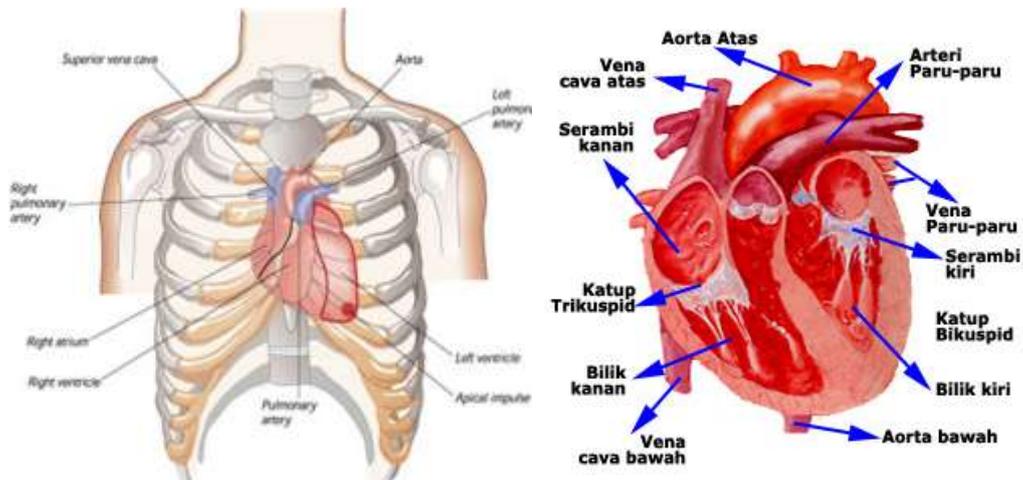
Fungsi sistem kardiovaskuler antara lain:

1. Sebagai alat transportasi, mengangkut bahan-bahan yang dibutuhkan sel seperti oksigen, glukosa, dan lain-lain, serta membawa bahan sisa seperti CO₂, urea untuk dibuang.
2. Sebagai pengatur/regulasi, yang berperan dalam menyampaikan hormon ke organ target, serta berperan dalam regulasi suhu.
3. Sebagai proteksi, ikut berperan dalam sistem imunitas tubuh dan pembekuan darah.

C. STRUKTUR DAN FISILOGI KERJA JANTUNG

1. Struktur Jantung

Jantung terletak di dalam rongga mediastinum dari rongga dada (toraks) diantara kedua paru. Selaput yang melapisi jantung disebut perikardium yang terdiri atas 2 lapisan, yaitu perikardium parietalis, yaitu lapisan luar yang melekat pada tulang dada dan selaput paru, dan *perikardium viseralis*, yaitu lapisan permukaan dari jantung itu sendiri yang juga disebut *epikardium*.



Gambar 13 : Struktur Jantung

Adapun struktur jantung yaitu adalah sebagai berikut :

a. Dinding Jantung

Dinding jantung terdiri dari 3 lapisan, terdiri atas: 1) epikardium atau perikardium, yaitu lapisan luar; 2) miokardium, yaitu lapisan tengah merupakan lapisan berotot; 3) endokardium, yaitu lapisan dalam.

b. Ruang Jantung

Jantung terdiri dari 4 ruang, yaitu dua ruang yang berdinding tipis disebut atrium (serambi), dan 2 ruang yang berdinding tebal disebut ventrikel (bilik).

1) Atrium

Atrium kanan berfungsi menampung darah yang rendah oksigen dari seluruh tubuh. Darah tersebut mengalir melalui vena kava superior, vena kava inferior, serta sinus koronarius yang berasal dari jantung sendiri. Dari atrium kanan kemudian darah di pompakan ke ventrikel kanan. Atrium kiri menerima darah yang kaya akan oksigen dari paru melalui 4 buah vena pulmonalis. Kemudian darah dialirkan ke ventrikel kiri. Antara kedua atrium dipisahkan oleh sekat yang disebut septum atrium.

2) Ventrikel

Ventrikel kanan, menerima darah dari atrium kanan yang kemudian dipompakan ke paru melalui arteri pulmonalis. Ventrikel kiri, menerima darah dari atrium kiri kemudian memompakannya ke seluruh tubuh melalui aorta. Kedua ventrikel dipisahkan oleh sekat yang disebut septum ventrikel.

c. Katup Jantung

1) Katup Atrioventrikuler, merupakan katup yang terletak diantara atrium dan ventrikel. Katup antara atrium kanan dan ventrikel kanan mempunyai 3 buah

daun katup disebut *katup trikuspidalis*. Sedangkan katup yang terletak diantara atrium kiri dan ventrikel kiri mempunyai 2 buah daun katup disebut *katup bikuspidalis* atau *katup mitral*.

- 2) Katup Semilunar, memiliki 3 buah daun katup yang terdiri dari *katup pulmonal*, terletak antara arteri pulmonalis dan ventrikel kanan, serta *katup aorta*, terletak antara ventrikel kiri dan aorta.

d. Sistem Konduksi Jantung

Di dalam otot jantung terdapat jaringan khusus yang menghantarkan aliran listrik, maka secara spontan (otomatisasi) dan teratur jantung akan menghasilkan impuls-impuls yang disalurkan melalui sistem hantar untuk merangsang otot jantung dan bisa menimbulkan kontraksi otot. Perjalanan impuls dimulai dari nodus SA, nodus AV, berkas his, sampai ke serabut purkinje.

e. Mekanisme Kerja Jantung

Mekanisme kerja jantung disebut juga siklus jantung yang merupakan urutan kerja jantung dalam satu denyutan. Siklus ini terjadi dalam 2 fase, yaitu:

- 1) Diastole, adalah periode istirahat yang mengikuti periode kontraksi dengan siklus sebagai berikut :
 - a) Darah vena memasuki atrium kanan melalui vena cava superior dan inferior.
 - b) Darah yang teroksigenasi melewati atrium kiri melalui vena pulmonalis.
 - c) Kedua katup atrioventrikular (trikuspidalis dan bikuspidalis) tertutup dan darah dicegah untuk memasuki atrium ke dalam ventrikel.
 - d) Katup pulmonalis dan aorta tertutup, mencegah kembalinya darah dari arteri pulmonalis ke dalam ventrikel kanan dan dari aorta ke dalam ventrikel kiri.
 - e) Dengan bertambah banyaknya darah yang memasuki kedua atrium, tekanan di dalamnya lebih besar dari ventrikel, katup A-V terbuka dan darah mulai mengalir dari atrium ke dalam ventrikel.
- 2) Sistole, adalah periode kontraksi otot, berlangsung selama 0,3 detik dengan siklus sebagai berikut :
 - a) Dirangsang oleh nodus sinoatrial, dinding atrium berkontraksi, memeras sisa darah dari atrium ke dalam ventrikel.
 - b) Ventrikel melebar untuk menerima darah dari atrium dan kemudian mulai berkontraksi.
 - c) Ketika tekanan dalam ventrikel melebihi tekanan dalam atrium, katup A-V tertutup.

- d) Ventrikel terus berkontraksi, katup pulmonalis dan aorta membuka akibat peningkatan tekanan ini.
- e) Darah keluar dari ventrikel kanan ke dalam arteri pulmonalis dan darah dari ventrikel kiri keluar melalui aorta.
- f) Kontraksi otot kemudian berhenti dan relaksasi otot dimulai.

2. Fisiologis Kerja Jantung

Fisiologi kerja jantung pada sistem peredaran darah manusia. Pada peredaran darah manusia, darah selalu mengalir di dalam pembuluh darah, karenanya disebut sebagai *peredaran darah tertutup*. Berdasarkan aliran darahnya, peredaran darah manusia dibedakan menjadi dua, yaitu peredaran darah besar dan peredaran darah kecil.

- a. Peredaran darah kecil**, yaitu peredaran darah berlangsung dari jantung menuju paru-paru, kemudian kembali lagi ke jantung. Darah yang menuju paru-paru mengandung karbon dioksida, sedangkan darah yang kembali ke jantung mengandung banyak oksigen.
- b. Peredaran darah besar**, yaitu peredaran darah berlangsung dari jantung menuju ke seluruh tubuh dan kembali lagi ke jantung.

Dengan memahami proses peredaran darah tersebut, dapat disimpulkan bahwa kerja bilik jantung (ventrikel) lebih berat daripada bagian serambi jantung (atrium). Oleh karena itu, dinding jantung pada bagian bilik (ventrikel) lebih tebal daripada bagian serambi (atrium) karena kerja bilik (ventrikel) lebih berat yaitu memompa darah ke seluruh tubuh.

BAB 4. SISTEM PERSARAFAN

A. PENGERTIAN SISTEM PERSARAFAN

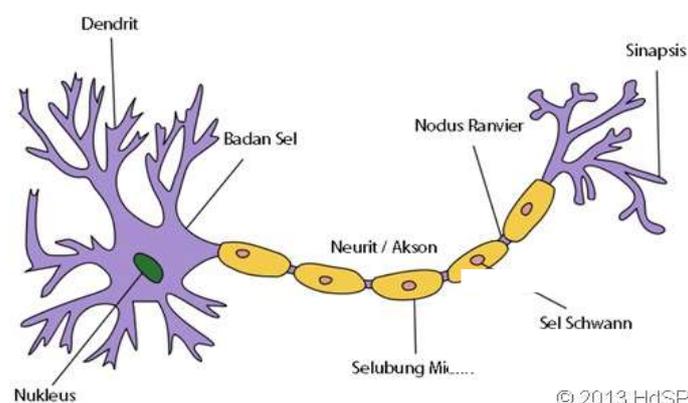
Sistem saraf adalah system koordinasi (pengaturan tubuh) berupa penghantar animpuls saraf ke susunan saraf pusat, pemrosesan impuls saraf dan perintah untuk memberi tanggapan rangsangan. Sistem saraf merupakan suatu system yang rumit dan teratur dan tersusun atas unit-unit disebut neuron. Sistem saraf mempunyai tiga fungsi utama, yaitu menerima informasi dalam bentuk rangsangan atau stimulus, memproses informasi yang diterima, serta memberi tanggapan (respon) terhadap rangsangan.

B. STRUKTUR SARAF

Sistem saraf pada manusia terdiri dari sel saraf yang biasa disebut dengan neuron dan sel gilia. Neuron berfungsi sebagai alat untuk menghantarkan impuls (rangsangan) dari panca indra menuju otak dan kemudian hasil tanggapan dari otak akan dikirim menuju otot. Sedangkan sel gilia berfungsi sebagai pemberi nutrisi pada neuron.

1. Sel Saraf (Neuron)

Unit terkecil penyusun sistem saraf adalah sel saraf(neuron). Selsaraf adalah sebuah sel yang berfungsi untuk menghantarkan impuls (rangsangan). Setiap satu sel saraf (neuron) terdiri atas tiga bagian utama yang berupa badan sel saraf, dendrit, dan akson. Berikut adalah gambar dan bagian-bagian struktur sel saraf (neuron) beserta penjelasannya:



Gambar 14 : Struktur Sel Neuron

- a. *Dendrit* adalah serabut sel saraf pendek dan bercabang-cabang. Dendrit merupakan perluasan dari badan sel. Dendrit berfungsi untuk menerima dan mengantarkan rangsangan ke badan sel.

- b. *Badan Sel* adalah *bagian* yang paling besar dari sel saraf. Badan sel berfungsi untuk menerima rangsangan dari dendrit dan meneruskannya ke akson. Badan sel saraf mengandung inti sel dan sitoplasma.
- c. *Nukleus* adalah inti sel saraf *yang* berfungsi sebagai pengatur kegiatan sel saraf (neuron).
- d. *Neurit (Akson)* adalah *tonjolan* sitoplasma yang panjang (lebih panjang dari pada dendrit), berfungsi untuk menyalurkan impuls saraf meninggalkan badan sel saraf ke neuron atau jaringan lainnya. Jumlah akson biasanya hanya satu pada setiap neuron.
- e. *Selubung Mielin* adalah sebuah selaput yang banyak mengandung lemak yang berfungsi untuk melindungi akson dari kerusakan. Selubung mielin bersegmen-segmen. Lekukan di antara dua segmen disebut nodus ranvier.
- f. *Sel Schwann* adalah jaringan yang membantu menyediakan makanan untuk neurit (akson) dan membantu regenerasi neurit (akson).
- g. *Nodus ranvier* berfungsi untuk mempercepat transmisi impuls saraf. Adanya nodus ranvier tersebut memungkinkan saraf meloncat dari satu nodus ke nodus yang lain, sehingga impuls lebih cepat sampai pada tujuan.
- h. *Sinapsis* adalah pertemuan antara ujung neurit (akson) di sel saraf satu dan ujung dendrit di sel saraf lainnya. Pada setiap sinapsis terdapat celah sinapsis. Pada bagian ujung akson terdapat kantong yang disebut bulbus akson. Kantong tersebut berisi zat kimia yang disebut neurotransmitter.

Sel-sel saraf (neuron) bergabung membentuk jaringan saraf. Ujung dendrite dan ujung akson lah yang menghubungkan sel saraf satu dan sel saraf lainnya. Menurut fungsinya, ada tiga jenis sel saraf yaitu:

- a. Sel saraf sensorik adalah sel saraf yang mempunyai fungsi menerima rangsang yang datang kepada tubuh atau panca indra, menjadi impuls saraf, dan meneruskannya ke otak.
- b. Sel saraf motorik adalah sel saraf yang mempunyai fungsi untuk membawa impuls saraf dari pusat saraf (otak) dan sumsum tulang belakang menuju otot. Sel saraf ini mempunyai dendrit yang pendek dan akson yang panjang.
- c. Sel saraf penghubung (asosiasi) adalah sel saraf yang banyak terdapat di dalam otak dan sumsum tulang belakang. Neuron (sel saraf) tersebut berfungsi untuk menghubungkan atau meneruskan impuls (rangsangan) dari sel saraf sensorik ke sel saraf motorik.

2. Sel Glial

Sel Glial berfungsi diantaranya untuk member nutrisi pada sel saraf. Macam-macam neuroglia diantaranya adalah astrosit, oligodendrosit, mikroglia, dan makroglia.

C. PEMBAGIAN SISTEM SARAF

Pusat saraf berfungsi memegang kendali dan pengaturan terhadap jaringan saraf hingga ke sel saraf. Sistem saraf dapat dibagi menjadi bagian-bagian sebagai berikut:

1. Sistem Saraf Pusat (SSP)
2. Sistem saraf tepi yang menghubungkan sistem saraf pusat dengan organ dan otot tubuh.
3. Sistem Saraf Autonom

1. Sistem Saraf Pusat (SSP)

Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang (medula spinalis). Otak terletak di dalam tulang tengkorak, sedangkan sumsum tulang belakang terletak di dalam ruas-ruas tulang belakang.

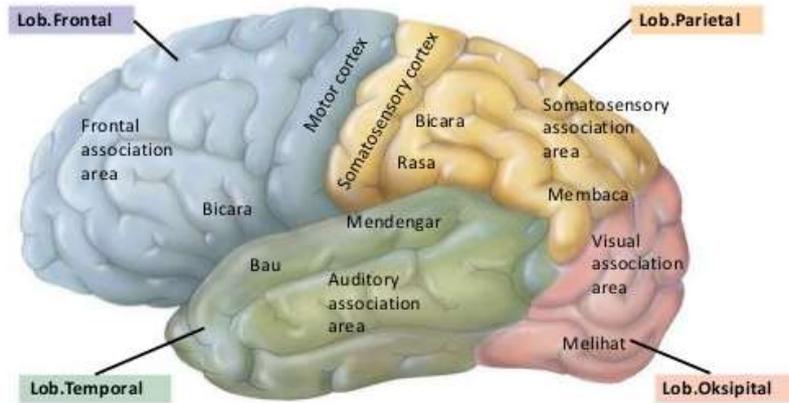
a. Otak

Pada manusia otak dibagi atas bagian otak besar, otak kecil dan sumsum lanjutan (medula oblongata). Otak tersusun atas tiga lapisan membran meningen dari luar ke dalam yaitu dura mater, arachnoid dan piamater.

1) Otak besar

Otak besar atau serebrum merupakan bagian terbesar dari otak manusia. Otak besar terdiri dari dua belahan, yaitu belahan kiri dan kanan. Belahan kiri mengatur dan melayani tubuh bagian kanan. Sebaliknya, belahan kanan mengatur dan melayani tubuh bagian kiri. Fungsi otak besar antara lain :

- a) Pusat kesadaran, berfikir dan kemauan kita
- b) Pusat ingatan (memori)
- c) Pengendalian kesadaran kita, misalnya untuk bergerak, mendengar, dan bereaksi.



Gambar 15 : Pembagian lobus pada otak besar (cerebrum)

2) Otak kecil

Otak kecil terdiri atas 2 belahan, yaitu belahan kanan dan belahan kiri. Fungsi otak kecil yaitu untuk mengatur keseimbangan tubuh dan mengkoordinasikan otot-otot sebagai alat gerak. Benturan pada otak kecil dapat mengganggu keseimbangan seseorang. Jika otak kecil terpukul, keseimbangan seseorang akan terganggu.

3) Sumsum lanjutan (medula oblongata)

Sumsum lanjutan atau sumsum penghubung merupakan penghubung antara otak kecil dengan sumsum tulang belakang. Fungsi sumsum lanjutan adalah mengatur denyut jantung, kecepatan Pernafasan, suhu tubuh, tekanan darah dan kegiatan tubuh lain yang tidak disadari

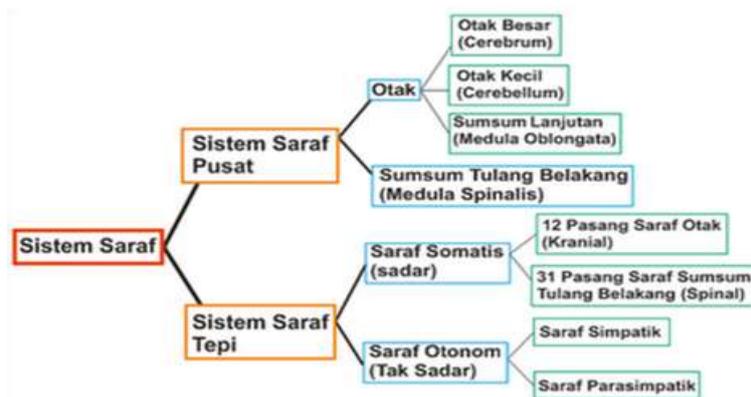
b. Sumsum tulang belakang

Sumsum tulang belakang terletak didalam rongga ruas-ruas tulang belakang. Sumsum tulang belakang memanjang mulai dari ruas tulang leher sampai dengan tulang pinggang yang kedua. Fungsi sumsum tulang belakang adalah sebagai berikut :

- 1) Menghubungkan sistem saraf tepi ke otak
- 2) Memberi alternatif jalan terpendek pada gerak refleks
- 3) Pusat refleks sumsum tulang belakang

2. Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi merupakan saraf penghubung antara sistem saraf pusat dengan organ-organ tubuh. Sistem saraf tepi dibagi menjadi saraf sensorik (aferen) dan motorik (eferen). Alur saraf motorik (eferen) dibagi menjadi sistem saraf sadar (somatik) dan sistem saraf tak sadar (autonom). Sistem saraf tak sadar terbagi menjadi sistem saraf simpatetik dan parasimpatetik.



Gambar 16 : Skema Pembagian Sistem Saraf

3. Sistem Saraf Autonom

Sistem saraf autonom mengontrol kegiatan organ-organ dalam, misalnya kelenjar keringat, otot perut, paru-paru, jantung, sistem pencernaan, dan otot polos pembuluh darah. Berdasarkan sifat kerjanya, sistem saraf autonom dibedakan menjadi sistem saraf parasimpatik dan sistem saraf simpatik. Kedua saraf tersebut bersifat antagonis. Jika saraf simpatik menyebabkan kontraksi pada suatu efektor, sedangkan saraf parasimpatik menyebabkan relaksasi pada efektor tersebut.

D. MEKANISME PENGHANTARAN IMPULS

Impuls dapat dihantarkan melalui beberapa cara, yaitu melalui sel saraf dan sinapsis.

1. Penghantaran impuls melalui sel saraf

Penghantaran impuls baik yang berupa rangsangan ataupun tanggapan melalui serabut saraf (akson) dapat terjadi karena adanya perbedaan potensial listrik antara bagian luar dan bagian dalam sel.

2. Penghantaran impuls melalui sinapsis

Titik temu antara terminal akson salah satu neuron dengan neuron lain dinamakan sinapsis. Setiap terminal akson membengkak membentuk tonjolan sinapsis yang didalam berisi neurotransmitter berupa asetilkolin yang dilepaskan keluar. Penempelan asetilkolin pada reseptor menimbulkan impuls pada sel saraf berikutnya.

E. MEKANISME TERJADINYA GERAK

Gerak merupakan pola koordinasi yang sangat sederhana untuk menjelaskan penghantar impuls oleh saraf. Gerak pada umumnya dibagi menjadi gerak disadari dan gerak tanpa disadari yaitu gerak refleks.

1. Gerak disadari

Impuls padagerakan disadari melalui jalan panjang, yaitu dari reseptor, ke saraf sensori, dibawa ke otak untuk selanjutnya diolah oleh otak, kemudian hasil olahan oleh otak, berupa tanggapan, dibawa oleh saraf motor sebagai perintah yang harus dilaksanakan oleh efektor.

2. Gerak tanpa disadari (refleks)

Gerak refleks berjalan sangat cepat dan tanggapan terjadi secara otomatis terhadap rangsangan, tanpa memerlukan control dari otak. Contoh gerak refleks misalnya berkedip, bersin, atau batuk. Pada gerak refleks, impuls melalui jalan pendek atau jalan pintas, yaitu dimulai dari reseptor penerima rangsang, kemudian diteruskan oleh saraf sensori ke pusat saraf, diterima oleh set saraf penghubung (asosiasi) tanpa diolah di dalam otak langsung dikirim tanggapan ke saraf motor untuk disampaikan ke efektor, yaitu otot atau kelenjar. Jalan pintas ini disebut lengkung refleks.

BAB 5. SISTEM PERNAFASAN

A. PENGERTIAN SISTEM PERNAFASAN

Sistem respirasi pada manusia adalah proses penggunaan oksigen di dalam sel untuk menghasilkan energi dan pada akhir proses ini, dihasilkan limbah berupa gas karbondioksida. Bernapas adalah proses memasukkan dan mengeluarkan udara dari paru-paru.

B. FUNGSI PERNAFASAN

Pernafasan mempunyai berbagai fungsi dan manfaat ,yaitu :

1. Mengambil O₂ (oksigen) yang kemudian dibawa oleh darah keseluruh tubuh.
2. Mengeluarkan CO₂ (karbondioksida) yang terjadi sebagai sisa pembakaran, kemudian dibawa oleh darah keparu-paru untuk dibuang (karena tidak berguna).
3. Menghangatkan dan melembabkan udara.

C. STRUKTUR SISTEM PERNAFASAN

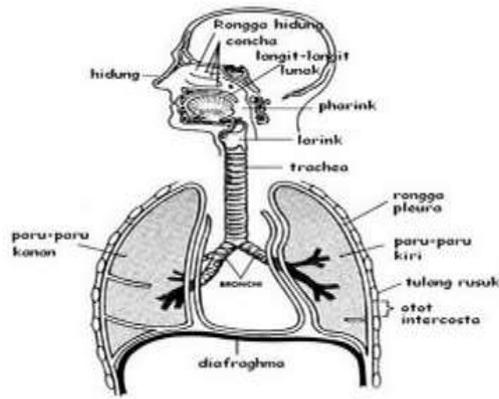
1. Hidung

Hidung merupakan saluran udara yang pertama, mempunyai 2 lubang (*kavumnasi*), dipisahkan oleh sekat hidung (*septum nasi*). Didalamnya terdapat bulu-bulu yang berguna untuk menyaring udara, debu, dan kotoran-kotoran yang masuk kedalam lubang hidung.

2. Faring (Tekak)

Merupakan persimpangan antara jalan pernafasan dan jalan makanan yang bermula dari dasar tengkorak dan berakhir di belakang laring di ruas vertebra servik alenam dengan bentuk seperti corong. Faring dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

- a. Nasofaring (faring di belakang hidung)
- b. Orofaring (faring di belakang mulut)
- c. Laringofaring (faring di belakang laring)



Gambar 17 : Struktur saluran pernafasan

3. Laring

Laring merupakan suatu alat bersaluran yang terletak di bawah faring dan di atas trakea serta memiliki 2 fungsi. Fungsi pertama berkaitan dengan peredaran udara untuk pernafasan dan fungsi kedua adalah untuk mengeluarkan suara.

4. Trakea

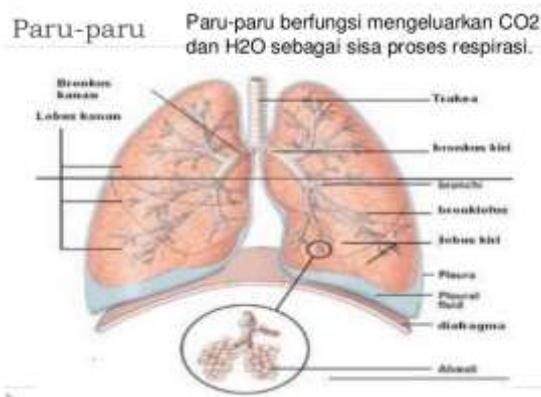
Trakea merupakan suatu saluran dengan panjang 11,5 cm pada orang dewasa. Struktur ini tersusun atas tulang rawan berbentuk huruf C.

5. Bronkius dan Bronkiolus

Merupakan lanjutan dari trakea, kira-kira di depan vertebra torakalis keempat, trakea terbagi dua dan bercabang membentuk bronkus kanan dan kiri. Setiap bronkus masuk kedalam paru-paru dan terbagi menjadi bronkuslobus (atas, tengah atau bawah).Bronkuslobusini bercabang-cabang lagi membentuk ranting kecil yang bernama bronkiolus. Ujung bronkiolus berakhir sebagai saluran alveolus.

6. Paru-paru

Manusia memiliki dua paru-paru yang terdapat di dalam rongga toraks dan dilindungi oleh tulang rusuk dan ototinterkostalis. Paru-paru kanan memiliki tiga lobus (atas, tengah dan bawah), dan paru-paru kiri memiliki dua lobus (atas dan bawah).



Gambar 18 : Proses Respirasi pada paru-paru

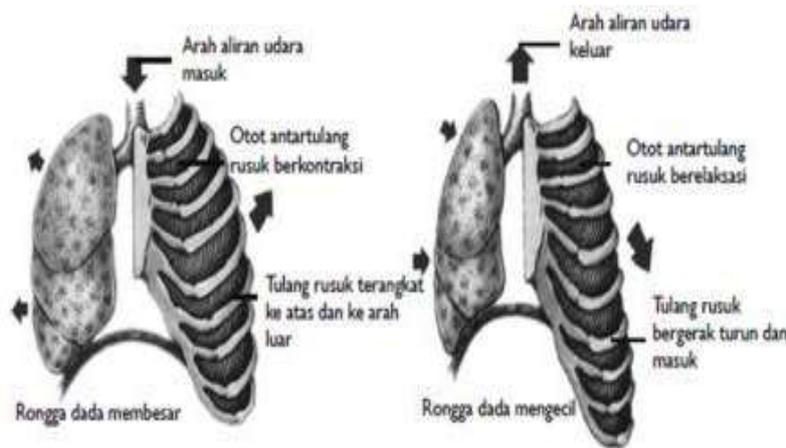
D. MEKANISME PERNAFASAN

Gerakan bernafas dibagi menjadi dua, yaitu menarik nafas (inspirasi) dan menghembuskan nafas (ekspirasi). Ada dua faktor yang mengendalikan pernafasan yaitu pengendalian oleh saraf yang pusatnya di medulla oblongata, dan pengendalian secara kimia, yang sangat peka (sensitif) terhadap perubahan kadar karbondioksida (CO₂).

E. JENISPERNAFASAN

1. Pernafasan Dada

Pernafasan dada terjadi karena otot antar tulang rusuk berkontraksi sehingga rusuk terangkat dan akibatnya volume rongga dada membesar. Hal ini membuat tekanan dalam rongga dada mengecil dan paru-paru mengembang, sehingga tekanan udara di luar lebih besar daripada di dalam paru-paru, akibatnya udara masuk.

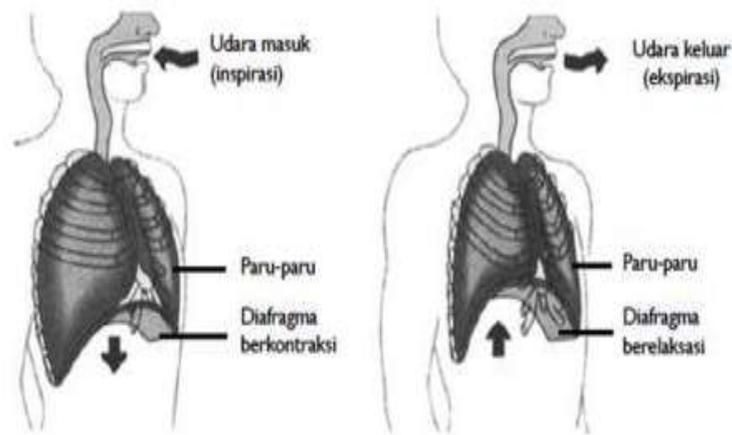


Gambar 19 : Mekanisme pernafasan dada

Sebaliknya, saat otot antar tulang rusuk berelaksasi, tulang rusuk turun. Akibatnya, volume rongga dada mengecil sehingga tekanan di dalamnya pun naik. Pada keadaan ini paru-paru mengempis sehingga udara keluar.

2. Pernafasan Perut

Pernafasan ini terjadi karena gerakan diafragma. Jika otot diafragma berkontraksi, rongga dada akan membesar dan paru-paru mengembang. Akibatnya, udara akan masuk kedalam paru-paru. Saat otot diafragma relaksasi, diafragma kembali ke keadaan semula. Saat itu, rongga dada akan menyempit, mendorong paru-paru sehingga mengempis. Selanjutnya, udara dari paru-paru akan keluar.



Gambar 20 :Mekanisme pernafasan perut

F. FISILOGI PERNAFASAN

1. Pernafasan Eksterna

Pernafasan eksterna terjadi di paru-paru. Oksigen (O_2) yang terdapat di udara dibawa ke darah dan karbondioksida (CO_2) serta uap air dibuang keluar. Udara yang sampai ke alveolus kaya akan O_2 dan terjadi pertukaran gas secara difusi, dimana O_2 dari alveolus masuk ke dalam darah dan berikatan dengan hemoglobin dari sel darah merah. Adapun CO_2 dan uap air keluar dari darah, dan masuk ke alveolus, lalu dilepaskan keluar.

2. Pernafasan Interna

Pernafasan interna terjadi di semua jaringan tubuh. Oksigen (O_2) yang terdapat di dalam darah digunakan untuk metabolisme jaringan, sedangkan CO_2 dan uap air yang dihasilkan oleh jaringan tersebut dikeluarkan ke dalam darah.

BAB 6. SISTEM INTEGUMEN

A. PENGERTIAN SISTEM INTEGUMEN

Kulit menutupi tubuh dengan sempurna dan merupakan lanjutan dari membrane yang melapisi orifisium tubuh. Kulit melindungi struktur yang beradah dibawahnya dari cedera dan serangan mikroba. Kulit mengadung ujung saraf sensoris (somatic) nyeri, suhu, dan sentuhan. Selain itu kulit terlibat dalam regulasi suhu tubuh.

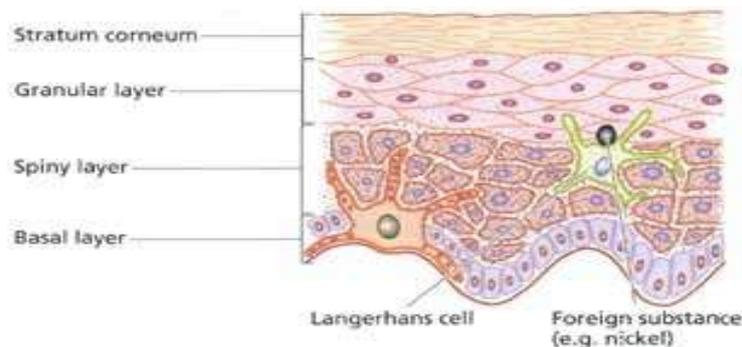
Kulit merupakan organ terbesar ditubuh dan memiliki area permukaan sekitar 1,5-2 m² pada orang dewasa berat sekitar 16 % dari berat badan seseorang. Daerah yang paling tebal (66 mm) pada telapak tangan dan telapak kaki dan paling tipis (0,5) mm pada daerah penis serta mengandung kelenjar, rambut, dan kuku. Terdapat dua lapisan utama, yaitu epidermis dan dermis. Antara kulit dan struktur yang mendasari terdapat lapisan lemak subkutan.

B. LAPISAN KULIT DAN BAGIAN-BAGIAN PELENGKAPNYA

1. Epidermis

Epidermis merupakan lapisan kulit yang paling superficial dan terdiri atas *epithelium skuamosa berkeratin da berlapis*, yang memiliki ketebalan bervariasi di setiap bagian tubuh. Kulit yang paling tebal adalah telapak tangan dan kaki. Tidak ada pembuluh darah atau ujung saraf pada epidermis, tetapi lapisan yang lebih dalam terendam di dalam cairan interstisial dari dermis, yang memberikan oksigen dan nutrient, serta dialiri limfe.

Terdapat beberapa lapisan sel di epidermis yang memanjang dari lapisan germinatif hingga permukaan *stratum korneum* (lapisan tanduk yang tebal). Sel-sel pada permukaan datar merupakan sel tipis, tidak berinti, sel mati, atau *skuames*, dimana stoplasma digantikan oleh protein serat yakni keratin. Sel-sel ini secara konstan mengalami gesekan dan mengalami perubahan bertahap saat sel ini berkembang menuju permukaan.



Gambar 21 : Lapisan Kulit

Pergantian totalepidermis berlangsung sekitar sebulan. Pemeliharaan epidermis yang sehat bergantung pada tiga proses sebagai berikut:

- a. Deskuamasi (peluruhan) sel berkeratin dari permukaan
- b. Keratinisasi sel yang efektif mendekati permukaan
- c. Pembelaan sel yang terus menerus dilapisan lebih dalam dengan sel baru yang terbentuk yang terdorong ke permukaan.

Rambut, sekresi dari kelenjer sebace, dan duktus kelenjer keringat harus melalui epidermis untuk mencapai permukaan.

2. Dermis

Dermis bersifat elastic dan keras. Dermis disusun oleh jaringan ikat dan matriks mengandung serat kolagen yang bertautan dengan serat elastic. Rupture serat elastic terjadi saat kulit terlalu meregang, menyebabkan *striae* yang permanen atau *stretch mark* (tanda sisa regangan). Tanda ini dapat ditemukan pada orang hamil dan obesitas. Serat kolagen mengikat air dan menyebabkan kulit memiliki daya tentang, tetapi kemampuan ini menurun seiring usia, keriput terjadi. Fibroblast, sel mast, dan makrofag merupakan sel utama yang ditemukan di dermis. Lapisan terdalam yang mendasari, terdapat jaringan ikatan longgar dan beragam jumlah jaringan adipose (lemak). Struktur di dalam dermis meliputi:

- a. Pembuluh darah;
- b. Pembuluh limfe;
- c. Ujung saraf sensoris (somatik);
- d. Kelenjar keringat dan duktusnya;
- e. Rambut, otot pili arektor, dan kelenjar sebacea;

3. Pembuluh Darah

Arterior membentuk suatu jaringan halus disertai cabang kapiler yang memperdarahi kelenjar keringat, kelenjar sebacea, folikel rambut, dan dermis. Epidermis tidak memiliki pembuluh darah. Epidermis mendapat nutrient dan oksigen dari cairan interstisial yang berasal dari pembuluh darah yang ada di papilla dermis.

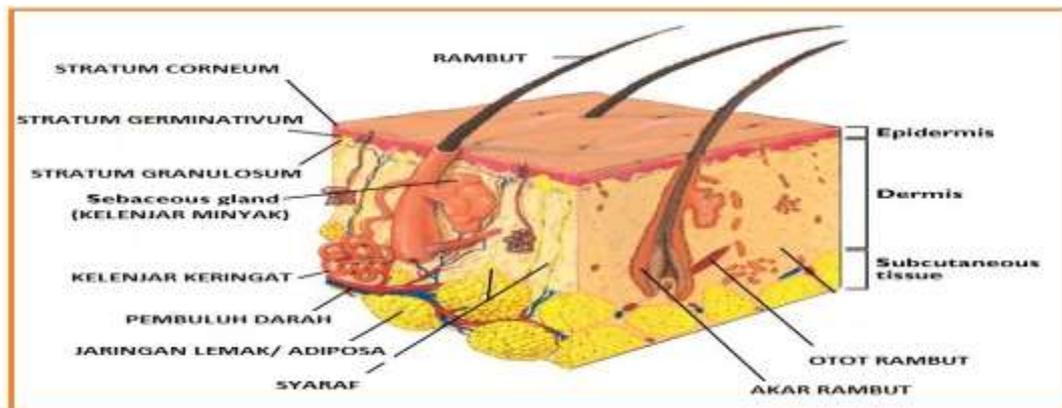
4. Pembuluh Limfe

Pembuluh limfe membentuk jaringan di dermis.

5. Ujung Saraf Sensoris

Reseptor sensoris (ujung saraf khusus) yang peka terhadap sentuhan, suhu, tekanan, dan nyeri tersebar luas di dermis. Stimulus yang datang mengaktifkan jenis reseptor sensoris yang berbeda (Gambar 9.2, kotak 9.1). Kulit merupakan organ sensoris yang penting di mana individu menerima informasi mengenai lingkungan mereka. Impuls saraf yang dibangkitkan di reseptor sensoris di dermis, dihantarkan ke medulla

spinalis oleh saraf sensoris (kutaneus somatik), kemudian ke area sensoris di serebrum di mana sensasi di persepsikan.



Gambar 22 : Struktur sistem integumen

6. Kelenjar Keringat

Kelenjar keringat tersebar luas dikulit dan paling banyak berada ditelapak tangan, telapak kaki, aksila, dan lipat paha. Kelenjar ini terdiri atas sel epithelium. Badan kelenjar terletak tergelung di jaringan subkutan. Sebagian duktus (saluran) keringat terhubung dengan permukaan kulit di cekungan atau pori-pori kecil dan duktus lainnya terhubung dengan folikel rambut. Kelenjar yang terhubung dengan folikel rambut tidak menjadi aktif hingga saat pubertas. Di aksila, kelenjar ini menyekresikan cairan menyerupai susu yang tidak berbau, namun jika terpapar dengan mikroba yang membusukkannya akan menyebabkan bau yang tidak sedap. kelenjar keringat distimulasi oleh saraf simpatik dalam berespons terhadap peningkatan suhu tubuh atau saat individu dalam keadaan takut.

Fungsi keringat yang paling penting disekresikan oleh kelenjar yang terhubung dengan permukaan kulit adalah mengatur suhu tubuh. Evaporasi keringat pada permukaan tubuh mengambil panas dari inti tubuh dan jumlah keringat yang dihasilkan diatur oleh pusat pengatur suhu di hipotalamus. Keringat berlebihan dapat menyebabkan dehidrasi dan deplesi (kehilangan) natrium klorida yang serius kecuali asupan air dan garam ditingkatkan secara tepat. Setelah 7-10 hari terpapar suhu lingkungan yang tinggi, jumlah garam yang hilang sangat menurun tetapi air yang hilang tetap tinggi.

7. Rambut

Rambut dibentuk oleh pertumbuhan kebawah sel epidermis atau jaringan subkutan, yang disebut *folikel rambut*. Di dasar folikel, terdapat kumpulan sel yang disebut *bulbus*. Rambut terbentukoleh pembelahan sel bulbus dan saat sel ini terdorong

keatas , menjauh dari sumber nutrisi mereka, sel akan mati dan menjadi berkeratin. Bagian rambut di atas kulit adalah *akar*.

Warna rambut ditentukan secara genetic dan bergantung pada jumlah melanin yang ada. Rambut putih merupakan akibat penggantian melanin oleh gelombang udara tipis.

8. Pili Arektor

Pili arektor merupakan berkas kecil serat otot polos yang melekat pada folikel rambut. Kontraksi membuat rambut berdiri tegak dan kulit disekitar rambut terangkat, menyebabkan ' bulu kuduk berdiri'. Otot distimulus oleh serat saraf simpatik saat berespons terhadap ketakutan dan dingin. Rambut yang berdiri menjerat udara yang bekerja sebagai lapisan insulator (penyekat/isolator). Mekanisme ini merupakan mekanisme pemanasan yang efisien jika disertai menggigil, yakni kontraksi involunter otot rangka.

9. Kelenjar Sebacea

Kelenjar ini terdiri atas sel epithelium sekretorik yang berasal dari jaringan yang sama dengan folikel rambut. Kelenjar sebacea hanya menyekresikan substansi minyak (*sebum*) ke folikel rambut dan berada di seluruh kulit tubuh kecuali telapak tangan dan kaki.kelenjar ini paling banyak terdapat dikulit kepala, wajah, aksila, dan lipat paha. Di area transisi dari satu jenis epithelium superficial ke jenis epithelium lainnya, seperti bibir, kelopak mata, putting susu, labia minora, dan glans penis, terdapat kelenjar sebacea yang bebas dari folikel rambut sehingga menyekresikan sebum secara langsung ke atas permukaan kulit.

Sebum menjaga rambut lembut dan halus serta membuat rambut tampak berkilau. Di kulit, sebum membuat kulit anti-air dan bekerja sebagai agen bakterisida dan fingsida untuk mencegah infeksi. Sebum juga mencegah kulit kering dan pecah-pecah,khususnya saat terpapar panas dan cahaya matahari. Aktivitas kelenjar ini meningkat saat pubertas dan menurun saat lansia.

10. Kuku

Kuku manusia sama dengan cakar, tanduk, dan kuku pada hewan. Kuku berasal dari sel yang sama seperti epidermis dan rambut serta terdiri atas lempengan keratin bertanduk yang keras. Kuku melindungi ujung jari tangan dan kaki.

Akar kuku yang melekat pada kulit, dilapisi oleh *kutikula* dan membentuk area pucat hemisfer yang di sebut *lunula*.

Lempeng kuku merupakan bagian yang terpapar yang tumbuh dari area germinatif epidermis yang disebut *dasar kuku*.

Kuku jari tangan tumbuh lebih cepat dari pada kuku jari kaki saat suhu lingkungan tinggi.

C. FUNGSI KULIT

1. Proteksi

Kulit membentuk lapisan anti-air, yang disusun terutama oleh epithelium berkeratin, yang melindungi struktur yang lebih dalam dan lebih lunak. Sebagai mekanisme pertahanan non-spesifik, kuku bekerja sebagai barier terhadap incasi mikroba; zat kimia; agen (misalnya trauma ringan dan cahaya ultraviolet; serta dehidrasi).

Epidermis terdiri atas selimun khusus yang disebut sel Langerhans. Sel ini memfagosit antigen yang masuk dan beredar ke jaringan limfoid, dengan demikian menstimulasi respons imun.

Karena adanya ujung saraf sensoris di kulit, tubuh bereaksi dengan refleks terhadap stimulus nyeri yang tidak menyenangkan dan melindungi tubuh dari cedera yang lebih lanjut.

Pigmen melanin melakukan beberapa proteksi terhadap sinar ultraviolet dari cahaya matahari yang berbahaya.

2. Regulasi Suhu Tubuh

Suhu tubuh tetap konstan sekita 36,8°C diberbagai rentang suhu lingkungan. Dalam keadaan sehat, variasi suhu tubuh biasanya berkisar antara 0,5-0,75°C, walaupun biasanya sedikit meningkat di sore hari, saat latihan fisik, dan pada perempuan tepat setelah ovulasi. Saat laju metabolisme meningkat, suhu tubuh meningkat, dan konstan, keseimbangan dipertahankan di antara panas yang di hasilkan tubuh dan panas yang hilang pada lingkungan.

3. Produksi Panas

Sebagian energi dilepaskan dalam sel saat aktivitas metabolik dalam bentuk panas dan organ yang paling aktif menghasilkan panas yang paling tinggi. Organ penting yang terlibat adalah sebagai berikut :

- a. *Otot* –kontraksi otot rangka menghasilkan jumlah panas yang besar dan semakin berat otot dilatih, semakin besar panas yang diproduksi. Menggigil juga melibatkan kontraksi otot rangka dan produksi panas saat terdapat resiko penurunan suhu tubuh dibawah normal.
- b. *Hati* mengalami metabolisme yang sangat aktif, panas dihasilkan sebagai produk samping. Laju metabolisme dan produksi panas meningkat setelah makan.

- c. *Organ pencernaan* menghasilkan panas saat melakukan gerakan peristaltik dan saat reaksi kimia terlibat dalam pencernaan.

4. Pengeluaran Panas

Sebagian besar panas yang hilang dari tubuh terjadi pada kulit. Sebagian kecil panas hilang di udara, urine, dan feses yang dikeluarkan. Hanya panas yang hilang dari tubuh yang dapat diatur; tidak ada pengendalian panas yang hilang di kulit oleh rute lain.

Panas yang hilang melalui kulit dipengaruhi oleh perbedaan antara suhu tubuh dan lingkungan, jumlah permukaan tubuh yang terpapar udara, dan jenis pakaian yang dikenakan. Udara merupakan konduktor panas yang buruk dan saat lapisan udara terperangkap pada pakaian serta antara kulit dan pakaian, pakaian bekerja sebagai isolator yang efektif terhadap hilangnya panas yang berlebihan. Oleh karena itu, beberapa lapis pakaian tebal. Keseimbangan dipertahankan antara produksi panas dan panas yang hilang.

5. Mekanisme hilangnya panas

Kehilangan panas tubuh dapat terjadi melalui beberapa mekanisme yaitu evaporasi, radiasi, konduksi, dan konveksi. Pada evaporasi (penguapan), tubuh didinginkan saat air dalam tubuh diuapkan di dalam keringat.

Pada *radiasi*, bagian tubuh yang terpapar menyebarkan panas sehingga panas hilang dari tubuh. Pada *konduksi*, pakaian dan objek lain yang bersentuhan dengan kulit melepaskan panas. Pada *konduksi*, udara melalui bagian tubuh yang terpapar dipanaskan dan ditingkatkan, udara yang dingin menggantikan panas ini. Panas juga hilang dari pakaian oleh konveksi.

6. Pengendalian Suhu Tubuh

a. Kontrol saraf

Pusat pengaturan suhu hipotalamus berespons terhadap suhu darah yang beredar. Pusat ini mengendalikan suhu tubuh melalui stimulasi saraf otonom kelenjar keringat saat suhu tubuh meningkat.

Pusat vasomotor di medulla oblongata mengendalikan diameter arteri kecil dan arteri sehingga sejumlah darah dapat bersirkulasi di kapiler pada dermis. Pusat vasomotor dipengaruhi oleh suhu pembuluh darah yang memperdarahi dan oleh impuls saraf dari hipotalamus. Saat suhu tubuh meningkat, kapiler kulit berdilatasi dan darah tambahan di dekat permukaan meningkatkan panas yang hilang melalui radiasi, konduksi, dan konveksi. Kulit terasa hangat dan berwarna merah muda. Saat suhu tubuh turun, arteriol berkonstriksi, menyimpan panas dan kulit menjadi lebih putih dan terasa dingin.

b. Aktifitas kelenjar keringat

Saat suhu tubuh meningkat sekitar 0,25-0,5°C, kelenjar keringat distimulasi untuk menyekresi keringat, di bawa ke permukaan melalui duktus keringat. Saat tetes keringat dapat dilihat diatas kulit,laju produksi keringat melebihi laju evaporasi. Hal ini cenderung terjadi saat udara lembap dan suhu lingkungan tinggi.

Kehilangan panas tubuh karena evaporasi air yang tidak disadari melalui kulit dan udara yang diekspirasi bahkan dapat terjadi saat suhu lingkungan rendah. Hal ini disebut *insensible water loss* (pengeluaran air yang tidak disadari, sekitar 500 ml) dan dibarengi dengan kehilangan panas (*beat loss*).

c. Efek vasodilatasi dan vasokonstriksi

Jumlah panas yang hilang dari kulit bergantung pada banyaknya jumlah darah dipembuluh dermis. Saat produksi panas meningkat, arteriol semakin berdilatasi dan semakin banyak darah masuk ke jaringan kapiler di kulit. Selain jumlah keringat yang meningkat, suhu kulit juga meningkat dan terdapat peningkatan jumlah panas yang hilang akibat radiasi, konduksi, dan konveksi.

Jika suhu lingkungan rendah atau jika produksi panas berkurang, vasokonstriksi distimulasi oleh saraf simpatik. Hal ini menyebabkan penurunan aliran darah didekat permukaan tubuh yang bertujuan menyimpan panas.

d. Demam

Demam sering kali disebabkan oleh infeksi dan pelepasan zat kimia (pirogen) dari jaringan yang rusak dan sel yang terlibat dalam inflamasi. Pirogen bekerja pada hipotalamus, bertujuan melepaskan prostaglandin yang mengatur ulang thermostat hipotalamus pada suhu tubuh yang lebih tinggi. Tubuh berespons dengan mengaktifkan mekanisme peningkat panas,missal menggigil dan vasokonstriksi hingga tercapai suhu tubuh yang lebih tinggi. Saat thermostat diatur ulang ke suhu normal, mekanisme hilangnya panas diaktifkan. Terjadi pengeluaran keringat yang banyak dan vasodilatasi disertai kulit yang terasa hangat, dan berwarna merah muda (*flushed*) hingga suhu tubuh turun kembali ke rentang normal.

e. Hipotermia

Hipotermia terjadi saat suhu inti,missal suhu rectum, kutang dari 35°C. pada suhu inti yang kurang dari 32°C, mekanisme kompensasi untuk mengembalikan suhu tubuh menjadi normal biasanya gagal, missal menggigil digantikan oleh rigiditas/kekakuan dank ram otot, vasokonstriksi gagal terjadi, tekanan darah, denyut nadi, dan frekuensi napas juga menurun. Selain itu, konfusi mental dan disorientasi juga dapat terjadi. Kematian biasanya terjadi saat suhu tubuh kurang

dari 25°C. individu pada usia yang ekstrem (bayi dan lansia) cenderung mengalami hipotermia.

7. Pembentukan Vitamin D

Substansi berbau dasar lipid dikulit adalah *7-Dehidrokolestrol* dan sinar ultraviolet dari matahari mengubahnya menjadi vitamin D. substansi ini beredar di darah dan digunakan bersama kalsium dan fosfat, dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang.

8. Sensasi Kulit

Reseptor sensori terdiri atas ujung saraf dilapisan dermis yang peka terhadap sentuhan tekanan, suhu, atau nyeri. Stimulasi membangkitkan impuls saraf disaraf sensoris yang dihantarkan ke korteks serebri. Sebagian area yang memiliki reseptor sensoris lebih banyak daripada area lainnya menyebabkan area tersebut sensitif (peka), misal pada bibir dan ujung jari.

9. Absorpsi

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

- a. Beberapa obat, pada *koyok* transdermal, misal terapi sulih hormone (*hormone replacement therapy*) saat menopause, nikotin sebagai bantuan untuk berhenti merokok;
- b. Beberapa zat kimia toksik, misal merkuri.

10. Ekskresi

Kulit merupakan organ ekskresi minor bagi sebagian zat, meliputi:

- a. Natrium klorida dalam keringat. Keringat berlebihan dapat menyebabkan kadar natrium darah yang rendah (hiponatremia).
- b. Ure, khususnya saat fungsi ginjal terganggu.
- c. Substansi aromatic, misal bawang putih dan rempah-rempah lainnya.

11. Pemulihan Luka

a. Kondisi yang Diperlukan untuk Penyembuhan Luka

- 1) **Faktor sistemik** Faktor ini meliputi status nutrisi dan kesehatan umum yang baik. Infeksi, gangguan imunitas, misal diabetes mellitus dan kanker dapat mengurangi kecepatan penyembuhan luka.
- 2) **Faktor lokal.** Faktor lokal yang membantu penyembuhan luka meliputi suplai darah yang baik untuk memberikan oksigen dan nutrisi serta mengeluarkan produk sisa juga bebas dari kontaminasi, misal benda asing atau zat kimia toksik.

b. Penyembuhan Primer

Metode penyembuhan ini terjadi setelah perusakan jaringan saat tepi luka yang rusak tertutup rapat. Terdapat beberapa tahap yang tumpang tindih dalam proses perbaikan.

1) Inflamasi

Permukaan yang terpotong menjadi terinflamasi dan bekuan darah serta debris sel mengisi celah diantara permukaan tersebut dalam beberapa jam. Fagosit dan fibroblast berpindah ke bekuan darah:

- a) Fagosit mulai untuk membuang bekuan dan aktivitas sel debris dalam menstimulasi fibroblast.
- b) Fibroblast menyekresikan serat-serat kolagen yang nantinya akan memulai untuk mengikat atau menyatukan kembali permukaan.

2) Proliferasi

Sel epithelium berproleferasi di sepanjang luka melalui bekuan darah. Epidermis menyatu dan tumbuh ke atas hingga lapisan kulit kembali utuh. Bekuan diatas jaringan yang baru menjadi keropeng (kering) dan terpisah setelah 3-10 hari. Jaringan granulasi, terdiri atas kuncup kapiler yang baru, fagosit dan fibroblast, membentuk mengelilingi bekuan, serta memulihkan suplai darah keluka. Fibroblast terus menyekresi serat kolagen hingga bekuan dan bakteri disingkirkan melalui fagositosis.

3) Maturasi

Jaringan granulasi diganti oleh jaringan perut fibrosa. Penyusunan ulang serat kolagen terjadi dan kekuatan luka meningkat. Pada saat pembuluh darah jaringan perut menjadi sedikit, muncul setelah beberapa bulan sebagai garis halus. Pembentukan lorong terjadi saat jahitan diangkat dan sembuh dengan proses yang sama.

c. Penyembuhan Sekunder

Metode penyembuhan ini terjadi setelah perusakan sejumlah besar jaringan atau saat tepi luka tidak dapat menutup rapat, missal ulserasi varises dan ulkus dekubitus. Tahap penyembuhan sekunder sama dengan penyembuhan primer dan waktu yang dibutuhkan untuk penyembuhan bergantung pada penyingkiran penyebab luka yang efektif serta pada ukuran luka.

1) Inflamasi

Inflamasi terjadi pada permukaan jaringan yang sehat dan pemisahan jaringan nekrotik (pengelupasan luka) dimulai, hal initerutama karena kerja fagosit pada eksudat inflamasi.

2) Proliferasi.

Proliferasi dimulai sebagai jaringan granulasi, terdiri atas kuncup kapiler, fagosit, dan fibroblast, serta terbentuk diatas rongga. Jaringan granulasi tumbuh menuju permukaan, mungkin distimulasi oleh makrofag. Fagosit didalam suplai darah yang banyak berguna untuk mencegah infeksi luka dengan menelan bakteri setelah terpisah dari sel nekrotik. Sebagian fibroblast pada luka memiliki kemampuan yang terbatas untuk berkontraksi, mengurangi ukuran luka, dan mempersingkat waktu penyembuhan. Saat jaringan granulasi mencapai dermis, sel spitelium di bagian tepi akan berproliferasi dan tumbuh menuju pusat.

3) Maturasi

Maturasi terjadi akibat fibrosis, yakni jaringan parut menggantikan jaringan granulasi, biasanya setelah beberapa bulan hingga lapisan kulit kembali utuh. Jaringan parut tampak berkilau dan tidak mengandung kelenjar keringat, folikel rambut, atau kelenjar sebaceous.

BAB 7. SISTEM PENCERNAAN

A. PENGERTIAN SISTEM PENCERNAAN

Sistem Organ Pencernaan adalah sistem organ yang berfungsi menerima, mencerna makanan untuk dijadikan energi dan nutrien, serta mengeluarkan sisa proses dengan bantuan enzim dan zat cair yang terbentang mulai dari mulut (oris) sampai dengan anus.

Pada dasarnya sistem pencernaan makanan yang terbentang dari mulut sampai anus dalam manusia di bagi menjadi menjadi tiga bagian :

1. Proses penghancuran makanan yang terjadi dalam mulut sampai lambung
2. Proses penyerapan sari-sari makanan yang terjadi didalam usus
3. Proses pengeluaran sisa-sisa makanan melalui anus

Aktivasi sistem pencernaan dapat dikelompokkan menjadi lima yaitu :

1. Ingesti, yaitu proses memasukkan makanan kedalam saluran cerna (misalnya, makan dan minum)
2. Propulsi yaitu proses mencerna makanan dan memindahkan sari makanan kedalam saluran cerna
3. Digesti (mencerna) yaitu proses penghancuran makanan secara mekanik (misalnya mengunyah) dan pencernaan makanan secara kimia dan enzim
4. Absorpsi yaitu proses penyerapan makana yang dicerna kedalam dinding organ saluran cerna
5. Eliminasi (defekasi) yaitu proses pengeluaran substansi makanan yang tidak dapat dicerna dan diabsorpsi di saluran cerna dalam bentuk feses.

B. SUSUNAN SISTEM PENCERNAAN

Susunan organ sistem pencernaan terdiri dari ; 1) *Saluran cerna/ gastrointestinal (GI)* yang dimulai dari oris (mulut); faring (tekak), esofagus (kerongkongan), ventrikulus (lambung), instetinum minor (usus halus) yang terjadi menjadi; duodenum (usus 12 jari), ileum (usus penyerapan), jejunum; instetinum mayor (usus besar) yang terbagi menjadi kolon asendens (usus besar yang naik), kolon transversum (usus besar mendatar), kolon desendens (usus besar turun), kolon sigmoid, rektum, dan anus (dubur). 2) *Kelenjar aksesoris*, merupakan kelenjar yang melapisi organ yang menghasilkan getah cerna meliputi kelenjar ludah, kelenjar getah lambung, kelenjar hati, kelenjar pankreas, dan kelenjar hati.

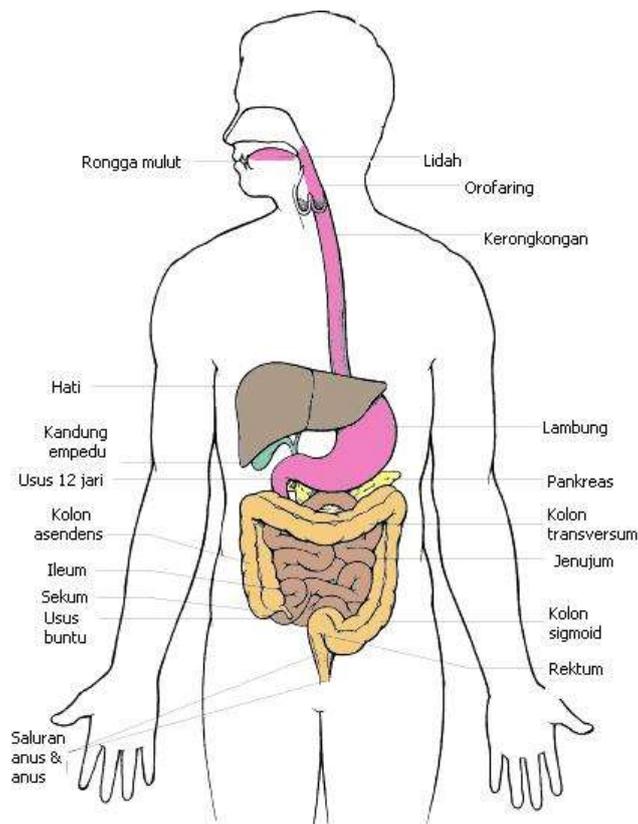
Saluran pencernaan makanan menerima makanan dari luar dan mempersiapkan bahan makanan untuk diserap oleh tubuh melalui proses mengunyah, menelan dan menyerap zat cair yang terdapat mulai dari mulut sampai anus. Setiap sel dalam tubuh memerlukan adanya suplai makanan yang terus menerus untuk dapat bertahan hidup.

Makanan tersebut akan memberikan energi membangun jaringan baru, mengganti jaringan yang rusak dan untuk pertumbuhan.

C. FUNGSI SISTEM PENCERNAAN

Fungsi utama sistem pencernaan adalah :

1. Menyediakan zat nutrisi yang sudah dicerna serta berkesinambungan, untuk didistribusikan ke dalam sel melalui sirkulasi dengan unsur-unsur (air, elektrolit, dan zat gizi). Sebelum zat ini diperoleh tubuh, zat makanan harus berjalan/bergerak sepanjang saluran pencernaan. Makanan yang kita makan harus diubah dahulu menjadi benda cair agar dapat diserap (diabsorpsi) dan mengalami perubahan kimiawi dan fisis dalam pencernaan. Zat makanan merupakan sumber energi dari sel yang dapat membentuk ATP (Adenosin triposat) untuk melaksanakan berbagai kegiatan tubuh. Proses pembakaran akan menghasilkan panas yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu tubuh, energi untuk bekerja dan bergerak.
2. Pembuangan sisa/sampah sejumlah kecil dari metabolisme akan diekskresikan melalui saluran akhir sistem pencernaan dalam bentuk tinja, disamping itu juga melalui paru dan ginjal dalam bentuk karbondioksida (CO_2) dan urine.



Gambar 23 : Sistem Organ Pencernaan

D. STRUKTUR SISTEM PENCERNAAN

1. MULUT

Mulut (oris) merupakan organ yang pertama dari gastrointestinal yang meluas dari bibir sampai ke isthmus fausium yaitu perbatasan antara mulut dengan faring. Rongga mulut dilapisi membran mukosa yang terdiri atas epitelium skuamosa berlapis yang berisi sedikit kelenjar penyekresi mukus. Bagian mulut diantara gusi dan pipi adalah vestibula dan sisinya rongga mulut. Palatum membentuk langit-langit mulut dan terdiri atas palatum durum (langit-langit keras) di bagian anterior dan palatum molle (langit-langit lunak) di bagian posterior. Uvula (anak lidah) adalah lipatan otot melengkung yang ditutupi oleh membran mukosa dan berada tergantung ujung bebas palatum molle.



Gambar 24 : Rongga Mulut

Didalam rongga mulut terdapat :

- a. Gigi, ada 2 macam; gigi sulung yang tumbuh pada umur 6-7 bulan, lengkap pada umur 2,5 tahun yang berjumlah 20 buah; Gigi tetap yang tumbuh pada umur 6-18 tahun dengan jumlah 32 buah. Fungsi gigi adalah mengunyah makanan, pemecahan partikel besar menjadi partikel kecil yang dapat ditelan tanpa menimbulkan tersedak. Proses ini merupakan proses mekanik pertama yang dialami makanan pada waktu melalui saluran pencernaan dengan tujuan menghancurkan makanan, melicinkan dan membasahi makanan kering dengan saliva serta mengaduk makanan sampai rata.
- b. Lidah. Lidah terdiri dari otot serat lintang dan dilapisi oleh selaput lendir, kerja otot lidah ini dapat digerakkan keseluruhan arah. Lidah dibagi atas 3 bagian yaitu *radiks lingua* (pangkal lidah), *dorsum lingua* (punggung lidah), *apex lingua* (ujung lidah). Pangkal lidah yang belakang terdapat epiglottis yang berfungsi untuk menutup jalan

nafas pada waktu kita menelan makanan, supaya makanan jangan masuk ke jalan nafas. Punggung lidah terdapat puting-puting pengecap atau ujung syaraf pengecap untuk menentukan rasa makanan (manis, asin, asam dan pahit, dll). Ujung lidah membantu membalikkan makanan, proses bicara, meredakan makanan yang dimakan, dan membantu proses menelan.

2. FARING/ Tekak

Merupakan organ yang meghubungkan rongga mulut dengan kerongkongan (esofagus), didalam lengkungan faring terdapat tonsil (amandel) yaitu kumpulan kelenjar limfe yang banyak mengandung limfosit dan merukan pertahanan terhadap infeksi, menyaring, dan mematikan bakteri/mikroorganisme yang masuk melalui jalan pencernaan dan pernafasan. Faring melanjutkan diri ke esofagus untuk pencernaan makanan.

Faring terdiri dari atas tiga bagian :

- a. Nasofaring (Parsnasalis) : menghubungkan tekak dengan ruang gendang telinga
- b. Orofaring (Parsoralis) : menghubungkan rongga mlut dengan faring.
- c. Laringofarings (parslaringis) : menghubungkan laring dengan faring.

3. ESOFAGUS/ KERONGKONGAN

Merupakan saluran yang menghubungkan tekak dengan lambung. Panjangnya sekitar 25 cm dengan diamentor 2 cm. Esofagus terletak di belakang trakea dan didepan tulang punggung setelah melalui toraks menembus dinding diafragma masuk kedalam abdomen menyambung dengan lambung.

Lapisan dinding esofagus dari dalam keluar :

- a. Lapisan selaput lendir
- b. Lapisan sub mukosa
- c. Lapisan otot melingkar (M. Sirkuler)
- d. Lapisan otot memanjang (M. Longitudinal)

Fungsi Mulut, Faring dan Esofagus

- a. Membentuk Bolus

Saat makanan masuk ke mulut, akan dikunyah (mastikasi) oleh gigi dan diaduk-aduk oleh lidah dan otot pipi. Makanan yang dicampur dengan saliva dan berubah menjadi massa lunak atau bolus yang siap ditelan. Lama waktu makanan yang tersisa bergantung pada konsistensi makanan. Sebagian makanan harus dikunyah lebih lama dari pada makanan yang lain sebelum individu merasa bahwabolus siap untuk ditelan.

- b. Menelan (deglutisi)

Fase menelan terjadi setelah mastikasi sempurna dan terbentuk bolus. Proses tersebut memiliki tiga tahap :

- 1) Setelah makanan dikunyah, mulut tertutup, lalu otot volunter lidah dan pipi mendorong bolus kebelakang menuju faring.
- 2) Otot faring distimulasi oleh kerja refleks yang dimulai di dinding orofaring dan terkoordinasi di medula dan pons bagian bawah di batang otak. Kontraksi involunter otot ini mendorong bolus kebawah menuju esofagus. Semua saluran yang dapat di lalui bolus akan ditutup. *Pallatum molle* terangkat dan menutup *nassofaring*; lidah dan lipatan faring menghambat aliran balik ke mulut; kemudian laring terangkat dan condong kedepan sehingga *pntu* laring tertutup oleh epiglottis yang melebar dan tergantung sehingga mencegah bolus masuk ke jalan nafas (*Trakea*).
- 3) Adanya bolus di faring menstimulasi gerakan peristaltis yang mendorong bolus melalui esofagus menuju ke lambung.

4. LAMBUNG/ GASTER

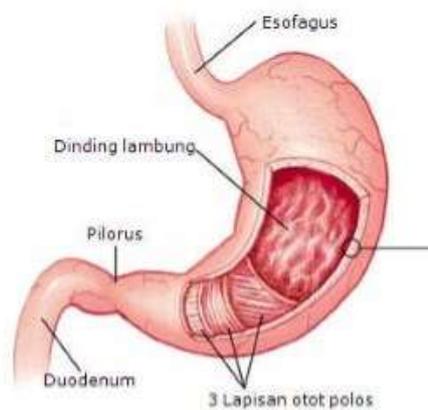
Merupakan bagian dari saluran yang dapat mengembang paling banyak terutama di daerah epigaster. Lambung terdiri dari bagian atas fundus uteri berhubungan dengan esofagus melalui orifisium pilorik, terletak dibawah diafragma di depan pankreas dan limpa, menempel disebalah kiri fundus uteri. Lambung merupakan bagian saluran cerna yang berbentuk huruf "J" melebar. Variasi dari bentuk lambung sesuai dengan jumlah makanan yang masuk, adanya gelombang peristaltik tekanan organ lain, dan postur tubuh.

a. Fungsi lambung :

- 1) Fungsi penampung makanan yang masuk melalui esofagus, menghancurkan makanan dan menghaluskan makanan dengan gerakan peristaltik lambung dan getah bening.
- 2) Mekanis : menyimpan, mencampur dengan sekret lambung dan mengeluarkan kimus kedalam usus. Pendorongan makanan terjadi secara gerakan peristaltik setiap 20 detik.
- 3) Kimiawi : bolus dalam lambung akan dicampur dengan asam lambung dan enzim-enzim bergantung jenis makanan enzim yang dihasilkan antara lain:
 - a) Pepsin : memecah putih telur menjadi asam amino (*albumin* dan *pepton*) agar dapat diabsorpsi di *instetinum minor*
 - b) Asam garam (*HCL*) : mengasamkan makanan sebagai antiseptik dan desinfektan yang masuk kedalam makanan. Disamping itu mengubah pepsinogen menjadi pepsin dalam suasana asam.

- c) Renin : sebagai ragi yang membekukan susu, membentuk kasein dan kaseinogen dari protein
 - d) Lapisan lambung : memecah lemak menjadi asam lemak untuk merangsang sekresi getah lambung.
- 4) Fungsi bakterisid oleh asam lambung
 - 5) Membantu proses pembentukan eritrosit : lambung menghasilkan zat faktor intrinsik bersama dengan faktor ekstrinsik dari makanan, membentuk zat yang disebut anti-anemik yang berguna untuk pertukaran eritrosit yang disimpan dalam hati.
- b. Bagian lambung terdiri dari :
- 1) Fundus ventrikuli, bagian yang menonjol ke atas terletak sebelah kiri ostium kardiak dan biasanya penuh dengan gas
 - 2) Korpus ventrikuli, setinggi ostium kardiak, suatu lekukan pada bagian bawah kurvatura minor
 - 3) Antrum pilorus, bagian lambung berbentuk tabung mempunyai otot yang tebal membentuk sfingter pilorus
 - 4) Kurvatur minor, terdapat sebelah kanan lambung terbentang dari ostium kardiak sampai ke pilorus
 - 5) Kurvatur mayor, lebih panjang dari kurvatur minor terbentang dari sisi kiri ostium kardiak melalui fundus ventrikuli menuju ke kanan sampai ke pilorus inferior. Ligamentum gastro lienalis terbentang dari bagian atas kurvatura mayor sampai ke limpa.
 - 6) Ostium kardiak, merupakan tempat dimana esofagus bagian abdomen masuk ke lambung. Pada bagian ini terdapat orifisium pilorik.
- c. Sekresi Getah Lambung
- Sekresi getah lambung mulai terjadi pada awal proses makan. Ketika melihat, mencium dan merasakan makanan, sekresi lambung akan terangsang karena pengaruh syaraf sehingga menimbulkan rangsangan kimiawi yang menyebabkan dinding lambung melepaskan hormon yang disebut sekresi getah lambung.
- d. Cara Kerja Lambung
- Makanan yang telah dikunyah di dalam mulut kemudian ditelan dan dialirkan melalui kerongkongan sebelum akhirnya sampai di lambung. Ketika makanan tersebut sampai di lambung maka akan berlangsung proses pencernaan kimiawi. Di dalam lambung terdapat tiga lapisan otot yang bentuknya berbeda-beda yaitu melingkar, menyerong, serta memanjang. Ketika ketiga otot tersebut

berkontraksi, maka akan terjadi gerakan peristaltik yang akan membantu proses pemecahan makanan ke dalam ukuran yang lebih kecil. Ketika otot lambung berkontraksi, maka makanan yang ada di dalam lambung akan teraduk dan bercampur dengan getah lambung yang dikeluarkan dari dinding lambung. Getah lambung tersebut tersusun atas air, enzim pepsin, enzim renin, dan enzim lipase. Getah lambung ini bersifat sangat asam sehingga mampu mengubah makanan tadi menjadi lunak seperti bubur. Kemudian makanan yang sudah halus dan dicerna tersebut dikeluarkan sedikit demi sedikit oleh pilorus menuju usus halus. Setelah menjalani proses tersebut maka lambung akan menjadi kosong kembali dan baru akan bekerja lagi ketika ada makanan baru yang masuk.



Gambar 25 : Lambung

5. USUS HALUS/Instestinum Minor

Usus halus menyambung dengan lambung di spingter pilorus dan mengarah ke usus besar di katup ileosekal. Panjangnya lebih dari 5 meter dan berada di rongga abdomen yang di kelilingi oleh usus besar. Panjang usus halus kira-kira 6 meter merupakan saluran pencernaan yang paling panjang dari proses pencernaan dan absorpsi pencernaan. Bentuk dan susunannya berupa lipatan-lipatan melingkar. Makanan dalam instetinum minor dapat masuk karena adanya gerakan dan memberikan permukaan yang lebih halus.

a. Bagian dari usus halus

1) Duodenum/usus 12 jari

Memiliki panjang lebih kurang 25 cm berbentuk sepatu kuda melengkung ke kiri pada lengkungan ini terdapat pankreas dan bagian kanan terdapat selaput lendir yang membukit disebut papila valeri. Papila valeri ini bermuara disaluran empedu (duktus koledokus) dan saluran pankreas (duktus wirsungi/duktus pankreatikus). Empedu dibuat dihati untuk dikeluarkan ke duodenum melalui

duktus koledokus yang fungsinya mengemulsikan lemak, dengan bantuan lipase. Pankreas menghasilkan amilase yang berfungsi mencerna hidrat arang menjadi disakarida dan tripsin, yang berfungsi mencerna protein menjadi asam amino atau albumin dan polipeptida. Dinding duodenum mempunyai lapisan mukosa yang banyak mengandung kelenjar disebut kelenjar brunner berfungsi memproduksi getah intestinum.

2) Jejunum/ usus kosong

Merupakan bagian tengah usus halus dan panjangnya sekitar 2 cm. Didalam usus kosong, terdapat dinding usus yang menghasilkan kelenjar liberkuhn yang dapat mengeluarkan getah usus. Nah makanan yang sudah masuk kedalam usus 12 jari dan usus kosong selanjutnya akan masuk kedalam usus ileum. Tapi sebelum itu, makanan yang dicerna harus dalam bentuk paling halus yaitu dengan mengubah protein menjadi asam amino, karbohidrat menjadi monosakarida dan lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

3) Ileum atau bagian terminal

Memiliki panjang 3 cm dan ujungnya berada di katup ileosekal. Pada Usus penyerapan ini pencernaan makanan sudah sedikit terjadi bahkan tidak terjadi sama sekali karena pada bagian ini makanan sudah mulai diserap oleh tubuh setelah melalui beberapa proses sebelumnya sehingga sedikit sekali penyerapan yang terjadi pada bagian ini. Sebelum itu, makanan yang masuk kedalam usus penyerapan telah diubah menjadi bentuk paling halus. Pada ileum atau usus penyerapan terdiri dari 4 lapisan, antara lain yaitu:

a) Lapisan Luar

Pada lapisan luar ini terdapat membran-membran serosa yang fungsinya untuk membalut usus dengan erat.

b) Lapisan Otot

Pada lapisan ini terdapat berbagai macam otot. Dibagi menjadi 2 lapisan serabut yaitu lapisan luar terdiri dari serabut longitudinal, dan lapisan dalam yang terdiri dari serabut sirkuler. Diantara kedua lapisan serabut itu terdapat pembuluh darah dan pembuluh limfa.

c) Lapisan Sub Mukosa

Pada lapisan ini terdapat otot sirkuler dan lapisan terdalam merupakan perbatasannya. Pada dinding sel mukosa terdiri dari atas jaringan areolar yang berisi banyak pembuluh darah, saluran limfa, dan fleksus yang disebut fleksus meissner.

d) Lapisan Mukosa

Pada lapisan mukosa biasanya dindingnya itu tersusun berupa kerutan tetap berupa jala yang memberi kesan seperti anyaman halus. Lapisan yang berupa kerutan tersebut biasanya akan menambah luasnya permukaan sekresi dan penyerapan. Pada lapisan mukosa juga terdapat **villi** yang memiliki tonjolan-tonjolan yang disebut **mikrovilus**. Biasanya setiap villi terdiri dari \pm 5000 mikrovilli.

b. Dari beberapa uraian diatas kita bisa mengambil kesimpulan bahwa usus halus memiliki beberapa fungsinya yang sangat penting, antara lain yaitu:

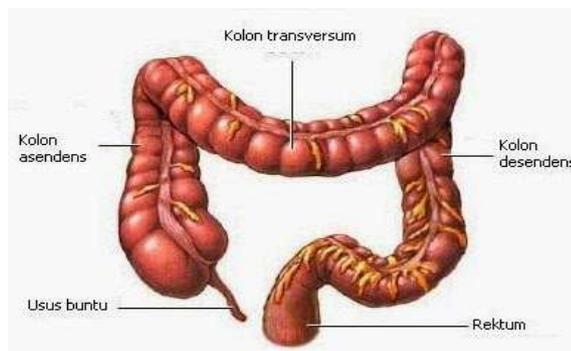
- 1) Menjalankan Fungsi sekresi yaitu dengan mengeluarkan hormon-hormon dan enzim untuk membantu proses pencernaan.
- 2) Menjalankan fungsi pergerakan yaitu gerakan segmentasi dan gerakan peristaltik.
- 3) Digesti adalah proses pemecahan zat-zat makanan sehingga bisa diserap oleh saluran pencernaan.

6. USUS BESAR (KOLON), REKTUM, DAN SALURAN ANUS

Usus besar atau kolon memiliki panjang 13 meter, yang memanjang dari sekum di fossa iliaka kanan hingga rektum dan saluran anus dan pelvis. Usus besar membentuk lengkungan disekitar usus halus yang tergelung. Usus besar terdiri dari :

- a. Kolon asendens (kanan)
- b. Kolon transversum
- c. Kolon desendens (kiri)
- d. Kolon sigmoid (berhubungan dengan rektum)

Banyaknya bakteri yang terdapat di dalam usus besar berfungsi mencerna beberapa bahan dan membantu penyerapan zat-zat gizi. Bakteri di dalam usus besar juga berfungsi membuat zat-zat penting, seperti vitamin K. Bakteri ini penting untuk fungsi normal dari usus. Beberapa penyakit serta antibiotik bisa menyebabkan gangguan pada bakteri-bakteri didalam usus besar. Akibatnya terjadi iritasi yang bisa menyebabkan dikeluarkannya lendir dan air, dan terjadilah diare.



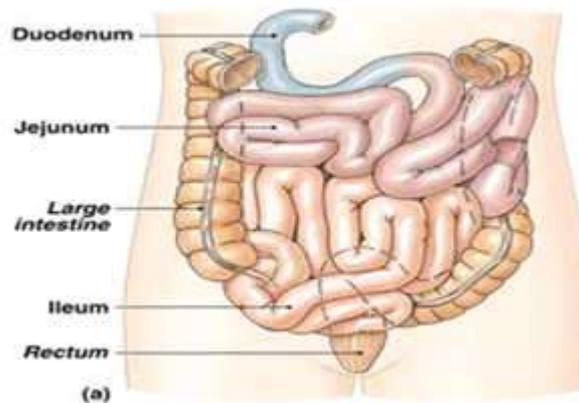
Gambar 26 : Anatomi Usus Besar

Fungsi usus besar terdiri dari :

- a. Menyerap air dari makanan
- b. Tempat tinggal bakteri koli
- c. Tempat feses

7. USUSBUNTU

Usus buntu atau sekum (Bahasa Latin: caecus, “buta”) dalam istilah anatomi adalah suatu kantung yang terhubung pada usus penyerapan serta bagian kolon menanjak dari usus besar. Organ ini ditemukan pada mamalia, burung, dan beberapa jenis reptil. Sebagian besar herbivora memiliki sekum yang besar, sedangkan karnivora eksklusif memiliki sekum yang kecil, yang sebagian atau seluruhnya digantikan oleh umbai cacing.



Gambar 27 : Anatomi Usus

8. UMBAI CACING (APPENDIX)

Umbai cacing atau apendiks adalah organ tambahan pada usus buntu. Infeksi pada organ ini disebut *apendisitis* atau radang umbai cacing. Apendisitis yang parah dapat menyebabkan 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) adalah hujung buntu tabung yang menyambung dengan caecum.

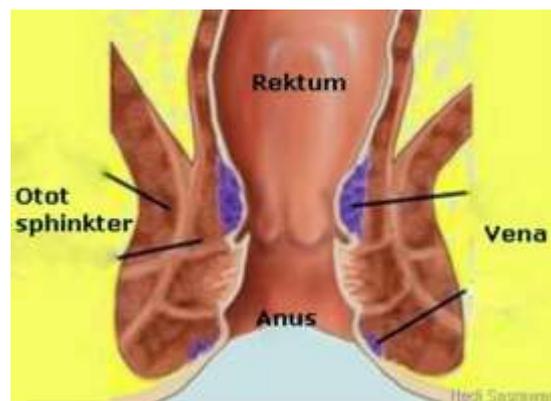
Umbai cacing terbentuk dari caecum pada tahap embrio. Dalam orang dewasa, Umbai cacing berukuran sekitar 10 cm tetapi bisa bervariasi dari 2 sampai 20 cm. Walaupun lokasi apendiks selalu tetap, lokasi ujung umbai cacing bisa berbeda – bisa di retrocaecal atau di pinggang (pelvis) yang jelas tetap terletak di peritoneum.

Banyak orang percaya umbai cacing tidak berguna dan organ vestigial (sisihan), sebagian yang lain percaya bahwa apendiks mempunyai fungsi dalam sistem limfatik. Operasi membuang umbai cacing dikenal sebagai *appendektomi*.

9. REKTUM DAN ANUS

Rektum (Bahasa Latin: *regere*, “meluruskan, mengatur”) adalah sebuah ruangan yang berawal dari ujung usus besar (setelah kolon sigmoid) dan berakhir di anus. Organ ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara feses. Biasanya rektum ini 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 (BAB). Mengembangnya dinding rektum karena penumpukan material di dalam rektum akan memicu sistem saraf yang menimbulkan keinginan untuk melakukan defekasi. Jika defekasi tidak terjadi, sering kali material akan dikembalikan ke usus besar, di mana penyerapan air akan kembali dilakukan. Jika defekasi tidak terjadi untuk periode yang lama, konstipasi dan pengerasan feses akan terjadi.

Orang dewasa dan anak yang lebih tua bisa menahan keinginan ini, tetapi bayi dan anak yang lebih muda mengalami kekurangan dalam pengendalian otot yang penting untuk menunda BAB. Anus merupakan lubang di ujung saluran pencernaan, dimana bahan limbah keluar dari tubuh. Sebagian anus terbentuk dari permukaan tubuh (kulit) dan sebagian lainnya dari usus. Pembukaan dan penutupan anus diatur oleh otot sphinkter. Feses dibuang dari tubuh melalui proses defekasi (buang air besar – BAB), yang merupakan fungsi utama anus.



Gambar 27 : Anatomi Usus

E. ORGAN TAMBAHAN PADA SISTEM PENCERNAAN

Pada sistem pencernaan, selain organ-organ yang telah dijelaskan sebelumnya terdapat organ lain yang membantu pencernaan. Organ ini disebut organ pembantu pencernaan yang terdiri dari :

1. Kelenjar Ludah

Ludah (saliva) dihasilkan oleh tiga pasang kelenjar ludah yang mengalirkan cairannya ke dalam mulut berupa cairan jernih dan bersifat basa. Kelenjar ludah dibagi menjadi :

a. Kelenjar parotis

Kelenjar parotis terletak di depan dan di bawah daun telinga, merupakan kelenjar ludah terbesar.

b. Kelenjar submandibularis

Kelenjar submandibularis terletak di bawah sudut mandibular di setiap belahan wajah.

c. Kelenjar sublingualis

Kelenjar sublingual adalah dua kelenjar kecil yang terdapat di bagian depan lantai mulut di belakang dagu.

2. Pankreas

Pankreas terletak di rongga abdomen di bagian epigastrik dan hipokondria kiri di belakang lambung. Fungsi pankreas antara lain :

a. Menghasilkan getah pancreas seperti amilase, lipase, tripsinogen.

b. Menghasilkan hormon insulin.

3. Hati

Hati adalah kelenjar terbesar dalam tubuh yang terletak di bawah otot diafragma dalam rongga abdomen dibagian hipokondria kanan hingga ke kiri. Hati terbagi menjadi dua lobus kanan dan kiri. Fungsi utama hati antara lain :

a. Menghasilkan cairan empedu

b. Menghasilkan bahan-bahan di dalam darah seperti heparin, fibrinogen, albumin, globulin.

c. Menyimpan zat besi dan vitamin

d. Memusnahkan racun atau obat yang terdapat di dalam darah

e. Memetabolisme zat karbohidrat, protein dan lemak

f. Menghasilkan panas.

4. Kandung Empedu

Kandung empedu adalah organ berbentuk buah pir yang dapat menyimpan sekitar 50 ml empedu yang dibutuhkan tubuh untuk proses pencernaan. Organ ini terhubung dengan hati dan usus dua belas jari melalui saluran empedu. Empedu memiliki 2 fungsi penting yaitu:

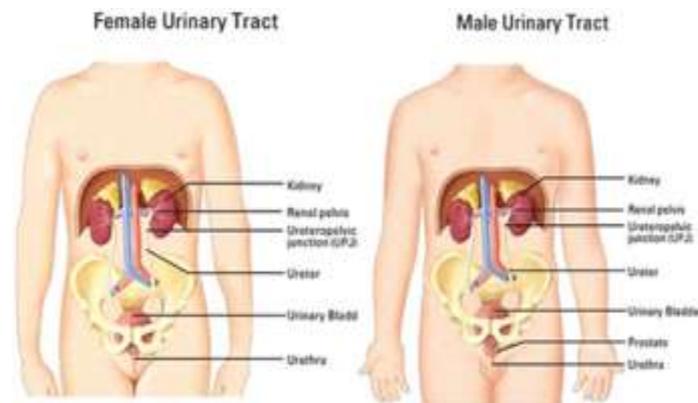
a. Membantu pencernaan dan penyerapan lemak

b. Berperan dalam pembuangan limbah tertentu dari tubuh, terutama haemoglobin (Hb) yang berasal dari penghancuran sel darah merah dan kelebihan kolesterol.

BAB 8. SISTEM PERKEMIHAN

A. PENGERTIAN SISTEM PERKEMIHAN

Sistem urinaria adalah suatu sistem tempat terjadinya proses penyaringan darah sehingga darah bebas dari zat-zat yang tidak dipergunakan oleh tubuh dan menyerap zat-zat yang masih dipergunakan oleh tubuh. Zat-zat yang dipergunakan oleh tubuh larutan dalam air dan dikeluarkan berupa urine (air kemih).



Gambar 27 : Sistem urinaria pada perempuan dan laki-laki

B. STRUKTUR SISTEM PERKEMIHAN

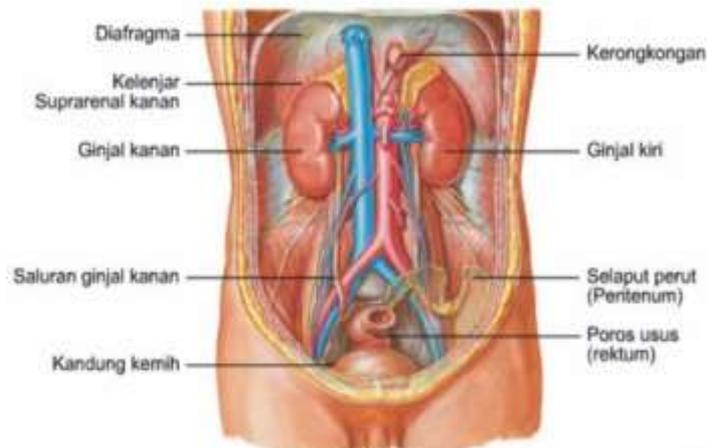
Sistem urinaria terdiri atas:

1. *Ginjal*, yang mengeluarkan sekret urine.
2. *Ureter*, yang menyalurkan urine dari ginjal ke kandung kencing.
3. *Kandung kencing*, yang bekerja sebagai penampung.
4. *Uretra*, yang menyalurkan urine dari kandung kencing.

C. FISILOGIS SISTEM PERKEMIHAN

1. Ginjal

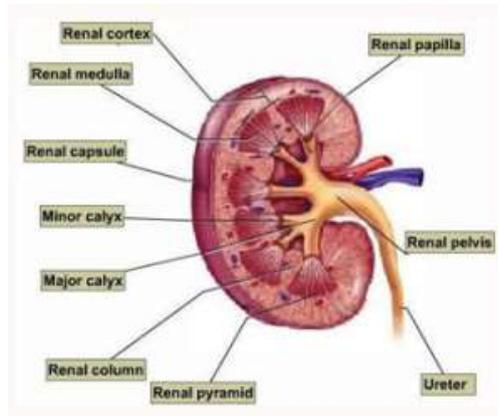
Ginjal adalah suatu kelenjar yang terletak di bagian belakang kavum abdominalis di belakang peritoneum pada kedua sisi vertebra lumbalis III, melekat langsung pada dinding belakang abdomen. Bentuk ginjal seperti biji kacang, jumlahnya ada dua buah kiri dan kanan, ginjal kiri lebih besar dari ginjal kanan dan pada umumnya ginjal laki-laki lebih panjang dari ginjal perempuan.



Gambar 28 : Anatomi Sistem Urinaria

- a. Fungsi ginjal:
 - 1) Memegang peranan penting dalam pengeluaran zat-zat toksis atau racun.
 - 2) Mempertahankan suasana keseimbangan cairan
 - 3) Mempertahankan keseimbangan kadar asam dan basa dari cairan tubuh.
 - 4) Mempertimbangkan keseimbangan garam-garam dan zat-zat lain dalam tubuh.
 - 5) Mengeluarkan sisa-sisa metabolisme hasil akhir dari ureum protein.
- b. Uji fungsi ginjal terdiri dari:
 - 1) Uji protein (albumin). Bila ada kerusakan pada glomerulus atau tubulus, maka protein dapat bocor dan masuk ke urine.
 - 2) Uji konsentrasi ureum darah. Bila ginjal tidak cukup mengeluarkan ureum maka ureum darah naik di atas kadar normal 20-40 mg%.
 - 3) Uji konsentrasi. Pada uji ini dilarang makan dan minum selama 12 jam untuk melihat sampai berapa tinggi berat jenis naiknya.
- c. Struktur ginjal

Setiap ginjal terbungkus oleh selaput tipis yang disebut kapsula renalis yang terdiri dari jaringan fibrus berwarna ungu tua. Lapisan luar terdiri dari lapisan korteks (substansia kortekalis), dan lapisan sebelah dalam bagian medulla (substansia medularis) berbentuk kerucut yang disebut renal piramid. Puncak kerucut tadi menghadap kaliks yang terdiri dari lubang-lubang kecil disebut papilla renalis. Masing-masing piramid dilapisi oleh kolumna renalis, jumlah renalis 15-16 buah.



Gambar 29 : Struktur Ginjal

Garis-garis yang terlihat di piramid disebut tubulus nefron yang merupakan bagian terkecil dari ginjal yang terdiri dari glomerulus, tubulus proksimal (tubulus kontorti satu), ansa henle, tubulus distal (tubulus kontorti dua) dan tubulus urinarius (papilla vateri).

Pada setiap ginjal diperkirakan ada 1.000.000 nefron, selama 24 jam dapat menyaring darah 170 liter. Arteri renalis membawa darah murni dari aorta ke ginjal, lubang-lubang yang terdapat pada piramid renal masing-masing membentuk simpul dari kapiler satu badan malfigi yang disebut glomerulus. Pembuluh aferen yang bercabang membentuk kapiler menjadi vena renalis yang membawa darah dari ginjal ke vena kava inferior.

d. Fisiologi ginjal

Ginjal berfungsi:

- 1) Mengatur volume air (cairan dalam tubuh). Kelebihan air dalam tubuh akan diekskresikan oleh ginjal sebagai urine (kemih) yang encer dalam jumlah besar, kekurangan air (kelebihan keringat) menyebabkan urine yang diekskresi berkurang dan konsentrasinya lebih pekat sehingga susunan dan volume cairan tubuh dapat dipertahankan relatif normal.
- 2) Mengatur keseimbangan osmotik dan mempertahankan keseimbangan ion yang optimal dalam plasma (keseimbangan elektrolit). Bila terjadi pemasukan/pengeluaran yang abnormal ion-ion akibat pemasukan garam yang berlebihan/penyakit perdarahan (diare, muntah) ginjal akan meningkatkan ekskresi ion-ion yang penting (mis. Na, K, Cl, Ca dan posfat).
- 3) Mengatur keseimbangan asam-basa cairan tubuh bergantung pada apa yang dimakan, campuran makanan menghasilkan urine yang bersifat agak asam, pH kurang dari 6 ini disebabkan hasil akhir metabolisme protein. Apabila banyak

makan sayur-sayuran, urine akan bersifat basa. pH urine bervariasi antara 4,8-8,2. Ginjal menyekresi urine sesuai dengan perubahan pH darah.

- 4) Ekskresi sisa hasil metabolisme (ureum, asam urat, kreatinin) zat-zat toksik, obat-obatan, hasil metabolisme hemoglobin dan bahan kimia asing (pestisida).
- 5) Fungsi hormonal dan metabolisme. Ginjal menyekresi hormon renin yang mempunyai peranan penting mengatur tekanan darah (sistem renin-angiotensin-aldesteron) membentuk eritropoiesis mempunyai peranan penting untuk memproses pembentukan sel darah merah (eritropoiesis).
- 6) Di samping itu ginjal juga membentuk hormone dihidroksi kolekalsiferol (vitamin D aktif) yang diperlukan untuk absorpsi ion kalsium di usus.

e. Filtrasi glomerulus

Kapiler glomerulus secara relatif bersifat impermeabel terhadap protein plasma yang lebih besar dan permeabel terhadap air dan larutan yang lebih kecil seperti elektrolit, asam amino, glukosa dan sisa nitrogen. Glomerulus mengalami kenaikan tekanan darah 90 mmHg. Kenaikan ini terjadi karena arteriole aferen yang mengarah ke glomerulus mempunyai diameter yang lebih besar dan memberikan sedikit tahanan dari kapiler yang lain. Darah didorong ke dalam ruangan yang lebih kecil, sehingga darah mendingin air dan partikel yang terlarut dalam plasma masuk ke dalam kapsula Bowman. Tekanan darah terhadap dinding pembuluh ini disebut tekanan hidrostatik (TH). Gerakan masuknya ke dalam kapsula Bowman disebut sebagai filtrasi glomerulus.

Tiga faktor pada proses filtrasi dalam kapsula Bowman menggambarkan integrasi ketiga faktor tersebut yaitu:

- 1) **Tekanan osmotik (TO).** Tekanan yang dikeluarkan oleh air (sebagai pelarut) pada membran semipermeabel sebagai usaha untuk menembus membran semipermeabel ke dalam area yang mengandung lebih banyak molekul yang dapat melewati membran semipermeabel. Pori-pori dalam kapiler glomerulus membuat membran semipermeabel memungkinkan untuk melewati yang lebih kecil dari air tetapi mencegah molekul yang lebih besar misalnya protein dan plasma.
- 2) **Tekanan hidrostatik (TH).** Sekitar 15 mmHg dihasilkan oleh adanya filtrasi dalam kapsula dan berlawanan dengan tekanan hidrostatik darah. Filtrasi juga mengeluarkan tekanan osmotik 1-3 mmHg yang berlawanan dengan osmotik darah.

- 3) **Perbedaan tekanan osmotik plasma** dengan cairan dalam kapsula bowman mencerminkan perbedaan konsentrasi protein, perbedaan ini menimbulkan pori-pori kapiler mencegah protein plasma untuk difiltrasi.

Tekanan hidrostatik plasma dan tekanan osmotik filtrat kapsula bowman bekerja sama untuk meningkatkan gerakan air dan molekul permeabel, molekul permeabel kecil dari plasma masuk ke dalam kapsula bowman.

f. Proses Pembentukan Urine

Glomerulus berfungsi sebagai ultrafiltrasi pada simpai bowman, berfungsi untuk menampung hasil filtrasi dari glomerulus. Pada tubulus ginjal akan terjadi penyerapan kembali zat-zat yang sudah disaring pada glomerulus, sisa cairan akan diteruskan ke piala ginjal terus berlanjut ke ureter. Urine berasal dari darah yang di bawa arteri renalis masuk kedalam ginjal, darah ini terdiri dari bagian yang padat yaitu sel darah dan bagian plasma darah.

Ada tiga tahap pembentukan urine:

1) *Proses filtrasi*

Terjadi di glomerulus, proses ini terjadi karena permukaan aferen lebih besar dari permukaan eferen maka terjadi penyerapan darah. Sedangkan sebagian yang tersaring adalah bagian cairan darah kecuali protein. Cairan yang tersaring ditampung oleh simpai bowman yang terdiri dari glukosa, air, natrium, klorida, sulfat, bikarbonat dan lain-lain, yang diteruskan ke tubulus ginjal.

2) *Proses reabsorpsi*

Proses ini terjadi penyerapan kembali sebagian besar glukosa, natrium, klorida, fosfat, dan ion bikarbonat. Prosesnya terjadi secara pasif yang dikenal obligator reabsorpsi terjadi pada tubulus atas. Sedangkan pada tubulus ginjal bagian bawah terjadi kembali penyerapan natrium dan ion bikarbonat. Bila diperlukan akan diserap kembali ke dalam tubulus bagian bawah. Penyerapannya terjadi secara aktif dikenal dengan reabsorpsi fakultatif dan sisanya dialirkan pada papilla renalis.

3) *Proses sekresi*

Sisanya penyerapan urine kembali yang terjadi pada tubulus dan diteruskan ke piala ginjal selanjutnya diteruskan ke ureter masuk ke vesika urinaria.

g. Peredaran Darah Ginjal

Ginjal mendapat darah dari aorta abdominalis yang mempunyai percabanganarteri arteri renalis. Arteri ini berpasangan kiri dan kanan. Arteri renalis bercabang menjadi arteria interlobaris kemudian menjadi arteri arkuata.

Arteri interlobularis yang berada di tepi ginjal bercabang menjadi kapiler membentuk gumpalan-gumpalan yang disebut glomerulus. Glomerulus ini dikelilingi oleh alat yang disebut simpai bowman. Di sini terjadi penyaringan pertama dan kapiler darah yang meninggalkan simpai bowman kemudian menjadi vena renalis masuk ke vena kava inferior.

h. Persarafan Ginjal

Ginjal mendapat persarafan dari pleksus renalis (vasomotor). Saraf ini berfungsi untuk mengatur jumlah darah yang masuk ke dalam ginjal, saraf ini berjalan bersamaan dengan pembuluh darah yang masuk ginjal. Di atas ginjal terdapat kelenjar suprarenalis, kelenjar ini merupakan kelenjar buntu yang menghasilkan dua macam hormon yaitu hormon adrenalin dan hormon kortison. Adrenal dihasilkan oleh medulla.

i. Reabsorpsi dan Sekresi Tubulus

Sewaktu filtrat glomerulus memasuki tubulus ginjal, filtrat ini mengalir melalui bagian-bagian tubulus. Sebelum diekskresikan sebagai urine beberapa zat diabsorpsi kembali secara selektif dari tubulus dan kembali ke dalam darah, sedangkan yang lain disekresikan dari darah ke dalam lumen tubulus. Pada akhirnya urine terbentuk dan semua zat dalam urine akan menggambarkan penjumlahan dari tiga proses dasar ginjal (filtrasi glomerulus, reabsorpsi tubulus dan sekresi tubulus).

Ekskresi urine – Filtrasi glomerulus – Reabsorpsi tubulus + Sekresi tubulus

1) *Reabsorpsi tubulus*

Ginjal menangani beberapa zat yang difiltrasi secara bebas dalam ginjal dan diabsorpsi dengan kecepatan yang berbeda. Kecepatan masing-masing zat dapat dihitung sebagai berikut.

Filtrasi – Kecepatan filtrasi glomerulus x Kecepatan plasma

Penghitungan ini menganggap bahwa zat-zat difiltrasi secara bebas dan tidak terikat pada protein plasma.

Kebanyakan zat proses filtrasi glomerulus dan reabsorpsi tubulus secara kuantitatif relatif sangat besar terhadap sekresi urine. Sedikit saja perubahan pada filtrasi glomerulus atau reabsorpsi secara potensial dapat menyebabkan perubahan yang relatif besar. Beberapa produk buangan seperti ureum dan kreatinin sulit diabsorpsi dari tubulus dan diekskresi dalam jumlah yang relatif besar.

Mekanisme pasif. Zat yang akan diabsorpsi harus ditranspor melintasi membran epitel tubulus ke dalam cairan interstisial ginjal, melalui kapiler peri

tubulus kembali ke dalam darah. Reabsorpsi melalui epitel tubulus ke dalam darah, misalnya air dan zat terlarut dapat ditranpor melalui membran selnya sendiri (jalur transeluler) atau melalui ruang sambungan antar-sel (jalur para seluler). Setelah diabsorpsi melalui sel epitel tubulus ke dalam cairan interstisial air dan zat terlarut ditranpor melalui dinding kapiler ke dalam darah dengan cara ultrafiltrasi yang diperantarai oleh tekanan hidrostatik dan tekanan osmotik koloid.

Transpor aktif mendorong suatu zat terlarut melawan gradien elektrokimia dan membutuhkan energi yang berasal dari metabolisme. Transpor yang berhubungan langsung dengan suatu sumber energi seperti hidrolisis adenosin trifosfat (ATF) disebut transpor aktif primer. Transpor yang tidak berhubungan secara langsung dengan suatu sumber energi seperti yang diakibatkan oleh gradien ion, disebut transpor aktif sekunder.

2) *Reabsorpsi tubulus proksimal*

Secara normal sekitar 65% dari muatan natrium dan air yang difiltrasi dan nilai persentase terendah dari klorida akan diabsorpsi oleh tubulus proksimal sebelum filtrat mencapai ansa henle. Persentase ini dapat meningkat atau menurun dalam berbagai kondisi fisiologis.

Sel tubuh proksimal mempunyai banyak sekali brush boerder. Permukaan membran brush boerder dimuati molekul protein yang mentranspor ion natrium melewati membran lumen yang bertalian dengan mekanisme transpor nutrien organik (asam amino dan glukosa). Tubulus proksimal merupakan tempat penting untuk sekresi asam dan basa, organik seperti garam garam empedu, oksalat, urat, dan katekolamin.

Regulasi reabsorpsi tubulus penting untuk *mempertahankan* suatu keseimbangan yang tepat antara reabsorpsi tubulus dan filtrasi glomerulus. Adanya mekanisme saraf, faktor hormonal, dan kontrol setempat yang meregulasi reabsorpsi tubulus untuk mengatur filtrasi glomerulus maka reabsorpsi beberapa zat terlarut dapat diatur secara bebas terpisah dari yang lain terutama melalui mekanisme pengontrolan hormonal.

j. Abnormalitas Kongenital

Kelainan kongenital ginjal dapat terjadi, termasuk:

- 1) Tidak terdapatnya ginjal.
- 2) Ginjal berbentuk seperti sepatu kuda.
- 3) Kista ginjal, dimana ginjal mempunyai kista dalam jumlah yang besar sebagai akibat dari kesalahan perkembangan dalam perkembangan tubulus.

k. Penyakit ginjal

Penyakit pada ginjal dapat mengganggu fungsi nefron, dan apabila sejumlah besar nefron mengalami kerusakan maka akan terjadi kerusakan fungsi ginjal: sekresi urina hilang, albumin atau darah dapat terlihat pada urine, produk metabolisme (misalnya urea) yang seharusnya diekskresi tidak diekskresi dan terjadi penumpukan dalam darah, serta keseimbangan asam basa tubuh menjadi terganggu.

Pada glomerulus nefritis akut ginjal mengalami pembesaran, glomerulus merupakan bagian khusus yang terkena. Pada sindroma nefrotik terdapatnya protein dalam urine menyebabkan terjadinya retensi cairan dalam jaringan. Pada glikosuria renalis glukosa bocor ke dalam urine sebagai akibat kelainan kongenital pada anatomi dan fungsi nefron.

Gagal ginjal akut dapat timbul sebagai akibat:

- 1) Gangguan sirkulasi renalis (misalnya pada syok, penurunan curah jantung ditujukan pada otak dan jantung menyebabkan kerusakan pada ginjal).
- 2) Glomerulo nefritis berat
- 3) Penyumbatan traktus urinarius oleh batu ginjal.

Bila gagal ginjal terjadi pada beberapa jam, tubulus ginjal akan mengalami kerusakan permanen. Pada urine yang disekresi terhenti sama sekali (terjadi urinarius) atau berkurang dalam jumlah yang sangat kecil (oliguria), terdapat perubahan keseimbangan asam basa yang berat dan produk akhir metabolisme tubuh tidak diekskresi. Gagal ginjal kronik merupakan akibat dari kerusakan nefron yang permanen oleh penyakit ginjal apa saja yang berat, adanya bukti terjadi gagal ginjal terlihat apa bila sekitar 75% dari nefron sudah tidak berfungsi.

Pada diabetik insipidus antidiuretik hormon tidak dibentuk oleh kompleks hipotalamuspituitari dan sebagai konsekuensinya air tidak direabsorpsi dalam duktus kolektikus, dan pasien mengeluarkan jumlah urine banyak yang pekat.

Abnormalitas kandungan urine:

- a) Glukose
- b) Benda-benda keton
- c) Garam empedu
- d) Pigmen empedu
- e) Protein
- f) Darah
- g) Beberapa obat-obatan

2. Ureter

Terdiri dari 2 saluran pipa, masing-masing bersambung dari ginjal ke kandung kemih (vesika urinaria), panjangnya \pm 25-30 cm, dengan penampang \pm 0,5 cm. Ureter sebagian terletak dalam rongga abdomen dan sebagian terletak dalam rongga pelvis.

Lapisan dinding abdomen terdiri dari:

- a. Dinding luar jaringan ikat (jaringan fibrosa)
- b. Lapisan tengah lapisan otot polos
- c. Lapisan sebelah dalam lapisan mukosa

Lapisan dinding ureter menimbulkan gerakan-gerakan peristaltik tiap 5 menit sekali yang akan mendorong air kemih masuk ke dalam kandung kemih (vesika urinaria). Gerakan peristaltik mendorong urine melalui ureter yang diekskresikan oleh ginjal dan disempitkan dalam bentuk pancaran, melalui osteum uretralis masuk ke dalam kandung kemih.

Ureter berjalan hampir vertikal ke bawah sepanjang fascia muskulus psoas dan dilapisi oleh peritoneum. Penyempitan ureter terjadi pada tempat ureter meninggalkan pelvis renalis, pembuluh darah, saraf dan pembuluh limfe berasal dari pembuluh sekitarnya mempunyai saraf sensorik.

Pars abdominalis ureter dalam kavum abdomen ureter terletak di belakang peritoneum sebelah media anterior m. psoas mayor dan ditutupi oleh fascia subserosa. Vasa spermatica/ovarika interna menyilang ureter secara oblique, selanjutnya ureter akan mencapai kavum pelvis dan menyilang arteri iliaka eksterna.

Ureter kanan terletak pada *pars descendens duodenum*. Sewaktu turun ke bawah terdapat di kanan bawah dan disilang oleh kolon dekstra dan vasa iliaka iliokolika, dekat apertura pelvis akan dilewati oleh bagian bawah mesenterium dan bagian akhir ilium. Ureter kiri disilang oleh vasa koplika sinistra dekat apertura pelvis superior dan berjalan di belakang kolon sigmoid dan mesenterium.

Pars pelvis ureter berjalan pada bagian dinding lateral pada kavum pelvis sepanjang tepi anterior dari insura iskhiadika mayor dan tertutup oleh peritoneum. Ureter dapat ditemukan di depan arteri hipogastrika bagian dalam nervus obturatoris arteri vasialia anterior dan arteri hemoroidalis media. Pada bagian bawah insura iskhiadika mayor, ureter agak miring ke bagian medial untuk mencapai sudut lateral dari vesika urinaria.

Ureter pada Laki-laki terdapat di dalam visura seminalis atas dan disilang oleh duktus deferens dan dikelilingi oleh pleksus vesikalis. Selanjutnya ureter berjalan oblique sepanjang 2 cm di dalam dinding vesika urinaria pada sudut lateral dari trigonum vesika. Sewaktu menembus vesika urinaria, dinding atas dan dinding bawah

ureter akan tertutup dan pada waktu vesika urinaria penuh akan membentuk katup (valvula) dan mencegah pengambilan urine dari vesika urinaria.

Ureter pada perempuan terdapat di belakang fossa ovarika urinaria dan berjalan ke bagian medial dan ke depan bagian lateralis serviks uteri bagian atas, vagina untuk mencapai fundus vesika urinaria. Dalam perjalanannya, ureter didampangi oleh arteri uterina sepanjang 2,5 cm dan selanjutnya arteri ini menyilang ureter dan menuju ke atas di antara lapisan ligamentum. Ureter mempunyai 2 cm dari sisi serviks uteri. Ada tiga tempat yang penting dari ureter yang mudah terjadi penyumbatan yaitu pada sambungan ureter pelvis diameter 2 mm, penyilangan vosa iliaka diameter 4 mm dan pada saat masuk ke vesika urinaria yang berdiameter 1-5 cm.

a. Pembuluh darah ureter

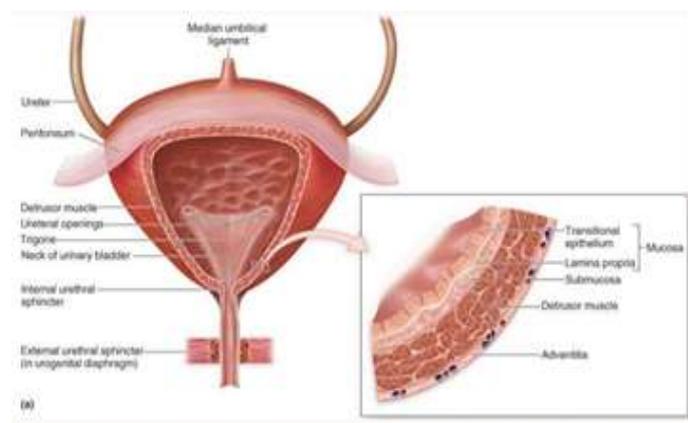
- 1) Arteri renalis
- 2) Arteri spermatika interna
- 3) Arteri hipogastrika
- 4) Arteri vesika inferior

b. Persarafan ureter

Persarafan ureter merupakan cabang dari pleksus mesenterikus inferior, pleksus spermatikus, dan pleksu pelvis; seperti dari nervus; rantai eferens dan nervus vagusrantai eferen dari nervus torakalis ke-11 dan ke-12, nervus lumbalis ke-1, dan nervus vagus mempunyai rantai aferen untuk ureter.

3. Vesika urinaria

Vesika urinaria (kandung kemih) dapat mengembang dan mengempis seperti balon karet, terletak di belakang simfisis pubis di dalam rongga panggul. Bentuk kandung kemih seperti kerucut yang dikelilingi oleh otot yang kuat, berhubungan dengan ligamentum vesika umbilikalis medius.



Gambar 30 : Anatomi Vesika Urinaria

- a. Bagian vesika urinaria terdiri dari:

- 1) Fundus yaitu, bagian yang menghadap ke arah belakang dan bawah, bagian ini terpisah dari rektum oleh spatium rectovesikale yang terisi oleh jaringan ikat duktus deferens, vesika seminalis dan prostat.
- 2) Korpus, yaitu bagian antara verteks dan fundus.
- 3) Verteks, bagian yang mancung ke arah muka dan berhubungan dengan ligamentum vesika umbilikalisis.

Dinding kandung kemih terdiri dari lapisan sebelah luar (peritonium), tunika muskularis (lapisan otot), tunika submukosa, dan lapisan mukosa (lapisan bagian dalam). Pembuluh limfe vesika urinaria mengalirkan cairan limfe ke dalam nadi limfatik iliaka interna dan eksterna.

b. Lapisan otot vesika urinaria

Lapisan otot vesika urinaria terdiri dari otot polos yang tersusun dan saling berkaitan dan disebut m. detrusor vesicae. Peredaran darah vesika urinaria berasal dari arteri vesikalisis superior dan inferior yang merupakan cabang dari arteri iliaka interna. Venanya membentuk pleksus venosus vesikalisis yang berhubungan dengan pleksus prostatikus yang mengalirkan darah ke vena iliaka interna.

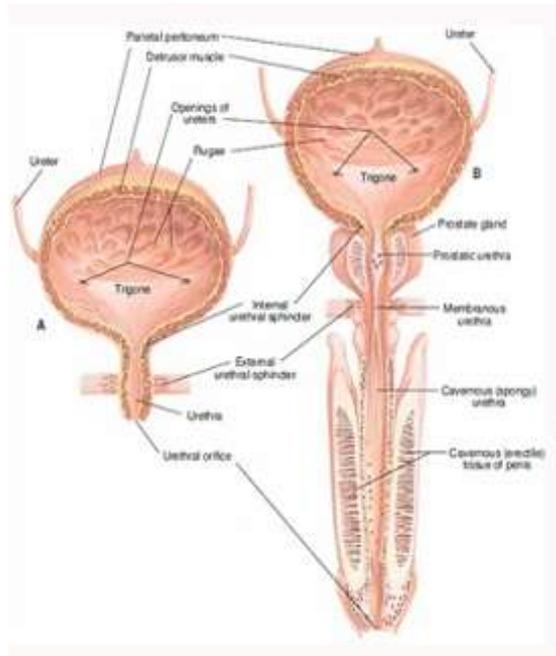
c. Persarafan vesika urinaria

Persarafan vesika urinaria berasal dari pleksus hipogastrika inferior. Serabut ganglion simpatikus berasal dari ganglion lumbalis ke-1 dan ke-2 yang berjalan turun ke vesika urinaria melalui pleksus hipogastrikus. Serabut preganglion parasimpatis yang keluar dari nervus splanikus pelvis yang berasal dari nervus sakralis 2, 3 dan 4 berjalan melalui hipogastrikus inferior mencapai dinding vesika urinaria/

Sebagian besar serabut aferen sensoris yang keluar dari vesika urinaria menuju sistem susunan saraf pusat melalui nervus splanikus pelvikus berjalan bersama saraf simpatis melalui pleksus hipogastrikus masuk ke dalam segmen lumbal ke-1 dan ke-2 medula spinalis.

4. Uretra

Uretara merupakan saluran sempit yang berpangkal pada kandung kemih yang berfungsi menyalurkan air kemih keluar.



Gambar 31 : Struktur Uretra

a. Uretra Laki-laki

Pada laki-laki uretra berjalan berkelok kelok melalaui tengah-tengah prostat kemudian menembus lapisan fibrosa yang menembus tulang fubis ke bagian penis panjangnya ± 20 cm. uretra pada laki-laki terdiri dari:

- 1) Uretra prostatia
- 2) Uretra membranosa
- 3) Uretra kevernosa

Lapisan uretra laki-laki terdiri lapisan mukosa (lapisan paling dalam), dan lapisan submukosa. Uretra mulai dari orifisium uretra interna di dalam vesika urinaria sampai orifisium eksterna. Pada penis panjangnya 17,5-20 cm yang terdiri dari bagian-bagian berikut:

Uretra prostatika merupakan saluran terlebar panjangnya 3 cm, berjalan hampir vertikulum melalui glandula prostat , mulai dari basis sampai ke apaks dan lebih dekat ke permukaan anterior.

Uretra pars membranasea ini merupakan saluran yang paling pendek dan paling dangkal, berjalan mengarah ke bawah dan ke depan di antara apaks glandula prostata dan bulbus uretra. Pars membranesea menembus diagfragma urogenitalis, panjangnya kira-kira 2,5 cm, di belakang simfisis pubis diliputi oleh jaringan sfingter uretra membranasea. Di depan saluran ini terdapat vena dorsalis penis yang mencapai pelvis di antara ligamentum transversal pelvis dan ligamentum arquarta pubis.

Uretra pars kavernosus merupakan saluran terpanjang dari uretra dan terdapat di dalam korpus kavernosus uretra, panjangnya kira-kira 15 cm, mulai dari pars membranasea sampai ke orifisium dari diafragma urogenitalis. Pars kavernosus uretra berjalan ke depan dan ke atas menuju bagian depan simfisis pubis. Pada keadaan penis berkontraksi, pars kavernosus akan membelok ke bawah dan ke depan. Pars kavernosus ini dangkal sesuai dengan korpus penis 6 mm dan berdilatasi ke belakang. Bagian depan berdilatasi di dalam glans penis yang akan membentuk fossa navikularis uretra.

Orifisium uretra eksterna merupakan bagian erektor yang paling berkontraksi berupa sebuah celah vertikal ditutupi oleh kedua sisi bibir kecil dan panjangnya 6 mm. glandula uretralis yang akan bermuara ke dalam uretra dibagi dalam dua bagian, yaitu glandula dan lakuna. Glandula terdapat di bawah tunika mukosa di dalam korpus kavernosus uretra (glandula pars uretralis). Lakuna bagian dalam epitelium. Lakuna yang lebih besar dipermukaan atas di sebut lakuna magma orifisium dan lakuna ini menyebar ke depan sehingga dengan mudah menghalangi ujung kateter yang dilalui sepanjang saluran.

b. Uretra perempuan

Uretra pada perempuan terletak di belakang simfisis pubis berjalan miring sedikit ke arah atas, panjangnya \pm 3-4 cm. lapisan uretra perempuan terdiri dari tunika muskularis (sebelah luar), lapisan spongiosa merupakan pleksus dari vena-vena, dan lapisan mukosa (lapisan sebelah dalam). Muara uretra pada perempuan terletak di sebelah atas vagina (antara klitoris dan vagina) dan uretra di sini hanya sebagai saluran ekskresi. Apabila tidak berdilatasi diameternya 6 cm. uretra ini menembus fascia diafragma urogenitalis dan orifisium eksterna langsung di depan permukaan vagina, 2,5 cm di belakang glans klitoris. Glandula uretra bermuara ke uretra, yang terbesar diantaranya adalah glandula pars uretralis (skene) yang bermuara ke dalam orifisium uretra yang hanya berfungsi sebagai saluran ekskresi. Diafragma urogenitalis dan orifisium eksterna langsung di depan permukaan vagina dan 2,5 cm di belakang glans klitoris. Uretra perempuan jauh lebih pendek daripada laki-laki dan terdiri lapisan otot polos yang diperkuat oleh sfingter otot rangka pada muaranya penonjolan berupa kelenjar dan jaringan ikat fibrosa longgar yang ditandai dengan banyak sinus venosus mirip jaringan kavernosus.

c. Mikturisi

Mikturisi adalah peristiwa pembentukan urine. Karena dibuat di dalam, urine mengalir melalui ureter ke kandung kencing. Keinginan membuang air kecil disebabkan penambahan tekanan di dalam kandung kencing, dan tekanan ini di

sebabkan isi urine di dalamnya. Hal ini terjadi bila tertimbun 170 sampai 230 ml. mikturisi adalah gerak reflek yang dapat dikendalikan dan ditahan oleh pusat-pusat persarafan yang lebih tinggi pada manusia. Gerakannya ditimbulkan kontraksi otot abdominal yang menambah tekanan di dalam rongga abdomen, dan berbagai organ yang menekan kandung kencing membantu mengkosongkannya. Kandung kencing dikendalikan saraf pelvis dan serabut saraf simpatis dari pleksus hipogastrik.

d. Ciri-ciri urine yang normal

Jumlahnya rata-rata 1-2 liter sehari, tetapi beda-beda sesuai jumlah cairan yang dimasukan. Banyaknya bertambah pula bila terlampau banyak protein dimakan, sehingga tersedia cukup cairan yang diperlukan untuk melarutkan ureanya.

- 1) *Warnanya* bening oranye pucat tanpa endapan, tetapi adakalanya jenjot lendir tipis tanpak terapung di dalamnya.
- 2) *Baunya* tajam.
- 3) *Reaksinya* sedikit asam terhadap lakmus dengan pH rata-rata 6.
- 4) *Berat jenis* berkisar dari 1010 sampai 1025.

e. Komposisi urine normal

Urine terutama terdiri atas air, urea, dan natrium klorida. Pada seseorang yang menggunakan diet yang rata-rata berisi 80 sampai 100 gram protein dalam 24 jam, jumlah persen air dan benda padat dalam urine adalah seperti berikut:

- 1) Air 96%
- 2) Benda padat 4% (terdiri atas urei 2% dan produk metabolik lain 2%)

Ureum adalah hasil akhir metabolisme protein. Berasal dari asam amino yang telah dipindah amoniannya di dalam hati dan mencapai ginjal, dan diekskresikan rata-rata 30 gram sehari. Kadar ureum darah yang normal adalah 30 mg setiap 100 ccm darah, tetapi hal ini tergantung dari jumlah normal protein yang dimakan dan fungsi hati dalam pembentukan ureum.

Asam urat. Kadar normal asam urat di dalam darah adalah 2 sampai 3 mg setiap 100 cm, sedangkan 1,5 sampai 2 mg setiap hari diekskresikan ke dalam urine.

Kretin adalah hasil buangan kreatin dalam otot. Produk metabolisme lain mencakup benda-benda purin, oksalat, fosfat, sulfat, dan urat.

Elektrolit atau garam, seperti natrium kalsium dan kalium klorida, diekskresikan untuk mengimbangijumlah yang masuk melalui mulut.

BAB 9. SISTEM REPRODUKSI

A. REPRODUKSI PEREMPUAN

Alat reproduksi perempuan terdiri dari dari traktus genitalis yang terletak dalam rongga panggul kecil. Alat kelamin luar terdiri dari mons pubis, labia mayora, labia minora, klitoris, vestibulum vagina, himen, orifisium vagina, bulbovestibularis, glandula vestibularis (Bartholini). Alat kelamin interna terdiri dari vagina, uterus, tuba fallopi dan ovarium.

1. *Genetalia Eksterna*

a. Labia mayora

Merupakan dua lipatan besar yang membentuk batas vulva. Labia mayora terdiri atas kulit, jaringan fibrosa, dan lemak, serta banyak mengandung kelenjar sebacea. Di anterior, lipatan ini menyatu di depan simfisis pubis, sedangkan di posterior, lipatan ini bersatu dengan kulit perineum. Saat pubertas rambut tumbuh di mons pubis dan di permukaan lateral labia mayora.

b. Labia minora

Merupakan dua lipatan kecil kulit diantara labia mayora dan banyak mengandung kelenjar sebacea. Celah diantara labia minora adalah vestibula. Vagina, uretra dan duktus kelenjar vestibula yang berukuran lebih besar terhubung dengan vestibula.

c. Klitoris

Klitoris adalah organ bersifat erektil yang sangat sensitif terhadap rangsangan saat hubungan seksual. Klitoris memiliki banyak pembuluh darah dan terdapat banyak ujung saraf padanya, oleh karena itu Organ ini sangat sensitif dan bersifat erektil. Klitoris Analog dengan Penis pada Alat Reproduksi Laki-laki.

d. Himen(Selaput Dara)

Himen merupakan selaput membran tipis yang menutupi lubang vagina. Himen ini mudah robek sehingga dapat dijadikan salah satu aspek untuk menilai keperawanan. Normalnya Himen memiliki satu lubang agak besar yang berbentuk seperti lingkaran. Himen merupakan tempat keluarnya cairan atau darah saat menstruasi. Saat Melakukan hubungan seks untuk pertama kalinya himen biasanya akan robek dan mengeluarkan darah. Setelah melahirkan hanya akan tertinggal sisa – sisa himen yang disebut caruncula Hymenalis (caruncula mirtiformis).

e. Vestibulum

Vestibulum adalah rongga pada kemaluan yang dibatasi oleh labia minora pada sisi kiri dan kanan, dibatasi oleh klitoris pada bagian atas, dan dibatasi oleh pertemuan dua labia minora pada bagian belakang (bawah) nya. Vestibulum merupakan tempat

bermuaranya Uretra (saluran kencing) dan Muara Vagina (liang Senggama). Masing - masing dua lubang saluran kelenjar bartholini dan skene (kelenjar ini mengeluarkan cairan seperti lendir saat pendahuluan hubungan untuk memudahkan masuknya penis)

2. *Genetalia Interna*



Gambar 32 : Anatomi Genitalia Interna Perempuan

a. Vagina

Vagina adalah muskulo membranasea (Otot-Selaput) yang menghubungkan rahim dengan dunia luar. Vagina memiliki panjang sekitar 8 - 10 cm, terletak antara kandung kemih dan rektum, memiliki dinding yang berlipat - lipat, lapisan terluarnya merupakan selaput lendir, lapisan tengahnya tersusun atas otot-otot, dan lapisan paling dalam berupa jaringan ikat yang berserat. Vagina berfungsi sebagai jalan lahir, sebagai sarana dalam hubungan seksual dan sebagai saluran untuk mengalirkan darah dan lendir saat menstruasi.

Otot pada vagina merupakan otot yang berasal dari sphingter ani dan levator ani (Otot anus/dubur), sehingga otot ini dapat dikendalikan dan dilatih. Vagina tidak mempunyai kelenjar yang dapat menghasilkan cairan, tetapi cairan yang selalu membasahinya berasal dari kelenjar yang terdapat pada rahim.

b. Uterus (Rahim)

Uterus adalah organ berongga yang berbentuk seperti buah pir dengan berat sekitar 30 gram, dan tersusun atas lapisan oto-otot. Ruang pada rahim (uterus) ini berbentuk segitiga dengan bagian atas yang lebih lebar. Fungsinya adalah sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya janin. Otot pada uterus bersifat elastis sehingga dapat menyesuaikan dan menjaga janin ketika proses kehamilan selama 9 bulan. Pada bagian uterus terdapat endometrium (dinding rahim) yang terdiri dari sel-sel epitel dan membatasi uterus. Lapisan endometrium ini akan menebal pada saat ovulasi dan akan meluruh pada saat menstruasi. Untuk mempertahankan posisinya uterus disangga oleh ligamentum dan jaringan ikat.

Uterus memiliki beberapa bagian :

- 1) Korpus uteri : bagian yang berbentuk seperti segitiga pada bagian atas
- 2) Serviks uteri : bagian yang berbentuk seperti silinder

3) Fundus uteri : bagian korpus yang terletak diatas kedua pangkal tuba fallopi pada saat persalinan, rahim merupakan jalan lahir yang penting karena ototnya mampu mendorong janin untuk keluar, serta otot uterus dapat menutupi pembuluh darah untuk mencegah terjadinya perdarahan pasca persalinan. Setelah proses persalinan, rahim akan kembali ke bentuk semula dalam waktu sekitar 6 minggu.

c. Tuba Fallopi (Oviduk)

Tuba fallopi (oviduk) adalah organ yang menghubungkan uterus (rahim) dengan indung telur (ovarium). Tuba fallopi juga sering disebut saluran telur karena bentuknya seperti saluran. Organ ini berjumlah dua dengan panjang 8-20 cm. Tuba fallopi berfungsi sebagai saluran spermatozoa dan ovum, penangkap ovum, tempat pembuahan (fertilisasi), tempat pertumbuhan hasil pembuahan sebelum masuk ke bagian dalam uterus (rahim).

Tuba fallopi terdiri atas 4 bagian :

- 1) Infundibulum yaitu bagian berbentuk seperti corong yang terletak di pangkal dan memiliki fimbriae yang berfungsi menangkap ovum.
- 2) Pars ampullaris yaitu bagian agak lebar yang merupakan tempat bertemunya ovum dengan sperma (pembuahan/fertilisasi)
- 3) Pars isthmica yaitu bagian tengah tuba yang sempit
- 4) Pars interstitialis yaitu bagian tuba yang letaknya dekat dengan uterus.

d. Ovarium (Indung Telur)

Ovarium adalah kelenjar reproduksi utama pada perempuan yang berfungsi untuk menghasilkan ovum (sel telur) dan penghasil hormon seks utama. Ovarium berbentuk oval dengan panjang 2,5-4 cm. Terdapat sepasang ovarium yang terletak di kanan dan kiri dan dihubungkan dengan rahim oleh tuba fallopi. Umumnya setiap ovarium pada perempuan yang telah pubertas memiliki 300.000-an dan sebagian besar sel telur ini mengalami kegagalan pematangan, rusak atau mati, sehingga benih sehat yang ada sekitar 300-400 sel telur dan 1 ovum dikeluarkan setiap 28 hari oleh ovarium kiri dan kanan secara bergantian melalui proses menstruasi, sehingga benih telur habis terjadilah menopause. Ovarium menghasilkan hormon estrogen dan progesteron yang berperan dalam proses menstruasi.

B. REPRODUKSI LAKI-LAKI

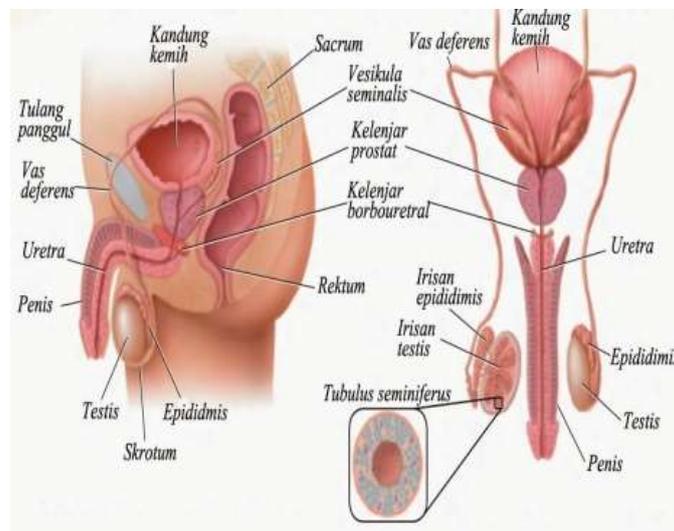
1. Alat Reproduksi (Genetalia) Luar

Penis (zakar)

Alat kelamin luar pada Laki-laki. Penis berfungsi untuk memasukkan sperma ke dalam alat kelamin perempuan melalui pertemuan keduanya (Kopulasi). Penis merupakan organ yang tersusun atas otot yang dapat tegang dan dilapisi oleh lapisan kulit tipis. Proses tegangnya penis disebut Ereksi, hal ini dikarenakan adanya rangsangan yang membuat pembuluh darah pada penis terisi. Setelah di sunat (khitan) kulit tipis (preputium) yang melapisi glan penis akan dipotong. Penis Juga memiliki fungsi untuk ejakulasi, yaitu mengeluarkan sperma melalui uretra (saluran dalam penis), selama ejakulasi otot-otot pada kandung kemih akan mengkerut, untuk mencegah sperma masuk ke kandung kemih, oleh karena itu kita tidak bisa kencing sambil ejakulasi. Penis terdiri atas beberapa bagian yaitu :

- 1) Glan Penis, bagian kepala yang apabila telah dikhitan tidak dilapisi kulit
- 2) Batang (corpus) Penis
- 3) Pangkal Penis

2. Genitalia Interna pada Laki-laki



Gambar 33 : Anatomi Genitalia Interna Laki-laki

a. Testis

Testis adalah organ kelamin dalam Laki-laki berbentuk oval yang terletak di dalam skrotum. Testis berjumlah sepasang dan berfungsi untuk menghasilkan sel kelamin jantan (spermatozoa) dan hormon seks testosteron. Testis terletak di dalam skrotum yang merupakan organ berugae (memiliki lipatan kulit), berfungsi untuk menjaga suhu testis agar spermatogenesis dapat tetap berlangsung. Jika Suhu rendah (dingin) maka skrotum akan berkerut dan mendekat ke arah tubuh, sedangkan jika suhu tinggi, maka skrotum akan mengendur, menjauh dari tubuh. Tempat pembentukan sperma dalam testis adalah tubulus seminiferus. Kemudian

terdapat pintalan-pintalan tubulus seminiferus yang terdapat di dalam ruang testis yang disebut lobulus testis, satu testis umumnya mengandung sekitar 250 lobulus testis.

b. Epididimis

Epididimis adalah organ kelamin dalam Laki-laki berbentuk saluran berkelok – kelok yang terletak di dalam skrotum, diluar testis. Epididimis berbentuk seperti huruf C. Epididimis berfungsi dalam pengangkutan, penyimpanan, dan pematangan sperma. Sebelum memasuki epididimis, sperma tidak memiliki kemampuan untuk bergerak dan belum subur, namun setelah epididimis menjalankan fungsinya, sperma sudah subur dan mampu bergerak walaupun belum sempurna. Setelah dari epididimis sperma akan masuk ke vas (duktus) deferens, lalu disalurkan menuju vesikula seminalis.

c. Vas (duktus) Deferens

Vas deferens adalah saluran berbentuk tabung yang berfungsi untuk menyalurkan sperma ke vesikula seminalis dan sebagai tempat penampungan sperma. Dalam proses pematangan dan penyimpanan sperma, duktus deferens ini mendorong sperma dengan gerak peristaltik lambat menuju vesikula seminalis. Sedangkan saat ejakulasi, gerakan yang dilakukan cepat dan kuat sehingga sperma yang keluar dapat muncrat.

d. Kelenjar Kelamin

Kelenjar kelamin adalah organ-organ kelamin dalam Laki-laki yang berfungsi untuk menghasilkan cairan tempat berenangnyanya sperma, dan cairan ini akan menjaga sperma tetap hidup dengan cara menetralsisir asam, karena cairan itu bersifat basa. Dalam bahasa sehari-hari cairan ini kita kenal dengan air mani, sedangkan dalam bahasa ilmiah dikenal dengan nama semen. Dalam 1 ml air mani, terdapat sekitar 60-100 juta sel sperma. Normalnya semen memiliki pH 7,2 dengan volume 3-5 ml, dan bewarna putih susu sampai kekuning-kuningan serta sedikit kental. Berikut adalah organ yang termasuk kedalam kelenjar kelamin :

e. Vesikula seminalis (Kantung air mani), yaitu organ berupa saluran berbentuk tabung berjumlah sepasang di kanan dan kiri tubuh. Vesikula seminalis memiliki panjang sekitar 5-10 cm. Vesikula seminalis berfungsi untuk mensekresikan cairan bersifat basa (pH 7,3) mukus, vitamin, fruktosa (sebagai nutrisi bagi sperma), protein, enzim, dan prostaglandin. Cairan dari vesikula seminalis ini merupakan 60% dari seluruh volume semen. Vesikula seminalis akan menyatu dengan vas deverenens dan kelenjar prostat untuk membentuk saluran ejakulasi.

- f. Kelenjar prostat, yaitu organ yang berada di bawah kandung kemih yang berfungsi untuk mensekresikan cairan bewarna putih keabu-abuan yang bersifat basa. Cairan ini disekresikan kedalam saluran ejakulasi dan menyumbangkan sekitar 30% dari seluruh volume semen. Cairan kelenjar prostat akan bersatu dengan cairan dari vesikula seminalis dan akan menjadi tempat hidup dan Bergeraknya sperma. Cairan yang disekresikan organ ini terdiri atas fosfolipid, asam sitrat (untuk nutrisi) dan juga antikoagulan.
- g. Kelenjar Bulbouretra (Cowper) yaitu kelenjar berjumlah sepasang yang berfungsi untuk menghasilkan cairan lendir bersifat basa kedalam saluran ejakulasi. Kelenjar ini terletak dibawah kelenjar prostat. Cairan yang dihasilkan oleh kelenkar bulbouretra ini keluar sebelum ejakulasi.
- h. Uretra
Uretra adalah saluran yang terletak di dalam penis, berfungsi untuk tempat keluarnya sperma dan tempat keluarnya urin.

BAB 10. SISTEM PANCA INDRA

A. PENGERTIAN SISTEM PANCA INDRA

Sistem panca indra manusia adalah alat-alat tubuh yang berfungsi mengetahui keadaan luardengan mendeteksi adanya rangsang tertentu dari luar, yang terdiri dari lima organ indra yaitu indra penglihat (mata), indra pendengar (telinga), indra pembau/pencium (hidung), indra pengecap (lidah) dan indra peraba (kulit).serabut saraf yang menanganinya merupakan alat perantara yang membawa kesan rasa (sensori impresiion) dari organ indra menuju ke otak dimana perasaan ini ditafsirkan. Beberapa kesan timbul dari luar seperti sentuhan, pengecapan, penglihatan, penciuman dan suara. Ada kesan yang timbul dari dalam antara lain lapar, haus, dan rasa sakit.

B. INDRA PENGLIHATAN (MATA)

1. Struktur Mata

Mata merupakan indera penglihatan yang dibentuk untuk menerima rangsangan berkas-berkas cahaya pada retina. Bola mata terletak di dalam kantung bola mata yang dilapisi oleh tiga lapis jaringan yang berlainan, yaitu Mata terdiri atas tiga lapisan jaringan di dinding mata. Lapisan ini adalah :

- a. Lapisan luar (fibrosa) : sklera dan kornea
- b. Lapisan tengah (vaskular atau traktus uveal) : koroid, badan siliaris, dan iris
- c. Lapisan dalam (jaringan saraf): retina

Struktur didalam bola mata adalah lensa, cairan aqueous, dan badan vitreus

- a. Sklera dan Kornea.

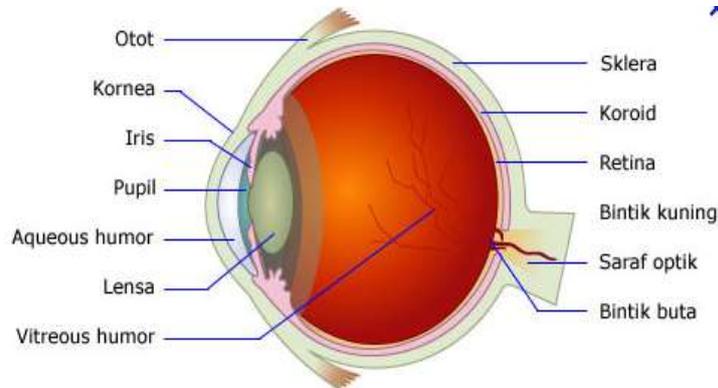
Sklera atau bagian putih mata, memberntuk lapisan terluar bagian posterior dan lateral bola mata, berlanjut dianterior dengan kornea yang benning. Skelra terdiri atas jaringan fibrosa bermembran yang membuat bola mata melekat pada mata dan otot mata.

Dibagian anterior, sklera bersambung dengan membran epitelium yang jernih yaitu kornea. Sinar cahaya masuk melalui kornea untuk mencapai retina. Kornea berfungsi membantu memfokuskan bayangan pada retina.

- b. Iris

Tirai berwarna di depan lensa yang bersambung dengan selaput koroid. Iris berfungsi mengecilkan atau membesarkan ukuran pupil.Iris dipersarafi oleh saraf simpatik dan parasimpatik. Stimulasi parasimpatik mengontriaksi pupil, sedangkan stimulasi simmpatik mendilatasi pupil.

Iris menentukan warna mata. Warna iris secara genetik ditentukan dan bergantung pada jumlah sel pigmen yang ada. Orang albino tidak memiliki sel pigmen dan orang yang bermataa biru memiliki lebih sedikit sel pigmen dari pada orang yang bermata coklat.



Gambar 34 : Struktur Bola Mata

c. Koroid

Koroid melapisi lima perenam posterior permukaan dalam sklera. Koroid sangat kaya pembuluh darah dan berwarna coklat dibagian dalamnya. Cahaya masuk melalui pupil, menstimulasi reseptor sensori di retina dan kemudian diabsorpsi oleh koroid.

- d. Aqueus humor merupakan cairan yang berasal dari badan siliari dan diserap kembali ke dalam aliran darah pada sudut antara iris dan kornea melalui vena halus yang dikenal sebagai saluran schlemm.
- e. Lensa adalah sebuah benda transparan bikonveks (cembung pada kedua sisi). Lensa terletak persis di belakang iris.
- f. Vitreus humor merupakan cairan berwarna putih seperti agar-agar. Cairan ini berfungsi untuk memberi bentuk dan kekokohan pada mata.

Selain itu matamemiliki organ asesori (tambahan) yang terdiri dari struktur sebagai berikut :

- 1) Alis berfungsi memberi perlindungan
- 2) Kelopak mata tersusun atas kulit dan otot lurik.
- 3) Bulu mata berfungsi memberi perlindungan dari debu
- 4) Selaput mata atau konjungtiva
- 5) Peralatan lakrimal yaitu struktur mata yang bertanggung jawab terhadap produksi air mata dan alirannya.

2. Fungsi Mata

Sebagai indra penglihatan yang menerima rangsangan berkas-berkas cahaya pada retina dengan perantara serabut-serabut nervus optikus, menghantarkan rangsangan ini ke pusat penglihatan pada otak untuk ditafsirkan.

3. Mekanisme Penglihatan

Apabila ada rangsang cahaya masuk ke mata maka rangsang tersebut akan diteruskan mulai dari kornea, aqueous humor, pupil, lensa, vitreous humor dan terakhir retina. Kemudian akan diteruskan ke bagian saraf penglihat atau saraf optik yang berlanjut dengan lobus oksipital sebagai pusat penglihatan pada otak besar. Bagian lobus oksipital kanan akan menerima rangsang dari mata kiri dan sebaliknya lobus oksipital kiri akan menerima rangsang mata kanan. Di dalam lobus oksipital ini rangsang cahaya akan diolah kemudian diinterpretasikan.

4. Kelenjar air mata

Terdiri dari kelenjar majemuk yang terlihat pada sudut sebelah atas rongga orbita, kelenjar itu mengeluarkan air mata dialirkan kedalam kantong konjungtiva dari saluran kelenjar lakrimalis, bila bola mata dikedipkan maka air mata akan menggenangi seluruh permukaan bola mata, sebagian besar cairan ini menguap sebagian lagi masuk ke hidung melalui saluran nasolakrimalis

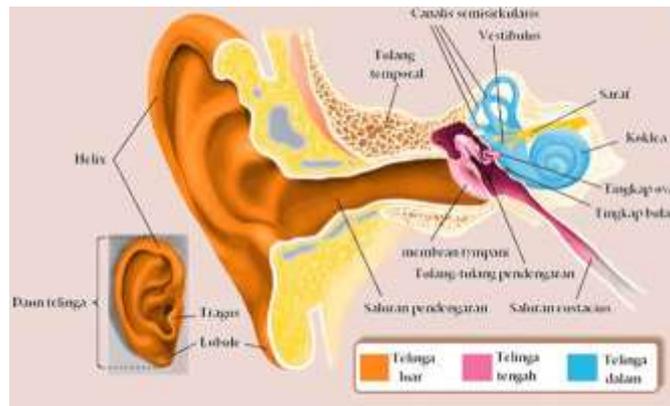
C. INDRA PENDENGARAN (TELINGA)

1. Struktur Telinga

Secara umum telinga terbagi atas telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam.

a. Telinga Luar

Telinga luar sendiri terbagi atas daun telinga, liang telinga dan bagian lateral dari membran timpani. Daun telinga dibentuk oleh tulang rawan dan otot serta ditutupi oleh kulit. Ke arah liang telinga lapisan tulang rawan berbentuk corong menutupi hampir sepertiga lateral, dua pertiga lainnya liang telinga dibentuk oleh tulang yang ditutupi kulit yang melekat erat dan berhubungan dengan membran timpani.



Gambar 35: Struktur Telinga

b. Telinga Tengah

Telinga tengah tersusun atas membran timpani (gendang telinga) yang merupakan batas antara telinga luar dan telinga tengah. Membran ini sekitar 1 cm dan selaputnya tipis normalnya berwarna kelabu mutiara dan translusen. Telinga tengah merupakan rongga berisi udara merupakan rumah bagi osikuli (tulang-tulang kecil di telinga tengah) dihubungkan dengan tuba eustachius ke nasofaring berhubungan dengan beberapa sel berisi udara di bagian mastoid tulang temporal. Tiga buah tulang kecil (osikuli) tersebut yaitu malleus, inkus, stapes yang dipertahankan pada tempatnya oleh sendi, otot, dan ligamen, dan membantu hantaran suara. Tuba Eustachius berfungsi menyeimbangkan tekanan udara di luar dengan tekanan udara di dalam rongga tengah.

c. Telinga Dalam

Telinga dalam merupakan ruangan yang bentuknya tidak teratur yang terdiri dari organ keseimbangan dan organ pendengaran. Telinga dalam terletak di pars petrosus os temporalis dan disebut labirin karena tersusun atas tulang (labirin tulang) dan membran (labirin membranosa).

- 1) Labirin tulang terdiri atas vestibula, koklea, dan saluran setengah lingkaran.
- 2) Labirin membranosa terdapat di dalam tulang yang membentuk labirin tulang, dalamnya mengandung cairan perilimf dan endolimf.
- 3) Vestibula adalah bagian penghubung antara telinga tengah dan telinga dalam..
- 4) Koklea mengandung sel-sel saraf yang menerima sensasi suara yang disebut organ Korti. Akson-akson dari organ Korti bersatu dengan saraf koklearis kemudian menghantarkan sensasi suara ke otak (lobus temporalis).

2. Mekanisme Pendengaran

Semua suara atau bunyi dari luar tubuh dapat kita dengarkan karena masuk dalam bentuk gelombang suara yang melalui medium udara. Sebelum telinga kita mendengar bunyi, terlebih dahulu daun telinga akan menangkap dan mengumpulkan

gelombang suara. Selanjutnya, gelombang suara masuk ke dalam liang telinga (saluran pendengaran) dan ditangkap gendang telinga (membran timpani).

Akibatnya, gelombang suara tersebut terjadi vibrasi (getaran). Getaran ini akan diteruskan menuju telinga tengah melalui tiga tulang kecil (osikula) yakni tulang martil (maleus), tulang landasan (inkus), dan tulang sanggurdi (stapes). Dari tulang sanggurdi, getaran diteruskan melalui jendela oval menuju koklea yang berisi cairan. Selanjutnya, getaran diteruskan menuju jendela bundar dengan arah gerak yang berlawanan. Setelah itu, getaran akan diterima oleh sel-sel rambut di dalam organ Korti. Getaran dalam cairan koklea akan menggetarkan membran basiler, dan getaran ini juga akan menyebabkan membran tektorial ikut bergetar. Getaran akan diubah menjadi impuls saraf, yang selanjutnya dihantarkan saraf auditori menuju otak. Otak akan memberikan tanggapan, sehingga kita dapat mendengar suara.

3. Fisiologi Pendengaran

Daun telinga, karena strukturnya, mengumpulkan gelombang dan mengarahkannya sepanjang saluran telinga luar yang menyebabkan membran timpani bergetar. Getaran membran timpani dihantarkan dan diperkuat melalui telinga tengah oleh gerakan tulang pendengaran. Di telinga tengah, stapes menghantarkan gelombang ke depan dan kebelakangjendela oval, mengatur gelombang cairan di perilimfe skala vestibuli. Sebagian tekanan gelombang ini di hantarkan sepanjang skala vestibuli dan timpani, tetapi sebagian besar tekanan dihantarkan ke dukutus koklearis (skala media). Hal ini menyebabkan gerakan gelombang yang bersamaan endolimfe, menghasilkan getaran pada membran basilar dan terjadi stimulasi reseptor pendengaran disel-sel rambut organ Corti. Impuls saraf menghantarkan keotak dibagian saraf vestibulokoklear. Gelombang cairan akhirnya sampai ketelinga tengah oleh getaran membran jendela bundar. Saraf vestibulokoklear menghantarkan impuls ke nuklei auditori di medula, di mana saraf ini berinaps sebelum mengirim impuls ke area pendengaran di lobus temporal. Karena sebagian serat bersilangan di medula dan sebagian lagi di sisi kiri dan kanan area pendengaran, area pendengaran di kanan dan kiri serebrum menerima impuls dari kedua telinga. Gelombang suara memiliki intensitas (volume dan tinggi nada). Tinggi nada ditentukan oleh frekuensi gelombang suara dan diukur dalam hertz (Hz). Bunyi frekuensi yang berbeda menstimulasi membran basilar pada tempat yang berbeda sehingga memungkinkan perbedaan tinggi nada.

Volume bergantung pada besarnya gelombang dan diukur dalam desibel (dB). Semakin tinggi amplitudo gelombang yang dihasilkan endolimfe, semakin besar stimulasi reseptor pendengaran di sel rambut organ Corti, yang memungkinkan resepsi

volume. Suara yang sangat keras menyebabkan gangguan pendengaran, terutama jika terpapar lama, karena suara yang keras merusak sel rambut organ Cprti yang sensitif.

4. Fisiologi Keseimbangan

Kanalis semi-sirkularis dan vestibula (utrikel dan sakula) berhubungan dengan keseimbangan. Perubahan posisi apa pun pada kepala menyebabkan gerakan di perilimfe dan endolimfe, yang membolehkan sel rambut dan menstimulasi reseptor sensorik di utrikel, sakula, dan ampula. Impuls saraf yang dihasilkan, dihantarkan oleh saraf vestibularis, bekerja sama dengan saraf koklear untuk membentuk saraf vestibulokoklear cabang vestibular melalui *nukleus vestibular* terlebih dahulu, kemudian ke serebelum.

Serebelum juga menerima impuls saraf dari mata dan proprioseptor (reseptor sensori) di otot rangka dan sendi. Impuls dari tiga sumber ini berkoordinasi dan impuls saraf eferen dihantarkan ke sereburm dan keotot rangka. Hal ini menyebabkan kesadaran posisi tubuh, yang mempertahankan posisi tegak lurus, dan menjaga mata pada titik yang sama, bebas dari gerakan kepala.

Kanalis semi- sirkularis dan vestibula. Kanalis semi-sirkularis tidak memiliki fungsi pendengaran walaupun berhubungan erat dengan koklea. Kanalis semi-sirkularis memberikan informasi tentang posisi kepala di ruang, berberan untuk mempertahankan postur dan keseimbangan tubuh.

Ada tiga saluran (kanal) dalam kanalis semi-sirkularis, satu saluran berada di tiap tiga bidang ruang. Saluran ini berada diatas, di samping dan di belakang vestibulatelinga dalam dan saling berhubungan.

Kanalis-semisirkularis, seperti koklea, terdiri atas dinding tulang diluar dan tuba atau duktus bermembran di dalam. Duktus bermembran berisi endolimfe dan dipisahkan dari dinding tulang oleh perilimfe.

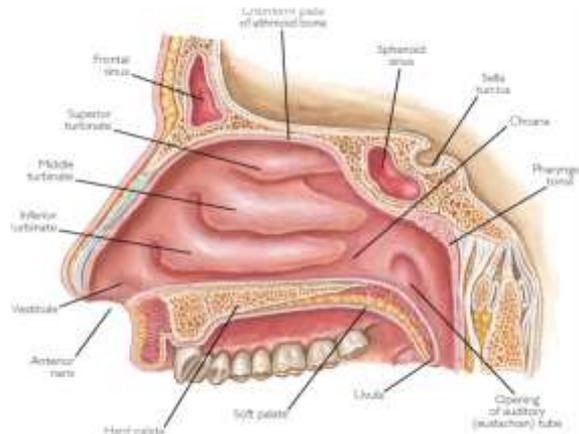
Utrikel adalah saku (kantong) bermembran yang merupakan bagian dari vestibula dan tiga duktus bermembran yang bersambungan dan melebar pada bagian ujungnya, di sebut *ampula*. *Sakula* merupakan bagian vestibula dan berhubungan dengan utrikel dan koklea. Pada dinding utrikel, sakula, dan ampula, terdapat epitelium khusu dan halus, yang disebut *sel rambut*. Diantara sel rambut, terdapat reseptor pada ujung saraf sensorik, yang membetuk bagian vestibula saraf vestibulokoklear.

D. INDRA PENCIUMAN (HIDUNG)

1. Struktur Hidung

Hidung berbentuk pyramid, di belakang lubang hidung (naris) terdapat rongga hidung. Batas atas hidung bagian depan adalah os nasal, bagian media ethmoid, dan

bagian posterior adalah sphenoid. Hidung berfungsi sebagai indra penghidu, menyiapkan udara yang dapat dihirup agar dapat digunakan paru serta fungsi filtrasi.



Gambar 36: Struktur Hidung

Di rongga hidung ada bangunan seperti kulit kerang, yang disebut konka nasalis. Konka nasalis ini terbagi atas superior, media, dan inferior. Di bawah konka ada lekukan lubang yang disebut meatus nasi, yang juga terdiri dari meatus nasi inferior, media, dan superior. Di meatus nasi media bermuara sinus maksila, frontal, dan ethmoid anterior, sedangkan meatus inferior merupakan muara dari duktus nasolakrimalis. Bagian-bagian hidung adalah :

- a. Saraf pembau yg terletak pd selaput lendir di rongga hidung atas, konka superior dan permukaan atas konka media.
- b. Selaput lendir, berfungsi untuk menahan kotoran yg terbawa oleh udara yg kita hirup
- c. Bulu-bulu hidung, berfungsi untuk menapis debu dan mikroorganisma dari udara yang masuk

2. Mekanisme penciuman

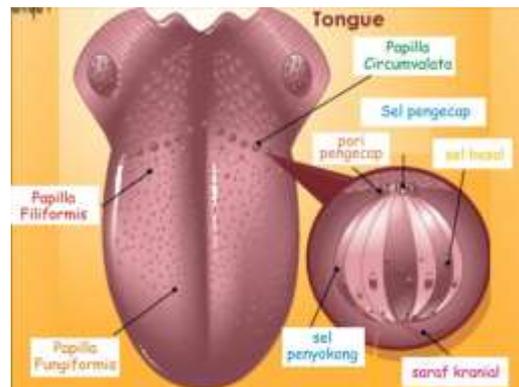
Bau yang berupa gas yang larut dalam lendir hidung di bagian atas rongga hidung, kemudian merangsang ujung-ujung saraf indera pembau berupa impuls atau rangsangan saraf yang diteruskan ke otak, lalu otak memproses sehingga kita dapat mencium bau.

E. INDRA PENGECAPAN (LIDAH)

1. Struktur Lidah

Secara garis besar lidah terbagi menjadi 2 bagian yaitu 2/3 depan disebut *apeks* dan 1/3 belakang disebut *dorsum*. Lidah merupakan sekumpulan otot yang terdiri dari 2 jenis otot yaitu otot intrinsik dan ekstrinsik. Otot intrinsik membuat seseorang

mampu mengubah-ubah bentuk lidah (memanjang, memendek, membulat), sedangkan otot ekstrinsik membuat lidah mampu mengelilingi rongga mulut dan faring.



Gambar 36: Struktur Lidah

Permukaan lidah bagian depan tertutup oleh selapis tonjol-tonjol yang disebut *papilla*. Ada 4 jenis papilla, yaitu *filliform*, *fungiform*, *foliate* dan *sirkumvallata*. Papillae-papillae tersebut memiliki kuncup-kuncup pengecap yang jumlahnya mencapai 10.000 kuncup pengecap. Kuncup pengecap inilah yang menentukan apakah suatu makanan terasa manis, asam, pahit atau asin. Bagian lidah depan berguna untuk merasakan rasa asin, bagian lateral untuk rasa asam, bagian tepi depan berfungsi untuk merasakan rasa manis dan bagian lidah belakang untuk rasa pahit.

Fungsi lidah antara lain :

- Untuk mengatur makanan di dalam mulut agar tercampur dengan air liur dan terkunyah dengan baik.
- Membantu menelan makanan.
- Membantu dalam pengucapan

2. Mekanisme pengecapan

Tiap kuncup pengecap tersusun dari sel-sel yang memiliki rambut berukuran mikro yang sensitif disebut mikrovili. Rambut-rambut mikro ini pada saat berkontak dengan makanan akan mengirimkan pesan ke otak, lalu otak akan menerjemahkan sinyal yang diberikan tersebut dan menentukan rasa dari makanan yang kita makan.

BAB 11. SISTEM ENDOKRIN

A. PENGERTIAN SISTEM ENDOKRIN

Pada tubuh manusia terdapat dua jenis kelenjar, yaitu kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin. Kelenjar endokrin adalah kelenjar yang tidak memiliki saluran (buntu) dan mensekresikan hormon yang dihasilkannya langsung ke aliran darah. Kelenjar eksokrin adalah kelenjar yang memiliki saluran untuk hasil sekresinya. Contoh kelenjar eksokrin adalah kelenjar ludah, kelenjar mammae, dan kelenjar keringat

Sistem endokrin adalah sistem yang mengatur kerja kelenjar tanpa saluran (buntu) yang menghasilkan atau mensekresikan senyawa disebut *hormon* yang tersirkulasi di tubuh melalui aliran darah untuk mempengaruhi organ-organ lain. Hormon merupakan senyawa protein atau senyawa steroid yang mengatur kerja proses fisiologis tubuh. Banyak hormon yang berbeda-beda masuk ke aliran darah, tetapi masing-masing tipe hormon tersebut bekerja dan memberikan pengaruhnya hanya untuk sel tertentu.

B. FUNGSI SISTEM ENDOKRIN

Fungsi sistem endokrin antara lain :

1. Mengatur dan membedakan kerja sistem saraf dan sistem reproduksi pada janin yang sedang berkembang.
2. Merangsang dan menstimulasi tahapan perkembangan tubuh manusia.
3. Mengkoordinasi sistem reproduksi.
4. Memelihara lingkungan internal (di dalam tubuh) seimbang dan optimal.
5. Melakukan respons korektif dan adaptif ketika terjadi situasi darurat.

C. MACAM-MACAM KELENJAR ENDOKRIN

1. Berdasarkan aktivitasnya

- d. Kelenjar yang bekerja terus menerus (sepanjang masa)

Kelenjar golongan ini akan bekerja terus menerus sepanjang kehidupan manusia dan akan berhenti jika sudah tidak ada kehidupan, sehingga tidak terbatas pada usia. Contoh: hormon metabolisme.

- e. Kelenjar yang bekerjanya mulai masa tertentu

Hormon golongan ini bekerja pada saat manusia itu dilahirkan sampai pada usia tertentu. Pada usia tersebut terjadi proses pertumbuhan dari seluruh organ-organ tubuh manusia sampai dengan penyempurnaan organ. Hormon ini akan berhenti dihasilkan pada saat tubuh mulai memperlambat atau menghentikan

proses pertumbuhan. Biasanya hormon ini bekerja pada kisaran usia 0 hari sampai 17 tahun (masa pertumbuhan). Contoh: hormon pertumbuhan, kelenjar thymus.

2. Berdasarkan letaknya

a. Kelenjar Hipofisis/pituitari

Kelenjar hipofisis/pituitari terletak di dasar cerebrum, di bawah hipotalamus. Sekresi hormon dari kelenjar hipofisis ini dipengaruhi oleh faktor emosi dan perubahan iklim. Hipofisis dibagi 2 bagian, yaitu anterior dan posterior. Suatu kelenjar endokrin memegang peranan penting dalam sekresi hormon dari semua organ-organ endokrin. Dapat dikatakan sebagai kelenjar pemimpin sebab hormon-hormon yang dihasilkannya dapat mempengaruhi pekerjaan kelenjar lainnya. Kelenjar hipofise terdiri dari lobus. Lobus anterior (adenohipofise). Menghasilkan sejumlah hormon yang bekerja sebagai pengendali produksi dari semua organ endokrin yang lain.

Kelenjar hipofisis merangsang pengeluaran hormon pertumbuhan (Growth Hormone/GH). Pengeluaran hormon GH dirangsang oleh hormon pelepas pertumbuhan (Growth Hormone Relasing Factor/GHRF) yang di reproduksi oleh hipotalamus. Macam-macam hormon yang dihasilkan oleh kelenjar ini, antara lain :

1) **STH (Somatotrof Hormone)/ GH (Growth Hormon)/ Somatotropin yang memiliki fungsi antara lain :**

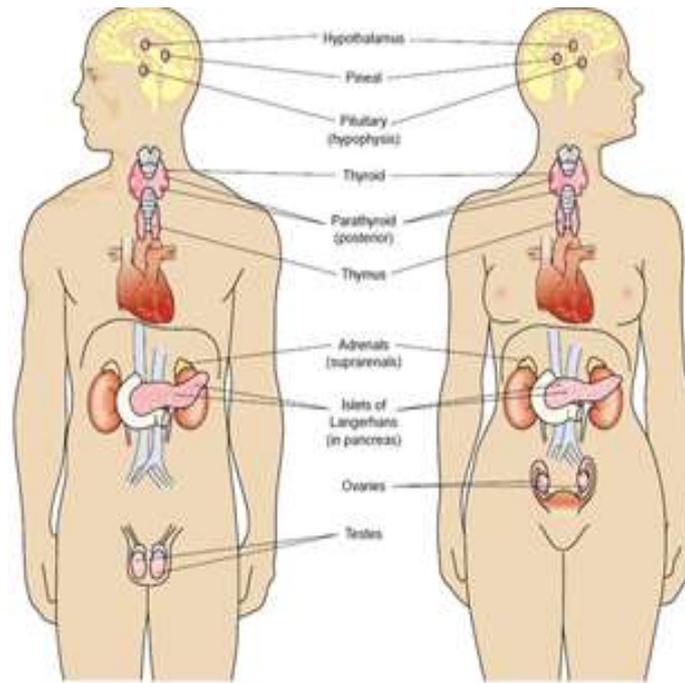
- a) Memacu pertumbuhan terutama pada peristiwa osifikasi, pada cakrapituitari.
- b) Mengatur metabolisme lipid dan karbohidrat
- c) LTH (Luteotropic Hormone)/ Prolactin/ Lactogenic Hormone yang berfungsi merangsang kelenjar mammae/kelenjar susu untuk menghasilkan air susu dan untuk memacu ovarium untuk menghasilkan hormon estrogen dan progesteron.
- d) TSH (Thyroid Stimulating Hormone)/TIREOTROP/Tirotropin: Hormon ini berfungsi untuk merangsang sekresi kelenjar tiroid.
- e) ACTH (Adrenocorticotrophic Hormone)/Corticotropin : hormon ini berfungsi untuk merangsang kelenjar adrenal.
- f) Gonadotropin/Hormon Kelamin, terdiri dari FSH (Folicle Stimulating Hormone) dan LH (Luteinizing Hormone).

2) **Kelenjar pineal**

Kelenjar pineal terletak di cerebrum. Ada dua macam hormon yang ada pada kelenjar ini, yaitu :

- a) Hormon melatonin: warna/pigmen kulit melanin

- b) Hormon vasotocin (Mammalia): mirip fungsinya dengan vasopresin dan oksitosin.



Gambar 37 : Macam-macam Kelenjar Endokrin berdasarkan letaknya

3) Kelenjar tiroid

Kelenjar tiroid atau kelenjar gondok berbentuk mirip kupu-kupu yang menempel di bagian depan batang tenggorok (*trachea*), dan ikut naik turun pada waktu menelan. Kelenjar tiroid menghasilkan tiga jenis hormon yaitu T₃, T₄ dan sedikit kalsitonin. Hormon T₃ dan T₄ dihasilkan oleh folikel sedangkan kalsitonin dihasilkan oleh parafolikuler. Bahan dasar pembentukan hormon-hormon ini adalah yodium yang diperoleh dari makanan dan minuman.

Atas pengaruh hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofise lobus anterior, kelenjar tiroid ini dapat memproduksi hormon tiroksin. Adapun fungsi dari hormon tiroksin; mengatur pertukaran zat/metabolisme dalam tubuh dan mengatur pertumbuhan jasmani dan rohani.

Struktur kelenjar tiroid terdiri atas sejumlah besar vesikel-vesikel yang dibatasi oleh epitelium silinder, disatukan oleh jaringan ikat. Sel-selnya mengeluarkan sera, cairan yang bersifat lekat yaitu; Koloidae tiroid yang mengandung zat senyawa yodium dan dinamakan hormon tiroksin. Sekret ini mengisi vesikel dan dari sini berjalan kealiran darah baik langsung maupun melalui saluran limfe.

Fungsi kelenjar tiroid, terdiri dari:

- a) Bekerja sebagai perangsang proses oksidasi.
- b) Mengatur penggunaan oksidasi.
- c) Mengatur pengeluaran karbondioksida.
- d) Metabolik dalam hal pengatur susunan kimia dalam jaringan.
- e) Pada anak mempengaruhi perkembangan fisik dan mental.

Hipofungsi dapat menyebabkan penyakit kretinismus dan penyakit miksedema. Hiperfungsi menyebabkan penyakit eksotalmikgoiter. Sekresi tiroid diatur oleh sebuah hormon dari lobus anterior kelenjar hipofise yaitu oleh hormon tirotropik. Fungsi kelenjar tiroid sangat erat bertalian dengan kegiatan metabolik dalam hal pengaturan susunan kimia dan jaringan bekerja sebagai perangsang proses oksidasi, mengatur pengeluaran karbondioksida.

Hiposekresi hipotiroidisme. Bila kelenjar tiroid kurang mengeluarkan sekret pada waktu bayi mengakibatkan suatu keadaan yang dikenal sebagai kretinisme berupa hambatan pertumbuhan mental dan fisik, pada orang dewasa kurang sekresi menyebabkan miksedema proses metabolik mundur dan terdapat kecenderungan untuk bertambah berat, gerakannya lambat, cara berfikir dan bicara lamban, kulit menjadi tebal dan keringat, rambut rontok, suhu-badan di bawah normal dan denyut nadi perlahan.

Hipersekresi penambahan sekresi kelenjar tiroid disebut hipertiroid dimana semua gejalanya merupakan kebalikan dari miksedema yaitu: kecepatan metabolisme meningkat suhu tubuh tinggi, berat badan turun, gelisah, mudah marah, denyut nadi naik.

Vaskuler mencakup fibrilasi atrium kegagalan jantung pada keadaan yang dikenal sebagai penyakit trauma atau gondok eksotalmus, mata menonjol keluar, efek ini disebabkan terlampau aktifnya hormon tiroid, ada kalanya tidak hilang dengan pengobatan.

4) Kelenjar paratiroid

Kelenjar paratiroid menempel pada bagian anterior dan posterior kedua lobus kelenjar tiroid oleh karenanya kelenjar paratiroid berjumlah empat buah. Kelenjar paratiroid menghasilkan *parathormon* yang turut mengatur kadar *calcium* darah. Parathormon mengatur metabolisme kalsium dan fosfat tubuh. Organ targetnya adalah tulang, ginjal dan usus kecil (duodenum).

Hipoparatiroidisme. Terjadinya kekurangan kalsium di dalam darah atau hipokalsemia mengakibatkan keadaan yang disebut tetani, dengan gejala

khas kejang khususnya pada tangan dan kaki disebut karpopedal spasmus, gejala-gejala ini dapat diringankan dengan pemberian kalsium.

Hiperparatiroidisme. Biasanya ada sangkut pautnya dengan pembesaran (tumor) kelenjar. Keseimbangan distribusi kalsium terganggu, kalsium dikeluarkan kembali dari tulang dan dimasukkan kembali keserum darah. Akibatnya terjadi penyakit tulang dengan tanda-tanda khas beberapa bagian krepitas. Disebut osteomyelitis fibrosa sistika karena terbentuk kristal pada tulang, kalsiumnya diedarkan didalam ginjal dan dapat menyebabkan batu ginjal kegagalan ginjal.

Fungsi paratiroid;

- a) Mengatur metabolisme fosfor.
- b) Mengatur kadar kalsium darah.

Hipofungsi, mengakibatkan penyakit tetani. **Hiperfungsi,** mengakibatkan kelainan-kelainan seperti; kelemahan pada otot-otot, sakit pada tulang, kadar kalsium dalam darah meningkat begitu juga dalam urin, dekalsifikasi dan seformitas, dapat juga terjadi patah tulang spontan.

Kelainan-kelainan di atas dapat juga terjadi pada tumor kelenjar paratiroid.

5) Kelenjar timus

Kelenjar timus terletak di rongga dada yang merupakan penimbunan dari hormon somatotrofin dalam tubuh. Hormon ini dihasilkan selama masa pertumbuhan sampai dengan masa pubertas, setelah melewati masa pubertas, secara perlahan hormon ini akan berkurang sedikit demi sedikit. Fungsi hormon yang dihasilkan antara lain :

Mengatur proses pertumbuhan

- a) Kekebalan tubuh/imunitas setelah kelahiran
- b) Memacu pertumbuhan dan pematangan sel Limfosit yang menghasilkan *T Cell*.

6) Kelenjar adrenal/suprarenalis

Disebut juga sebagai kelenjar suprarenalis karena letaknya di atas ginjal. Kelenjar adrenal terdiri dari dua lapis yaitu bagian korteks dan bagian medulla. Bagian korteksmenghasilkan hormon pengatur keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh (*adrenocorticotrophichormone, ACTH*) dan vital untuk kehidupan. Bagian medullamenghasilkan adrenalin dan juga merupakan bagian dari sistem simpatis. Kelenjar suprarenal juga menghasilkan hormone kelamin dalam jumlah sedikit.

Kelenjar suprarenal ini terbagi atas 2 bagian yaitu:

- a) Bagian luar yang berwarna kekuningan yang menghasilkan kortisol yang disebut korteks.
- b) Bagian medula yang menghasilkan adrenalin (epinefrin) dan nor adrenalin (nor epinefrin).

Zat-zat tadi disekresikan dibawah pengendalian sistem persarafan simpatis. Sekresinya bertambah dalam keadaan emosi seperti marah dan takut serta dalam keadaan asfiksia dan Icelaparan. Pengeluaran yang bertambah itu menaikkan tekanan darah guna melawan shok.

Noradrenalin menaikan tekanan darah dengan jalan merangsang serabut otot didalam dinding pembuluh darah untuk berkontraksi, adrenalin membantu metabolisme karbohidrat dengan jalan menambah pengeluaran glikosa dari hati.

Beberapa hormon terpenting yang disekresikan oleh korteks adrenal adalah; Hidrokortison, aldosteron dan kortikosteron. Semuanya bertalian erat dengan metabolisme, pertumbuhan fungsi ginjal dan kondisi otot. Pada insufisiensi adrenal (penyakit addison) pasien menjadi kurus dan nampak sakit paling lemah, terutama katena tidak adanya hormaon ini, sedangkan ginjal gagal menyimpan natrium dalam jumlah terlampau banyak, penyakit ini diobati dengan kortison.

Fungsi kelenjar supra renalis bagian kortkes terdiri dari;

- a) Mengatur keseimbangan air, elektrolit dan garam-garam.
- b) Mengatur/mempengaruhi metabolisme lemak, hidratarang dan protein.
- c) Mempengaruhi aktifitas jaringan limfoid.

Hipofungsi menyebabkan penyakit addison. Heperfungsi. Kelainan-kelainan yang timbul akibat hiperfungsi mirip dengan tumor suprarenal bagian korteks dengan gejala-gejala pada wanita biasa, terjadinya gangguan pertumbuhan seks sekunder.

Fungsi kelenjar suprarenalis bagian mdula terdiri dari;

- a) Vaso konstiksi pembuluh darah perifer.
- b) Relaksasi bronkus.
- c) Kontraksi selaput lendir dan arteriole pada kulit sehingga berguna mengurangi perdarahan pada operasi kecil

7) Kelenjar pulau langerhans/pankreas

Pankreas dapat berfungsi sebagai organ endokrin dan eksokrin. Fungsinya sebagai organ endokrin diperankan oleh pulau-pulau Langerhans.

Pulau-pulau Langerhans terdiri tiga jenis sel yaitu sel alfa yang menghasilkan glukagon, sel beta yang menghasilkan insulin. Kedua hormon ini mengatur kadar dan penggunaan glukosa dalam darah. Gangguan produksi hormon insulin mengakibatkan terjadinya penyakit *diabetes mellitus*.

8) Kelenjar kelamin

Kelenjar kelamin atau kelenjar gonad pada wanita menghasilkan hormon estrogen dan progesteron yang berasal dari ovarium, serta pada pria menghasilkan hormon testosteron yang berasal dari testis.

D. MEKANISME KERJA SISTEM ENDOKRIN

Kerja sistem endokrin lebih lambat dibandingkan dengan sistem saraf, sebab untuk mencapai sel target hormon harus mengikuti aliran sistem transportasi. Hormon bekerja sama dengan sistem saraf untuk mengatur pertumbuhan, keseimbangan internal di dalam tubuh, reproduksi dan tingkah laku. Kedua sistem tersebut mengaktifkan sel untuk berinteraksi satu dengan yang lainnya dengan menggunakan *zat kimia perantara*.

Pada sistem saraf, zat kimia perantaranya adalah *neurotransmitter*, sedangkan pada sistem endokrin zat kimia perantaranya adalah *hormon* yang dibawa oleh aliran darah ke berbagai sel dalam tubuh, dan mempengaruhi sel target yang ada di seluruh tubuh, dan selanjutnya sel target akan menerjemahkan pesan tersebut menjadi suatu tindakan.

REFERENSI:

A Luk Luk, Z. 2011. Anatomi dan Fisiologi Manusia. Jakarta : Nuha Medika.

Guyton dan Hall. 2007. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi II. Jakarta: EGC.

Judha, M dan Erwanto, R. 2011. Anatomi dan Fisiologi Rangkuman Sederhana Belajar Anatomi. Yogyakarta : Gosyen Publishing.

Pearce, E. 2009. Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Saputra, L dan Dwisang,E.2002. Anatomi dan Fisiologi untuk Perawat dan Paramedis. Binarupa Aksara : Jakarta.

Setiadi. 2007. Anatomi dan Fisiologi Manusia. Jakarta : Graha Ilmu.

Snell, Richard S. 2006. Anatomi Klinik untuk Mahasiswa Kedokteran. Jakarta: EGC.

Waugh, A dan Grant, A. 2011. Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi Ross dan Wilson, 10e. Jakarta : Salemba Medika.

Wiratno, G. 2013. Anatomi dan Fisiologi Sistem Gerak Manusia. Yogyakarta : Gosyen Publishing.