



# **MODUL ANATOMI FISILOGI I**

**PERTEMUAN UTS**

**DISUSUN OLEH**

**YULIA WAHYUNI, S.Kep, M.Gizi**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2019**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Modul mata kuliah anatomi fisiologi satu program studi ilmu gizi tahun akademik 2019/2020 ini telah selesai disusun.

Penyusunan modul mata kuliah anatomi fisiologi satu untuk membantu mahasiswa mencapai kompetensi yang telah ditetapkan sehingga diharapkan mahasiswa memiliki pengetahuan, sikap dan keterampilan untuk dapat mengenal, mengedukasi tentang anatomi dan fisiologis tubuh manusia.

Panduan mata kuliah anatomi fisiologi satu ini merupakan panduan standar untuk mengarahkan mahasiswa dalam mempelajari materi tentang bentuk tubuh manusia, karakteristik serta fungsinya masing-masing. Buku Panduan ini berisi informasi tentang topik – topik selama setengah semester yakni dari pertemuan 1 sampai pertemuan 7. Pendalaman materi dalam bentuk praktiker mandiri sehingga mahasiswa Sarjana Gizi mampu memenuhi kompetensi dasar dalam pelayanan masyarakat.

Jakarta, 20 september 2019

Yulia wahyuni, S.Kep, M.Gizi

NIK ; 215090807

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
PENDAHULUAN.....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
Pertemuan 1 ; Sistem Indra (Hidung Dan Lidah) .....	1
pertemuan 2 ; Komposisi Tubuh .....	20
pertemuan 3 ; Komposisi Tubuh (lanjutan) .....	42
Pertemuan 4 ; Homeostasis) .....	77
Pertemuan 5 ; Sistem Saraf Pusat .....	93
Pertemuan 6 ; Sistem Saraf Tepi.....	112
Pertemuan ; Sistem Indra (Mata Dan Telinga) .....	130
Tugas .....	153



**MODUL ANATOMI FISILOGI I  
(NUT116)**

**SISTEM INDRA (HIDUNG & LIDAH)**

**DISUSUN OLEH**

**YULIA WAHYUNI, S.Kep, M.Gizi**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2020**

## PENGANTAR

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

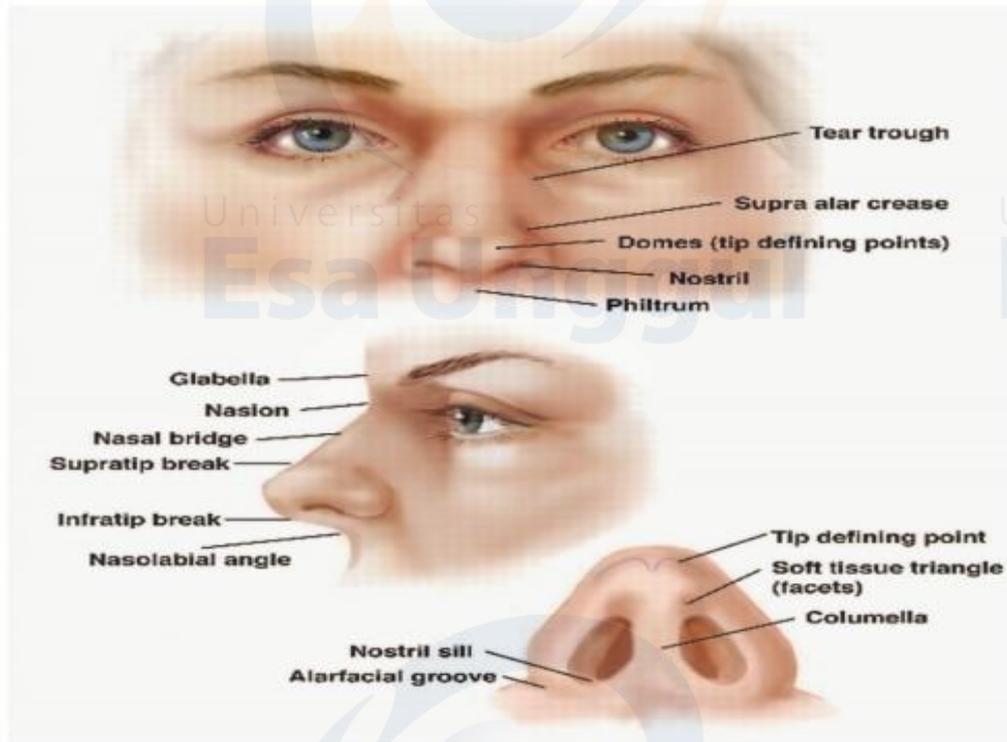
Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Anatomi hidung dan lidah
2. Mekanisme kerja hidung dan lidah
3. Kelainan hidung dan lidah

### B. Uraian dan Contoh

#### 1. a. Anatomi hidung

- Hidung manusia dibagi menjadi dua bagian rongga yang sama besar yang disebut dengan nostril. Dinding pemisah disebut dengan septum, septum terbuat dari tulang yang sangat tipis. Rongga hidung dilapisi dengan rambut dan membran yang mensekresi lendir lengket.
- Bagian hidung dalam terdiri atas struktur yang membentang dari nares anterior hingga koana di posterior yang memisahkan rongga hidung dari nasofaring. Septum nasi membagi tengah bagian hidung dalam menjadi kavum nasi kanan dan kiri. Setiap kavum nasi mempunyai 4 buah dinding yaitu dinding medial, lateral, inferior dan superior.
- Bagian inferior kavum nasi berbatasan dengan kavum oris dipisahkan oleh palatum durum. Ke arah posterior berhubungan dengan nasofaring melalui koana. Di sebelah lateral dan depan dibatasi oleh nasus externus. Di sebelah lateral belakang berbatasan dengan orbita : sinus maksilaris, sinus etmoidalis, fossapterygopalatina, fossa pterigoides



Gambar 5. Hidung Bagian Luar  
(Sumber: Marrieb, 2001)

### Bagian -bagian hidung

- Dasar hidung  
Dibentuk oleh prosesus palatina os maksila dan prosesus horizontal os palatum. Atap hidung terdiri dari kartilago lateralis superior dan inferior, dan tulang-tulang os nasale, os frontale lamina cribrosa, os etmoidale, dan corpus os sphenoidale. Dinding medial rongga hidung adalah septum nasi. Septum nasi terdiri atas kartilago septi nasi, lamina perpendikularis os etmoidale, dan os vomer. Sedangkan di daerah apex nasi, septum nasi disempurnakan oleh kulit, jaringan subkutis, dan kartilago alaris major
- Rongga hidung (nasal cavity)  
Rongga hidung (nasal cavity) berfungsi untuk mengalirkan udara dari luar ke tenggorokan menuju paru paru. Rongga hidung ini dihubungkan dengan bagian belakang tenggorokan. Rongga hidung dipisahkan oleh langit-langit mulut kita yang disebut dengan palate. Di rongga hidung bagian atas terdapat sel-sel reseptor atau ujung-ujung saraf pembau. Ujung-ujung saraf pembau ini timbul bersama dengan rambut-rambut halus pada selaput lendir yang berada di dalam rongga hidung bagian atas. Rongga ini dapat membau dengan baik.
- Mucous membrane  
Mucous membrane berfungsi menghangatkan udara dan melembabkannya. Bagian ini

membuat mucus (lendir atau ingus) yang berguna untuk menangkap debu, bakteri, dan partikel-partikel kecil lainnya yang dapat merusak paru-paru.

**Karakteristik hidung :**

- ✓ Rongga pada hidung yang disebut kavum nasi berbentuk terowongan yang memanjang dari lubang hidung (nares anterior) sampai koana (nares posterior). Nares posterior menghubungkan antara kavum nasi dan nasofaring. Kavum nasi dibagi menjadi kavum nasi kanan dan kiri oleh septum nasi
- ✓ Bagian kavum nasi yang terletak tepat di belakang nares anterior disebut vestibulum. Vestibulum dikelilingi oleh tulang rawan yang fleksibel. Bagian ini dilapisi oleh epitel berlapis gepeng berkeratin. Di limen nasi yang menjadi batas posterior vestibulum, epitel berubah menjadi epitel berlapis gepeng tidak berkeratin dan kemudian menjadi epitel kolumnar berlapis semu bersilia
- ✓ Masing-masing kavum nasi dibatasi oleh empat dinding, yaitu dinding medial, lateral, inferior, dan anterior. Dinding medial kavum nasi adalah septum nasi. Septum nasi tersusun atas tulang dan tulang rawan. Bagian tulang terletak di posterior yang terdiri atas lamina perpendikularis os etmoid, vomer, krista nasalis os maksila, dan krista nasalis os palatina. Bagian tulang rawan terletak di anterior yang disebut kartilago septi nasi
- ✓ Di bagian lateral, kavum nasi dibatasi oleh tiga buah konka, yaitu konka nasalis inferior, konka nasalis media, dan konka nasalis superior. Konka nasalis inferior dan media menempati sebagian besar dinding lateral kavum nasi, sedangkan konka nasalis superior berukuran kecil dan letaknya berdekatan dengan daerah olfaktorius di atap kavum nasi. Konka nasalis inferior merupakan suatu tulang yang melekat pada os maksila dan labirin etmoid. Lain halnya dengan konka nasalis media dan superior yang merupakan bagian dari labirin etmoid
- ✓ Di antara konka dan dinding lateral kavum nasi, terdapat rongga yang disebut meatus. Meatus terdiri atas tiga jenis berdasarkan letaknya terhadap konka, yaitu meatus nasi inferior, meatus nasi media, dan meatus nasi superior. Meatus merupakan muara dari beberapa saluran. Pada meatus nasi inferior, duktus nasolakrimalis membuka melalui plika lakrimalis. Meatus nasi media merupakan tempat bermuaranya sinus maksilaris, sinus frontalis, dan sinus etmoid anterior. Di bawah meatus ini, terdapat hiatus semilunaris yang di atasnya terdapat bula etmoidalis dan di bawahnya terdapat prosesus uncinatus. Pada meatus nasi superior, bermuara sinus etmoid posterior dan sinus sfenoid. Di bagian posteriornya terdapat resesus sfenoetmoidalis dengan apertura sinus

sfenoidalis yang menghubungkan kavum nasi dengan sinus sfenoid

- ✓ Dinding superior kavum nasi dibentuk oleh lamina kribiformis. Lamina kribiformis memisahkan kavum nasi dengan rongga kepala. Lamina kribiformis merupakan tulang yang strukturnya berlubang-lubang untuk tempat masuknya serabut saraf olfaktorius. Di bagian inferior, kavum nasi dibatasi oleh os maksila dan os palatum.

### **Persyarafan Hidung**

- Bagian superior, inferior, serta anterior dari kavum nasi mendapatkan vaskularisasi dari arteri yang berbeda-beda. Bagian superior mendapatkan pendarahan dari a. etmoidalis anterior dan posterior. Arteri-arteri ini merupakan cabang dari a. oftalmika yang dicabangkan oleh a. carotis interna. Bagian inferior atau dasar dari kavum nasi didarahi oleh cabang a. maksilaris interna, antara lain a. palatina mayor dan a. sfenopalatina. Bagian anterior / depan hidung didarahi oleh cabang-cabang a. Fasialis
- Pada septum nasi, a. sfenopalatina berjalan dan beranastomosis dengan a. etmoidalis anterior, a. labialis superior, dan a. palatina mayor. Anastomosis ini disebut pleksus Kiesselbach. Daerah anastomosis ini menjadi lokasi tersering perdarahan hidung karena letaknya superfisial dan mudah cedera oleh trauma
- Aliran darah balik dari hidung dialirkan melalui pembuluh v. etmoidalis anterior dan posterior menuju v. sfenopalatina lalu ke pleksus Pterygoideus dalam fossa infratemporalis yang akhirnya bermuara pada sinus kavernosus. Karakteristik vena yang tidak memiliki katup merupakan salah satu hal yang dapat meningkatkan risiko penyebaran infeksi ke intra kranial
- Mukosa hidung mendapatkan persarafan sensorik dari cabang-cabang n. Trigemini (V) yaitu n. oftalmikus (V1) dan n. maksilaris (V2). N. oftalmikus mencabangkan n. nasosiliaris yang akan bercabang lagi menjadi n. etmoidalis anterior yang mempersarafi bagian anterior dan superior kavum nasi. N. maksilaris menginervasi hidung melalui ganglion sfenopalatina
- Ganglion sfenopalatina merupakan ganglion yang menerima serabut saraf sensoris dari n. Maksilaris, serabut parasimpatis n. petrosus superfisial mayor, dan serabut simpatis dari n. petrosus profundus. Karena susunan tersebut, ganglion ini memberikan inervasi sensorik dan vasomotor atau otonom pada hidung. Ganglion yang terletak di posterosuperior dari konka nasalis media ini mempersarafi sebagian besar kavum nas
- N. olfaktorius memegang peranan dalam fungsi menghidu. Serabut sarafnya berasal dari bulbus olfaktorius di otak dan turun ke kavum nasi melalui lamina

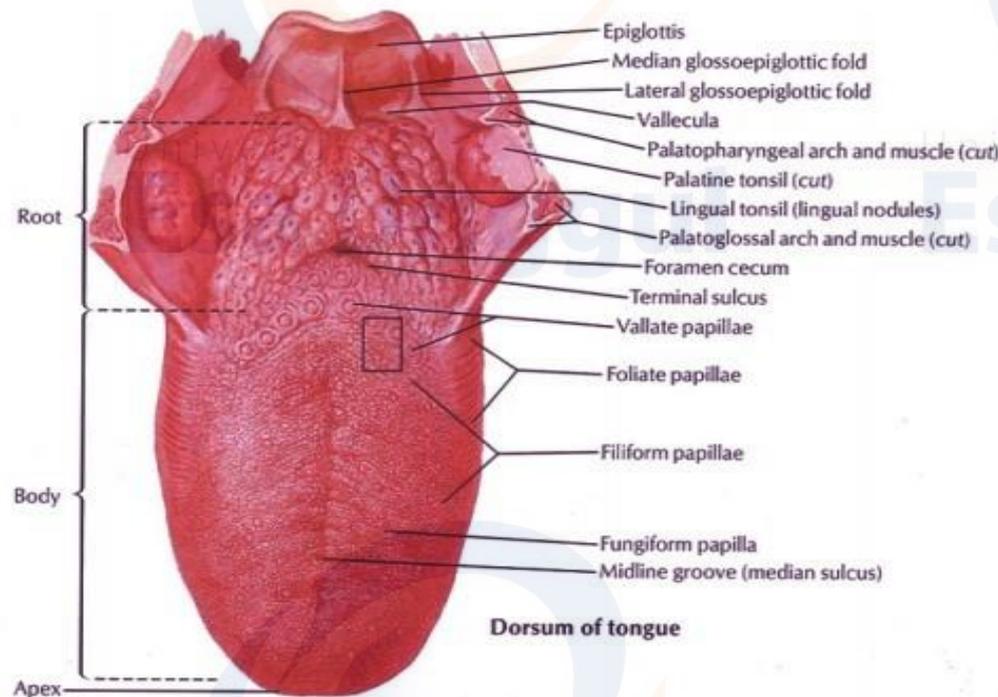
kribosa. Saraf ini mempersarafi sel-sel reseptor penghidu pada mukosa olfaktorius yang terletak di sepertiga atas hidung

## b. Anatomi Lidah

Bau yang berbeda dan dihasilkan pada ruang yang berbeda. Bau khusus bergantung pada pola ruang perangsangan reseptor dalam membran mukosa olfaktorius. Bila seseorang mencium bau yang paling tidak disukai, maka persepsi pada bau akan menurun dan kemudian berhenti. Pembahasan tentang lidah ini meliputi struktur pengecap, bagianbagian lidah, cara kerja lidah.

Lidah adalah suatu organ muskular yang berhubungan dengan pengunyahan, pengecap dan pengucapan yang terletak pada sebagian di rongga mulut dan faring. Lidah berfungsi untuk merasakan rangsangan rasa dari benda-benda yang masuk ke dalam mulut kita.

Lidah dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu radiks, korpus, dan apeks. Radiks lidah melekat pada tulang hioid dan mandibula, di bagian bawah kedua tulang terdapat otot geniohioid dan otot milohioid. Korpus lidah bentuknya cembung dan bersama apeks membentuk duapertiga anterior lidah. Radiks dan korpus dipisahkan oleh alur berbentuk "V" yang disebut sulkus terminalis



Gambar 7. Struktur Lidah  
(Sumber: Marrieb, 2001)

### Struktur Lidah :

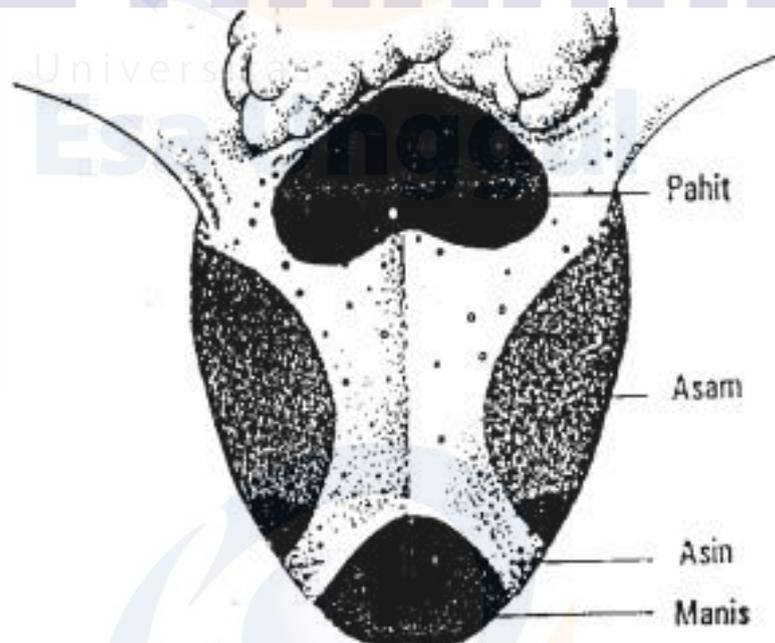
Bagian-bagian lidah terdiri pangkal lidah ( radiks lingua ). Punggung lidah ( dorsum lingua ), dan ujung lidah ( apeks lingua). Bila lidah digulung ke belakang tampak permukaan bawah yang disebut frenulum lingua, sebuah struktur ligamen yang halus yang mengaitkan bagian posterior lidah pada dasar mulut.

Permukaan atas lidah bludru dan ditutupi papil-papil yang terdiri atas tiga jenis papil , yaitu :

- Papila sirkumvalatae, yang terletak pada pangkal lidah atau dasar lidah
- Papapila fungiformis, yang menyebar pada permukaan ujung sisi lidah dan berbentuk jamur.
- Papila filiformis, yang menyebar di seluruh permukaan lidah, dan lebih berfungsi untuk menerima rasa sentuhan daripada rasa pengecapan yang sebenarnya.

Lidah memiliki sensitifitas terhadap empat rasa dasar, yang masing-masing berada pada lokasi yang berbeda, yaitu :

- a. Rasa pahit. Terdapat pada pangkal lidah
- b. Rasa manis, terdapat pada ujung lidah
- c. Rasa asin, terdapat pada ujung, samping kiri dan kanan lidah
- d. Rasa asam, terletak pada samping kiri dan kanan lidah.<sup>30</sup> Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



### Susunan Dan Fungsi Saliva

Saliva ( kelenjar ludah ) terdiri atas :

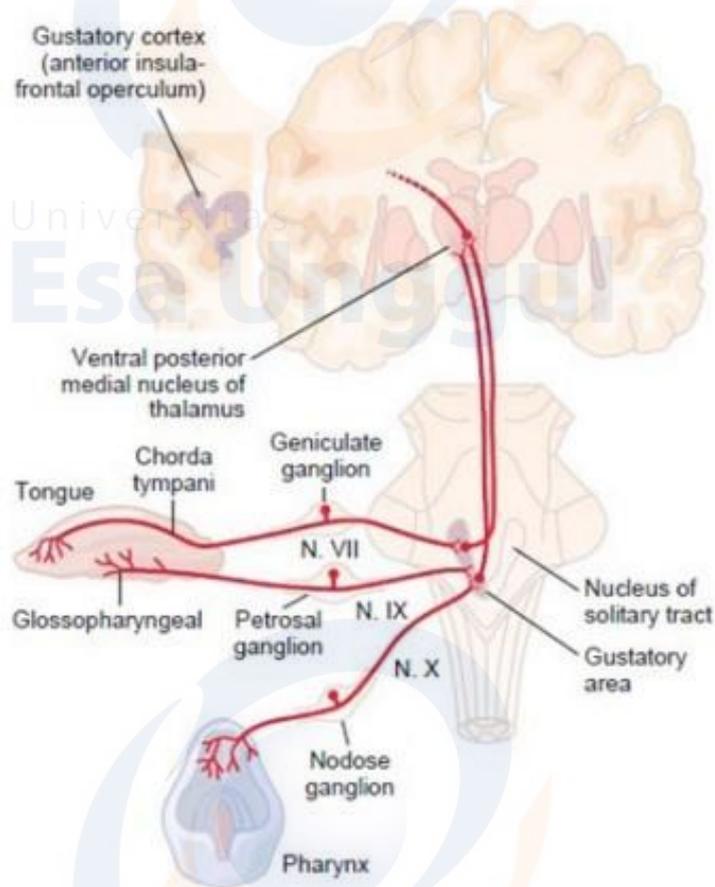
- Air ( 70 %- 99% )
- Glikoprotein yang dihasilkan sublingualis
- Pتيالين ( enzim pencernaan yang dapat bekerja dalam suasana asam )
- Garam alkali yang bersifat basah
- Lain-lain ( sel-sel yang terlepas, sel kelenjar, leukosit, gas ( CO<sub>2</sub> ) dan bakteri ).

Fungsi saliva adalah :

- Fungsi mekanis, Yaitu untuk mencampur makanan, agar menjadi lunak, sehingga mudah untuk ditelan.
- Fungsi kimia, melalui peran dari beberapa enzim.
- Membasahi lidah, pipi dan langit-langit yang penting dalam proses berbicara.
- Melarutkan makanan yang kering hingga dapat dirasakan, misalnya : gula dan garam
- Mencegah terjadinya karies pada gigi dengan cara mengubah suasana asam yang ditimbulkan oleh bakteri pembusuk. Saliva ini akan disekresikan oleh rangsangan nervus olfaktorius dan nervus glossofaringeus, yakni bila terdapat makanan di dalam mulut atau indera penciuman membaui makanan

### Persyarafan Lidah

Reseptor dari indera gustatorius adalah sel-sel rambut mikroskopis yang terletak di ujung lidah, pangkal lidah dan langit-langit. Sel-sel rambut itu dihubungkan ke saraf dan bereaksi terhadap zat-zat kimia yang terdapat dalam cairan makanan yang menyentuh lidah. Sedangkan stimulus untuk indera pengecap adalah substansi yang larut dalam saliva. Substansi ini akan ditangkap oleh reseptor yang ada di lidah, berupa bintik pengecap ( taste buds ). Pada ujung bintik pengecap terdapat struktur kecil seperti rambut yang menonjol dan kontak dengan larutan di dalam mulut. Kontak antara substansi dengan reseptor ini akan menghasilkan impuls listrik, dan proses ini disebut dengan proses transduksi. Impuls listrik yang dihasilkan, selanjutnya akan dikirim ke otak untuk dilakukan interpretasi.<sup>32</sup> Perjalanan impuls-impuls listrik tersebut menuju otak dengan melalui serabut-serabut saraf glossofaringeal menuju ke batang otak, dan selanjutnya dibawa ke lobus parietalis



Sumber: Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. Ed ke-11. Philadelphia: Saunders Elsevier. 2006; h. 666.

## 2. Mekanis Kerja Hidung dan Lidah

### a. Mekanis kerja hidung

Indra penciuman merupakan alat visera (alat rongga badan) yang erat hubungannya dengan gastrointestinalis. Sebagian rasa berbagai makanan merupakan kombinasi penciuman dan pengecapan. Reseptor penciuman merupakan kemoreseptor yang dirangsang oleh molekul larutan di dalam mukus. Reseptor penciuman merupakan reseptor jauh (telereseptor). Reseptor olfaktorius terletak di dalam bagian khusus mukosa hidung. Di antara sel-sel ini terdapat 10-20 juta sel reseptor. Tiap reseptor olfaktorius merupakan suatu neuron dan membran mukosa olfaktorius merupakan tempat di dalam badan dengan susunan saraf mendekat ke dunia luar. Bau yang masuk ke dalam rongga hidung akan merangsang saraf (nervus olfaktorius) dari bulbus olfaktorius. Bau berupa gas atau zat yang menguap mencapai kavum nasal

mellalui nostril, menghidu meningkatkan masukan gas ke dalam rongga hidung lalu ke sinus superior. Gas akan larut dalam cairan mukus sebelum dapat mengaktifkan sel reseptor. Indra bau bergerak melalui traktus olfaktorius dengan perantara stasiun penghubung pusat olfaktorius pada lobus temporalis di otak besar tempat perasaan itu ditafsirkan. Serabut-serabut saraf penciuman terdapat pada bagian atas selaput lendir hidung. Serabut-serabut olfaktori berfungsi mendeteksi rangsang zat kimia dalam bentuk gas di udara (kemoreseptor). Mekanisme kerja indra penciuman sebagai berikut. Adanya rangsang (bau) masuk ke lubang hidung, dilanjutkan ke epitelium olfaktori, kemudian ke mukosa olfaktori, ke saraf olfaktori, ke talamus, ke hipotalamus, dan ke otak.

Keluaran olfaktori dari bulbus ke otak mempunyai beberapa target:

- Korteks olfaktori primer dan area asosiasi olfaktori. Kedua area ini merupakan tempat membedakan persepsi bau dan memori yang berkaitan dengan pusat olfaktori di otak.
- Sistem limfatik (amigdala dan septum) tempat sinyal olfaktori mengaktifkan emosi dan perilaku yang berkaitan dengan bau yang memproyeksikan insting dan respon stereoptik disebut feromon.
- Pusat hipotalamik, pengatur makanan, respon otonom dan kontrol hormon terutama hormon reproduksi.
- Formasi retikular suatu pengatur atensi dan terjaga, sinyal ini dipancarkan secara tidak langsung melalui sistem limbik dan korteks.

Hidung merupakan indra pembau pada manusia. Hidung merupakan indra khusus yang terletak di dalam rongga hidung. Daerah sensitif pada indra pembau terletak di bagian atas rongga hidung. Struktur indra pembau terdiri dari :

- Sel-sel penyokong yang berupa sel-sel epitel.
- Sel-sel pembau (sel olfaktori) yang berupa sel saraf sebagai reseptor.
- Sel-sel olfaktori sangat peka terhadap rangsangan gas kimia (kemoreseptor).
- Sel-sel olfaktori memiliki tonjolan ujung dendrit berupa rambut yang terletak pada selaput lendir hidung, sedangkan ujung yang lain berupa tonjolan akson membentuk berkas yang disebut saraf otak I (nervus olfaktori). Saraf ini akan menembus tulang tapis dan masuk ke dalam otak manusia.

#### **b. Mekanisme kerja lidah**

Mekanisme sistem gustatori bermula dari sesuatu yang kita makan sebagai stimulus yang masuk ke dalam mulut lalu bercampur dengan air liur kemudian

diterima oleh reseptor gustatory yang letaknya bergantung pada rasa yang diterima. Lalu dari reseptor-reseptor akan diteruskan oleh neuron-neuron ke bagian saraf kranial wajah (VII) yang membawa informasi rasa dari bagian depan lidah, ke bagian saraf glassofaringeal (IX) yang membawa informasi rasa dari bagian belakang lidah serta bagian saraf vagus (X) yang membawa informasi dari bagian belakang rongga mulut. Serabut-serabut ini akan berkumpul pada solitary nucleus dari medulla. Kemudian bersinapsis dengan neuron lainnya dan akan berproyeksi ke nukleus posterior ventral thalamus. Akson-akson dari nukleus posterior ventral akan berproyeksi ke korteks gustatori primer yang letaknya di dekat daerah wajah homunculus somatosensori di bibir superior fissura lateral, dan ke korteks gustatori sekunder yang berada di dalam fissura lateral. Proyeksi pada sistem gustatori adalah searah (ipsilateral)

Faktor yang Memengaruhi Kemampuan Mengecap Seseorang:

- Faktor Individual, contohnya seseorang yang sedang sakit, maka kepekaan mengecapnya jadi berkurang.
- Nilai Ambang, nilai ambang bergantung pada kebiasaan seseorang. Contohnya, seseorang yang sudah biasa makan makanan yang manis, akan lebih tinggi nilai ambangnya daripada orang yang tidak terbiasa makan makanan manis.
- Konsentrasi, contohnya seseorang yang makan garam satu mangkok garam: lamakelamaan tidak merasakan asin lagi seperti pertama kali ia memakannya

### 3. Kelainan hidung dan lidah

#### a. Kelainan Hidung

Rasa penciuman akan lemah, selaput lendir hidung kering basah dan membengkak seperti pada saat influenza. Rasa penciuman hilang sama sekali, karena ada komplikasi seperti cedera pada kepala. Usia yang lebih dari 80 tahun, 75 % kemampuan penciuman terhadap bau terganggu. Gangguan penciuman terdiri dari anosmia, hiposmia dan disosmia. Anosmia adalah salah satu gangguan pada indra penciuman yang mengakibatkan penderita tidak dapat mencium bau sama sekali. penyebab dari gangguan ini adalah adanya gangguan saluran hidung, cedera Kepala, dan tumor sulkus olfaktorius.

Hiposmia adalah kondisi dimana berkurangnya kemampuan untuk mencium bau. Jika pada Anosmia penderita tidak dapat mencium bau sama sekali, maka pada hiposmia penderita hanya kehilangan sensitifitas bau tertentu. Dinomia

adalah salahsatu gangguan pada indra penciuman yang mengakibatkan penderita mengalami perubahan penciuman sehingga penderita merasa selalu mencium bau yang tidak enak. Gangguan ini dapat disebabkan oleh infeksi didalam sinus, kerusakan parsial pada syaraf alfaktorius, kurangnya kebersihan mulut. Hipernosmia juga merupakan salah satu gangguan pada indra penciuman, yaitu penciuman yang berlebihan. Namun gangguan ini sangat jarang terjadi.

Masalah lain pada hidung :

- Sumbatan hidung merupakan sensasi ketidaknyamanan yang dirasakan saat seseorang menghirup udara dari hidung. Hal ini dapat disebabkan oleh aliran. udara yang berkurang akibat adanya tahanan pada rongga hidung. Sumbatan hidung merupakan salah satu gejala dari berbagai kelainan di rongga hidung yang paling sering muncul. Gejala ini dapat timbul pada penyakit polip hidung, tumor, kelainan anatomi hidung, dan penyakit yang melibatkan proses inflamasi seperti rinitis. Sumbatan hidung diketahui dapat menurunkan kualitas hidup penderita

Factor yang mempengaruhi sumbatan hidung :

- Rinitis alergi merupakan reaksi inflamasi pada hidung yang disebabkan oleh reaksi alergi pada pasien yang telah tersensitisasi dengan suatu alergen. Menurut Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA), gejala pada rinitis alergi adalah bersin-bersin, rinore, hidung tersumbat, dan gatal pada hidung setelah terpapar alergen
- Deviasi septum merupakan kelainan anatomi septum nasi, dimana septum nasi tidak lurus sempurna dan mengalami penyimpangan. Deviasi septum dapat terjadi secara kongenital maupun akibat trauma. Pasien dengan deviasi septum biasanya memiliki keluhan hidung tersumbat, nyeri kepala dan sekitar mata, dan penciuman yang terganggu
- Hipertrofi konka merupakan akibat dari peradangan kronik mukosa saluran pernapasan, misalnya rinitis alergi dan non alergi. Salah satu gejala yang sering dirasakan adalah hidung tersumbat. Beberapa studi menunjukkan bahwa sumbatan hidung pada penderita hipertrofi konka berkurang secara signifikan 20 setelah dilakukan reduksi konka. Gejala lain pada hipertrofi konka adalah berkurangnya kemampuan membau karena molekul odor tidak dapat mencapai reseptor olfaktorius akibat adanya tahanan.

## b. Kelainan lidah

Kelainan pada lidah meliputi beberapa hal di bawah ini.

- Oral candidosis. Penyebabnya adalah jamur yang disebut candida albicans. Gejalanya yaitu lidah akan tampak tertutup lapisan putih yang dapat dikerok.
- Atropic glossitis. Lidah akan terlihat licin dan mengkilat baik seluruh bagian lidah maupun hanya sebagian kecil. Penyebab yang paling sering biasanya adalah kekurangan zat besi. Jadi banyak ditemukan pada penderita anemia.
- Geografic tongue. Gejalanya yaitu lidah seperti peta, berpulau-pulau. Bagian pulau itu berwarna merah dan lebih licin dan bila parah akan dikelilingi pita putih tebal.
- Fissured tongue. Gejalanya yaitu lidah akan terlihat pecah-pecah.
- Glossopyrosis. Kelainan ini berupa keluhan pada lidah dimana lidah terasa sakit dan panas dan terbakar tetapi tidak ditemukan gejala apapun dalam pemeriksaan. Hal ini lebih banyak disebabkan karena psikosomatis dibandingkan dengan kelainan pada syaraf.

Kerusakan pada sistem gustatori salah satunya adalah ageusia, yaitu ketidakmampuan dalam mengecap atau merasakan apa yang dimakan. Hanya saja kerusakan ini jarang ditemukan karena sinyal sensori dari mulut dibawa oleh 3 jalur yang berbeda sehingga jika salah satu jalur ada yang rusak, maka jalur yang lain masih dapat dan masih berfungsi untuk merasakan rasa lainnya. Ageusia bisa terjadikarena faktor usia yang semakin tua atau bisa karena terjadi benturan keras di kepala yang aka menyebabkan otak gagal untuk menerjemahkan informasi yang diterima sehingga tidak bisa merespons dengan tepat. Ageusia parsial, yaitu kerusakan yang terjadi pada 2/3 anterior lidah yang juga ditemukan pada seseorang yang mengalami kerusakan telinga pada sisi tubuh yang sama dengan bagian lidah yang megalami kerusakan. Hal ini disebabkan karena cabang saraf wajah membawa informasi gustatori dari 2/3 anterior lidah yang berjalan melalui telinga tengah. Selain ageusia, penyebab sensor pengecap tidak berfungsi adalah karena makan makanan yang mengandung nikotin, kekurangan vitamin khususnya vitamin A dan B, tumor otak, dan terkena radiasi berlebihan.

### C. Latihan

1. Sebutkan persyarafan hidung ?
2. Bagaimanakan mekanisme kerja lidah?
3. Sebutkan kelainan hidung dan lidah ?

### D. Kunci jawaban

#### 1. Persyarafan hidung

- Bagian superior, inferior, serta anterior dari kavum nasi mendapatkan vaskularisasi dari arteri yang berbeda-beda. Bagian superior mendapatkan pendarahan dari a. etmoidalis anterior dan posterior. Arteri-arteri ini merupakan cabang dari a. oftalmika yang dicabangkan oleh a. carotis interna. Bagian inferior atau dasar dari kavum nasi didarahi oleh cabang a. maksilaris interna, antara lain a. palatina mayor dan a. sfenopalatina. Bagian anterior / depan hidung didarahi oleh cabang-cabang a. Fasialis
- Pada septum nasi, a. sfenopalatina berjalan dan beranastomosis dengan a. etmoidalis anterior, a. labialis superior, dan a. palatina mayor. Anastomosis ini disebut pleksus Kiesselbach. Daerah anastomosis ini menjadi lokasi tersering perdarahan hidung karena letaknya superfisial dan mudah cedera oleh trauma
- Aliran darah balik dari hidung dialirkan melalui pembuluh v. etmoidalis anterior dan posterior menuju v. sfenopalatina lalu ke pleksus Pterygoideus dalam fossa infratemporalis yang akhirnya bermuara pada sinus kavernosus. Karakteristik vena yang tidak memiliki katup merupakan salah satu hal yang dapat meningkatkan risiko penyebaran infeksi ke intra kranial
- Mukosa hidung mendapatkan persarafan sensorik dari cabang-cabang n. Trigemini (V) yaitu n. oftalmikus (V1) dan n. maksilaris (V2). N. oftalmikus mencabangkan n. nasosiliaris yang akan bercabang lagi menjadi n. etmoidalis anterior yang mempersarafi bagian anterior dan superior kavum nasi. N. maksilaris menginervasi hidung melalui ganglion sfenopalatina
- Ganglion sfenopalatina merupakan ganglion yang menerima serabut saraf sensoris dari n. Maksilaris, serabut parasimpatis n. petrosus superfisial mayor, dan serabut simpatis dari n. petrosus profundus. Karena susunan tersebut, ganglion ini memberikan inervasi sensorik dan vasomotor atau otonom pada hidung. Ganglion yang terletak di posterosuperior dari konka

nasalis media ini mempersarafi sebagian besar kavum nasal

- N. olfaktorius memegang peranan dalam fungsi menghidu. Serabut sarafnya berasal dari bulbus olfaktorius di otak dan turun ke kavum nasi melalui lamina kribosa. Saraf ini mempersarafi sel-sel reseptor penghidu pada mukosa olfaktorius yang terletak di sepertiga atas hidung

## 2. Mekanisme kerja lidah

Mekanisme sistem gustatori bermula dari sesuatu yang kita makan sebagai stimulus yang masuk ke dalam mulut lalu bercampur dengan air liur kemudian diterima oleh reseptor gustatory yang letaknya bergantung pada rasa yang diterima. Lalu dari reseptor-reseptor akan diteruskan oleh neuron-neuron ke bagian saraf kranial wajah (VII) yang membawa informasi rasa dari bagian depan lidah, ke bagian saraf glassofaringeal (IX) yang membawa informasi rasa dari bagian belakang lidah serta bagian saraf vagus (X) yang membawa informasi dari bagian belakang rongga mulut. Serabut-serabut ini akan berkumpul pada solitary nucleus dari medulla. Kemudian bersinapsis dengan neuron lainnya dan akan berproyeksi ke nukleus posterior ventral thalamus. Akson-akson dari nukleus posterior ventral akan berpeoyeksi ke korteks gustatori primer yang letaknya di dekat daerah wajah homunculus somatosensori di bibir superior fissura lateral, dan ke korteks gustatori sekunder yang berada di dalam fissura lateral. Proyeksi pada sistem gustatori adalah searah (ipsilateral)

## 3. Kelainan hidung dan lidah :

**Hidung** : Rasa penciuman akan lemah, selaput lendir hidung kering basah dan membengkak seperti pada saat influenza. Rasa penciuman hilang sama sekali, karena ada komplikasi seperti cedera pada kepala. Usia yang lebih dari 80 tahun, 75 % kemampuan penciuman terhadap bau terganggu. Gangguan penciuman terdiri dari anosmia, hiposmia dan disosmia. Anosmia adalah salah satu gangguan pada indra penciuman yang mengakibatkan penderita tidak dapat mencium bau sama sekali. penyebab dari gangguan ini adalah adanya gangguan saluran hidung, cedera Kepala, dan tumor sulkus olfaktorius.

Hiposmia adalah kondisi dimana berkurangnya kemampuan untuk mencium bau. Jika pada Anosmia penderita tidak dapat mencium bau sama sekali, maka pada hiposmia penderita hanya kehilangan sensitifitas bau tertentu. Dinosmia adalah salahsatu gangguan pada indra penciuman yang mengakibatkan penderita mengalami perubahan penciuman sehingga penderita merasa selalu mencium bau yang tidak enak. Gangguan ini dapat disebabkan oleh infeksi didalam sinus, kerusakan parsial pada syaraf alfaktorius, kurangnya kebersihan mulut. Hipernosmia juga merupakan salah satu gangguan pada

indra penciuman, yaitu penciuman yang berlebihan. Namun gangguan ini sangat jarang terjadi.

**Lidah :**

Kerusakan pada sistem gustatori salah satunya adalah ageusia, yaitu ketidakmampuan dalam mengecap atau merasakan apa yang dimakan. Hanya saja kerusakan ini jarang ditemukan karena sinyal sensori dari mulut dibawa oleh 3 jalur yang berbeda sehingga jika salah satu jalur ada yang rusak, maka jalur yang lain masih dapat dan masih berfungsi untuk merasakan rasa lainnya. Ageusia bisa terjadi karena faktor usia yang semakin tua atau bisa karena terjadi benturan keras di kepala yang akan menyebabkan otak gagal untuk menerjemahkan informasi yang diterima sehingga tidak bisa merespons dengan tepat. Ageusia parsial, yaitu kerusakan yang terjadi pada 2/3 anterior lidah yang juga ditemukan pada seseorang yang mengalami kerusakan telinga pada sisi tubuh yang sama dengan bagian lidah yang mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan karena cabang saraf wajah membawa informasi gustatori dari 2/3 anterior lidah yang berjalan melalui telinga tengah. Selain ageusia, penyebab sensor pengecap tidak berfungsi adalah karena makan makanan yang mengandung nikotin, kekurangan vitamin khususnya vitamin A dan B, tumor otak, dan terkena radiasi berlebihan.

**E. Daftar Pustaka**

1. Gerard Tortora, 2014, Principles of Anatomy and Physiology
2. Sanders Tina, Scanlon Valerie, 2006, Essentials of Anatomy and Physiology,.
3. Sherwood, 2014: Human, Physiology - From Cells to Systems
4. Seeley's, 2014, Anatomy & Physiology, Ed. Ke-10.
5. Saladin, 2003, Anatomy and Physiology The Unity of Form and Functio

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**



**MODUL ANATOMI FISILOGI I  
(NUT116)**



**KOMPOSISI TUBUH MANUSIA**

**DISUSUN OLEH**

**YULIA WAHYUNI, S.Kep, M.Gizi**



**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2019**



## PENGANTAR

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

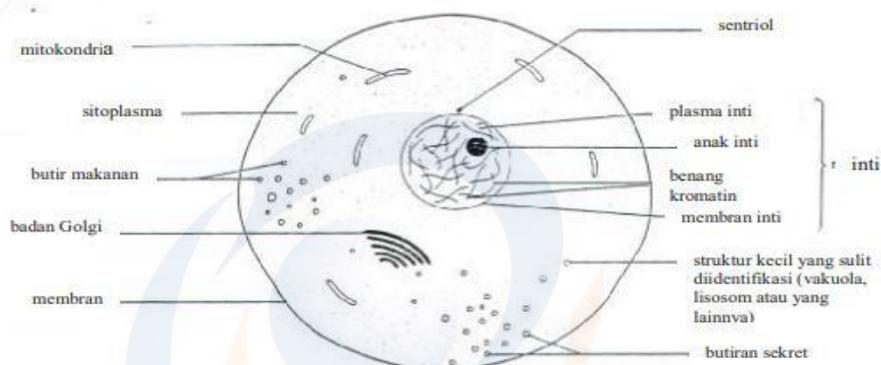
1. Menjelaskan anatomi sel
2. Mengidentifikasi bagian - bagian sel dan fungsinya
3. Menjelaskan mekanisme kerja sel
4. Mengidentifikasi jenis dan fungsi jaringan tubuh
5. Menjelaskan tentang organ tubuh
6. Menjelaskan tentang system tubuh

### B. Uraian dan Contoh

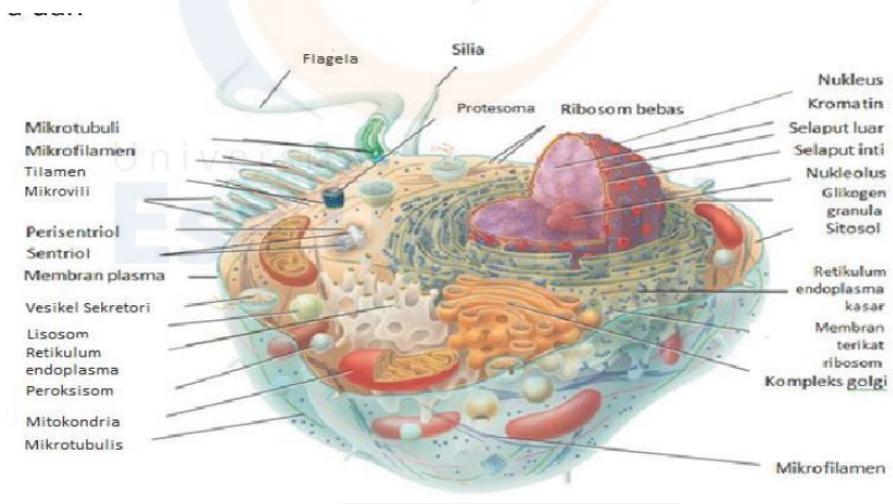
#### 1. Anatomi sel tubuh manusia

Sel adalah unit struktural dan fungsional terkecil dari tubuh (gambar 1). Sel dapat memperbanyak diri. Tubuh manusia mengandung sekitar 100 triliun sel. Berbagai tipe sel tubuh memiliki fitur yang membedakan satu tipe dari yang lain dan secara khusus disesuaikan untuk melakukan fungsi tertentu, misalnya sel darah merah mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan, sel otot khusus untuk fungsi kontraksi. Sebuah sel yang khas, seperti yang terlihat oleh mikroskop cahaya, terdiri dari tiga komponen dasar:

**Membran sel, Sitoplasma dan Nukleus**



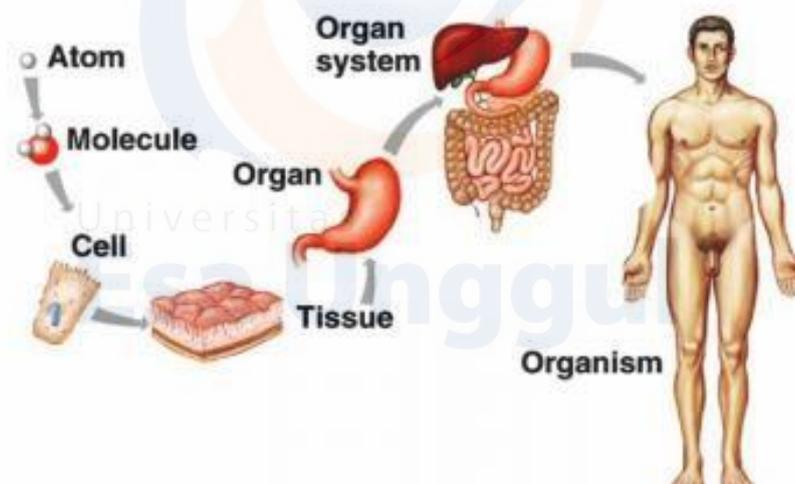
Gambar 1 Struktur sel manusia



Gambar 2. Bagian sel manusi secara keseluruhan

Sumber : green and taylor, 1986

Pada organisasi kehidupan kita, sel menempati urutan tingkat organisasi ke tiga (3). Secara singkat organisasi di dalam organisme dapat Digambar sebagai berikut :



Gambar 3. Struktur organisme

(sumber : <https://www.sumberpengertian.id/pengertian-sel-jaringan-organ-sistem-organ-organisme> )

## 2. Bagian bagian sel dan fungsinya

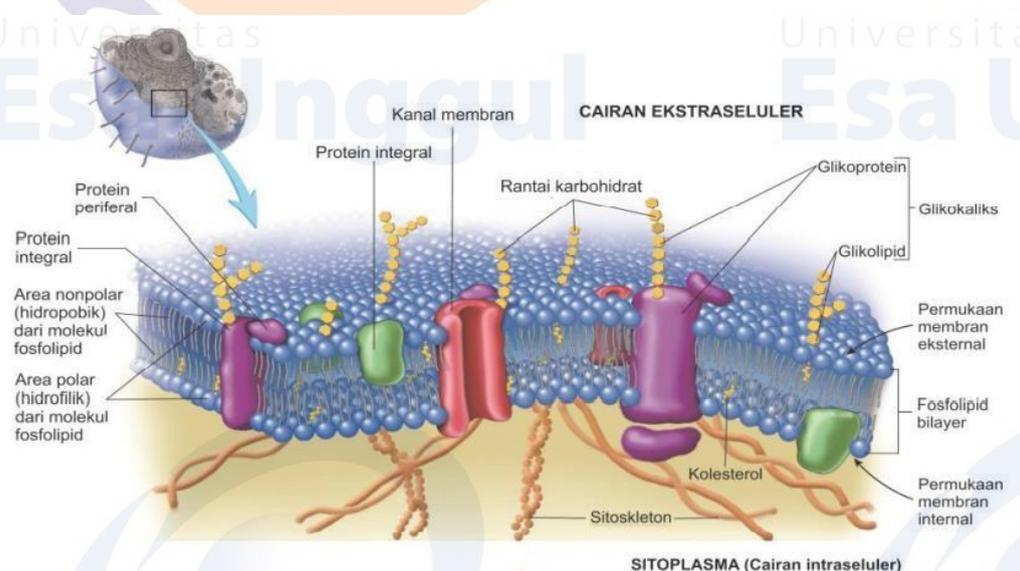
### a. Membran sel

Sel kita dikelilingi oleh membran sel (membran plasma) pada bagian terluar (gambar 2). Membran sel yang mengelilingi sel dan menjaganya

mengatur apa yang masuk dan keluar sel. Membran sel memisahkan bagian dalam sel (sitoplasma) dan bagian luar. Integritas membran sel adalah sangat penting untuk kehidupan sel. Membran sel adalah suatu bilayer fosfolipid yang disebut sebagai permeabel atau permeabel selektif, karena dia melewatkan molekul-molekul tertentu untuk masuk ke sel tetapi tidak untuk yang lainnya. Molekul fosfolipid memiliki bagian kepala yang bersifat polar dan ekor yang bersifat nonpolar. Protein yang ada pada membran sel memainkan penting untuk lewatnya suatu senyawa masuk ke sel.

### b. Sitoplasma

Sitoplasma adalah bagian dari sel antara nukleus dan membran plasma. Matriks dari sitoplasma adalah medium semicair yang mengandung air dan berbagai tipe molekul yang terlarut dalam medium. Sitoplasma mengandung berbagai organel. Setiap tipe organel mempunyai fungsi yang spesifik. Misalnya satu tipe organel mengangkut senyawa dan yang lainnya menghasilkan ATP untuk sel. Sel juga mempunyai sitoskeleton. Elemen dari sitoskeleton mempertahankan bentuk sel dan memungkinkan sel untuk bergerak. Beberapa sel dengan menggunakan silia dan flagella yang tersusun dari mikrotubuli.



Gambar 4. Membran Sel

- Organel sitoplasma adalah organel kecil yang ada dalam sitoplasma sel. Setiap tipe organel mempunyai struktur dan peranan yang spesifik dalam fungsi sel.

- ✓ Mitokondria

Mitokondria adalah tempat respirasi utama untuk aerobik. Memiliki struktur oval yang memanjang. Membran bagian dalam terlipat untuk membentuk laci-laci kecil yang disebut cristae yang mana terproyeksikan ke dalam matriks. Mitokondria sering disebut sebagai powerhouse dan membantu untuk menghasilkan energi untuk sel. Sel yang memerlukan sedikit energi untuk melaksanakan fungsinya seperti sel lemak memiliki sedikit mitokondria, sedangkan sel yang menggunakan energi yang banyak seperti sel otot dan hati memiliki banyak mitokondria.

- ✓ Ribosom

Ribosom terdiri dari dua subunit, subunit besar dan subunit kecil. Setiap subunit memiliki protein dan rRNA. Ribosom ditemukan secara bebas dalam sitoplasma. Ribosom melekat pada permukaan luar retikulum endoplasma. Ribosom terdiri dari asam ribonukleat yang berfungsi dalam sintesis protein dalam sel.

- ✓ Retikulum endoplasma

Retikulum endoplasma adalah sistem kompleks dari kanal membran yang membentang di seluruh sitoplasma. Membran yang saling berhubungan membentuk kantung datar yang berisi cairan dan kanal tubular yang disebut cisternae. Membran dihubungkan ke lapisan terluar membran nuklear, ke lapisan dalam membran sel, dan organel-organel tertentu lainnya. Retikulum endoplasma memberikan jalur untuk mengangkut material dari satu sel ke yang lainnya. Beberapa membran dari retikulum endoplasma memiliki ribosom granular yang melekat pada

permukaan terluar yang disebut rough endoplasmic reticulum (RER) yang berfungsi untuk sintesis dan transport protein yang dibuat oleh ribosom melalui sitoplasma ke aparatus Golgi. Jadi RER khusus dikembangkan dalam sel yang aktif dalam sintesis protein seperti Russell's bodies dari sel plasma, Granul Nissl dari sel saraf, dan sel acinar pankreas. Bagian lainnya yang tidak memiliki ribosom dan tampak halus disebut smooth endoplasmic reticulum (SER) dan berfungsi sebagai tempat untuk sintesis lipid, steroid (termasuk hormon seks). Banyak ditemukan pada sel Leydig dan sel koreks adrenal. Dalam otot rangka dan otot jantung, SER termodifikasi untuk membentuk retikulum sarkoplasma yang mana terlibat dalam pelepasan ion kalsium selama kontraksi otot.

#### ✓ Aparatus Golgi

Aparatus golgi dinamai sesuai dengan penemunya yaitu Camillo Golgi yang menemukan aparatus tersebut dalam sel di tahun 1898. Organel ini tampak sebagai tumpukan kantung membran yang datar yang biasanya terletak dekat nukleus dan terhubung ke retikulum endoplasma.

Aparatus Golgi khususnya dikembangkan dalam sel kelenjar eksokrin. Organel ini memodifikasi dan menyortir protein yang disintesis pada RER dan mengemasnya ke dalam vesikel sekretori untuk dilepaskan ke luar sel. Seperti vesikel yang ditemukan dalam kelenjar endokrin tertentu, dimana protein hormon dilepaskan ke dalam cairan ekstrasel untuk memodifikasi aktivitas sel lainnya. Vesikel lainnya yang meninggalkan aparatus Golgi adalah lisosom.

#### ✓ Lisosom

Lisosom dibentuk oleh aparatus golgi. Lisosom adalah vesikel kecil yang mengandung enzim pencernaan hidrolitik. Enzim digunakan untuk mencerna: 1) Bakteri yang masuk ke dalam sel 2) Bagian sel yang perlu pergantian 3) Keseluruhan sel yang sudah rusak

Lisosom utamanya banyak ditemukan dalam sel yang terlibat dalam aktivitas fagositik, seperti neutrofil dan makrofag

#### ✓ Peroxisom

Peroxisom adalah membran yang terikat vesikel yang bentuknya lebih kecil dari lisosom sehingga juga dikenal sebagai mikrobodi, yang banyak terdapat pada sel epitel hepatosit dan tubular. Seperti halnya mitokondria, peroxisom mengkonsumsi oksigen molekuler walaupun dalam jumlah yang lebih kecil. Oksigen ini tidak digunakan dalam konversi energi menjadi ATP. Peroxisom mengandung enzim oksidases yang mengoksidasi asam lemak. Hasil dari hidrolisis ini adalah hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Peroxisom juga mengandung enzim catalase, yang beraksi pada hidrogen peroksida membeaskan oksigen dan air. Fungsi enzim peroxisom adalah untuk detoksifikasi obat, alkohol, dan toksin potensial lainnya. Sel yang aktif dalam detoksifikasi seperti sel hati dan ginjal memiliki banyak peroxisom karena organ-organ ini membantu untuk membersihkan darah

#### ✓ Sitoskeleton

Sitoskeleton adalah sistem kompleks dari serat yang mempertahankan struktur dari sel dan memungkinkannya untuk mengubah bentuk dan bergerak. Sitoskeleton juga memainkan peranan penting dalam interaksi otot. Sitoskeleton tersusun dari protein mikrofilamen dan

mikrotubuli. Mikrofilamen berbentuk panjang, batang ramping dari protein yang mendukung penonjolan kecil dari membran sel yang disebut mikrovili. Mikrotubuli adalah silinder tipis lebih besar dari mikrofilamen, tersusun dari protein tubuli. Mikrotubuli juga ditemukan dalam sentriol, silia, dan flagela. Silia dan flagela terdapat di permukaan sel tertentu (spermatozoa, mukosa respiratori dan tuba fallopi)

✓ Sentriol

Sentriol adalah struktur berbentuk silinder yang terdiri dari sembilan triplet mikrotubuli dan memainkan peranan penting dalam pembelahan sel untuk membentuk spindle dan asters. Sepasang sentriol dapat ditemukan di dalam struktur yang disebut sentrosom.

- ✓ Silia dan flagela adalah penonjolan dari sel yang dapat bergerak baik seperti gelombang, cambuk, atau kaku. Silia lebih pendek dari flagela. Sel yang memiliki organel ini dapat bergerak sendiri atau memindahkan material sepanjang permukaan sel. Misalnya sel sperma, bergerak berenang dengan flagela untuk membawa material genetik ke sel telur. Sel pada dinding saluran pernapasan kita adalah bersilia. Silia menyapu kotoran yang terperangkap dalam mukus kembali ke rongga dan aksi ini membantu menjaga paru-paru kita tetap bersih. Dalam tuba uterus perempuan, sel bersilia menggerakkan ovum ke uterus, dimana ovum yang dibuahi tumbuh dan berkembang. Silia menggerakkan partikel kecil melintasi permukaan sel, sedangkan flagela menggerakkan seluruh sel. Keduanya silia dan flagela mengandung mikrotubuli yang berasal dari sentriol.

✓ Mikrovili

Mikrovili adalah perpanjangan dari membran sel yang bentuknya lebih kecil dan jumlahnya lebih banyak dari silia. Mikrovili tidak bergerak seperti halnya silia dan flagela, tetapi meningkatkan luas permukaan membran sel sehingga menyerap material lebih banyak. Mikrovili banyak ditemukan pada permukaan bebas dari sel dinding usus, ginjal dan area absorpsi lainnya. Normalnya setiap sel memiliki banyak mikrovili

### c. Nukleus

Nukleus adalah struktur utama dalam sel manusia. Nukleus sangat penting karena menyimpan informasi genetik yang menentukan karakteristik dari sel tubuh dan fungsi metabolik. Komposisi kimia yang unik dari setiap DNA seseorang adalah dasar untuk sidik jari DNA. Semua sel mempunyai paling sedikit 1 nukleus. Sel lainnya seperti sel otot rangka mempunyai nukleus lebih dari 1. Nukleus memiliki ukuran yang relatif besar. Bodi berbentuk bulat yang umumnya terletak dekat dengan pusat sel, nukleus mengandung material genetik dari sel. Dia ditutupi oleh lapisan ganda membran nukleat yang memisahkan sitoplasma dari nukleoplasma (bagian cairan yang ada dalam nukleus). Nukleolus berada di dalam nukleus. Fungsi nukleolus adalah untuk menyalin DNA menjadi RNA ribosom dan merakit rRNA penting karena rRNA membuat ribosom yang bertanggung jawab untuk sintesis protein dalam sel

### 3. Mekanisme Transpor Melintasi Membran Sel

Aktivitas fisiologi dari sel bergantung pada senyawa seperti nutrient, oksigen, dan air yang mana harus ditransfer ke dalam sel dan pada waktu yang sama sampah metabolik harus diangkut ke luar dari sel. Dalam kondisi volume sel tetap tidak berubah. Karena sifat permeabilitas dari membran plasma dan kemampuannya untuk mentransfer molekul secara selektif, sel dapat tetap mempertahankan homeostasis. Ruptur dari membran, perubahan sifat permeabilitasnya, atau penghambatan proses transpor dapat mengganggu perbedaan konsentrasi normal di sepanjang membran sel

sehingga menyebabkan sel mati. Molekul dan ion dapat melewati membran plasma dalam beberapa cara, bergantung pada sifat kimia dan struktur dan fungsi sel. Mekanisme transpor melintasi membran sel dapat terjadi secara pasif dan aktif.

**a) Transpor Pasif**

Transpor pasif mengacu kepada mengacu transpor senyawa sepanjang gradien tanpa membutuhkan energi. Mekanisme ini bergantung pada faktor fisika seperti gradien konsentrasi, gradien elektrik, dan gradien tekanan. Karena transpor senyawa terjadi sepanjang gradien, proses ini disebut juga pergerakan menurun (down-hill movement). Terdapat tiga tipe utama transpor pasif, yaitu difusi, osmosis, dan filtrasi

**b) Difusi**

Difusi mengacu kepada pergerakan atom, ion atau molekul dari area dengan konsentrasi tinggi ke area dengan konsentrasi rendah. Difusi melalui membran sel terbagi ke dalam dua tipe, yaitu difusi sederhana dan difusi terfasilitasi.

**c) Difusi Sederhana**

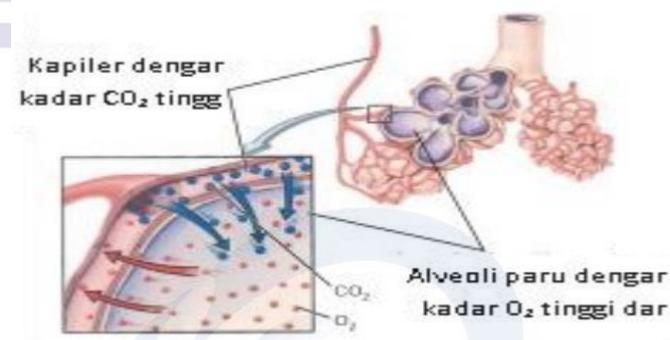
Difusi sederhana adalah gerakan acak dari suatu atom atau molekul dengan konsentrasi tinggi ke area dengan konsentrasi rendah sampai terdistribusi secara merata. Sebagai ilustrasi, bayangkanlah Anda meletakkan zat warna ke dalam air, dimana air akhirnya mengambil warna dari zat warna sebagai molekul yang berdifusi



Gambar 5. Contoh difusi sederhana

Setetes tinta secara berangsur terlarut dalam beaker air, molekul tinta berdifusi dari area dengan konsentrasi tinggi ke area area konsentrasi rendah

Sifat fisika dan kimia dari membran plasma memungkinkan hanya sedikit tipe molekul yang dapat masuk dan keluar dari sel oleh difusi sederhana. Jika suatu senyawa dapat larut dalam lipid seperti vitamin ADEK, dan partikel kecil maka mereka dapat berdifusi melintasi membran sepanjang gradien konsentrasi. Oksigen, dan karbondioksida juga dapat larut dalam lipid sehingga mereka dapat berdifusi melintasi membran sel. Oksigen masuk ke sel dan karbondioksida keluar sel. Contoh yang paling tepat untuk ini yaitu petukaran gas yang terjadi di paru-paru. Dalam contoh ini cermatilah pergerakan oksigen dari paru ke pembuluh darah. Ketika kita menarik napas, oksigen mengisi kantung udara kecil (alveoli) yang ada dalam paru-paru kita. Di satu sisi ada kapiler paru yang mengandung sel darah merah dengan kandungan oksigen yang sedikit. Disini oksigen akan berdifusi dari area dengan konsentrasi tinggi ke area dengan konsentrasi rendah, yaitu pertama melalui sel alveolar, kemudian sel kapiler paru, dan terakhir ke dalam sel darah merah. Disisi lain karbondioksida yang konsentrasinya tinggi di dalam sel akan berdifusi dari jaringan sel ke darah dan selanjutnya ke kantung udara paru.



Gambar 6. Difusi oksigen dan CO<sub>2</sub> di paru. Oksigen bergerak dari konsentrasi tinggi di paru ke konsentrasi yang lebih rendah di kapiler.

Karbondioksida bergerak dalam arah yang berlawanan

d) Difusi Terfasilitasi

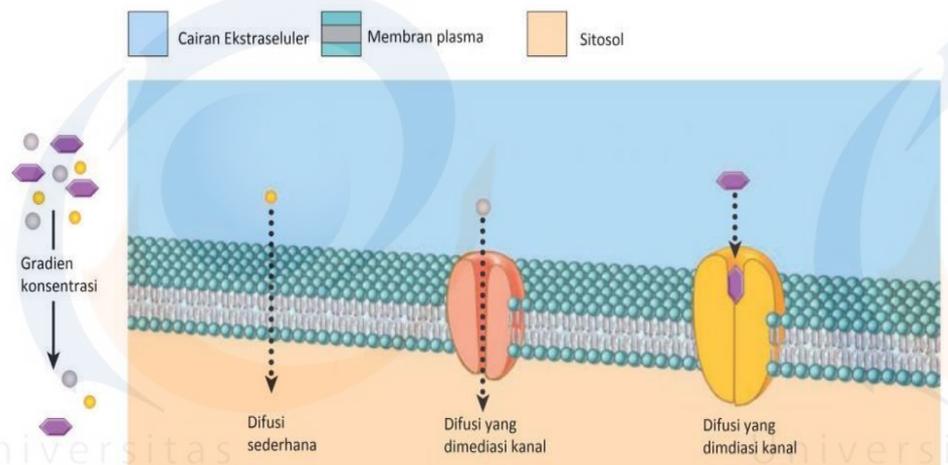
Suatu tipe difusi yang melibatkan molekul karier (pembawa). Molekul yang larut air, seperti glukosa dan gula lainnya, beberapa asam amino, vitamin yang larut air, dan ion tidak dapat ditranspor secara difusi sederhana karena mereka tidak dapat larut dalam fosfolipid. Untuk dapat berdifusi melintasi membran mereka berikatan dengan protein karier pada membran atau bergerak melalui protein kanal. Protein karier adalah protein membran yang secara fisik melekat pada membran dan menangkut senyawa spesifik melintasi membran plasma, ini berarti bahwa satu tipe protein karier hanya dapat berikatan dengan satu tipe senyawa. Sebagai contoh molekul glukosa berikatan dengan protein karier spesifik dalam membran sel. Penggabungan ini menjadikannya dapat larut dalam lipid sehingga dapat berdifusi melintasi membran sel. Ketika mencapai bagian dalam sel, molekul glukosa dilepaskan dan protein karier mengangkut glukosa yang lainnya lagi dan membawanya melintasi membran. Tipe transpor ini disebut difusi yang dimediasi karier. Difusi yang dimediasi karier dibatasi oleh jumlah protein karier yang ada, sehingga pada tingkat tertentu dapat terjadi saturasi. Terdapat tiga tipe sistem protein karier yang dikenal: uniport, simport dan antiport. Simpor dan antiport dikenal sebagai kotranspor.

1) **Uniport** : dalam sistem ini protein karier mentranspor hanya satu tipe molekul

2) **Simpor** : dalam sistem ini transpor satu senyawa digandengkan dengan senyawa lainnya dalam arah yang sama. Misalnya difusi terfasilitasi dari glukosa dalam sel tubuli renal yang bergandengan dengan transpor ion natrium

3) **Antiport** : dalam sistem ini protein karier menukar satu senyawa untuk yang lainnya. Misalnya pertukaran  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  atau  $\text{Na}^+ - \text{H}^+$  dalam tubuli renal. Dalam contoh ini terjadi pertukaran ion dalam arah yang berlawanan.

Selain pelintasan molekul pada membran dengan bantuan protein karier, molekul yang larut air juga dapat melintasi membran melalui protein kanal. Protein kanal mentranspor senyawa-senyawa, umumnya ion atau air melalui kanal berair dari satu sisi membran kesisi lainnya. Kanal sangat selektif karena ukuran porinya dan adanya asam amino bermuatan pada dinding kanal. Leakage channel selalu terbuka dan dengan mudah memungkinkan ion atau air untuk bergerak sesuai gradien konsentrasinya. Gated channel selaluterkontrol (terbuka atau tertutup) oleh sinyal kimia atau elektrik. Seperti halnya karier kanal juga dapat dihambat oleh molekul tertentu sehingga terjadi kejenuhan.

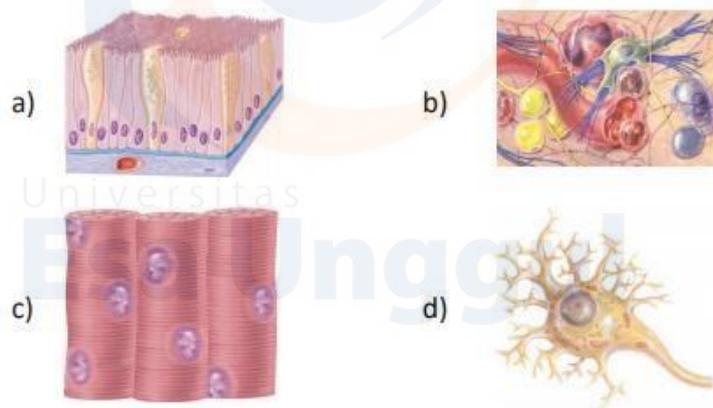


Gambar 6 Difusi terfasilitasi (Tortora dan Derrickson, 2009)

Molekul glukosa dan asam amino terlalu polar untuk berdifusi melewati membran sel dan terlalu besar untuk berdifusi melewati kanal

#### 4. Mengidentifikasi jenis dan fungsi jaringan tubuh

Jaringan adalah sekelompok sel dengan struktur dan fungsi yang mirip. Jaringan berperan terhadap fungsi organ dimana dia ditemukan. Jaringan tubuh dapat dikelompokkan dalam 4 tipe utama sesuai struktur dan fungsinya.



Gambar 7. Tipe jaringan pada tubuh manusia

- a) Jaringan epitel; menutupi permukaan tubuh dan dinding organ berongga, rongga tubuh, dan saluran, juga membentuk kelenjar. Jaringan ini memungkinkan tubuh untuk berinteraksi dengan lingkungan internal dan eksternal.
- b) Jaringan ikat; melindungi dan menyokong tubuh dan organ-organnya. Beberapa tipe jaringan ikat terikat dengan organ secara bersama, menyimpan energi cadangan seperti lemak dan membantu pertahanan tubuh terhadap organisme penyebab penyakit.
- c) Jaringan otot; terdiri dari sel-sel khusus untuk kontraksi dan menghasilkan tenaga. Dalam proses kontraksi, jaringan otot menghasilkan panas yang menghangatkan tubuh.
- d) Jaringan saraf; mendeteksi perubahan dalam berbagai kondisi didalam dan luar tubuh dan direspon oleh sinyal elektrik yang hasilnya disebut potensial aksi saraf (impuls saraf) yang mengaktifkan kontraksi otot dan sekresi kelenjar.

Jaringan epitel dan kebanyakan tipe jaringan ikat (kecuali kartilago, tulang, dan darah) lebih bersifat umum dan memiliki distribusi yang luas didalam tubuh. Jaringan ini adalah komponen dari sebagian besar organ tubuh dan memiliki berbagai struktur dan fungsi.

### a) Jaringan Epitel

Jaringan epitel membentuk penutup dan dinding (lapisan di seluruh tubuh). Tidak ditutupi oleh jaringan lain, sehingga mempunyai permukaan bebas.

Jaringan epitel memiliki 3 fungsi utama :

- ✓ Barrier selektif yang membatasi atau membantu transpor zat-zat ke dan dari dalam tubuh.
- ✓ Sebagai permukaan sekretori yang melepaskan produk-produk yang dihasilkan oleh sel ke dalam permukaan bebas.
- ✓ Sebagai permukaan pelindung yang menahan jaringan dari pengaruh abrasif oleh lingkungan.

Di samping itu, jaringan epitel bergabung dengan jaringan saraf untuk membentuk organ khusus sebagai indera pembau, pendengaran, penglihatan, dan sentuhan. Berbagai permukaan sel epitel memiliki perbedaan struktur dan mempunyai fungsi yang spesifik. Permukaan apikal atau bebas dari sel epitel menghadap rongga tubuh, dan lumen (lubang bagian dalam) dari organ internal, atau saluran tubuh yang menerima sekresi sel. Permukaan apikal mengandung silia atau mikrovili. Permukaan lateral dari sel epitel yang berdekatan pada sisi lainnya memiliki tight junction, adherens junction, desmosom, dan atau gap junction. Epitel dikelompokkan sesuai dengan bentuk dan jumlah lapisan.



Gambar 8. Klasifikasi jaringan epitel berdasarkan bentuk dan jumlah lapisan sel

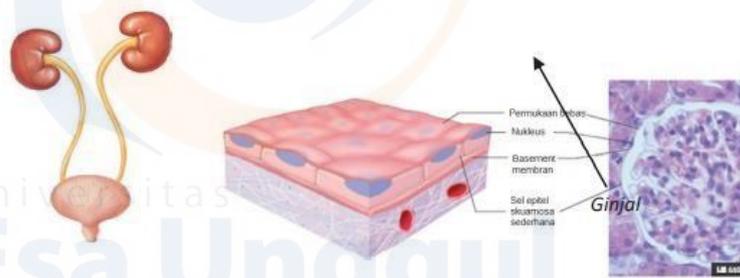
(Sumber: Sanders, Essentials of Anatomy and Physiology, 2014. Tortora, Principles of Anatomy and Physiology)

Pengelompokan sel epitel berdasarkan bentuk sel: skuamosa, kuboid, dan kolumnar, dan bentuk inti sel sesuai dengan bentuk selnya. Sel skuamosa berbentuk gepeng, dengan inti sel besar dan tipis, sel kuboid berbentuk kubus, dengan inti sel berbentuk spheric (bola) dan terpusat di tengah, mempunyai mikrovili pada permukaan apikal dan memiliki fungsi untuk sekresi atau absorpsi. Sel kolumnar berbentuk tinggi dan ramping seperti kolom dan inti sel biasanya berada lebih ke bawah, dekat dengan basement membran. Memiliki permukaan apikal yang memiliki silia atau mikrovili dan berfungsi untuk sekresi dan absorpsi. Sel transisi yang merubah bentuk dari skuamosa ke kuboid, dan kembali dari kuboid ke skuamosa seperti peregangan pada organ kandung kemih ke ukuran yang lebih besar kemudian kembali lagi ke ukuran yang lebih kecil. Berdasarkan jumlah lapisan, jaringan epitel dikelompokkan menjadi epitel sederhana yang hanya terdiri dari satu lapis sel, dan biasanya sangat tipis sehingga tidak spesifik untuk fungsi perlindungan. Epitel sederhana terkait dengan proses absorpsi, ekskresi, dan filtrasi. Dan epitel bertingkat yang memiliki banyak lapisan sel. Pengelompokan sel epitel berdasarkan bentuk sel, terbagi atas:

✚. Epitel Sederhana (Simple Epithelium)

▪ Epitel Skuamosa Sederhana (Simple Squamosa Epithelium)

Epitel skuamosa sederhana adalah satu lapisan sel berbentuk gepeng. Sel-sel ini memiliki karakteristik yang sangat tipis dan halus. Contoh epitel skuamosa sederhana ditemukan di alveoli (kantong udara dari paru-paru merupakan contoh) dan pada ginjal, membentuk bagian dari membran filtrasi. Lokasi lain jaringan ini terdapat di pembuluh darah kapiler terkecil. Dinding kapiler hanya terdiri satu sel tebal yang memungkinkan terjadinya pertukaran gas, nutrisi, dan zat-zat yang tidak berguna antara darah dan cairan interstisial



Gambar 9. Sel skuamosa sederhana pada ginjal  
(Sumber: Seeley's, Anatomy and Physiology 10th Edition)

Terdapat 2 epitel skuamosa sederhana dalam tubuh kita yang mempunyai nama yang khusus sesuai dengan lokasinya

- Endotelium "penutup bagian dalam", menjadikan permukaan licin, mengurangi gesekan pada dinding pembuluh limfa dan semua organ berongga seperti sistem kardiovaskuler (pembuluh darah dan jantung). Kapiler terdiri dari endothelium yang khusus dan tipis sehingga sangat efisien untuk pertukaran nutrisi dan sisa residu antara pembuluh darah dan jaringan sel disekitarnya.
- Mesotelium "penutup bagian tengah", yaitu epitel yang ditemukan dalam dinding membran serosa, selaput yang melapisi rongga tubuh ventral dan menutupi organnya.
- Epitel Kuboid Sederhana (Simple Cuboidal Epithelium)  
Terdiri dari satu lapis sel yang berbentuk kubus. Epitel kuboid sederhana ditemukan sebagai penutup ovarium, dinding tubuli ginjal dan kebanyakan kelenjar seperti kelenjar tiroid, pankreas, dan saliva (merupakan contoh dari epitel kelenjar yang fungsinya sebagai sekresi). Pada tubuli ginjal, jaringan ini berfungsi untuk reabsorpsi zat-zat yang masih berguna kembali ke dalam darah. Pada kelenjar, bentuk sel kuboid sederhana bagian sekretori dan duktus membawa sekret ke tempat targetnya. Pada kelenjar tiroid, sel epitel kuboid mensekresikan hormon tiroid seperti tiroksin. Pada kelenjar saliva mensekresikan saliva.
- Epitel Kolumnar Sederhana (Simple Columnar Epithelium)

Sel ini memiliki fungsi khusus untuk sekresi dan absorpsi. Ditemukan pada dinding lambung dan usus dimana pada bagian ini memiliki fungsi untuk mensekresikan enzim pencernaan dan absorpsi nutrisi. Pada dinding usus kecil, sel ini mensekresikan enzim pencernaan dan juga menyerap hasil akhir pencernaan dari rongga usus ke dalam darah dan limfa. Untuk dapat menyerap secara efisien, sel kolumnar pada usus kecil memiliki mikrovili. Tipe lain dari sel kolumnar adalah sel goblet yang merupakan kelenjar uniseluler. Sel goblet mensekresikan mukus yang ditemukan dalam dinding usus dan dinding bagian saluran pernapasan seperti trakea.

- Epitel Pseudobertingkat (Pseudostratified Epithelium)

Sel silia dan goblet sering terkait dengan epitel pseudobertingkat kolumnar. Epitel pseudobertingkatkolumnar terdapat pada sistem reproduksi pria. Disini silia membantu mendorong sperma dari satu area ke area lainnya. Contoh daerah dimana terdapat sel ini adalah duktus ekskretori dari sebagian besar kelenjar, saluran dari bagian auditori (eustachian) yang menghubungkan telinga bagian tengah dengan faring dan trakea, juga terdapat pada saluran reproduksi pria.

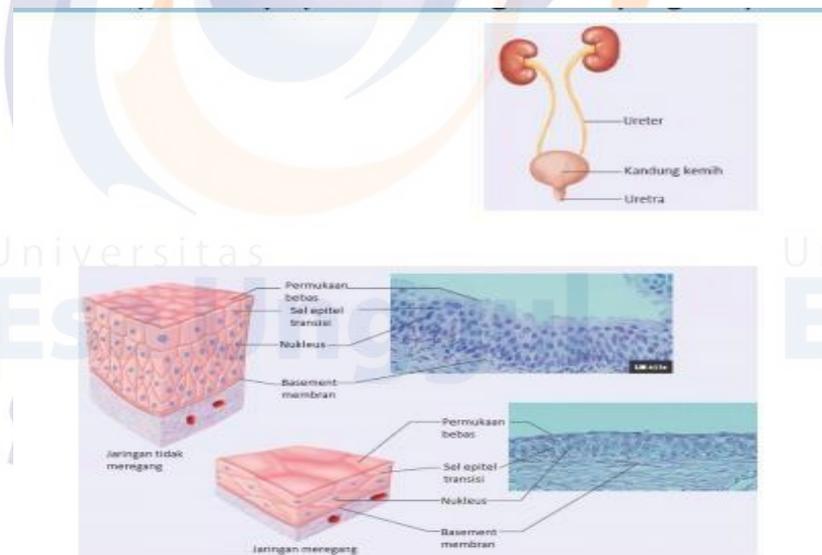
- ✚ Epitel Bertingkat (Stratified Epithelium)

Epitel bertingkat mengandung lebih banyak lapisan sel. Epitel bertingkat dinamai sesuai dengan tipe sel pada permukaan apikal, seperti pada permukaan kulit, dan dinding mulut.

- Epitel skuamosa bertingkat sangat tebal karena terdiri dari beberapa lapis sel. Sel terletak di permukaan sel datar yang berbentuk gepeng. Sel-sel terletak pada lapisan bawah, dekat dengan basement membran, biasanya kuboid atau kolumnar. Sel-sel ini mengalami mitosis. Karena sel terletak pada permukaan, sel ini mudah mengalami kerusakan, terkelupas dan mudah digantikan oleh sel dari lapisan yang lebih dalam. Karena jaringan ini tebal, epitel skuamosa bertingkat ditemukan pada

daerah yang memiliki fungsi perlindungan yang utama. Epitel skuamosa bertingkat membentuk lapisan kulit terluar dan disebut sebagai keratinasi, karena menghasilkan protein keratin dan sel-sel permukaan mati. Epitel skuamosa bertingkat dari tipe non-keratinasi ditemukan pada selaput rongga mulut, esofagus, dan pada vagina. Dalam semua lokasinya, jaringan ini sebagai barier terhadap organisme karena sel-sel tersusun sangat rapat.

- Epitel Kuboid Bertingkat (Stratified Cuboidal Epithelium)  
Biasanya terdiri dari dua lapis sel yang berbentuk kubus, dan berfungsi sebagai penguat dinding lumen. Lokasinya pada kelenjar keringat, pankreas dan saliva.
- Epitel Transisi Bertingkat (Transitional Stratified Epithelium)  
Epitel transisi bertingkat dimana sel permukaannya mengubah bentuk dari kuboid menjadi gepeng (skuamosa), misalnya pada kandung kemih yang dilapisi oleh epitel transisi.



Gambar 10. Epitel transisi bertingkat pada kandung kemih (Sumber: Seeley's, Anatomy and Physiology 10th Edition)

Ketika kandung kemih kosong dan berkontraksi, dinding epitel menjadi sel kuboid, ketika kandung kemih terisi dan meregang sel menjadi lebih tipis dan menjadi skuamosa. Epitel transisi memungkinkan kandung kemih untuk mengisi dan meregang tanpa merobek lapisan.

- ✚ Epitel Kelenjar (Glandular Epithelium)

Epitel kelenjar adalah epitel yang khusus untuk menghasilkan dan mensekresikan suatu zat. Kelenjar dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu, eksokrin dan endokrin. Jika kelenjar mensekresikan sekretnya ke permukaan bebas melalui suatu duktus disebut kelenjar eksokrin. Jika kelenjar mensekresikan sekretnya secara langsung ke dalam darah, maka disebut sebagai kelenjar endokrin. Kelenjar eksokrin yang hanya terdiri dari satu sel disebut kelenjar uniseluler. Sel goblet yang menghasilkan mukus dari dinding saluran pencernaan, respirasi, perkemihan, dan reproduksi adalah contoh dari kelenjar uniseluler. Sebagian besar kelenjar adalah multiseluler karena terdiri dari beberapa sel. Kelenjar ini mempunyai bagian sekretori dan suatu duktus yang berasal dari epitel. Kelenjar multiseluler dikelompokkan sesuai dengan struktur dan tipe sekret yang dikeluarkan. Kelenjar sederhana jika duktusnya tidak mempunyai cabang (gambar 6), sedangkan kelenjar kompleks jika duktusnya mempunyai cabang (gambar 7). Kelenjar tubular jika kelenjar dan duktusnya bergabung dengan diameter yang tidak berubah, bagian distal dari duktus mengembang atau membesar untuk membentuk struktur seperti kantong disebut asinar atau alveolar.



Gambar 11. Kelenjar sederhana  
(Sumber: Seeley's, Anatomy and Physiology 10th Edition)



Gambar 12. Kelenjar kompleks  
(Sumber: Seeley's, Anatomy and Physiology 10th Edition)

#### 1) Kelenjar eksokrin (Exocrine Glands)

Kelenjar eksokrin mensekresikan zat-zatnya ke dalam duktus, baik sebagai kelenjar eksokrin sederhana maupun sebagai

kelenjar eksokrin secara langsung pada permukaan bebas. Sekresi dari kelenjar eksokrin yang banyak mengandung air disebut sebagai sekresi serosa. Sebaliknya, kelenjar mukus menghasilkan sekresi mukus yang kental. Sebagian besar kelenjar yang ada di dalam tubuh kita adalah kelenjar eksokrin meliputi :

- Kelenjar keringat; mensekresikan keringat (perspire) untuk mendinginkan kulit. Keringat juga mengandung produk ekskretori seperti urea .
- Kelenjar pencernaan; sekresi dari kelenjar ini akan memecahkan makanan, memberikan suplai darah sehingga kebutuhan sel tubuh akan nutrisi terpenuhi.
- Kelenjar cerumen; mensekresi kotoran telinga (cerumen) yang menempel pada partikel debu atmosfer dan mikroba yang telah memasuki saluran telinga luar, sehingga mencegah mereka masuk ke dalam organ telinga bagian dalam.
- Kelenjar air mata (lakrimal); melembabkan dan membersihkan permukaan mata oleh sekresi air mata, juga mengandung antibodi, sehingga bertindak sebagai mekanisme pertahanan eksternal.

## 2) Kelenjar Endokrin (Endocrine Glands)

Kelenjar endokrin tidak memiliki saluran, karena itu kadang-kadang disebut sebagai kelenjar tak berduktus. Akan dibahas lebih lanjut pada sistem endokrin.

### A. Latihan

1. Sebutkan 3 komponen dasar sel ?
2. Apakah fungsi dari nukleus ?
3. Sebutkan 4 jaringan tubuh manusia ?
4. Bagaimana mekanisme transport membrane sel?

## B. Kunci Jawaban

1. Tiga komponen dasar sel adalah Membran sel, Sitoplasma dan Nukleus
2. Fungsi nucleus adalah menyimpan informasi genetik yang menentukan karakteristik dari sel tubuh dan fungsi metabolik. Komposisi kimia yang unik dari setiap DNA seseorang adalah dasar untuk sidik jari DNA
3. Empat jaringan tubuh manusia adalah jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot dan jaringan saraf.
4. Mekanisme transpor membran sel sebagai berikut :  
Aktivitas fisiologi dari sel bergantung pada senyawa seperti nutrient, oksigen, dan air yang mana harus ditranspor ke dalam sel dan pada waktu yang sama sampah metabolik harus diangkut ke luar dari sel. Dalam kondisi volume sel tetap tidak berubah. Karena sifat permeabilitas dari membran plasma dan kemampuannya untuk mentranspor molekul secara selektif, sel dapat tetap mempertahankan homeostasis. Ruptur dari membran, perubahan sifat permeabilitasnya, atau penghambatan proses transpor dapat mengganggu perbedaan konsentrasi normal di sepanjang membran sel sehingga menyebabkan sel mati. Molekul dan ion dapat melewati membran plasma dalam beberapa cara, bergantung pada sifat kimia dan struktur dan fungsi sel. Mekanisme transpor melintasi membran sel dapat terjadi secara pasif dan aktif.

## C. Daftar Pustaka

1. Gerard Tortora, 2014, Principles of Anatomy and Physiology
2. Sanders Tina, Scanlon Valerie, 2006, Essentials of Anatomy and Physiology,.
3. Sherwood, 2014: Human, Physiology - From Cells to Systems
4. Seeley's, 2014, Anatomy & Physiology, Ed. Ke-10.
5. Saladin, 2003, Anatomy and Physiology The Unity of Form and Function



**MODUL ANATOMI FISILOGI I**

**(NUT116)**

**KOMPOSISI TUBUH MANUSIA**

*(Lanjutan)*

**DISUSUN OLEH**

**YULIA WAHYUNI, S.Kep,M.Gizi**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2019**

## PENGANTAR

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Mengidentifikasi jenis dan fungsi jaringan tubuh ( jaringan ikat, otot dan saraf)
2. Menjelaskan tentang organ tubuh
3. Menjelaskan tentang system tubuh
4. Terminologi tubuh manusia

### B. Uraian dan Contoh

#### 1. Mengidentifikasi jenis dan fungsi jaringan tubuh

Jaringan adalah sekelompok sel dengan struktur dan fungsi yang mirip. Jaringan berperan terhadap fungsi organ dimana dia ditemukan. Jaringan tubuh dapat dikelompokkan dalam 4 tipe utama sesuai struktur dan

##### a) Jaringan Epitel (baca di modul I)

##### b) Jaringan ikat

Tipe jaringan utama kedua adalah jaringan ikat. Tipe jaringan ini memungkinkan pergerakan dan memberikan sokongan atau dukungan untuk jenis jaringan lainnya. Jaringan ikat dapat dikelompokkan ke dalam tiga subkelompok yaitu jaringan ikat longgar, jaringan ikat padat, dan jaringan ikat khusus. Jaringan ikat berbeda dari tiga tipe jaringan lainnya yang mana terdiri dari sel yang terpisah dari satu dengan yang lainnya oleh matriks ekstraseluler. Jaringan ikat merupakan jenis jaringan yang paling banyak didalam tubuh. Fungsi jaringan ini adalah untuk:

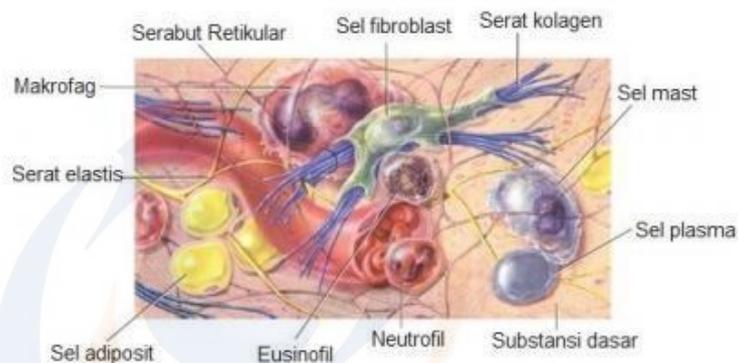
- Menutupi dan melindungi jaringan lainnya. Lapisan jaringan ikat membentuk kapsul yang mengelilingi organ, seperti hati dan ginjal. Jaringan ikat juga membentuk lapisan yang memisahkan antara jaringan dan organ. Contoh, jaringan ikat memisahkan otot, arteri, venadan saraf dari bagian lainnya.

- Mengikat jaringan satu dengan jaringan lainnya. Kabel yang kuat atau pita jaringan ikat disebut tendon yang melekatkan otot ke tulang. Sedangkan jaringan ikat pita disebut ligamen yang menahan atau menyangga tulang.
- Menyokong dan menggerakkan bagian tubuh. Tulang dan sistem rangka memberikan sokongan yang kaku dengan tubuh, dan kartilago yang semi kaku menyokong struktur tubuh seperti hidung, telinga, dan permukaan sendi. Sendi antara tulang menghubungkan satu bagian tubuh yang bergerak menuju ke bagian lainnya.
- Menyimpan zat-zat. Jaringan adiposa (lemak) menyimpan molekul energi tinggi, dan tulang menyimpan mineral, seperti kalsium dan fosfat.

Sel jaringan ikat dapat berproduksi tetapi tidak secepat sel epitel. Sebagian besar jaringan ikat memiliki suplai darah yang baik, tapi beberapa lainnya tidak, kecuali kartilago yang avaskuler. Jenis sel dalam jaringan ikat bervariasi sesuai dengan jenis jaringan dan meliputi

- Fibroblast, sel gepeng besar dengan prosesus bercabang. Umumnya, sel ini terdapat di semua jaringan ikat, dan biasanya paling banyak ditemukan.
- Makrofag berkembang dari monosit, sejenis sel darah putih. Contoh makrofag, termasuk alveolar di paru-paru atau makrofag limfa di limfa. Makrofag memiliki kemampuan untuk bergerak di seluruh jaringan dan berkumpul di tempat infeksi atau peradangan untuk melanjutkan fagositosis.
- Sel plasma adalah sel kecil yang berkembang dari jenis sel darah putih yang disebut limfosit B. Sel plasma mensekresi antibodi, yaitu protein yang menyerang atau menetralkan zat asing dalam tubuh. Dengan demikian, sel plasma merupakan bagian penting dari respon kekebalan tubuh. Meskipun sel ini banyak ditemukan di dalam tubuh, sebagian besar sel plasma berada dalam jaringan ikat, terutama di saluran pencernaan dan pernapasan. Sel ini juga melimpah di kelenjar ludah, kelenjar limfa, organ limfa, dan sumsum tulang merah.

- Sel mast banyak ditemukan dekat pembuluh darah yang mensuplai jaringan ikat. Sel ini menghasilkan histamin, yaitu zat kimia yang melebarkan pembuluh darah kecil sebagai bagian dari respon inflamasi, reaksi tubuh terhadap cedera atau infeksi.
- Adiposit juga disebut sel-sel lemak atau sel adiposa, yaitu sel jaringan ikat yang menyimpan trigliserida (lemak). Sel ini ditemukan dalam kulit dan sekitar organ seperti jantung dan ginjal.
- Leukosit (sel darah putih) tidak ditemukan dalam jumlah yang signifikan dalam jaringan ikat yang normal.



Gambar 13. Jenis sel dalam jaringan ikat  
(Sumber: Tortora, Principles of Anatomy and Physiology, 2014)

#### 1) Jaringan Ikat Longgar

Jaringan ikat longgar juga biasa disebut jaringan ikat areolar, yaitu salah satu jaringan yang paling banyak terdistribusi dalam tubuh. Jaringan ini berfungsi untuk membungkus material dalam tubuh. Jaringan ikat longgar dapat ditemukan di bawah jaringan epidermis kulit dan di bawah jaringan epitel yang dimiliki oleh semua sistem tubuh bagian luar. Sel jaringan areolar (ikat longgar) disebut fibroblas.

#### 2) Jaringan Adiposa

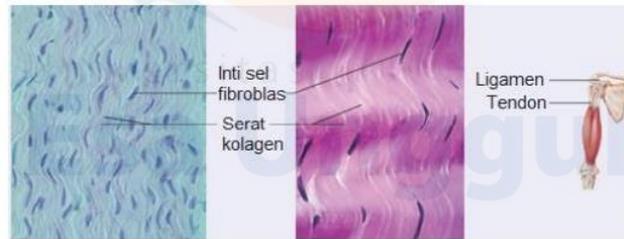
Umumnya disebut jaringan lemak yaitu jaringan ikat longgar khusus yang didalamnya terdapat sangat sedikit matriks interseluler. Jaringan adiposa membentuk suatu bantalan pelindung sekitar ginjal, jantung, bola mata, dan berbagai sendi. Jaringan ini juga dapat ditemukan dibawah kulit yang melindunginya terhadap panas. Jaringan adiposa terletak di kulit, jantung,

ginjal, tulang, dan mata. Sel jaringan adiposa juga disebut sebagai sel jaringan adiposit dan memiliki fungsi utama untuk menyimpan lemak dalam bentuk butiran cairan. Kelebihan nutrisi disimpan sebagai kalori dalam bentuk lemak yang digunakan ketika tubuh kekurangan intake. Sebagian besar lemak disimpan di bawah kulit dalam jaringan ikat areolar antara dermis dan otot. Leptin adalah hormon penekan nafsu makan yang disekresikan oleh sel adiposit yang mengirim sinyal hipotalamus ke otak bahwa cadangan lemak masih cukup. Ketika sekresi leptin berkurang, nafsu makan meningkat. Adiposit mensekresikan paling sedikit dua senyawa kimia yang membantu mengatur penggunaan insulin dalam metabolisme glukosa dan lemak. Jaringan adiposa juga terlibat dalam inflamasi, yaitu respon pertama tubuh terhadap jejas dimana dia menghasilkan sitokin (senyawa kimia yang mengaktifkan sel darah putih).

### 3) Jaringan Ikat Padat

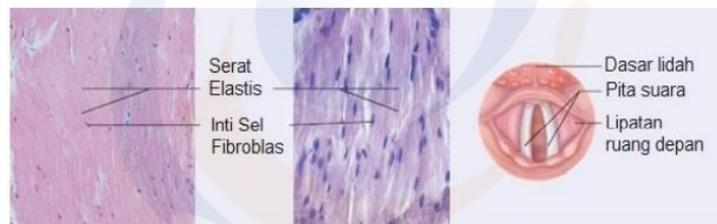
Jaringan ikat padat tersusun dari lapisan dengan lapisan protein yang padat. Jaringan ini dibagi menjadi dua subkelompok berdasarkan pada susunan serat dan proporsi dari kolagen yang padat serta serat elastin yang fleksibel. Jaringan ikat padat memiliki jumlah serat protein yang relatif banyak, yang membentuk buntelan tebal dan mengisi hampir semua ruang ekstraseluler. Sebagian besar sel-sel yang tersusun dari jaringan ikat padat adalah fibroblas yang berbentuk spindle (kumparan). Fibroblas yang telah sempurna dikelilingi oleh matriks, disebut fibrosit. Jaringan ikat padat dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok utama: teratur dan tidak teratur. Jaringan ikat padat teratur memiliki serat protein dalam matriks ekstraseluler yang berorientasi utamanya dalam satu arah. Jaringan ikat padat kolagen teratur memiliki serat kolagen yang berlimpah, sehingga menjadikan jaringan ini tampak putih. Jaringan ikat padat kolagen teratur membentuk struktur seperti tendon, yang menghubungkan otot ke tulang, dan sebagian besar ligamen, yang menghubungkan tulang ke tulang. Serat kolagen dari jaringan ikat padat menahan peregangan dan memberikan kekuatan jaringan dalam arah orientasi serat. Tendon dan sebagian ligamen terdiri hampir seluruhnya dari bundelan tebal serat kolagen yang terkemas

rapat sejajar dengan orientasi serat kolagen dalam satu arah, yang membuat tendon dan ligamen sangat kuat, dengan struktur seperti kawat.



Gambar 14. Jaringan ikat padat kolagen teratur  
(Sumber: Selley's, Anatomy and Physiology 10th Edition)

Jaringan ikat padat yang elastis biasa membentuk beberapa ligamen elastis, seperti pada lipatan vokal dan nuchal (belakang leher), yang terletak di sepanjang posterior leher, membantu menahan kepala tetap tegak. Ketika ligamen elastis diregangkan, akan cenderung kembali ke panjang semula, yang dominan sebagai pita elastis.



Gambar 15. Jaringan ikat padat elastis teratur  
(Sumber: Selley's, Anatomy and Physiology 10th Edition)

Jaringan ikat padat tidak teratur mengandung serat protein tersusun sebagai anyaman, serat yang terorientasi secara acak. Jika tidak, serat dalam lapisan jaringan ikat padat tidak teratur dapat terorientasi dalam satu arah. Jaringan ikat padat tidak teratur membentuk helaian jaringan ikat yang mempunyai kekuatan dalam berbagai arah tapi kekuatan berkurang dalam satu arah dibandingkan jaringan ikat padat teratur. Jaringan ikat padat kolagen tidak teratur membentuk kebanyakan dermis, bagian dalam kulit, juga kapsul jaringan ikat yang mengelilingi organ seperti ginjal dan organ limfa. Jaringan ikat elastis tidak teratur padat ditemukan dalam dinding arteri elastis. Disamping itu, serat kolagen yang terorientasi dalam

beberapa arah dan lapisan jaringan ini mengandung serat elastis yang banyak.

#### 4) Jaringan Ikat Elastis

Sesuai dengan namanya, jaringan ikat elastis utamanya adalah serat elastin. Salah satu lokasinya adalah dalam dinding arteri besar. Pembuluh ini diregangkan ketika jantung berkontraksi dan memompa darah kemudian sebaliknya pembuluh ini rekoil ketika jantung berelaksasi. Jaringan ikat elastis juga ditemukan mengelilingi alveoli paru. Serat elastis diregangkan selama inhalasi, kemudian kembali selama ekshalasi. Jika Anda memperhatikan pernapasan Anda selama beberapa saat, Anda akan melihat bahwa pernafasan normal tidak memerlukan "kerja" atau energi, ini karena elastisitas normal dari paru. Jaringan ikat elastis memiliki serat elastis yang terkemas secara padat dalam matriks interseluler. Tipe jaringan ini memungkinkan dengan mudah untuk meregang dan kembali ke panjang aslinya seketika dalam kondisi istirahat. Pita suara dan ligamen yang menghubungkan vertebra yang berdekatan terdiri dari jaringan ikat elastis.

#### 5) Jaringan Ikat Penyokong

##### ✓ Kartilago

Kartilago terdiri dari sel kartilago dalam suatu matriks yang kaku secara ekstensif dan relatif. Hampir semua permukaan kartilago dikelilingi oleh lapisan jaringan ireguler padat yang disebut perichondrium. Sel kartilago berasal dari perichondrium dan mensekresikan matriks kartilago. Kekuatan kartilago disebabkan karena serat kolagennya, selanjutnya kaitannya dengan tulang, kartilago adalah struktur kokoh dalam tubuh. Kartilago tidak mempunyai pembuluh darah atau saraf, sehingga jika terjadi luka penyembuhannya sangat lambat karena sel dan nutrisi yang diperlukan untuk memperbaiki jaringan tidak dapat mencapai area dengan mudah. Atlet terkadang mengalami kerusakan kartilago dalam sendi lutut. Biasanya akan dilakukan pembedahan untuk memelihara mobilitas sendi sebaik mungkin. Seperti halnya

jaringan ikat lainnya, kartilago memiliki sedikit sel dan sejumlah besar matriks ekstraseluler. Kartilago memiliki matriks berlimpah yang padat namun fleksibel karena mengandung banyak serat matriks mengandung protein kondrin. Sel kartilago yang matang disebut kondrosit. Sel kartilago atau kondrosit ini berada dalam ruang yang disebut Lakuna yang tersebar ke seluruh matriks ekstraseluler. Kartilago tidak memiliki suplai darah karena mensekresikan faktor anti-angiogenesis yaitu suatu senyawa yang dapat mencegah pertumbuhan pembuluh darah. Karena sifat ini, faktor anti-angiogenesis dipelajari sebagai pengobatan kanker. Jika sel kanker dihentikan dari pembentukan pertumbuhan pembuluh darah baru, kecepatan laju pembelahan sel dan ekspansi dapat diperlambat atau bahkan dapat dihentikan. Ada tiga tipe kartilago :

- **Kartilago Hialin**

Kartilago hialin memiliki sejumlah besar serat kolagen dan proteoglikan. Serat kolagen tersebar secara merata diseluruh zat substansial. Kartilago hialin dalam sendi memiliki permukaan yang sangat halus. Kartilago hialin umumnya ditemukan pada area yang menyokong kekuatan dan adanya fleksibilitas seperti pada tulang rusuk dan dalam trakea dan bronkus. Kartilago hialin juga menutupi permukaan tulang yang bergerak secara halus terhadap tulang lainnya dalam sendi. Kartilago hialin membentuk sebagian besar kerangka sebelum digantikan oleh tulang semasa embrio dan terlibat dalam pertumbuhan untuk meningkatkan panjang tulang. Ketika fetus dalam kandungan sistem kerangka terbuat seluruhnya dari kartilago hialin dan terlihat setelah 3 bulan pertama kehamilan. Sebagian besar kartilago hialin ini secara bertahap digantikan oleh tulang selama 6 bulan ke depan melalui proses yang disebut osifikasi. Namun beberapa kartilago hialin tetap sebagai penutup pada permukaan tulang sendi. Septum dari hidung kita juga tersusun dari kartilago hialin.

- Fibrokartilago

Fibrokartilago memiliki serat kolagen yang lebih banyak dari proteoglikan. Dibandingkan dengan kartilago hialin, fibrokartilago memiliki bundelan serat kolagen yang lebih tebal dan tersebar melalui matriksnya. Jaringan ini ditemukan di lutut. Pada jaringan ini alas fibrokartilago membantu menyerap guncangan dan mencegah abrasi tulang ke tulang. Cedera fibrokartilago pada sendi lutut umumnya terkait dengan olahraga.

- Kartilago elastis

Kartilago elastis memiliki sejumlah serat elastis selain kolagen dan proteoglikan yang tersebar ke seluruh matriksnya. Ditemukan di daerah yang memiliki sifat kaku, tetapi elastis seperti telinga bagian luar, epiglotis, dan tabung pendengaran.

- ✓ Jaringan Tulang

Jaringan tulang adalah jaringan yang paling kaku dari semua jaringan ikat. Tulang berfungsi sebagai tempat pelekatan otot dan bertindak sebagai tuas mekanik untuk melakukan gerakan. Tulang juga berperan terhadap pembentukan sel darah dan berfungsi sebagai tempat penyimpanan garam-garam mineral. Unit struktural silinder disebut osteon. Tulang merupakan organ yang terdiri dari beberapa jaringan ikat kuat dan keras yang terdiri dari sel hidup dan matriks mineral, meliputi tulang atau jaringan osseus, periosteum, dan endosteum. Matriks tulang terbuat dari garam kalsium dan kolagen yang kuat dan keras dan tidak fleksibel. Matriks tulang memiliki bagian organik dan anorganik. Bagian organik terdiri dari serat protein terutama kolagen dan molekul organik lainnya. Bagian mineral atau anorganik terdiri dari kristal khusus disebut hidroksiapatit yang mengandung kalsium dan fosfat sebagai tempat pembuatan sumsum tulang merah yang menghasilkan sel darah, dan menghasilkan sumsum kuning yang menghasilkan trigliserida. Kekuatan dan kekakuan dari matriks

mineral ini memungkinkan tulang untuk menyokong dan melindungi jaringan dan organ lainnya. Sel tulang atau osteosit terletak dalam rongga matriks yang disebut lakuna dan mirip dengan lakuna kartilago. Ada dua tipe tulang : **Spongibone:** tampak seperti spons atau gabus. **Compact bone** : lebih padat dan hampir tidak ada ruang antara beberapa lapisan tipis atau lamella tulang

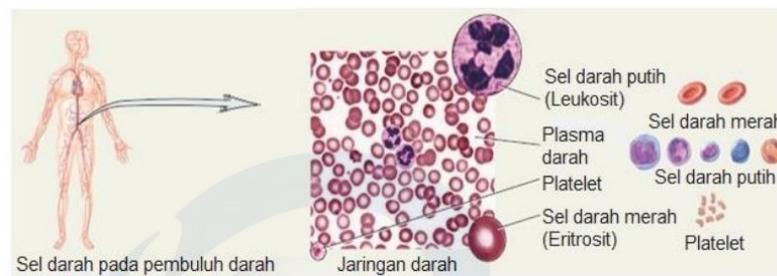
Tidak seperti kartilago, tulang kaya akan suplai darah sehingga tulang dapat memperbaiki dirinya sendiri lebih cepat daripada kartilago. Kartilago, sendi, dan tulang membuat sistem kerangka. Sistem kerangka mendukung jaringan lunak, melindungi struktur halus, dan bekerja dengan otot rangka untuk menghasilkan gerakan. Beberapa tulang seperti sternum (tulang dada dan tulang pelvis) mengandung sumsum tulang merah terutama jaringan hemopoetik yang menghasilkan sel darah. Fungsi lain dari jaringan tulang adalah terkait dengan matriks tulang. Kerangka menyokong tubuh dan beberapa tulang melindungi organ internal dari cedera mekanik. Misalnya pada tulang paha tersusun beberapa jaringan tulang.

#### 6) Jaringan Ikat Cair

##### ✓ Jaringan Darah

Darah adalah jaringan ikat yang unik karena hanya memiliki matriks cair. Darah bertindak sebagai pengangkut senyawa- senyawa ke seluruh tubuh. Darah terdiri dari sel dan plasma. Matriks darah adalah plasma darah yaitu sekitar 52 %- 62% dari total volume darah dalam tubuh. Plasma darah adalah jaringan berwarna kuning pucat yang terdiri dari sebagian besar air dengan berbagai zat-zat terlarut seperti nutrisi, enzim, protein plasma, hormon, gas respirasi, ion, dan produk-produk yang sudah tidak dibutuhkan. Sel darah dihasilkan dari stem cell dalam sumsumtulang merah (jaringan hemopoetik). Sel darah terdiri dari sel darahmerah (eritrosit), platelet (trombosit), dan 5 jenis sel darah putih (leukosit) yaitu neutrofil, euseinofil, basofil, monosit, dan limfosit.

Limfosit matang dan jaringan limfatik (organ limfa, kelenjar getah bening, dan kelenjar timus) juga mengandung stem cell tapi hanya menghasilkan sedikit limfosit. Sel darah merah membawa oksigen yang terikat dengan besi dalam bentuk hemoglobin. Platelet mencegah pendarahan yaitu melalui proses pembekuan darah. Sel darah putih menghancurkan patogen secara fagositosis dan memproduksi antibodi sehingga memberikan kita imunitas terhadap penyakit



Gambar 16. Sel darah pada pembuluh darah  
(Sumber: Tortora, Principles of Anatomy and Physiology, 2014)

#### ✓ Jaringan Limfa

Limfa adalah cairan ekstraseluler yang mengalir dalam pembuluh limfatik. Limfa adalah jaringan ikat cair yang terdiri dari beberapa tipe sel dalam matriks ekstraseluler cair yang jernih yang mirip dengan plasma darah, tetapi sedikit protein. Komposisi limfa bervariasi dari suatu bagian tubuh ke bagian lainnya. Contoh, limfa meninggalkan kelenjar getah bening meliputi beberapa limfosit. Sebaliknya, limfa dari usus kecil memiliki kandungan lemak tinggi yang baru diserap.

#### c) Jaringan Otot

Jaringan otot adalah jaringan khusus untuk kontraksi. Ketika berkontraksi, jaringan ini memendek dan menghasilkan tipe gerakan. Jaringan ini memiliki sel dalam jumlah banyak dan disuplai dengan pembuluh darah. Dalam jaringan otot, membran sel disebut sarkolema, dan sitoplasma disebut sarkoplasma. Jaringan otot terdiri dari sel-sel memanjang yang disebut serat otot atau miosit yang dapat menggunakan ATP untuk menghasilkan gaya.

Sebagai hasilnya, jaringan otot mempertahankan postur tubuh, menghasilkan panas dan juga memberikan perlindungan. Karakteristik utama dari jaringan otot adalah kemampuannya untuk memendek dan menebal (kontraksi). Ini disebabkan karena adanya interaksi dari dua protein kontraktil yaitu aktin dan miosin yang membentuk mikrofilamen dalam sitoplasma dan bertanggung jawab dalam proses kontraksi. Otot berkontraksi untuk menggerakkan seluruh tubuh, untuk memompa darah melalui jantung dan pembuluh darah, dan untuk mengurangi ukuran organ berongga seperti lambung dan kandung kemih.



Gambar 17. Jaringan otot

(Sumber: Tortora, Principles of Anatomy and Physiology, 2014)

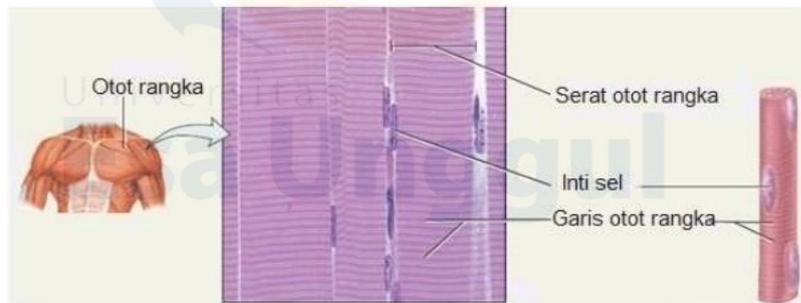
Berdasarkan struktur dan fungsinya, terdapat 3 tipe jaringan otot yaitu, otot rangka, otot polos, dan otot jantung

✓ Otot Rangka

Jaringan otot rangka atau lebih umum disebut sebagai otot ditemukan dalam daging manusia dan kandungannya sekitar 40 % dari berat tubuh individu. Jaringan ini juga menghasilkan sejumlah panas yang sangat penting untuk membantu mempertahankan suhu tubuh agar tetap konstan.

Otot rangka juga biasa disebut otot lurik (striated muscle) atau otot sadar. Sel (serat) otot rangka yang panjang dan berbentuk silinder mengandung banyak nukleus terletak di tepi seldan tampak bergaris. Setiap sel otot memiliki ujung saraf motorik sendiri. Impuls saraf yang berjalan ke otot sangat penting untuk menimbulkan kontraksi. Otot rangka dikontrol oleh saraf sadar karena seseorang dapat sengaja menyebabkan kontraksi otot rangka untuk mencapai gerakan tubuh tertentu. Namun sistem saraf dapat menyebabkan otot rangka

berkontraksi tanpa pengaruh kesadaran. Seperti yang terjadi pada gerakan refleks dan pemeliharaan tonus otot.



Gambar 18. Jaringan otot rangka

(Sumber: Tortora, Principles of Anatomy and Physiology, 2014)

#### ✓ Otot Polos

Otot polos juga disebut sebagai otot tak sadar (otot viseral). Istilah viseral mengacu kepada organ internal, yang banyak mengandung sel otot polos. Umumnya, otot polos bertindak untuk mendorong zat-zat melalui organ dengan kontraksi dan relaksasi. Disebut otot polos karena tidak memiliki garis atau pita seperti halnya pada otot rangka. Sel otot polos lebih pendek dari sel otot rangka. Berbentuk spindle dan meruncing pada ujungnya dan hanya memiliki satu nukleus yang terletak ditengah. Meskipun impuls saraf dapat menyebabkan kontraksi, otot polos umumnya tidak dapat dirangsang untuk berkontraksi oleh saraf sadar sehingga disebut sebagai otot tak sadar. Berarti kita tidak mengontrol kontraksinya, tetapi dikontrol oleh sistem saraf otonom. Jaringan otot polos ditemukan dalam dinding organ tubuh berongga seperti lambung, usus, kandung kemih, uterus, dan pembuluh darah. Sel otot polos tersusun dalam dua lapisan, lapisan longitudinal bagian luar dan lapisan sirkuler bagian dalam. Kontraksi simultan dari dua lapisan tersebut mendorong material ke dalam organ berongga dalam satu arah, karenanya makanan didorong oleh kontraksi otot polos sepanjang saluran pencernaan yang disebut peristaltik dan darah didorong sepanjang arteri dan vena. Urin juga didorong ke bawah menuju ureter oleh kontraksi otot polos. Dalam dinding arteri dan vena, otot polos mengonstriksi atau mendilatasi pembuluh untuk mempertahankan tekanan darah normal. Iris

dari mata memiliki dua set otot polos untuk mengonstriksi atau mendilatasi pupil yang mengatur sejumlah cahaya yang masuk ke retina.

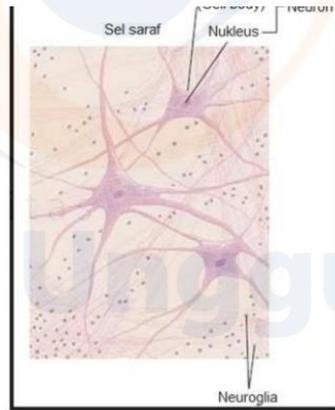
✓ Otot Jantung

Otot jantung ditemukan hanya dalam dinding jantung. Sel otot jantung berbentuk silinder dan bercabang yang menghubungkan ke sel otot jantung lainnya. Cabang-cabang ini menghubungkan satu dengan yang lainnya melalui area khusus yang disebut intercalated disk. Otot jantung tampak bergaris mirip dengan sel otot rangka dan hanya memiliki satu nukleus setiap sel. Sel otot jantung lebih pendek daripada sel otot rangkadan otot polos. Otot ini bertanggung jawab untuk memompa darahmelalui jantung dan ke dalam pembuluh darah.

**d) Jaringan Saraf**

Sel dalam jaringan saraf yang menghasilkan dan mengkonduksikan impuls disebut neuron (sel saraf). Sel ini memiliki 3 bagian utama: dendrit, badan sel, dan satu akson. Neuron adalah sel yang sangat panjang sehingga seperti sel otot, jaringan ini disebut sebagai serat saraf. Penjelasan lebih detail tentang neuron akan dibahas pada sistem saraf. Jaringan saraf membentuk otak, sumsum tulang belakang, dan berbagai saraf tubuh. Jaringan saraf mengontrol dan mengkoordinasikan aktivitas tubuh. Jaringan ini memungkinkan kita untuk memahami lingkungan dan beradaptasi terhadap perubahan kondisi. Jaringan ini mengkordinasikan otot rangka kita, khususnya kepekaan pada penglihatan, rasa, bau, dan pendengaran. Jaringan ini mengontrol emosi dan kemampuan penalaran kita. Ini memungkinkan kita belajar melalui proses memori.

Jaringan saraf juga meliputi sel yang tidak dapat mentransmisikan impuls tetapi mendukung aktivitas neuron yaitu sel glial, bentuk gabungan yang disebut neuroglia, yaitu sel yang terikat bersama neuron dan melindungi neuron. Jaringan saraf terdiri dari sel saraf yang disebut neuron dan beberapa sel khusus ditemukan hanya dalam sistem saraf. Sistem saraf memiliki dua divisi: sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi.



Gambar 19. Sel saraf (neuron)  
(Sumber: Sanders, Essentials of Anatomy and Physiology, 2006)

## 2. Organ

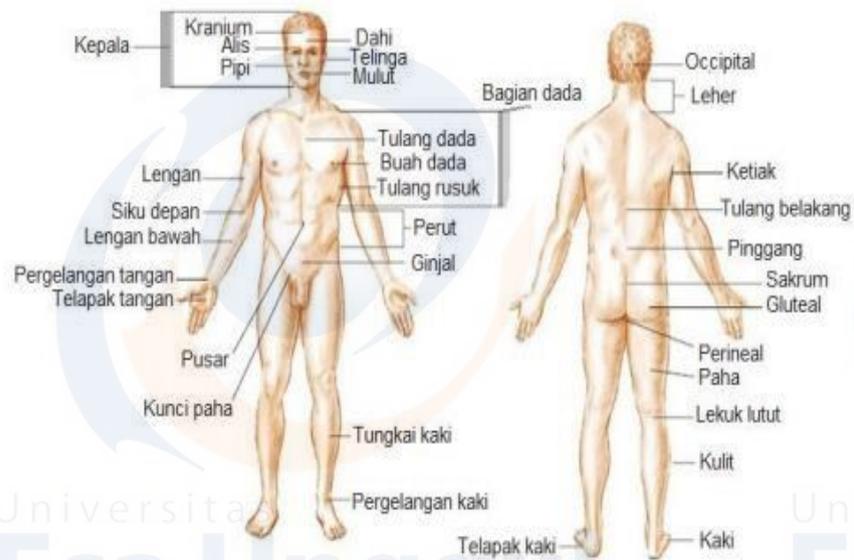
Organ terdiri dari dua atau lebih dari empat tipe jaringan yang tersusun dalam berbagai proporsi dan pola seperti sebagai lapisan, tabung, buntelan, dan irisan. Contoh, ginjal terdiri dari :

1. Serangkaian tabung kecil yang masing-masing terdiri dari epitel sederhana.
2. Pembuluh darah yang dindingnya mengandung berbagai jumlah otot polos dan jaringan ikat.
3. Perpanjangan dari neuron yang berakhir dekat otot dan sel epitel.
4. Elemen jaringan ikat longgar yang menghubungkan seluruh bagian ginjal dan termasuk kapsul pelindung yang mengelilingi organ.

Beberapa organ tersusun dalam unit yang kecil seperti subunit, yang sering disebut sebagai unit fungsional yang masing-masing melakukan fungsi organ. Contoh, unit fungsional dari ginjal adalah nefron yang mengandung tabung kecil. Intinya, kita memiliki sistem organ (kumpulan organ yang bersama melakukan fungsi secara keseluruhan). Contoh, ginjal, kandung kemih, ureter, dan uretra menyusun sistem urinari. Kesimpulannya, tubuh manusia dapat dipandang sebagai suatu masyarakat yang kompleks dari suatu sel yang terdiferensiasi yang bergabung secara struktural dan fungsional untuk melakukan fungsi penting untuk kelangsungan hidup dari seluruh organisme. Sel-sel individual merupakan unit dasar dari masyarakat ini dan hampir semua sel-sel ini secara individual

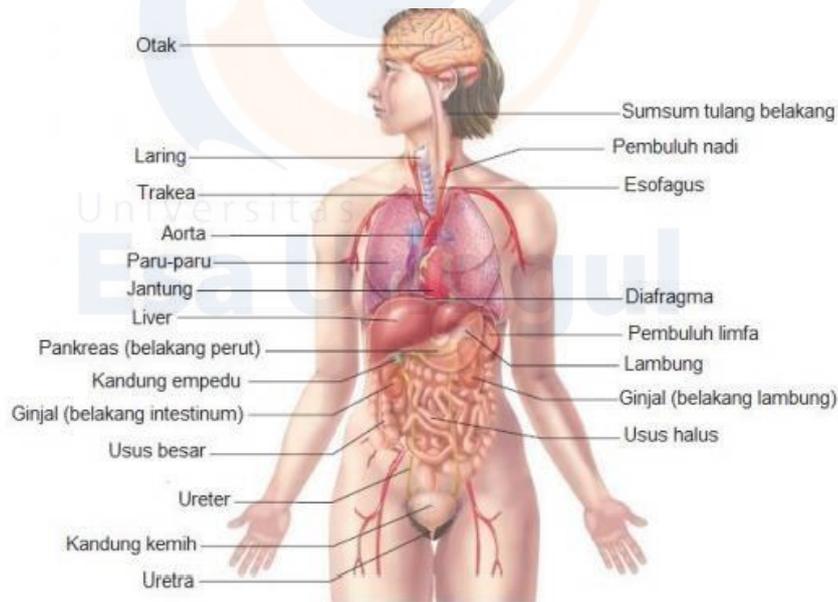
menunjukkan aktivitas yang mendasar untuk semua bentuk kehidupan seperti metabolisme dan replikasi.

Kunci utama untuk kelangsungan hidup seluruh sel tubuh adalah lingkungan internal tubuh. Ini mengacu pada cairan yang mengelilingi sel dan yang ada dalam darah. Setiap organ tubuh manusia terdiri dari dua atau lebih jaringan yang bekerja bersama sehingga memungkinkan organ untuk melakukan fungsi spesifiknya. Tubuh mengandung sejumlah organ dan masing-masing memiliki bentuk dan fungsi yang jelas. Lambung, jantung, otak, dan juga tulang merupakan contoh organ. Bagian organ dapat dibedakan menjadi dua bagian yakni anterior dan posterior



Gambar 20. Organ bagian anterior dan posterior  
(Sumber: Dr. Carson, The Anatomy and Physiology Learning System)

Beberapa contoh organ penting seperti otak, sumsum tulang belakang, pembuluh nadi, laring, esophagus, trakea, aorta, paru-paru, diafragma, jantung, liver, pankreas, lambung, kandung empedu, limfa, ginjal, usus halus, usus besar, ureter, kandung kemih, dan uretra



Gambar 21. Organ dalam tubuh  
(Sumber: Selley's, Anatomy and Physiology 10th Edition)

### 3. System Organ

Kelompok organ terorganisir dalam sistem tubuh. Setiap sistem merupakan kumpulan organ yang melakukan fungsi yang terkait dan berinteraksi untuk menyelesaikan aktivitas umum yang sangat penting untuk kelangsungan hidup tubuh secara keseluruhan. Contoh, sistem pencernaan terdiri dari mulut, kelenjar saliva, faring, esofagus, lambung, pankreas, hati, kantung empedu, usus kecil dan usus besar. Organ pencernaan ini bekerja sama untuk memecahkan makanan menjadi molekul yang lebih kecil yang dapat diserap ke dalam darah untuk didistribusikan ke seluruh sel.

Organ tubuh tersusun dalam kelompok fungsional sehingga fungsi tunggal mereka akan terkoordinasi untuk melakukan fungsi sistem yang spesifik. Kelompok fungsional yang terkoordinasi ini disebut sistem organ. Sistem pencernaan dan saraf adalah contoh dari sistem organ. Sebagian besar organ milik satu sistem organ, tetapi beberapa organ ditugaskan untuk lebih dari satu sistem organ. Contoh, pankreas termasuk ke dalam sistem pencernaan dan endokrin. Tabel 1 merangkum sistem organ dan fungsinya. Meskipun masing-masing sistem organ memiliki fungsi yang unik, semua sistem organ saling terkait satu sama lain. Contoh, semua sistem organ bergantung pada

sistem kardiovaskuler untuk mengangkut material-material ke dan dari sel mereka. Sistem organ bekerja bersama untuk mengaktifkan fungsi tubuh manusia.

Tabel 1. Sistem organ dan fungsinya

System organ	Fungsi
Integumen	melindungi jaringan di bawahnya, membantu mengatur suhu tubuh, sintesis vitamin D dan mencegah dehidrasi
Kerangka	mendukung tubuh, melindungi organ vital, menyimpan mineral, dan menghasilkan unsur terbentuk
otot	menggerakkan tubuh dan bagian tubuh dan menghasilkan panas
Respirasi	menukar O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> antara udara dan darah di paru-paru, pengaturan pH, dan menghasilkan suara
Kardiovaskular	mengangkut panas dan material ke dan dari sel-sel tubuh
Limfoid	mengumpulkan dan membersihkan cairan interstisial, dan mengembalikannya ke darah; memberikan kekebalan tubuh
Perkemihan	mengatur volume dan komposisi darah dengan membentuk dan mengeluarkan urin
Endokrin	mensekresikan hormon dan mengatur tubuh
Saraf	mengkoordinasi secara cepat fungsi tubuh dan mempermudah pembelajaran dan memori
Pencernaan	mencerna makanan dan menyerap nutrisi
Reproduksi pria	menghasilkan sperma dan mengirimkannya ke dalam vagina saat hubungan seksual
Reproduksi wanita	menghasilkan oosit, menerima sperma, menyediakan perkembangan intrauterin, pengembangan keturunan, dan memungkinkan kelahiran bayi

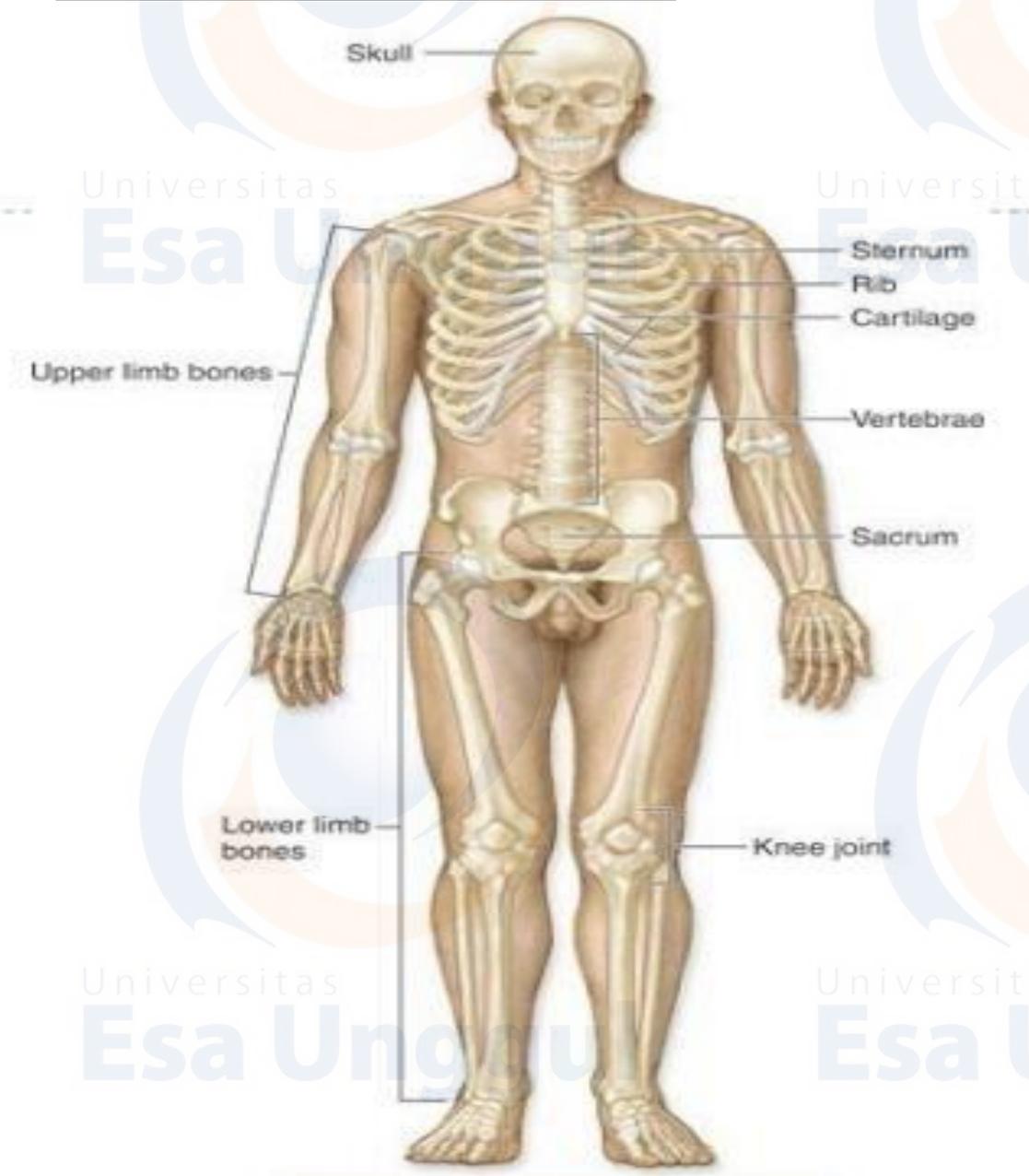
## System integument



### **Integumentary System (Chapter 5)**

Provides protection, regulates body temperature, site of cutaneous receptors, synthesizes vitamin D, prevents water loss.

**System skeletal (Rangka)**



**Skeletal System (Chapters 6–9)**  
Provides support and protection, site of hemopoiesis (blood cell production), stores calcium and phosphorus, allows for body movement.

**System Muskuler**



**Muscular System (Chapters 10–12)**  
Produces body movement, generates heat when muscles contract.

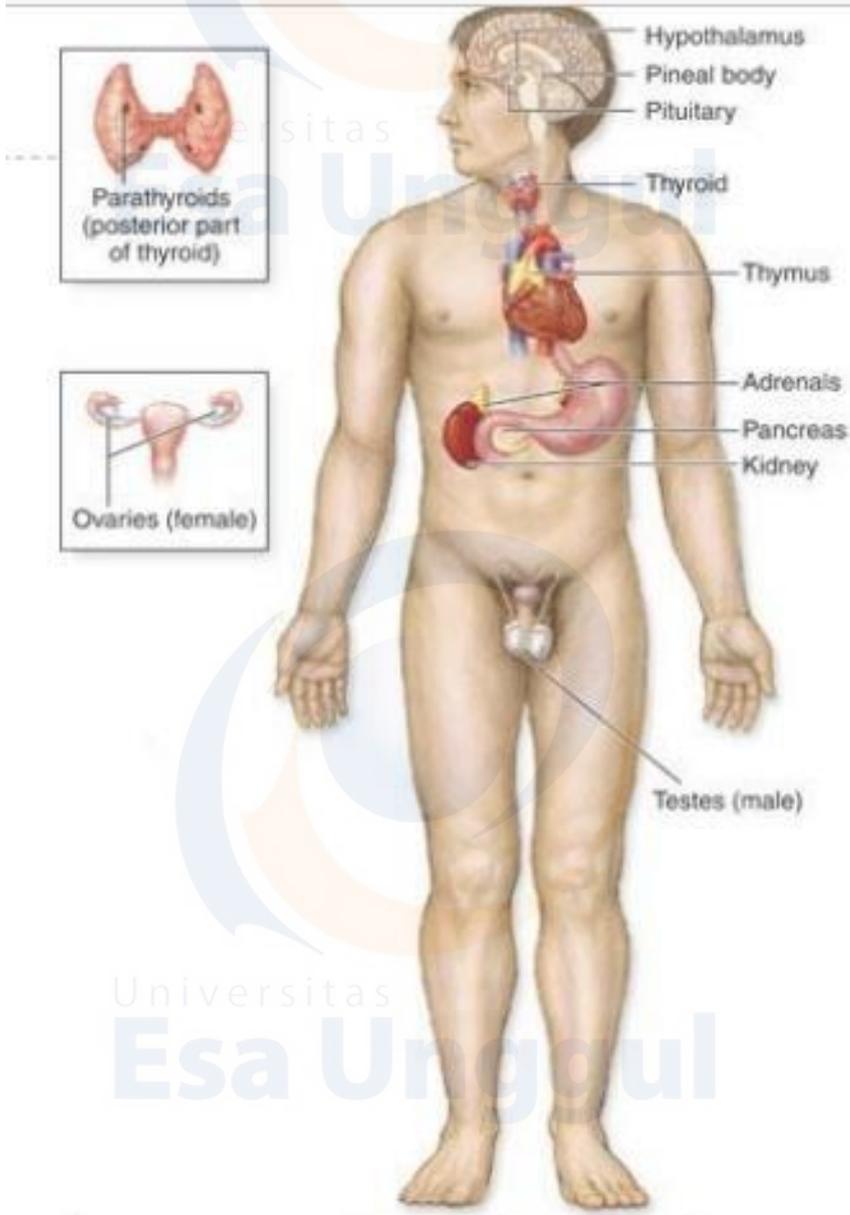
**System saraf**



**Nervous System (Chapters 14–19)**

A regulatory system that controls body movement, responds to sensory stimuli, and helps control all other systems of the body. Also responsible for consciousness, intelligence, memory.

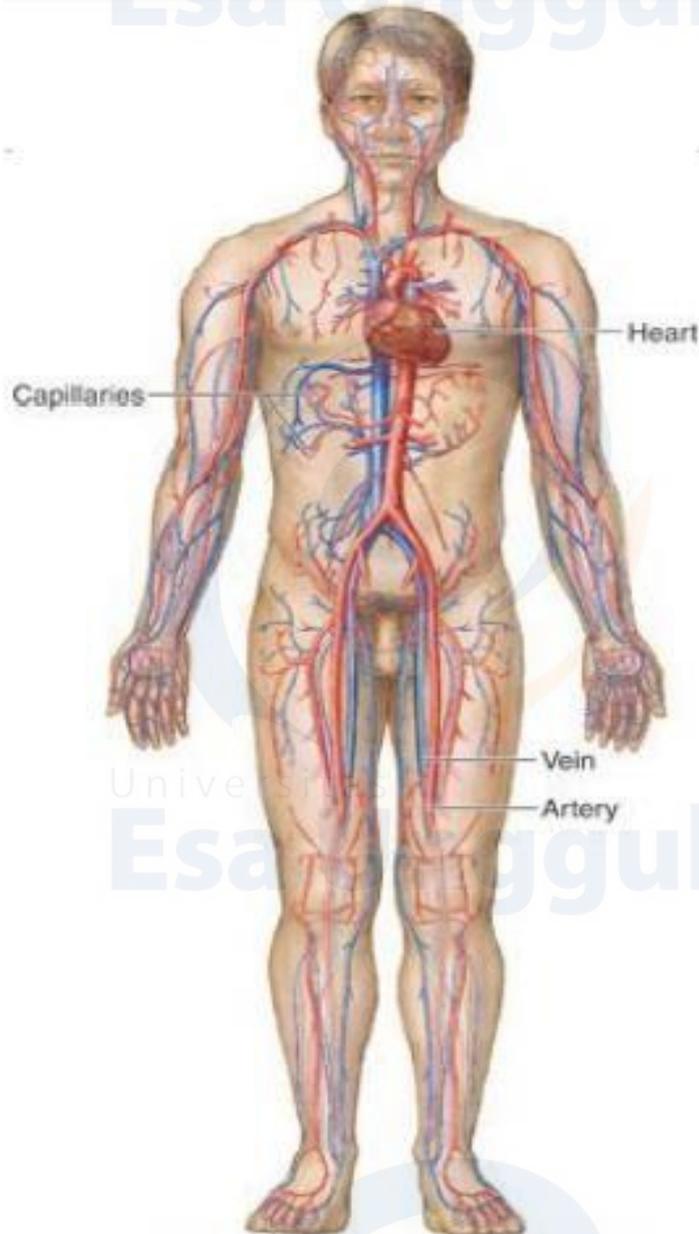
**System Endokrin**



**Endocrine System (Chapter 20)**

Consists of glands and cell clusters that secrete hormones, some of which regulate body and cellular growth, chemical levels in the body, and reproductive functions.

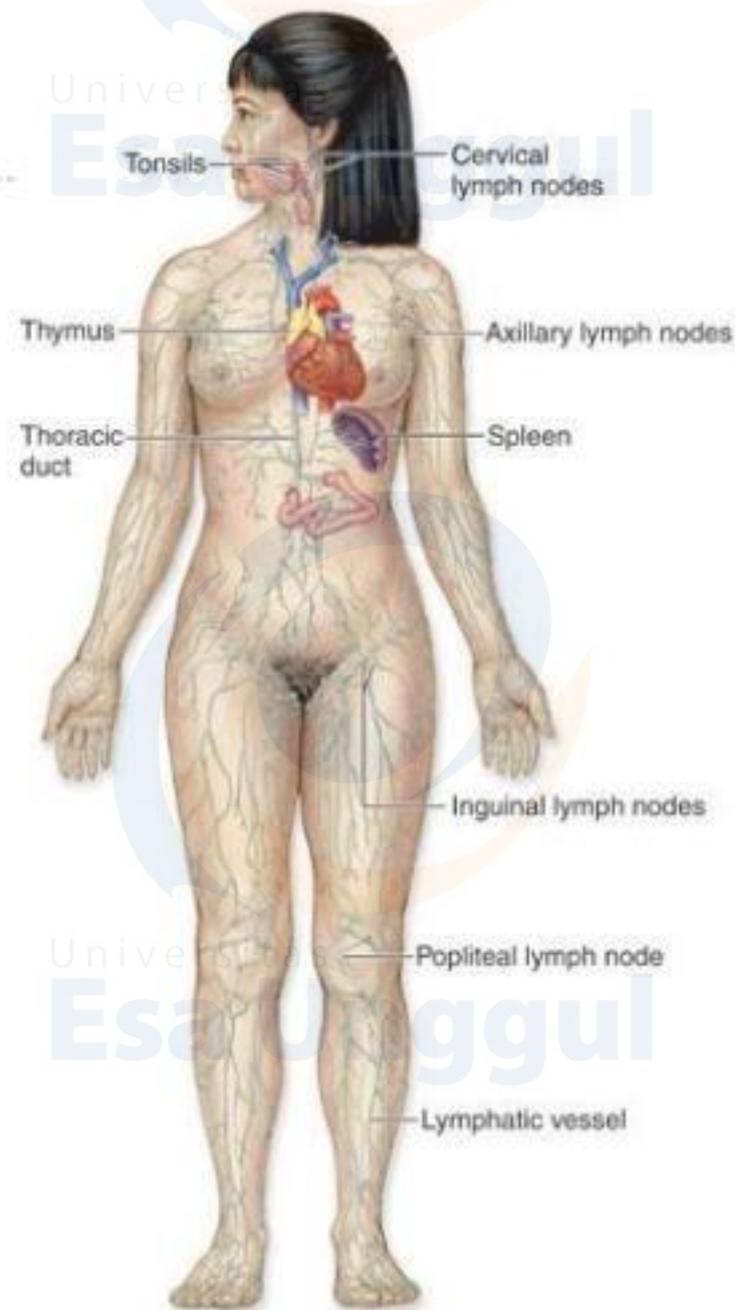
## System kardiovaskuler



### Cardiovascular System (Chapters 21–23)

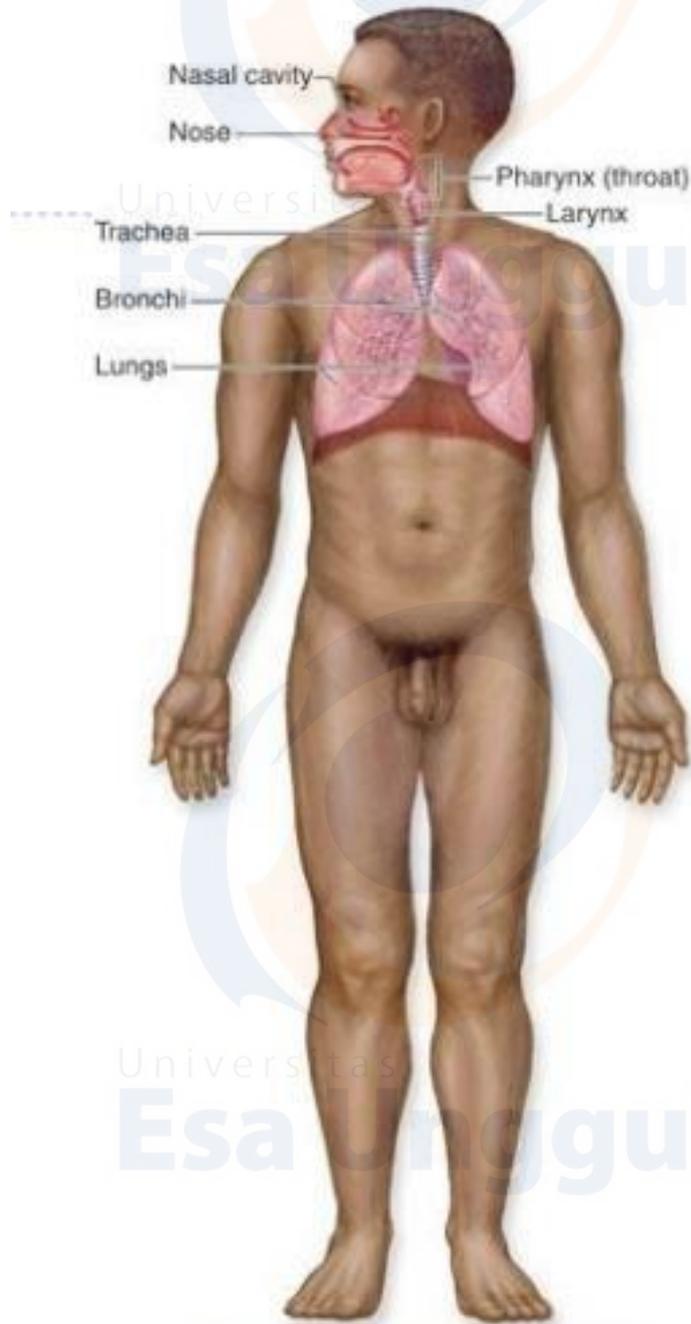
Consists of a pump (the heart) that moves blood through blood vessels in order to distribute hormones, nutrients, and gases, and pick up waste products.

**System Limfatik**



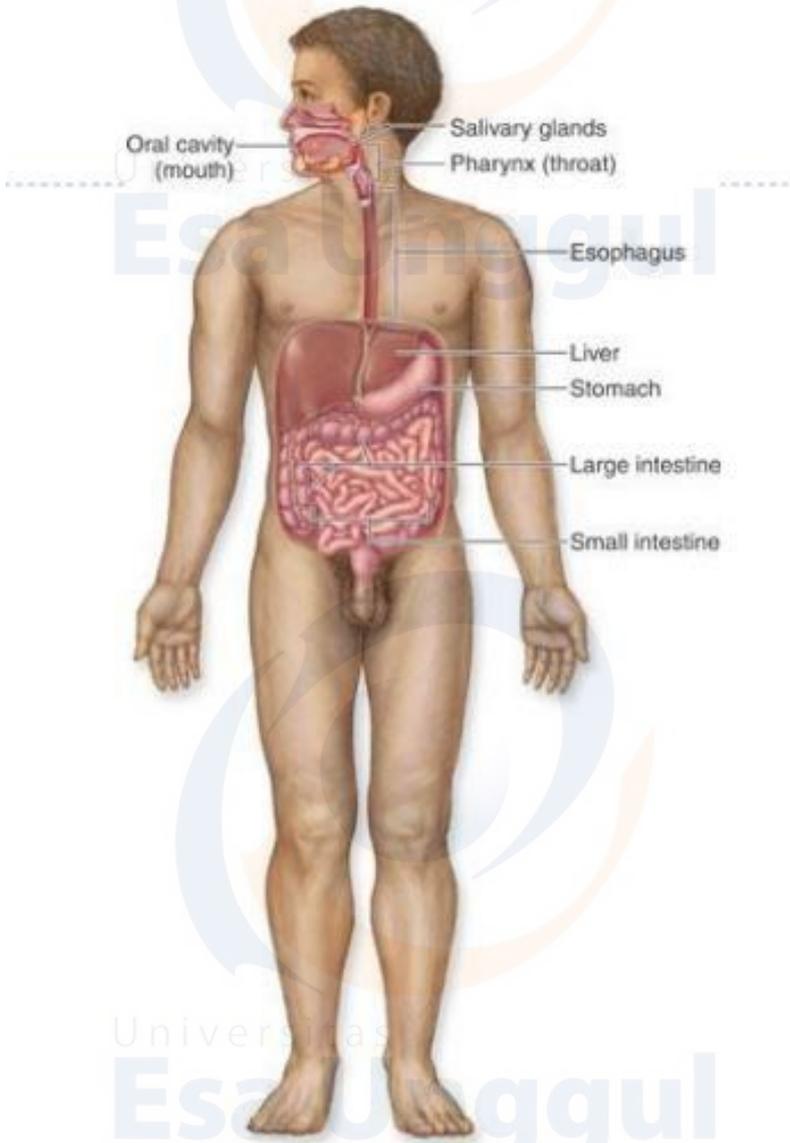
**Lymphatic System (Chapter 24)**  
Transports and filters lymph (interstitial fluid) and initiates an immune response when necessary.

**System Pernapasan**



**Respiratory System (Chapter 25)**  
Responsible for exchange of gases (oxygen and carbon dioxide) between blood and the air in the lungs.

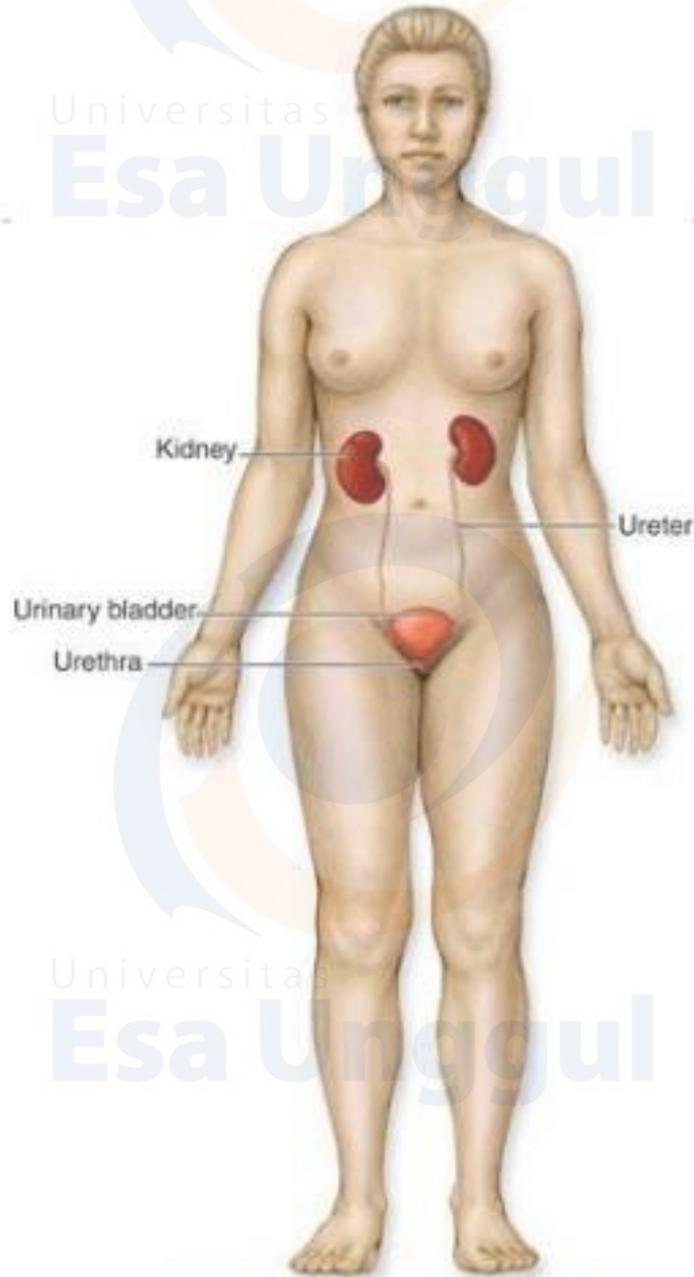
**System pencernaan**



**Digestive System (Chapter 26)**

Mechanically and chemically digests food materials, absorbs nutrients, and expels waste products.

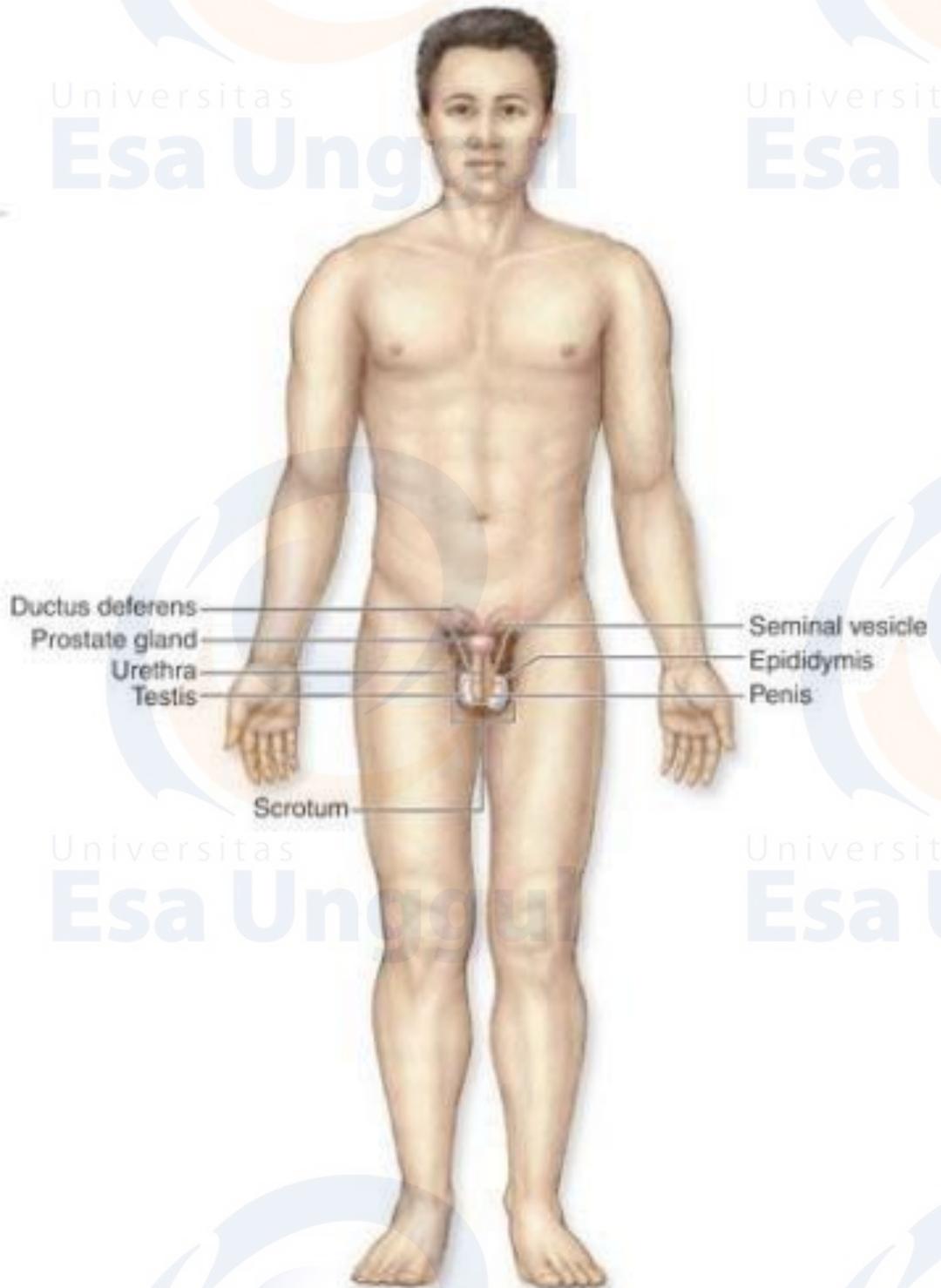
## System urinaria



### Urinary System (Chapter 27)

Filters the blood and removes waste products from the blood, concentrates waste products in the form of urine, and expels urine from the body.

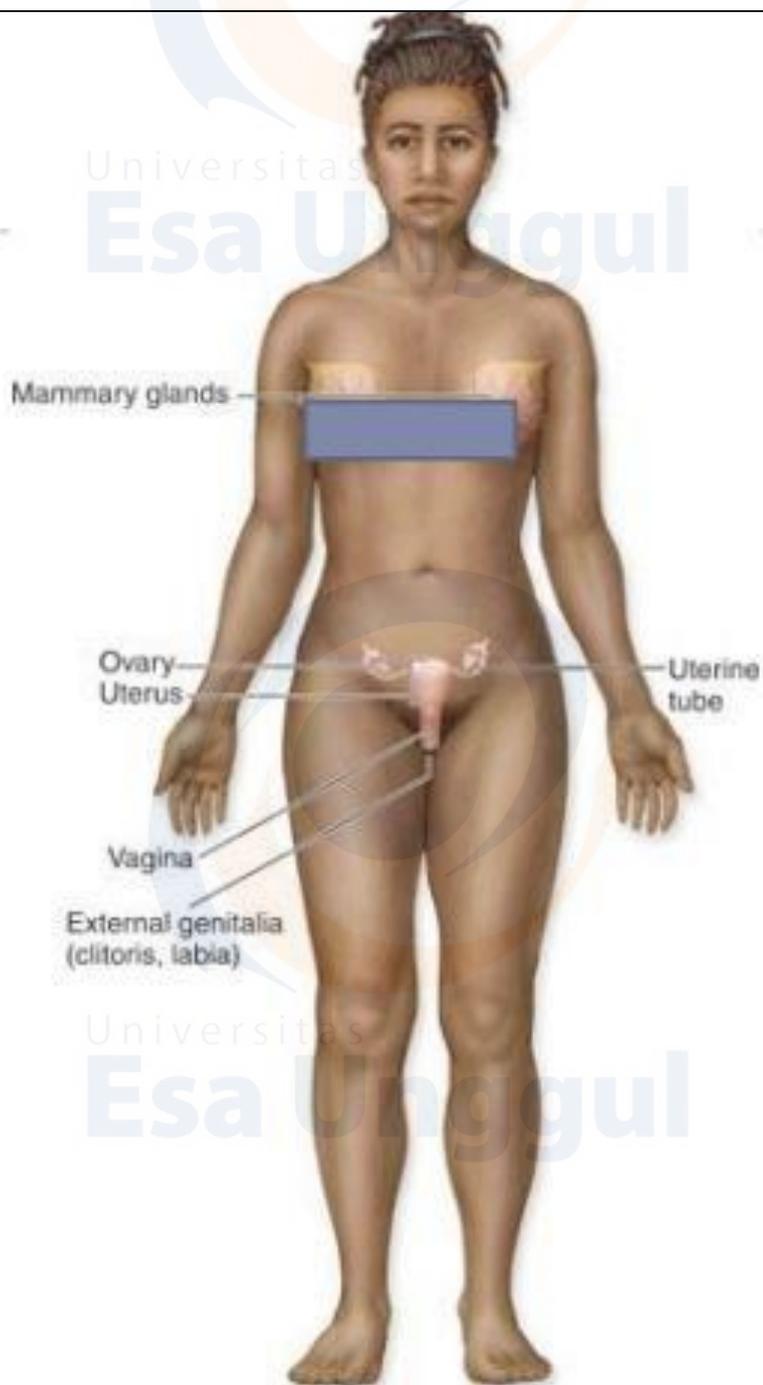
## System Reproduksi pria



### Male Reproductive System (Chapter 28)

Produces male sex cells (sperm) and male hormones (e.g., testosterone), transfers sperm to the female.

## System Reproduksi wanita

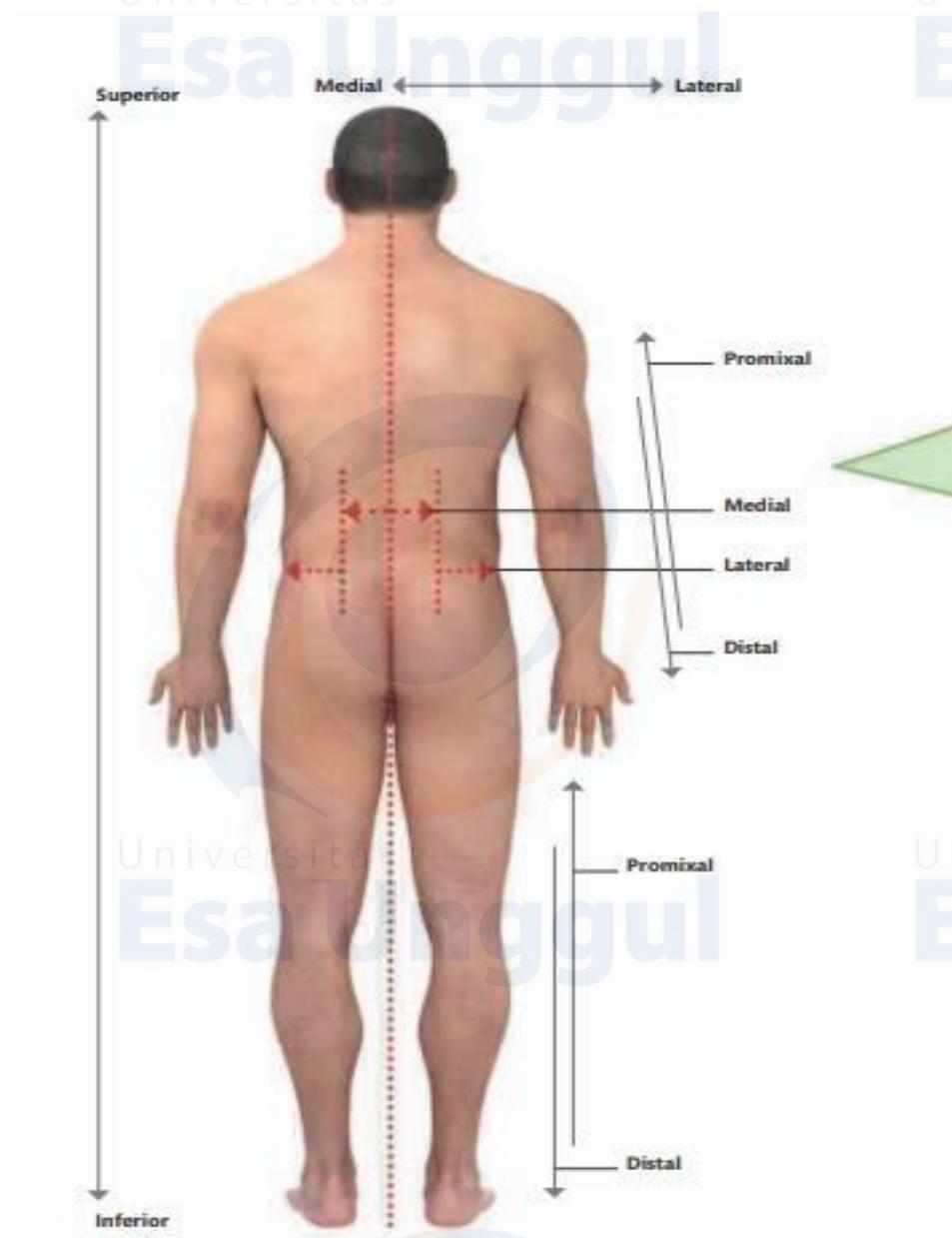


### Female Reproductive System (Chapter 28)

Produces female sex cells (oocytes) and female hormones (e.g., estrogen and progesterone), receives sperm from male, site of fertilization of oocyte, site of growth and development of embryo and fetus.

4. Terminology tubuh manusia

Terminologi yg berhubungan dgn posisi Sikap Anatomi tubuh manusia Berdiri tegak dgn anggota gerak atas disamping tubuh, wajah serta telapak tangan mengarah kedepan.



Superior : kearah kepala atau keatas

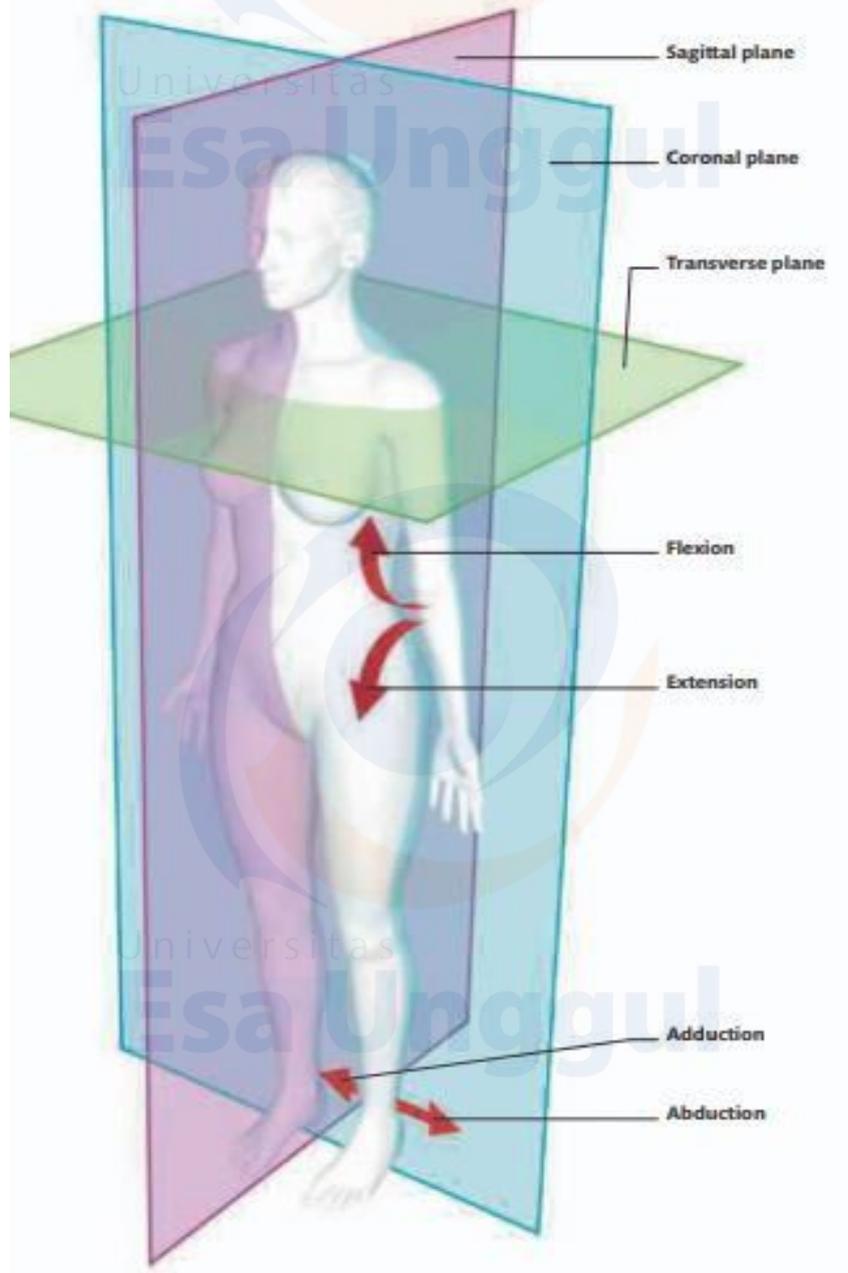
Inferior : kearah kaki atau ke bawah

Medial : kearah garis tengah tubuh

Lateral : menjauhi garis tengah tubuh

Distal : terjauh dengan arah perlekatan dengan batang tubuh

Proksimal : terdekat dengan arah perlekatan dengan batang tubuh



- Sagittal plane (longitudinal) : yang memisahkan tubuh menjadi bagian kiri dan kanan
- Coronal plane ( bagian vertical) : bidang yang membagi seluruh tubuh atau bagian tubuh ke dalam segmen anterior (depan) dan posterior (belakang)

- Transverse plane : bidang axial yang membagi tubuh menjadi superior dan inferior
- Flexion : gerakan menekuk yang *mengurangi* sudut antara segmen dan segmen proksimalnya. Misalnya, menekuk siku , atau mengepalkan tangan
- Extension : gerakan ke arah post g gerakan ke arah posterior erakan ke arah posterior , contoh Perpanjangan pinggul atau bahu menggerakkan lengan atau tungkai ke belakang
- Adduction : mengacu pada gerakan menuju pusat tubuh
- Abduction : gerakan suatu struktur menjauh dari garis tengah

### C. Latihan

1. Apa itu abduction !
2. Bagaimanakan karakteristik dari jaringan ikat?!
3. Apa yang anda ketahui tentang sel mast !
4. Apa perbedaan Spongibone dan Compact bone ?

### D. Kunci Jawaban

1. gerakan suatu struktur menjauh dari garis tengah
2. Tipe jaringan ini memungkinkan pergerakan dan memberikan sokongan atau dukungan untuk jenis jaringan lainnya dan dari sel yang terpisah dari satu dengan yang lainnya oleh matriks ekstraseluler serta jenis jaringan yang paling banyak didalam tubuh
3. Sel mast banyak ditemukan dekat pembuluh darah yang mensuplai jaringan ikat. Sel ini menghasilkan histamin, yaitu zat kimia yang melebarkan pembuluh darah kecil sebagai bagian dari respon inflamasi, reaksi tubuh terhadap cedera atau infeksi

4. Spongibone: tampak seperti spons atau gabus sedangkan Compact bone : lebih padat dan hampir tidak ada ruang antara beberapa lapisan tipis atau lamella tulang

### Daftar Pustaka

1. Gerard Tortora, 2014, Principles of Anatomy and Physiology
2. Sanders Tina, Scanlon Valerie, 2006, Essentials of Anatomy and Physiology,.
3. Sherwood, 2014: Human, Physiology - From Cells to Systems
4. Seeley's, 2014, Anatomy & Physiology, Ed. Ke-10.
5. Saladin, 2003, Anatomy and Physiology The Unity of Form and Functio



**MODUL ANATOMI FISILOGI I**

**(NUT116)**

**HOMEOSTASIS**

**DISUSUN OLEH**

**YULIA WAHYUNI, S.Kep, M.Gizi**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2019**

## PENGANTAR

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

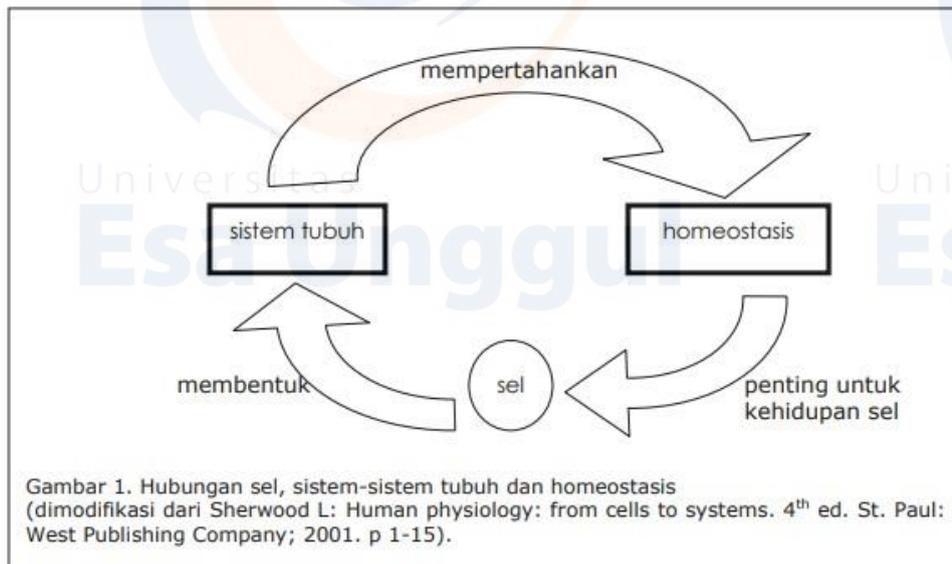
Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Menjelaskan pengertian homeostasis
2. Menjelaskan CIS dan CES
3. Menjelaskan mekanisme umpan balik
4. Aplikasi gizi
5. Pengaturan suhu tubuh dalam proses homeostasis

### B. Uraian dan Contoh

#### 1. Pengertian homeostatis

Manusia merupakan organisme multi sel yang kompleks, sehingga dapat hidup di lingkungan yang berubah-ubah karena mempunyai kemampuan mempertahankan keadaan lingkungan dalamnya (milieu interieur). Hal ini akan melindungi sel-sel yang letaknya di dalam tubuh dari perubahan lingkungan luar (milieu exterieur) sehingga menjamin kelangsungan hidup sel-sel tubuh. Walter Cannon seorang ahli faal Amerika Serikat menyebutkan upaya mempertahankan keadaan lingkungan dalam yang stabil ini merupakan bagian dari homeostasis. Secara etimologi kata homeostasis berasal dari kata Yunani homeo (sama) dan stasis (mempertahankan keadaan)



Cannon mengajukan 4 hal yang mendasari homeostasis yaitu :

- ✓ peran system saraf dalam mempertahankan kesesuaian lingkungan dalam dengan kehidupan
- ✓ adanya kegiatan pengendalian yang bersifat tonik
- ✓ adanya pengendalian yang bersifat antagonistic
- ✓ suatu sinyal kimia dapat mempunyai pengaruh yang berbeda di jaringan tubuh yang berbeda

Tubuh kita merupakan suatu sistem yang terorganisir dan memiliki sistem pengaturan yang selalu saling berkoordinasi untuk mempertahankan kondisi tubuh agar selalu dalam keadaan stabil secara fisiologi. Dalam menyelenggarakan homeostasis, tubuh memantau adanya perubahan-perubahan nilai berbagai parameter, lalu mengkoordinasikan respon yang sesuai sehingga perubahan yang terjadi dapat diatasi. Atau jika terjadi gangguan secara fisiologi maka tubuh akan selalu merespon dan berusaha untuk dapat mengembalikan ke keadaan normal melalui suatu mekanisme umpan balik negatif dan positif.

Sebagai contoh jika tekanan darah kita turun, maka reseptor sensorik akan mengirimkan sinyal ke pusat kontrol di otak. Pusat kontrol ini akan mengirimkan sinyal saraf ke dinding arteri untuk berkonstriksi. Ketika tekanan darah naik sistem ini diaktivasi. Keadaan ini membutuhkan komunikasi antar sel yang merupakan media penopang pengendalian fungsi sel-sel atau organ tubuh. Pengendalian yang

paling sederhana terjadi secara local (intrinsik) yaitu yang dilakukan dengan komunikasi antara sel yang berdekatan. Pengendalian jarak jauh (ekstrinsik) lebih kompleks dan dimungkinkan melalui refleks yang dapat melibatkan system saraf (lengkung refleks) maupun system endokrin (pengaturan umpan balik) seperti terlihat pada gambar 2.

Contoh pengaturan homeostasis dalam tubuh bila terjadi deficit pada salah satu cairan atau elektrolit adalah sebagai berikut :

- ✓ bila kadar natrium lebih dalam tubuh maka mekanisme homeostasisnya adalah Apabila kadar garam lebih dari jumlah normal dan kurang air dalam badan, tekanan osmosis darah akan meningkat, osmoreseptor pada hipotalamus akan terangsang kemudian kelenjar hipofisis akan dirangsang lebih aktif untuk mensekresikan hormon ADH yang bersifat antidiuretik untuk meningkatkan permeabilitas tubulus ginjal terhadap air, kelenjar adrenal (hormon aldosteron) akan kurang dirangsang, maka lebih banyak air diserap dan kurang ion natrium dan ion kalsium diserap kembali masuk dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan turun, proses ini akan berulang sehingga tekanan osmosis darah pada jumlah normal.
- ✓ Apabila kurang Natrium dalam badan dan banyak air Apabila kadar Natrium lebih rendah dari jumlah normal dalam tubuh dan lebih banyak air dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan menurun, osmoreseptor pada hipotalamus akan terangsang kemudian kelenjar pituitari akan kurang dirangsang untuk mensekresikan hormon ADH (antidiuresis) untuk mengurangi permeabilitas tubulus ginjal terhadap air, kelenjar adrenal (hormon aldosteron) akan dirangsang dengan lebih aktif, maka lebih sedikit air diserap dan lebih sedikit juga natrium dan kalsium diserap kembali masuk dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan naik, proses ini akan berulang sehingga tekanan osmosis darah berada pada jumlah normal.

## 2. CIS dan CES

Cairan dalam tubuh meliputi lebih kurang 60% total berat badan laki-laki dewasa. Prosentase cairan tubuh ini bervariasi antara individu sesuai dengan jenis kelamin dan umur individu tersebut. Pada wanita dewasa, cairan tubuh meliputi 50% dari total berat badan. Pada bayi dan anak-anak, prosentase ini relative lebih besar dibandingkan orang dewasa dan lansia.

Cairan tubuh menempati kompartmen intrasel dan ekstrasel. Dua pertiga bagian (67%) dari cairan tubuh berada di dalam sel (cairan intrasel/CIS) dan sepertiganya (33%) berada di luar sel (cairan ekstrasel/ CES). CES dibagi cairan intravaskuler atau plasma darah yang meliputi 20% CES atau 15% dari total berat badan, dan cairan intersisial yang mencapai 80% CES atau 5% dari total berat badan. Selain kedua kompartmen tersebut, ada kompartmen lain yang ditempati cairan tubuh, yaitu cairan transel. Namun, volumenya diabaikan karena kecil, yaitu cairan sendi, cairan otak, cairan perikard, liur pencernaan, dll. Ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  terutama terdapat pada cairan ekstrasel, sedangkan ion  $\text{K}^+$  di cairan intrasel. Anion protein tidak tampak dalam cairan intersisial karena jumlahnya paling sedikit dibandingkan dengan intrasel dan plasma

Agar tubuh dapat berfungsi secara optimal, kondisi di dalam tubuh yang disebut sebagai lingkungan internal (CES; cairan ekstrasel) harus diatur dengan sangat hati-hati. Oleh karena itu beberapa variabel penting, seperti suhu tubuh, tekanan darah, kandungan oksigen dan karbon dioksida dari darah, juga keseimbangan elektrolit secara aktif dipertahankan dalam batas fisiologi yang sempit. Kemampuan sistem fisiologi tubuh untuk mempertahankan keadaan di dalam tubuh yang relatif konstan disebut homeostatis. Homeostatis (homeo artinya “yang sama”; statis artinya “berdiri atau diam”). Istilah homeostatis diperkenalkan pertama kali oleh W.B.Cannon untuk menjelaskan berbagai proses fisiologik yang berfungsi untuk memulihkan keadaan normal setelah terjadi gangguan.

Homeostasis ini sangat penting karena sel dan jaringan tubuh hanya akan tetap hidup dan dapat berfungsi secara efisien ketika kondisi internal ini dipertahankan dengan baik. Ini tidak dapat dikatakan bahwa lingkungan internal bersifat tetap dan tidak berubah. Tubuh selalu dihadapkan dengan perubahan lingkungan eksternal serta kegiatan dan aktivitas yang terjadi di dalam tubuh

yang dapat merubah keseimbangan dari beberapa variabel penting. Sebagai contoh, sebagian besar reaksi metabolik di dalam sel kita membutuhkan oksigen dan glukosa. Senyawa ini kemudian harus diganti. Selain itu, reaksi ini menghasilkan limbah metabolik termasuk karbondioksida dan urea yang kemudian harus dikeluarkan dari tubuh.

Oleh karena itu, lebih tepat dikatakan bahwa lingkungan internal dalam keadaan dinamis yang stabil, yang terus berubah, tetapi dimana kondisi optimal dipertahankan secara fisiologis. Semua sistem organ dalam tubuh, kecuali sistem reproduksi, berkontribusi dalam mempertahankan homeostasis (lihat Tabel 1.1). Sebagai contoh, saluran pencernaan mencerna makanan untuk memberikan nutrisi bagi tubuh. Sistem pernapasan memperoleh oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida. Sistem sirkulasi mengangkut semua zat-zat satu bagian kebagian tubuh lainnya. Sistem renal menegeluarkan limbah dan berperan dalam mengatur volume dan tekanan darah.

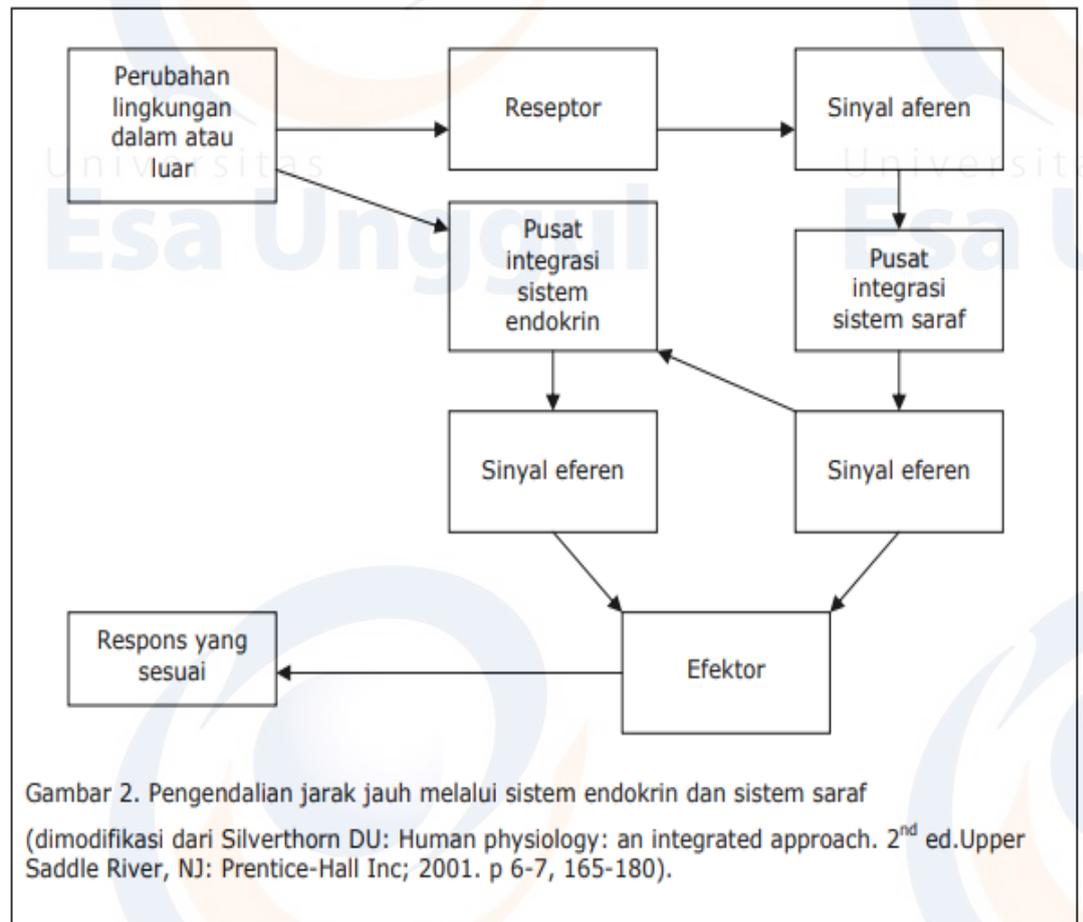
**Tabel 3.1**  
**Peran sistem organ dalam mempertahankan homeostasis**

<b>System organ</b>	<b>Fungsi</b>
Sistem Saraf	Mengatur aktivitas muskuler dan sekresi kelenjar
Sistem Endokrin	Mengatur proses metabolik melalui sekresi hormon
Sistem Muskuler	Berperan dalam menggerakkan tubuh dan terhadap termoregulator
Sistem Sirkulasi	Mengangkut nutrien, oksigen, zat yang sudah tidak dibutuhkan tubuh
Sistem Respirasi	Mengambil oksigen dan mengeluarkan karbondioksida, mengatur keseimbangan asam basa (pH)
Sistem Gastrointestinal	Mencerna dan menyerap makanan untuk memberikan nutrisi kepada tubuh
Sistem Renal	Mengeluarkan senyawa-senyawa, produk yang sudah tidak dibutuhkan oleh tubuh, mengatur volume dan tekanan darah, mengatur keseimbangan asam basa (pH)

Mempelajari fisiologi tidak hanya mencakup kajian tentang bagaimana masing-masing sistem melakukan fungsinya, tetapi juga mekanisme yang terlibat yang mengatur kegiatan ini dalam mempertahankan homeostasis dalam berbagai kondisi. Sebagai contoh, kebutuhan tubuh sangat berbeda selama kondisi istirahat dibandingkan dengan latihan. Bagaimana sistem organ menyesuaikan aktifitasnya dalam respon terhadap tingkat aktivitas fisik yang atau ketika dihadapkan dengan perubahan lingkungan internal dan eksternal? Dalam mempertahankan homeostasis, tubuh harus mampu memantau dan merasakan perubahan dalam lingkungan internal. Kedua, harus mampu mengimbangi, atau melakukan penyesuaian, untuk perubahan ini. Ada dua sistem pengaturan dalam tubuh yang mempengaruhi aktivitas dari semua sistem organ lainnya sehingga homeostasis akhirnya dipertahankan, yaitu sistem saraf dan endokrin.

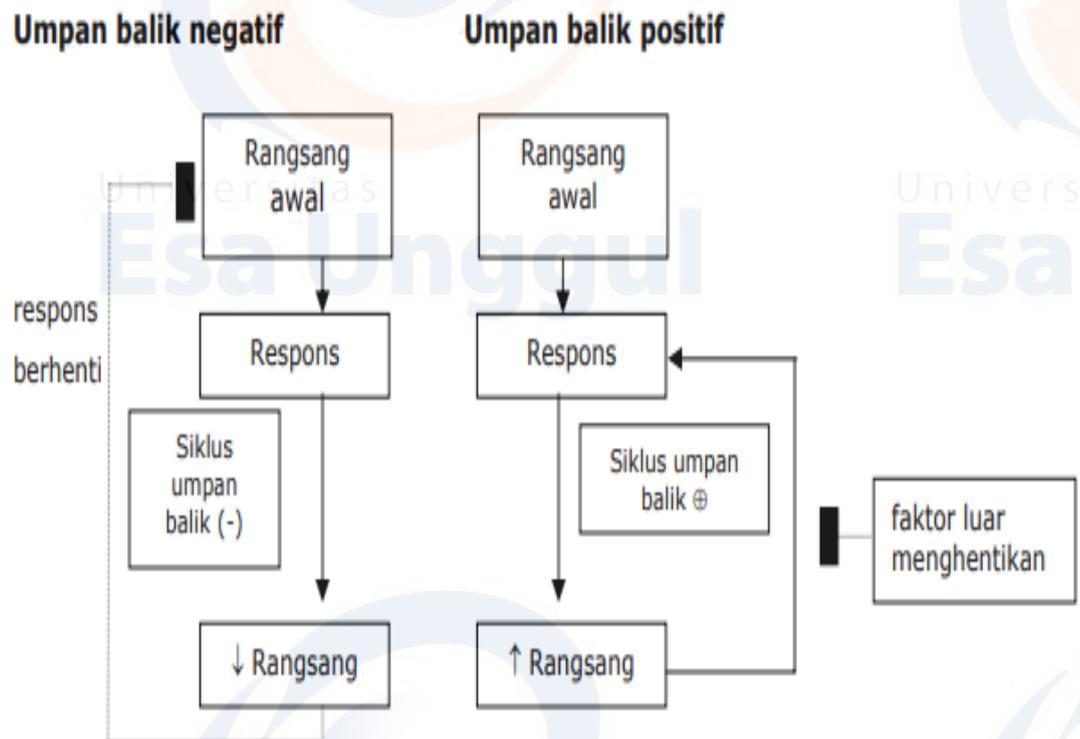
Sistem kontrol homeostatik dikelompokkan menjadi 2 kelas-kontrol yaitu

- ✓ Kontrol intrinsik (lokal) terdapat di dalam dan inherent bagi organ tersebut. Contohnya ketika otot sedang beraktivitas yang tinggi dan menggunakan oksigen yang tinggi pula, maka kadar oksigen akan turun. Perubahan kimia lokal pada otot akan menyebabkan pembuluh darah bervasodilatasi dan meningkatkan aliran darah ke otot sehingga kadar oksigen meningkat pula.
- ✓ Kontrol ekstrinsik, sebagian besar kontrol homeostatik dipertahankan dengan kontrol ini, mekanisme regulasi dimulai di luar suatu organ untuk mengubah aktivitas organ tersebut, mekanisme ini dilakukan oleh sistem saraf dan endokrin. Contohnya mekanisme untuk memulihkan tekanan darah ke tingkat yang sesuai. Dimana organ yang bekerja adalah sistem saraf jantung dan pembuluh darah di seluruh tubuh.



### 3. Mekanisme Kontrol umpan balik

Umpan balik negatif (negative feedback), pada umpan balik negatif perubahan suatu faktor dikontrol secara homeostatis akan memicu respon yang berupaya untuk memulihkan faktor tersebut ke normal dengan menggerakkan faktor ke arah yang berlawanan dari perubahan awalnya. Dalam pengaturan umpan balik negative, system pengendali senantiasa membandingkan parameter yang dikendalikan . misalnya suhu tubuh dan tekanan darah dengan nilai set point (misalnya kisaran nilai normalnya).perubahan -perubahan parameter yang dikendalikan akan mencetuskan respon yang melawan perubahan sehingga mengembalikan parameter tersebut pada nilai set point.

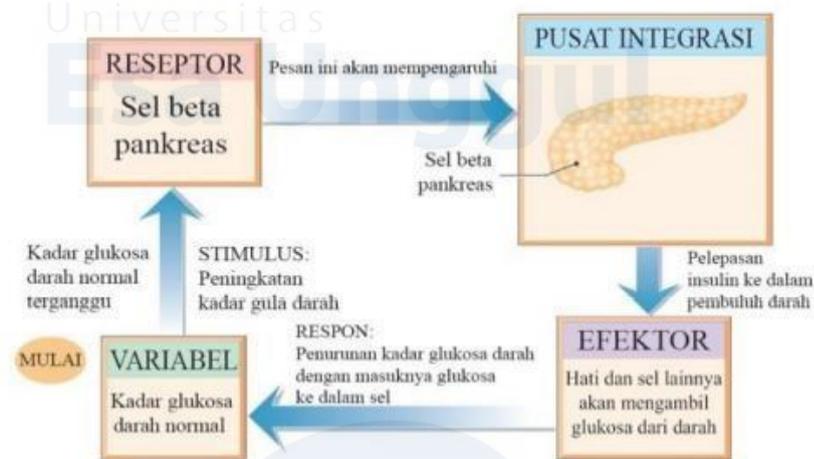


Gambar 3. Umpan balik negative dan positif  
(Sumber : dimodifikasi dari silverthorn DU : human physiology : an integrated approach. 2<sup>nd</sup> ed. upper saddle river, NJ : prentice-hall Inc; 2001.p6-7,1165-180)

Pengaturan umpan balik yang positif (positive feedback). Positive feedback tidak bersifat homeostatik karena akan memperbesar respon sampai ada faktor luar yang menghentikan lingkaran setan ini. Homeostatis dipertahankan oleh berbagai proses pengaturan yang melibatkan semua sistem organ tubuh melalui pengaturan keseimbangan yang sangat halus namun bersifat dinamis.

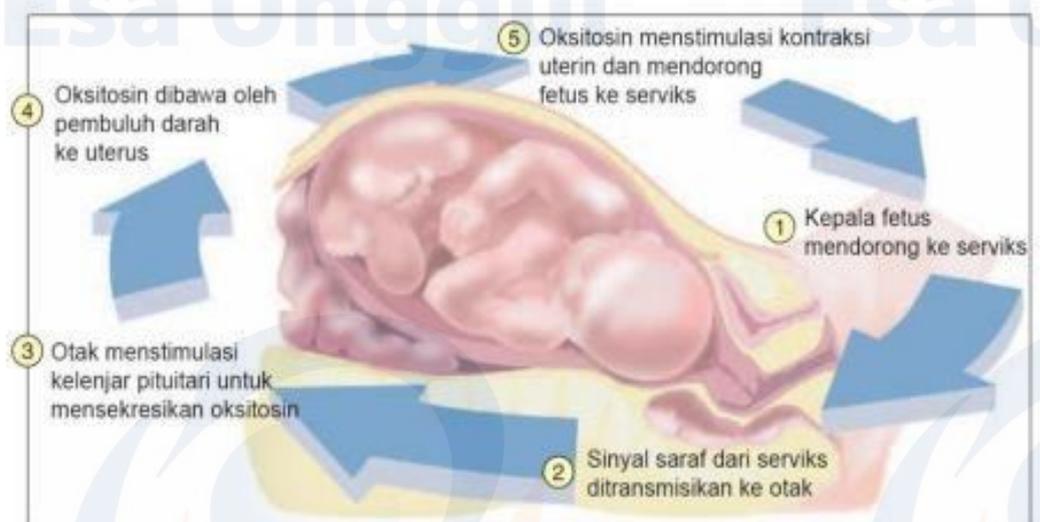
Set point misalnya tidak selalu sama dan dapat berubah bergantung dari kebutuhan saat itu. Irama biologi seperti irama sirkadian misalnya. Pengaturan juga tidak hanya melalui umpan balik tetapi dapat bersifat kedepan yang memungkinkan tubuh mengantisipasi perubahan yang akan datang. Bahkan besar respons juga dapat dimodulasi melalui up-regulation atau down-regulation jumlah dan atau kinerja reseptor sel.

Berikut ada contoh mekanisme tubuh yang melibatkan umpan balik negatif dan umpan balik positif. Contoh umpan balik negatif dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4

Mekanisme umpan balik negatif yang mengatur kadar glukosa darah. Umpan balik positif (positive feedback), pada umpan balik positif perubahan pada variabel terkontrol memicu respon yang mendorong ke arah yang sama seperti awal perubahan sehingga perubahan semakin kuat. Umpan balik positif lebih jarang terjadi, namun umpan balik ini juga berperan penting dalam keadaan tertentu, misalnya pelepasan oksitosin yang semakin banyak dengan semakin besarnya tekanan pada serviks.



Gambar 5. Mekanisme umpan balik positif pada partus

#### 4. Aplikasi Gizi

Penyakit umumnya dibagi menjadi dua kategori: di mana patofisiologi melibatkan kegagalan internal beberapa proses fisiologis normal dan ini berasal dari beberapa sumber eksternal seperti infeksi bakteri atau virus. Dalam kasus kedua, individu tidak dapat mempertahankan homeostasis, dan satu atau lebih variabel dalam lingkungan internal akan terganggu. Akibatnya, fungsi jaringan atau organ terganggu. Oleh karena itu, zat gizi makro dan juga zat gizi mikro dapat digunakan untuk membantu tubuh dalam mempertahankan homeostasis ketika tubuh gagal dalam melakukan mekanisme pengaturan sendiri. Sebagai contoh, zat gizi makro (karbohidrat, lemak dan protein), pada proses metabolisme bila asupan ketiga zat gizi makro tersebut lebih dari kebutuhan tubuh maka akan tersimpan dalam otot dan hati dalam bentuk glikogen. Bila suatu saat tubuh membutuhkan dan asupan tidak ada maka tubuh akan memanfaatkan simpanan energi melalui Glikogenolisis.

Selain dibidang gizi bidang farmasi juga terjadi proses homeostasis. Pada kejadian Hiperglikemia pada pasien dengan diabetes melitus tipe 1. Suntikan insulin memungkinkan sel pasien untuk mengambil dan menyimpan glukosa, yang secara efektif menurunkan glukosa darah ke kisaran normal. Diuretik, seperti furosemid, mengurangi volume darah sehingga mengurangi beban kerja jantung pada pasien dengan gagal jantung kongestif. Dalam setiap gangguan ini, intervensi farmakologi diperlukan untuk membuat sistem organ dapat berfungsi secara efisien dan efektif mempertahankan kesehatan pasien.

#### 5. Pengaturan suhu tubuh dalam proses homeostasis

Terdapat 2 kaidah pengaturan suhu badan yaitu:

✓ kaidah fisika

Dikenali sebagai kaidah fisik karena pengaturan lebih banyak kepada penggunaan otot-otot tubuh dan secara fisik. Di antara kemungkinan yang akan terjadi ialah:

1. Suhu badan tinggi melebihi normal

## 2. Suhu badan rendah melebihi normal

Apabila suhu badan tinggi, termoreseptor akan mentransfer suhu pada kulit, di otak, hipotalamus akan berfungsi sebagai termostat untuk mengatur suhu darah yang melaluinya, mekanisme koreksi akan diarahkan atau dirangsang oleh hipotalamus dengan menggunakan koordinasi tubuh.

Mekanisme koreksi apabila suhu badan tinggi ialah:

1. Vasodilasi yaitu pembuluh darah mengembang untuk berdekatan dengan kulit (lingkungan luar) yang memungkinkan panas dibebaskan keluar.
2. Bulu kulit ditegaskan untuk mengurangi udara yang terperangkap pada kulit supaya panas mudah dibebaskan karena udara adalah konduktor panas yang baik. Bulu kulit diatur oleh otot erektor.
3. Lebih banyak darah pada kulit (kulit kelihatan merah) - Memudahkan panas darah terbebas keluar melalui proses penyinaran.
4. Berpeluh - Air keringat yang dirembes oleh kelenjar keringat mempunyai panas pendam tentu yang tinggi dapat menyerap panas yang tinggi dan terbebas ke lingkungan sekitar apabila air peluh menguap.

Apabila suhu tubuh rendah, termoreseptor akan menaikkan suhu pada kulit, di otak hipotalamus akan berfungsi sebagai termostat mengatur suhu darah yang melaluinya, mekanisme koreksi akan diarahkan atau dirangsang oleh hipotalamus dengan menggunakan koordinasi badan.

Mekanisme koreksi apabila suhu badan rendah ialah:

1. Vasokonstriksi yaitu pembuluh darah menyempit untuk menjauhi kulit agar panas tak banyak keluar ke lingkungan sekitar.
2. Bulu kulit ditegaskan agar lebih banyak udara yang terperangkap pada kulit supaya panas sukar dibebaskan karena udara adalah konduktor panas yang baik. Bulu kulit diatur oleh otot erektor.
3. Kurang darah pada kulit (Kulit kurang kelihatan kemerahan atau pucat) - Kurang mengalami proses penyinaran untuk mencegah panas terbebas keluar lingkungan.
4. Kurangnya keringat - Saat kurang air keringat dirembeskan oleh kelenjar peluh maka panas tak banyak dibebaskan melalui penguapan air peluh.

✓ **Pengawalan suhu dengan kaidah metabolic**

Dikenal sebagai kaidah metabolik karena pengaturan lebih kepada penggunaan kimia badan daripada secara fisik walaupun terdapat pengaturan yang melibatkan otot-otot. Kawalan ini melibatkan peranan:

- Otot rangka
- Kelenjar adrenal
- Kelenjar tiroid

Dalam keadaan sejuk, hipotalamus akan mengatur otot rangka untuk vasokonstriksi secara aktif. Hal ini akan menyebabkan seseorang mengigil dan meningkatkan suhu badan. Pada saat yang sama, kelenjar adrenal akan mensekresikan hormon adrenalin dan noradrenalin sedangkan kelenjar tiroid akan mensekresikan hormon tiroksin, semua hormon ini bertujuan untuk meningkatkan suhu badan dengan cara meningkatkan metabolisme tubuh. Dalam keadaan panas, aktivitas otot rangka akan berkurang, begitu juga dengan sekresi hormon-hormon tertentu oleh kelenjar adrenal dan kelenjar tiroid akan berkurang.

Hormon epinefrin dan norepinefrin bertindak dengan:

- Meningkatkan kadar detak jantung dan kadar pernapasan.
- Meningkatkan tekanan darah
- Meningkatkan metabolisme badan
- Meningkatkan kadar gula darah dengan merangsang perubahan glikogen ke glukosa.

Pengaturan kadar gula sedikit dalam darah atau glukosa. Di antara kemungkinan yang mungkin terjadi ialah:

- ✓ Kadar gula sedikit atau glukosa terlampaui banyak
- ✓ Kadar gula sedikit atau glukosa terlampaui sedikit

Apabila kadar glukosa terlampaui banyak, lebih dari jumlah normal, sel beta pada Pulau Langerhans akan mensekresikan lebih banyak hormon insulin, kadar glukosa dalam darah akan turun, proses ini akan berlanjut hingga kadar glukosa dalam darah berada pada jumlah yang normal.

Fungsi hormon insulin ialah:

- Merangsang perubahan glukosa ke glikogen untuk disimpan dalam hati.
- Merangsang oksidasi glukosa untuk tujuan respirasi dalam sel.

Apabila kadar glukosa terlampau rendah, kurang dari jumlah normal, sel alfa pada kelenjar pulau-pulau Langerhans akan mensekresikan lebih banyak hormon glukagon, kadar glukosa dalam darah akan naik, proses ini akan berlanjut sehingga kadar glukosa dalam darah berada pada jumlah normal.

Fungsi hormon glukagon ialah:

- Merangsang perubahan glikogen ke glukosa dalam darah.
- Sel-sel Langerhans terletak dalam pankreas.

### C. Latihan

1. Apa yang anda ketahui tentang homeostasis ?
2. Apa yang terjadi bila tidak terjadi keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh ?
3. Bagaimanakah mekanisme umpan balik negatif ?

### D. Kunci Jawaban

1. suatu sistem yang terorganisir dan memiliki sistem pengaturan yang selalu saling berkoordinasi untuk mempertahankan kondisi tubuh agar selalu dalam keadaan stabil secara fisiologi.
2. bila kadar natrium lebih dalam tubuh maka mekanisme homeostasisnya adalah

- Apabila kadar garam lebih dari jumlah normal dan kurang air dalam badan, tekanan osmosis darah akan meningkat, osmoreseptor pada hipotalamus akan terangsang kemudian kelenjar hipofisis akan dirangsang lebih aktif untuk mensekresikan hormon ADH yang bersifat antidiuretik untuk meningkatkan permeabilitas tubulus ginjal terhadap air, kelenjar adrenal (hormon aldosteron) akan kurang dirangsang, maka lebih banyak air diserap dan kurang ion natrium dan ion kalsium diserap kembali masuk dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan turun, proses ini akan berulang sehingga tekanan osmosis darah pada jumlah normal.
  - Apabila kurang Natrium dalam badan dan banyak air  
Apabila kadar Natrium lebih rendah dari jumlah normal dalam tubuh dan lebih banyak air dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan menurun, osmoreseptor pada hipotalamus akan terangsang kemudian kelenjar pituitari akan kurang dirangsang untuk mensekresikan hormon ADH (antidiuresis) untuk mengurangi permeabilitas tubulus ginjal terhadap air, kelenjar adrenal (hormon aldosteron) akan dirangsang dengan lebih aktif, maka lebih sedikit air diserap dan lebih sedikit juga natrium dan kalsium diserap kembali masuk dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan naik, proses ini akan berulang sehingga tekanan osmosis darah berada pada jumlah normal.
3. umpan balik negatif perubahan suatu faktor dikontrol secara homeostatis akan memicu respon yang berupaya untuk memulihkan faktor tersebut ke normal dengan menggerakkan faktor ke arah yang berlawanan dari perubahan awalnya. Dalam pengaturan umpan balik negative, system pengendali senantiasa membandingkan parameter yang dikendalikan . misalnya suhu tubuh dan tekanan darah dengan nilai set point (misalnya kisaran nilai normalnya).perubahan -perubahan parameter yang dikendalikan akan mencetuskan respon yang melawan perubahan sehingga mengembalikan parameter tersebut pada nilai set point.

**E. Daftar Pustaka**

1. Gerard Tortora, 2014, Principles of Anatomy and Physiology
2. Sanders Tina, Scanlon Valerie, 2006, Essentials of Anatomy and Physiology,.
3. Sherwood, 2014: Human, Physiology - From Cells to Systems
4. Seeley's, 2014, Anatomy & Physiology, Ed. Ke-10.
5. Saladin, 2003, Anatomy and Physiology The Unity of Form and Functio



Universitas  
**Esa Unggul**

**MODUL ANATOMI FISILOGI I**

**(NUT116)**



**SISTEM SARAF PUSAT**

**DISUSUN OLEH**

Universitas  
**Esa Unggul**  
Universitas  
**Esa Unggul**

**YULIA WAHYUNI, S.Kep, M.Gizi**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2019**



Universitas  
**Esa Unggul**

Universitas  
**Esa Unggul**

## PENGANTAR

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Pengertian Sistem Saraf
2. Klasifikasi Sel saraf
3. Pengelompokan jaringan Saraf
4. Sistem Syaraf Pusat
5. Pengaturan suhu tubuh dalam proses homeostasis

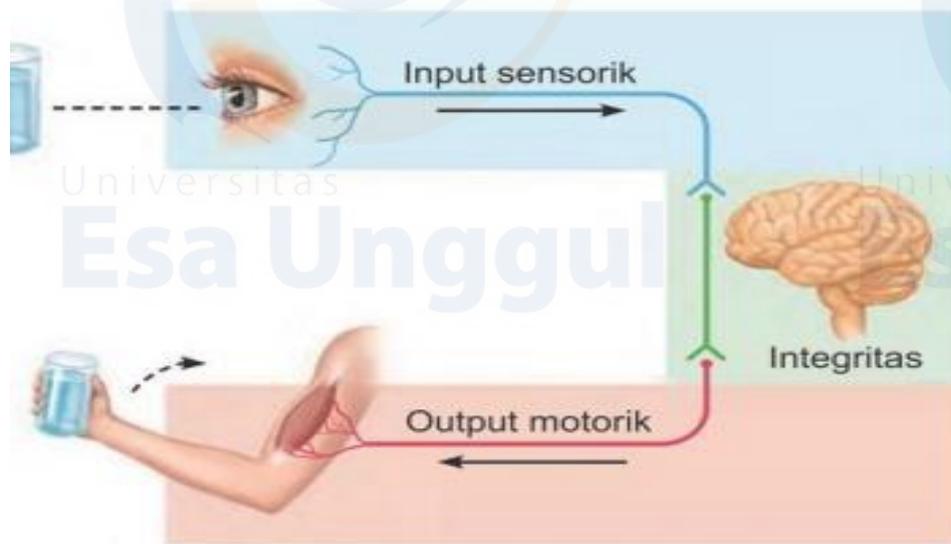
### B. Uraian dan Contoh

#### 1. Pengertian Sistem Saraf

Sistem saraf adalah pusat kontrol tubuh, pengaturan dan jaringan komunikasi. Dia mengarahkan fungsi organ dan sistem tubuh. Pusat dari semua aktivitas mental, meliputi pemikiran, pembelajaran, dan memori. Sistem saraf bersama-sama dengan sistem endokrin dalam mengatur dan mempertahankan homeostasis (lingkungan internal tubuh kita) dengan mengontrol kelenjar endokrin utama (hipofisis) melalui hipotalamus otak.

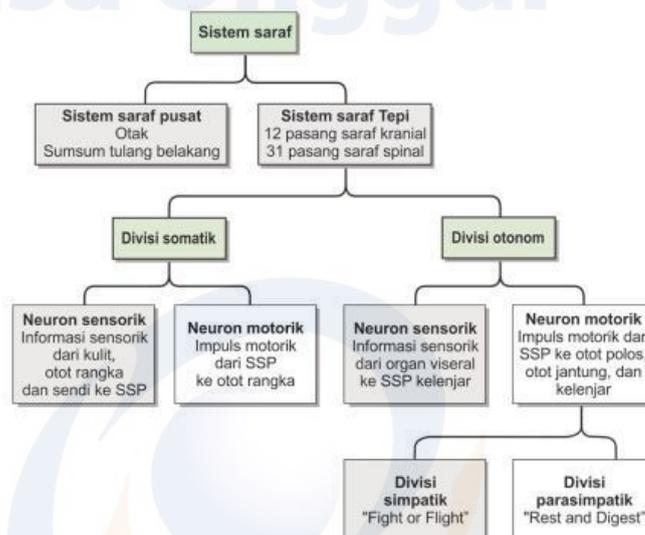
Melalui reseptornya, sistem saraf membuat kita berhubungan dengan lingkungan kita, baik eksternal dan internal. Seperti sistem lain dalam tubuh, sistem saraf terdiri dari organ, terutama otak, sumsum tulang belakang, saraf, dan ganglia, yang pada gilirannya, terdiri dari berbagai jaringan, termasuk saraf, darah, dan jaringan ikat yang secara bersama melaksanakan kegiatan yang kompleks dari sistem saraf.

Berbagai aktivitas sistem saraf dapat dikelompokkan bersama dalam tiga kategori umum. Tiga fungsi yang tumpang tindih, diilustrasikan dengan contoh dari orang yang haus melihat dan kemudian mengangkat segelas air: (gambar 1)



**Gambar 1. Fungsi sistem saraf**

Organisasi Sistem saraf dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama (gambar 2, bagan sistem saraf). Yang pertama adalah sistem saraf pusat (SSP), yang merupakan pusat kontrol untuk seluruh sistem dan pusat integrasi saraf tubuh. Ini terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang. Menerima informasi yang masuk (impuls saraf), analisis dan mengorganisasikannya, dan memulai tindakan yang tepat. Semua sensasi tubuh dan perubahan lingkungan eksternal kita harus disampaikan dari reseptor dan organ perasa ke SSP untuk ditafsirkan (apa yang mereka maksud). Dan kemudian, jika perlu, bertindak atas (seperti menjauh dari sumber rasa sakit atau bahaya).



**Gambar 2. Organisasi sistem saraf**

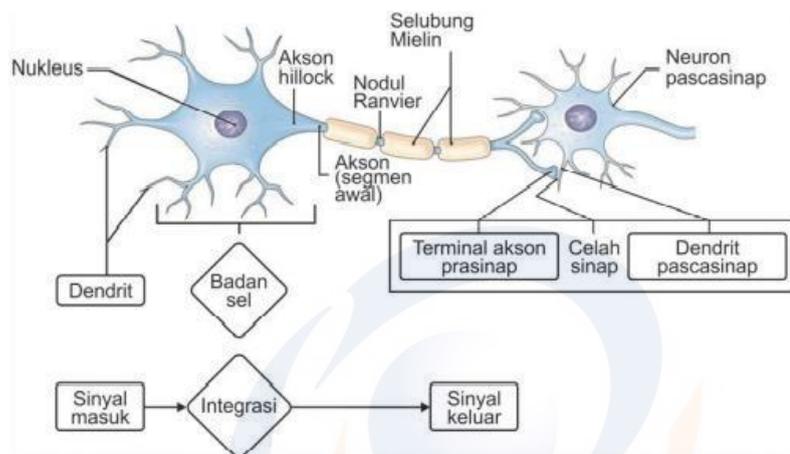
## 2. Klasifikasi Sel saraf

Jaringan saraf terdiri dari kelompok sel saraf atau neuron yang mengirimkan informasi disebut impuls saraf dalam bentuk perubahan elektrokimia, dan merupakan sel konduksi. Neuron adalah sel saraf yang sesungguhnya. Jaringan saraf juga terdiri dari sel-sel yang melakukan dukungan dan perlindungan. Sel-sel ini disebut neuroglia atau sel glial. Lebih dari 60% dari semua sel otak adalah sel neuroglia. Neuroglia ini bukan sel konduksi. Mereka adalah jenis khusus dari "jaringan ikat" untuk sistem saraf.

### Neuron

Neuron, atau sel-sel saraf, adalah unit struktural dan fungsional dari sistem saraf. Mereka adalah sel halus yang khusus untuk menghasilkan dan mengirimkan impuls saraf. Neuron dapat bervariasi dalam ukuran dan bentuk, tetapi mereka memiliki banyak ciri-ciri yang umum. Neuron bersifat amitotik. Ini berarti bahwa jika neuron mengalami kerusakan, tidak dapat digantikan karena neuron tidak mengalami mitosis. Neuron memiliki dua karakteristik fungsional yang unik: iritabilitas dan konduktivitas.

Iritabilitas adalah kemampuan untuk menanggapi rangsangan dengan membentuk impuls saraf. Konduktivitas adalah kemampuan untuk mengirimkan impuls saraf sepanjang akson ke neuron lain atau sel efektor. Karakteristik ini memungkinkan berfungsinya sistem saraf. Pensinyalan atau sinyal lewat melalui baik sarana listrik dan kimia. Setiap neuron memiliki tiga bagian: **Badan sel**, **Satu atau lebih dendrit**, **Satu akson**.



Gambar 3. Neuron dan bagian-bagiannya

#### a. Badan Sel

Badan sel saraf merupakan bagian yang paling besar dari sel saraf. Setiap badan sel saraf mengandung inti tunggal (gambar 3). Inti ini merupakan pusat kontrol sel. Badan sel berfungsi untuk menerima rangsangan dari dendrit dan meneruskannya ke akson. Pada badan sel saraf terdapat inti sel, sitoplasma, mitokondria, sentrosom, badan golgi, lisosom. Dalam sitoplasma badan sel, ada retikulum endoplasma kasar [reticulum endoplasmic rough (RER)]. Dalam neuron, ER kasar memiliki struktur granular disebut sebagai badan Nissl, juga disebut zat chromatophilic, dan merupakan tempat sintesis protein.

#### b. Dendrit

Dendrit adalah serabut sel saraf pendek dan bercabang-cabang, seperti cabangcabang pohon. Dendrit merupakan perluasan dari badan sel. Ini adalah daerah reseptif neuron. Dendrit berfungsi untuk menerima dan mengantarkan rangsangan ke badan sel.

#### c. Akson

Akson adalah serabut sel saraf panjang yang merupakan penjururan sitoplasma badan sel. Akson hillock, adalah prosesus panjang atau serat yang dimulai secara tunggal tetapi dapat bercabang dan pada ujungnya memiliki banyak perpanjangan halus disebut terminal akson yang kontak dengan dendrit dari neuron lainnya. Benang-benang halus yang terdapat di dalam akson disebut neurofibril. Neurofibril dibungkus oleh beberapa lapis selaput mielin yang banyak mengandung zat lemak dan berfungsi untuk mempercepat jalannya rangsangan. Pada bagian luar akson terdapat lapisan lemak disebut mielin yang merupakan kumpulan sel Schwann yang menempel pada akson. Sel Schwann adalah sel glia yang membentuk selubung lemak di seluruh serabut saraf mielin. Membran plasma sel Schwann disebut neurilemma. Fungsi mielin adalah melindungi akson dan memberi nutrisi. Bagian dari akson yang merupakan celah sempit dan tidak terbungkus mielin disebut nodus Ranvier, yang berfungsi mempercepat penghantaran impuls. Mengecek

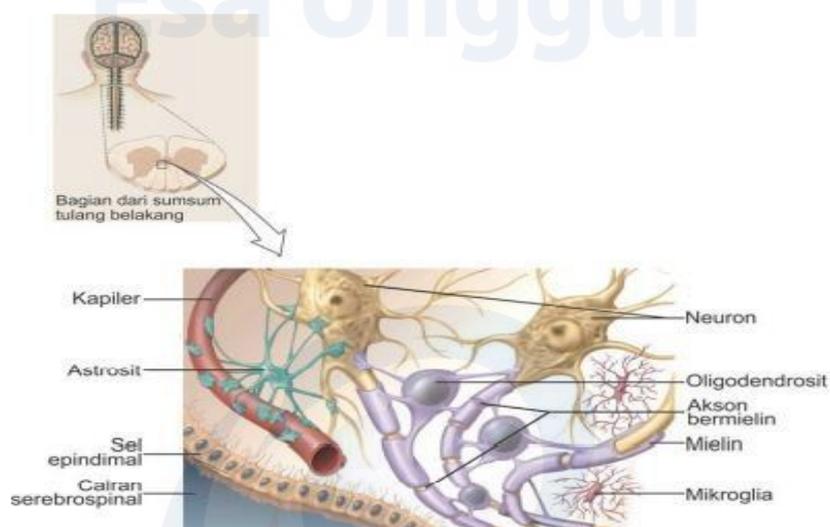
Kemajuan Belajar dan Pemahaman Anda Jelaskan fungsi neuron secara fungsional dan struktual.

### Sel Neuroglia

Ada berbagai jenis sel neuroglia, dan, tidak seperti neuron, mereka tidak menkonduksikan impuls, sehingga juga disebut sel non-saraf atau sel glial. Mereka mendukung, memelihara, dan melindungi neuron. Jumlahnya jauh lebih banyak (10 – 15 kali) daripada neuron dan, tidak seperti neuron, sel neuroglia dapat bermitosis. Sel neuroglia memainkan peran penting dalam reaksi saraf selama infeksi. Umumnya, sel-sel neuroglia merupakan lokasi tumor pada sistem saraf. Salah satu jenis neuroglia adalah sel Schwann, yang ada di sistem saraf tepi (SST). Empat jenis neuroglia lainnya ada di SSP, dimana jumlahnya bahkan lebih banyak dari neuron (gambar 4). Sel-sel neuroglia didistribusikan dalam sistem saraf pusat (SSP) serta sistem saraf perifer (SST). Dengan demikian sel-sel neuroglia diklasifikasikan menjadi dua jenis:

- Sel neuroglial sentral
- Sel neuroglial tepi (perifer).

Tabel 1 mencantumkan enam jenis neuroglia. Sebagian penulis mengklasifikasikan hanya empat jenis sel pendukung ditemukan di SSP sebagai sel neuroglia sejati.



Gambar 4. Sel Glia dari sistem saraf pusat

**Astrosit** adalah sel berbentuk bintang yang membungkus sel-sel saraf untuk membentuk jaringan pendukung di otak dan sumsum tulang belakang. Astrosit juga bergabung dengan epitel pembuluh darah untuk membentuk sawar darah otak, yang melindungi neuron dengan mengatur secara ketat pertukaran material antara darah dan neuron.

**Oligodendroglia** terlihat seperti astrosit kecil. Mereka juga memberikan dukungan dengan membentuk baris semikaku seperti jaringan ikat antara neuron di otak dan sumsum tulang belakang. Mereka menghasilkan selubung mielin berlemak pada neuron otak dan sumsum tulang belakang dari SSP, tetapi mereka tidak membentuk neurilemma. Kurangnya neurilemma adalah salah satu faktor yang berkontribusi terhadap ketidakmampuan akson dalam otak dan sumsum tulang belakang untuk regenerasi setelah cedera.

**Sel mikroglia** adalah sel kecil yang melindungi SSP (tersebar di seluruh SSP) berperan untuk menelan dan menghancurkan mikroba seperti bakteri dan kotoran selular.

**Sel ependimal** melapisi ventrikel otak yang berisi cairan. Sebagian memproduksi cairan serebrospinal dan lain-lain dengan silia mengerakkan cairan melalui SSP. Sel Schwann membentuk selubung mielin yang mengelilingi serat saraf di SST.

**Tabel 1**

Jenis, lokasi dan fungsi sel glia

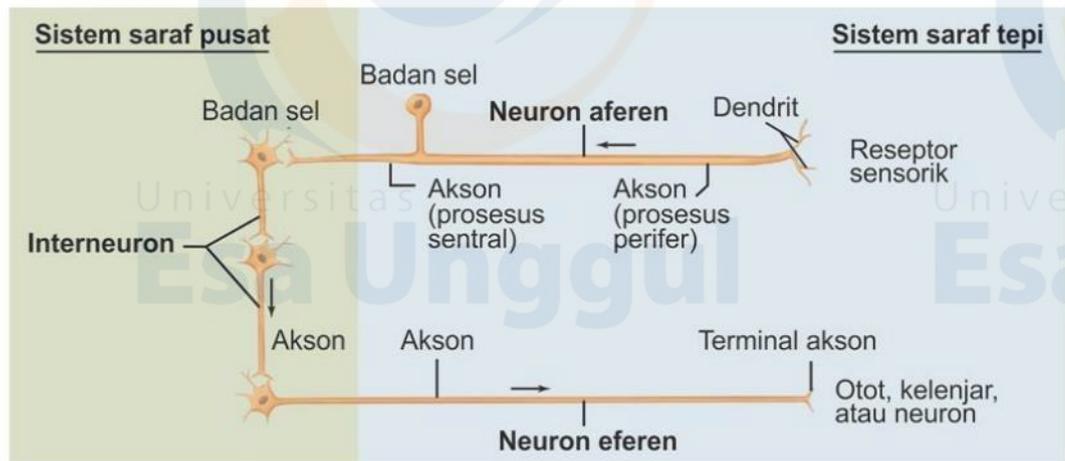
Jenis Sel	Lokasi	Deskripsi	Fungsi Utama
Astrosit	SSP	Berbentuk bintang; banyak menjalarkan proses dengan ujung bulat untuk pelekatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengikat pembuluh darah ke saraf; mengatur komposisi cairan di sekitar neuron</li> <li>• Dalam sawar darah otak mencegah senyawa toksik yang akan memasuki otak</li> </ul>
Sel ependimal	SSP	Sel kecil dengan proses panjang, makarofag dimodifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bertindak sebagai fagosit dalam SSP, berkumpul dimanapun cedera atau infeksi terjadi</li> </ul>
Oligodendroglia/	SSP	Sel kecil dengan jumlah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membentuk selubung</li> </ul>

oligodendrosit		sedikit, tapi panjang, prosesus yang membungkus akson	mielin di sekitar akson – • Memberikan dukungan dan koneksi
Sel Schwann	SST	Sel glia utama pada SST Sel datar, panjang, prosesus datar yang membungkus disekitar akson pada SST, memiliki neurilemma	• Membentuk selubung mielin di sekitar akson pada SST • Berperan aktif dalam regenerasi serat saraf
Sel satellite	SST	Terdapat pada permukaan luar neuron SST Sel datar, mirip dengan sel Schwann	• Mendukung badan sel saraf dalam ganglia

### 3. Pengelompokan jaringan Saraf

Dalam sistem saraf, sejumlah istilah digunakan untuk menggambarkan organisasi jaringan saraf. Hal ini penting untuk memahami arti dari istilah-istilah ini. Substansi putih merujuk pada kelompok akson bermielin (mielin memiliki warna keputihan) dari banyak neuron didukung oleh neuroglia. Substansi putih membentuk traktus saraf dalam SSP. Daerah abu-abu dari sistem saraf disebut substansi abu-abu, yang terdiri dari badan sel saraf dan dendrit. Hal ini juga dapat terdiri dari bundel akson tak bermielin dan neuroglia mereka. Substansi abu-abu pada permukaan otak disebut korteks.

Sebuah saraf adalah bundel dari serat-serat yang terletak di luar SSP. Sebagian besar saraf adalah substansi putih. Badan sel saraf yang ditemukan di luar SSP umumnya dikelompokkan bersama untuk membentuk ganglia. Karena ganglia terdiri terutama dari badan sel saraf yang tak bermielin, mereka dikelompokkan substansi abu-abu. Dua istilah lainnya yang penting: inti (nukleus) adalah massa badan sel saraf dan dendrit di dalam SSP, yang terdiri dari substansi abu-abu; tanduk (horn) adalah daerah materi abu-abu di sumsum tulang belakang. Neuron dikelompokkan berdasarkan struktur dan fungsinya. Berdasarkan fungsinya dibedakan menjadi tiga, yaitu neuron aferen, neuron eferen dan interneuron (gambar 5; tabel 2).



Gambar 5. Tiga kelompok neuron.

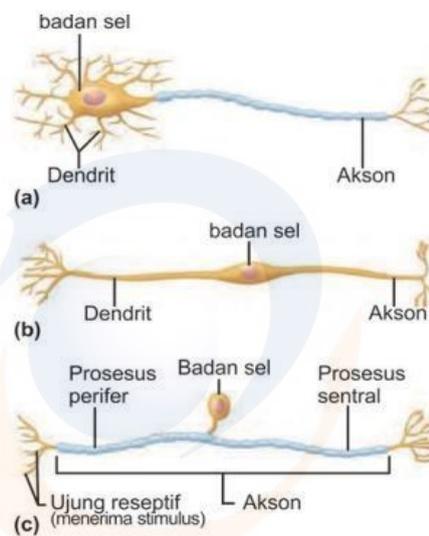
Tanda panah menunjukkan arah transmisi aktivitas saraf. Neuron aferen dimana SST umumnya menerima input pada reseptor sensorik. Komponen eferen dari SST dapat berakhir pada otot, kelenjar, neuron, atau sel efektor lainnya. Keduanya komponen aferen dan eferen dapat terdiri dari dua neuron, tidak satu seperti yang ditunjukkan di sini.

**Tabel 2**  
**Karakteristik Tiga Jenis Fungsional Neuron**

I. Neuron aferen	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Menyampaikan informasi ke SSP dari reseptor di ujung perifer nya</li> <li>B. Prosesus tunggal dari badan sel membelah menjadi prosesus perifer panjang (akson) yang berada di SSO dan prosesus pusat pendek (akson) yang berada di SSP</li> </ul>
II. Neuron eferen	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Menyampaikan informasi dari SSP ke sel efektor, utamanya sel otot, kelenjar, dan sel lainnya</li> <li>B. Badan sel dengan beberapa dendrit dan segmen kecil akson berada di SSP, sebagian besar akson berada di SSO</li> </ul>
III. Interneuron	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Berfungsi sebagai integrator dan pengubah sinyal</li> <li>B. Terletak seluruhnya dalam SSP</li> <li>C. Berjumlah &gt; 99 % dari semua neuron</li> </ul>

Secara struktur ada tiga jenis neuron, yaitu: multipolar, bipolar, dan unipolar (gambar 6).

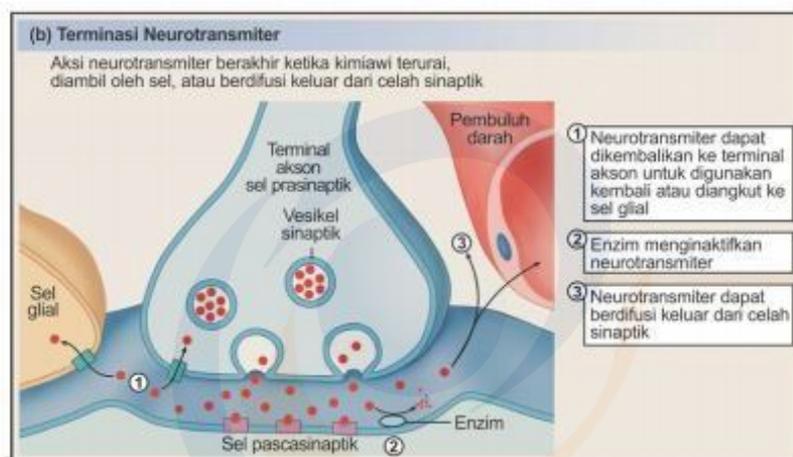
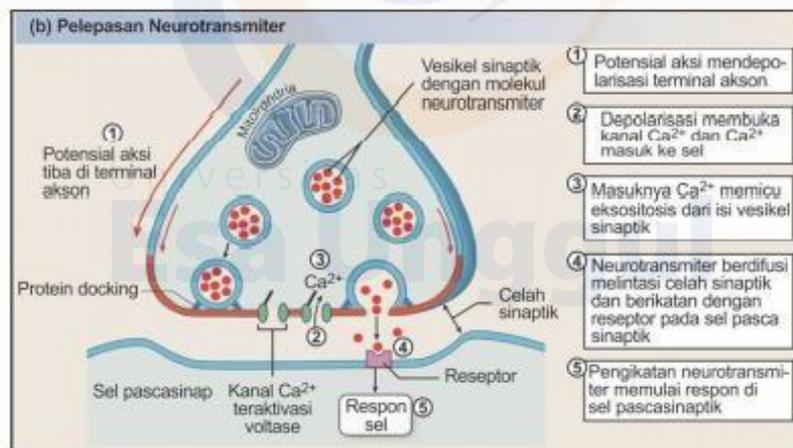
- ✓ Neuron multipolar. Memiliki beberapa dendrit dan satu akson yang memanjang dari badan sel. Sebagian besar neuron yang badan selnya terletak di otak dan sumsum tulang belakang adalah neuron multipolar.
- ✓ Neuron bipolar. Hanya memiliki dua prosesus: dendrit dan akson, memanjang dari ujung yang berlawanan dari badan sel. Neuron bipolar terdapat pada bagian sensorik dari mata, telinga, dan hidung.
- ✓ Neuron unipolar. Memiliki satu prosesus yang memperpanjang dari badan sel.



Gambar 6. Jenis struktural neuron. (a) Neuron multipolar. (b) Neuron bipolar. (c) Neuron unipolar (pseudounipolar)

### Sinapsis

Sinapsis merupakan hubungan penyampaian impuls dari satu neuron ke neuron yang lain. Peristiwa ini terjadi dari ujung percabangan akson (terminal akson) dengan ujung dendrit neuron yang lain. Celah antara satu neuron dengan neuron yang lain disebut dengan celah sinapsis. Loncatan-loncatan listrik yang bermuatan ion terjadi dalam celah sinapsis, baik ion positif dan ion negatif. Di dalam sitoplasma sinapsis, terdapat vesikel sinapsis. Ketika impuls mencapai ujung neuron (terminal akson), vesikel akan bergerak, lalu melebur dengan membran prasinapsis dan melepaskan neurotransmitter. Neurotransmitter berdifusi melalui celah sinapsis, lalu menempel pada reseptor di membranpascasinapsis (gambar 7).



#### 4. Sistem Syaraf Pusat

Sistem syaraf pusat (SSP) terdiri dari otak dan medulla spinalis yang dilindungi tulang kranium dan kanal vertebral.

##### Perlindungan Sistem Saraf Pusat

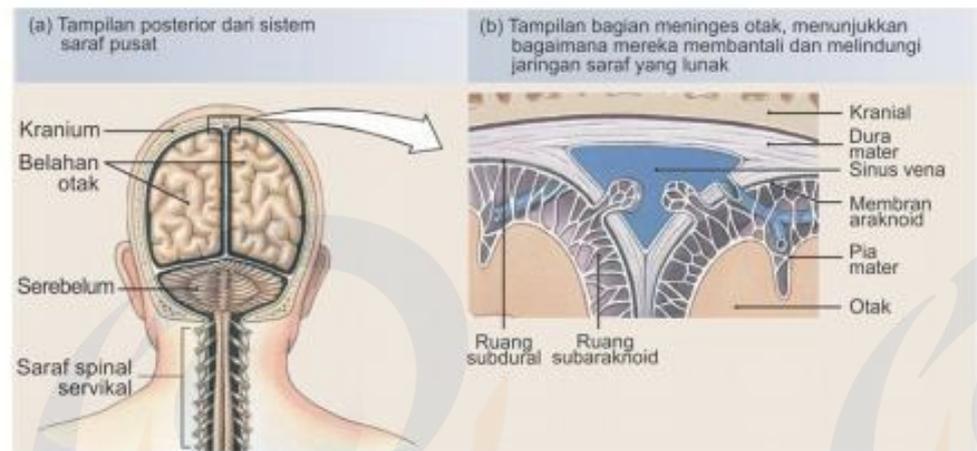
Keduanya otak dan sumsum tulang belakang adalah lunak, organ halus yang akan mudah rusak tanpa perlindungan yang memadai. Sekitar tulang dan membran fibrosa memberikan perlindungan dan dukungan. Otak menempati rongga tengkorak dibentuk oleh tulang tengkorak (kranial), dan sumsum tulang belakang terletak di dalam kanal tulang belakang yang dibentuk oleh tulang belakang. Tiga membran terletak antara SSP dan tulang sekitarnya. Membran ini secara kolektif disebut meninges.

##### a. Meninges

Meninges adalah tiga membran jaringan ikat yang terletak eksternal ke organ SSP

Fungsi Meninges:

- Menutupi dan melindungi SSP
- Melindungi pembuluh darah dan mengelilingi sinus vena
- Mengandung cairan serebrospina
- Membentuk partisi di tengkorak kepala



Gambar 8. meninges

Dari eksternal ke internal, meninges adalah dura mater, araknoid mater, dan pia mater. Ruang antara pia mater dan arachnoid mater, disebut ruang subaraknoid, terisi dengan CSS.

#### b. Cairan Serebrospinal

Cairan serebrospinal, atau (CSS), adalah bening, cairan berair yang menggenangi SSP, komposisinya mirip (tapi tidak identik) dengan plasma darah dari mana dia terbentuk. Namun, mengandung sedikit protein daripada plasma dan konsentrasi ion yang berbeda. Sebagai contoh, CSS mengandung lebih banyak ion  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{H}^+$  daripada plasma darah, dan sedikit  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{K}^+$ . CSS sepenuhnya mengelilingi SSP dan mengisi sejumlah rongga yang terletak dalam otak dan sumsum tulang belakang, membentuk bantal cair yang memberikan daya apung untuk struktur SSP sehingga tidak bersandar langsung pada permukaan tengkorak atau dura mater. Daya apung CSS mengurangi berat otak hampir 30 kali lipat. Berat lebih ringan berarti sedikit tekanan pada

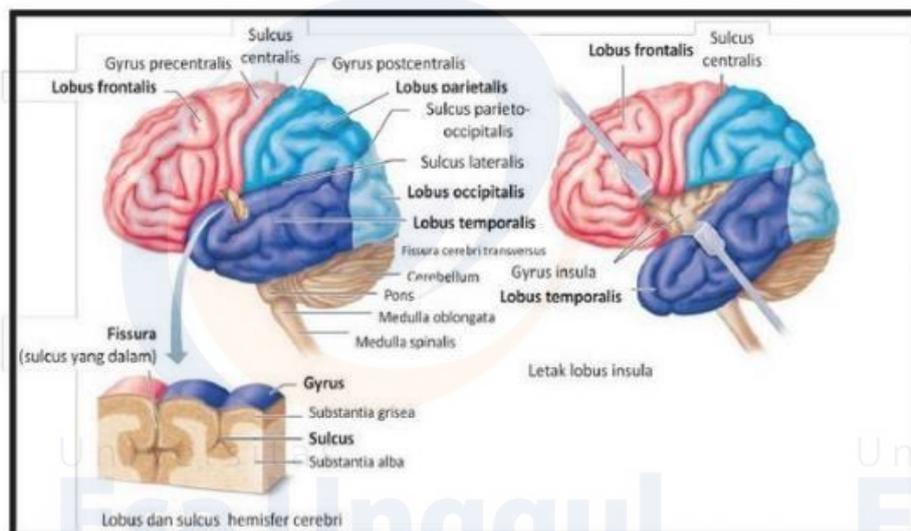
pembuluh darah dan saraf yang melekat pada SSP. CSS juga melindungi otak dan sumsum tulang belakang dari pukulan dan trauma lainnya. Selain itu, melindungi otak terhadap guncangan gerakan kepala yang cepat. CSS juga memberikan beberapa nutrisi ke jaringan SSP. CSS disekresi secara terus menerus oleh pleksus koroid, daerah khusus pada dinding ventrikel. Setelah diproduksi, CSS bergerak bebas melalui ventrikel otak, kanal sentral dari sumsum tulang belakang, dan ruang subarachnoid sekitar SSP. Sel-sel pleksus koroid secara selektif memompa natrium dan zat terlarut lainnya (transpor aktif) dari plasma ke dalam ventrikel, menciptakan gradien osmotik yang menarik air bersama dengan zat terlarut. Molekul besar diangkut secara pinositosis. Sel endotel pembuluh darah di pleksus koroid, bergabung dengan tight junction (lihat modul 1 KB 2), sawar darah otak, atau lebih tepatnya sawar darah-cairan serebrospinal. Akibatnya, zat tidak dapat lolos antara sel tetapi harus melewati sel. Pada orang dewasa, volume total CSS sekitar 150 ml (sekitar setengah cangkir) diganti setiap 8 jam atau lebih. Sekitar 500 ml CSS terbentuk setiap hari. Pleksus koroid juga membantu membersihkan CSS dengan membuang produk limbah dan zat terlarut yang tidak perlu. Setelah diproduksi, CSS bergerak bebas melalui ventrikel. Biasanya, CSS diproduksi dan dialirkan dengan laju yang konstan. Namun, jika sesuatu (seperti tumor) menyumbat sirkulasi atau alirannya, CSS terakumulasi dan memberikan tekanan pada otak. Kondisi ini disebut hidrosefalus ("air di otak"). Hidrosefalus memperbesar kepala bayi yang baru lahir karena tulang tengkorak belum menyatu. Namun, pada orang dewasa, tengkorak yang kaku dan keras, dan hidrosefalus cenderung merusak otak karena cairan terakumulasi menekan pembuluh darah dan meremukkan jaringan saraf yang lunak. Hidrosefalus diterapi dengan memasukkan pirau (shunt) ke dalam ventrikel untuk mengalirkan kelebihan cairan ke dalam rongga perut. Secara klinis, sampel cairan serebrospinal dianggap menjadi indikator lingkungan kimia di otak. Prosedur pengambilan sampel ini, dikenal sebagai spinal tap atau pungsi lumbal, umumnya dilakukan dengan

menarik cairan dari ruang subaraknoid antara vertebra di ujung bawah dari sumsum tulang belakang. Adanya protein atau sel darah dalam cairan serebrospinal menunjukkan infeksi.

c.

a. Otak

Otak merupakan alat tubuh yang sangat penting dan sebagai pusat pengatur dari segala kegiatan manusia. Otak terletak di dalam rongga tengkorak. Otak manusia mencapai 2% dari keseluruhan berat tubuh, mengkonsumsi 25% oksigen dan menerima 1,5% curah jantung. Bagian utama otak adalah otak besar (Cerebrum), otak kecil (Cerebellum), dan batang otak.



Gambar 5. Anatomi Otak Manusia  
(Sumber: Marrieb, et al, 2012)

✚ Otak Besar (cerebrum)

Otak besar merupakan pusat pengendali kegiatan tubuh yang disadari, yaitu berpikir, berbicara, melihat, bergerak, mengingat, dan mendengar. Otak besar dibagi menjadi dua belahan, yaitu belahan kanan dan belahan kiri. Masing-masing belahan pada otak tersebut disebut hemister. Otak besar belahan kanan mengatur dan mengendalikan kegiatan tubuh sebelah kiri, sedangkan otak belahan kiri mengatur dan mengendalikan bagian tubuh sebelah kanan (Pearce, 2007).

✚ Otak kecil (cerebellum)

b.

## 5. Pengaturan suhu tubuh dalam proses homeostasis

Terdapat 2 kaidah pengaturan suhu badan yaitu:

### ✓ kaidah fisika

Dikenali sebagai kaidah fisik karena pengaturan lebih banyak kepada penggunaan otot-otot tubuh dan secara fisik. Di antara kemungkinan yang akan terjadi ialah:

1. Suhu badan tinggi melebihi normal
2. Suhu badan rendah melebihi normal

Apabila suhu badan tinggi, termoreseptor akan mentransfer suhu pada kulit, di otak, hipotalamus akan berfungsi sebagai termostat untuk mengatur suhu darah yang melaluinya, mekanisme koreksi akan diarahkan atau dirangsang oleh hipotalamus dengan menggunakan koordinasi tubuh.

Mekanisme koreksi apabila suhu badan tinggi ialah:

1. Vasodilasi yaitu pembuluh darah mengembang untuk berdekatan dengan kulit (lingkungan luar) yang memungkinkan panas dibebaskan keluar.
2. Bulu kulit ditegaskan untuk mengurangi udara yang terperangkap pada kulit supaya panas mudah dibebaskan karena udara adalah konduktor panas yang baik. Bulu kulit diatur oleh otot erektor.
3. Lebih banyak darah pada kulit (kulit kelihatan merah) - Memudahkan panas darah terbebas keluar melalui proses penyinaran.
4. Berpeluh - Air keringat yang dirembes oleh kelenjar keringat mempunyai panas pendam tentu yang tinggi dapat menyerap panas yang tinggi dan terbebas ke lingkungan sekitar apabila air peluh menguap.

Apabila suhu tubuh rendah, termoreseptor akan menaikkan suhu pada kulit, di otak hipotalamus akan berfungsi sebagai termostat mengatur suhu darah yang melaluinya, mekanisme koreksi akan diarahkan atau dirangsang oleh hipotalamus dengan menggunakan koordinasi badan.

Mekanisme koreksi apabila suhu badan rendah ialah:

1. Vasokonstriksi yaitu pembuluh darah menyempit untuk menjauhi kulit agar panas tak banyak keluar ke lingkungan sekitar.

2. Bulu kulit ditegakkan agar lebih banyak udara yang terperangkap pada kulit supaya panas sukar dibebaskan karena udara adalah konduktor panas yang baik. Bulu kulit diatur oleh otot erektor.
3. Kurang darah pada kulit (Kulit kurang kelihatan kemerahan atau pucat) - Kurang mengalami proses penyinaran untuk mencegah panas terbebas keluar lingkungan.
4. Kurangnya keringat - Saat kurang air keringat dirembeskan oleh kelenjar peluh maka panas tak banyak dibebaskan melalui penguapan air peluh.

✓ **Pengawalan suhu dengan kaidah metabolik**

Dikenal sebagai kaidah metabolik karena pengaturan lebih kepada penggunaan kimia badan daripada secara fisik walaupun terdapat pengaturan yang melibatkan otot-otot. Kawalan ini melibatkan peranan:

- Otot rangka
- Kelenjar adrenal
- Kelenjar tiroid

Dalam keadaan sejuk, hipotalamus akan mengatur otot rangka untuk vasokonstriksi secara aktif. Hal ini akan menyebabkan seseorang mengigil dan meningkatkan suhu badan. Pada saat yang sama, kelenjar adrenal akan mensekresikan hormon adrenalin dan noradrenalin sedangkan kelenjar tiroid akan mensekresikan hormon tiroksin, semua hormon ini bertujuan untuk meningkatkan suhu badan dengan cara meningkatkan metabolisme tubuh.

Dalam keadaan panas, aktivitas otot rangka akan berkurang, begitu juga dengan sekresi hormon-hormon tertentu oleh kelenjar adrenal dan kelenjar tiroid akan berkurang.

Hormon epinefrin dan norepinefrin bertindak dengan:

- Meningkatkan kadar detak jantung dan kadar pernapasan.
- Meningkatkan tekanan darah
- Meningkatkan metabolisme badan
- Meningkatkan kadar gula darah dengan merangsang perubahan glikogen ke glukosa.

Pengaturan kadar gula sedikit dalam darah atau glukosa. Di antara kemungkinan yang mungkin terjadi ialah:

- ✓ Kadar gula sedikit atau glukosa terlampaui banyak
- ✓ Kadar gula sedikit atau glukosa terlampaui sedikit

Apabila kadar glukosa terlampaui banyak, lebih dari jumlah normal, sel beta pada Pulau Langerhans akan mensekresikan lebih banyak hormon insulin, kadar glukosa dalam darah akan turun, proses ini akan berlanjut hingga kadar glukosa dalam darah berada pada jumlah yang normal.

Fungsi hormon insulin ialah:

- Merangsang pengubahan glukosa ke glikogen untuk disimpan dalam hati.
- Merangsang oksidasi glukosa untuk tujuan respirasi dalam sel.

Apabila kadar glukosa terlampaui rendah, kurang dari jumlah normal, sel alfa pada kelenjar pulau-pulau Langerhans akan mensekresikan lebih banyak hormon glukagon, kadar glukosa dalam darah akan naik, proses ini akan berlanjut sehingga kadar glukosa dalam darah berada pada jumlah normal.

Fungsi hormon glukagon ialah:

- Merangsang pengubahan glikogen ke glukosa dalam darah.
- Sel-sel Langerhans terletak dalam pankreas.

### C. Latihan

1. Apa yang anda ketahui tentang homeostasis ?
2. Apa yang terjadi bila tidak terjadi keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh ?
3. Bagaimanakah mekanisme umpan balik negatif ?

#### D. Kunci Jawaban

1. suatu sistem yang terorganisir dan memiliki sistem pengaturan yang selalu saling berkoordinasi untuk mempertahankan kondisi tubuh agar selalu dalam keadaan stabil secara fisiologi.
2. bila kadar natrium lebih dalam tubuh maka mekanisme homeostasisnya adalah
  - Apabila kadar garam lebih dari jumlah normal dan kurang air dalam badan, tekanan osmosis darah akan meningkat, osmoreseptor pada hipotalamus akan terangsang kemudian kelenjar hipofisis akan dirangsang lebih aktif untuk mensekresikan hormon ADH yang bersifat antidiuretik untuk meningkatkan permeabilitas tubulus ginjal terhadap air, kelenjar adrenal (hormon aldosteron) akan kurang dirangsang, maka lebih banyak air diserap dan kurang ion natrium dan ion kalsium diserap kembali masuk dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan turun, proses ini akan berulang sehingga tekanan osmosis darah pada jumlah normal.
  - Apabila kurang Natrium dalam badan dan banyak air  
Apabila kadar Natrium lebih rendah dari jumlah normal dalam tubuh dan lebih banyak air dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan menurun, osmoreseptor pada hipotalamus akan terangsang kemudian kelenjar pituitari akan kurang dirangsang untuk mensekresikan hormon ADH (antidiuresis) untuk mengurangi permeabilitas tubulus ginjal terhadap air, kelenjar adrenal (hormon aldosteron) akan dirangsang dengan lebih aktif, maka lebih sedikit air diserap dan lebih sedikit juga natrium dan kalsium diserap kembali masuk dalam tubuh, tekanan osmosis darah akan naik, proses ini akan berulang sehingga tekanan osmosis darah berada pada jumlah normal.
3. umpan balik negatif perubahan suatu faktor dikontrol secara homeostatis akan memicu respon yang berupaya untuk memulihkan faktor tersebut

ke normal dengan menggerakkan faktor ke arah yang berlawanan dari perubahan awalnya. Dalam pengaturan umpan balik negative, system pengendali senantiasa membandingkan parameter yang dikendalikan . misalnya suhu tubuh dan tekanan darah dengan nilai set point (misalnya kisaran nilai normalnya).perubahan -perubahan parameter yang dikendalikan akan mencetuskan respon yang melawan perubahan sehingga mengembalikan parameter tersebut pada nilai set point.

#### **E. Daftar Pustaka**

1. Gerard Tortora, 2014, Principles of Anatomy and Physiology
2. Sanders Tina, Scanlon Valerie, 2006, Essentials of Anatomy and Physiology,.
3. Sherwood, 2014: Human, Physiology - From Cells to Systems
4. Seeley's, 2014, Anatomy & Physiology, Ed. Ke-10.
5. Saladin, 2003, Anatomy and Physiology The Unity of Form and Functio



**MODUL ANATOMI FISILOGI I  
(NUT116)**

**SISTEM SARAF TEPI**

**DISUSUN OLEH**

**YULIA WAHYUNI, S.Kep, M.Gizi**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2020**

## PENGANTAR

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Struktur Sistem Saraf tepi
2. Pembentukan mielin pada susunan saraf tepi
3. Komponen sistem saraf tepi
4. Susunan saraf tepi sensorik
5. Susunan saraf tepi motorik
6. Fisiologi Saraf Tepi

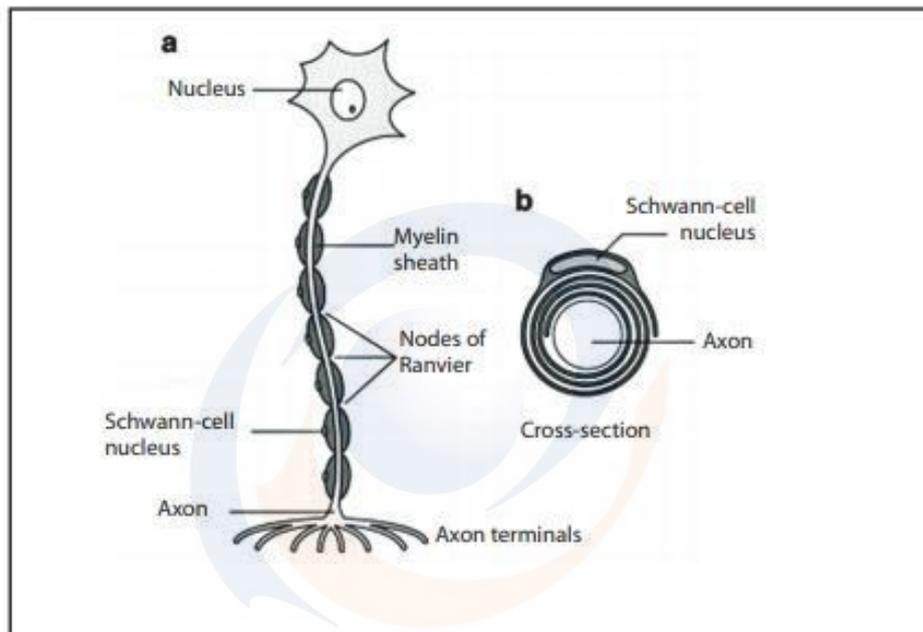
### B. Uraian dan Contoh

#### 1. Struktur Sistem Saraf tepi

Neuron merupakan unit fungsional dasar susunan saraf. Neuron terdiri dari badan sel saraf dan prosesus-prosesusnya. Badan sel saraf merupakan pusat metabolisme dari suatu neuron. Badan sel mengandung nukleus dan sitoplasma. Nukleus terletak di sentral, berbentuk bulat dan besar. Di dalam sitoplasma terdapat retikulum endoplasma serta mengandung organel seperti substansi Nissl, apparatus Golgi, mitokondria, mikrofili lamien, mikrotubulus dan lisosom. Membran plasma dan selubung sel membentuk membran semipermeabel yang memungkinkan difusi ion-ion tertentu melalui membran ini dan menghambat ion-ion lainnya. Prosesus sel neuron terbagi menjadi dendrit-dendrit dan sebuah akson. Neuron mempunyai banyak dendrit yang menghantarkan impuls saraf ke arah badan sel saraf. Akson merupakan prosesus badansel yang paling panjang menghantarkan impuls dari segmen awal ke terminal sinaps. Segmen awal badan sel merupakan elevasi badan sel berbentuk kerucut yang tidak mengandung granula Nissl dan disebut akson hillock.

Neuron memiliki kemampuan metabolisme yang sangat tinggi, tetapi tidak dapat menyimpan zat-zat makanan dan oksigen. Oleh karena itu neuron perlu didukung oleh neuroglia yang menyuplai zat makanan dan oksigen untuk kelangsungan hidupnya. Sel-sel pendukung yang sangat penting antara lain adalah sel satelit dan sel Schwann. Sel

Schwann pada susunan saraf tepi bersifat seperti oligodendroglia pada SSP. Sebagian besar akson pada susunan saraf tepi dilapisi myelin dan membentuk segmen-segmen seperti di SSP. Tiap sel Schwann hanya melapisi satu segmen, berbeda dengan oligodendroglia yang mengembangkan beberapa “tangan” ke tiap segmen. Sel Schwann juga berbeda dari oligodendroglia dalam hal pembentukan sel baru. Bila terjadi kerusakan pada saraf tepi, sel Schwann membentuk serangkaian silinder yang berperan sebagai penunjuk arah pertumbuhan akson.



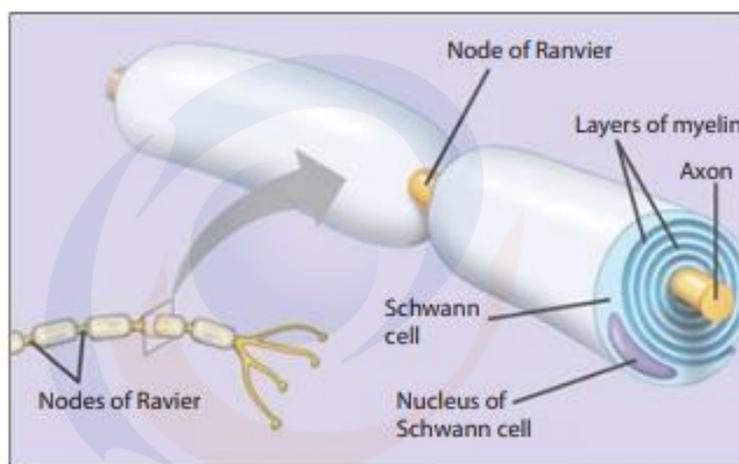
Gambar 1. Serabut saraf bermielin di susunan saraf tepi (Sumber dari <http://www.cell.com/trends/biotechnology/retrieve/pii/S0167779997011657>).

## 2. Pembentukan mielin pada susunan saraf tepi

Mielin adalah campuran dari lipid dan protein. Pada susunan saraf tepi, selubung mielin diproduksi oleh sel Schwann dan hanya terdapat satu sel Schwann untuk setiap segmen serabut saraf. Mulamula serabut saraf atau akson membentuk lekukan di tepi sebuah sel Schwann. Lalu membran eksternal sel Schwann membentuk mesakson yang menggantung akson di dalam sel Schwann saat akson menyatu dengan sel Schwann. Selanjutnya sel Schwann berotasi mengelilingi akson sehingga membran plasma membungkus akson berbentuk seperti spiral. Arah spiral sesuai dengan arah jarum jam pada beberapa segmen, dan berlawanan arah dengan jarum jam pada segmen lain. Awalnya selubung ini longgar, namun sitoplasma antar lapisan membran menghilang secara bertahap. Yang tertinggal hanya sitoplasma yang ada di dekat permukaan dan daerah nukleus. Selubung menjadi ketat dengan maturasi serabut saraf. Ketebalan mielin bergantung pada jumlah spiral membran sel Schwann. Selubung sel Schwann dan mielin yang

dikandungnya, diselingi setiap 1-2 mm oleh konstruksi berbentuk cincin yang disebut nodus Ranvier.

Pada nodus Ranvier, dua sel Schwann yang berdekatan berakhir dan selubung mielin menjadi lebih tipis. Nodus ini memainkan peranan penting dalam perkembangan efek rangsangan dari reseptor ke medula spinalis atau sebaliknya, dengan mengadakan konduksi cepat impuls melalui konduksi saltatori dari potensial aksi. Makin tebal selubung mielin makin cepat konduksi di sepanjang saraf. Sel-sel Schwann dilapisi oleh selapis jaringan ikat, yaitu endoneurium. Jaringan ikat yang melapisi beberapa berkas serat saraf disebut perineurium dan jaringan ikat yang membungkus saraf lebih besar disebut epineurium. Lapisan jaringan ikat ini melindungi saraf dari cedera mekanis dan kontak langsung dengan bahan yang merusak saraf. Jaringan ikat membawa pembuluh darah yang memberi makan sepanjang saraf.



Gambar 2. Serabut saraf bermielin yang memperlihatkan nodus Ranvier (Sumber dari <http://www.mcatzone.com/glosslet.php?letter=n&pagenum=2>)

### 3. Komponen sistem saraf tepi

Susunan saraf tepi terdiri dari susunan saraf motorik dan saraf sensorik. Susunan saraf ini dimulai dari neuron motorik dan neuron sensorik menuju ke neuromuscular junction dan otot. Terdapat 31 pasang nervus spinalis yang meninggalkan medula spinalis dan berjalan melalui foramina intervertebralis di columna vertebralis. Masing-masing nervus spinalis berhubungan dengan medula spinalis melalui 2 radiks yaitu radiks anterior dan radiks posterior. Radiks anterior terdiri dari berkas serabut saraf yang membawa impuls saraf dari SSP (serabut eferen). Radiks posterior terdiri dari berkas serabut saraf yang membawa impuls menuju SSP (serabut aferen). Badan sel serabut saraf ini terletak dalam pembesaran radiks posterior yang disebut ganglion spinalis. Radiks anterior bergabung dengan radiks

posterior tepat di distal ganglion spinalis, dan keduanya membentuk saraf tepi spinalis. Jadi setiap segmen tubuh mempunyai pasangan saraf spinalisnya masing-masing.

Dalam perjalanannya, saraf tepi bercabang dan bergabung dengan saraf tepi di dekatnya sehingga membentuk jaringan saraf yang di sebut pleksus nervosus. Pleksus memungkinkan redistribusi serabut saraf di dalam saraf tepi yang berbeda. Pembentukan pleksus-pleksus ini menyebabkan serabut-serabut dari setiap pasang radiks bercabang menjadi saraf-saraf tepi yang berbeda, artinya setiap saraf tepi dibuat dari serabut-serabut beberapa radiks segmental yang berdekatan.

#### 4. Susunan Saraf Tepi Sensorik

Susunan saraf tepi sensoris adalah sepanjang jalur sensoris antara reseptor di kulit sampai dengan ganglion spinalis. Semua impuls yang ber asal dari reseptor di kulit, otot, sendi, dan organ dalam dikirim ke pusat melalui saraf tepi, pleksus, saraf spinalis, radiks posterior dan ke mudian membentuk ganglion spinalis yang berada di foramen intervertebralis, selanjutnya menuju ke dalam medula spinalis untuk diteruskan ke otak. Ketika saraf mencapai ganglion spinalis, serabut terbagi menjadi kelompok menurut fungsi khususnya. Hanya beberapa dari impuls yang datang dari otot, sendi, fascia dan jaringan lain mencapai tingkat kesadaran, kebanyakan melayani kontrol otomatis aktivitas motorik yang diperlukan untuk berjalan dan berdiri.

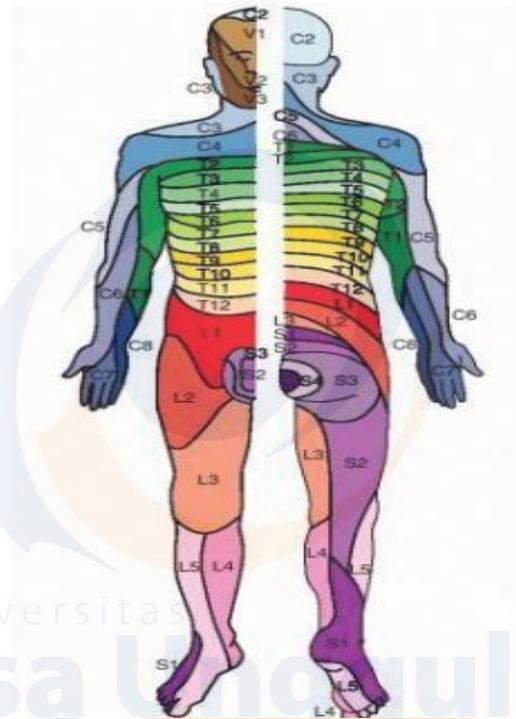
Ke arah tepi dari saraf, serabut aferen yang berasal dari satu radiks dorsalis bergabung dan mensuplai daerah segmen tertentu dari kulit disebut dermatom. Jumlah dermatom adalah sebanyak radiks segmental. Karena dermatom berhubungan dengan berbagai segmen radiks medula spinalis maka mempunyai nilai diagnostik yang besar dalam menentukan tingkat ketinggian dari kerusakan medula spinalis.

Serat yang membentuk saraf tepi berasal dari berbagai radiks. Akibatnya, hilangnya sensorik yang disebabkan oleh kerusakan saraf tepi memperlihatkan pola yang sangat berbeda dengan yang disebabkan oleh kerusakan radiks spinalis. Tumpang tindih daerah sensorik dari saraf yang berdekatan agak terbatas dibandingkan dengan tumpang tindih daerah sensorik radikular. Keadaan ini sangat mempermudah deteksi adanya gangguan sensorik.

Jika saraf tepi rusak, daerah hipestesia umumnya lebih besar daripada daerah hipalgesia. Yang mungkin sulit adalah membedakan gangguan sensorik yang disebabkan oleh cedera radikular C8 dari gangguan sensorik yang disebabkan oleh kerusakan saraf ulnaris, dan gangguan sensorik cedera radikular L5-S1 dengan gangguan sensorik yang disebabkan oleh kerusakan saraf peronealis, karena daerah yang terlibat hampir sama. Setiap saraf sensorik tepi memiliki daerah yang pasti untuk inervasinya memungkinkan untuk mengidentifikasi kasi

kerusakan saraf melalui pemeriksaan yang cermat .

Serabut saraf dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan diameternya, kecepatan hantarannya, dan ciri-ciri fisiologisnya. Serabut A adalah serabut yang besar dan bermielin dengan hantaran yang cepat dan menghantarkan berbagai impuls motorik atau sensorik. Serabut ini paling peka terhadap gangguan akibat tekanan mekanik atau kekurangan oksigen. Serabut B lebih kecil daripada serabut A dan ber mielin, serabut ini menghantarkan dengan lambat dan berfungsi otonom. Serabut C adalah serabut yang paling kecil dan tidak bermielin, serabut ini menghantarkan impuls paling lambat dan menghantarkan rasa nyeri dan berfungsi otonom



Gambar 3. Peta Dermatome (Sumber dari <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/dermatome>).

Serabut yang berdiameter besar paling mudah dirangsang dengan rangsangan listrik. Saraf itu sendiri paling peka terhadap perangsangan dan otot paling kurang peka, sedangkan sambungan myoneural mempunyai tingkat kepekaan di antara keduanya. Kecepatan hantaran saraf yang normal 50-60 m/d pada nervus ulnaris dan nervus medianus dan 45-55 m/d pada nervus peronealis komunis. Kecepatan hantaran saraf dapat melambat secara mencolok akibat penurunan suhu, kompresi dan kondisi yang lain. Kecepatannya mungkin berkurang 2 m/d setiap penurunan suhu 1 derajat celsius. Kecepatan hantaran paling cepat terjadi pada serabut bermielin (sampai 50 kali lebih cepat daripada serabut yang tidak bermielin)

Table 1. Klasifikasi serabut saraf (Sumber dari Snell,2007).

Tipe serabut	Kec.hantar (m/dt)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Fungsi	Mielin
<b>Serabut tipe A</b>				
Alfa	70-120	12-20	Motorik, otot rangka	Ya
Beta	40-70	5-12	Sensoris, raba, tekan, getar	Ya
Gamma	10-15	3-6	<i>Muscle spindle</i>	Ya
Delta	6-30	2-5	Nyeri (tajam, lokal), suhu, raba	Ya
<b>Serabut tipe B</b>				
	3-15	<3	Otonom praganglion	Ya
<b>Serabut tipe C</b>				
	0,5-2,0	0,4-1,2	Nyeri (difus, dalam), suhu, otonom post-ganglion	Tidak

### 5. Susunan saraf tepi motorik

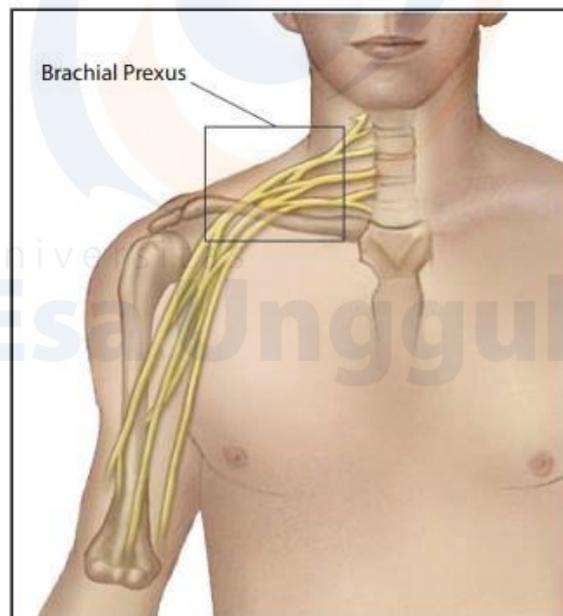
Susunan saraf tepi motorik dimulai dari motor neuron di kornu anterior medula spinalis. Neuron-neuron yang menyalurkan impuls motorik dari medula spinalis ke sel otot skeletal dinamakan lower motor neuron. LMN dengan aksonnya dinamakan final common pathway impuls motorik. LMN dibedakan menjadi alfa motorneuron (berukuran besar dan menjulurkan aksonnya yang tebal ke serabut otot ekstrasfasal) dan gamma motorneuron (berukuran kecil, aksonnya halus dan mensarafi otot intrafusal). Tiap motorneuron menjulurkan hanya satu akson yang ujungnya bercabang-cabang sehingga setiap akson dapat berhubungan dengan sejumlah serabut otot. Penghambatan gerakan dilakukan oleh interneuron (sel Renshaw). Akson menghubungi sel serabut otot melalui sinaps. Bagian otot yang bersinaps itu dikenal sebagai motor end plate, yang merupakan penghubung antar neuron dan otot. Setiap serabut otot memiliki satu motor end plate.

Ujung-ujung terminal dari akson mengandung mitokondria dan gelembung-gelembung sinaptik yang mengandung asetilkolin. Pelepasan asetilkolin melalui membran presinaptik terjadi saat potensial aksi tiba di membran tersebut. Terlepasnya asetilkolin mengakibatkan depolarisasi pada membran postsinaptik. Interaksi antara asetilkolin dengan reseptornya menghasilkan perubahan pada konduktansi di membran postsinaptik, yang mempermudah permeabilitas bagi ion natrium dan kalium. Ion-ion mengalir melalui kanal yang dibuka oleh interaksi reseptor asetilkolin mengakibatkan depolarisasi setempat pada motor end plate, sehingga melepaskan potensial aksi yang membuat serabut otot berkontraksi. Aksi asetilkolin pada membran postsinaptik berlangsung sangat cepat. Penghentian aksi dilakukan oleh enzim asetilkolinesterase yang memecah molekul menjadi 2 bagian kolin dan asetat.

Otot-otot individual dipersarafi oleh beberapa serat-serat radiks spinalis ventral

(persarafan plurisegmental). Akibatnya, jika satu radiks dipotong, tidak ada kehilangan fungsi yang nyata. Paralisis pola radikular hanya tampak bila beberapa radiks yang berdekatan rusak. Setiap radiks motorik mempunyai otot indikatornya sendiri, sehingga memungkinkan untuk mendiagnosis kerusakan radiks dengan elektromiogram, terutama jika daerah servikal atau lumbal terlibat .

Radiks ventralis dan dorsalis bergabung di foramen intervertebrale sehingga menjadi satu berkas saraf spinal dan dinamakan sesuai foramen intervertebrale yang dilewati. Di tingkat torakal dan lumbal atas, saraf spinal langsung berlanjut sebagai saraf tepi. Saraf tepi yang berasal dari radiks C2-C4 membentuk Pleksus Servikalis dan saraf tepi dari C5-T1 membentuk Pleksus Brakhialis, terdiri dari 3 trunkus utama yaitu trunkus superior (C5,C6), medial (C7) dan inferior (C8,T1). Saraf yang berasal dari T12-L4 membentuk Pleksus Lumbalis dan saraf yang berasal dari L5-S3 membentuk Pleksus Sakralis. Pleksus Servikalis dan Pleksus Brakhialis terdapat pada pangkal ekstremitas atas, dan Pleksus Lumbalis serta Pleksus Sakralis terdapat pada pangkal ekstremitas bawah. Sehingga serabut saraf yang berasal dari berbagai segmen medula spinalis disusun dan didistribusikan secara efisien di dalam trunkus saraf, yang berbeda menuju berbagai bagian ekstremitas atas dan bawah .

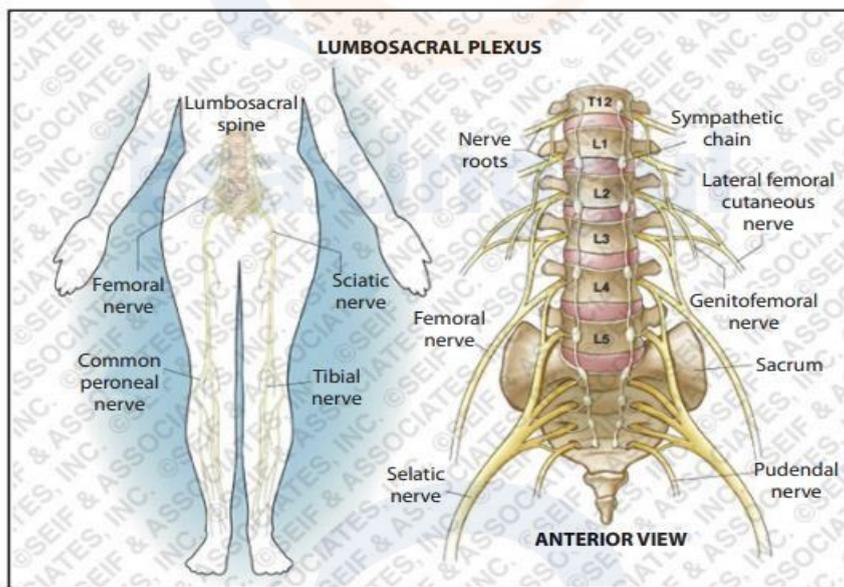


Gambar 4. Pleksus Brakhialis (Sumber dari [http://www.medicalook.com/human\\_anatomy/organs/Brachial\\_nerve\\_plexus.html](http://www.medicalook.com/human_anatomy/organs/Brachial_nerve_plexus.html))

. Sindrom horner berkorelasi dengan cedera di Pleksus Brakhialis karena sindrom horner dihasilkan oleh terputusnya hubungan ortosimpatetik dari ganglion servikale superior yang terletak di daerah Pleksus Brakhialis. Enam saraf tepi penting keluar dari Pleksus Brakhialis yaitu n.torakalis longus, n.aksilaris, n.radialis, n.muskulokutaneus, n.medianus dan n.ulnaris. Pada sindrom Pleksus Brakhialis akibat proses difus terdapat gejala motorik dan

sensorik terutama di area C5 dan C6.

Sindrom kelumpuhan akibat cedera Pleksus Brakhialis yaitu sindrom kelumpuhan Erb-Duchene (bagian atas Pleksus Brakhialis) dan sindrom kelumpuhan Klumpke (bagian bawah Pleksus Brakhialis). Penataan Pleksus Lumbosakralis lebih sederhana daripada Pleksus Brakhialis. Pleksus Lumbosakralis terdiri dari Pleksus Lumbalis dan Pleksus Sakralis. Pleksus Lumbalis disusun oleh cabang anterior saraf spinal L1,2,3 dan sebagian L4. Saraf tepi yang berinduk pada Pleksus Lumbalis adalah n. kutaneus femoralis lateralis, n.femoralis, n.genitofemoralis dan n.obturatorius. Pleksus Sakralis disusun oleh cabang anterior saraf spinal L4-S3. Saraf tepi kutan yang berasal dari Pleksus Sakralis adalah n.gluteus superior dan inferior, n.kutaneus femoralis posterior dan n.iskiadikus. Saraf tepi kutan yang mengurus kulit daerah inguinal ialah n.ilioinguinalis, sedangkan daerah kulit tungkai atas lainnya disarafi n.kutaneus femoralis lateralis dan n.kutaneus femoralis anterior. Persarafan kutan tungkai bawah, bagian medial diurus cabang Pleksus Lumbalis dan bagian lateral posterior diurus oleh cabang Pleksus Sakralis. Seluruh kulit kaki, kecuali yang menutupi maleolus me dialis, diurus cabang Pleksus Sakralis. N.iskiadikus merupakan kelanjutan Pleksus Sakralis, pada fosa poplitea n.iskiadikus bercabang dua yaitu n.tibialis dan n.peroneus komunis. Cabang kutan n.tibialis adalah n.kutaneus surae medialis, n.plantaris dan n.plantaris medialis. Cabang kutan n.peroneus komunis ialah n.kutaneus surae lateralis, n.peroneus profundus dan superfisialis, n.kutaneus dorsalis pedis intermedius dan n.kutaneus dorsalis pedis medialis



Gambar 5. Pleksus Lumbosakralis (Sumber dari [http://www.seifmedgraphics.com/seifstore/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=7&products\\_id=58](http://www.seifmedgraphics.com/seifstore/index.php?main_page=product_info&cPath=7&products_id=58)).

## 6. Fisiologi Saraf Tepi

### a) Transmisi Sinaptik

Universitas Esa Unggul  
<http://esaunggul.ac.id>

Neuron menghasilkan dan menghantarkan potensial aksi ke neuron lain melalui sinaps. Bentuk yang paling umum adalah sinaps yang terjadi antara akson sebuah neuron dengan dendrit atau badan sel neuron kedua. Ketika akson mendekati sinaps, maka dapat terjadi pelebaran terminal (bouton terminal) atau perluasan serial yang membentuk hubungan sinaps. Transmisi impuls pada sebagian besar sinaps melibatkan pelepasan dari neurotransmitter. Pada keadaan istirahat dan tidak dirangsang, sebuah serabut saraf berada terpolarisasi dengan perbedaan potensial sekitar  $-80$  mV dengan bagian dalam lebih negatif daripada bagian luar. Potensial membran istirahat ini disebabkan oleh difusi ion natrium dan kalium melalui kanal pada membran plasma dan dipertahankan oleh pompa Natrium-Kalium (Na-K) dengan melibatkan transpor aktif yang membutuhkan Adenosine Tri Phosphate (ATP).

Sebuah potensial aksi dimulai oleh sebuah stimulus yang adekuat pada permukaan neuron pada segmen inisial akson yang merupakan bagian akson yang paling peka. Stimulus mengubah permeabilitas membran terhadap ion Na sehingga ion Na masuk ke akson dengan cepat. Ion-ion positif diluar aksolema berkurang dengan cepat hingga mencapai nol disebut dengan depolarisasi. Potensial istirahat  $-80$  mV dengan bagian luar membran lebih positif daripada bagian dalam, potensial aksi sekitar  $+40$  mV dengan bagian luar membran lebih negatif daripada bagian dalam. Potensial aksi saat ini bergerak sepanjang serabut saraf, ion Na yang masuk kedalam akson berkurang dan permeabilitas aksolema terhadap ion K meningkat. Sekarang ion K berdifusi keluar akson dengan cepat sehingga potensial membran istirahat kembali seperti semula ion Na keluar akson dan ion K kedalam akson. Permukaan luar aksolema kembali lebih positif daripada permukaan dalamnya.

Kecepatan konduksi serabut saraf sebanding dengan daerah penampang melintang akson, serabut saraf yang lebih tebal menghantarkan saraf lebih cepat daripada yang berdiameter lebih kecil. Serabut motorik besar (serabut alfa) dapat mencapai kecepatan 70-120 meter per detik. Pada serabut saraf yang bermielin, selubung mielin berfungsi sebagai insulator. Akibatnya serabut saraf bermielin hanya dapat distimulasi pada nodus ranvier tempat akson terbuka dan potensial aksi melompat dari satu nodus ke nodus berikutnya (saltatory conduction). Mekanisme ini lebih cepat daripada mekanisme konduksi pada saraf yang tidak bermielin.

Neurotransmitter yang digunakan untuk melanjutkan impuls ke otot skeletal adalah asetilkolin. Asetilkolin dibentuk dalam mitokondria dari persenyawaan kolin dan asetil-koA, dengan bantuan asetil kolin transferase. Asetil kolin disimpan dalam vesikel sinaptik pada ujungujung saraf. Bila suatu impuls sampai pada membran presinaptik maka permeabilitas dari membran tersebut akan bertambah untuk  $Ca^{++}$ . Impuls dari

$Ca^{++}$  ini menyebabkan terlepasnya asetilkolin di dalam celah sinap tik. Dalam waktu singkat asetilkolin itu dapat sampai pada membran postsinaptik dan diterima oleh reseptor tertentu. Tertangkapnya asetilkolin oleh membran postsinap itu menyebabkan permeabilitas dari membran itu bertambah untuk ion Na dan K. Meningkatnya ion Na di dalam otot akan menimbulkan depolarisasi yang kemudian meluas keseluruh otot dan terjadilah kontraksi otot. Asetilkolin kemudian diuraikan oleh asetilkolinesterase menjadi kolin dan asetat, sehingga membran post sinaptik itu menjadi sensitif kembali terhadap rangsang yang berikutnya.

Selain neurotransmitter utama, dari membran prasinaps ke celah sinaps juga dikeluarkan zat-zat yang mampu memodulasi dan memodifikasi aktivitas neuron postsinaps dan disebut neuromodulator, seperti: asetilkolin (muskarinik), serotonin, histamin, neuropeptida, dan adenosin. Fungsi neuromodulator ini menguatkan, memperpanjang, menghambat atau membatasi efek neurotransmitter utama di membran postsinaps.

Inhibisi presinaptik dan postsinaptik biasanya disebabkan oleh adanya perangsangan pada sistem tertentu yang bersinap konvergen pada suatu neuron post sinaptik (inhibisi aferen). Neuron-neuron juga dapat menghambat dirinya sendiri dalam bentuk umpan balik negatif (inhibisi umpan balik negatif). Setiap neuron motorik spinal biasanya memberikan satu cabang kolateral yang bersinap dengan interneuron inhibisi yang bersinap di badan sel neuron spinal itu dan neuron motorik spinal lain. Neuron inhibisi itu dinamakan sel Renshaw, sesuai nama penemunya. Neurotransmitter yang digunakan dalam sinaps sel Renshaw dengan sel motoneuron adalah Gamma Amino Butiric Acid (GABA). GABA ini dibentuk di dalam mitokondria dari sel Renshaw dan disimpan dalam vesikel sinaptik pada ujung-ujung akson sel itu. Bila ada impuls yang sampai pada ujung akson, maka GABA dilepas di celah sinap dan menyebrang ke membran postsinap. GABA menambah permeabilitas dari membran postsinaptik, tapi hanya bagi ion kalium dan tidak bagi ion natrium. Kadar kalium dalam sel otot akan menurun sehingga potensial membran dari otot itu akan meningkat (hiperpolarisasi). Impuls yang berasal dari neuron motorik mengaktifkan interneuron inhibisi untuk melepaskan mediator inhibisi, yang memperlambat atau menghentikan pelepasan impuls dari neuron motorik. Inhibisi presinaptik yang disebabkan oleh adanya jalur desenden yang berakhir di jalur aferen kornu dorsalis mungkin berperan dalam pengaturan gerbang pada transmisi nyeri.

Setiap serabut saraf bermielin alfa besar yang masuk ke otot rangka bercabang-cabang dan selanjutnya berakhir pada sambungan neuromuskular atau motor end plate. Impuls saraf (potensial aksi) mencapai membran prasinaps motor end plate, membuka

kanal-kanal voltage gate calcium (Ca) yang memungkinkan ion Ca masuk kedalam akson. Keadaan ini menstimulasi penggabungan beberapa vesikel sinap tik yang menyebabkan pelepasan asetilkolin ke celah sinap. Jika saraf tepi campuran terganggu, hanya otot yang dipersarafi oleh saraf ini yang mengalami paralisis, dan paralisis akan berhubungan dengan gangguan sensorik yang disebabkan oleh interupsi serat aferen. Paralisisnya bersifat fl aksid.

Otot tidak hanya paralisis, tapi juga hipotonik dan arefl eks, karena interupsi dari refl eks regangan mono sinaptik. Atrofi dari otot yang paralisis dimulai setelah beberapa minggu, menggambarkan bahwa sel kornu anterior mempunyai pengaruh pada serat otot, yang merupakan dasar dalam mempertahankan fungsi otot normal. Dengan menggunakan Electromyography (EMG) untuk menilai kerusakan, memungkinkan untuk menentukan apakah kornu anterior, radiks anterior, pleksus atausaraf tepi yang terlibat.

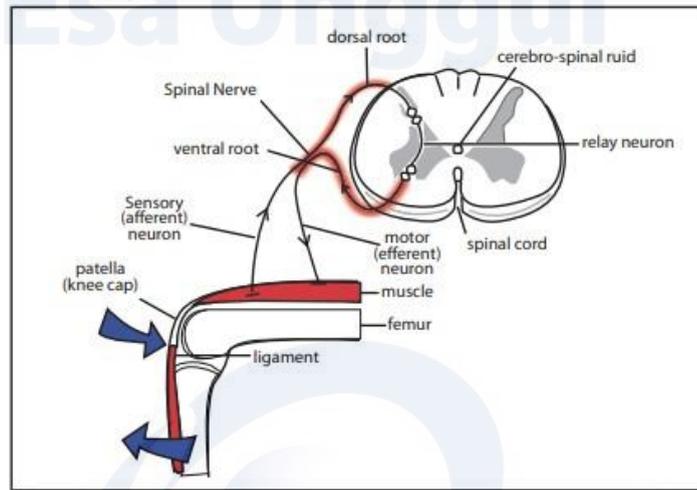
#### **b) Lengkung Refleks**

##### **Refleks Monosinaptik (Refleks Regang)**

Refl eks adalah suatu respons involunter terhadap suatu stimulus. Refl eks bergantung pada keutuhan lengkung refl eks. Dalam bentuk yang paling sederhana, sebuah lengkung refl eks terdiri dari struktur anatomi: organ reseptor, neuron aferen, neuron efektor dan organ efektor. Lengkung refl eks seperti ini hanya memiliki satu sinaps di sebut lengkung refl eks monosinaptik. Bila suatu otot rangka dengan persarafan yang utuh diregangkan maka akan timbul kontraksi yang disebut refl eks regang. Rangsangannya adalah regangan pada otot dan responsnya berupa kontraksi otot yang diregangkan. Reseptornya adalah kumparan otot (muscle spindle). Impuls yang timbul akibat peregang an dihantarkan ke SSP melalui serat saraf sensorik cepat yang langsung bersinap dengan neuron motorik otot yang teregang.

Beberapa persarafan segmental menimbulkan refl eks otot sederhana yaitu: refl eks tendon biceps brachii C5-6 (fl aksi sendi siku), refl eks tendon triceps C7-8 (ekstensi sendi siku), refl eks abdominalis superficialis atas (T6-7), tengah (T8-9), bawah (T10-12), refl eks tendon patella (KPR) L2,3,4 (ekstensi sendi lutut), refl eks tendon achilles (APR) S1-2 (plantar fl aksi) (Duus,1996). Serat otot ekstrasfasal berada dalam panjang yang tetap selama istirahat. Bila otot teregang, demikian juga gelendong otot, maka ujung saraf anulospiral segera bereaksi terhadap peregang an dengan mengirimkan potensial aksi ke motoneuron besar dalam medulla spinalis melalui serat aferen Ia konduksi cepat dan serat eferen tebal alfa1 yang konduksinya juga cepat ke otot ekstrasfasal. Begitu otot berkontraksi, maka panjang asalnya akan kembali. Setiap regangan otot akan segera mencetuskan mekanisme ini. Dengan

dikirimnya impuls ke moto neuron kornu anterior, perangsangan ini segera menyebabkan kontraksi singkat. Arkus refl eks melibatkan tidak lebih dari 1 atau 2 segmen medulla spinalis, sehingga merupakan nilai diagnostik yang nyata dalam menentukan lokasi cedera



Gambar 6. Refleks Monosinaptik (Sumber dari [http://psychology.wikia.com/wiki/Reflex\\_arc](http://psychology.wikia.com/wiki/Reflex_arc)).

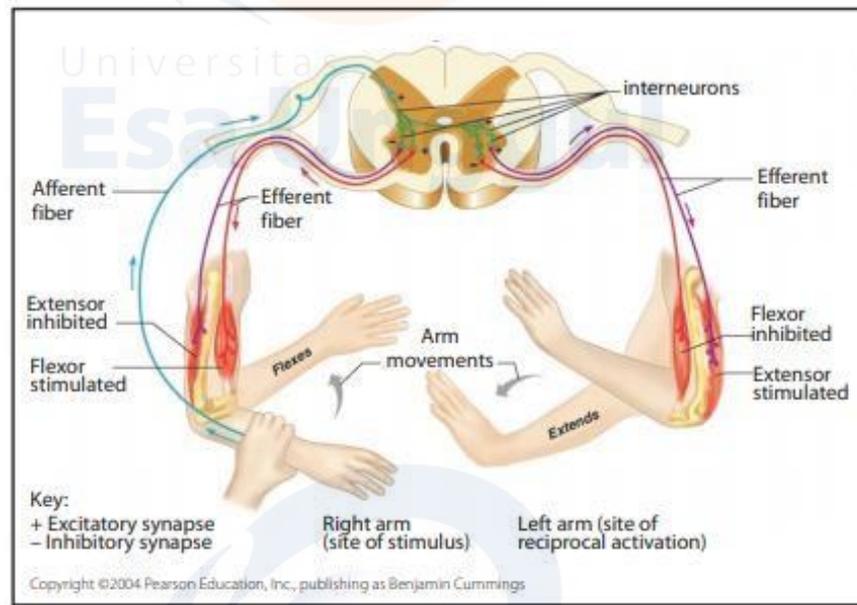
c) Refleks Polisinaptik: Refleks Fleksor (Withdrawal Reflex)

Jalur refl eks polisinaps bercabang secara kompleks dan jumlah sinaps di tiap cabang bermacam-macam. Refl eks fl eksor merupakan refl eks polisinaps khas yang terjadi sebagai jawaban terhadap rangsang nosiseptif dan biasanya nyeri di kulit, jaringan subkutan serta otot. Respons yang timbul berupa kontraksi otot fl eksor dan inhibisi otot ekstensor, sehingga bagian yang terkena melakukan fl eksi dan tertarik dari rangsang tersebut. Respons ekstensor menyilang (crossed extensor response) merupakan bagian dari refl eks fl eksor. Refl eks ekstensor silang menunjukkan stimulasi aferen pada lengkung refl eks menyebabkan fl eksi pada ekstremitas ipsilateral dan ekstensi pada ekstremitas sisi kontralateral.

Berjalan di atas batu yang tajam dan runcing akan menyebabkan rasa sakit yang segera menimbulkan gerakan terprogram. Kaki yang tangkas diangkat (fl eksi) dan berat badan dipindahkan ke tungkai lain. Perpindahan segera akan menyebabkan jatuh bila otot-otot tubuh, bahu, leher dan lengan tidak segera mengkompensasi ketidakseimbangan dan memastikan posisi tegak dari tubuh. Peristiwa ini membutuhkan sirkuit yang agak rumit di medulla spinalis yang berhubungan dengan daerah di pusat otak dan serebelum. Seluruh urutan ini terjadi dalam waktu 1 detik, dan tidak terjadi sampai terasa adanya nyeri. Bagian impuls dari otot, tendon, sendi dan jaringan yang lebih

dalam, menuju serebelum melalui traktus spinoserebelaris. Suatu refl eks yang dibangkitkan pada satu sisi tubuh akan menyebabkan reaksi yang berlawanan pada

ekstremitas sisi kontralateral. Refl eks ekstensor silang menunjukkan stimulasi aferen pada leng kung refl eks, menyebabkan fl eksi pada ekstremitas ipsilateral dan ekstensi pada ekstremitas sisi kontralateral.



Gambar 7. Refleks Polisinaptik (Sumber dari <http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy & Physiology/2010>).

### C. Latihan

1. Apa yang anada ketahui tentang sel Schwann ?
2. Sebutkan susunan saraf tepi sensorik?
3. Sebutkan bagian Pleksus Brakhialis?

#### D. Kunci Jawaban

1. Sel schwan merupakan Sel-sel pendukung pada system saraf tepi yang menyuplai zat makanan dan oksigen untuk kelangsungan hidupnya/ proses fisiologis. Sel Schwann pada susunan saraf tepi bersifat seperti oligodendroglia pada SSP. Sebagian besar akson pada susunan saraf tepi dilapisi myelin dan membentuk segmen-segmen seperti di SSP. Tiap sel Schwann hanya melapisi satu segmen, berbeda dengan oligodendroglia yang mengembangkan beberapa “tangan” ke tiap segmen. Sel Schwann juga berbeda dari oligodendria dalam hal pembentukan sel baru. Bila terjadi kerusakan pada saraf tepi, sel Scwhann membentuk serangkaian silin der yang berperan sebagai penunjuk arah pertumbuhan akson.
2. Susunan saraf tepi sensorik : Susunan saraf tepi sensoris adalah sepanjang jalur sensoris antara reseptor di kulit sampai dengan ganglion spinalis. Semua impuls yang ber asal dari reseptor di kulit, otot, sendi, dan organ dalam dikirim ke pusat melalui saraf tepi, pleksus, saraf spinalis, radiks posterior dan ke mudian membentuk ganglion spinalis yang berada di foramen intervertebralis, selanjutnya menuju ke dalam medula spinalis untuk diteruskan ke otak. Ketika saraf mencapai ganglion spinalis, serat terbagi menjadi kelompok menurut fungsi khususnya. Hanya beberapa dari impuls yang datang dari otot, sendi, fascia dan jaringan lain mencapai tingkat kesadaran, kebanyakan melayani kontrol otomatis aktivitas motorik yang diperlukan untuk berjalan dan berdiri.
3. Pleksus Brakhialis membentuk 3 berkas yaitu fasikulus lateralis, posterior dan medialis sesuai dengan topografi nya terhadap a.aksilaris. Fasikulus posterior merupakan induk n.radialis, fasikulus medialis menjadi pangkal n.ulnaris, sedangkan n.medianus disusun oleh serabut dari fasikulus lateralis dan medialis

**E. Daftar Pustaka**

1. Gerard Tortora, 2014, Principles of Anatomy and Physiology
2. Sanders Tina, Scanlon Valerie, 2006, Essentials of Anatomy and Physiology,.
3. Sherwood, 2014: Human, Physiology - From Cells to Systems
4. Seeley's, 2014, Anatomy & Physiology, Ed. Ke-10.
5. Saladin, 2003, Anatomy and Physiology The Unity of Form and Functio



**MODUL ANATOMI FISILOGI I  
(NUT116)**

**SISTEM INDRA (MATA & TELINGA)**

**DISUSUN OLEH**

**YULIA WAHYUNI, S.Kep, M.Gizi**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2020**

## PENGANTAR

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

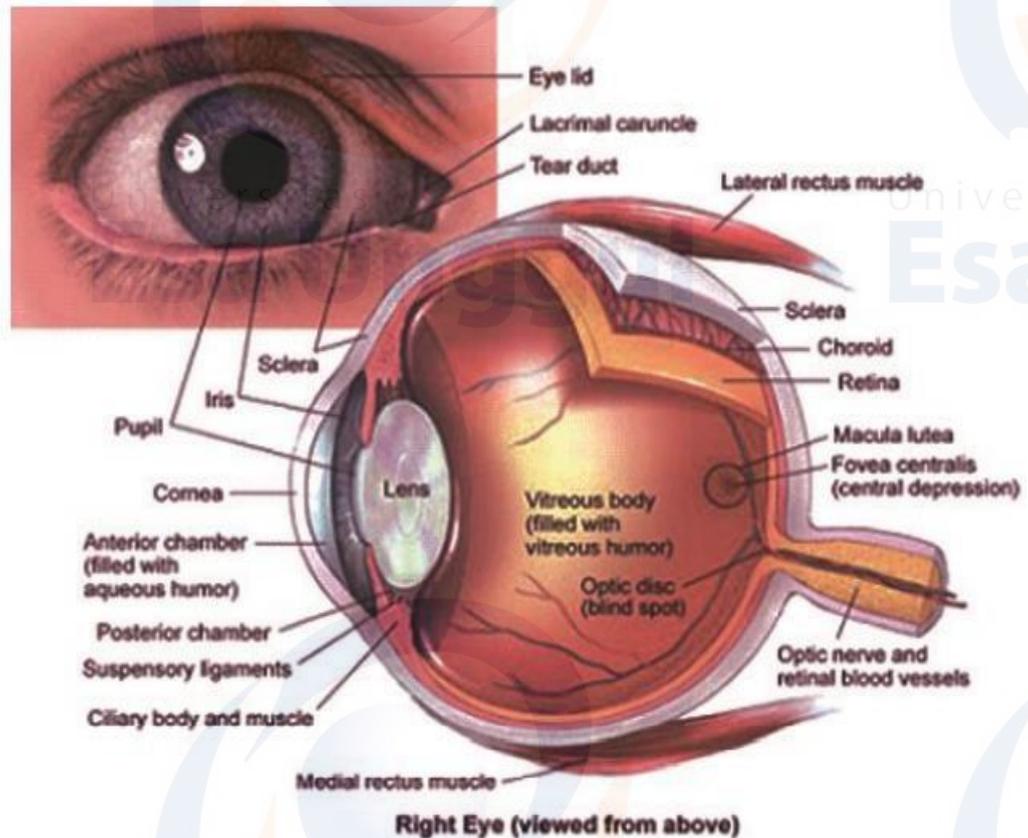
1. Anatomi mata
2. Saraf pada mata
3. Fisiologi indra penglihatan
4. Anatomi telinga
5. Fisiologi indra pendengaran

### B. Uraian dan Contoh

#### 1. Anatomi mata

Mata merupakan organ yang disusun dari bercak sensitif cahaya primitif. Dalam selubung perlindungannya mata mempunyai lapisan reseptor, sistem lensa pemfokusan cahaya atas reseptor, dan merupakan suatu sistem saraf. Secara struktural bola mata seperti sebuah kamera, tetapi mekanisme persarafan yang ada tidak dapat dibandingkan dengan apapun. Susunan saraf pusat dihubungkan melalui suatu berkas serat saraf yang disebut saraf optik (nervosa optikus) (Syarifuddin, 2011). Mata mempunyai reseptor khusus untuk mengenali perubahan sinar dan warna. Sesungguhnya yang disebut mata bukanlah hanya bola mata, tetapi termasuk otot-otot penggerak bola mata, kotak mata (rongga tempat mata berada), kelopak, dan bulu mata. Mata adalah organ yang mendeteksi cahaya yang paling sederhana, tidak hanya mengetahui apakah lingkungan sekitarnya terang atau gelap.

Palpebra (kelopak mata) merupakan lipatan tipis yang dapat bergerak dan melindungi orbita. Fissura palpebra merupakan lubang berbentuk elips di antara palpebra superior dan palpebra inferior, tempat masuk ke dalam sakus konjungtiva. Glandula sebacea bermuara langsung ke dalam folikel bulu mata. Aparatus lakrimalis terdiri dari pars orbitalis yang besar dan pars palpebralis yang kecil. Keduanya saling berhubungan pada ujung lateral aponeurosis musculus levator palpebrae superior bagian lateral fornix (lateral konjungtiva), nukleus lakrimalis, dan nervus VII (Nukleus fasialis). Air mata mengalir untuk membasahi kornea.



**Gambar 1.** Struktur Mata (Sumber: Ethel, 2004)

Struktur mata secara esensial pada gambar 8, terdiri dari:

- a. Lapisan terluar yang keras pada bola mata adalah tunika fibrosa. Bagian posterior tunika fibrosa adalah sklera opaque yang berisi jaringan ikat fibroso putih.
  - Sklera memberi bentuk pada bola mata dan memberikan tempat pelepasan pada otot ekstrinsik.
  - Kornea adalah perpanjangan anterior yang transparan pada skelara di bagian depan mata. Bagian ini menstransmisikan cahaya dan mefokuskan berkas cahaya.
- b. Lapisan tengah bola mata disebut tunika vaskular (uvea), dan tersusun dari koroid, badan siliaris dan iris.
  - Lapisan koroid adalah bagian yang sangat terpigmentasi untuk mencegah refleksi internal berkas cahaya. Bagian ini juga sangat tervascularisasi untuk memberikan nutrisi pada mata, dan elastik sehingga dapat menarik ligamen suspensori.
  - Badan siliaris suatu penebalan di bagian anterior lapisan koroid, mengandung pembuluh darah dan otot siliaris. Otot melekat pada

ligamen suspensori, tempat perlekatan lensa. Otot ini penting dalam akomodasi penglihatan atau kemampuan untuk mengubah fokus dari objek berjarak jauh ke objek berjarak dekat di depan mata

- Iris, perpanjangan sisi anterior koroid, merupakan bagian mata yang berwarna bening. Bagian ini terdiri dari jaringan ikat dan otot radialis serta sirkularis, yang berfungsi untuk mengendalikan diameter pupil.
  - Pupil adalah ruang terbuka yang bulat pada iris yang harus dilalui cahaya untuk masuk ke interior mata.
- c. Lensa adalah struktur bikonveks yang bening tepat di belakang pupil. Elastisitasnya sangat tinggi, suatu sifat yang akan menurun seiring proses penuaan.
- d. Rongga mata
- Rongga anterior terbagi menjadi dua ruang :
    - Ruang anterior terletak di belakang kornea dan di depan iris; ruang posterior terletak di depan lensa dan dibelakan iris.
    - Ruang tersebut berisi aqueous humor, suatu hormon yang diproduksi prosesus siliaris untuk mencukupi kebutuhan nutrisi lensa dan kornea.
    - Lensa intraokular pada aqueous humor penting untuk mempertahankan bentuk bola mata
  - Rongga posterior terletak di antara lensa dan retina dan berisi vitreus humor, seperti gel transparan yang juga berperan untuk mempertahankan bentuk bola mata dan mempertahankan posisi retina terhadap kornea
- e. Retina, lapisan terdalam mata, adalah lapisan yang tipis dan transparan lapisan ini terdiri dari:
- Lapisan terpigmentasi luar pada retina melekat pada lapisan koroid. Lapisan ini berfungsi untuk menyerap cahaya berlebih dan mencegah refleksi internal berkas cahaya yang melalui bola mata.
  - Lapisan jaringan saraf dalam (optikal), terletak bersebelahan dengan lapisan terpigmentasi adalah struktur kompleks yang terdiri dari berbagai jenis neuron yang tersusun sedikitnya sepuluh lapisan terpisah.
  - Bintik buta (diskus optik) adalah titik keluar saraf optik. Karena tidak ada foto reseptor pada area ini, maka tidak ada sensasi penglihatan yang terjadi saat cahaya masuk ke area ini.
  - Lutea makula adalah area kekuningan yang terletak sedikit lateral

terhadap pusat.

- Fovea adalah pelekukan sentral makula lutea yang tidak memiliki sel batang dan hanya mengandung sel kerucut. Bagian ini adalah pusat visual mata, bayangan yang terfokus di sini akan diinterpretasikan dengan jelas dan tajam oleh otak.

Rongga orbita mata berbentuk piramida dengan basis di depan dan apex di belakang bagian medial, dipisahkan oleh nasal lateral dan medial, berbentuk sudut  $45^\circ$  anterior posterior, untuk proteksi cavum orbita berhubungan dengan sinus para nasalis.

Berikut batas-batas orbita mata :

- Orbita atas: sinus frontalis.
- Orbita bawah: sinus maksilaris.
- Medial: sinus ethmoidalis & sphenoidalis, bila infeksi, merusak lamina papyrsea.
- Dasar relatif tipis, mudah rusak oleh karena trauma bola mata (blow out fracture), herniasi isi cavum orbita ke sinus maksilaris.

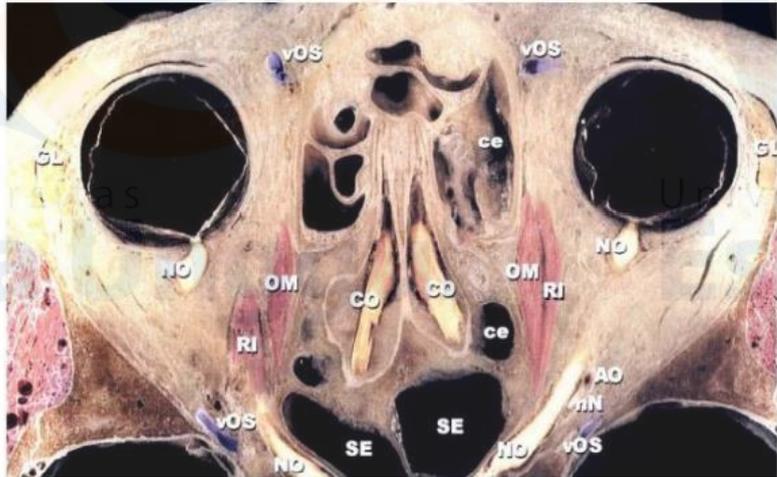
Tulang pembentuk orbita terdiri dari: frontal, zygoma, maxillary, palatine, lacrimal, ethmoidal, dan sphenoid.

✚ Dinding orbita terdiri dari:

- Atap: frontal, sphenoid.
- Lateral: sphenoid, zygomatic.
- dasar: maxillary, zygomatic.
- Medial Wall: ethmoid, lacrimal, frontal bone, maxillary.

✚ Atap orbita terdiri dari:

- Sebagian os frontalis.
- Anterolateral: fossa lakrimalis (kelenjar lakrimalis).
- Posterior: ala minor os sphenoid (kanalis optik).



Gambar 2. Orbita (Sumber: Ethel, 2004)

**Dasar orbita** terdiri dari:

1. Fissura orbitalis inferior pemisah lateral orbita.
2. Pars orbitalis os maxillaris paling luas, rusak bila blow out fracture.
3. Posterior: os. Palatina
4. Rima orbita bagian bawah: Prosesus maxillaris Os maxilla dan Os zygomaticus.

**Rongga orbita** terdiri dari:

1. Sepasang rongga ditulang yang berisi “bola mata, otot, saraf, pembuluh darah, dan lemak yang berhubungan dengan bola mata”.
2. Lubang orbita dilindungi oleh dua lipatan tipis yang dapat bergerak yaitu kelopak mata (palpebra).

Di bagian **medial posterior** terdiri dari:

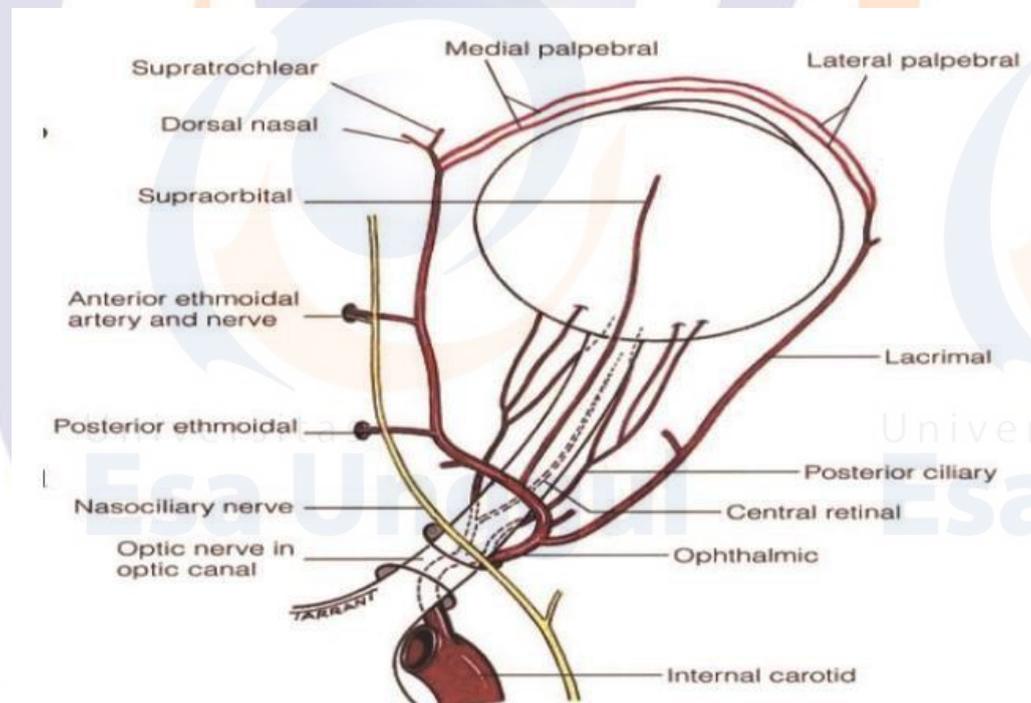
1. Os ethmoid, tulang tipis seperti kertas, menebal di anterior dan menyatu dengan os lakrimal.
2. Posterior: corpus sphenoid.

**Isi orbita** yaitu terdiri dari sekitar 30 ml, dengan proporsi bola mata 1/5 atau 20% atau 6-7 ml. Berisi otot, lemak, pembuluh darah, syaraf, kelenjar & jaringan getah bening. Septum orbita yaitu:

1. Fasia tipis pembatas anterior.
2. Posterior muskulus orbicularis oculi.
3. Barrier kelopak mata dengan bulbus okuli.

**Vascularisasi** pada mata terdiri dari:

1. Arteria ophthalmica.
2. Cabang pertama arteri carotis interna.
3. Masuk bersama nervus optikus melalui canalis opticus.
4. Cabang pertama: arteri retina sentralis, masuk nervus optikus 8-12 mm belakang bola mata.
5. Cabang lain ke palpebra, bentuk arcade, anastomose arteri carotis externa melalui arteri fasialis.



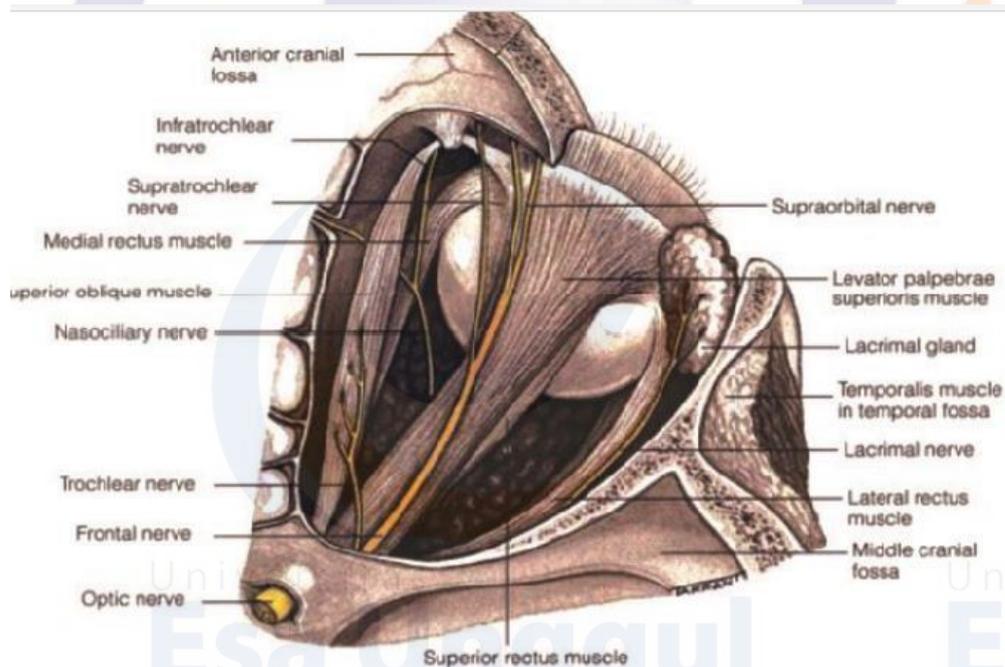
Gambar 3. Vaskularisasi pada Mata (Sumber: Ethel, 2004)

➤ Cabang arteri oftalmica

Cabang arteri oftalmica terdiri dari:

- a. Arteri Lakrimalis: Glandula lakrimalis dan kelopak mata atas.
- b. Cabang Muskuler: otot bola mata.
- c. Arteri Siliaris anterior dan posterior.
- d. Arteri Medialis Palpebra : Kelopak mata.
- e. Arteri Supra Orbital.
- f. Arteri Supra Troklearis.

- g. Arteri Siliaris post brevis: choroid & n. Optikus.
  - h. Arteri Siliaris posterior longus: posterior Siliaris, anastomose dengan arteri Siliaris Anterior: Sirkulus arteri mayor iris.
  - i. Arteri Siliaris anterior terbagi cabang muskuler ke otot rektus dan sklera, episklera, limbus dan konjungtiva.
- Vena dan Apex orbita
- Vena orbita terutama adalah vena orbitalis superior dan inferior. Vena orbita superior secara klinis penting karena vena palpebra dan periorbital langsung masuk sinus cavernosus. Apex orbita merupakan jalan masuk syaraf dan pembuluh darah origo otot extra okuler kecuali musculus obliquus inferior.



Gambar 4. Sistem Persarafan Mata (Sumber: Ethel, 2004)

## 2. Saraf pada mata

Saraf pada orbita terdiri dari saraf motorik dan saraf sensoris.

- Saraf Motorik
- Nervous III (okulomotor), dengan ciri:
    - a) Masuk melalui annulus zinnii.
    - b) Bercabang menjadi 2 yaitu superior dan inferior.
    - c) Bagian superior terdiri dari musculus rektus superior dan levator palpebra superior.
    - d) Bagian Inferior bercabang 2 yaitu rektus medial dan rektus inferior, berlanjut obliquus inferior dan ganglion siliaris (musculus siliaris dan

muskulus sfingter pupil).

- Nervous IV (Trochlearis), dengan ciri:
  - a) Masuk melalui fisura sphenoidalis.
  - b) Mensyarafi muskulus obliquus superior.
- Nervous VI (Abducens), dengan ciri:
  - a) Masuk melalui annulus zinnii.
  - b) Mensyarafi muskulus rektus lateral.
- Nervous VII (Fasialis)

➤ Saraf sensoris

- Nervous II (Optikus) sebagai saraf penglihatan.
- Nervous V (Trigeminus) terdiri atas nervous oftalmika dan nervous maksilaris.
  - a. Nervous Oftalmika, dengan ciri:
    - Nervous Frontalis: alis dan kelopak mata atas.
    - Nervous Nasalis: ganglion siliaris.
    - Nervous Lakrimalis: glandula lakrimalis.

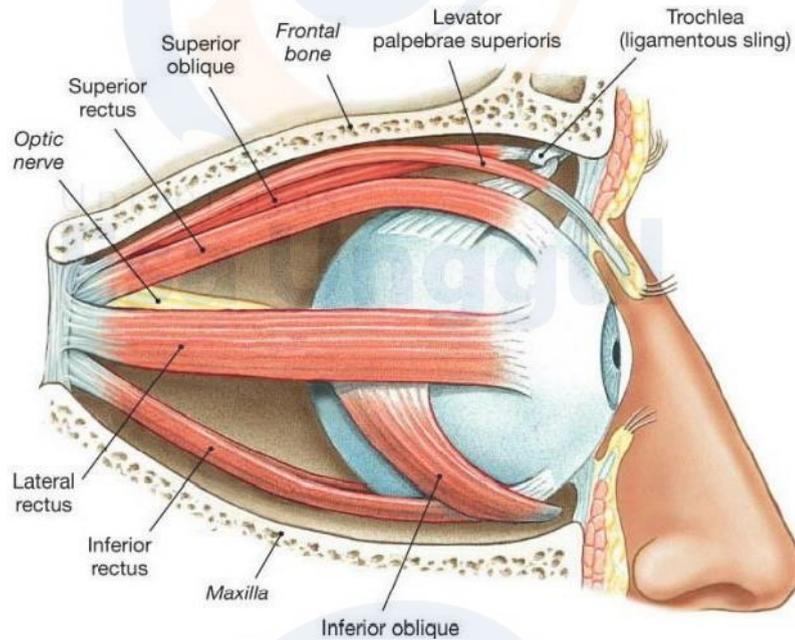
b. Nervous Maksilaris

Nervous Infraorbita berada di kelopak mata bawah, bibir atas dan pipi, hidung serta sistim lakrimalis. Nervous Zigomatika berada di kulit regio zigoma, anastomose nervous lakrimalis (glandula lakrimal)

**Bola mata**

Terdapat 6 otot-otot pada bola mata yaitu:

- a. Empat (4) otot diinervasi Nervous III (Okulomotor), meliputi rektus superior, rektus inferior, rektus medius, dan obliquus inferior
- b. Obliquus Superior yaitu Nervous IV (Trochlearis).
- c. Rektus Lateralis: Nervous VI (Abducens).
  - Inseri: Sklera.
  - Origo: Anulus Tendineus Zinnii.



Gambar 5. Otot-otot Mata

Bola mata terdiri dari beberapa lapisan, yaitu tunica fibrosa, tunica vaskulosa pigmentosa, dan tunica nevrosa (retina).

**a. Tunica fibrosa**

Terdiri atas bagian posterior yang opak, sclera, dan bagian anterior yang transparan. Sclera terdiri atas jaringan fibrosa padat berwarna putih di posterior, sclera ditembus oleh nervus optikus. Lamina cribrosa adalah daerah sclera yang ditembus oleh serabut nervus optikus, dan tempat melihat tekanan intra okular. Cornea memiliki fungsi utama memantulkan cahaya yang masuk ke mata.

**b. Tunica vasculosa pigmentosa**

Tunica vasculosa terdiri dari corioidea, corpus ciliare, iris dan pupil.

1) Coroida adalah lapisan luar berpigmen dan lapisan dalam vaskular.

2) Corpus ciliare terdiri dari corona ciliaris, procecus siliaris dan muskulus siliaris.

3) Iris dan pupil adalah diafragma berpigmen tipis kontraktif dgn lubang di tengahnya, yaitu pupilla.

4) Iris membagi ruangan antara lensa dan kornea menjadi camera anterior dan posterior.

**c. Tunica nervosa (retina)**

Retina terdiri dari vas nervosa sebelah dalam dan vas pigmentosa di bagian luar. Permukaan dalam berhubungan dengan corpus vitreum,

pinggir anteriornya membentuk cincin berombak disebut orraserata. Pertengahan posterior retina terdapat daerah lonjong kekuningan disebut makula lutea. Retina dengan daya paling jelas di tengahnya terdapat lekukan namanya popeacentralis. Titik buta retina terdapat discus nervi optici, tidak terdapat sebatang dan kerucut.

Isi bola mata terdiri dari humor aquosus, corpus fitreum, dan lensa.

**a. Humor aquosus**

Humor aquosus merupakan cairan bening yang mengisi kamera anterior dan kamera posterior bulbi. Cairan merupakan sekret dari proses ciliaris. Cairan mengalir ke kamera posterior kemudian ke kamera anterior melalui pupilla dan mengalir keluar melalui celah angulus iridocornealis masuk ke dalam angulus schlemmi. Cairan ini berfungsi untuk menyokong dinding bola mata dan memberikan tekanan dari dalam sehingga menjaga bentuk bola matanya. Cairan ini juga memberikan makanan pada kornea dan lensa dan mengangkut hasil-hasil metabolisme karena kornea dan lensa tidak mempunyai pembuluh darah.

**b. Corpus vitreum**

Corpus vitreum mengisi bolamata di dalam lensa dan merupakan gel yang transparan, terdapat canalis hyaloidus saluran sempit yang berjalan melalui corpus vitreum dari diskus nervi optici ke permukaan posterior lensa. Fungsi corpus vitreum sedikit menambah pembesaran mata juga menyokong permukaan posterior lensa dan membantu melekatkan pars nevrosaretina ke pars pigmentosa retina.

**c. Lensa**

Struktur bikonveksi yang transparan dibungkus oleh kapsula transparan. Lensa terletak di belakang iris dan di depan corpus vitreum serta di kelilingi prosesus siliaris. Lensa terdiri atas kapsula elastis yang membungkus struktur. Epiteium kuoideum yang terbatas pada permukaan anterior lensa. Vibraelentis yang dibentuk dari epitelium kuboideum pada ekuator lentis, vibraelentis menyusun bagain terbesar lensa.

**Palpebra (Kelopak Mata)**

Fungsi palpebra adalah mencegah benda asing masuk dan juga membantu proses lubrikasi permukaan kornea. Untuk proses membuka pada palpebra dengan muskulus levator palpebra superior dan persarafan Nervous III. Proses menutup palpebra dengan kontaksi muskulus

orbikularis okuli dan persarafan Nervous VII. Saraf sensoris pada palpebra dengan nervous oftalmikus. Muskulus levator palpebra superior berfungsi mengangkat palpebra superior dengan persarafan Central Nervous III. Jaringan pelindung mata dibentuk oleh kulit kelopak mata, tarsus, septum orbitalis, M. Orbikularis okuli, M. Levator palpebra superior, kelenjar meiboom, zeiss, moll, krausse & wolfring, pembuluh darah, kelenjar limfe.

- a. Kulit kelopak mata  
Kulit kelopak mata merupakan kulit tertipis, sangat kendor dan elastis, mudah kembali ke bentuk semula bila mana proses radang, hematom, infeksi, tumor dan lain-lain teratasi.
- b. Tarsus Tarsus merupakan jaringan ikat padat dan elastis, sebagai kerangka kelopak mata.
- c. Septum orbitalis Yang merupakan posterior muskulus orbikularis okuli yaitu membentang antara rima orbita dan tarsus. Berfungsi sebagai barier supaya proses di kelopak mata tidak menembus ke orbita.
- d. M. Orbikularis okuli Berfungsi untuk menutup kelopak mata, terdiri dari 3 regio yaitu orbita, preseptal, pretarsal. Regio preseptal & pretarsal berorigo pada fascia yang terhubung dengan sakus lakrimalis, berkedip, pompa mengalirkan air mata dari sakus lakrimalis ke duktus naso lakrimalis.
- e. M. Levator palpebra superior Berfungsi mengangkat kelopak aponeurosis berinsersi ke permukaan anterior tarsus dan kulit palpebra. Mendapat tambahan dari otot muller (diinervasi simpatis) yaitu inervasi dari N. III (okulomotorius).
- f. Kelenjar meiboom, zeiss, moll, krausse dan wolfring Meiboom merupakan kelenjar lemak di tarsus, tidak berhubungan dengan folikel rambut. Berjumlah 25 Superior, 20 Inferior. Memproduksi lemak sebagai oily layer tear film, untuk mencegah penguapan terlalu cepat. Zeiss berukuran lebih kecil dari meiboom dan merupakan modifikasi kelenjar sebacea. Zeiss ini ada hubungan dengan folikel rambut. Moll seperti kelenjar keringat, sedangkan krausse dan wolfring sebagai kelenjar tambahan untuk membasahi sakus konjungtiva dan kornea.
- g. Vaskularisasi Arteri oftalmika, zigomatika dan angularis.
- h. Kelenjar limfe Kelenjar limfe dari palpebra akan mengalir ke preaurikuler, parotis dan submaksilaris.

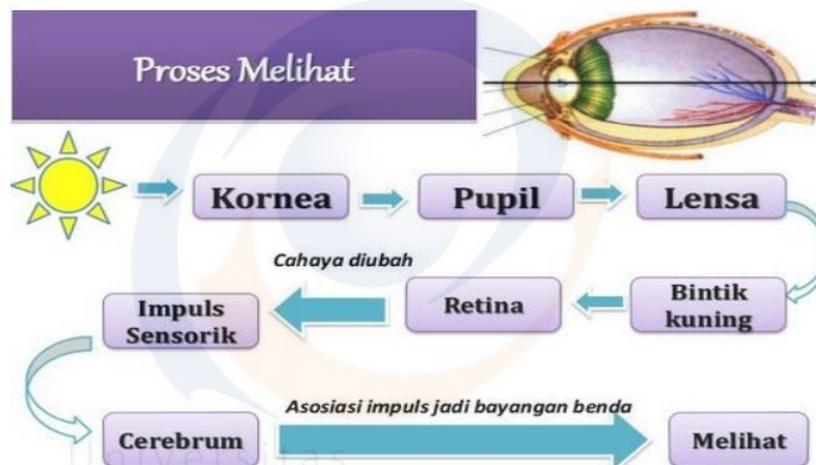
#### **Pertahanan orbita**

- a. Orbita: ruangan yang kuat.
- b. Anterior: palpebra yang dapat menutup dan membuka.
- c. Bola mata terlindungi oleh beberapa komponen di bawah ini.

- 1) Alis, bulu mata pelindung kotoran.
- 2) Tenon, otot luar bola mata, jaringan lemak sebagai shock breaker.
- 3) Tear film, anti mikroba.
- 4) Akuos humor, tekanan bola mata.
- 5) Badan kaca, mempertahankan bentuk.
- 6) Supply vaskular, limfe dan getah bening.

### 3. Fisiologi Indra Penglihatan

Bagaimana proses mata bisa melihat? Tahukah anda caranya mata bisa melihat? Mata bisa melihat benda karena adanya cahaya yang dipantulkan oleh benda tersebut ke mata. Jika tidak ada cahaya yang dipantulkan benda, maka mata tidak bisa melihat benda tersebut.



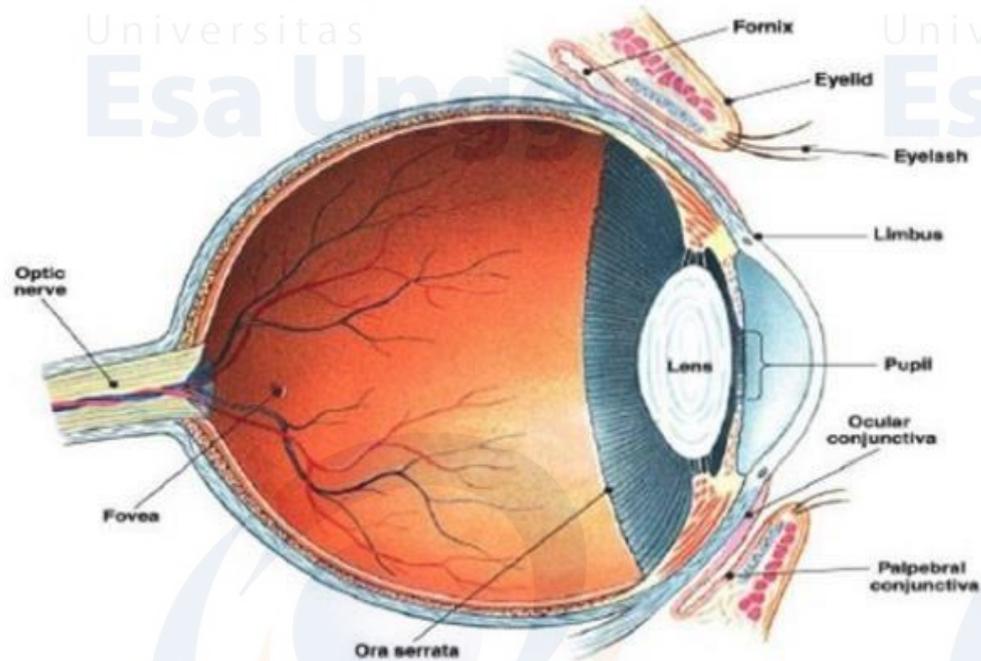
Gambar 6. Proses Melihat (Sumber: Wibowo, 2008)

Proses mata melihat benda adalah sebagai berikut.

- a. Cahaya yang dipantulkan oleh benda di tangkap oleh mata, menembus kornea dan diteruskan melalui pupil.
- b. Intensitas cahaya yang telah diatur oleh pupil diteruskan menembus lensa mata.
- c. Daya akomodasi pada lensa mata mengatur cahaya supaya jatuh tepat di bintik kuning.
- d. Pada bintik kuning, cahaya diterima oleh sel kerucut dan sel batang, kemudian disampaikan ke otak.
- e. Cahaya yang disampaikan ke otak akan diterjemahkan oleh otak sehingga kita bisa mengetahui apa yang kita lihat.

Mata adalah organ sensorik kompleks yang mempunyai fungsi optikal untuk melihat dan saraf untuk transduksi (mengubah bentuk energi ke bentuk lain) bentuk sinar. Aparatus

optik mata membentuk dan mempertahankan ketajaman fokus objek dalam retina. Fotoreseptor dalam retina mengubah rangkaian sinar ke dalam bentuk sinyal kemudian mentransmisikn ke pusat visual di otak melalui elemen saraf integratif.



Gambar 7. Bagian-bagian Bola Mata (Sumber: Merrieb, 2001 )

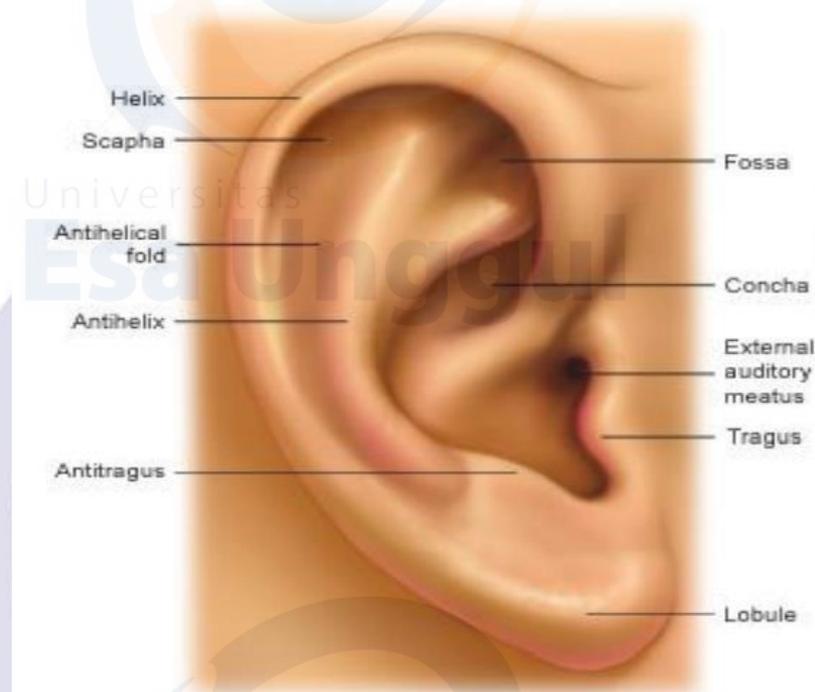
#### 4. Anatomi telinga

Telinga adalah suatu organ kompleks dengan komponen-komponen fungsional penting, aparatus pendengaran dan mekanisme keseimbangannya, terletak di dalam tulang temporalis tengkorak. Sebagian besar telinga tidak dapat diperiksa secara langsung dan hanya dapat diperiksa dengan tes-tes khusus. Telinga terdiri dari telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

Bagian telinga :

##### a. Telinga Luar

Telinga luar terdiri atas daun telinga, gendang telinga, dan membran timpani. Struktur anatomi telinga luar dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



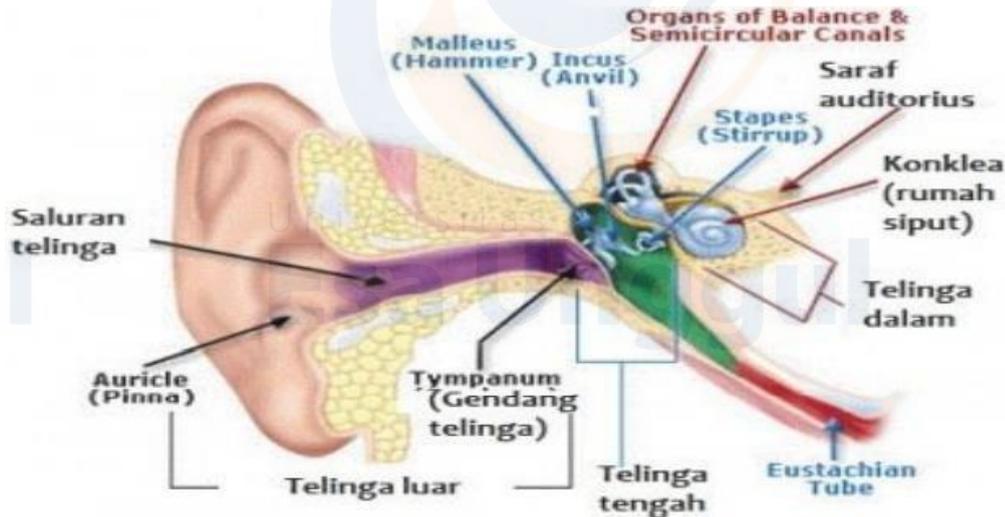
**Bagian 8. Telinga Luar atau Eksternal (Fawcett,1994)**

Daun telinga (pinna atau aurikula) yakni daun kartilago yang menangkap gelombang bunyi dan menjalarkannya ke kanal auditori eksternal (meatus atau lubang telinga), suatu lintasan sempit panjangnya 2,5 cm yang merentang dari aurikula sampai membran timpani (gendang telinga). Gendang telinga atau membran timpani adalah perbatasan telinga tengah. Membran timpani berbentuk kerucut dan dilapisi kulit pada permukaan eksternal dan membran mukosa yang sesuai untuk menggetarkan gelombang bunyi secara mekanis.

**b. Telinga Tengah**

Telinga tengah terletak di rongga berisi udara dalam bagian petrosus tulang temporal. Pada bagian ini terdapat saluran yang menghubungkan telinga tengah dengan faring yaitu tuba eustachius (saluran eustachius). Saluran yang biasanya tertutup dapat terbuka saat menguap, menelan, atau mengunyah. Saluran ini berfungsi untuk menyeimbangkan tekanan udara pada kedua sisi membran timpani. Pada telinga bagian tengah ini terdapat tulang-tulang pendengaran (osikel auditori) yang dinamai sesuai bentuknya, terdiri dari:

- Maleus (tulang martil).
- Incus (tulang landasan atau anvil).
- Stapes (tulang sanggurdi).

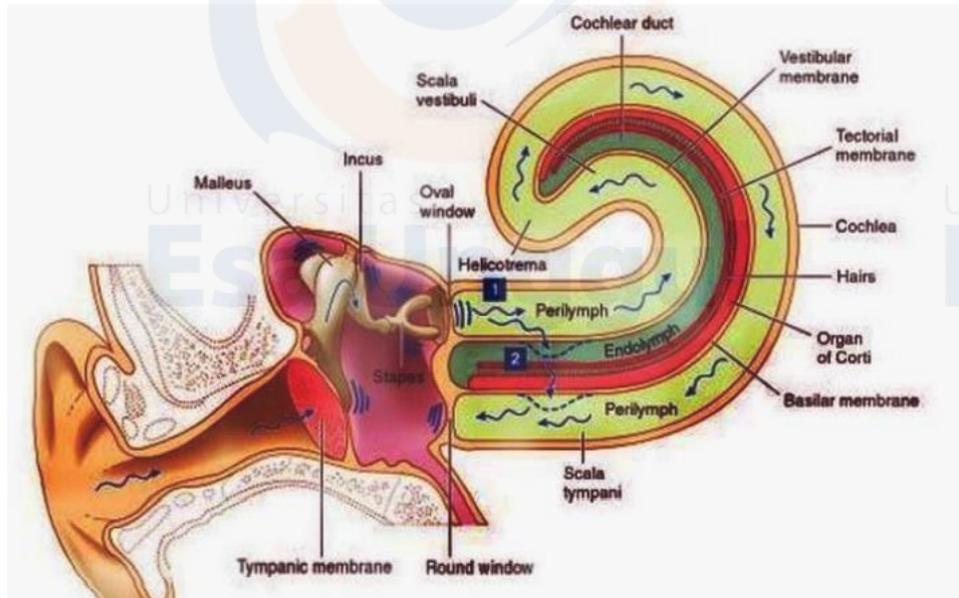


**Bagian 9.** Telinga Tengah (Sumber: Martini, 2012 )

Tulang-tulang ini mengarahkan getaran dari membran timpani ke fenestra vestibuli, yang memisahkan telinga tengah dan telinga dalam. Otot stapedioid melekat pada stapes, yang ukurannya sesuai dengan fenestra vestibuli oval, dan menariknya ke arah luar. Otot tensor timpani melekat pada bagian pegangan maleus, yang berada pada membran timpani, dan menarik fenestra vestibuli ke arah dalam. Bunyi yang keras mengakibatkan suatu refleks yang menyebabkan kontraksi kedua otot yang berfungsi sebagai pelindung untuk meredam bunyi. Otot-otot ini memungkinkan suara yang terlalu keras diredam sebelum mencapai telinga dalam. Berkat mekanisme ini, kita mendengar suara yang cukup keras untuk mengguncang sistem pada tingkat yang telah diredam. Otot-otot ini merupakan otot tak sadar dan bekerja otomatis, bahkan jika kita tertidur dan ada suara keras di samping kita, otot-otot ini segera mengerut dan mengurangi kekuatan getaran yang mencapai telinga dalam.

### c. Telinga Dalam

Telinga dalam (interna) berisi cairan dan terletak dalam tulang temporal di sisi medial telinga tengah.



**Gambar 10.** Telinga Dalam (Sumber: Marrieb, 2001)

Telinga dalam terdiri dari dua bagian yakni labirin tulang dan labirin membranosa yang terletak di dalam labirin tulang.

#### 1) Labirin tulang

Labirin tulang adalah ruang berliku berisi perilymfe, suatu cairan yang menyerupai cairan serebrospinalis. Bagian ini melubangi bagian petrosus tulang temporal dan terbagi menjadi 3 bagian sebagai berikut.

- Vestibula adalah bagian sentral labirin tulang yang menghubungkan saluran semisirkular dengan koklea.
  - Dinding lateral vestibula mengandung fenestra vestibuli dan fenestra cochleae, yang berhubungan dengan telinga tengah.
  - Membran yang melapisi fenestra untuk mencegah keluarnya cairan perilymfe.
- Rongga tulang saluran semisirkular yang menonjol dari bagian posterior vestibula
  - Saluran semisirkular anterior dan posterior mengarah pada bidang vertikal, di setiap sudut kanannya.
  - Saluran semisirkular lateral terletak horizontal dan pada sudut kanan kedua saluran di atas.
- Koklea mengandung reseptor pendengaran.

#### 2) Labirin membranosa

Labirin membranosa adalah serangkaian tuba berongga dan kantong yang terletak dalam labirin tulang dan mengikuti kontur labirin tersebut. Bagian ini mengandung

cairan endolimfe, cairan yang menyerupai cairan interstitial.

Labirin membranosa dalam regio vestibula merupakan lokasi awal dua kantong, utrikulus dan sakulus yang dihubungkan dengan duktus endolimpe sempit dan pendek. Duktus semisirkular yang berisi endolimfe terletak dalam saluran semisirkular pada labirin tulang yang mengandung perilimfe. Setiap duktus semisirkular, utrikulus dan sakulus mengandung reseptor untuk ekuilibrium statis (bagaimana cara kepala berorientasi terhadap ruang bergantung pada gaya gravitasi) dan ekuilibrium dinamis (apakah kepala bergerak atau diam dan kecepatan serta arah gerakan). Utrikulus terhubung dengan duktus semisirkular; sedang sakulus terhubung dengan duktus koklear dalam koklea. Koklea membentuk dua setengah putaran di sekitar inti tulang sentral, mediolus yang mengandung pembuluh darah dan serabut saraf cabang koklear dari saraf vestibulokoklear. Sekat membagi koklea menjadi tiga saluran terpisah sebagai berikut.

- ❖ Duktus koklear atau skala media yang merupakan bagian labirin membranosa yang terhubung ke sakulus adalah saluran tengah yang berisi cairan endolimfe.
- ❖ Dua bagian labirin tulang yang terletak di atas dan di bawah skala media adalah skala vestibuli dan skala timpani. Kedua skala tersebut mengandung cairan perilimfe dan terus memanjang melalui lubang pada apeks koklea yang disebut helikotrema.
  - a) Membran Reissner (membran vestibular) memisahkan skala media dari skala vestibuli yang berhubungan dengan fenestra vestibuli.
  - b) Membran basilar memisahkan skala media dari skala timpani yang berhubungan dengan fenestra cochleae.
- ❖ Skala media berisi organ corti yang terletak pada membran basilar.
  - a) Organ corti terdiri dari reseptor, disebut sel rambut dan sel penunjang yang menutupi ujung bawah sel-sel rambut dan berada pada membran basilar.
  - b) Membran tektorial adalah struktur gelatin seperti pita yang merentang di atas selsel rambut.
  - c) Ujung basal sel rambut bersentuhan dengan cabang bagian koklear saraf vestibulokoklear. Sel rambut tidak memiliki akson dan langsung bersinapsis dengan ujung saraf koklear.

## 5. Fisiologi Indra pendengaran

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

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

- 1) Tahapan Bunyi masuk ke liang telinga dan menyebabkan gendang telinga bergetar.
- 2) Gendang telinga bergetar oleh bunyi.
- 3) Getaran bunyi bergerak melalui osikula ke rumah siput.
- 4) Getaran bunyi menyebabkan cairan di dalam rumah siput bergetar.
- 5) Getaran cairan menyebabkan sel rambut melengkung. Sel rambut menciptakan sinyal saraf yang kemudian ditangkap oleh saraf auditori. Sel rambut pada salah satu ujung rumah siput mengirim informasi bunyi nada rendah dan sel rambut pada ujung lain mengirim informasi bunyi nada tinggi.
- 6) Saraf auditori mengirim sinyal ke otak di mana sinyal ditafsirkan sebagai bunyi. faal pendengaran terdiri dari beberapa hal di bawah ini.

### **Faal Keseimbangan**

Indra keseimbangan merupakan indra khusus yang terletak didalam telinga. Indra keseimbangan secara struktural terletak dekat indra pendengaran, yaitu bagian belakang telinga dalam yang membentuk struktur utrikulus dan sakulus, serta kanalis semirkularis.

#### **a. Sakulus dan utrikulus**

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

#### **b. Kanalis semirkularis**

Suatu struktur yang terdiri atas 3 tulang setengah lingkaran, tersusun menjadi satu kesatuan dengan posisi berlainan, yaitu ada yang horisontal, vertikal atas dan vertikal belakang. Setiap kanalis berisi endolimfe, dan pada setiap pangkalnya membesar disebut ampula, dan berisi reseptor keseimbangan yang disebut cristae ampularis. Kelembapan endolimfe yang terdapat dalam kanalis semisirkularis akan menyebabkan ia bergerak ke arah yang berlawanan dengan arah putaran sehingga kita dapat merasakan adanya perubahan

posisi tubuh. Struktur-struktur di atas berfungsi dalam pengaturan keseimbangan dari syaraf otak VIII. Syaraf otak VIII mengandung dua komponen, yaitu komponen pendengaran dan komponen keseimbangan.

Organ kesetimbangan ini berupa saluran setengah lingkaran dan setiap saluran menggembung pada salah satu ujungnya yang disebut ampula. Di dalam ampula terdapat reseptor yang berupa kelompok sel saraf sensori yang memiliki rambut dalam tudung gelatin yang berbentuk kubah, disebut kupula.

Selain tiga saluran setengah lingkaran terdapat alat keseimbangan yang terletak di dalam utrikulus dan sakulus yang berupa sekelompok sel saraf yang ujungnya berupa rambut bebas yang melekat pada otolit, yaitu bola-bola kalsium karbonat yang ukurannya sangat kecil. Perubahan posisi kepala menyebabkan otolit bergeser posisinya, akibatnya timbul impuls yang akan dikirim ke otak, sehingga kita merasakan sedang miring atau tegak. Gerakan melingkar pada kepala mengakibatkan terjadinya cairan limfe dan menggerakkan otolit meskipun kita sudah berhenti berputar. Akibatnya kita merasa pusing.

Keseimbangan dibagi menjadi dua yaitu keseimbangan statis dan keseimbangan dinamis.

- Keseimbangan Statis

Keseimbangan statis ini merupakan keseimbangan yang berhubungan dengan orientasi letak kepala (badan) terhadap gravitasi bumi. Yang berperan pada keseimbangan statis ini adalah sakulus dan utrikulus (pada kanalis semi sirkularis). Bila kepala miring ke satu arah, otolith yang berat akan tertarik ke bawah oleh gravitasi bumi, hal ini akan menarik lapisan gelatin ke bawah yang kemudian merangsang sel-sel rambut. Impuls keseimbangan ini kemudian dijalarkan melalui bagian vestibularis dari syaraf ke VIII medula kemudian ke korteks otak.

- Keseimbangan Dinamis

Keseimbangan dinamis ini merupakan suatu upaya pertahanan keseimbangan tubuh terhadap gerakan-gerakan berbagai arah, misalnya berputar, jatuh, percepatan, dsb. Bila kepala bergerak ke segala arah, maka cairan di dalam canalis semi sirkularis akan bergerak ke arah sebaliknya sehingga akan menekukkan cupula. Dengan demikian sel-sel rambut terangsang dan timbul impuls menuju syaraf ke VIII. Karenaketiga canalis semisirkularis ini letaknya saling tegak lurus maka gerakan kepala ke segala arah dapat terkontrol oleh alat keseimbangan

### C. Latihan

1. Apakah fungsi Palpebra ?
2. Bagaimanakah mekanisme proses penglihatan?
3. Apa yang anda ketahui tentang keseimbangan statis?

### D. Kunci jawaban

1. Fungsi palpebra adalah mencegah benda asing masuk dan juga membantu proses lubrikasi permukaan kornea
2. Proses mata melihat benda adalah sebagai berikut.
  - a. Cahaya yang dipantulkan oleh benda di tangkap oleh mata, menembus kornea dan diteruskan melalui pupil.
  - b. Intensitas cahaya yang telah diatur oleh pupil diteruskan menembus lensa mata.
  - c. Daya akomodasi pada lensa mata mengatur cahaya supaya jatuh tepat di bintik kuning.
  - d. Pada bintik kuning, cahaya diterima oleh sel kerucut dan sel batang, kemudian disampaikan ke otak.
  - e. Cahaya yang disampaikan ke otak akan diterjemahkan oleh otak sehingga kita bisa mengetahui apa yang kita lihat.
3. Keseimbangan statis ini merupakan keseimbangan yang berhubungan dengan orientasi letak kepala (badan) terhadap gravitasi bumi. Yang berperan pada keseimbangan statis ini adalah sakulus dan ultrikulus (pada kanalis semi sirkularis). Bila kepala miring ke satu arah, otolith yang berat akan tertarik ke bawah oleh gravitasi bumi, hal ini akan menarik lapisan gelatin ke bawah yang kemudian merangsang sel-sel rambut. Impuls keseimbangan ini kemudian dialarkan melalui bagian vestibularis dari syaraf ke VIII medula kemudian ke korteks otak.

**E. Daftar Pustaka**

1. Gerard Tortora, 2014, Principles of Anatomy and Physiology
2. Sanders Tina, Scanlon Valerie, 2006, Essentials of Anatomy and Physiology,.
3. Sherwood, 2014: Human, Physiology - From Cells to Systems
4. Seeley's, 2014, Anatomy & Physiology, Ed. Ke-10.
5. Saladin, 2003, Anatomy and Physiology The Unity of Form and Functio

Universitas  
**Esa Unggul**



**PROGRAM STUDI ILMU GIZI  
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ESA UNGGUL JAKARTA**

Mata Kuliah : Anatomi fisiologi 1

Sesi 1

**PETUNJUK UMUM :**

1. Bacalah tugas dengan teliti dan berdo'alah sebelum mulai bekerja.
2. Periksalah jawaban saudara sebelum diupload.
3. Dilarang keras mencontek jawaban mahasiswa lainnya (plagiat).
4. Pelanggaran terhadap ketentuan di atas diberikan nilai 0

**TUGAS**

1. Berilakan contoh homeostasis pada sintem pernapasan (nim ganjil) dan system gastrointestinal (nim genap)
2. Jelaskan jawaban anda pada soal nomor 1



**PROGRAM STUDI ILMU GIZI  
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ESA UNGGUL JAKARTA**

Mata Kuliah : Anatomi fisiologi 1

Sesi 1

**PETUNJUK UMUM :**

1. Bacalah tugas dengan teliti dan berdo'alah sebelum mulai bekerja.
2. Periksalah jawaban saudara sebelum diupload.
3. Dilarang keras mencontek jawaban mahasiswa lainnya (plagiat).
4. Pelanggaran terhadap ketentuan di atas diberikan nilai 0

**TUGAS**

1. Gambarlah bagian otak besar, otak kecil dan sum sum tulang belakang
2. Identifikasikan bagian2 dengan penomoran pada gambar
3. Sertakan literaturnya



**PROGRAM STUDI ILMU GIZI  
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ESA UNGGUL JAKARTA**

Mata Kuliah : Anatomi fisiologi 1

Sesi 1

**PETUNJUK UMUM :**

1. Bacalah tugas dengan teliti dan berdo'alah sebelum mulai bekerja.
2. Periksalah jawaban saudara sebelum diupload.
3. Dilarang keras mencontek jawaban mahasiswa lainnya (plagiat).
4. Pelanggaran terhadap ketentuan di atas diberikan nilai 0

**TUGAS**

1. Buatlah dalam bentuk gambar kerja system saraf sensorik?
2. Buatlah dalam bentuk gambar kerja system saraf motorik?



**PROGRAM STUDI ILMU GIZI  
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ESA UNGGUL JAKARTA**

Mata Kuliah : Anatomi fisiologi 1

Sesi 1

**PETUNJUK UMUM :**

1. Bacalah tugas dengan teliti dan berdo'alah sebelum mulai bekerja.
2. Periksalah jawaban saudara sebelum diupload.
3. Dilarang keras mencontek jawaban mahasiswa lainnya (plagiat).
4. Pelanggaran terhadap ketentuan di atas diberikan nilai 0

**TUGAS**

1. Gambarlah indra penglihatan dan pendengaran?
2. Identifikasikan dan sebutkan fungsinya masing masing?
3. Cantumkan 3 literatur dari soal no 1 dan 2