

**DIKTAT KULIAH**

**PSIKOLOGI FAAL**

***DISUSUN OLEH:***

***dr. EUIS HERYATI, M.Kes***

***dr. NUR FAIZAH R, M.Kes***

**FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2008**

## KATA PENGANTAR

Psikologi fisiologi atau psikologi-faal sebagai salah satu cabang ilmu psikologi yang meminati interrelasi dari sistem saraf dan endokrin dengan proses tingkah laku dan proses mental, merupakan salah satu mata kuliah yang diajarkan di Prodi Psikologi Universitas Pendidikan Indonesia. Mata kuliah ini dimaksudkan untuk membekali mahasiswa dengan pengetahuan mengenai dasar-dasar fisiologi tubuh manusia dalam mempelajari perilaku atau proses interaksi individu dengan lingkungannya.

Dengan disusunnya diktat psikologi-faal ini diharapkan dapat membantu mempermudah mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan. Selain itu dengan penyusunan diktat ini diharapkan juga agar tim pengajar bisa saling berinteraksi mengenai pokok bahasan mana pada saat perkuliahan sedang berjalan, sehingga pengajar lain yang akan menyambung perkuliahan tidak kesulitan melanjutkannya.

Materi yang disajikan dalam diktat ini hanya sebagian kecil dari kajian ilmu fisiologi secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan demikian luasnya kajian ilmu fisiologi, sementara waktu perkuliahan terbatas. Materi-materi yang disajikan dalam diktat ini merupakan rangkuman sederhana yang dipertimbangkan oleh penyusun sebagai materi-materi yang penting untuk disampaikan dalam perkuliahan psikologi-faal dalam rangka menunjang pemahaman mahasiswa tentang proses-proses perilaku manusia.

Demikian sederhananya diktat ini, maka tentu masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu komentar dan saran demi perbaikan isi diktat ini sangat diharapkan.

Dan akhirnya, puji syukur tiada terhingga kehadiran Illahi Rabbi, karena penyusun dapat menyelesaikan diktat ini. *Alhamdulillah rabbila'lamiin.....*

Bandung, 01 Februari 2008

“sepertiga akhir malam”

*cuisheryati*

# DAFTAR ISI

## KATA PENGANTAR

## DAFTAR ISI

## PENDAHULUAN

### **SISTEM SARAF** Struktur Sel pada Sistem saraf

- a. Neuron
- b. Sel Glia

#### Fisiologi Sinaps

- a. Struktur Sinaps
- b. Konduksi Aksonal
- c. Transmisi Sinaptik

#### Susunan dan Fungsi Sistem Saraf

- a. Susunan Sistem Saraf
- b. Struktur Hirarki Otak
- c. Struktur dan Fungsi Otak
- d. Medulla Spinalis
- e. Sistem Saraf Tepi

#### Susunan Saraf Fungsional

- a. Sistem Motorik
- b. Sistem Sensorik
- c. Sistem Retikuler
- d. Fungsi Kortikal; Korteks Cerebri
- e. Fungsi Perilaku; Sistem Limbik

#### Aspek Biokimia Perilaku

- a. Neurotransmitter
- b. Obat yang Mempengaruhi Perilaku

### **SISTEM ENDOKRIN**

- a. Gambaran Umum
- b. Kelenjar Hipofisis
- c. Kelenjar Adrenal
- d. Kelenjar Tiroid

### **SISTEM NEUROHORMONAL**

- a. Hubungan Sistem Saraf dan Sistem Hormon
- b. Aktivitas Biologis Sistem Saraf dan Hormon
- c. Aksis atau Poros HPA

- SISTEM PENGLIHATAN**
- a. Anatomi Mata
  - b. Gerakan Mata dan Pengaturannya
  - c. Fisiologi Penglihatan
  - d. Susunan Optik Mata
  - e. Lintang Pandang
  - f. Fotokimia Penglihatan
  - g. Penglihatan Warna
  - h. Lintas Saraf Penglihatan
  - i. Gangguan Persepsi Visual

**SISTEM PENDENGARAN**

- a. Anatomi Telinga
- b. Dasar-dasar Psikoakustik
- c. Fisiologi Pendengaran
- d. Gangguan Pendengaran

**SISTEM PENGHIDU (PENCIUMAN)**

- a. Anatomi dan Fisiologi
- b. Gangguan Fungsi Penciuman

**SISTEM PENGECAPAN**

- a. Anatomi dan Fisiologi
- b. Gangguan Fungsi Pengecapan

**DAFTAR PUSTAKA**

## PENDAHULUAN

Secara umum psikologi diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tingkah laku manusia, baik tingkah laku yang dapat diamati seperti gerak tangan dan cara berbicara ataupun tingkah laku yang berhubungan dengan perubahan kejiwaan. Psikologi juga mempelajari bagaimana manusia berperilaku dan berinteraksi dengan lingkungannya.

Dalam menjelaskan perilaku maupun kejiwaan manusia tersebut, psikologi tidak terlepas dari hubungannya dengan ilmu-ilmu pengetahuan yang lain. Salah satu cabang ilmu pengetahuan yang memiliki keterkaitan erat dengan psikologi adalah ilmu fisiologi atau ilmu faal, yaitu ilmu yang mempelajari cara bekerja atau berfungsinya struktur dan sistem organ di dalam tubuh manusia. Kajian fisiologi dapat menjelaskan sifat-sifat spesifik dan berbagai mekanisme dalam tubuh manusia sehingga bermakna kehidupan.

Perilaku manusia, mulai dari mengedipkan mata sampai bermain tennis atau memecahkan soal-soal ujian, tergantung pada integrasi berbagai proses dalam tubuh. Integrasi ini dilakukan oleh sistem saraf dengan bantuan sistem endokrin (sistem hormon). Karena dalam banyak aspek perilaku manusia dan kejiwaan manusia tidak dapat dipahami sepenuhnya tanpa adanya dasar pengetahuan mengenai proses biologis ataupun fisiologis, maka mempelajari dan memahami perilaku manusia tidak akan terlepas dari kedua faktor tersebut. Selain itu, mekanisme fisiologi kadangkala dapat menerangkan berbagai proses psikologis yang terjadi. Hubungan ini terlihat jelas pada fenomena-fenomena kompleks seperti : proses bahasa, memori, mood, dan lainnya, yang mungkin masih sulit diterangkan secara psikologis. Sebagai contoh kerusakan bagian otak tertentu dapat menyebabkan gangguan bahasa pada seseorang.

Oleh karena keterkaitan itulah maka muncul **psikologi fisiologi (psikologi faal)**, suatu bagian dari ilmu psikologi yang mempelajari perilaku atau proses interaksi individu dengan lingkungannya melalui pemahaman dasar-dasar fisiologinya, sehingga psikologi faal ini merupakan cabang psikologi yang meminati interrelasi dari sistem saraf dan endokrin dengan proses tingkah laku dan proses mental.

Dalam psikologi faal ini akan dibahas mengenai berbagai fungsi sistem organ dalam tubuh manusia, seperti sistem saraf, sistem endokrin (hormon), sistem pancaindera, dan lainnya, yang semua itu diharapkan dapat membantu mempermudah pemahaman tentang fungsi perilaku manusia dan interaksinya dengan lingkungan.

## PENDAHULUAN

Secara umum psikologi diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tingkah laku manusia, baik tingkah laku yang dapat diamati seperti gerak tangan dan cara berbicara ataupun tingkah laku yang berhubungan dengan perubahan kejiwaan. Psikologi juga mempelajari bagaimana manusia berperilaku dan berinteraksi dengan lingkungannya.

Dalam menjelaskan perilaku maupun kejiwaan manusia tersebut, psikologi tidak terlepas dari hubungannya dengan ilmu-ilmu pengetahuan yang lain. Salah satu cabang ilmu pengetahuan yang memiliki keterkaitan erat dengan psikologi adalah ilmu fisiologi atau ilmu faal, yaitu ilmu yang mempelajari cara bekerja atau berfungsinya struktur dan sistem organ di dalam tubuh manusia. Kajian fisiologi dapat menjelaskan sifat-sifat spesifik dan berbagai mekanisme dalam tubuh manusia sehingga bermakna kehidupan.

Perilaku manusia, mulai dari mengedipkan mata sampai bermain tennis atau memecahkan soal-soal ujian, tergantung pada integrasi berbagai proses dalam tubuh. Integrasi ini dilakukan oleh sistem saraf dengan bantuan sistem endokrin (sistem hormon). Karena dalam banyak aspek perilaku manusia dan kejiwaan manusia tidak dapat dipahami sepenuhnya tanpa adanya dasar pengetahuan mengenai proses biologis ataupun fisiologis, maka mempelajari dan memahami perilaku manusia tidak akan terlepas dari kedua faktor tersebut. Selain itu, mekanisme fisiologi kadangkala dapat menerangkan berbagai proses psikologis yang terjadi. Hubungan ini terlihat jelas pada fenomena-fenomena kompleks seperti : proses bahasa, memori, mood, dan lainnya, yang mungkin masih sulit diterangkan secara psikologis. Sebagai contoh kerusakan bagian otak tertentu dapat menyebabkan gangguan bahasa pada seseorang.

Oleh karena keterkaitan itulah maka muncul **psikologi fisiologi (psikologi faal)**, suatu bagian dari ilmu psikologi yang mempelajari perilaku atau proses interaksi individu dengan lingkungannya melalui pemahaman dasar-dasar fisiologinya, sehingga psikologi faal ini merupakan cabang psikologi yang meminati interrelasi dari sistem saraf dan endokrin dengan proses tingkah laku dan proses mental.

Dalam psikologi faal ini akan dibahas mengenai berbagai fungsi sistem organ dalam tubuh manusia, seperti sistem saraf, sistem endokrin (hormon), sistem pancaindra, dan lainnya, yang semua itu diharapkan dapat membantu mempermudah pemahaman tentang fungsi perilaku manusia dan interaksinya dengan lingkungan.

## SISTEM SARAF

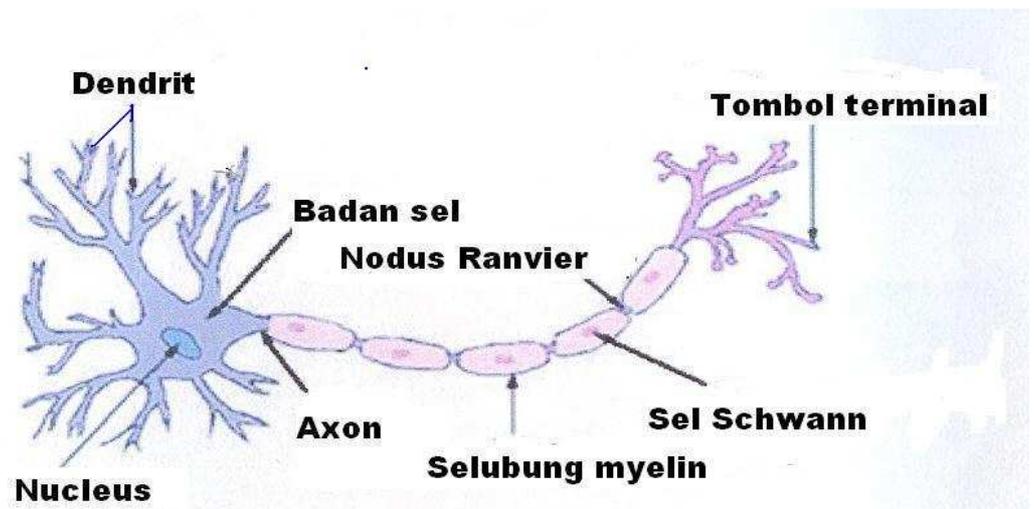
### STRUKTUR SEL PADA SISTEM SARAF

Sistem saraf memiliki dua tipe sel saraf, yaitu neuron dan sel-sel pendukung atau sel glia.

#### a. Neuron

Neuron adalah sel saraf yang merupakan unit dasar sistem saraf dan berfungsi untuk menghantarkan impuls yang membawa informasi dari lingkungan. Neuron juga dapat mengontrol kontraksi/gerakan otot dan berkomunikasi satu sama lain. Neuron berbeda-beda dalam ukuran dan bentuknya tergantung pada tugas khusus yang harus dilakukannya, namun secara umum setiap neuron terdiri dari: badan sel (perikarion/soma), nucleus (inti sel), axon, dendrit, dan tombol terminal. Setiap neuron memiliki sebuah badan sel yang berisi nucleus yang di dalamnya terdapat kromosom (DNA). Dari badan sel menjulur prosesus-prosesus (tonjolan) yang disebut axon dan dendrit. Axon merupakan prosesus yang menghantarkan impuls dari badan sel ke tombol terminal dan jumlahnya biasanya satu. Sedangkan dendrit merupakan prosesus yang menghantarkan impuls menuju badan sel dan jumlahnya biasanya banyak.

Gambar. Struktur neuron



Axon dari sebagian besar neuron diselubungi oleh selaput tipis berlemak yang disebut selubung myelin yang berfungsi mengisolasi axon. Jika selubung myelin

bersambungan, konduksi dapat dihindari, tetapi selubung myelin ini selalu terhalang oleh sambungan yang disebut nodus Ranvier yang ada pada hampir setiap 2 mm, dimana myelin itu sangat tipis atau sama sekali tidak ada. Konduksi dalam benang bermyelin berlangsung lebih cepat daripada dalam benang yang tidak bermyelin. Dalam evolusi, perkembangan selubung myelin itu lambat. Kenyataan bahwa pembentukan selubung myelin dalam banyak bagian otak belum sempurna sampai beberapa waktu setelah lahir, menunjukkan bahwa pematangan sensorik dan kemampuan motorik bayi berhubungan dengan proses pembentukan myelin yang lambat.

Ada 3 jenis neuron, yaitu :

- Neuron sensorik = neuron aferen  
Fungsinya mengirimkan impuls yang diterima reseptor ke saraf pusat (otak). Reseptor itu merupakan sel khusus dalam organ penginderaan, otot, kulit, serta sendi yang mendeteksi adanya perubahan lingkungan.
- Neuron motorik = neuron eferen  
Fungsinya membawa isyarat atau impuls yang keluar dari otak/medulla spinalis menuju ke organ efektor terutama otot dan kelenjar sehingga terjadi respon motorik.
- Interneuron = neuron-neuron asosiatif  
Fungsinya menerima isyarat atau impuls dari neuron sensorik dan mengirimkan impuls ke interneuron lain atau ke neuron motorik.

#### **b. Sel Glia (neuroglia)**

Di antara neuron-neuron terdapat sel glia (neuroglia) yang merupakan sel-sel pendukung (*supporting cells*) untuk keefektifan kerja neuron. Sel glia ini dapat membantu neuron melekat pada tempatnya dan memberinya nutrisi. Macam-macam sel glia yaitu :

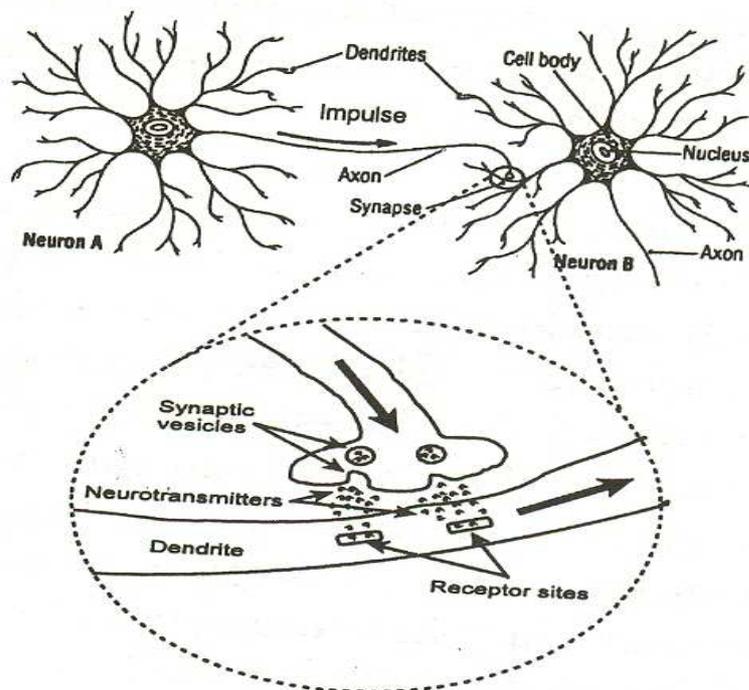
1. Astrocyte (*star cell*), berfungsi mengikat neuron-neuron dengan pembuluh darah, mengatur larutan kimia dalam cairan yang mengelilingi neuron, menyokong dan memproteksi sistem saraf.
2. Oligodendrocyte, berfungsi mengikat neuron-neuron dengan jarikngan ikat, membentuk selubung myelin di sekitar axon pada SSP.
3. Microglia, berfungsi sebagai fagosit pada proses fagositosis sel-sel mati di jaringan otak yang rusak.

## FISIOLOGI SINAPS

### a. Struktur Sinaps

Informasi yang dialarkan dalam sistem saraf berbentuk impuls saraf yang melewati serangkaian neuron-neuron, dari satu neuron ke neuron berikutnya melalui penghubung antar neuron (*interneuronal junctions*) yang disebut sebagai sinaps.

**Gambar . Struktur Sinaps (penghubung antar neuron)**



Fungsi sinaps ini menghubungkan tombol terminal pada ujung axon sebuah neuron dengan membran neuron yang lain. Membran pada tombol terminal dikenal sebagai membran presinaps, sedangkan membran pada neuron penerima dikenal sebagai membran postsinaps. Kedua membran tersebut dipisahkan oleh suatu celah sinaps (*synaptic cleft*) yang lebarnya  $\pm 200-300$  angstrom. Ujung presinaps mempunyai 2 struktur dalam yang berguna untuk penerus rangsang atau penghambat sinaps, yaitu kantong sinaps (*synaptic vesicle*) dan mitokondria. Sebagian besar ujung presinaps bersifat mudah dirangsang (*excitatory*) dan akan mensekresi suatu bahan yang merangsang neuron postsinaps, sedangkan yang lainnya bersifat mudah dihambat (*inhibitory*) dan akan mensekresi suatu bahan yang dapat menghambat neuron.

Kantong sinaps mengandung bahan transmitter (neurotransmitter) yang bila dilepaskan ke dalam celah sinaps dapat merangsang atau menghambat neuron tergantung reseptor pada membran neuron. Mitokondria akan menyediakan ATP yang dibutuhkan untuk mensintesa bahan-bahan transmitter baru.

#### **b. Konduksi Aksonal**

Penjalaran impuls saraf terjadi di sepanjang axon. Jika axon terkena rangsangan pada pusatnya, axon itu akan mengeluarkan impuls ke salah satu arah, yaitu menuju badan sel atau menjauhi badan sel. Gerakan impuls saraf ini bersifat elektrokimiawi. Selaput tipis yang menghubungkan protoplasma sel daya tembusnya tidak sama terhadap berbagai jenis muatan ion listrik yang biasanya mengapung dalam protoplasma dan cairan sekeliling sel. Dalam keadaan istirahat, selaput sel mengeluarkan muatan ion sodium positif ( $\text{Na}^+$ ) dan memberi jalan masuk ion potassium ( $\text{K}^+$ ) serta klorida ( $\text{Cl}^-$ ). Akibatnya terdapat kekuatan listrik lemah, atau perbedaan voltase di seberang selaput. Di bagian dalam sel saraf lebih negatif daripada di bagian luar. Keadaan demikian disebut potensi istirahat (*resting potential*). Jika axon terkena rangsangan, kekuatan elektrik di seberang selaput berkurang tepat pada waktu adanya rangsang. Jika pengurangan potensi itu cukup besar, daya tembus selaput sel mengalami perubahan sehingga ion sodium memasuki sel, proses ini disebut depolarisasi, dan sekarang bagian luar selaput sel menjadi lebih negatif dibanding dengan bagian luar sel. Fenomena ini disebut potensial aksi (*action potential*) sebagai lawan dari potensi istirahat.

#### **c. Transmisi Sinaptik**

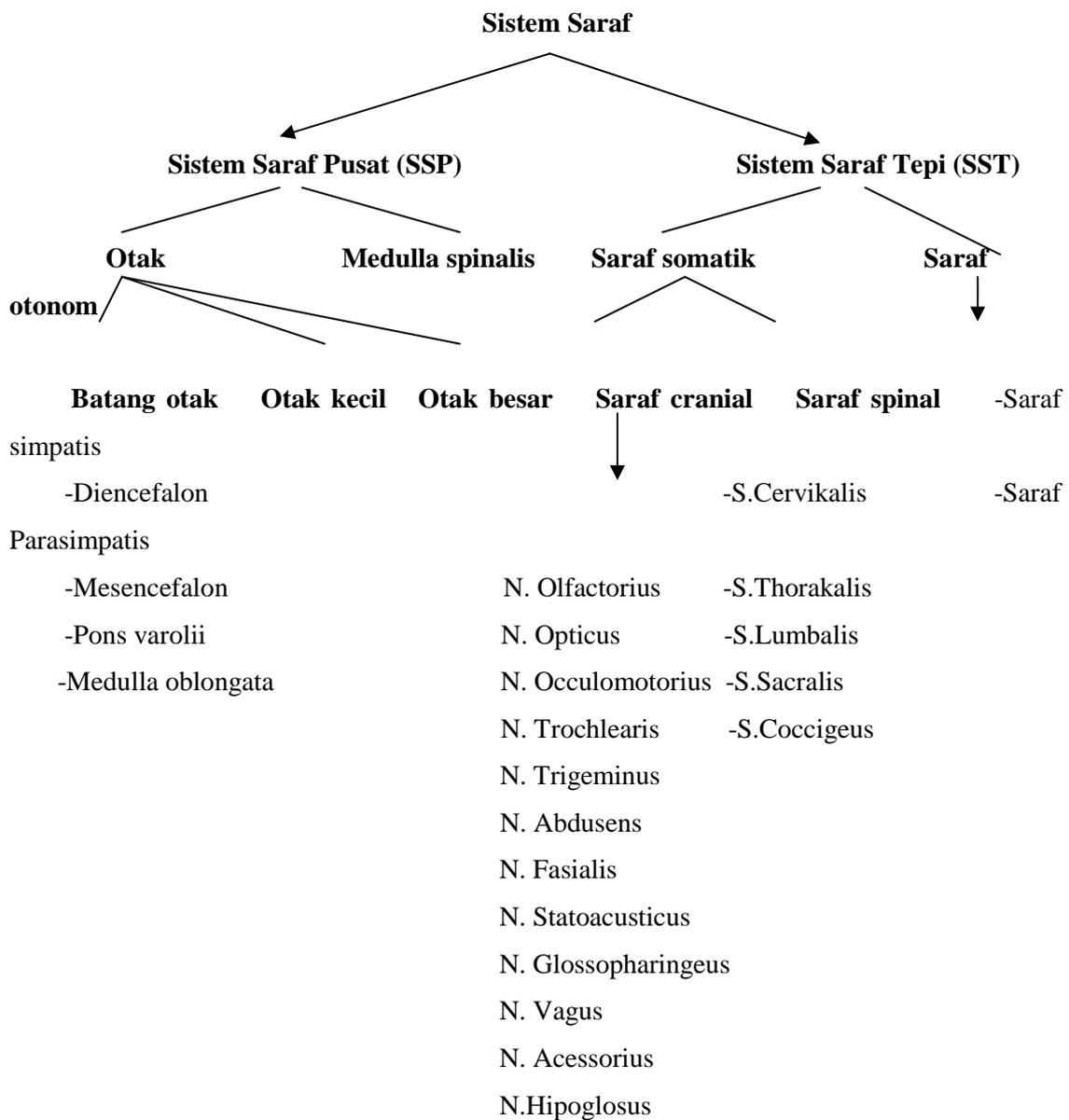
Hubungan sinaps antar neuron merupakan hal yang sangat penting karena di sanalah sel saraf mengantar isyarat sebuah neuron dilepaskan atau dibakar, ketika stimulus menyentuhnya melalui banyak axon yang melampaui tahap gerbang tertentu. Aksi potensial pada neuron mengikuti asas “semuanya atau tidak sama sekali” (*all or none*). Terbakar atau tidaknya neuron itu tergantung pada potensi bertahap yang ada dalam dendrit dan badan sel. Potensi bertahap itu digerakan oleh rangsangan dari neuron di seberang sinaps, dan ukuran potensi itu berubah mengikuti jumlah dan jenis kegiatan yang masuk. Ketika jumlah potensi bertahap menjadi cukup besar, depolarisasi yang memadai dikeluarkan untuk menggerakkan aksi potensial yang bersifat “all or none”, sehingga informasi dapat dihantarkan. Misalnya neuron yang menanggapi peregangannya akan terbakar dalam ukuran

yang sesuai dengan jumlah peregangan, makin panjang peregangan makin banyak neuron yang terbakar.

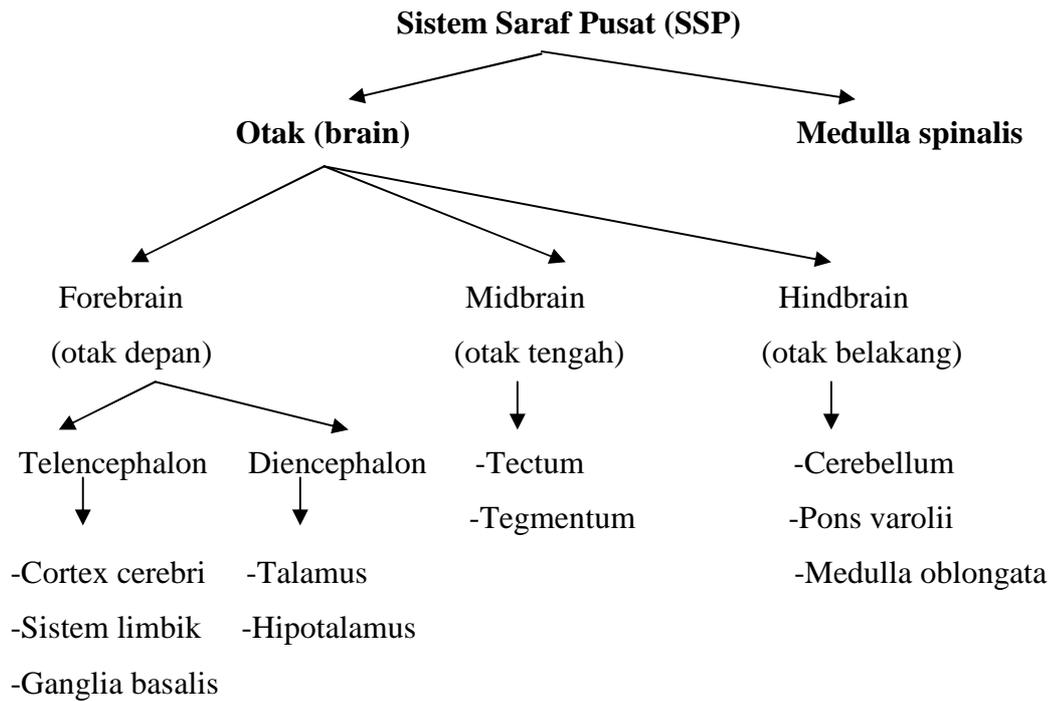
## SUSUNAN DAN FUNGSI SISTEM SARAF

### a. Susunan Sistem Saraf

Secara keseluruhan kerja sistem saraf adalah mengatur aktivitas sensorik dan motorik, perilaku instingtif dan dipelajari, organ dalam dan sistem-sistem lain dalam tubuh. Sistem saraf terdiri dari sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Berikut disajikan diagram susunan pembagian sistem saraf.



Selain susunan sistem saraf di atas, terdapat pula pembagian lain dari Sistem Saraf Pusat (SSP) berdasarkan letak otak, yaitu :



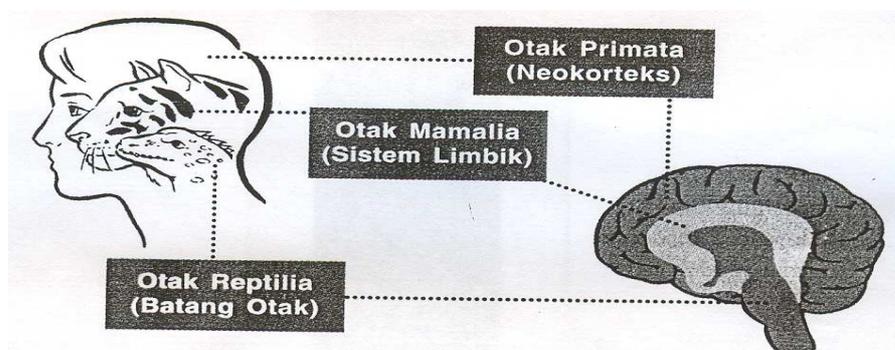
**b. Struktur Hirarki Otak**

Struktur hirarki otak manusia dapat dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu :

- Bagian bawah; batang otak
- Bagian tengah; sistem limbik
- Bagian atas; korteks cerebri (neokorteks)

Para ilmuwan terutama kaum evolusionis mempercayai bahwa otak manusia merupakan produk evolusi yang tak terhitung lamanya, sehingga ke-3 tingkatan otak di atas diidentikkan berdasarkan tahapan evolusinya sebagai otak ‘reptil’ untuk batang otak, otak ‘mamalia’ untuk sistem limbik, dan otak ‘primata’ untuk korteks.

**Gambar. Struktur Hirarki Otak dan Tahap Evolusinya**



Batang otak berfungsi sebagai pengatur fungsi vegetatif dan refleksi. Bagian otak ini mengendalikan fungsi-fungsi kehidupan yang sederhana tapi penting (vital), seperti : pernapasan, pencernaan, sirkulasi, dan refleksi.

Sistem limbik memiliki fungsi pengenali emosi, perilaku instinktif, *drives*, dan motivasi. Sistem limbik terkait dengan proses penetapan nilai emosional atau isi berbagai objek dan pengalaman serta mengekspresikan emosi ini sebagai perilaku, sehingga secara singkat sistem limbic dapat dikatakan sebagai wilayah emosi dan selera. Selera untuk makanan dan seks, emosi-emosi rasa gembira, marah, sedih, cinta dan sayang timbul di dalam sistem limbik.

Korteks cerebri atau disebut juga neokorteks karena evolusinya yang lebih muda, memiliki fungsi yang lebih tinggi (fungsi luhur) agar makhluk adaptif terhadap perubahan lingkungan. Korteks cerebri mempunyai area sensorik, motorik, dan asosiasi untuk memproses input dari setiap indera dan bereaksi terhadapnya. Korteks cerebri memungkinkan manusia memiliki kemampuan yang membedakannya dari makhluk lain, seperti dapat membuat persepsi kompleks, eksekusi gerak motorik terampil, dan fungsi luhur lainnya (belajar, berpikir, aspek logika dan intelgensi, introspeksi dan perencanaan).

### Struktur Hirarki Otak dan Fungsinya

Tingkatan otak	Tahap evolusi	Fungsi	Aspek Perilaku
<b>Bagian atas (korteks)</b>	Primata	Logika, inteligensi, fungsi adaptif dan otak terampil	<b>Kognitif</b>
<b>Bagian tengah (sistem limbic)</b>	Mamalia	Pengendali emosi dan selera ( <i>drives</i> )	<b>Afektif</b>
<b>Bagian bawah (batang otak)</b>	Reptil	Fungsi vegetatif, pengendali sebagian besar fungsi naluriah tubuh	<b>Psikomotor</b>

#### c. Struktur dan Fungsi Otak

Otak terletak di dalam tengkorak. Secara anatomis terdiri dari otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum), dan batang otak. Batang otak terletak di ujung atas medulla spinalis dan terdiri dari medulla oblongata, pons, otak tengah, talamus, dan hipotalamus.

Otak besar (cerebrum) manusia terdiri dari hemisfer cerebri yang mempunyai 2 belahan setangkup tapi tidak simetris., yaitu hemisfer kiri dan hemisfer kanan. Kedua hemisfer kiri dan kanan dihubungkan oleh struktur padat yaitu corpus calosum. Hemisfer cerebri terdiri dari korteks cerebri yang merupakan bagian paling luar terdiri dari berbagai macam sel neuron yang secara makroskopis tampak berwarna kelabu sehingga disebut substantia nigra. Bagian di bawahnya (subkortikal) terdiri dari lanjutan sel neuron berupa axon dan dendrit sehingga kumpulannya tampak berwarna lebih putih dan disebut substatia alba. Selain itu terdapat juga ganglia basalis. Area terbesar dari korteks terdiri atas lekukan (*sulcus*) dan tonjolan (*girus*). Korteks cerebri dibagi atas 4 lobus yaitu : lobus frontalis, lobus parietalis, lobus temporalis, dan lobus oksipitalis.

Cerebellum (otak kecil) menempati bagian belakang batang otak, melekat pada otak tengah, dan berfungsi untuk mengkoordinasikan gerakan. Nuklei pusat motorik somatik di otak tengah mengatur gerakan waktu berjalan, postur tubuh, gerak kepala dan bola mata.

Struktur batang otak berkaitan dengan fungsi vital somatik, otonomik, dan refleks yang merupakan fungsi vegetatif agar manusia dapat bertahan hidup dan memelihara kehidupannya. Pusat pengawasan sistem respirasi, kardiovaskular dan pencernaan terletak di medulla, bagian otak yang paling primitif. Pons bertugas untuk mengatur inhibisi pusat pernapasan, pons dan cerebellum bersama-sama mengatur gerakan motorik. Nuklei retikular di pons dan medulla merupakan pusat pengatur tidur dan eksitasi struktur otak besar di atasnya.

Hipotalamus mempunyai beberapa pusat (nuclei) untuk mengatur keseimbangan internal atau homeostasis, termasuk suhu tubuh, kadar gula darah, lapar dan kenyang, perilaku seksual dan hormon. Talamus merupakan suatu struktur kompleks tempat integrasi sinyal sensori dan memancarkannya ke struktur otak di atasnya, terutama ke korteks cerebri.

#### **d. Medulla Spinalis**

Medulla spinalis memanjang dalam columna intervertebralis (tulang belakang) mulai dari leher sampai panggul bawah, panjangnya kira-kira 40-45 cm. Medulla spinalis merupakan struktur penting dari SSP yang menerima sinyal sensorik dari semua bagian tubuh (kecuali sebagian besar kepala) dan mengirimkan sinyal motorik ke otot rangka volunter untuk gerakan tubuh, anggota gerak dan kepala, dan juga sinyal motorik involunter ke otot polos organ viscera. Melalui fungsi sensorik dan motoriknya, medulla spinalis melakukan komunikasi antara tubuh dan otak. Medulla spinalis juga bertindak sebagai pusat integratif mandiri bagi refleksi spinal yang bersifat involunter.

#### e. Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi terdiri atas saraf yang bekerja somatik dan otonomik. Saraf tepi menghubungkan SSP dengan reseptor sensorik dan efektor motorik.

##### Saraf Kranialis (*Nervus cranialis*)

Serabut saraf tepi berhubungan dengan otak dan medulla spinalis. Saraf yang langsung keluar dari otak disebut saraf kranialis atau saraf otak, dan jumlahnya ada 12 pasang.

- N. I (*Nervus Olfactorius*)  
Merupakan saraf sensorik, berfungsi untuk penciuman (pembauan)
- N.II (*Nervus Opticus*)  
Merupakan saraf sensorik, berfungsi untuk penglihatan
- N.III (*Nervus Oculomotorius*)  
Merupakan saraf motorik, berfungsi untuk mempersarafi otot-otot penggerak bola mata : m. rektus superior/inferior/medialis, m. oblikus inferior, dan m. levator palpebra
- N.IV (*Nervus Trochlearis*)  
Berfungsi untuk mempersarafi otot penggerak bola mata : m. oblikus superior
- N.V (*Nervus Trigemini*)  
Merupakan saraf sensorik utama, walaupun memiliki komponen motorik.
  - Fungsi motorik : mempersarafi otot yang mengatupkan mulut
  - Fungsi sensorik : -mengurus sensibilitas wajah ( cabang maksilaris)
    - mengurus sensibilitas kornea ( cabang oftalmikus)
    - mengurus sensibilitas rongga mulut ( cabang mandibularis)
- N.VI (*Nervus Abducens*)

Berfungsi untuk mempersarafi otot penggerak bola mata : m. rektus lateralis

- N.VII (Nervus Fasialis)

Merupakan saraf motorik utama yang mengurus otot-otot wajah, walaupun memiliki komponen untuk sensorik.

- Fungsi motorik : mengurus otot-otot wajah, mempersarafi glandula lakrimalis, mempersarafi m. tensor timfani

- Fungsi sensorik : mempersarafi 2/3 bagian lidah depan

- N. VIII (Nervus Statoacusticus)

Memiliki dua komponen, yaitu cochlearis untuk saraf pendengaran dan vestibularis untuk saraf keseimbangan.

- N.IX (Nervus Glossopharingeus)

Komponen motorik berfungsi untuk mempersarafi otot yang menggerakkan stilofaringeus faring ke atas.

Komponen sensorik berfungsi untuk mengurus perasaan bagian belakang mulut, palatum molle, faring, laring, dan epiglottis. Selain itu menghantarkan rasa kecap 1/3 lidah bagian belakang.

Komponen parasimpatis berfungsi merangsang sekresi kelenjar ludah dan kelenjar parotis.

- N.X (Nervus Vagus)

Komponen motorik berfungsi untuk mempersarafi otot-otot faring dan otot-otot yang menggerakkan pita suara.

Komponen sensorik berfungsi mengurus perasaan bagian bawah faring.

Komponen parasimpatis mempersarafi sebagian besar organ-organ viscera seperti paru-paru, jantung, ginjal, hepar, lien dan lain-lain.

- N.XI (Nervus Acessorius)

Merupakan saraf motorik yang mengurus otot-otot laring, otot sternokleidomastoideus untuk menggerakkan kepala menoleh ke kiri atau kanan dan otot trapezius untuk mengangkat bahu.

- N.XII (Nervus Hipoglosus)

Merupakan saraf motorik yang mengurus otot-otot yang menggerakkan lidah dan bagian belakang musculus biventer yang berfungsi untuk membuka mulut.

## Saraf Spinal

Saraf spinal adalah saraf yang keluar dari medulla spinalis dan merupakan persatuan kelompok serabut dari dua akar spinal. Akar dorsal membawa serabut sensorik, akar ventral membawa serabut motorik. Saraf spinal berjumlah 31 pasang, terdiri dari :

- 8 pasang saraf cervical, mengurus daerah lengan, leher, dan bahu
- 12 pasang thoracal, menguruh badan
- 5 pasang lumbal, mengurus tungkai
- 5 pasang sacral, mengurus daerah pelvis dan sekitar pangkal paha
- 1 pasang coccigeal, mengurus daerah pelvis dan sekitar pangkal paha

## Saraf Otonom

Fungsi utama dari sistem saraf otonom adalah untuk mengatur kerja organ-organ viscera yang umumnya bersifat involunter. Sistem saraf otonom terdiri dari saraf simpatis dan parasimpatis. Hipotalamus merupakan pusat kendali dari kedua sistem tersebut, namun dapat juga diaktifkan oleh pusat-pusat yang terletak di medulla spinalis dan batang otak.

### 1. Saraf simpatis

Saraf simpatis keluar dari serabut saraf spinal daerah thoracal dan lumbal. Neuron simpatis postganglionik dikendalikan oleh neuron simpatis preganglionik yang dibungkus myelin, yang terletak pada cornu lateral medulla spinalis dan mengirimkan axonnya ke ganglia simpatis. Neuron dari rantai simpatis dihubungkan oleh interneuron. Ganglia simpatis lainnya terletak di viscera yang berhubungan dengan nervus splanhnicus yang bersifat otonom. Ganglia simpatis ini mengurus organ target seperti lambung dan medulla adrenal. Serabut saraf simpatis mengurus hampir semua organ viscera dan pembuluh darahnya.

### 2. Saraf parasimpatis

Saraf parasimpatis berhubungan hanya dengan saraf cranial tertentu seperti N.III, V, X, dan saraf spinal dari sacral. Saraf parasimpatis yang paling menonjol adalah nervus vagus (N.X). Nervus vagus mengurus organ paru-paru, jantung, dan saluran cerna. Serabut saraf parasimpatis bersifat preganglionik, badan selnya berada di nuclei motorik batang otak atau medulla spinalis daerah sacral. Neuron postganglionik pendek, keluar dari ganglia perifer di dekat

organ target. Inervasi parasimpatis organ viscera bersifat selektif. Beberapa organ target seperti jantung, sistem pencernaan menerima inervasi banyak, sedangkan organ lain seperti ginjal menerima sedikit.

### **Efek Saraf Otonom pada Berbagai Organ Tubuh**

<b>Organ</b>	<b>Efek Simpatis</b>	<b>Efek Parasimpatis</b>
Pupil	Midriasis (melebarkan)	Miosis (mengecilkan)
Jantung	Mempercepat denyut jantung (takikardi)	Melambatkan denyut jantung (bradikardi)
Kelenjar keringat	Sekresi keringat yang pekat	Sekresi keringat yang encer
Kelenjar ludah	Pembentukan ludah menurun	Pembentukan ludah meningkat
Bronchus paru-paru	Dilatasi (melebarkan)	Konstriksi (menciutkan)
Peristaltik usus	Menurunkan	Meningkatkan
Pembuluh darah -Splanchnicus dan kulit -Coronaria	Vasokonstriksi Vasodilatasi	Vasodilatasi Vasokonstriksi
Kandung kemih	Inhibisi m. detrusor	Kontraksi m. detrusor
Sfincter ani	Kontraksi	Relaksasi
Penis	Ejakulasi	Ereksi

## **SUSUNAN SARAF FUNGSIONAL**

### **a. Sistem Motorik**

Sistem motorik merupakan sistem yang mengatur segala gerakan pada manusia. Gerakan diatur oleh pusat gerakan yang terdapat di otak., diantaranya yaitu area motorik di korteks, ganglia basalis, dan cerebellum. Jarak untuk sistem motorik ada 2 yaitu : traktus piramidal dan ekstrapiramidal.

Traktus piramidal merupakan jarak motorik utama yang pusatnya di girus precentralis (area 4 Brodmann), yang disebut juga korteks motorik primer. Impuls motorik dari pusat motorik disalurkan melalui traktus piramidal ke saraf perifer menuju ke otot. Area motorik lain yang terletak di depan korteks motorik primer adalah korteks premotorik (area 6 Brodmann). Area ini merupakan area asosiasi

korteks motorik yang membangkitkan pola gerakan untuk disampaikan ke korteks motorik primer. Contoh : Orang tertusuk duri → sensasi diteruskan ke korteks sensorik; dianalisa → korteks sensorik asosiasi; diterjemahan → korteks premotorik; program dan pola → korteks motorik primer; eksekusi gerakan → otot; kontraksi.

Kerusakan korteks motorik primer atau traktus piramidal dapat menyebabkan paralysis (kelumpuhan) ataupun paresis (kelemahan gerakan).

Selain traktus piramidal, jaras sistem motorik ada juga yang melalui traktus ekstrapiramidal (system ekstrapiramidal). Jaras ini melibatkan ganglia basalis dan berfungsi untuk mengatur gerakan volunter kasar dan tidak terampil, seperti mengendalikan posisi berdiri, gerakan tangan pada waktu berjalan, gerak lambaian tungkai dan lengan. Kerusakan pada ganglia basalis dapat menimbulkan gangguan-gangguan gerak seperti : gejala-gejala pada penyakit Parkinson (kekakuan otot atau rigiditas, tremor, akinesia), hemibalismus, chorea, dan atetosis.

Bagian otak yang juga penting pada pengaturan gerakan adalah cerebellum (otak kecil). Cerebellum sangat penting untuk mengatur ketepatan dan kelancaran koordinasi aktivitas motorik volunter. Gangguan cerebellum dapat menyebabkan : postur tubuh buruk, tidak seimbang dan ataksia (kehilangan koordinasi gerak), langkah kaki lebar dan gontai seperti orang mabuk, bicara cadel, gerakan volunter diikuti dengan gemeteran dan dismetria.

## **b. Sistem Sensorik**

Sistem sensorik pada manusia berhubungan dengan kemampuan mempersepsi suatu rangsang. Sistem ini sangat penting karena berfungsi terutama untuk proteksi tubuh. Sistem ini dapat juga dimaknai sebagai perasaan tubuh atau sensibilitas.

### **b.1 Reseptor**

Reseptor adalah sel atau organ yang berfungsi menerima rangsang atau stimulus. Dengan alat ini sistem saraf mendeteksi perubahan berbagai bentuk energi di lingkungan dalam dan luar. Setiap reseptor sensoris mempunyai kemampuan mendeteksi stimulus dan mentransduksi energi fisik ke dalam sinyal (impuls) saraf.

Menurut letaknya, reseptor dibagi menjadi:

- Exteroseptor ; perasaan tubuh permukaan (kulit), seperti sensasi nyeri, suhu, dan raba

- Proprioceptor ; perasaan tubuh dalam, seperti pada otot, sendi, dan tendo.
- Interoceptor ; perasaan tubuh pada alat-alat viscera atau alat-alat dalam, seperti jantung, lambung, usus, dll.

Menurut tipe atau jenis stimulus, reseptor dibagi menjadi :

- Mekanoreseptor ; kelompok reseptor sensorik untuk mendeteksi perubahan tekanan, memonitor tegangan pada pembuluh darah, mendeteksi rasa raba atau sentuhan. Letaknya di kulit, otot rangka, persendn dna organ visceral. Contoh reseptornya : corpus Meissner (untuk rasa raba ringan), corpus Merkel dan badan Paccini (untuk sentuhan kasar dan tekanan).
- Thermoreseptor ; reseptor sensoris unuk mendeteksi perubahan suhu. Contohnya : bulbus Krause (untuk suhu dingin), dan akhiran Ruffini (untuk suhu panas).
- Nociseptor ; reseptor sensorik untuk mendeteksi rasa nyeri dan merespon tekaan yang dihasilkan oleh adanya kerusakan jaringan akibat trauma fisik maupun kimia. Contoh reseptornya berupa akhiran saraf bebas (untuk rasa nyeri) dan corpusculum Golgi (untuk tekanan).
- Chemoreseptor ; reseptor sensorik untuk mendeteksi rangsang kimiawi, seperti : bu-bauan yang diterima sel reseptor olfaktorius dalam hidung, rasa makanan yang diterima oleh sel reseptor pengecap di lidah, reseptor kimiawi dalam pembuluh darah untuk mendeteksi oksigen, osmoreseptor untuk mendeteksi perubahan osmolalitas cairan darah, glucoreseptor di hipotalamus mendeteksi perubahan kadar gula darah.
- Photoreseptor ; reseptor sensorik untuk mendeteksi perbahan cahaya, dan dilakukan oleh sel photoreceptor (batang dan kesrucut) di retina mata.

## **b.2 Rasa gabungan (*combined sensation*)**

Rasa gabungan atau dikenal juga dengan istilah rasa somestesia luhur adalah perasaan tubuh yang mempunyai sifat diskriminatif dan sifat tiga dimensi. Rasa gabungan melibatkan komponen kortikal yaitu lobus parietalis untuk menganalisis serta mensistesis tiap jenis perasaan, mengkorelasi serta mangintegrasikan impuls, mengenal dan menginterpretasi rangsang. Jadi yang diutamakan disini adalah fungsi persepsi dan fungsi diskriminatif. Yang termasuk rasa gabungan diantaranya yaitu :

- Rasa diskriminasi ; rasa ini melibatkan kemampuan taktil dari kulit, dan terdiri dari : diskriminasi intensitas (kemampuan menilai kekuatan stimulus, seperti tekanna benda ke permukaan kulit), dan diskriminasi spasial atau diskriminasi dua titik (kemampuan membedakan lokasi atau titik asal rangsang).
- Barognosia ; kemampuan untuk mengenal berat benda yang dipegang.
- Stereognosia ; kemampuan untuk mengenal bentuk benda dengan meraba, tanpa melihat.
- Topognosia (topostesia) ; kemampuan untuk melokalisasi tempat dari rasa raba.
- Grafestesia ; kemampuan untuk mengenal huruf atau angka yang ditulis pada kulit, dengan mata tertutup.

### **b.3 Jaras somatosensorik**

Jaras somatosensorik yang dilalui oleh sistem sensorik adalah sebagai berikut :

- Untuk rasa permukaan (eksteroseptif) seperti rasa nyeri, raba, tekan, dan suhu : sinyal diterima reseptor → dibawa ke ganglion spinale → melalui radiks posterior menuju cornu posterior medulla spinalis → berganti menjadi neuron sensoris ke-2 → lalu menyilang ke sisi lain medulla spinalis → membentuk jaras yang berjalan ke atas yaitu traktus spinotalamikus → menuju thalamus di otak → berganti menjadi neuron sensoris ke-3 → menuju korteks somatosensorik yang berada di girus postsentralis (lobus parietalis).
- Untuk rasa dalam (proprioseptif) seperti perasaan sendi, otot dan tendo : sinyal diterima reseptor → ganglion spinale → radiks posterior medulla spinalis → lalu naik sebagai funiculus grasilis dan funiculus cuneatus → berakhir di nucleus Goll → berganti menjadi neuron sensoris ke-2 → menyilang ke sisi lain medulla spinalis → menuju thalamus di otak → berganti menjadi neuron sensoris ke-3 → menuju ke korteks somatosensorik di girus postsentralis (lobus parietalis).

### **c. Sistem Retikuler**

Seluruh daerah perpanjangan batang otak yaitu medulla, pons, dan mesensefalon merupakan daerah yang mengandung kumpulan neuron-neuron yang tersebar dan

dikenal sebagai formasio retikularis. Perangsanan listrik secara tersebar pada daerah mesensefalon dan pontile formasio retikularis dapat menimbulkan aktivitas yang segera dan jelas pada korteks cerebri dan bahkan dapat membangunkan binatang yang sedang tidur. Seluruh sistem ini disebut sistem aktivasi retikuler. Sistem ini berhubungan dengan proses aktivasi otak sehingga dapat menimbulkan keadaan siaga (waspada) ataupun sebaliknya menimbulkan keadaan tidur (Guyton, 1994).

Stimulus utama yang dapat meningkatkan aktivitas system retikuler :

- Stimulus sensorik dari sebagian besar tubuh, seperti : impuls sakit, impuls somatic proprioseptif
- Stimulus retrograde dari cerebrum, yang terutama akan merangsang bagian mesensefalon formasio retikularis

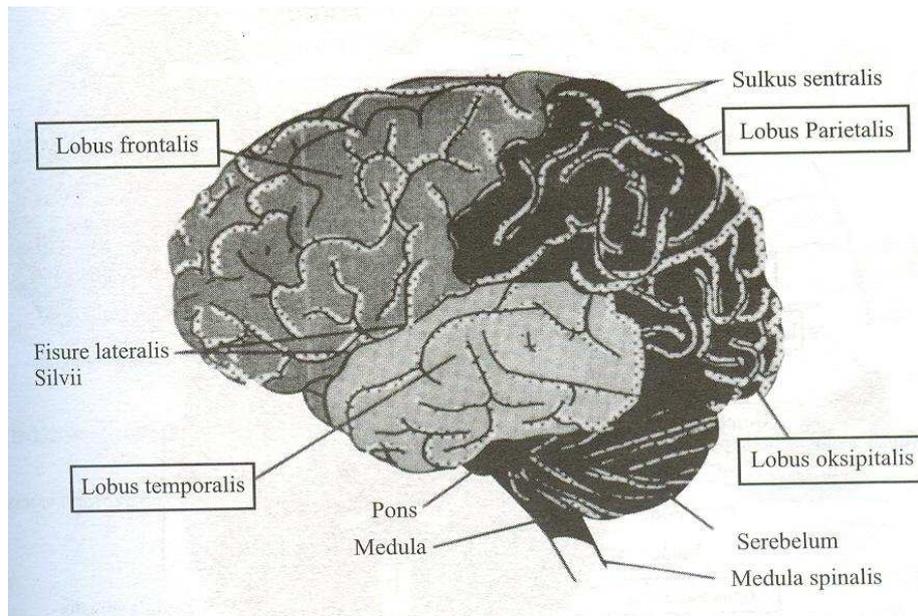
Jika seseorang sedang tidur dan tiba-tiba ada sinyal sensorik yang sesuai masuk ke dalam sistem aktivasi retikuler, maka orang tersebut akan segera terbangun. Keadaan ini disebut 'reaksi terbangun' (*arousal reaction*).

Perangsangan sistem aktivasi retikuler oleh korteks cerebri akan dijalarkan melewati jaras-jaras serabut saraf yang menuju ke formasio retikularis dari semua bagian cerebrum, yaitu : korteks somatosensorik, korteks motorik, korteks frontalis, ganglia basalis, hipokampus, hipotalamus, dan struktur limbic lainnya. Serabut saraf dari bagian motorik korteks cerebri yang menuju formasio retikularis cukup banyak, sehingga aktivitas motorik dikaitkan dengan adanya aktivasi retikuler yang sangat tinggi, inilah yang menerangkan pentingnya bergerak kian kemari agar seseorang tetap dalam keadaan siaga.

#### **d. Fungsi Kortikal; korteks cerebri**

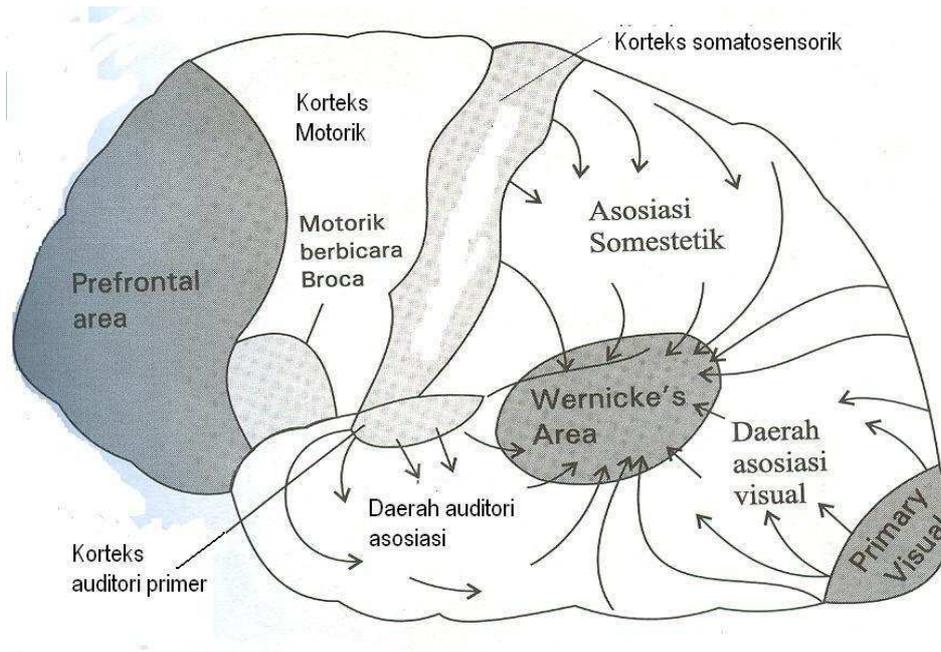
Otak manusia paling berkembang hemisfer cerebri-nya dibanding makhluk lain. Korteks cerebri merupakan bagian otak yang berhubungan dengan fungsi intelektual. Korteks cerebri terdiri dari 4 lobus yaitu : lobus frontalis, lobus parietalis, lobus temporalis, dan lobus oksipitalis.

#### **Gambar . Cerebrum dan Keempat Lobusnya**



Korteks cerebri mengandung  $\pm$  100 milyar neuron terdiri dari 3 tipe sel yaitu stellata, fusiform, dan pyramidal yang masing-masing mempunyai axon dan dendrit yang membentuk sinaps. Tiap bagian dari korteks mempunyai fungsi spesifik yang dalam kerjanya akan berintegrasi sehingga menghasilkan suatu aktivitas tubuh. Berdasarkan fungsi dan histologisnya Brodmann membagi korteks menjadi 47 area. Beberapa area yang terkenal diantaranya : area 4 dan 6 (area motorik dan premotorik), area 17, 18, dan 19 (area penglihatan primer dan asosiasi), area 41 dan 42 (area pendengaran primer dan asosiasi).

**Gambar . Korteks Cerebri dan Area Fungsionalnya**



Kedua hemisfer cerebri tidak simetris baik dalam ukuran maupun fungsinya, masing-masing hemisfer mendapat rangsang atau menerima impuls dari sisi tubuh yang kontralateral. Hemisfer kiri dan kanan dihubungkan oleh corpus calosum.

Hemisfer (otak) kiri mempunyai ukuran yang lebih besar dan mengatur fungsi :

- Berbahasa
- Logika
- Angka
- Analisis
- Daya ingat
- Rasionalitas

Sedangkan hemisfer kanan mengatur fungsi :

- Visuo-spatial
- Intonasi/irama
- Musik
- Imajinasi/lamunan
- Dimensi

Tiap bagian dari korteks cerebri ini saling berhubungan antar lobus dalam satu hemisfer melalui jaras asosiasi, dan antar hemisfer melalui jaras tranversal atau

kommissural, sedangkan hubungan korteks cerebri dengan bagian otak di bawahnya sampai medulla spinalis melalui jaras proyeksi.

### Lobus Frontalis

Merupakan bagian korteks yang terbesar. Mempunyai bagian-bagian :

- Girus presentralis atau korteks motorik, merupakan pusat gerakan motorik kontralateral
- Area Broca, merupakan pusat bicara ekspresif
- Area suplementer motorik, merupakan pusat pergerakan konjugasi kepala dan mata
- Area prefrontal, merupakan pusat kepribadian dan inisiatif
- Area paracentralis merupakan pusat inhibisi untuk fungsi miksi dan defekasi

Gangguan pada lobus frontalis dapat menimbulkan gejala-gejala :

- Monoplegi atau hemiplegi
- Disfasia motorik (disfasia ekspresif)
- Perubahan kepribadian dengan perilaku antisosial, kehilangan inisiatif, akinetik mutism
- Inkontinensia urine et alvi.

### Lobus Parietalis

Mempunyai bagian-bagian :

- Girus postsentral berfungsi untuk menerima jaras aferen untuk rasa posisi, raba, dan gerakan pasif
- Girus supramarginal dan angular hemisfer dominan untuk area reseptif untuk bahasa dimana komprehensi anantara aspek pendengaran dan visual berintegrasi

Selain itu berfungsi juga untuk: kemampuan kalkulasi, kemampuan untuk konstruksi tubuh, dan pada hemisfer dominan untuk konsep *body image* dan kesiagaan terhadap lingkungan eksternal.

Gangguan pada lobus parietalis dapat menyebabkan :

- Gangguan rasa posisi
- Gangguan sensorik gerakan pasif
- Gangguan rasa halus
- Gangguan *two point discrimination*
- Astereognosia (gangguan mengenal bentuk melalui perabaan)
- Afasia reseptif atau afasia sensorik

- Kelainan pada sisi dominan akan didapatkan Gerstmann Syndrom dengan gejala-gejala : tak dapat membedakan ekstremitas kiri dan kanan, kesulitan mengenal jari tangan (*finger agnosia*), gangguan berhitung (akalkuli), gangguan menulis (agrafia).
- Kelainan pada sisi nondominan akan didapatkan gejala : anosognosia (tak mengenal ekstremitas kontralateral dan tak mengakui kelumpuhannya), apraxia (kesulitan melakukan suatu tindakan yang kompleks, seperti memakai baju, menalikan sepatu), *geographical agnosia* (tidak mengenal lokasi tempat), apraksia konstruksional (tak dapat meniru gambar-gambar geometris)

### Lobus Temporalis

- Terdapat korteks audotorik, pada sisi dominan berfungsi untuk pusat pendengaran dalam bahasa dan pada sisi nondominan untuk pendengaran dari suara, irama, dan musik.
- Pada girus temporalis media dan inferior berhubungan dengan proses belajar dan memori.
- Lobus limbik merupakan media dari sensasi olfaktorik, emosi, dan perilaku afektif.

Gangguan pada lobus temporalis dapat menyebabkan :

- Tuli sensorik
- Gangguan pendengaran irama (*amusia*)
- Gangguan belajar dan ingatan
- Kelainan pada sistem limbik : halusinasi olfaktorik, perilaku agresif dan antisosial, gangguan ingatan jangka pendek
- Kelainan pada hemisfer dominan akan menimbulkan disfasia Wernicke atau disfasia reseptif.

### Lobus oksipitalis

Terdapat korteks visual yang berhubungan dengan fungsi persepsi visual yang terletak pada sulkus calcarina (korteks striata) yang diapit oleh korteks parastriata. Korteks striata (area 17) merupakan korteks visual primer dan korteks parastriata (area 18 & 19) merupakan korteks asosiasi visual.

Gangguan pada lobus oksipitalis dapat menyebabkan:

- Gangguan lapang pandang
- Buta kortikal bila kelainannya di korteks striata (area 17)
- Gangguan interpretasi visual bila kerusakannya di korteks striata dan parastriata

#### e. Fungsi Perilaku; Sistem limbik

Sistem limbik merupakan bagian otak yang berkaitan dengan emosi dan instink. Dalam struktur hirarki otak sistem limbik berada di tengah, antara diensefalon (batang otak) dengan cerebrum. Sistem limbik mempunyai fungsi pengendali emosi, perilaku instinktif, *drives*, motivasi, dan perasaan. Baik korteks cerebri maupun sistem limbik, keduanya mempunyai akses ke area motorik batang otak, sehingga memungkinkan manusia belajar beradaptasi dan mengontrol perilaku instinktif mereka.

Menurut *Dictionary of Psychology, Drever* (Adam & Victor, 1993), *Emotion is a complex state of the organism involving certain types of bodily changes (mainly visceral and under control of the autonomic nervous system) in association with a mental state of excitement or perturbation and leading usually to an impulse to action or to certain types of behavior.* Dari pengertian tersebut, dapat diambil pemahaman bahwa emosi merupakan perasaan kompleks (menyenangkan atau tidak menyenangkan) pada organisme, melibatkan perubahan aktivitas organ tubuh terutama organ visceral, berada di bawah kontrol sistem saraf otonom, yang mendorong munculnya respon atau perilaku tertentu.

Komponen-komponen emosi diantaranya :

- Stimulus (real atau khayalan)
- Afek atau perasaan (*feeling*)
- Perubahan aktivitas otonom organ visceral
- Dorongan aktivitas atau perilaku tertentu

Emosi dasar seperti rasa senang, marah, takut, dan kasih sayang, memiliki fungsi untuk mempertahankan hidup dan jenis suatu organisme (manusia dan hewan). Sebagai contoh, bila seseorang melihat harimau yang akan menyerang, maka akan timbul rasa takut sehingga orang tersebut berlari atau mencari perlindungan untuk menyelamatkan diri.

Bangunan utama sistem limbik : -amigdala

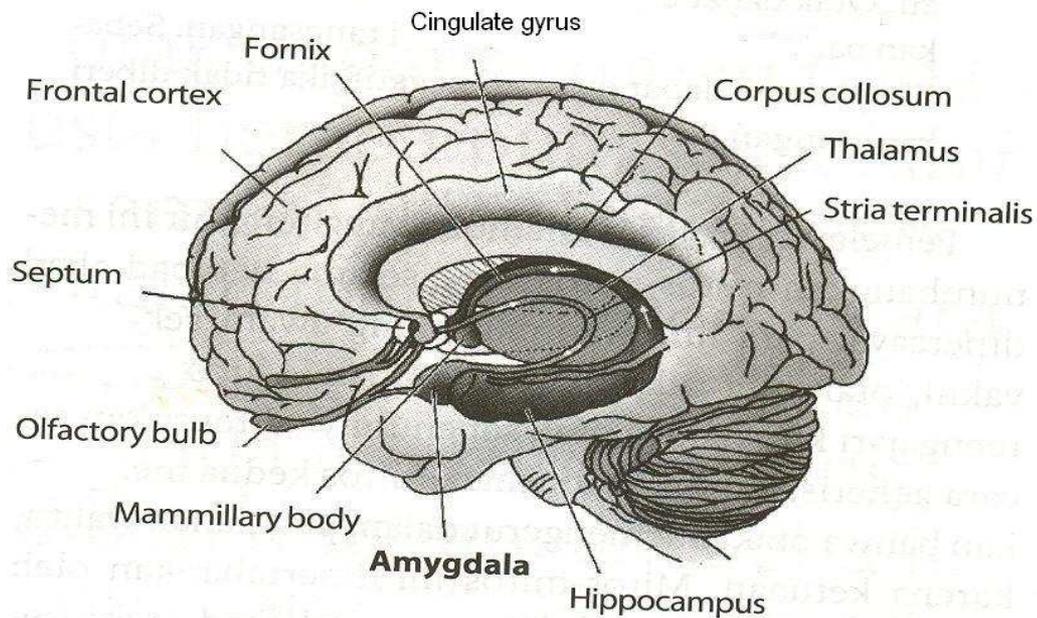
-septum (dinding)

-hipokampus

-girus singulatus

-thalamus anterior dan hipotalamus

Gambar 6. Sistem Limbik



Bagian-bagian sistem limbik saling berhubungan secara kompleks dan beberapa membentuk lingkaran, contoh yang terkenal adalah lingkaran Papez. Menurut Papez, 1958 (dalam Mardiati, 1996), bagian otak yang mengurus fungsi emosi adalah : hipokampus, amigdala, corpus mamillare, nuclei anterior thalamus dan girus singulatus.

Fungsi spesifik bagian-bagian sistem limbik :

- Hipotalamus ; merupakan pusat rasa ganjaran dan rasa hukuman. Perangsangan kuat di nuclei anterior dan nuclei ventromedial hipotalamus menimbulkan rasa senang, rasa puas, ketenangan (*placidity*), dan kejinakan (*tameness*) pada binatang. Sementara perangsangan di zona periventrikuler hipotalamus menimbulkan rasa tidak senang, takut, panik, dan rasa terhukum. Pada hewan kucing rangsangan listrik di area tersebut membangkitkan pola perilaku ketakutan dan agresifitas.
- Amigdala ; bagian sistem limbik yang apabila mendapat rangsangan dapat menimbulkan respon agresifitas atau mengamuk, sementara pengangkatan amigdala dapat menyebabkan respon pasif dan pemalu.
- Hipokampus ; merupakan struktur sistem limbik yang menonjol dan berperan penting dalam proses belajar dan memori, mencatat informasi, melakukan

penyimpanan awal memori jangka panjang dan menguatkan kembali informasi yang baru dipelajari. Kerusakan hipokampus bilateral dapat menyebabkan amnesia anterograd.

- Girus singulatus ; merupakan bagian sistem limbik yang berperan dalam pengaturan perilaku sosial, seperti pengasuhan anak.

Beberapa stimuli (seperti bau-bauan, suara asing, senyum bayi) akan membangkitkan emosi dan respon tubuh (misal perasaan senang, respon motorik instinktual seperti senyum, dan efek visceral seperti debar jantung). Respon ini diintegrasikan oleh sistem limbik, termasuk hipotalamus sebagai pintu tempat keluaran utama. Jadi sinyal untuk reaksi motorik senyum dikirim ke pusat motorik batang otak, untuk efek motorik visceral debar jantung ke pusat saraf otonom, dan untuk efek neurohormonal ke sistem endokrin (kelenjar hipofisis). Perasaan diintegrasikan ke fungsi otak luhur (korteks cerebri), sementara hipokampus terlibat dalam proses belajar dan memori tentang stimulus-stimulus di atas.

## **ASPEK BIOKIMIA PERILAKU**

### **a. Neurotransmitter**

Komunikasi antar neuron terjadi melalui penghubung antar neuron atau sinaps. Sebuah sinaps bukan merupakan hubungan langsung, tetapi terdapat celah pemisah (celah sinaps) yang harus dilewati oleh impuls yang dihantarkan. Meskipun dalam beberapa bagian sistem saraf kegiatan elektrik satu neuron dapat langsung merangsang neuron lainnya, namun pada sejumlah besar kasus terdapat senyawa kimia yang berfungsi sebagai agen pengantar. Ketika sebuah impuls saraf mencapai ujung axon, suatu senyawa kimia yang disebut neurotransmitter dilepaskan dan masuk ke dalam celah sinaps.

Neurotransmitter terikat pada reseptor khusus pada selaput sel penerima dan mengubah daya tembusnya ke arah depolarisasi. Jika depolarisasi menjadi cukup besar untuk dapat melampaui titik rangsang, maka sel itu membakar aksi potensial melalui axonnya untuk mempengaruhi neuron lain. Proses ini terjadi pada sinaps eksitatori, tetapi ada juga sinaps inhibitori yang bekerja bersamaan tetapi dengan cara berlawanan.

Secara umum neurotransmitter dibagi dalam 4 klas, yaitu :

Klas I : Asetilkolin

Klas II : Monoamin, contohnya : epinefrin, norepinefrin, dopamine, serotonin

Klas III : Asam amino, contohnya : GABA, Glisin, glutamat

Klas IV : Peptida, contohnya : endorfin, somatostatin, ACTH, enkefalin, substansi P, neurotensin, dan lain-lain.

#### Asetilkolin (ACh)

Disekresi oleh neuron-neuron di sebagian besar otak dan ganglia basalis, neuron-motorik yang menginervasi otot skelet, neuron preganglion sistem saraf otonom, neuron postganglion saraf parasimpatik dan sebagian saraf simpatik. Pada sebagian besar kasus, asetilkolin mempunyai efek eksitasi, namun dapat juga berefek inhibisi pada beberapa ujung saraf parasimpatik perifer, misalnya pada otot jantung. ACh yang disekresikan oleh neuron motorik pada otot skelet bertanggung jawab terhadap kontraksi atau gerakan otot. Obat-obatan tertentu seperti toksin botulinum atau curare dapat menghalangi pengaliran ACh dari tombol terminal pada ujung axon, sehingga menyebabkan kelumpuhan otot. ACh yang ditemukan di otak berhubungan dengan proses belajar dan memori, sehingga bila ada gangguan pada neurotransmitter ini diduga berhubungan dengan penyakit Alzheimer yang memiliki salah satu gejala berupa gangguan memori.

#### Norepinefrin (NE)

Disekresi oleh sebagian besar neuron yang ada di batang otak dan hipotalamus, membantu pengaturan seluruh aktivitas dan suara hati dari pikiran /kehendak. Pada sebagian besar daerah ini mungkin terjadi eksitasi, namun pada daerah lain terjadi inhibisi. NE juga disekresikan oleh neuron postganglion sistem saraf simpatis. NE diduga berfungsi untuk merekam informasi dalam jangka panjang dan membantu mengembangkan sinaps baru yang berhubungan dengan memori. NE dilepaskan karena adanya rangsangan simpatetis, seperti dalam gejala '*fight or flight*'. Hal ini dapat menjelaskan mengapa seseorang kadang dapat mengingat informasi secara sangat jelas ketika terkejut, takut, atau marah.

#### Dopamin

Disekresikan oleh neuron-neuron yang berasal dari substansia nigra. Pengaruh dopamine biasanya inhibisi. Jumlah dopamine yang meningkat di otak (lobus

frontalis dan sistem limbik) diduga kuat berhubungan dengan gejala-gejala schizofrenia.

### Serotonin

Disekresikan oleh nucleus yang berasal dari batang otak dan berproyeksi di sebagian besar area otak. Serotonin dapat bekerja sebagai penghambat jaras rasa sakit dalam medulla spinalis, dan juga dianggap dapat membantu pengaturan kehendak/hati nurani seseorang. Serotonin yang menurun berhubungan dengan gejala depresi, dari penelitian dengan alat pencitraan otak terdapat penurunan jumlah reseptor postsinaps 5-HT1A dan 5-HT2a pada pasien dengan depresi berat. Adanya gangguan serotonin dapat menjadi penanda kerentanan terhadap kekambuhan depresi. Kadar serotonin rendah didapat pada penderita yang agresif dan bunuh diri (Bhagwagar 2002, Thase ME 2000, dalam Amir, N 2005). Sementara jumlah yang meningkat diduga dapat menyebabkan tidur dan relaksasi.

### Enkefalin

Diduga disekresikan oleh ujung saraf di medulla spinalis, batang otak, thalamus, dan hipotalamus. Bahan ini bekerja sebagai transmitter eksitasi yang merangsang sistem lain untuk menghambat penjalaran rasa nyeri.

### GABA (asam gamma-aminobutirat)

Disekresikan oleh ujung saraf dalam medulla spinalis, serebelum, ganglia basalis, dan korteks. Bahan ini dianggap menyebabkan efek inhibisi. Jumlah GABA yang menurun ditambah serotonin yang kurang berhubungan dengan tindakan kekerasan dan agresifitas. Bila GABA dan serotonin meningkat diduga berhubungan dengan perilaku pasif.

### Endorfin

Zat ini semacam “morfin” di dalam otak, dan sering disebut sebagai opiat endogen. Fungsinya sebagai penenang dan penghilang rasa sakit. Zat ini dapat dilepaskan karena ada rasa nyeri, latihan relaksasi, latihan yang berat, dan makan cabai yang sangat pedas.

## **b. Obat-obat yang Mempengaruhi Perilaku**

Beberapa obat yang mempengaruhi proses transmisi sinaps dapat berakibat pada perubahan aktivitas mental dan perilaku. Berikut ini penggolongan beberapa obat yang mempengaruhi perilaku yaitu :

Obat yang menyebabkan sedasi :

- Barbiturat
- Antianxietas (misalnya benzodiazepin)
- Ethyl alcohol

Obat menyebabkan eksitasi :

- Caffein
- Nicotin
- Amphetamin dan cocain

Obat yang mempengaruhi persepsi/menimbulkan halusinasi

- LSD (misal : marijuana)
- Mescaline

Obat psikoterapeutik

- Antischizofren
- Antidepresan (misal: litium carbonat)

Obat Analgesik

- Opiat
- Aspirin

## SISTEM ENDOKRIN

### a. Gambaran Umum

Sistem endokrin atau sistem hormon merupakan salah satu sistem pengatur utama kerja tubuh. Kebanyakan sistem endokrin dikontrol oleh hormon yang dihasilkan sel-sel di hipotalamus. Hormon-hormon hipotalamus disekresikan oleh sel-sel spesifik yang disebut sel neurosekretori (*neurosecretory cell*) yang letaknya di dekat tangkai hipofisis bagian bawah.

Hormon adalah bahan kimia yang dihasilkan oleh sebuah sel atau sekelompok sel dan disekresikan ke dalam pembuluh darah serta dapat mempengaruhi pengaturan fisiologi sel-sel tubuh lain.

Sifat kerja hormon ada 2, yaitu :

1. Hormon setempat : hormon yang kerjanya menimbulkan efek setempat sekitar kelenjar hormon tersebut
2. Hormon umum : hormon yang kerjanya menimbulkan efek menyeluruh atau pada hampir seluruh sel tubuh

Contoh hormon setempat adalah asetilkolin yang dilepaskan oleh serat parasimpatis dan ujung saraf rangka, sekretin yang dilepaskan oleh dinding duodenum untuk menimbulkan sekresi pankreas yang encer.

Contoh hormon umum adalah epinefrin dan norepinefrin yang dilepaskan oleh medulla adrenal karena perangsangan simpatis. Hormon ini diangkut oleh darah menuju seluruh tubuh dan menimbulkan berbagai reaksi.

Secara kimiawi, hormon terdiri dari tiga tipe dasar yaitu :

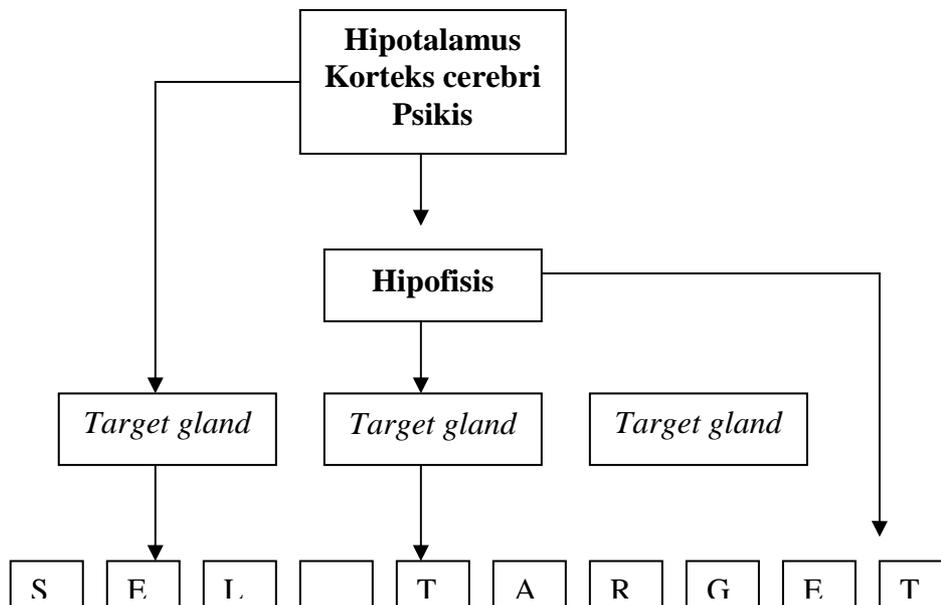
1. Hormon steroid; struktur kimianya mirip dengan kolesterol. Contoh : kortisol, aldosteron, estrogen, progesterone, testosterone.
2. Asam amino; merupakan derivat asam amino tiroksin. Contoh : hormon tiroid, epinefrin dan norepinefrin.
3. Protein atau peptide; hormon-hormon ini dibuat oleh kelenjar buntu yang berasal dari jaringan alat-alat pencernaan. Contoh : hormon antidiuretik, oksitosin, insulin, glukagon dan parathormon.

Kelenjar-kelenjar atau organ tubuh yang menghasilkan hormon diantaranya adalah : Hipotalamus, hipofisis atau kelenjar pituitari, tiroid dan paratiroid, pancreas, kelenjar adrenal, kelenjar tymus, testis dan ovarium.

Hipofisis dianggap sebagai *master gland* atau instansi hormonal tertinggi, yang apabila mengeluarkan hormonnya dapat mempengaruhi kerja kelenjar yang lain. Namun demikian, sekresi kelenjar hipofisis diatur oleh hipotalamus. Kelenjar hipofisis posterior diatur oleh serabut saraf yang berasal dari hipotalamus, sementara kelenjar hipofisis anterior oleh hormon-hormon yang disekresikan hipotalamus yang disebut hormon pelepas (*releasing hormone*) dan hormon penghambat (*inhibiting factor*). Dengan demikian hipotalamus merupakan sentrum tertinggi yang mempengaruhi kerja hipofisis. Dalam beberapa hal korteks cerebri dan psikis dapat pula berpengaruh terhadap kelenjar-kelenjar buntu. Contoh :

- Seorang wanita yang menyangka atau berpikir (dari korteks cerebri) bahwa ia hamil bisa mengalami amenore, disini korteks cerebri mempengaruhi ovarium..
- Seorang wanita yang takut sekali atau ingin sekali hamil (dari psikis) bisa pula mengalami amenore, disini terjadi pengaruh psikis terhadap ovarium.

Terdapat 3 jalur kerja sistem hormon dalam mempengaruhi sel atau jaringan tubuh. Jalur-jalur tersebut digambarkan sebagai berikut :



Jalur pertama : hipotalamus – hipofisis – kelenjar target – sel target

Jalur kedua : hipotalamus – kelenjar target – sel target

Jalur ketiga : hipotalamus – hipofisis – sel target

## b. Kelenjar Hipofisis (Kelenjar Pituitari)

Kelenjar hipofisis terletak di sela turkika pada basis otak, dan dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- Hipofisis anterior atau adenohipofisis
- Hipofisis posterior atau neurohipofisis

Hipofisis anterior menghasilkan hormone-hormon yang berperan dalam pengaturan metabolisme di seluruh tubuh. Hormon-hormon tersebut adalah :

1. Hormon pertumbuhan (*Growth hormone*) atau hormon somatotropik ; meningkatkan pertumbuhan dengan cara mempengaruhi sebagian besar fungsi metabolisme tubuh.
2. Adrenokortikotropin (ACTH) ; mengatur sekresi beberapa hormone adrenokortika seperti kortisol, yang selanjutnya akan mempengaruhi metabolisme glukosa, protein dan lemak.
3. Hormon perangsang tiroid (TSH) ; mengatur kecepatan sekresi hormon tiroksin dan triiodotironin oleh kelenjar tiroid.
4. Prolaktin (PRL) ; meningkatkan pertumbuhan kelenjar payudara dan produksi air susu.
5. Hormon perangsang folikel (FSH) ; mengatur pertumbuhan folikel dalam ovarium sebelum ovulasi, dan meningkatkan pembentukan sperma dalam testis.
6. Hormon pelutein ; berperan dalam proses ovulasi, menimbulkan sekresi hormone kelamin wanita oleh ovarium, dan testosterone oleh testis.

Hipofisis posterior menghasilkan hormon :

- Hormon antidiuretik (ADH) atau vasopresin ; mengatur kecepatan ekskresi air ke dalam urin
- Oksitosin ; membantu kontraksi uterus pada akhir kehamilan, dan berperan pada proses laktasi untuk menyalurkan air susu dari kelenjar payudara ke puting susu waktu ada pengisapan. Prosesnya : stimulus isapan pada puting susu → sinyal sensorik melewati batang otak → menuju hipotalamus → lepasnya oksitosin → masuk pembuluh darah → payudara → kontraksi sel-sel mioepitel payudara → ASI mulai keluar dalam waktu kurang dari satu menit setelah awal pengisapan.

### **c. Kelenjar Adrenal**

Kelenjar ini terletak di bagian atas kedua ginjal, dan terdiri dari dua bagian yaitu :

- Medula adrenal ; hormon ini berkaitan dengan sistem saraf simpatis yang mensekresikan epinefrin dan norepinefrin sebagai respon terhadap rangsang simpatis.

- Korteks adrenal ; menghasilkan hormon adrenokortikal.

Dua jenis hormon adrenokortikal yang utama : -mineralokortikoid (aldosteron)

-glukokortikoid (kortisol)

Bila mineralokortikoid atau aldosteron tidak ada, maka dapat timbul efek berikut :

- Konsentrasi ion kalium dalam cairan ekstraseluler meningkat
- Konsentrasi natrium dan klorida menurun
- Volume total cairan ekstraseluler dan volume darah menurun → curah jantung menurun → timbul syok (renjatan) → kematian.

Oleh karena itu mineralokortikoid dianggap sebagai bagian 'penyelamat jiwa' (*life saving*) dari hormon adrenokortikal.

Hormon glukokortikoid (kortisol) berfungsi untuk melawan efek kerusakan jaringan akibat adanya stress, baik stress fisik maupun stress mental (neurogenik).

Efek glukokortikoid diantaranya adalah :

- Menurunkan pemakaian glukosa oleh sel
- Merangsang proses glukoneogenesis di hati
- Meningkatkan konsentrasi glukosa darah dan diabetes adrenal
- Meningkatkan asam amino darah
- Meningkatkan protein hati dan plasma protein

Sekresi kortisol hampir seluruhnya diatur oleh hormon adrenokortikotropin (ACTH) yang disekresi oleh kelenjar hipofisis anterior, sementara ACTH diatur oleh *corticotropic releasing factor* (CRF) dari hipotalamus. Kortisol mempunyai efek umpan balik negatif yang sifatnya langsung terhadap hipotalamus untuk menurunkan CRF, dan kelenjar hipofisis anterior untuk menurunkan ACTH.

#### **d. Kelenjar Tiroid**

Sekresi kelenjar tiroid diatur oleh hormon perangsang tiroid (TRH) yang disekresikan oleh hipofisis anterior. Hormon yang disekresikan kelenjar tiroid yaitu tiroksin (sekitar 90%) dan triiodotironin (sekitar 10%). Efek hormon tiroid yang utama adalah meningkatkan kecepatan seluruh metabolisme tubuh dan merangsang pertumbuhan pada anak-anak.

Efek spesifik hormon tiroid diantaranya :

- Meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan otak selama kehidupan janin dan beberapa tahun pertama setelah lahir
- Meningkatkan metabolisme karbohidrat
- Meningkatkan metabolisme lemak
- Meningkatkan kecepatan aliran darah terutama di kulit, sehingga curah jantung meningkat dan akibatnya denyut jantung meningkat pula
- Meningkatkan kecepatan dan kedalaman pernapasan sehingga pemakaian oksigen dan pembentukan CO<sub>2</sub> meningkat pula
- Pada saluran cerna, selain dapat meningkatkan nafsu makan dan asupan makanan, hormone tiroid yang meningkat dapat mempercepat sekresi getah pencernaan dan pergerakan saluran cerna, sehingga sering terjadi diare.
- Peningkatan hormon tiroid juga dapat meningkatkan kontraksi otot yang kuat, menimbulkan tremor halus pada otot, yang merupakan gejala khas hipertiroidisme
- Pada SSP, dapat meningkatkan aktivitas otak, namun juga dapat menimbulkan disosiasi pikiran.

Pada penderita hipertiroid cenderung menjadi sangat *nervous* atau gugup, bahkan bisa timbul kecenderungan psikoneurotik (ansietas kompleks, kecemasan yang hebat atau paranoia). Karena efek yang melelahkan dari hormon tiroid pada otot dan SSP, maka sering muncul rasa lelah (capai) yang terus-menerus dan dapat pula muncul kesulitan tidur.



## SISTEM NEUROHORMONAL

### a. Hubungan Sistem Saraf dan Sistem Endokrin

Secara umum kerja tubuh diatur oleh dua sistem pengatur utama yaitu sistem saraf dan sistem hormonal atau sistem endokrin. Pada sistem ini dibahas hubungan antara sistem saraf dengan sistem hormon dalam pengaturan fisiologi sel-sel tubuh. Sistem endokrin dan sistem saraf saling berhubungan satu sama lain, sehingga dapat menimbulkan efek neurohormonal. Contohnya bila ada rangsangan saraf yang sesuai dapat mempengaruhi kelenjar medulla adrenal dan kelenjar hipofisis untuk mensekresikan hormonnya. Kebanyakan sistem endokrin dikontrol oleh hormon yang dihasilkan sel-sel di hipotalamus. Hormon-hormon hipotalamus disekresikan oleh sel-sel spesifik yang disebut sel neurosekretori (*neurosecretory cell*) yang letaknya di dekat tangkai hipofisis bagian bawah.

Hipotalamus menerima sinyal-sinyal dari hampir semua sumber yang mungkin dalam sistem saraf. Contoh :

- bila seseorang mengalami nyeri maka sebagian sinyal nyeri tersebut akan dijalarkan ke hipotalamus
- bila seseorang mengalami depresi atau kegembiraan yang sangat, maka sebagian sinyal tersebut juga dijalarkan ke hipotalamus
- rangsang bau-bauan (menyenangkan atau tidak menyenangkan) juga akan menjalarkan sinyal yang kuat dan melewati inti amigdala ke hipotalamus.

### b. Aktivitas Biologis Sistem Saraf dan Hormon

Untuk memahami aktivitas biologis yang ditimbulkan oleh sistem saraf dan sistem hormon dalam menimbulkan efek neurohormonal, kita ambil satu contoh berupa gejala atau gangguan **psikosomatis**. Istilah ini dipelopori oleh seorang pionir kedokteran psikosomatis, yaitu Flanders Dunbar pada tahun 1943.

Psikosomatis merupakan gangguan yang bersifat fisik tapi tidak dapat ditemukan sebab-sebab organik atau medisnya, namun faktor-faktor psikologis yang diduga kuat sebagai pola penyebabnya.

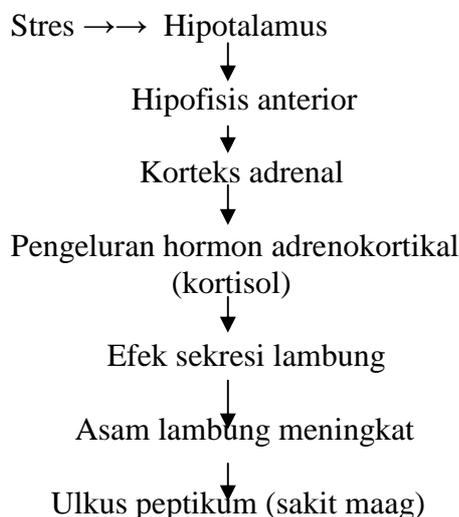
- Efek psikosomatis yang disalurkan melalui saraf otonom :

Pada umumnya kelainan psikosomatis disebabkan oleh aktivitas yang berlebih pada sistem simpatis atau sistem parasimpatis. Efek sistem simpatis yang biasa timbul : peningkatan frekuensi denyut jantung , peningkatan tekanan arteri, konstipasi, peningkatan kecepatan metabolisme. Sedangkan efek sistem parasimpatis yang lebih bersifat setempat, contohnya : peningkatan atau penurunan denyut jantung, spasme esophageal, peningkatan peristaltik dari traktus gastrointestinal bagian atas, peningkatan kadar asam lambung sehingga dapat timbul ulkus peptikum, sekresi kelenjar kolon yang ekstrem dan peristaltik sehingga menyebabkan diare.

Keadan emosi (misal marah) → perangsangan hipotalamus → sinyal diteruskan ke bawah melalui formasio retikularis dan medulla spinalis → lepasnya muatan-muatan simpatis → efek-efek simpatis terjadi. Peristiwa simpatis ini merupakan *alarm reaction* atau reaksi tanda bahaya pada respon '*flight or fight*' (respon menyerang atau menghindar).

Perangsangan saraf simpatis yang menuju ke medulla adrenal → lepasnya epinefrin dan norepinefrin → masuk sirkulasi darah → sampai di semua jaringan tubuh → timbul efek-efek dari kedua hormon tersebut (peningkatan aktivitas jantung, melebarnya pupil, konstriksi seluruh pembuluh darah, dll).

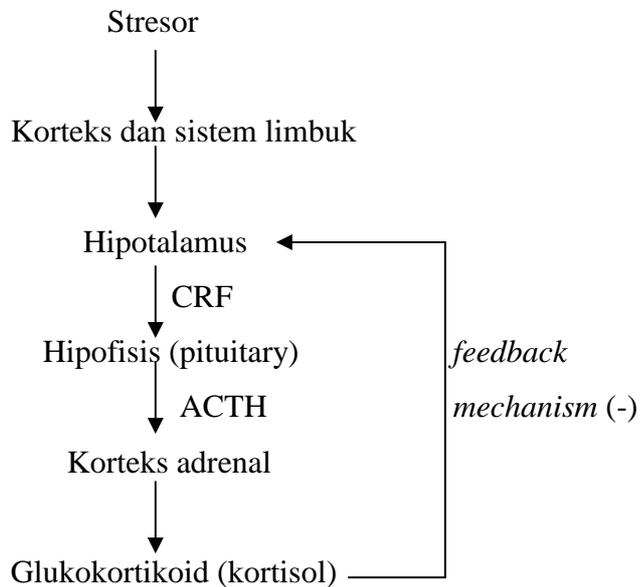
- Efek psikosomatis yang disalurkan melalui hipofisis anterior :



### c. Aksis atau Poros HPA (hipotalamus-pituitari-adrenal)

Poros ini merupakan jalur antara hipotalamus, kelenjar pituitari atau hipofisis, dan kelenjar adrenal (korteks adrenal). Aksis HPA memegang peranan penting dalam

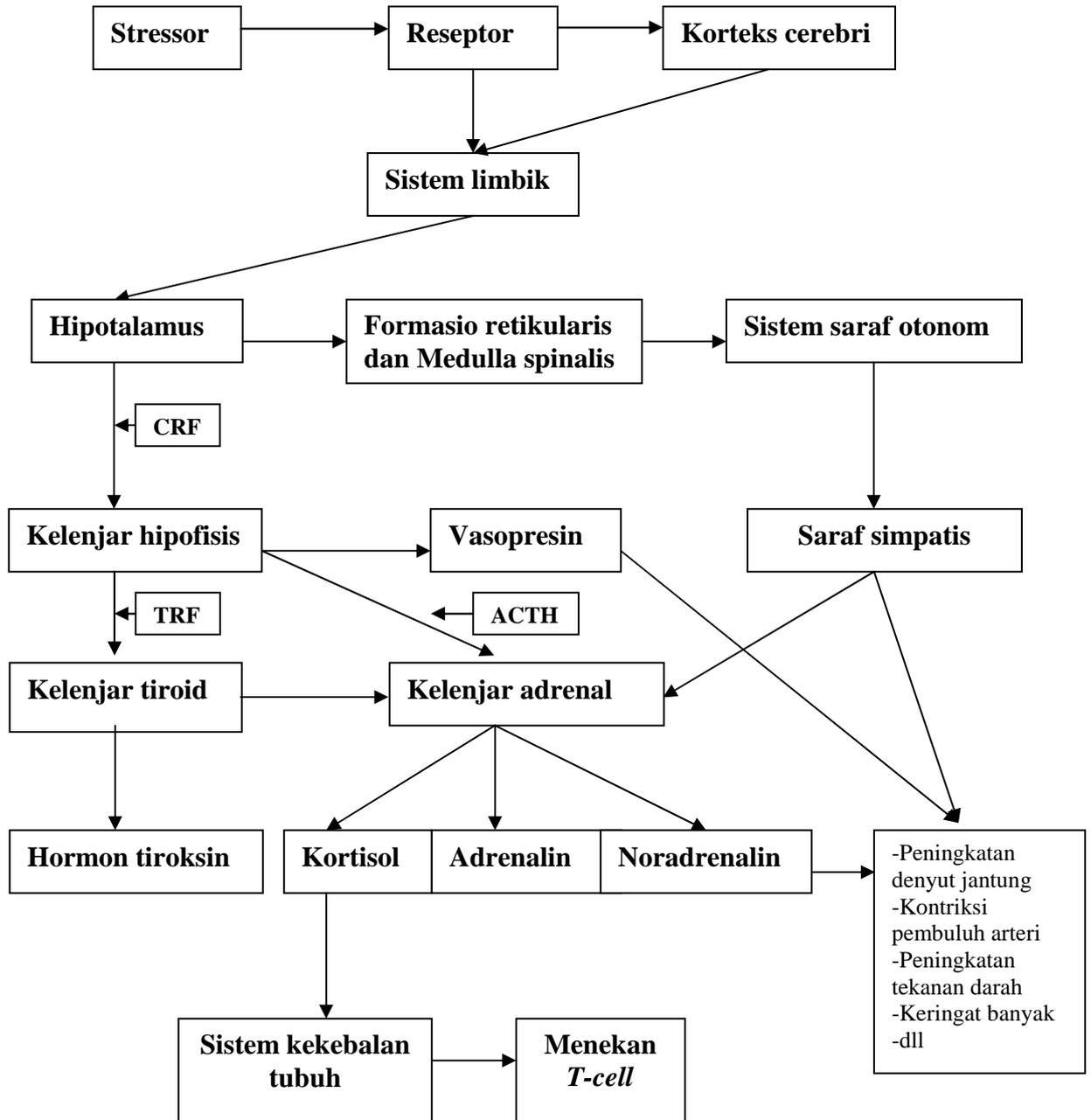
beradaptasi terhadap stres baik stres eksternal maupun internal. Ketika berespon terhadap ketakutan, marah, cemas, dan hal-hal yang tidak menyenangkan, ---atau bahkan juga terhadap harapan--- dapat terjadi peningkatan aktivitas aksis HPA.



Kortisol mempunyai efek umpan balik negatif yang sifatnya langsung terhadap hipotalamus untuk menurunkan CRF, dan kelenjar hipofisis anterior untuk menurunkan ACTH. Namun jika stressor terus-menerus ada, maka mekanisme umpan balik ini tidak akan mampu lagi menekan sekresi CRF maupun ACTH sehingga aktivitas pada aksis HPA ini akan meningkat terus.

Bila peningkatan aktivitas ini terus terjadi sehingga produksi kortisol terus meningkat, dapat merusak sel-sel neuron di hipotalamus sehingga terjadi atrofi hipotalamus, dan akibatnya bisa muncul gangguan kognitif, seperti pada penderita depresi. Dan bahkan kortisol yang meningkat terus diduga kuat dapat mempengaruhi kekebalan tubuh dengan menekan *T-cell*.

Berikut ini menggambarkan rangkaian proses psikofisiologis pada keadaan stress, baik melalui sistem saraf maupun sistem hormonal :



## SISTEM PENGLIHATAN

### a. Anatomi Mata

Mata merupakan salah satu alat indera yang berfungsi untuk melihat. Organ-organ mata yang penting dalam proses melihat terutama adalah :

- Kornea

Bagian depan bola mata yang terletak di depan iris. Kornea merupakan jaringan yang jernih atau transparan yang berfungsi sebagai media refraksi.

- Pupil

Bagian mata yang bulat merupakan celah tempat masuknya sinar ke dalam bola mata. Ukurannya dapat berubah-ubah untuk mengatur jumlah sinar yang masuk. Bila keadaan gelap maka pupil melebar (midrisis) supaya sinar yang masuk banyak. Bila keadaan terang maka pupil mengecil (miosis) supaya sinar yang masuk sedikit.

- Iris

Suatu dinding pemisah antara bilik mata depan dengan bilik mata belakang. Iris banyak mengandung pembuluh darah dan pigmen sehingga berwarna. Pada iris terdapat 2 otot, yaitu muskulus dilatator pupillae dan muskulus sphincter pupillae.

Bila muskulus dilatator pupil kontraksi maka pupil melebar, dan bila muskulus sphincter pupil kontraksi maka pupil mengecil.

- Lensa

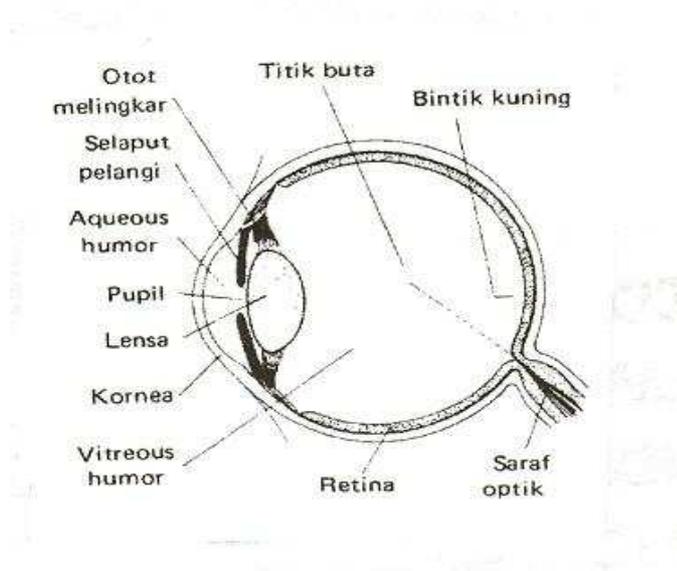
Lensa mata merupakan lensa cembung yang jernih, terletak di belakang pupil, dan posisinya tergantung pada zonula zinii yang berpangkal pada corpus siliaris. Lensa dapat memipih dan mencembung untuk mengatur cahaya yang masuk agar bayangan benda jatuh tepat di retina. Inilah yang disebut proses akomodasi lensa.

- Retina

Retina merupakan membran yang tipis, halus, tidak berwarna dan tembus pandang. Pada retina terdapat sel-sel reseptor (fotoreseptor) yaitu sel kerucut dan sel batang. Sel kerucut berfungsi dalam penglihatan terang dan penglihatan warna. Sel batang berfungsi pada penglihatan redup atau gelap. Di retina terdapat macula lutea atau bintik kuning yang di tengahnya ada fovea centralis

yang mengandung banyak sel kerucut sehingga menjadi daerah yang memiliki tajam penglihatan paling baik.

### **Gambar . Penampang Bola Mata**

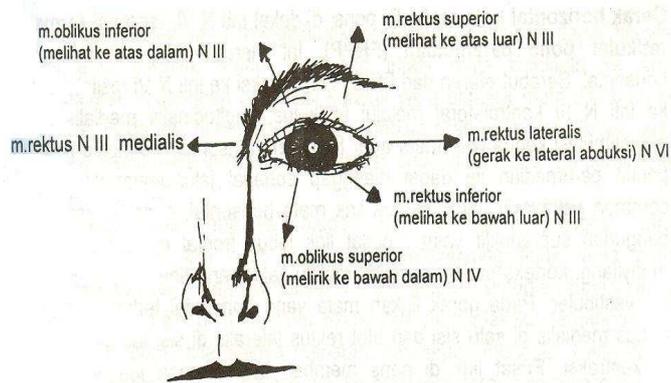


### **b. Gerakan Mata dan Pengaturannya**

Selain organ-organ tersebut di atas, sistem penglihatan juga dipengaruhi oleh gerakan bola mata yang diatur oleh otot-otot penggerak bola mata, yaitu :

- Muskulus rektus lateralis, untuk gerakan mata ke samping
- Muskulus rektus medialis, untuk gerakan mata ke tengah
- Muskulus rektus superior, untuk gerakan mata ke atas luar
- Muskulus rektus inferior untuk gerakan mata ke bawah luar
- Muskulus obliquus superior untuk gerak memutar bola mata/melirik ke bawah dalam
- Muskulus obliquus inferior untuk gerak memutar bola mata/melirik ke atas dalam

### **Gambar . Otot Penggerak Bola Mata**



## Strabismus

Strabismus atau mata juling (*cross eyedness*) adalah suatu keadaan penglihatan yang menyilang pada tempat diluar letak benda yang dilihat, yang berarti kurangnya fusi dari kedua mata. Keadaan ini terjadi karena gangguan otot penggerak bola mata. Dalam keadaan normal, kedua bola mata kita dapat digerakan ke berbagai arah sesuai keinginan yaitu untuk melihat dekat, ke atas, bawah kiri dan kanan. Hal ini dapat dilakukan bila sistem otot penggerak bola mata berada dalam keadaan seimbang. Keadaan ini disebut ortoforia.

Bila terjadi gangguan keseimbangan otot penggerak bola mata maka posisi bola mata tersebut akan membelok ke pinggir/ke tengah/ke atas/ke bawah, sehingga terjadilah yang dinamakan strabismus atau juling.

Strabismus dapat dibagi menurut keadaannya, yaitu:

2. Heterotropia: kelainannya tampak nyata (manifes)
3. Heteroforia: kelainannya tersembunyi (laten), hanya nampak waktu diperiksa atau ketika sedang melamun.

Sebab-sebab strabismus manifes (heterotropia):

- Kongenital: sejak bayi sudah terdapat gangguan, dapat terjadi karena kelainan anatomi otot atau gangguan saraf
- Gangguan akomodasi: sering pada anak-anak hipermetrop, timbul pada usia 2-6 tahun.
- Infeksi sistemik: pada anak sering setelah radang selaput otak
- Trauma (kecelakaan) yang mengenai daerah mata atau kepala
- Tumor otak yang menekan saraf bola mata

Jenis-jenis heterotropia :

- Esotropia : juling ke arah tengah (kedalam)
- Exotropia : juling ke arah luar (pinggir)
- Hipertropia : juling ke arah atas

Sebab-sebab strabismus laten (heteroforia) :

- Kelemahan otot, bisa sejak lahir atau sesudah gangguan umum seperti anemia
- Spasme otot, salah satu otot lebih tegang
- Kelainan refraksi, gangguan akomodasi, anisometropia
- Kelainan anatomis otot-otot bola mata
- Gangguan saraf bola mata

Jenis-jenis heteroforia :

- Esoforia : juling ke arah tengah (kedalam)
- Exoforia : juling ke arah luar (pinggir)
- Hiperforia : juling ke arah atas

### c. Fisiologi Penglihatan

Proses melihat terjadi karena adanya cahaya yang menyinari objek tertentu sebagai stimulusnya. Cahaya yang dapat ditangkap oleh mata manusia (*visible light*) adalah cahaya dalam spektrum elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang sekitar 380 – 760 nm.

Bila mata melihat sebuah objek maka cahaya akan masuk melalui kornea, kemudian melewati celah pupil pada iris yang akan mengatur banyaknya sinar yang masuk, lalu melewati lensa yang dapat memipih dan mencembung sehingga sinar dapat difokuskan ke bintik kuning yang berada pada retina. Setelah sampai di retina cahaya tadi diteruskan sebagai impuls saraf oleh N. II (N. optikus) menuju ke otak di lobus oksipitalis, yaitu ke korteks penglihatan primer (area 17) sehingga benda tadi dapat dilihat, dan korteks penglihatan sekunder atau korteks asosiasi penglihatan (area 18 dan 19) sehingga benda tadi dapat dipahami.

### d. Susunan Optik Mata

Mata secara optik dapat disamakan dengan sebuah kamera fotografi biasa, karena mata mempunyai susunan lensa , sistem diafragma yang dapat berubah-ubah (pupil), dan retina yang dapat disamakan dengan film.

### Prinsip Optik

Cahaya yang datang dari jarak 5 meter atau lebih dianggap cahaya yang datang dari jarak tak terhingga, datangnya pada mata merupakan sinar sejajar. Sedangkan cahaya yang datangnya dari jarak kurang dari 5 meter maka datangnya pada mata merupakan sinar yang menyebar. Bila gelombang sinar melalui sutau media berupa :

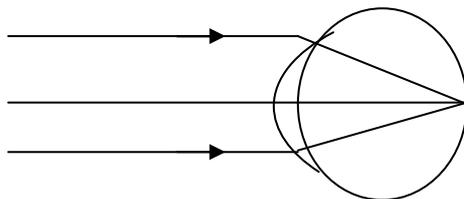
1. benda 'opaque'/tidak tembus cahaya maka sinar akan diabsorpsi (diserap), direfleksikan (dipantulkan).
2. benda transparan/tembus cahaya maka sinar akan direfleksikan, direfraksikan (dibiaskan), diabsorpsi.

### Prinsip Refraksi

Bila cahaya mengenai suatu benda maka arah cahaya itu akan berubah karena dibiaskan; bila melalui benda yang lebih padat maka sudut bias akan lebih kecil dari sudut datang. Besarnya sudut bias tergantung dari indeks bias benda yang dilalui yang akan berbeda-beda.

### Kelainan Refraksi

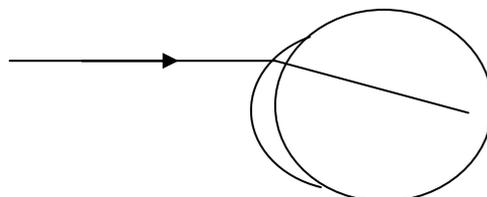
Pada keadaan normal, mata mempunyai refraksi emetropia dimana sinar sejajar yang datang dibiaskan tepat pada retina (macula lutea).

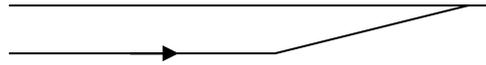


Bila sinar sejajar yang datang dibiaskan tidak jatuh di retina maka terjadilah kelainan refraksi. Macam-macam kelainan refraksi :

1. Miopia (rabun jauh)

Keadaan dimana tanpa akomodasi sinar sejajar yang datang difokuskan di depan retina (makula lutea), sehingga benda-benda jauh terlihat tidak jelas.





Sebab miopia:

- Kongenital
- Tekanan otot-otot bola mata luar, misalnya terjadi pada anak-anak yang banyak melihat pada jarak terlalu dekat
- Sklera yang kurang kuat
- Muka yang lebar, untuk melihat dekat konvergensinya harus lebih kuat.
- Lensa lebih cembung, misalnya lensa yang intumesen.
- Kornea matanya sangat cembung, misalnya pada keratokonus
- Keadaan dimana index bias lensa lebih tinggi misalnya pada DM.

Gejala Miopia :

- Bila melihat jauh kabur, sedangkan melihat dekat tidak terganggu
- Seperti melihat lalat beterbangan yang dapat timbul dan hilang
- Penglihatan aka lebih naik bila dipingkan
- Mata rasanya lelah
- COA lebih dalam
- Pupil lebih lebar
- Mata agak menonjol
- Retina tipis sehingga terlihat gambaran choroid

Derajat Miopia :

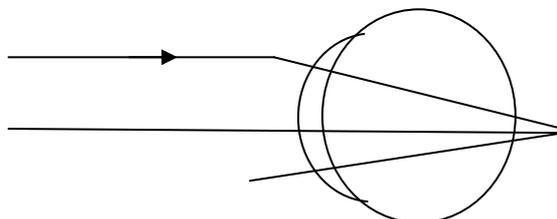
- Ringan : 0 –3 Dioptri
- Sedang : 3 – 6 Dioptri
- Tinggi : lebih dari 6 Dioptri, kadang –kadang sampai 20 Dioptri

Pengobatan

Dikoreksi dengan lensa sferis negatif (-) terkecil yang memberikan ketajaman penglihatan maksimal, agar tanpa akomodasi dapat melihat dengan baik.

## 2. Hipermetropia (rabun dekat)

Keadaan dimana tanpa akomodasi sinar sejajar yang datang difokuskan di belakang retina (makula lutea).





Penyebab :

- Axial, aksis anteroposterior lebih pendek dari normal.
- Refraktif, daya bias berkurang karena lengkung kornea lebih datar, misalnya pada kornea plana.
- Aphakia, keadaan mata tanpa lensa sehingga indeks bias menurun.

Gejala hipermetropia :

- Mata kabur bila melihat dekat
- Astenop akomodatif : sakit kepala, mata berair, mata cepat lelah, cepat mengantuk sesudah membaca /menulis
- Pada anak kecil dapat terjadi strabismus konvergen
- Camera okuli anterior dangkal
- Ukuran bola mata berkurang pada hipermetrop tinggi

Pengobatan :

Pengobatan hipermetropia adalah dengan koreksi kaca mata menggunakan lensa sferis positif (+) terbesar yang memberikan penglihatan jauh terjelas.

### 3. Astigmatisme

Kelainan refraksi dimana terdapat perbedaan derajat refraksi pada meridian yang berbeda, sehingga sinar sejajar tidak dibiaskan pada satu titik, tapi beberapa titik.

Macam-macam astigmatisme:

#### 1. Astigmat ireguler

Salah satu sebabnya karena permukaan kornea tidak teratur atau terdapat kekruhan pada kornea.

#### 2. Astigmat reguler

Semua titik-titik pembiasan terletak pada sumbu penglihatan.

Macam-macam Astigmat reguler :

Astigmat simpleks, hanya satu meredian myop atau hipermetrop dan yang lain emetrop. Bisa berupa astigmat miop simpleks dan astigmat hipermetrop simpleks.

Astigmat kompositus

Kedua meredian ametrop, bisa miop atau hipermetrop.

Astigmat mixtus

Satu maredian miop yang lain hipermetrop.

Gejala astigmatisme adalah penglihatan agak kabur, bisa baca tapi untuk penglihatan halus sering salah, sebab ada bentuk yang berubah-ubah, sehingga penderita sering merasa pusing. Untuk memperbaiki gangguan penglihatan ini dapat dikoreksi dengan kaca mata cilinder yang mempunyai kekuatan refraksi hanya pada bidang tertentu yang ditentukan oleh axisnya. Cara menentukan Astigmat dengan menggunakan *Astigmatic dial* dimana pada garis-garis radier itu dia melihat ada garis yang paling kabur atau paling terang, maka itu axisnya. Atau dengan *sthenopic slit* (penutup yang diberikan celah), pada arah tertentu dia akan melihat lebih jelas.

#### 4. Presbiopia

Kelainan refraksi yang disebabkan oleh kelemahan daya akomodasi yang terdapat pada orang yang berumur lebih dari 40 tahun, ini merupakan keadaan fisiologis.

Umumnya semakin tua daya akomodasi makin berkurang, sehingga dia mempunyai kesukaran pada penglihatan dekat.

Keluhan dia tidak dapat membaca jarak dekat, kalau membaca bukunya harus dijauhkan. Untuk mengatasinya, dapat dikoreksi dengan kacamata baca untuk membaca dekat dengan kekuatan tertentu misalnya lensa S+1.00 D untuk umur 40 tahun, S+2.00 D untuk umur 50 tahun atau S+3.00 D pada umur 60 tahun atau lebih. Selain itu dapat juga diberikan kacamata bifokus dimana bagian atas lensa untuk melihat jauh sedang bagian bawah untuk melihat dekat. Jadi misalnya untuk jauh penderita harus memakai lensa minus S-4.00 D, bila dia umur 50 tahun untuk membaca ditambahkan plus S+2.00 D.

#### e. Lintang Pandang

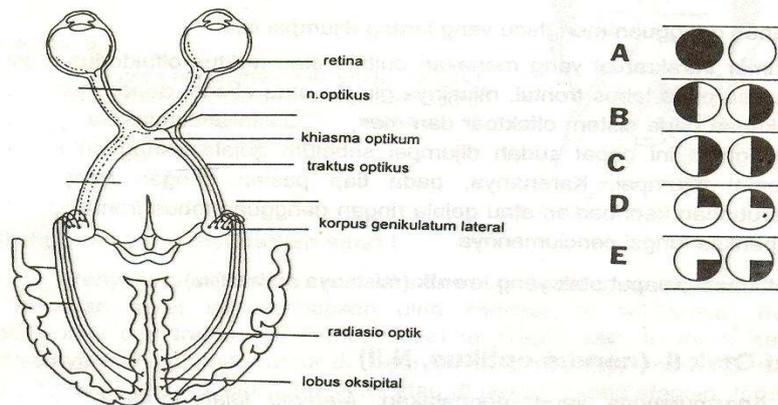
Lintang pandang (*visual field*) merupakan suatu area yang dapat dilihat oleh salah satu mata yang difiksasi pada satu titik pada jarak tertentu. Area yang terlihat di bagian nasal disebut lintang pandang bagian nasal, dan area di sisi lateral disebut lintang pandang bagian temporal.

Beberapa jenis kelainan pada lintang pandang :

- Hemianopsia bitemporal : kebutaan yang terjadi pada ke-2 bagian temporal lintang pandang karena adanya lesi di kiasma optikus. (B)

- Hemianopsia homonim kiri atau kanan : kebutaan yang terjadi pada ke-2 mata di sisi berlawanan karena adanya lesi di traktus optikus. (C)
- Kuadranopsia homonim : kebutaan yang terjadi pada ¼ bagian lantang pandang ke-2 mata di sisi berlawanan, dikarenakan adanya lesi di radiasio optika atau korteks optik. (D) (E)

**Gambar. Bagan Gangguan Lantang Pandang**

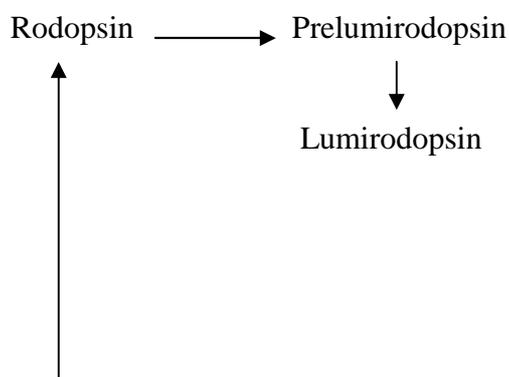


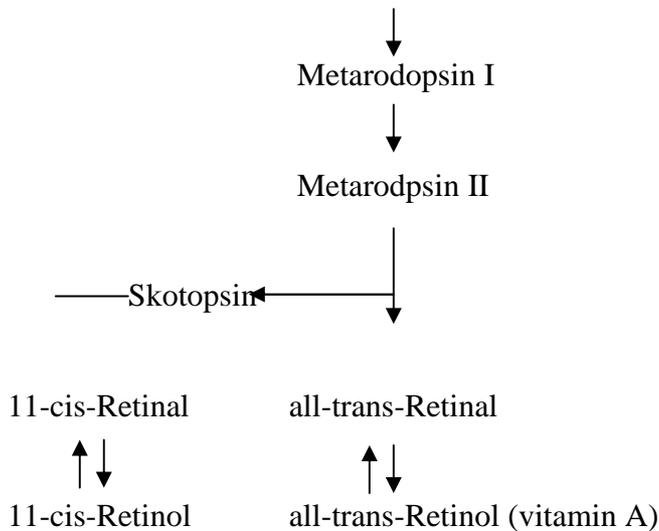
#### f. Fotokimia Penglihatan

Bila sinar mencapai retina, maka terjadi rangsangan terhadap sel batang dan kerucut yang bertindak sebagai ujung-ujung saraf sensoris. Rangsangan cahaya tersebut mengakibatkan reaksi fotokimia dan listrik.

Reaksi fotokimia terjadi pada sel pigmen yang terdapat dalam sel batang dan kerucut yang bila mendapat cahaya akan terurai dan menghasilkan aliran listrik yang dikirimkan melalui saraf penglihatan ke otak.

Fotoreseptor (sel batang dan sel kerucut) mempunyai bahan kimia atau fotopigmen yang akan terurai bila terkena cahaya. Fotopigmen ada 2 yaitu opsin (sejenis protein) dan retinal (sejenis lipid). Bahan kimia di dalam sel batang yaitu rodopsin (*visual purple*) merupakan kombinasi dari skotopsin dan retinal yang disintesa dari vitamin A. Sedangkan bahan kimia yang peka terhadap cahaya di dalam sel kerucut disebut iodopsin. Bila rodopsin terkena cahaya maka ia akan terurai menjadi skotopsin dan retinal. Berikut proses penguraian rodopsin secara lengkap :





Cahaya yang berlebihan akan membuat dekomposisi rodopsin, menurunkan suplainya dan menurunkan kemampuan penglihatan. Dalam gelap, rodopsin perlahan-lahan terbentuk kembali dengan cara rekombinasi opsin dan vitamin A, menjadi bentuk oksidasi dari retinal. Selama masa adaptasi gelap, kepekaan retinal meningkat bertahap (100000x dalam 30 menit).

Bila terjadi defisiensi berat vitamin A dapat terjadi suatu kelainan yang disebut rabun senja (nyctalopia). Hal ini terjadi karena tidak cukup tersedia vitamin A untuk dibentuk menjadi retinal dalam jumlah yang adekuat, sehingga jumlah rodopsin berkurang. Disebut rabun senja karena jumlah cahaya pada waktu malam terlalu sedikit untuk dapat menimbulkan penglihatan yang adekuat.

#### g. Penglihatan Warna

Berbagai teori telah diajukan untuk menerangkan fenomena penglihatan warna. Salah satu teori penting tentang penglihatan warna adalah yang dicetuskan oleh Thomas Young yang dikenal dengan "*trichromatic theory*", yang kemudian dikembangkan lagi oleh Helmholtz sehingga dikenal sebagai "*teori Young-Helmholtz*". Menurut teori ini, ada 3 tipe sel kerucut yang dapat berespon secara maksimal terhadap berbagai macam warna. Sel kerucut tersebut adalah sel kerucut biru, sel kerucut merah, sel kerucut hijau. Bila mata tidak mempunyai sekelompok sel kerucut yang dapat menerima warna, maka orang itu tidak akan dapat membedakan beberapa warna dari warna lainnya. Keadaan ini yang disebut 'Buta warna'. Dikenal ada 3 macam buta warna yaitu :

1. Protanopia : penderita buta warna yang tidak mempunyai sel kerucut merah
2. Deuteranopia : penderita buta warna yang tidak mempunyai sel kerucut hijau  
Kedua jenis di atas sering disebut buta warna merah-hijau. Orang yang mengalami kelainan ini kesulitan membedakan warna merah dan hijau. Bagi mereka warna hijau dan merah itu terlihat kekuning-kuningan.
3. Tritanopia : kelainan ini sangat jarang, orang dengan kelainan ini sulit melihat warna dengan panjang gelombang pendek. Bagi mereka warna biru langit terlihat hijau terang, dan kuning terlihat pink.

Buta warna merupakan kelainan genetik yang terkait sex (*sex linkage*) yang disebabkan tidak adanya gen warna yang sesuai di dalam kromosom X. Tidak adanya gen untuk warna ini bersifat resesif. Buta warna jarang didapatkan pada wanita, yaitu hanya sekitar 0,04 %, sedangkan pada pria didapatkan sekitar 4 %.

#### **h. Lintas Saraf Penglihatan**

Jalannya saraf penglihatan dimulai dari ujung saraf neural epithel pada sel batang dan sel kerucut yang ada di retina, kemudian ke sel bipolar di lapisan reticular dalam retina yang melepaskan bahan transmitter sehingga menyebabkan eksitasi dari sel ganglion.

Keluar dari bola mata, axon sel ganglion membentuk nervus optikus. Nervus optikus dari kedua bola mata berkumpul di kiasma optikus, dimana serabut yang berasal dari bagian nasal setiap retina saling menyilang, dan bagian temporal tetap berada pada sisi yang sama. Sesudah menyilang di kiasma optikus terbentuklah traktus optikus. Serabut-serabut dari traktus optikus bersinaps di korpus genikulatum laterale, dan dari sisi serabut-serabut genikulokalkarina berjalan melalui radiasi optika atau traktus genikulokalkarina, menuju korteks primer di otak yang terletak di area kalkarina lobus oksipitalis. Sebagian serabut traktus optikus juga melalui tempat-tempat lain di otak seperti kolikulus superior dan formatio retikularis. Kolikulus superior membantu koordinasi akomodasi dan refleksi cahaya, dengan penyertaan lensa, pupil, gerak bola mata dan gerak kepala.

Formasio retikularis mempunyai peran dalam membuat keadaan terjaga, eksitasi, dan dalam proses tidur.

#### **i. Gangguan Persepsi Visual**

Gangguan persepsi visual dapat terjadi karena kerusakan otak di lobus oksipitalis, terutama area penglihatan asosiasi (area 18 dan 19). Gangguan tersebut diantaranya :

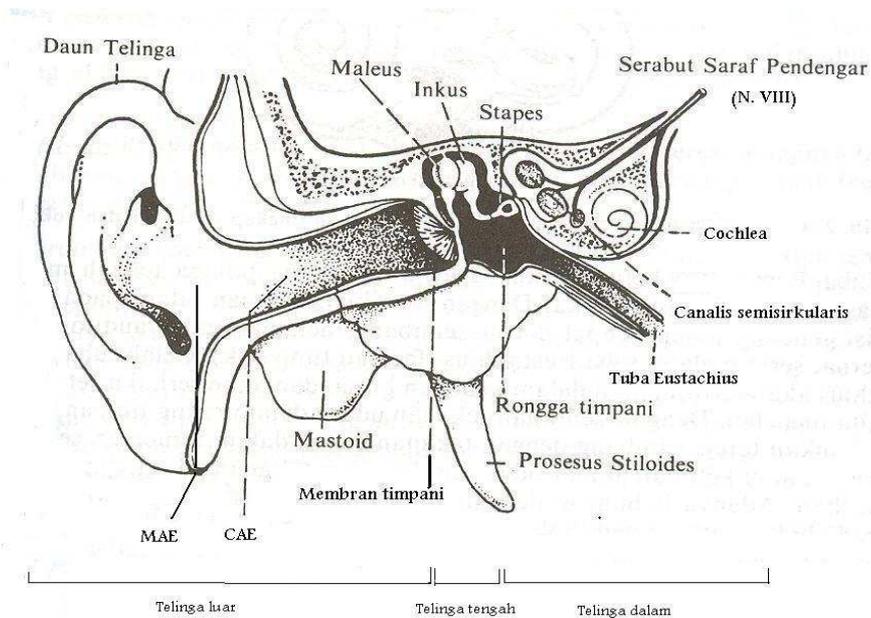
- Agnosia visual aperseptif, dengan gejala :
  - achromatopsia, yaitu : ketidakmampuan untuk membedakan warna, sehingga melihat dunia itu seolah-olah dalam warna abu-abu.
  - prosopagnosia, yaitu : ketidakmampuan untuk mengenal wajah dengan penglihatan meeskipun visusnya normal.
- Agnosia visual asosiatif, yaitu ketidakmampuan untuk memahami objek yang dilihatmeskipun visusnya normal.

## **SISTEM PENDENGARAN**

#### **a. Anatomi Telinga**

Sistem pendengaran berhubungan dengan organ telinga, dan yang menjadi stimulusnya adalah suara atau bunyi. Telinga secara garis besar dibagi menjadi telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

#### **Gambar. Struktur Telinga**



Telinga luar terdiri dari :

- Daun telinga (auricula)
- Lubang telinga luar (meatus acusticus externa)
- Saluran telinga luar (canalis acustisua externa/CAE) sampai batas membran timpani.

Telinga tengah

Dipisahkan dengan CAE oleh membran timpani, dengan telinga dalam oleh dinding lateral labirin dan dengan pharing oleh tuba eustachius.

- Membran timpani (gendang telinga) : berbentuk elips (bundar), semi transparan, terdiri dari pars flacida di bagian atas dan pars tensa di bagian bawah.
- Tulang-tulang pendengaran : malleus, incus, dan stapes
- Tuba eustachius : terdiri dari bagian tulang dan cartilago, menghubungkan cavum timpani dengan nasopharing. Pada saat istirahat tuba eustachius menutup, dan akan terbuka bila ada kontraksi dari otot levator veli palatini, otot tensor veli paltini dan otot saphyngopharingeus, yaitu pada saat mengunyah, menguap, dan menelan.

Telinga dalam terdiri dari : vestibulum, canalis semisirkularis, dan cochlea.

- Vestibulum : suatu rongga berbentuk oval. Bagian depan bawahnya menuju cochlea dan bagian belakang atas berhubungan dengan canalis semisirkularis. Terdapat utriculus di dinding medial dan saculus di dinding lateral. Pada dinding

lateral terdapat oval window (tingkap lonjong) dan round window (tingkap bundar).

- Canalis semisirkularis : masing-masing membentuk 2/3 lingkaran yang berdiameter 1 mm. Terdiri dari lengkungan superior, posterio dan lateral.
- Cochlea : suatu sistem dari tuba yang melingkar-lingkar. Terdiri dari 3 tuba melingkar yang berbeda dari sisi ke sisi, yaitu : skala vestibuli (berisi perilimfe), skala media (berisi endolimfe), dan skala timpani (berisi perilimfe). Skala vestibuli dan skala media dipisahkan satu sama lain oleh membran Reissner atau membran vestibular. Skala timpani dan skala media dipisahkan oleh membran basilar. Pada permukaan membran basilar terletak suatu struktur yaitu organ corti, yang mengandung suatu seri sel yang sensitif secara mekanik yaitu sel-sel rambut. Sel-sel ini merupakan organ reseptif akhir yang membangkitkan impuls saraf sebagai respon terhadap getaran suara.

#### **b. Dasar-dasar Psiko-akustik**

- Kecepatan bunyi : 340 m/s di udara, 1400 m/s di dalam air
- Ambang dengar : bunyi nada murni terlemah pada frekuensi tertentu yang masih dapat didengar oleh telinga seseorang.
- Nada murni (*pure tone*) : bunyi yang hanya mempunyai satu frekuensi, dinyatakan dalam jumlah getaran per detik
- Frekuensi : nada murni yang dihasilkan oleh getaran suatu benda yang sifatnya harmonis sederhana, menentukan tinggi rendahnya nada yang dinyatakan dalam getaran/detik = Hertz (Hz). Frekuensi bunyi yang dapat didengar oleh manusia (*audible sound*) adalah antara 20 Hz sampai 18.000 Hz.
- Intensitas bunyi : menentukan keras lemahnya bunyi yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB).

Skala Desibel pada berbagai bunyi :

<b>Sumber bunyi</b>	<b>dB</b>
Rocket saturnus	190
Take off pesawat terbang jet	130
Hi-fi fonograf	110
Alat pengebor pnematik	100
Bising bengkel	80
Bising lalu lintas	70

Percakapan normal (3 feet)	60
Musik radio pelan	50
Percakapan pelan	40
Suara bisikan	30
Bunyi gesekan daun	10
Ambang dengar	0

### c. Fisiologi Pendengaran

Proses mendengar diawali dengan ditangkapnya suara atau energi bunyi oleh daun telinga dalam bentuk gelombang yang dialirkan melalui udara melewati saluran telinga luar. Kemudian gelombang tersebut menggetarkan membran timpani yang diteruskan ke telinga tengah melalui tulang-tulang pendengaran (*malleus*, *incus*, *stapes*) yang akan mengamplifikasi getaran. Energi getar yang telah diamplifikasi ini diteruskan ke *stapes* yang menggerakkan tingkap lonjong (*oval window*) sehingga perilimfe pada skala vestibuli bergerak, lalu getaran diteruskan melalui membran *Reissner* yang mendorong endolimfe dalam kokhlea, sehingga akan menimbulkan gerak relatif antara membran basilaris dan membran tektoria. Proses ini merupakan rangsang mekanik yang menyebabkan sel-sel rambut di organ corti bergerak sehingga terjadi pelepasan ion bermuatan listrik dari badan sel. Keadaan ini menimbulkan proses depolarisasi sel rambut, sehingga menstimulasi lepasnya neurotransmitter (*glutamat*) ke dalam sinapsis yang akan menimbulkan potensial aksi pada saraf auditorius (N.VIII komponen *cochlearis*), kemudian impuls saraf diteruskan ke korteks pendengaran primer dan asosiasi (area 41 dan 42) di lobus temporalis.

### d. Gangguan Pendengaran

Kelainan telinga dapat menyebabkan gangguan pendengaran berupa ketulian. Tuli dibagi atas tuli konduktif, tuli saraf (*sensorineural*), dan tuli campuran.

Tuli konduktif terjadi karena gangguan hantaran suara yang disebabkan oleh kelainan di telinga luar atau telinga tengah, seperti : atresia lubang telinga, sumbatan oleh serumen, otitis eksterna, osteoma lubang telinga, otitis media, sumbatan tuba *eustachius*, dislokasi tulang pendengaran.

Tuli sensorineural (saraf) terjadi karena kelainan di cochlea (teling dalam), N. VIII, atau di pusat pendengaran. Penyebabnya seperti : labirintitis, obat-obatan tertentu, trauma kepala, trauma akustik dan pajanan bising, tumor cerebellum, cedera otak, dan kelainan otak lainnya.

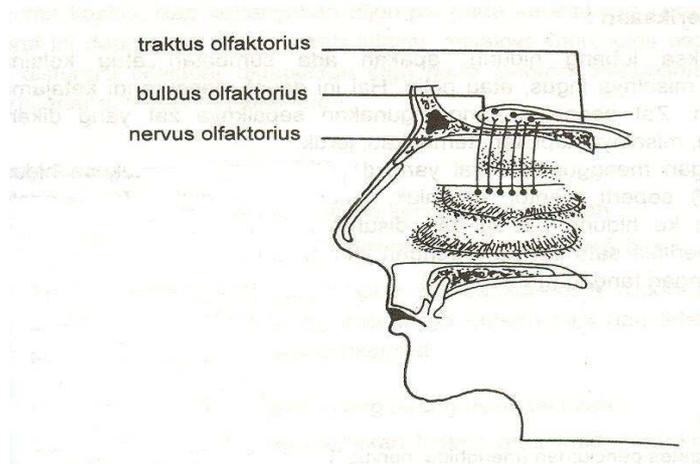
## **SISTEM PENGHIDU (PENCIUMAN)**

### **a. Anatomi dan Fisiologi**

Sistem penghidu atau penciuman berhubungan dengan organ hidung, dan persarafan yang mengatur fungsi penciuman adalah nervus olfaktorius (N. I) yang merupakan saraf sensoris. Reseptor untuk menangkap rangsang bau-bauan adalah sel-sel olfaktorius yang merupakan sel saraf bipolar dan berada di mukosa

olfaktorius (bagian atas rongga hidung). Serabut aferen neuron ini bersinaps di bulbus olfaktorius dan dari sini keluar serabut yang menghubungkan bulbus olfaktorius dengan otak yang disebut traktus olfaktorius. Setelah sampai di otak, sinyal olfaktori memiliki beberapa target yaitu :

- korteks penciuman primer dan asosiasi di lobus temporalis: untuk membedakan bau, persepsi, dan memori yang berkaitan dengan bau-bauan
- sistem limbik (amigdala, septum): untuk mengaktifkan emosi dan perilaku yang berkaitan dengan bau-bauan
- hipotalamus: untuk pengatur hasrat (*drives*), pengatur makan dan respon otonom dalam fungsi digestif
- formatio retikularis : untuk pengatur atensi dan membuat orang terjaga



**Gambar . Saraf Indera Penciuman**

#### **b. Gangguan Fungsi Penciuman**

Rasa penciuman dapat menguat atau meningkat pada keadaan lapar, dan melemah atau menurun pada keadaan pilek, usia lanjut, dan perokok. Kemampuan untuk menghidu (penciuman/pembauan) yang normal disebut **normosmia**.

Gangguan fungsi penciuman dapat disebabkan oleh gangguan saraf olfaktorius maupun penyakit hidung lokal. Kerusakan saraf ini dapat menyebabkan hilangnya penciuman (**anosmia**), atau berkurangnya penciuman (**hiposmia**). Seseorang yang menderita anosmia kadang-kadang tidak menyadari bahwa penciumannya terganggu, mereka mengeluh bahwa mereka tidak dapat lagi menikmati lezatnya

(enaknya) makanan. Rasa “lezat” merupakan kombinasi dari fungsi penciuman dan pengecapan.

Selain gangguan di atas, terdapat beberapa gangguan lain yang berhubungan dengan fungsi penciuman, yaitu:

- Parosmia : tidak dapat mengenali bau-bauan, *salah-hidu*.
- Kakosmia : mempersepsi adanya bau busuk, padahal tidak ada.
- Halusinasi penciuman : biasanya berbentuk bau yang tidak sedap, dapat dijumpai pada serangan epilepsi yang berasal dari girus uncinat pada lobus temporal.

## **SISTEM PENGECAPAN**

### **a. Anatomi dan Fisiologi**

Pengecapan adalah fungsi utama dari *taste bud* yang ada di dalam rongga mulut, dan organ yang berhubungan dengan indera pengecap adalah lidah. Indera pengecap berkaitan dengan selera makan. Rasa makanan diterima oleh sel reseptor

(sel pengecap) yang terutama terletak di lidah. Lidah terletak pada dasar mulut dan memiliki 2 kelompok otot yaitu :

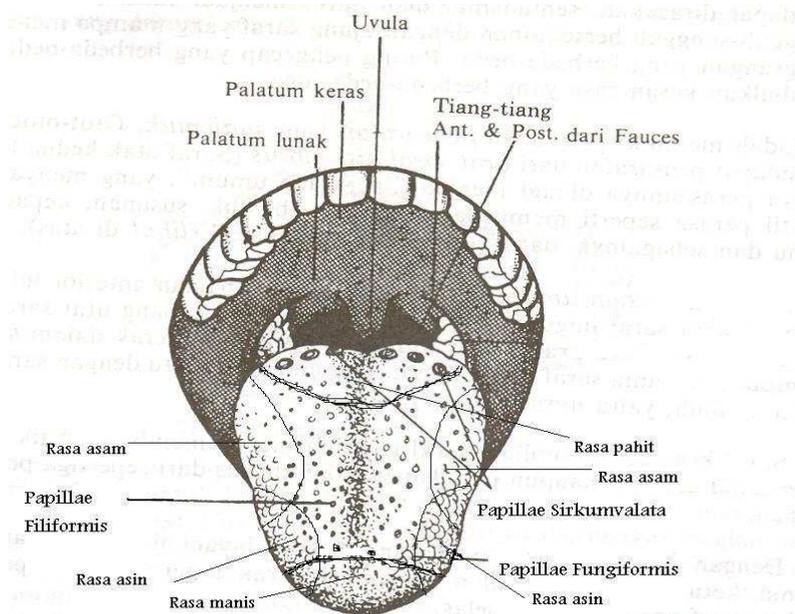
- Otot intrinsik untuk melakukan gerakan halus
- Otot ekstrinsik untuk mengaitkan lidah pada daerah sekitarnya dan melakukan gerakan-gerakan kasar seperti mengunyah dan menelan.

Gerakan otot lidah dipersarafi oleh nervus XII (N. Hipoglossus).

Lidah mempunyai tonjolan-tonjolan yang disebut papillae, tempat sel pengecap berada. Papillae lidah ada 3 macam, yaitu:

- Papillae sirkumvalata; jenis papillae terbesar dan terletak di bagian belakang lidah, berfungsi untuk rasa pengecap
- Papillae fungiformis; menyebar pada permukaan ujung dan sisi depan lidah, berbentuk seper jamur
- Papillae filiformis (foliata); jenis papillae terbanyak dan menyebar pada hampir seluruh bagian permukaan lidah terutama permukaan lateral lidah, lebih berfungsi untuk menerima rasa sentuh.

### Gambar. Struktur Lidah



Pada umumnya terdapat empat empat sensasi utama dari pengecapan: asin, asam, manis, dan pahit. Keempat rasa tersebut kecenderungannya terletak di daerah-daerah khusus pada lidah. Rasa manis dan asin terletak terutama pada ujung depan

lidah, rasa asam pada 2/3 bagian samping lidah, dan rasa pahit di bagian belakang lidah.

Impuls pengecap (sensasi rasa) dari 2/3 bagian depan lidah dibawa oleh saraf korda timpani cabang dari nervus fasialis (N. VII), sedangkan sensasi pengecap dari 1/3 bagian depan lidah dibawa oleh saraf lingualis cabang dari nervus glossofaringeus (N.IX). Serabut aferen berakhir di nukleus gustatorius pada medulla (batang otak) sebagai pusat pertama untuk integrasi dan perjalanan impuls kecap. Dari area ini dihubungkan ke beberapa daerah di regio otak lainnya seperti hipotalamus (berperan dalam sensasi kenyang dan lapar), sistem limbik (unsur afektif), talamus dan korteks (pusat asosiasi untuk membedakan berbagai rasa).

#### **b. Gangguan Fungsi Pengecapan**

Kerusakan nervus fasialis (N.VII) sebelum percabangan korda timpani dapat menyebabkan **ageusi** (hilangnya pengecapan) pada 2/3 bagian depan lidah, sedangkan kerusakan nervus glossofaringeus (N.IX) dapat menyebabkan **ageusi** (hilangnya pengecapan) pada 1/3 bagian depan lidah.