



UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA Y.A.I

FAKULTAS PSIKOLOGI

Kampus A : Jl. Diponegoro No. 74 Jakarta Pusat 10340, Indonesia

Telp. +62 21 3926000, 3914885 Fax. +62 21 3914885

Website : [uni-vai.ac.id](http://uni-vai.ac.id) E-mail : [fpsi@uni-vai.ac.id](mailto:fpsi@uni-vai.ac.id)

---

## **SURAT TUGAS**

Nomor. 844D/D/Fak.Psi UPI Y.A.I/IX/2021

Mengingat : Pelaksanaan Tri Dharma Pendidikan Tinggi dalam pengembangan ilmu dan penelitian, dengan ini Dekan Fakultas Psikologi UPI Y.A.I menugaskan kepada:

**Tatiani, S.Psi, M.Si**

Untuk dapat membuat Modul Mata Kuliah Psikologi Faal guna pemenuhan bahan ajar terhitung September 2021.

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dapat dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

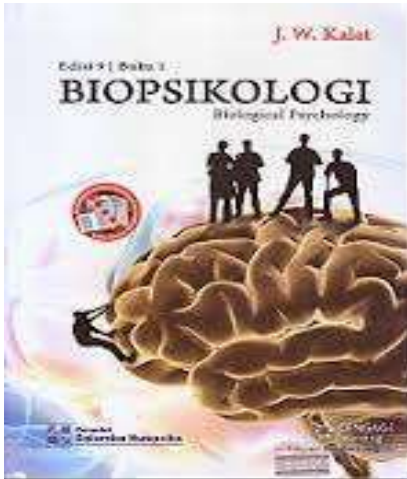
Jakarta, 06 September 2021  
Dekan,

**Dr. I Nyoman Surna, M.Psi**

# Psikologi Faal melalui pendekatan neurosains

Pentingnya mempelajari otak dan Perilaku, memahami genetika dan riset di bidang Biopsikologi

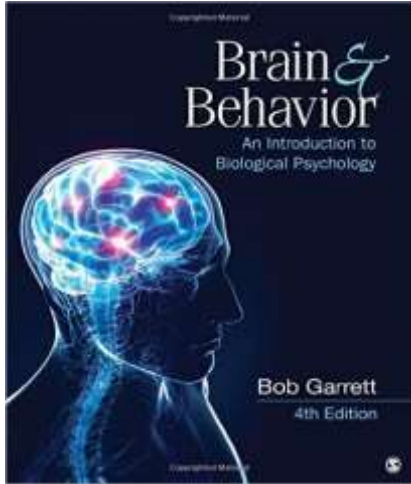
# REFERENSI



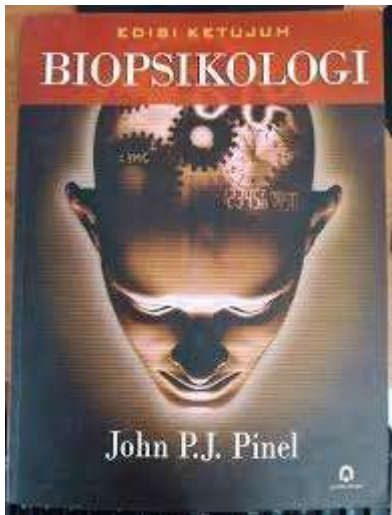
- Kalat. J.W. 2007. **Biological Psychology** 9<sup>th</sup> Edition. USA : Thomson – Wadsworth.
- Carlson, Neil.R. 2013. Fisiologi Perilaku, edisi kesebelas, jilid 1 &2 : Erlangga



# REFERENSI



- Garret, B. 2003. **Brain and Behavior**. USA : Thomson – Wadsworth.
- Pinel, John P.J., 2009. **Biopsikologi**, edisi ke 7, cetakan 1: Pustaka Pelajar



# Biopsikologi – Psikologi Faal

- → Pendekatan ilmu biologi terhadap psikologi
- Biopsikologi adalah studi ilmiah tentang biologi perilaku (Pinel, 2009).
- Biopsikologi adalah ilmu yang mempelajari mekanisme perilaku dan pengalaman fisiologi, evolusi serta perkembangannya (Kallat, 2010)
- Psikologi merupakan studi ilmiah tentang perilaku → aktifitas yang terlihat kasat mata maupun proses-proses internal (motivasi, belajar, ingatan, persepsi dan emosi

- Istilah Biopsikologi memiliki makna yang sama dengan psikobiologi, psikologi fisiologis (Psikologi faal) dan neurosains perilaku.
- Sebagai bidang studi neurosains banyak mengandung konsep-konsep yang terkait perilaku.
- Sebagian besar pembahasan dalam psikologi faal ini terpusat pada fungsi otak.

# Otak dan Perilaku

- Otak manusia memiliki berat sekitar 1,3 kg
- Secara mikroskopis akan terlihat adanya jaringan neuron yang akan menerima & meneruskan informasi antar neuron melalui sinyal-sinyal elektrokimiawi yang kompleks.
- Kerja neuron akan menimbulkan beragam perilaku dan pengalaman.

# Pikiran dan otak

- Paham dualisme /Cartesian dualism → Descartes  
→ Otak & pikiran (mind), dua substansi yang berbeda / terpisah.
- Sebagian besar filsuf dan ahli saraf masa kini menolak paham dualisme, karena adanya pertentangan dengan hukum kekekalan materi dan energi (materi↔ energi)
- Paham monisme → jagad raya hanya terdiri dari satu substansi
- Ada 3 kategori bentuk monisme : Materialisme (fisik), mentalisme (pikiran) dan Posisi identitas (pikiran dan otak adalah hal yang sama)



- Pikiran adalah bentuk aktifitas otak
- Pengalaman dan aktifitas otak tidak dapat dipisahkan, stimulasi pada bagian otak tertentu akan membangkitkan pengalaman dan setiap pengalaman akan memicu aktifitas otak.
- Stimulus sadar dan tidak sadar mengaktifasi bagian otak yang sama tetapi stimulus sadar akan mengaktifasi dengan lebih kuat.

- Perilaku sangat tergantung pada gen dan lingkungan.
- Diskusi tentang berapa besar pengaruh gen dan lingkungan dalam menentukan beragam perbedaan tiap individu seringkali menimbulkan kontroversial.
- Sumbangan genetik organisme merupakan produk dari evolusi, pengalaman dan persepsi tentang situasi yang terjadi saat ini.

# Genetika perilaku

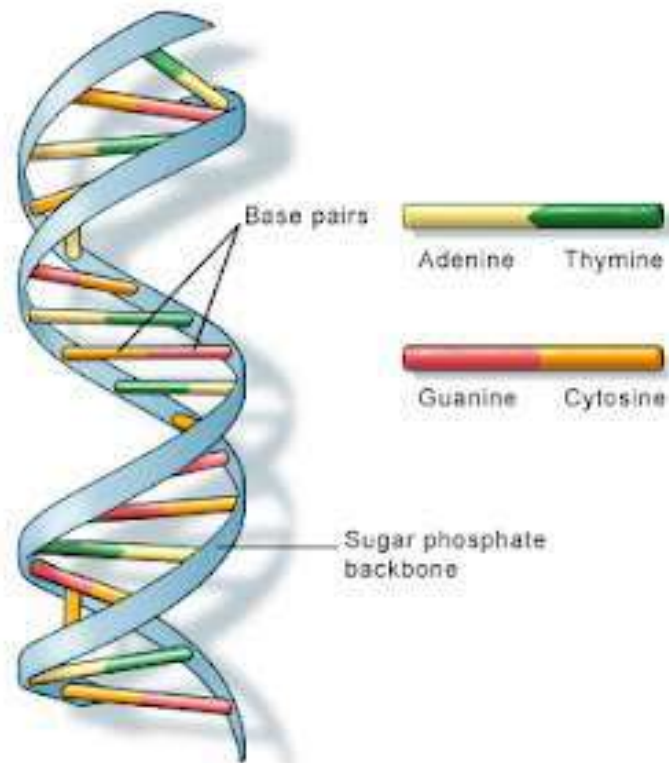
- Gregor Mendel (akhir abad ke19)
- Mendel membuktikan bahwa pewarisan sifat terjadi melalui gen.
- Gen : unit pewaris sifat yang mempertahankan identitas strukturalnya dari generasi ke generasi.
- Gen berpasangan dan tersusun dalam kromosom yang juga berpasangan kecuali kromosom seks pria X & Y yang tidak berpasangan dan memiliki gen yang berbeda.

- Gen : molekul kimia yang mempertahankan keutuhannya dari generasi ke generasi dan mempengaruhi perkembangan individu
- Gen yang dominan mempengaruhi pertumbuhan individu, gen resesif akan mempengaruhi perkembangan jika gen dominan tidak ada.
- Perilaku merupakan hasil dari pengaruh sejumlah gen dan faktor lingkungan

- Individu dengan pasangan identik dalam dua kromosom disebut individu homozigot
- Individu yang tidak memiliki pasangan yang cocok untuk gen tersebut disebut heterozigot
- Beberapa gen ada yang dominan dan berpengaruh kuat pada gen homozigot maupun heterozigot.
- Gen yang resesif hanya berpengaruh kuat pada kondisi homozigot.

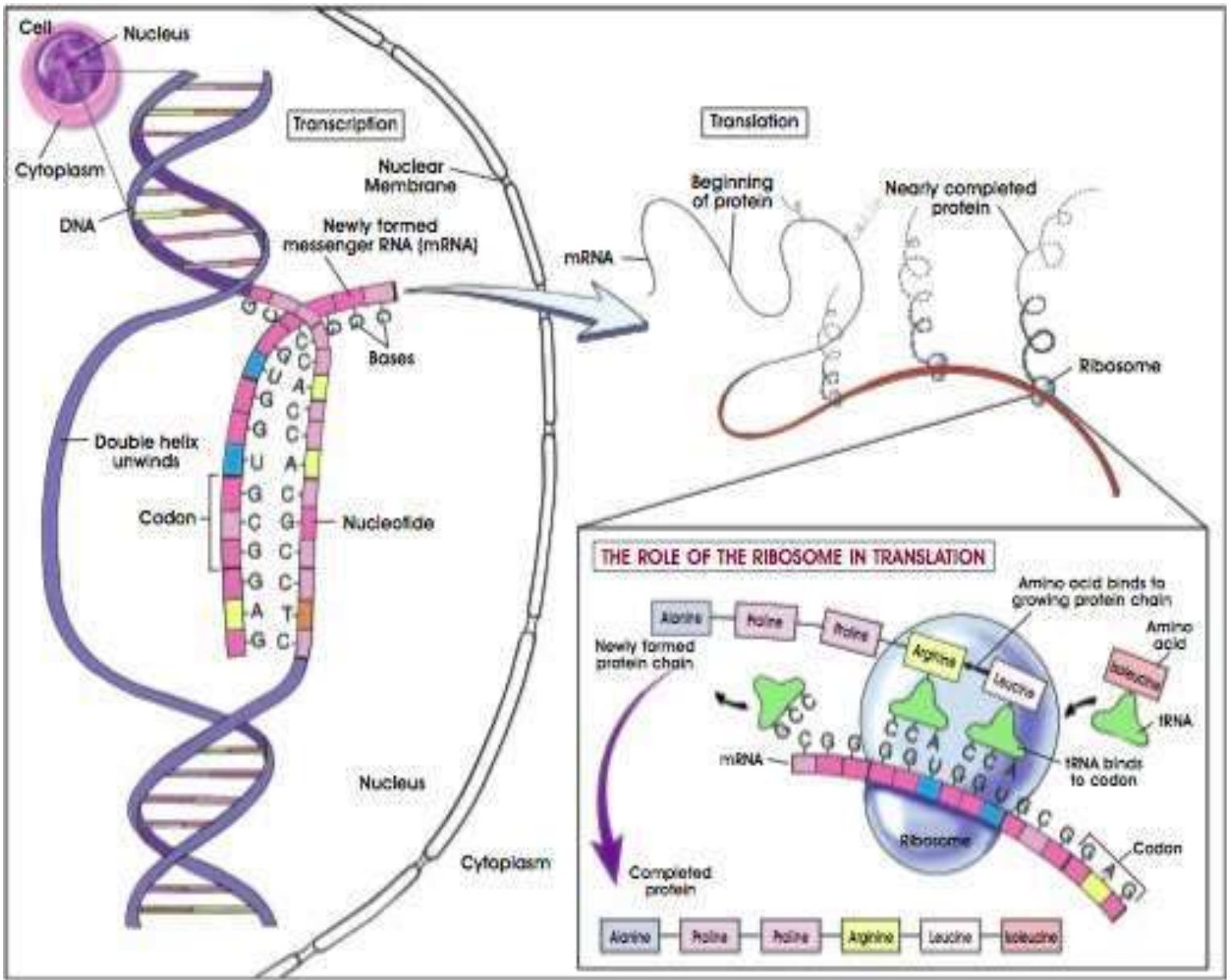
- Gen bagian dari kromosom / ada di dalam kromosom
- Penyusun kromosom adalah untaian molekul ganda asam dioksimbonukleat (DNA/dioxyribonucleic acid).
- Sebuah untaian DNA merupakan template asam ribonukleat (RNA/ribonucleic acid) yang bermolekul tunggal.
- Satu type RNA dapat menjadi template DNA untuk sintesis molekul protein
- Gb. Ekspresi gen menunjukkan penerjemahan informasi dari DNA → RNA → Protein, yang akhirnya akan menentukan perkembangan organisme.
- Beberapa protein akan menjadi pembentuk struktur tubuh dan adapula protein yang akan menjadi enzim sebagai katalis biologis yang mengatur reaksi kimiawi tubuh

# Ilustrasi skematik struktur DNA



U.S. National Library of Medicine

# Ekspresi gen

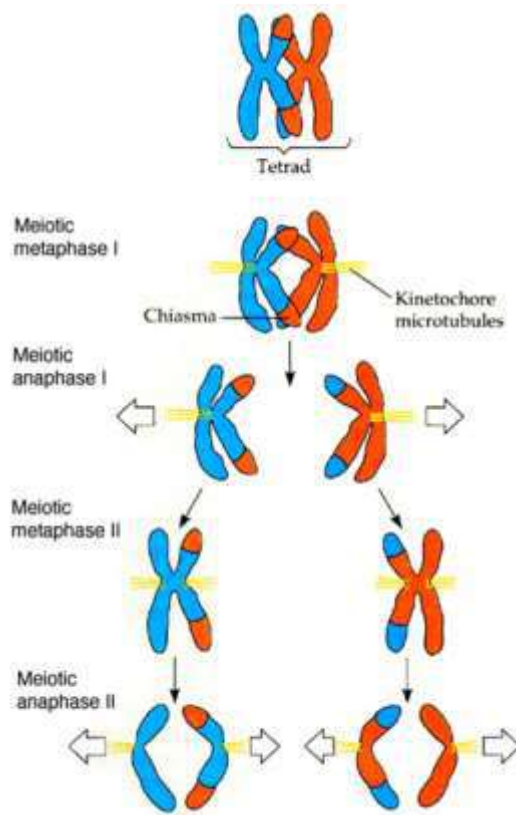




# Timbulnya variasi gen

- **Rekombinasi**
- Satu set gen baru, setengah bagian dari bapak dan setengah lagi dari ibu. Set gen yang baru ini menghasilkan karakteristik yang berbeda dari kedua orang tua.
- **Mutasi**
- Mutasi merupakan perubahan organisasi materi genetik yang berupa gen atau kromosom dari suatu individu dan diwariskan kepada generasi berikutnya.
- Mutasi yang terjadi pada sel-sel gamet (sel kelamin) akan bersifat menurun, tetapi jika mutasi tersebut terjadi pada sel-sel somatik (sel tubuh) maka perubahan itu hanya terjadi pada individu tersebut dan tidak bersifat menurun.

# Kromosom dan pindah silang



Sepasang kromosom dalam proses reproduksi dapat mengalami patahan dan penyambungan ulang sehingga bagian satu dari kromosom yang satu tersambung dengan kromosom yang lain.

# Kromosom seks : Sex-linked genes & sex-limited genes

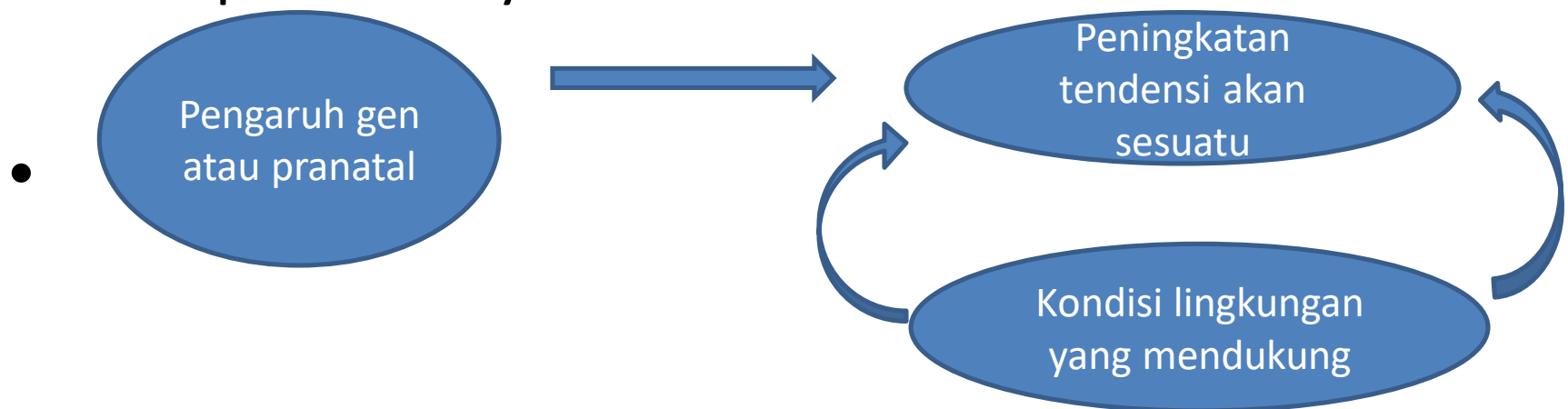
- Kromosom ada 2 jenis : kromosom **autosom** dan **kromosom seks (gonosom)**.
- Gen yang terdapat dalam kromosom autosom disebut gen autosom, gen yang terdapat dalam kromosom seks dikenal dengan gen terpaut kelamin (sex-linked genes)
- Pada mamalia terdapat dua kromosom kelamin, yaitu Kromosom X dan kromosom Y.
- Wanita memiliki dua kromosom X (XX) sedangkan pada pria memiliki satu kromosom X dan satu kromosom Y.
- Kromosom Y berukuran kecil dan manusia hanya memiliki gen yang mengkode untuk 27 protein, kromosom X memiliki gen yang mengkode 1.500 gen. Sehingga bila berbicara tentang **sex-linked genes (gen terpaut kelamin)**, biasanya yang dimaksud adalah kromosom X.
- Contoh sex-linked gen adalah gen resesif buta warna merah dan hijau.

- **Sex-limited genes** terdapat pada kedua jenis kelamin , tetapi pengaruhnya hanya atau lebih besar pada salah satu jenis kelamin saja.
- Contohnya : gen yang mengatur jumlah rambut dada pada pria, gen yang mengatur payudara pada wanita, dll.
- Kedua jenis kelamin memiliki gen-gen tersebut tetapi aktivasi gen-gen tersebut tergantung pada hormon seks gen tersebut, hormon seks jantan atau hormon seks betina.

# Pewarisan sifat dan lingkungan

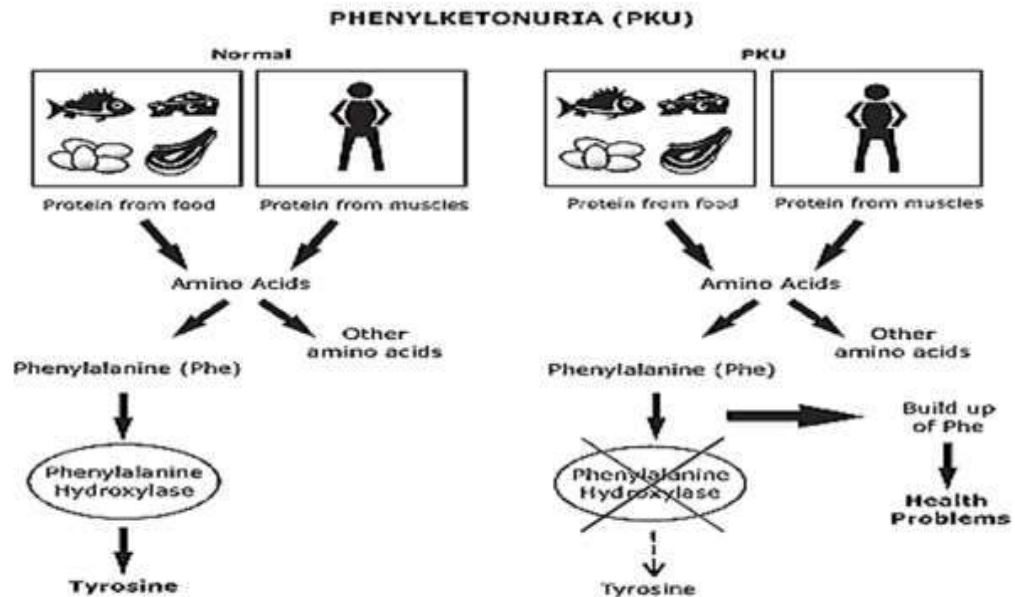
- Perilaku dipengaruhi pewarisan sifat (heritability) dan lingkungan.
- Bila variasi karakteristik sangat tergantung pada pewarisan sifat berarti karakteristik tersebut memiliki tingkat pewarisan sifat (heritability) yang tinggi.
- Hasil penelitian menunjukkan perilaku yang memiliki tingkat heritability yang tinggi adalah : kesendirian (loneliness), neurotisisme, menonton televisi dan perilaku sosial. Salah satu perilaku yang tidak menunjukkan pewarisan sifat : pilihan agama

- Kasus yang membiaskan perbedaan antara pengaruh genetik dan lingkungan
- 1. Pengaruh gen dan lingkungan pranatal
- 2. Pengaruh lingkungan dapat menginaktivasi gen
- Secara tidak langsung gen dapat mempengaruhi perilaku dengan cara mengubah kondisi lingkungan, contoh fenomena multiplier effect
- Gen memberikan dasar awal, tetapi reaksi lingkungan memperbesarnya

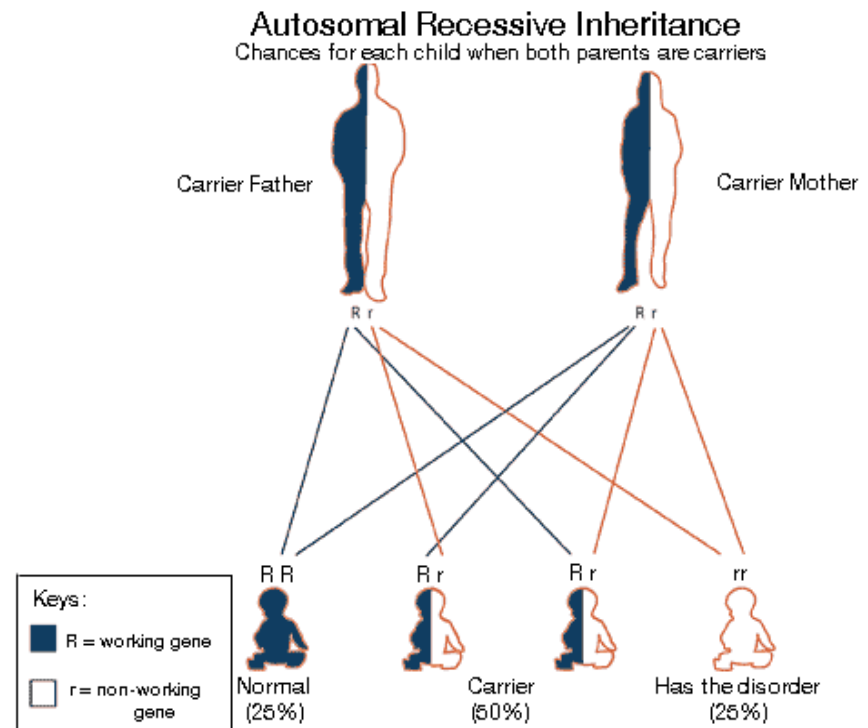


# Modifikasi lingkungan

- Sifat-sifat yang memiliki tingkat pewarisan sifat yang tinggi juga dapat diubah oleh lingkungan.
- Contoh : kasus Fenilketonuria atau PKU adalah ketidakmampuan genetik untuk memetabolisme asam amino fenilalanin, bila tidak dilakukan perawatan maka dapat terjadi akumulasi fenilalanin yang akan meracuni otak sehingga anak mengalami keterbelakangan mental, gelisah dan mudah tersinggung.



- Gen resesif PKU banyak terdapat di Eropa dibandingkan Asia bahkan di Afrika hampir tidak ada. Walaupun PKU melibatkan pewarisan sifat tetapi lingkungan dapat memodifikasinya





# Cara gen mempengaruhi perilaku

- Gen memengaruhi perilaku secara langsung dengan mengendalikan senyawa kimia dalam otak.
- Gen mempengaruhi perilaku secara tidak langsung dengan cara mengubah karakteristik lain pada tubuh sehingga mempengaruhi bagaimana orang memperlakukan kita.

# Evolusi perilaku

- Setiap gen akan berevolusi melalui seleksi alam
- Evolusi adalah perubahan frekuensi gen di dalam satu populasi yang terjadi dari generasi ke generasi
- Bila spesies berevolusi maka telah berhasil dalam reproduksi dari satu generasi ke generasi berikutnya.
- Adanya mutasi dan rekombinasi gen akan menghasilkan variasi yang diturunkan yang akan meningkatkan atau menurunkan bagaimana individu bertahan hidup dan bereproduksi
- Individu yang memiliki tingkat keberhasilan reproduksi akan menurunkan gen mereka menjadi lebih tinggi.

# Psikologi evolusi

- Psikologi evolusi atau sosiobiologi membahas bagaimana suatu perilaku berevolusi, terutama perilaku sosial.
- Penekanan studi pada penjelasan evolusi dan fungsional yaitu perilaku yang ada pada leluhur kita dan mengapa seleksi alam menyeleksi kecenderungan perilaku tertentu
- Contohnya : perilaku altruistik, sebuah tindakan yang menguntungkan orang lain selain dirinya sendiri.

# Riset-riset pada biopsikologi

- Subjek penelitian manusia & non manusia
- Eksperimen, kuasi eksperimen dan studi kasus
- Penelitian murni untuk pengetahuan & terapan untuk kemanfaatan umat manusia.
- Kode etik dalam riset

- Metode modern yang dapat digunakan untuk penelitian terkait dengan otak :
- Pindai tomografi komputer (Computerized Axial Tomography/ CTScan/ CAT).
- → Penyuntikan pewarna pada pembuluh darah, lalu kepala diposisikan pada alat pemindai (CTScanner), dg sinar X yg menembus kepala direkam oleh detektor pd sisi yg berlawanan, pemintai diputar perlahan shg pengukuran dilakukan hingga  $180^{\circ}$ . Hasil pengukuran diolah komputer.
- Pencitraan resonansi magnetic (Magnetic Resonance Imaging/MRI).
- → memetakan area otak secara detil menggunakan medan magnet.

## Alat perekam aktifitas otak

- Elektroensefalografi (Electoencephalograph / EEG).
- → merekam aktifitas listrik otak melalui elektroda yg ditempelkan ke kulit kepala. Outnya di amplifikasi dan direkam.
- Magnetoensefalograf (magnetoencephalograph/ MEG)
- → alat serupa EEG, tetapi alat ini mengukur medan magnet lemah yg dihasilkan oleh aktifitas otak. MEG mampu memperlihatkan perubahan permilisekon

- Tomografi emisi positron (positron-emission tomography / PET).
- → Mengukur perubahan dari waktu ke waktu antar lokasi, tetapi otak akan terpapar zat radioaktif
- Pencitraan resonansi magnetik fungsional (functional Magnetic Resonance Imaging/ fMRI)
- → mengukur perubahan selama 1 sekon dapat mengenali lokasi dlm kisaran 1-2 mm, tidak menggunakan radiasi

# ANATOMI SISTEM SARAF

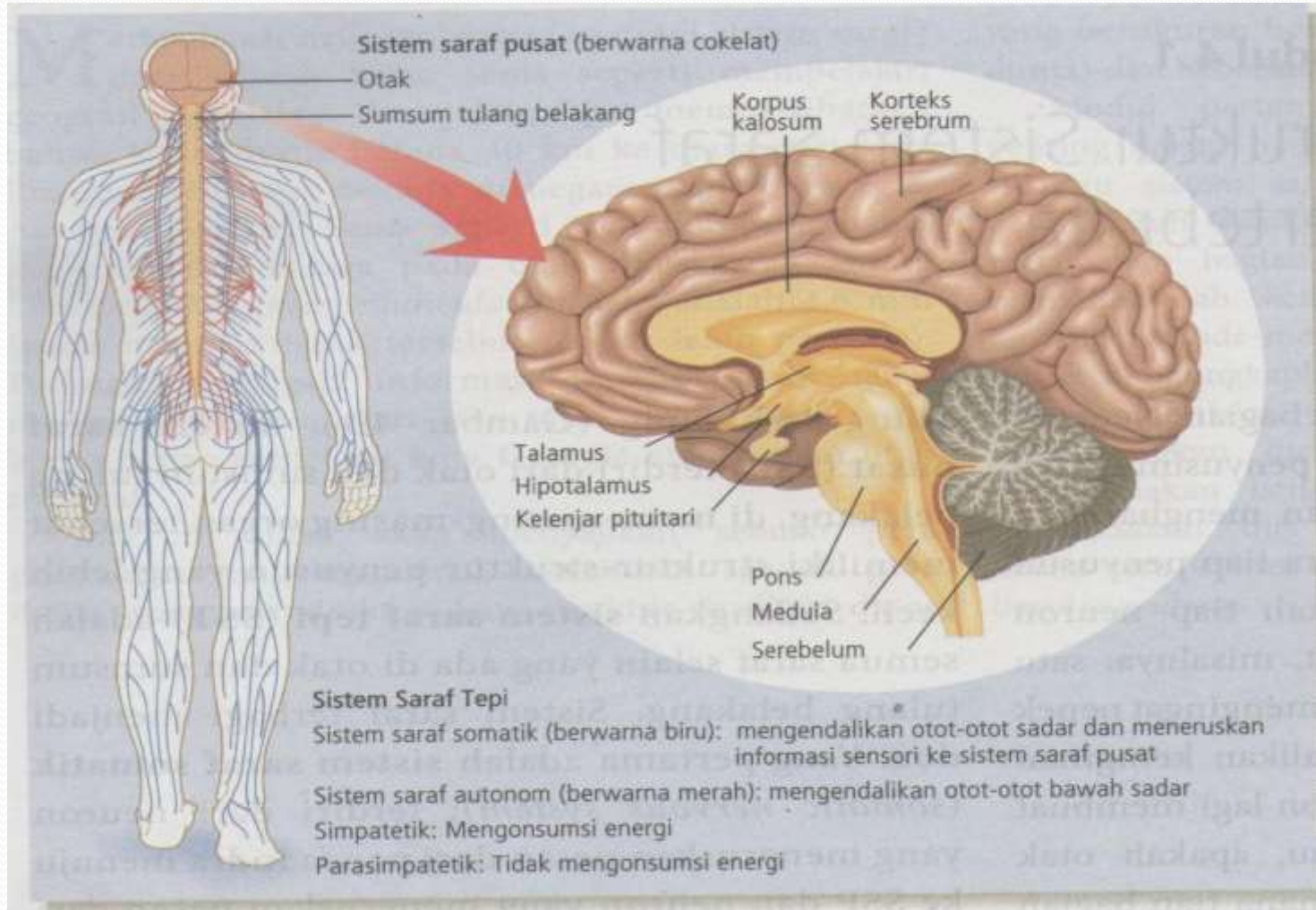
By : Retno Budi Setyowati

PERTEMUAN I



# Struktur sistem saraf vertebrata

Sistem saraf manusia (ilustrasi belahan kanan)



# Organisasi dan fungsi sistem saraf

## Sistem Saraf Tepi (SST)

- → penghubung ssp dg reseptor sensorik dan efektor motorik

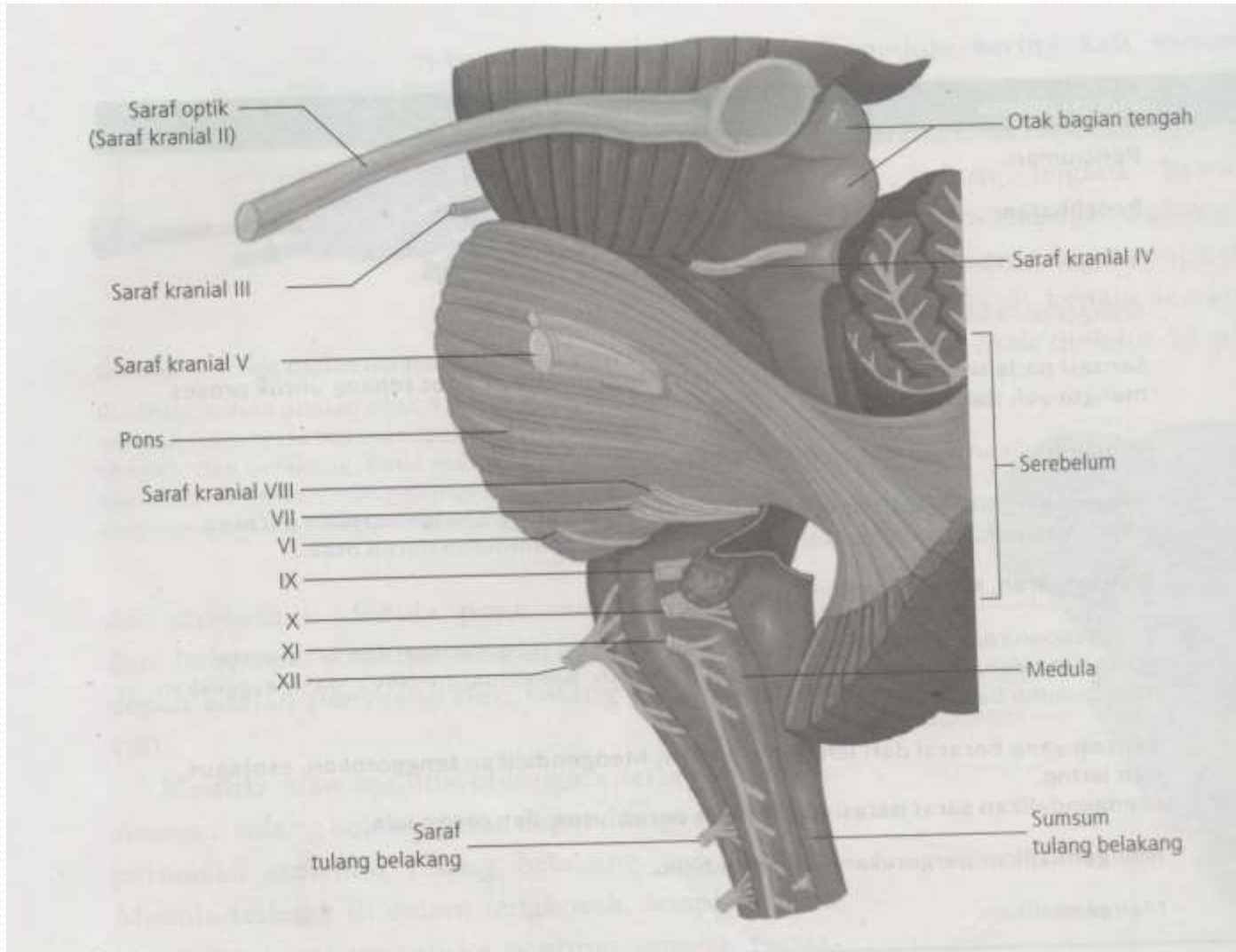
### Struktur saraf tepi :

- Terdiri atas ribuan serabut saraf yang dikelompokkan dalam dlm ikatan<sup>2</sup> yg masing<sup>2</sup> kelompok dibungkus oleh jaringan ikat.
- Setiap kelompok mempunyai fungsi yg berbeda : (sensorik & motorik), target yg berlainan.
- Setiap serabut saraf merupakan sebuah akson dr neuron sensorik, neuron motorik atau otonom perifer.
- Type serabut saraf : type A (diameter besar, bermielin, penghantar rangsang cepat, 120m/dtk), type C (diameter kecil, tdk bermielin, penghantar rangsang lambat, <1 m/dtk mengkonduksi nyeri dan bersifat otonom).

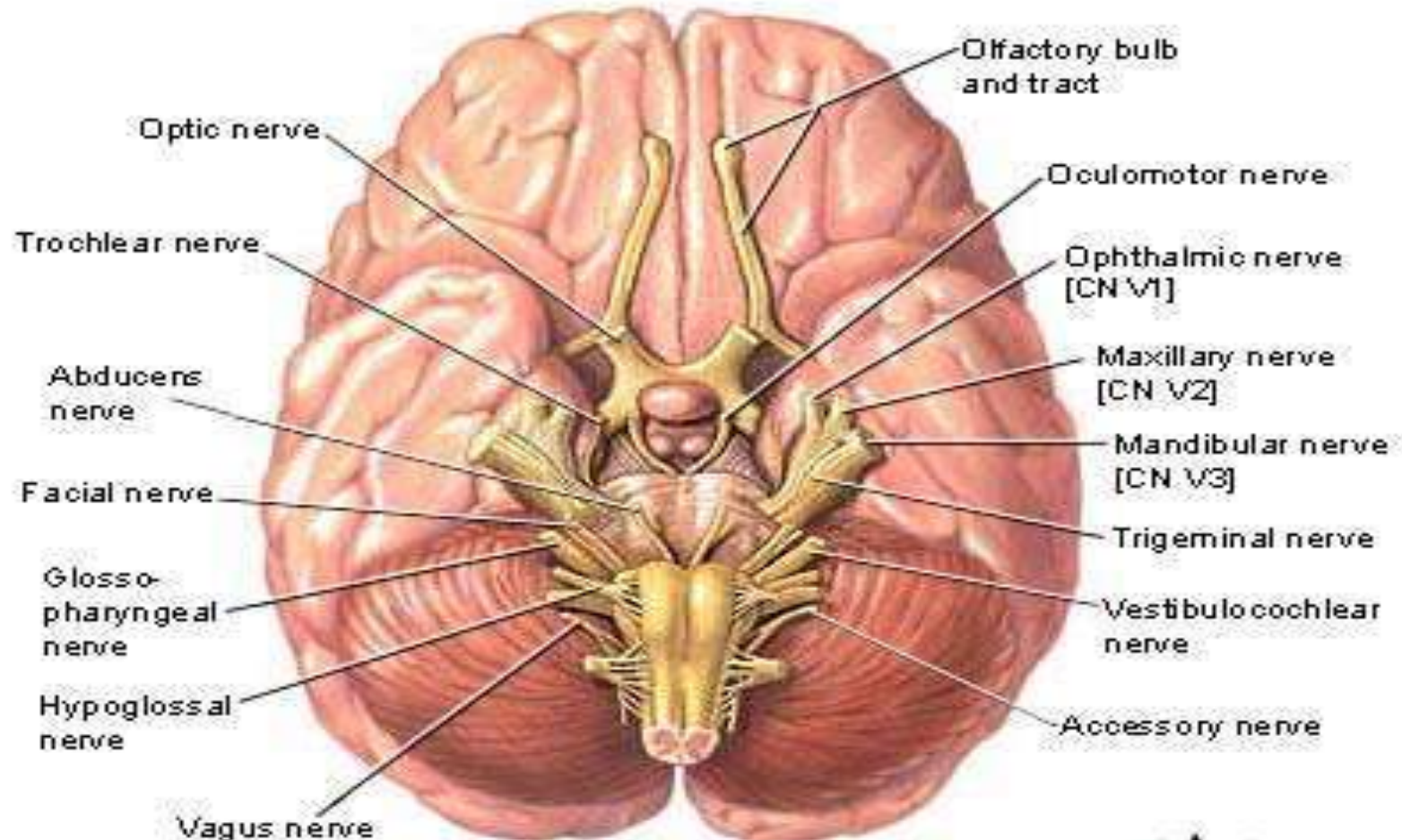
## Saraf Kranial dan Spinal

- Serabut saraf perifer langsung berhubungan dg otak melalui saraf kranial dan korda spinalis melalui saraf spinal.
- Saraf kranial yg keluar dr otak terdiri dari 12 ps saraf , dinamai dengan urutan angka Romawi I-XII.  
N.I : olfaktorius    N. II : optikus    N.III : okulomotorius  
N.IV : trochlearis    N.V : trigeminus    N.VI : abduksen  
N.VII: fasialis    N.VIII: vestibularis    N.IX : glossofaringeus  
N. X : vagus    N.XI : asesorius    N.XII : hipoglossus
- Saraf spinal terdiri dari 31 pasang saraf yang keluar dari korda spinalis yg merupakan persatuan dua akar spinal . Sesuai dr tempat keluarnya saraf spinal terdiri atas : 8 ps saraf servikal, 12 ps torakal, 5 ps lumbal, 5 ps sakral, 1 ps koksigeal.

# Pasangan saraf kranial



# Saraf kranial



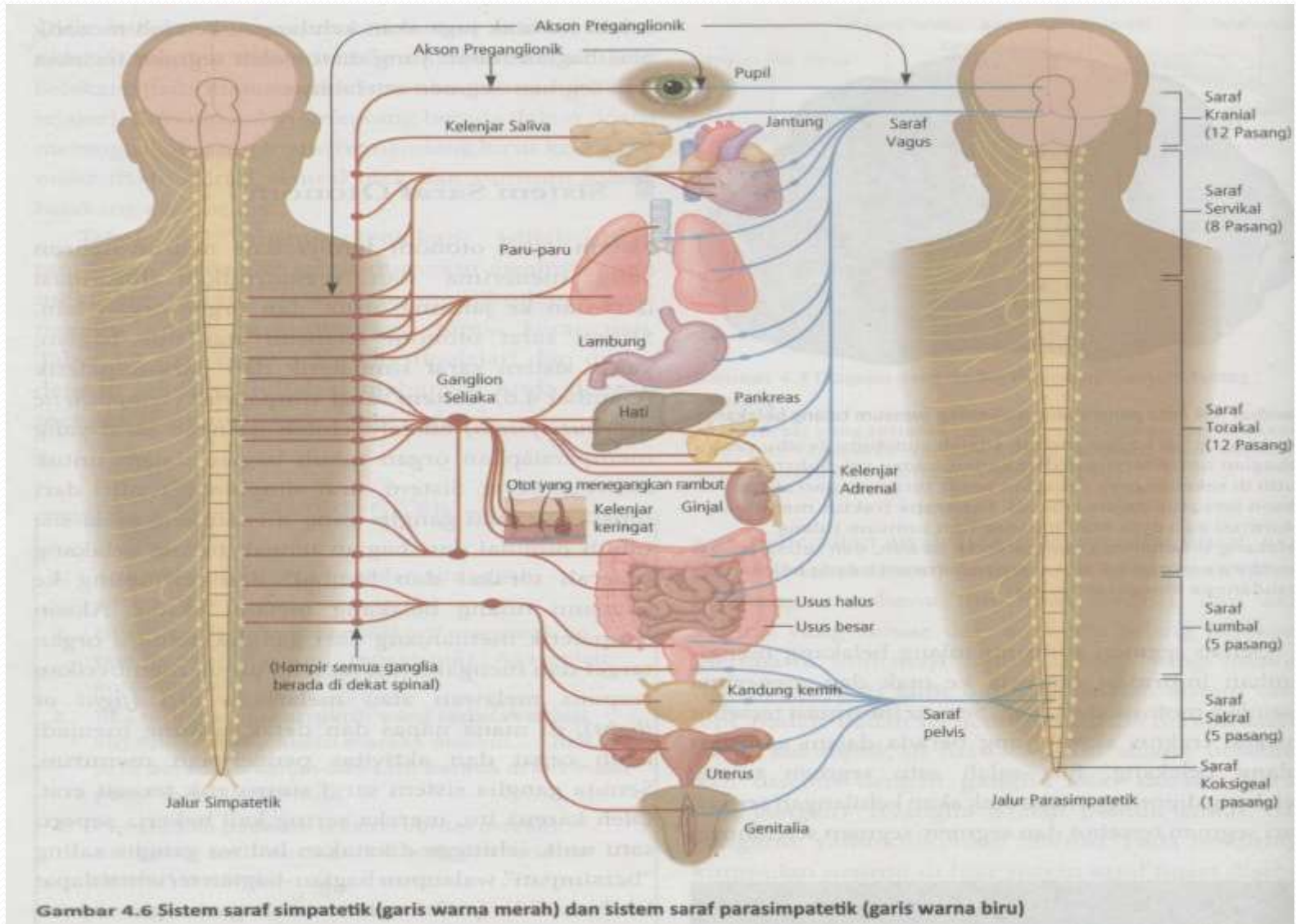
## Sistem motor tepi terdiri dari

- → sistem saraf somatik, fungsinya mengendalikan otot-otot sadar / volunter (otot skelet) dan meneruskan informasi ke ssp
  - sistem saraf otonom, fungsinya mengendalikan otot-otot bawah sadar / involunter(otot polos (viscera)& kelenjar.

Terdiri dari :

- -> sistem saraf **simpatik** (sympathetic nervous system), jaringan saraf yg mempersiapkan organ tubuh bagian dalam utk aktifitas berat.
- -> sistem saraf **parasimpatik** (para sympathetic nervous system, mempersiapkan organ utk memberi respon vegetatif yg tidak mendesak.

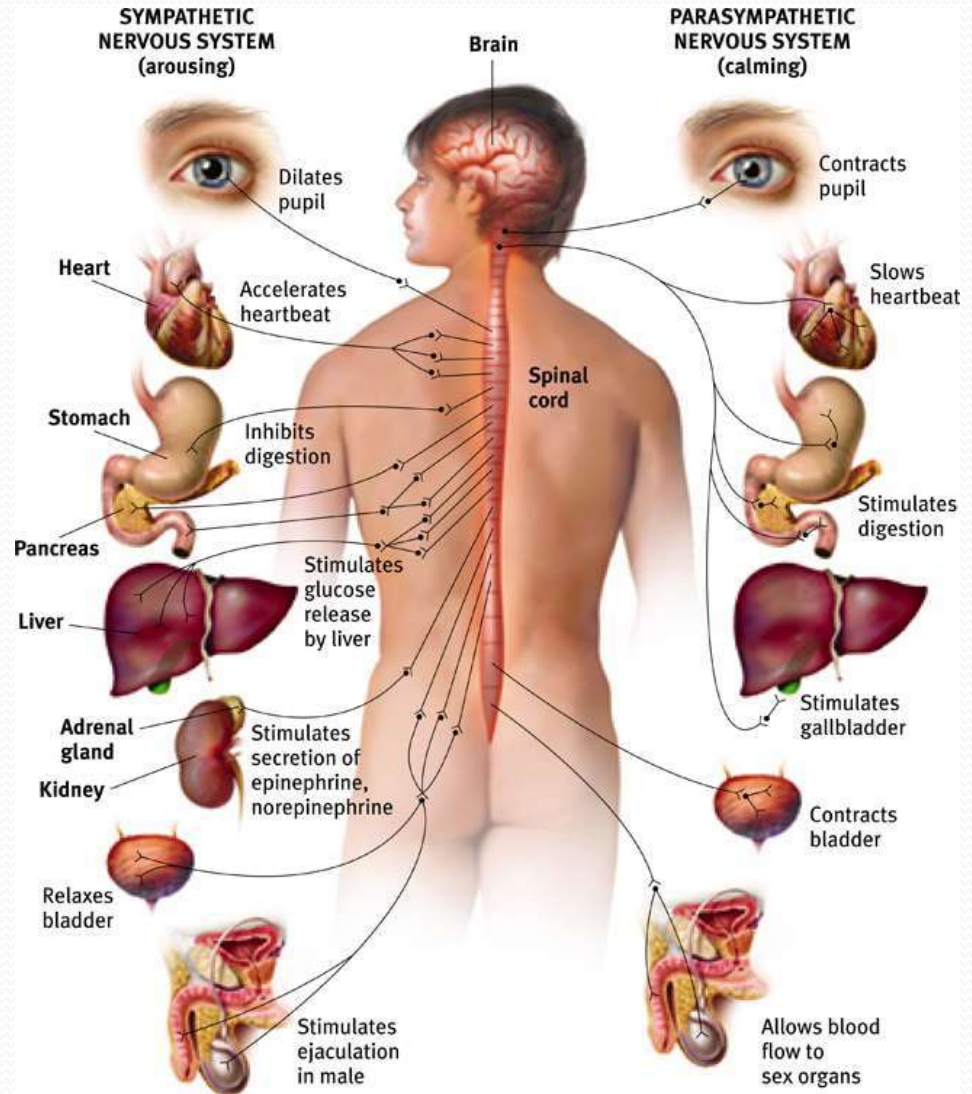
# • Sistem saraf simpatik dan parasimpatik/otonom



# Sistem Syaraf Otonom

Sistem Syaraf Simpatis  
“Membangkitkan=Arouses”  
(*fight-or-flight*)

Sistem Syaraf Parasimpatis “Calms”  
(*rest and digest*)





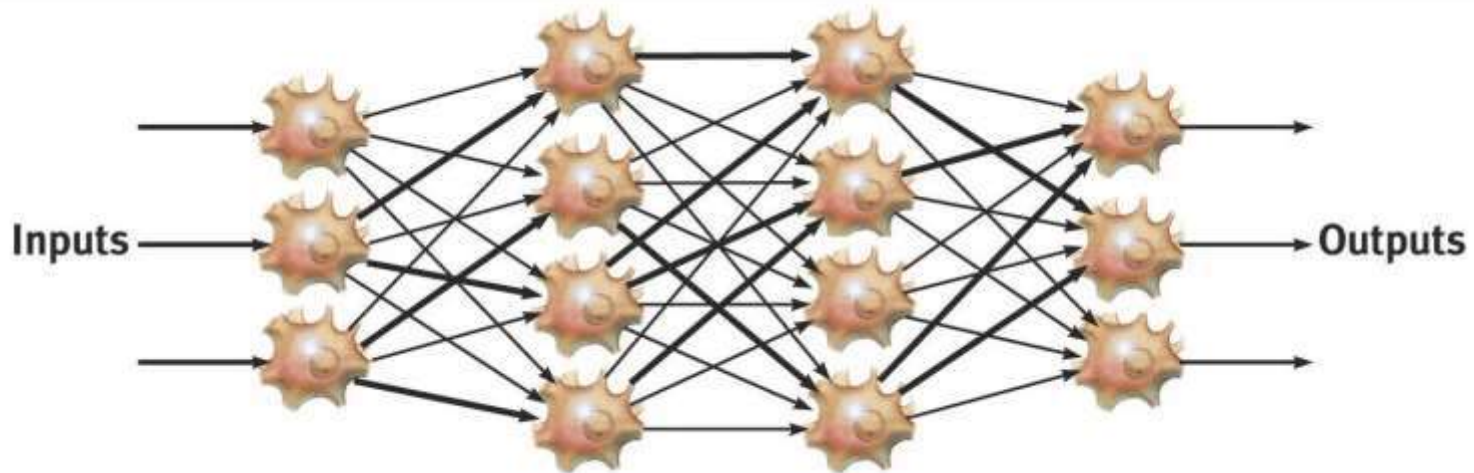
## Sistem Saraf Pusat (SSP)

- → Otak (pusat atas/ higher center)
  - Sum-sum tl belakang (korda spinalis/pusat bawah/ lower center)
- Fungsinya : memproses informasi sensorik, mengintegrasikan dg pengalaman utk memberi komando motorik agar bereaksi secara tepat.

# Sistem Syaraf Pusat

## Jejaring Otak dan Syaraf

Interkoneksi neuron membentuk jejaring dalam otak . Jejaring ini sangat rumit dan setiapkali mengalami modifikasi bersama tumbuh dan pengalaman orang .



Jejaring rumit Neural

# Organisasi korda spinalis / sum-sum tl belakang

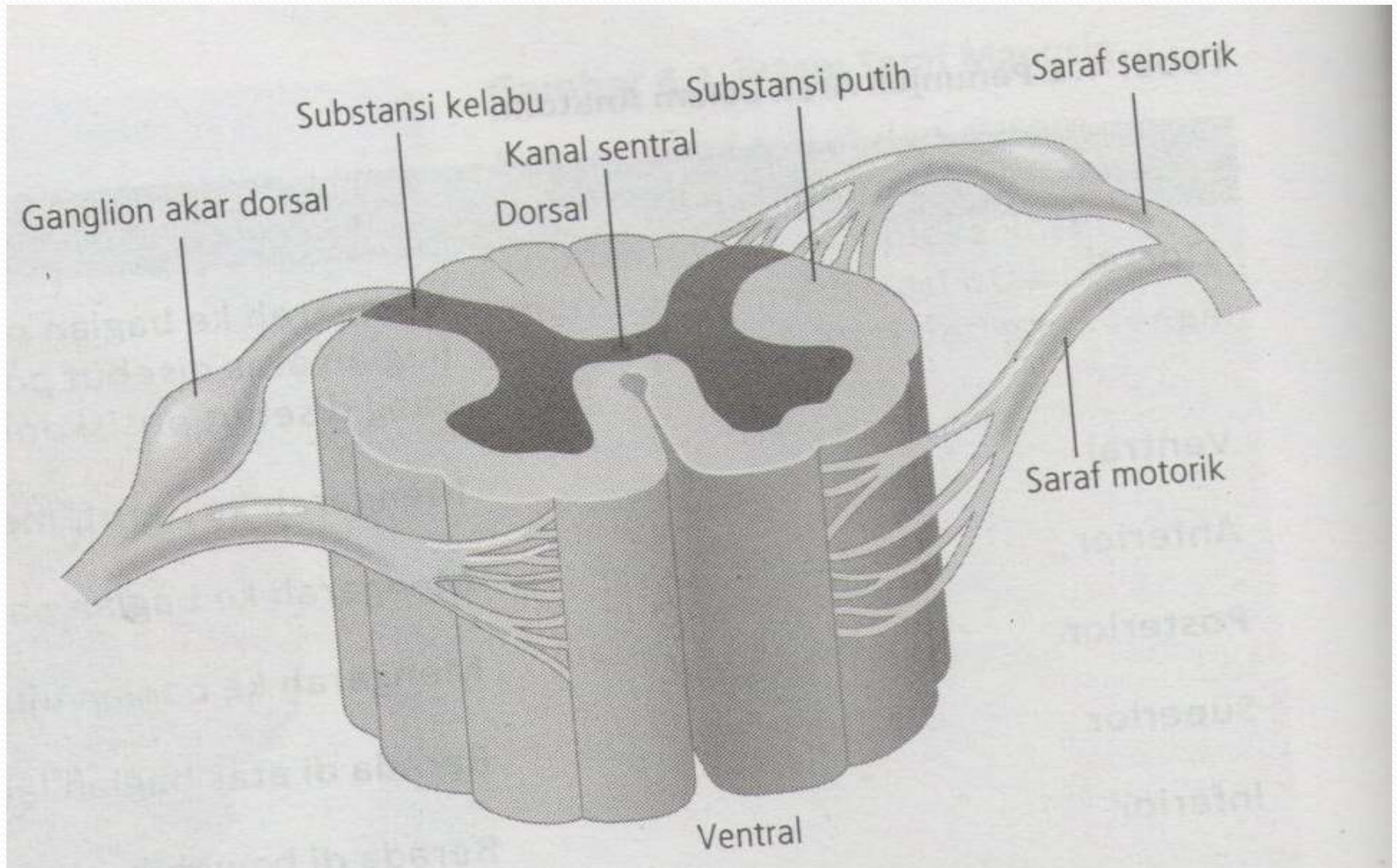
- Letaknya memanjang dalam kolom vertebralis dari leher sampai lumbal
- → Fungsi korda spinalis ada 2 yaitu :
  1. **Pusat saraf**, mengintegrasikan sinyal secara langsung.
  2. **Pusat perantara saraf (stasiun/pemancar)**, antara saraf tepi dan otak. Semua komando motorik volunter maupun involunter dikomunikasikan pada pusat motorik spinal untuk diproses sebelum dikirim ke otot. Begitu juga sinyal sensorik dari reseptor perifer ke pusat otak harus dikomunikasikan ke pusat sensorik spinal
- Akar dorsal membawa informasi sensorik
- Akar ventral membawa informasi motorik
- Badan sel neuron sensorik berada dalam kelompok di luar sumsum tulang belakang dan disebut ganglia akar dorsal
- Penampang melintang korda spinalis :

**Substansia abu** (menyerupai huruf H ditengah), ada 3 zona fungsional:

  1. Tanduk dorsal (posterior)
  2. Tanduk ventral (anterior)
  3. Zona tengah (interneuron)

**Substansia putih** (akson bermielin)

# Penampang melintang korda spinalis



# Struktur dan fungsi otak

## Bagian utama otak :

Otak bagian belakang (Hindbrain/Rhombencephalon)

→ Medulla , pons dan serebelum.

- Fungsi : medulla dan pons dengan bantuan saraf kranial mengendalikan pernafasan, denyut jantung, pencernaan dan fungsi vital lain.
- Medulla dan pons mengandung **formasi retikular** dan **sistem raphe**.
- Fungsi serebelum : mengendalikan pergerakan (keseimbangan & koordinasi)
- Medulla, pons, otak tengah dan beberapa struktur tengah otak bagian depan,, adalah penyusun batang otak

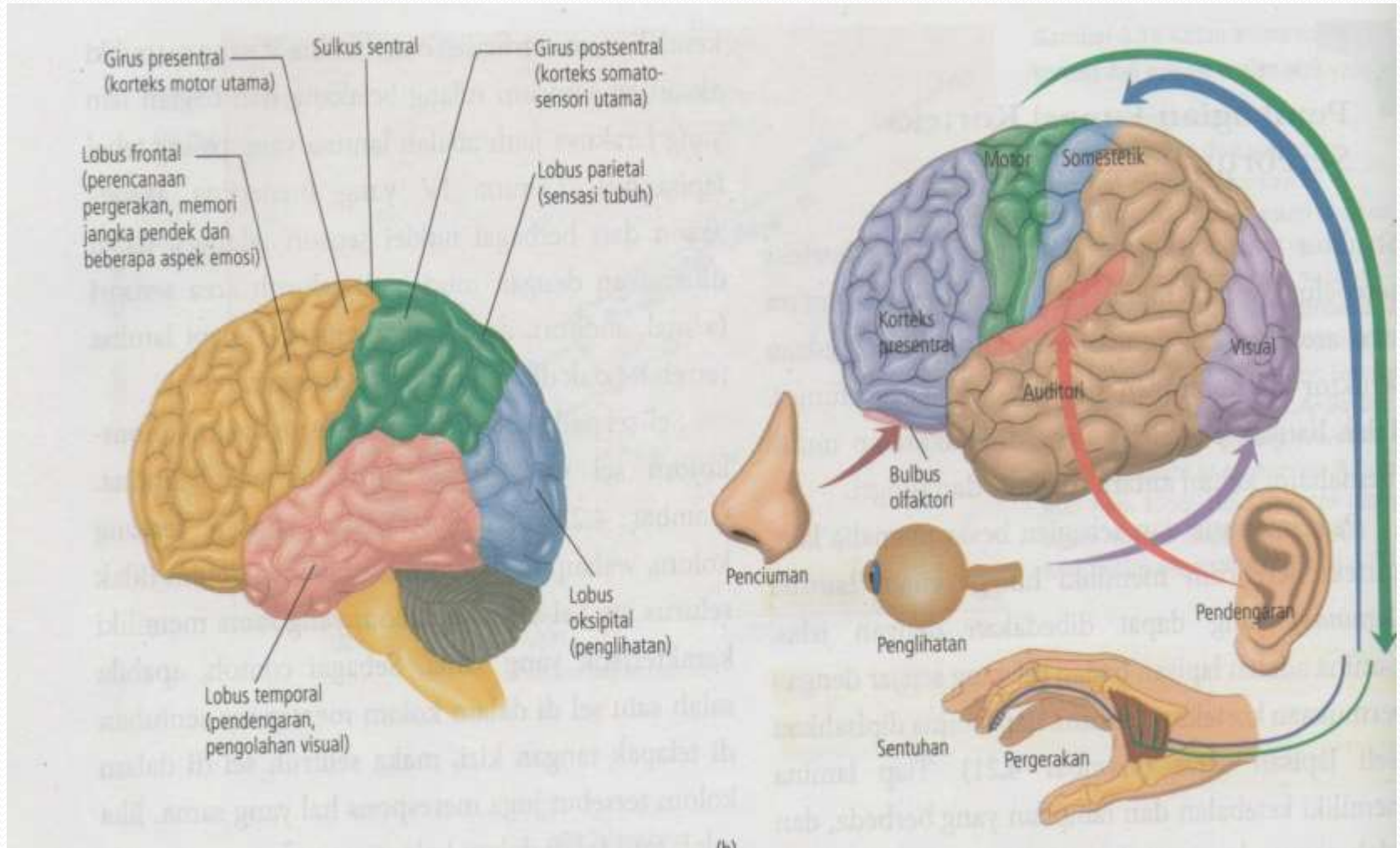
## Otak bagian tengah (midbrain/mesencephalon)

- tectum ('atap') dg 2 tonjolan : kolikulus superior dan kolikulus inferior.
- tegmentum ('penutup') : nukleus saraf cranial III dan IV, sebagian formasio retikular, perpanjangan jalur otak depan dan korda spinalis atau otak bag. belakang, substansia nigra.

## Otak bagian depan (forebrain /prosencephalon)

- Lap. Luar : korteks serebrum
- lap bwh korteks : talamus, ganglia basalis (nukleus caudatus, putamen dan globus palidus), sistem limbik (bulbus olfaktori, hipotalamus,hipokampus, amigdala, dan gyrus singulatus korteks serebrum)

# Berbagai area korteks serebrum



## Ventrikel serebrum

- Perkembangan sistem saraf diawali dari sebuah bentuk tabung yang mengelilingi kanal berisi cairan. Setelah dewasa terdapat : **kanal sentral sumsum tl belakang** (korda spinalis) dan **ventrikel serebrum**, dg 4 rongga berisi cairan yang ada di dalam otak. Ke4 rongga itu adalah : Ventrikel lateral (dikedua belahan otak) yang di arah posterior terhubung dg ventrikel ketiga, dan berlanjut ke ventrikel ke empat.
- Ventrikel serebrum dan kanal sentral mengandung **cairan serebrospinal (css)**, cairan bening yang serupa plasma darah. Cairan ini dihasilkan oleh sekelompok sel pleksus koroid yang ada di tiap2 ventrikel serebrum
- CSS akan mengalir melalui ruang antar otak dan membran meninges tipis. (Meninges adl membran yang menyelimuti otak dan sumsum tl belakang.
- Ruang antar otak dan membran meninges disebut : **subaraknoid**
- CSS berfungsi melindungi otak dari guncangan kepala ketika bergerak dan mengurangi berat otak.
- Bila terjadi gangguan pada aliran CSS sehingga terakumulasi di ventrikel serebelum atau subaraknoid mengakibatkan **hidrosefalus**



## Korteks serebrum

- → bagian yang paling terlihat dari otak mamalia dan terdiri dari lapisan sel-sel yang menutupi belahan (**hemisfer**) otak.
- Sel-sel korteks serebrum adalah substansia abu-abu/ nigra
- Akson-akson yang memanjang ke arah dalam adalah substansia putih/alba.
- Kedua hemisfer saling berkomunikasi melalui : **korpus kalosum dan komisura anterior**
- Korteks serebrum memiliki **6 lamina** (lapisan badan sel yang sejajar dg permukaan korteks serebrum, tiap lamina dipisahkan oleh lapisan serat.
- Sel-sel korteks jg tersusun dalam kolom-kolom sel yg tegak lurus thd lamina.
- Ada **4 lobus** yang diberi nama sesuai dg nama tl tengkoraknya, yaitu : **Lobus oksipital, parietal, temporal dan frontal**

- Lobus oksipital / korteks lurik (strate cortex)
  - ujung /kaudal posterior korteks.
  - penerima input **visual** dr nuklei talamus.
- Lobus parietal
  - diantara lobus oksipital dan sulkus sentral, di posterior sulkus sentral terdapat **gyrus postsentral / korteks somatosensori** yang merupakan target utama sensasi sentuhan, dan informasi dr reseptor otot dan persendian.
  - memantau dan menerjemahkan informasi **spasial** : visual, auditori, kepala, posisi tubuh, dan meneruskan ke bagian otak lain yg mengatur gerakan dan informasi numerik

- Lobus temporal

- bagian lateral kedua belahan otak

- target utama informasi auditori, berperan dlm pemahaman bahasa lisan (kiri), aspek penglihatan yg lebih kompleks termasuk persepsi gerakan dan pengenalan wajah, berperan dlm perilaku yg berkaitan dg emosi dan motivasi.

- Lobus frontal

- memanjang dari sulkus sentral hingga batas anterior otak.

- Terdiri dari korteks prefrontal (depan) dan gyrus prasentral (belakang /korteks motorik primer/ KMP).

- Lobus frontal menerima informasi dari semua sistem sensori pada bagian-bagian korteks prefrontal yang berbeda. Korteks prefrontal memiliki dendrit 16x lebih banyak dr korteks lain, shg dpt mengolah informasi sangat banyak. Korteks prefrontal berfungsi psikologis, proses belajar, merancang. Peran prefrontal penting dalam memori jangka pendek, kerja respons-tunda, mengikuti dua peraturan pd saat yg sama, perilaku sesuai konteks.



PERTEMUAN KE 5

# TIDUR DAN TERJAGA

# Elektro Ensephalo Gram

Aktifitas otak berupa gelombang listrik, dapat direkam dengan alat yang disebut Elektro Ensefalo-Gram (EEG).

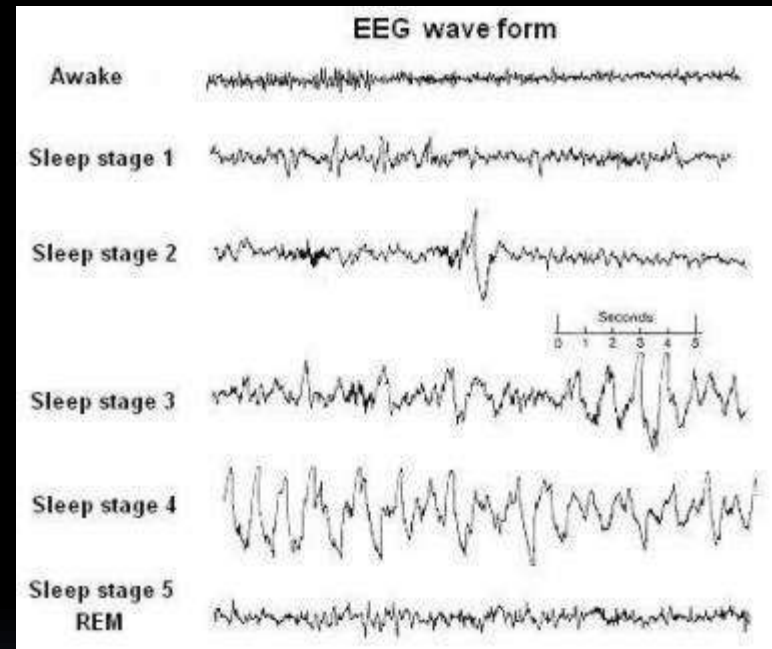
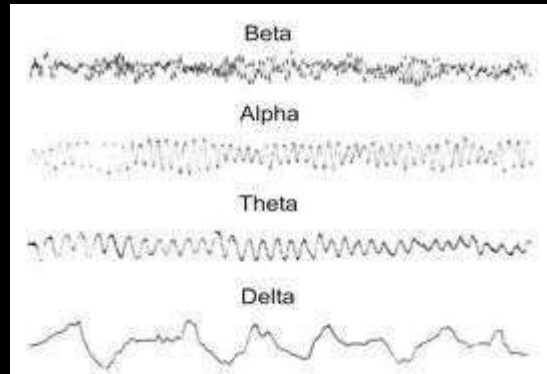
Amplitudo dan frekuensi EEG bervariasi tergantung tempat perekaman dan aktivitas otak saat perekaman dilakukan.



# GELOMBANG OTAK

- Ada 4 jenis gelombang otak
- 1. Gelombang beta : subyek terjaga, waspada terjadi aktifitas mental, tidak teratur frekuensi  $> 14$  siklus /detik. Terekam baik di regio frontal.
- 2. Gelombang alfa : subyek santai, mata tertutup, gambaran eeg menunjukkan aktifitas sedang dengan gelombang sinkron, teratur, frekuensi 8-14 siklus/detik. Terekam baik di oksipital.
- 3. Gelombang teta : frekuensi 4-7 siklus/detik. Terutama pada regio parietal & temporal anak-anak, selama stress emosi (frustrasi & kecewa) pada orang dewasa, pada gangguan otak, seringkali pada otak yang berdegenerasi.
- 4. Gelombang delta : frekuensi  $< 3,5$  siklus/detik. Saat tidur nyenyak, pada bayi, pada penyakit organik otak parah, pada korteks hewan yang ditranseksi subkortikal untuk memisahkan korteks serebri & talamus.

# GeLombang otak

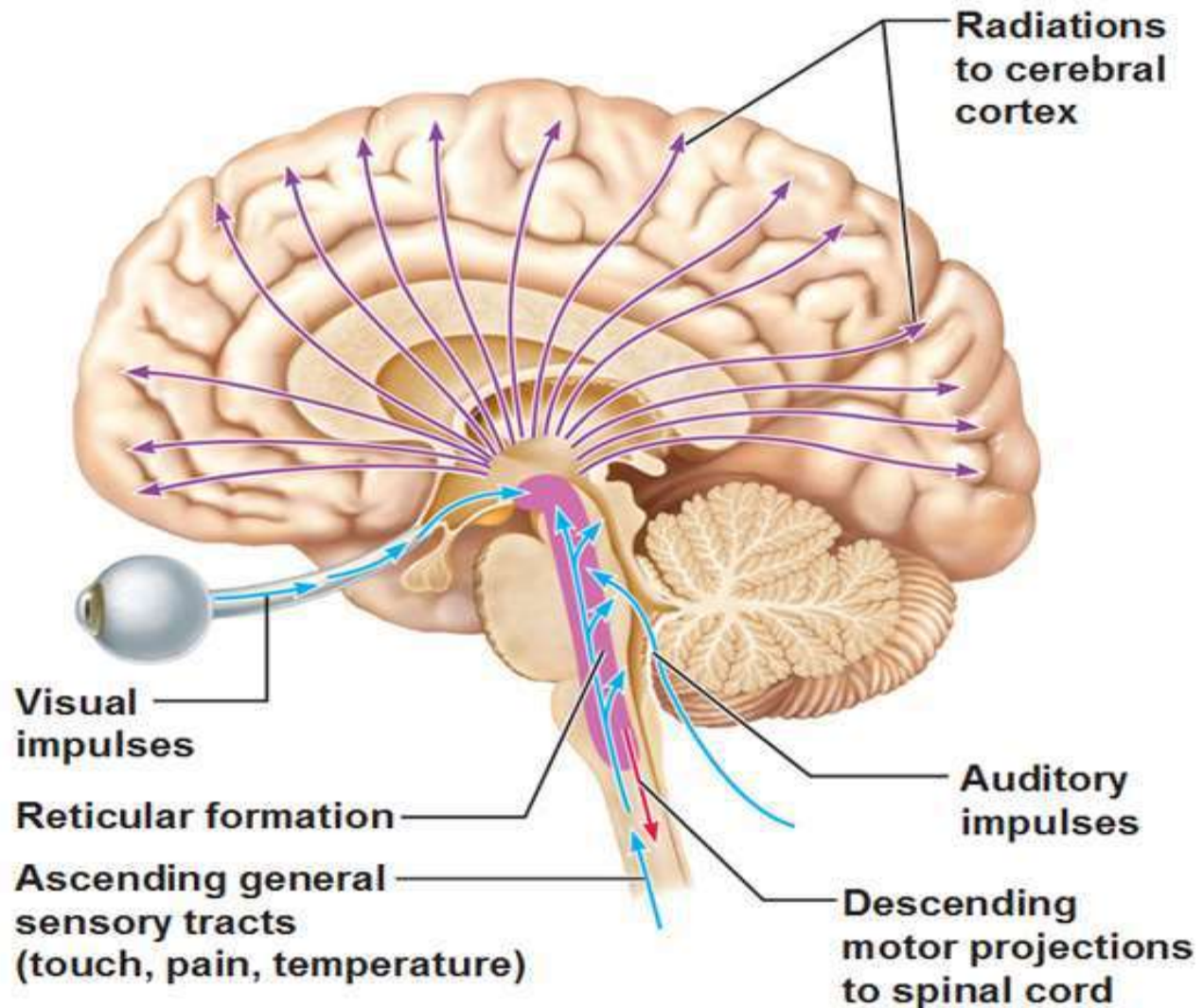


# Formasio retikular Midbrain

- Formasi retikular terletak di substansi abu otak daerah medulla sampai midbrain dan talamus.
- Formasio retikular midbrain:
  - Bila dirangsang membangkitkan gelombang beta, individu seperti bangun & terjaga.
  - Area ini merangsang ARAS (Ascending Reticular Activating System (ARAS), suatu proyeksi difus yang menuju bagian forebrain, nuklei retikular talamus juga memasuki ARAS, mengirim serabut difus kesemua area korteks serebri.
  - Bila terjadi lesi pada area ini mengakibatkan orang dalam keadaan koma, dengan EEG delta.
  - Proyeksi ARAS : menyebar (non spesifik) dengan depolarisasi global di korteks.
  - Eksitasi ARAS memfasilitasi respon kortikal spesifik ke sinyal sensori spesifik di talamus
  - dalam keadaan normal stimulasi sinyal sensori aferen menstimulasi ARAS melalui cabang kolateral akson. Jika sistem aferen terangsang seluruhnya, proyeksi ARAS memicu aktifitas kortikal umum & terjaga.



# The Reticular Formation



# Tidur & EEG

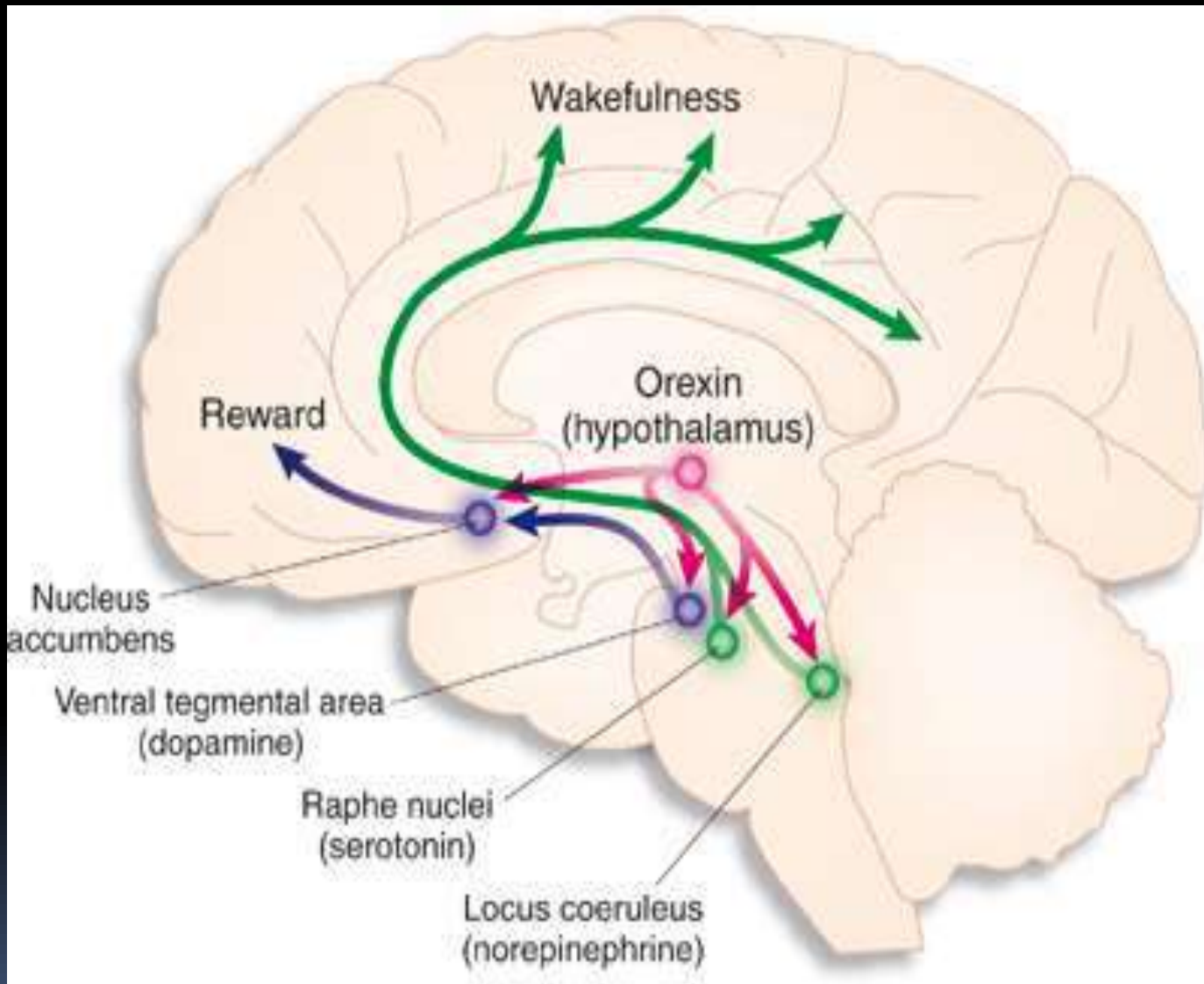
- Secara umum tidur manusia dibagi atas 2 tahap :
  1. Tidur orthodoks (tidur gelombang lambat)
  2. Tidur paradoks (tidur R(apid)E(ye)M(ovement))
- Tidur Orthodoks mempunyai 4 tingkatan :
  - Stadium 1 : saat mulai tenang, tertidur ringan.
  - Stadium 2 : saat tidur sebenarnya
  - Stadium 3 : saat tidur lebih pulas
  - Stadium 4 : saat tidur paling pulas / nyenyak, tidur dalam, gelombang delta, sering terjadi ngorok, pada anak kecil terjadi somnambulisme dan mengompol.

Pusat tidur formasio retikular bagian bawah dan pusat terjaga bagian atas, midbrain (ARAS) saling berinteraksi untuk mengatur seluruh siklus tidur- terjaga

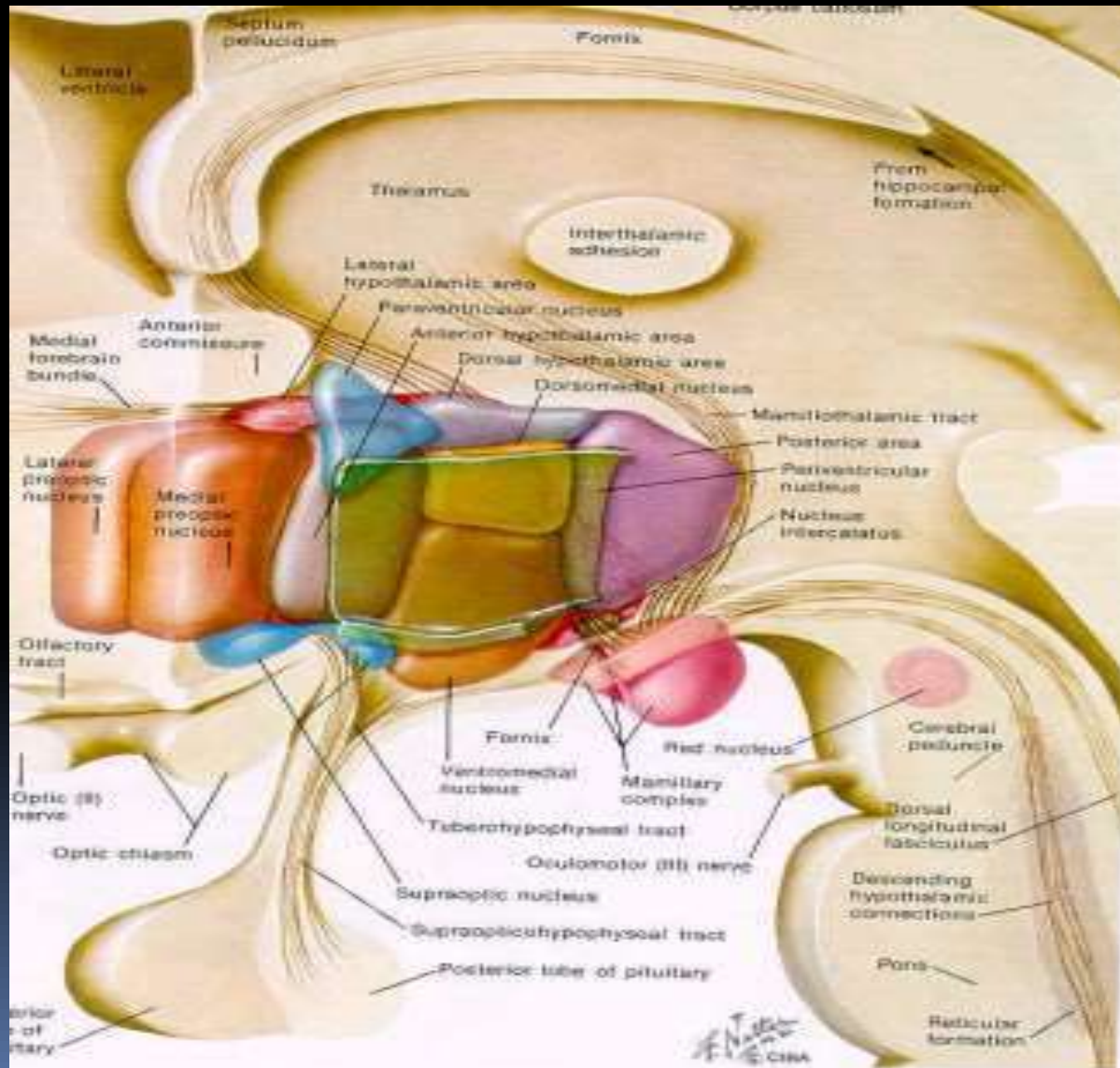
- Tidur paradoks (REM/ tidur dengan mimpi)
- → Terjadi peningkatan denyut nadi, pernafasan tekanan darah dan aktifitas lainnya secara cepat dan tidak teratur. Darah dialirkan ke otak dan gelombang otak meningkat mirip dengan gelombang saat terjadi aktifitas, sangat sulit dibangunkan, tonus otot leher, anggota gerak minimal, bola mata bergerak cepat dibalik pelupuk mata.
- → Sering terjadi mimpi, tetapi sebagian besar mimpi tidak dapat diingat. Seseorang mimpi kira-kira setiap 90 menit sekali dalam siklus tidur.
- → Dalam tidur aktif, banyak memori jangka pendek & tidak penting yang dihapus dan mempertahankan memori jangka panjang, sehingga saat bangun badan terasa segar.
- → Masa REM 20% dari jumlah tidur yang 8 jam.
- → REM paling panjang pada dini hari
- → Masa REM bayi 50% dari jumlah tidur yang 16 jam
- → Pada manula tidur berkurang 1-2 jam dengan tahap 4 menghilang.
- → Tidur REM penting untuk menjaga aktifitas harian orang.

# Pusat tidur

- Pusat formasi retikular bagian bawah berperan aktif dalam menginduksi tidur dan mengatur stadiumnya.
- Sekresi serotonin di nuklei raphe formasi retikular pontis meningkatkan gelombang lambat.
- Pengelepasan norepinefrin dari neuron lokus seruleus formasi retikular medulla meningkatkan tidur REM.
- Lesi secara selektif di area ini akan mempengaruhi kedua tahap tidur.
- Obat penurun aktifitas norepinefrin menyebabkan insomnia.
- Beberapa area hipotalamus, seperti suprachiasmatic dapat mempromosi tidur.



# HIPOTALAMUS



# Masukan dan keluaran hipotalamus

- Penting dalam pengaturan : homeostasis dan aktifitas terintegrasi organ tubuh terhadap pengaruh luar.
- Letak : dibawah talamus diatas kelenjar hipofisis (pituitari), sehingga mudah mengatur sistem otonom & endokrin kearah bawah serta diawasi oleh pusat-pusat forebrain dari atas.
- Menerima masukan :
  - → hampir semua sistem sensori (secara langsung) dan formasioretikular (secara tidak langsung).
  - → sistem limbik , emosi & hasrat
  - → sistem hormon dan zat terlarut dalam darah (glukosa, sodium dll) tentang situasi energi, elektrolit & air.
- Keluaran :
  - → sistem limbik, emosi & hasrat, lanjut ke pusat motorik midbrain untuk pengendali respon motorik somatik perilaku manusia saat dikuasai emosi
  - → dilanjutkan ke pusat otonom simpatis-parasimpatis dalam medulla dan korda spinalis, mengatur gerakan organ visera dan hormonal.

# Fungsi hipotalamus

- Lateral hipotalamus : aktifitas jantung meningkat, vasokonstriksi perifer, vasodilatasi pembuluh skelet (saat melakukan aktifitas fisik OR, respon fight & flight), mempengaruhi sistem saraf parasimpatis melalui pusat parasimpatis medulla.
- → Perangsangan area lateral hipotalamus meningkatkan nafsu makan dan menginduksi perilaku makan (pusat makan).
- → Stimulasi berkepanjangan : obesitas, hiperfagia
- → destruksi : kelaparan / hilang nafsu makan, anoreksia.
- Ventromedial hipotalamus : membuat orang tidak ingin makan (pusat kenyang)
- → stimulasi : terasa kenyang
- → lesi : makan berlebihan, hiperfagia, obesitas.



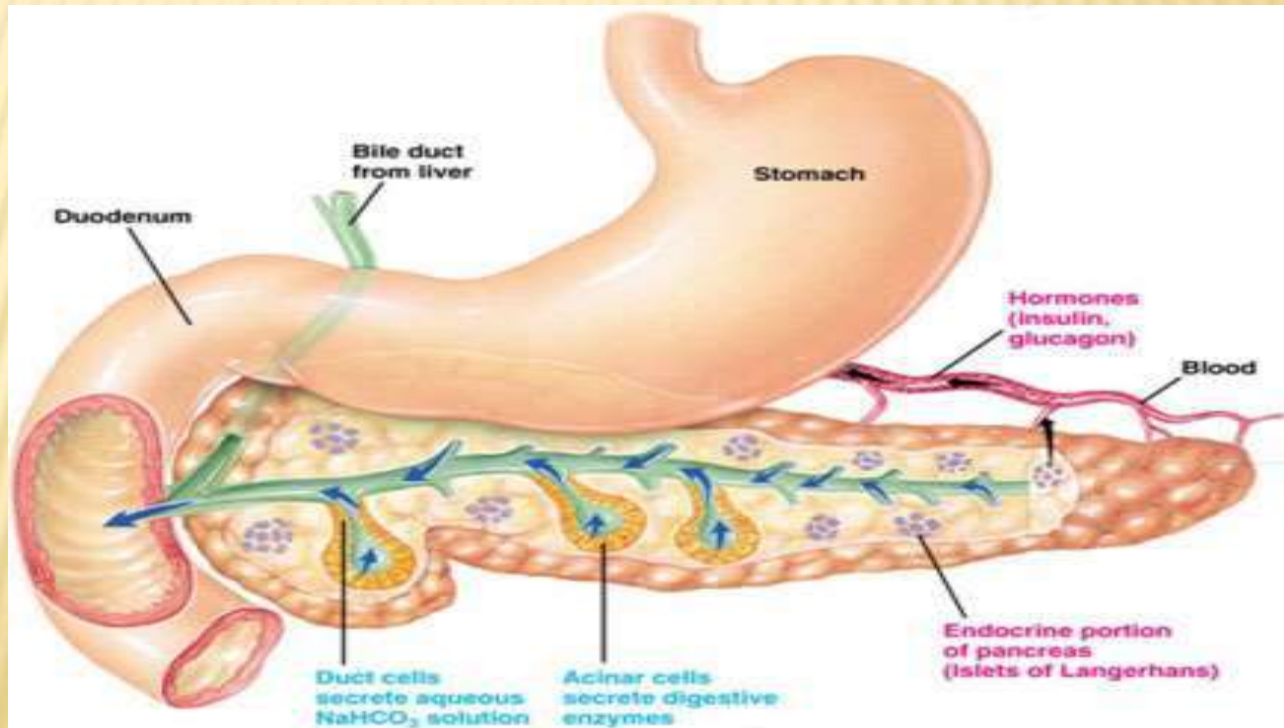
- Paraventrikular dan dorsal hipotalamus : pengontrol air, rasa haus dan garam.
- Suprachiasmatic : ritme diurnal, panjangnya siang & cahaya → retina → nukleus suprachiasmatic → kelenjar pineal → ritme kadar ACTH/kortisol yang tinggi di pagi hari, rendah di malam hari.
- Anterior dan preoptik : pengaturan hormon seks & perilaku seksual.
- Anterior & posterior pusat termostat hipotalamus.
- → Anterior : pusat suhu, bila distimulasi membuat tubuh kehilangan panas (pusat dingin).
- → Posterior : pusat suhu, bila distimulasi membuat badan memproduksi panas (pusat pemanasan).
- Penonjolan medial hipotalamus berperan utk sekresi hormon.

PERTEMUAN 11

# **PANKREAS, INSULIN & GLUKAGON**

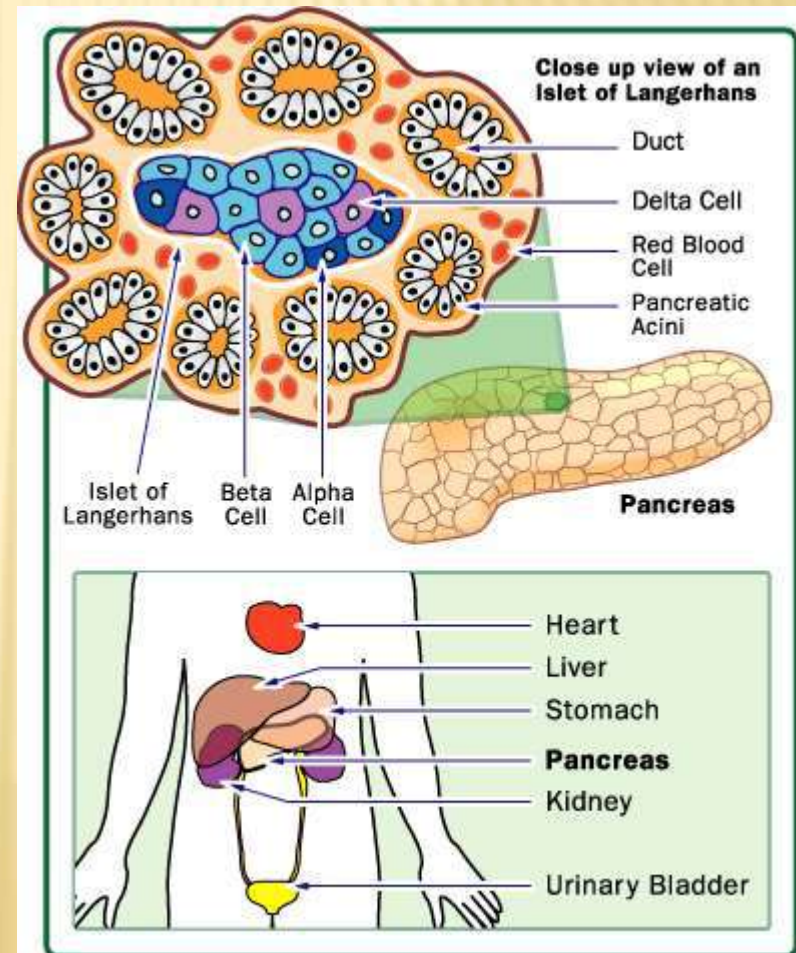
# KEPULAUAN LANGERHANS

- ✘ Pankreas merupakan organ yang terletak di rongga perut di bawah lambung. Kelenjarnya ada yang merupakan kelenjar endokrin (1%) dan eksokrin(99%).
- ✘ Bagian endokrin pankreas ada di kepulauan langerhans yang tersebar diantara bagian eksokrin.



# SEL-SEL ENDOKRIN PULAU LANGERHANS

- ✘ Dengan pengecatan immunocythochemical dikenal ada 3 jenis sel : A (alpha), B (beta) dan D (delta).
- ✘ Sel A : glukagon.
- ✘ Sel B : insulin.
- ✘ Sel D : somatostatin.



# INSULIN, GLUKAGON DAN SOMATOSTATIN

---

- ✘ Insulin dan glukagon mengatur metabolisme karbohidrat dalam jaringan & mempertahankan kadar gula darah tetap optimal.
- ✘ Somatostatin bertindak sebagai hormon lokal pada jaringan hormon, kerjanya menghambat kerja insulin dan glukagon.
- ✘ Insulin dan glukagon saling mempengaruhi, glukagon mendorong sekresi insulin dan insulin menghambat sekresi glukagon.

# SINTESA INSULIN

- ✘ Insulin adalah dua rantai peptida (rantai A & rantai B) yang dihubungkan oleh jembatan disulfida.
- ✘ Insulin disintesa oleh sel B di retikulum endoplasmik sebagai rantai peptida besar : proinsulin, selama pengemasan ke dalam vesikula apparatus golgi.
- ✘ Enzimprotease memutuskan rantai di dua tempat. Proinsulin berubah menjadi insulin (rantai A dan rabtai B), dan sebuah rantai terputus ditengahnya (rantai putus C).
- ✘ Insulin dan rantai putus C di transportasi ke vesikula sekretori melalui membran plasma sel B, dekat kapiler isi vesikel dikeluarkan dengan cara eksositosis masuk ke dalam darah.

# FUNGSI INSULIN

- ✘ Insulin berfungsi sebagai hormon **hipoglikemik**, yang menurunkan kadar gula darah.
- ✘ Kadar gula darah akan meningkat sesudah makan, akan mendorong sel B mensekresi insulin.
- ✘ Kerja insulin dalam **menurunkan gula darah** :
  1. Memfasilitasi dan mempromosi transport glukosa melintasi membran sel dalam jaringan khusus, terutama jaringan otot (jantung, rangka, polos) dan adiposa.
  2. Meningkatkan tersedianya glukosa dalam sel dengan cara mendorong pengambilan (reuptake) glukosa oleh jaringan
  3. Mendorong penggunaan (utilisasi) glukosa oleh jaringan.

# AKSI INSULIN

- ✘ Kadar gula puasa orang normal 70-110 mg/100cc darah. Dan cenderung konstan sepanjang hidup.
- ✘ Sehabis makan akan meningkat terutama oleh makanan tinggi karbohidrat.
- ✘ Peningkatan kadar gula di deteksi oleh detektor glukosa dalam sel B pulau langerhans yang akan melepas insulin ke dalam darah.
- ✘ Insulin akan diikat oleh reseptor insulin dalam jaringan sehingga akan terjadi peningkatan pengambilan glukosa oleh jaringan otot yang akan digunakan sebagai energi atau disimpan dalam bentuk glikogen.
- ✘ Glukosa yang masuk ke dalam sel lemak jaringan adiposa untuk disimpan dalam bentuk gliserol, gliserol berikatan dengan asam lemak akan membentuk trigliserida.
- ✘ Insulin menghambat kerja enzim lipase khusus (hormone sensitive lipase) agar lemak tidak pecah.



- ✘ Insulin dalam jaringan otak, tubulus ginjal dan mukosa intestinum tidak mempengaruhi pengambilan glukosa, karena jaringan tersebut dalam keadaan normal dapat tertembus glukosa. Ini merupakan respon adaptif karena jaringan saraf hanya membutuhkan energi dari glukosa.
- ✘ Percepatan sekresi insulin (penyuntikan insulin dosis tinggi) akan menimbulkan gangguan fungsi otak (koma/kematian) karena otak kehabisan energi akibat hipoglikemia.
- ✘ Efek insulin menurunkan kadar gula darah mempunyai dampak pada otot, hati dan sel lemak.

# PENGATURAN SEKRESI INSULIN (UMPAN BALIK NEGATIF)



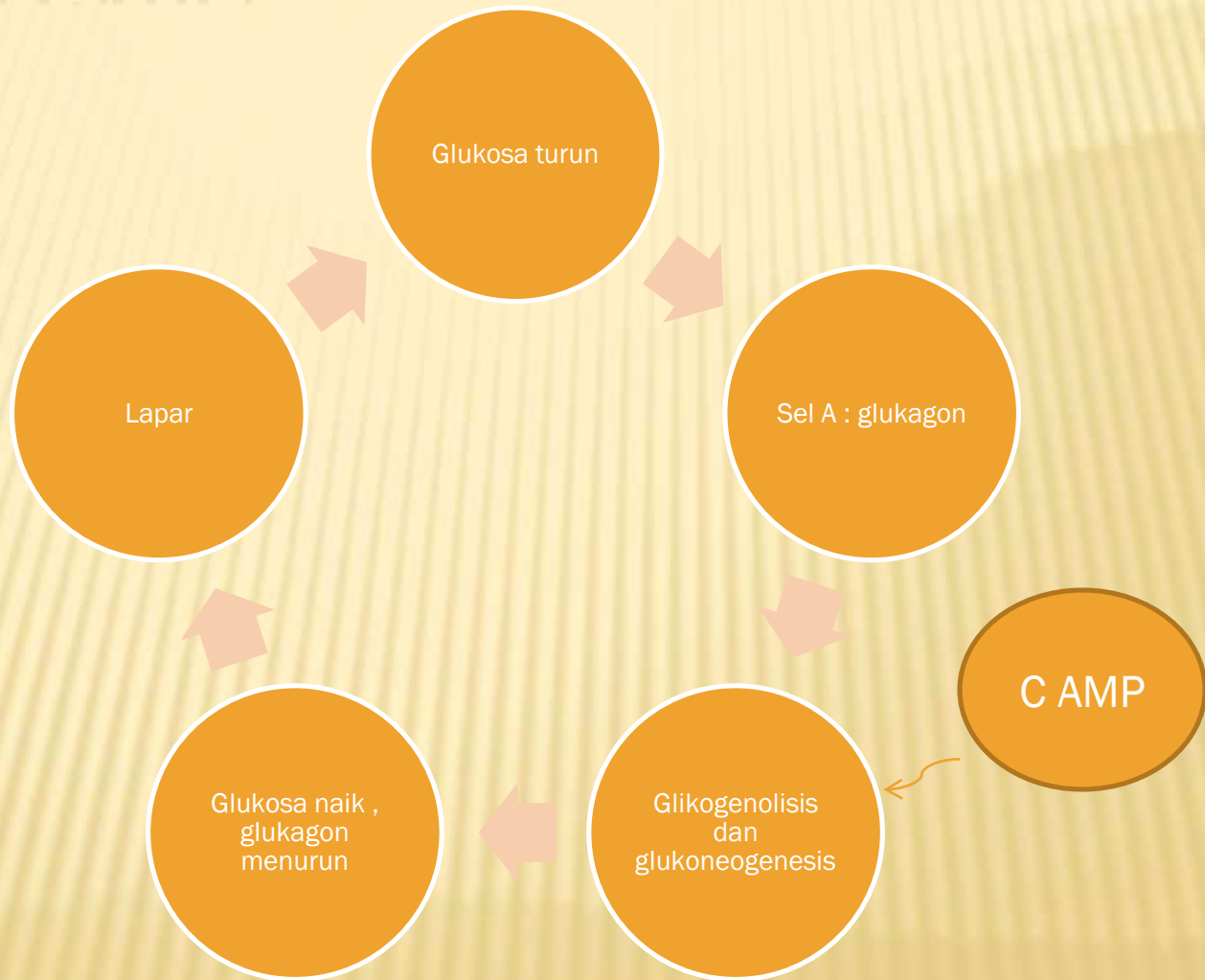
# GLUKAGON

- ✘ Glukagon berfungsi sebagai hormon **hiperglikemi**, yang meningkatkan kadar gula di dalam darah.
- ✘ Keadaan dua waktu makan, kelaparan dan saat berpuasa kadar gula akan menjadi rendah dan mendorong sel A mensekresi glukagon.
- ✘ Kerja glukagon, **menaikan kadar gula darah** :
  1. Meningkatkan penggunaan karbohidrat dengan memobilisasi dari glikogen hati.
  2. Merangsang sintesa molekul glukosa baru dari asam amino dalam hati (glukoneogenesis).
  3. Pembocoran glukagon dalam darah meningkatkan tekanan darah dan memasok pengguna tetap glukosa yaitu otak dan jantung.

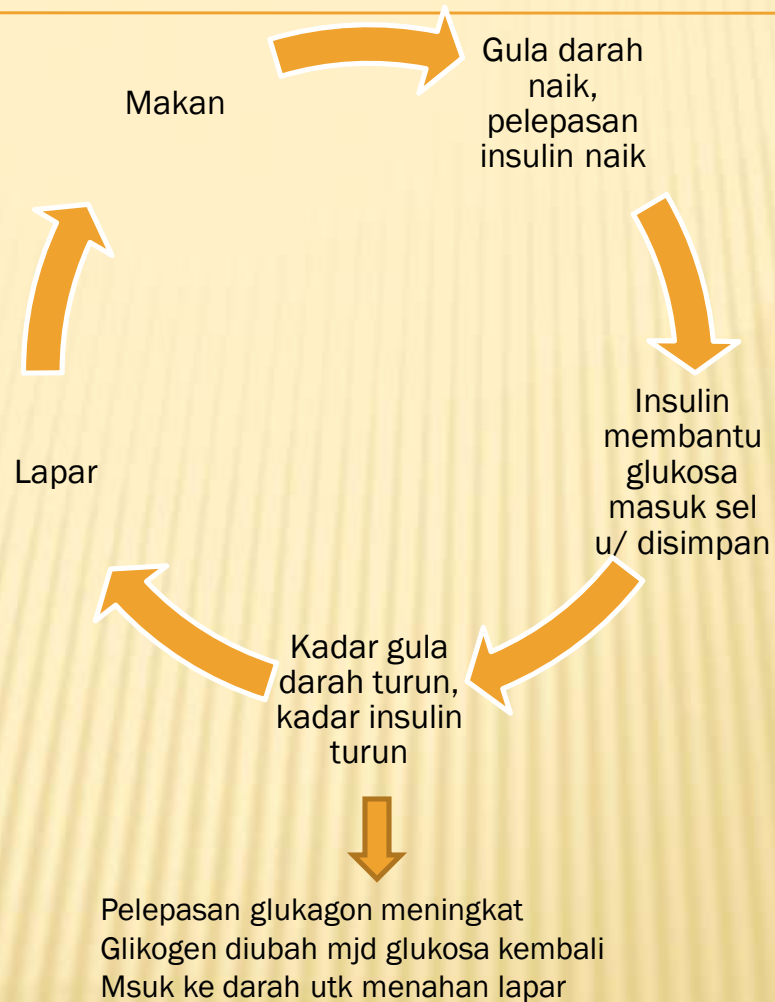
# AKSI GLUKAGON

- ✘ Diantara dua waktu makan/ kelaparan/ puasa , kadar gula darah turun, detektor glukosa dalam sel A menstimulasi sekresi glukagon
- ✘ Glukagon diikat oleh reseptor khusus di membran sel hati. Ikatan ini mengaktifkan enzim adenilsiklase yang meningkatkan AMP siklik di dalam hepatosit. cAMP (duta kedua) mengaktifkan kucuran enzim untuk memecah glikogen menjadi glukosa → glikogenolisis.
- ✘ Glukagon juga merangsang pembentukan glukosa baru dari asam amino → glukoneogenesis.
- ✘ Glukosa masuk ke dalam darah sehingga kadar glukosa darah meningkat dan glukosa dipasok ke dalam jaringan.

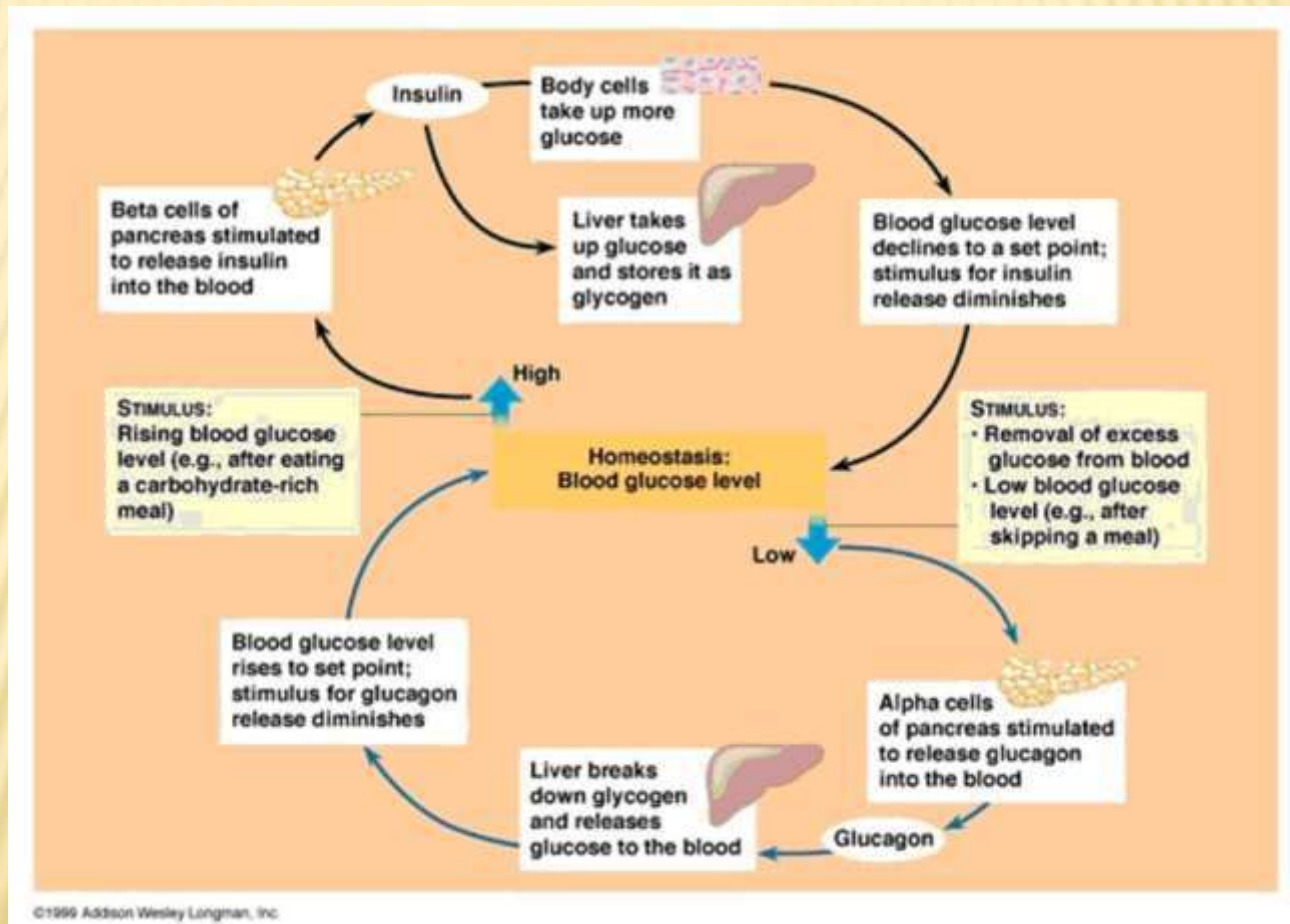
# PENGATURAN SEKRESI GLUKAGON (UMPAN BALIK NEGATIF)



# SISTEM UMPAN BALIK INSULIN DAN GLUKAGON



# PENGATURAN GLUKOSA DARAH OLEH INSULIN DAN GLUKAGON



# DEFISIENSI INSULIN : DIABETES MELLITUS

- ✘ Defisiensi insulin dapat terjadi karena : pengangkatan insulin, kerusakan sel B atau diabetes mellitus.
- ✘ Kadar gula darah tinggi → hiperglikemi (2x normal sebelum makan, 4x sesudah makan)
- ✘ Hiperglikemi terjadi karena ambilan glukosa oleh jaringan otot dan adiposa berkurang sedangkan pengeluaran glukosa oleh hati meningkat.
- ✘ Kadar gula menetap di dalam darah 6-8 jam sesudah makan baru menurun (normal:1-2 jam) → pemeriksaan dengan Glucose Tolerance Test (GTT)
- ✘ Akibat hiperglikemi :otot tidak berenergi dan mengoksidasi lemak protein sehingga otot lemah, berkurang, dan BB menurun.
- ✘ Tanpa insulin glukosa tidak masuk kedalam darah, pemecahan trigliserid dan mobilisasi asam lemak
- ✘ Membuat cadangan lemak dikeluarkan , terjadi ketosis dan ketoasidosis → menekan sistem syaraf, koma. Benda keton dikeluarkan oleh ginjal



- 
- ✘ Bila terjadi hiperglikemia batas 170 mg/100cc, kemampuan reabsorpsi tubulus ginjal terlampaui dan glukosa bocor ke dalam urine (glikosuria).
  - ✘ Banyaknya gula dalam urin membuat poliuria dan polidipsia. Pusat haus di hipotalamus terstimulasi → banyak minum
  - ✘ Dehidrasi dan syok osmotik dapat mengakibatkan kerusakan otak irreversible, koma dan kematian.

# PENGARUH INSULIN PADA GLUKOSA DAN POLA MAKAN

## PENGARUH INSULIN YANG TERUS MENINGKAT PADA POLA MAKAN



## PENDERITA DIABET TANPA TERAPI BANYAK MAKAN BB↓



# JENIS DM

---

- × **DM tipe I : Juvenil**

- × Dialami oleh: anak-anak, remaja dan dewasa muda. Merupakan penyakit autoimun, mungkin tanpa kecenderungan genetik atau familial, jika tidak ditangani akan fatal karena ketoasidosis & shock dehidrasi. Terapi insulin.

- × **DM tipe II : maturiti**

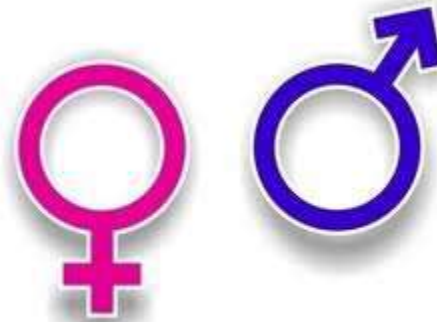
- × Dialami oleh : orang dewasa, biasanya gemuk, diatas 40th. Erat terkait dengan keluarga, defisiensi insulinnya bersifat relatif, jika seseorang obesitas lama terjadi reduksi reseptor insulin dlm sel target krn insulin selalu tinggi. Keadaan menjadi hiperglikemia, glikosuria, polidipsi, BB turun tetapi tidak terjadi ketoasidosis.

- × Diterapi insulin tetapi lebih baik BB diturunkan.

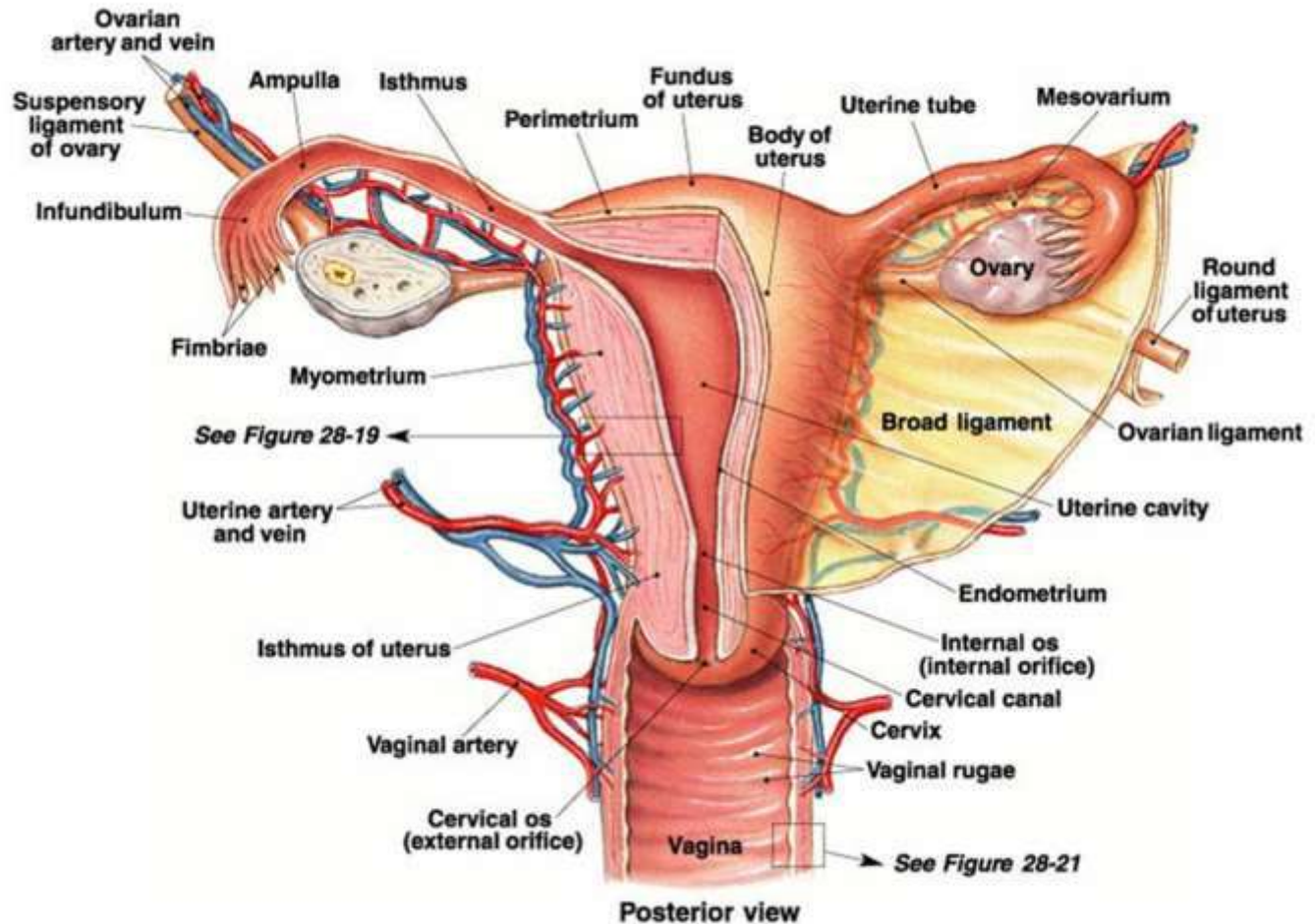
- × Komplikasi : penyakit vaskular, kebutaan, arterosklerosis, serangan jantung, penyakit ginjal dan gangren.

# Organ Reproduksi

PERTEMUAN 13



# Organ reproduksi wanita



# Organ reproduksi interna

- Ovarium / indung telur → tempat pembentukan & pematangan folikel menjadi ovum, terjadinya ovulasi dan sintesis & sekresi hormon steroid seks (estrogen, progesteron)
- Oviduct / tuba falopii → menggerakkan ovum dari ovarium ke uterus, tempat fertilisasi
- Uterus/ rahim → fungsional siklus menstruasi, implantasi embrio, perkembangan janin, mendorong janin keluar saat melahirkan.
- Serviks/ leher rahim
- Vagina

# Perilaku seksual pada wanita


- Perilaku seksual tidak selalu berhubungan dengan perilaku reproduksi karena perilaku reproduksi berkaitan dengan perkembang biakan dan membuahkan keturunan, tetapi perilaku reproduksi memerlukan perilaku seksual.
- Perilaku birahi pada wanita dipengaruhi oleh hormon estrogen (oestrus = birahi).
- Estrogen pertama kali diproduksi saat terjadi menarche / menstruasi pertama kali (umur 9-17 th).
- Estrogen berperan penting dalam penampilan ciri fisik wanita : penumpukan lemak, kehalusan kulit, pembesaran payudara & panggul.
- Progesteron berperan dalam memfasilitasi sel telur agar dapat dibuahi dan dapat bertahan dalam rahim, mempertebal dinding rahim u/ memberi tempat yang nyaman, hangat dan makanan yang cukup. Melalui pusat pengaturan suhu di hipotalamus progesteron memicu meningkatnya suhu sbg pertanda terjadinya ovulasi & mendorong perilaku seksual untuk memfasilitasi proses reproduksi.

# Regulasi hormonal pada aktivitas ovarium

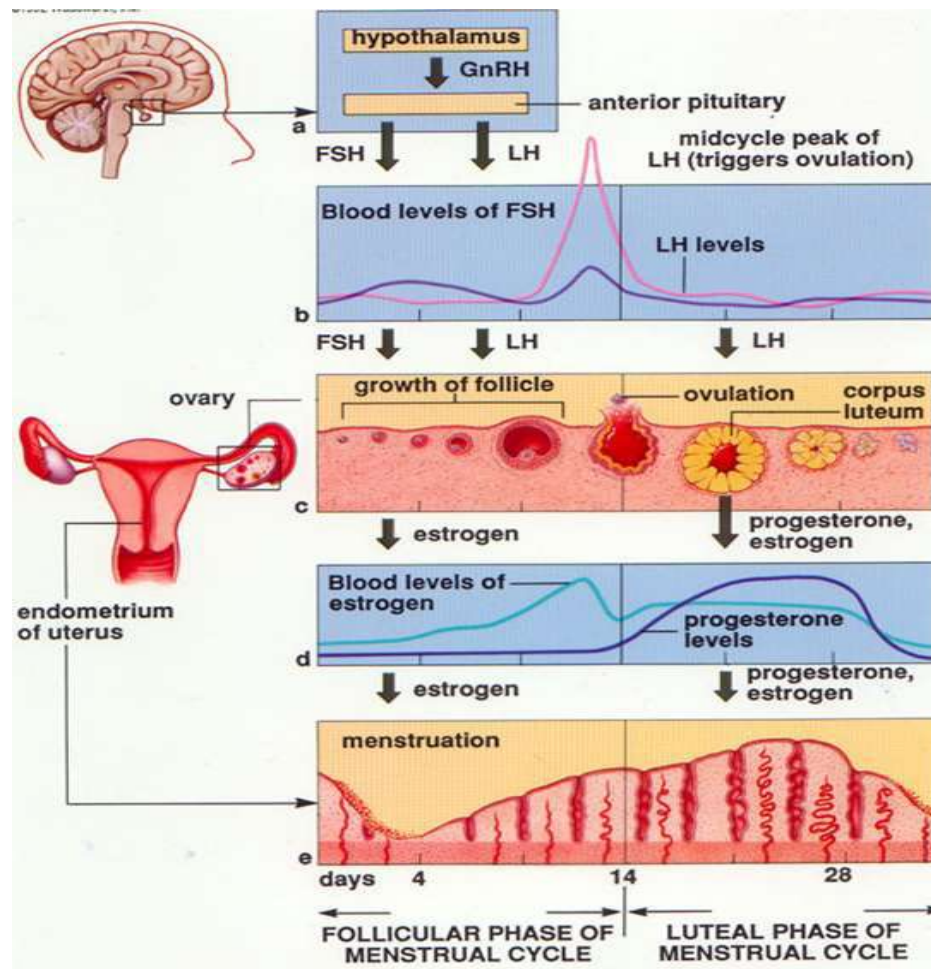
- Ovarium terjadi dalam siklus, dalam 1 bulan ada ovum yang dimatangkan oleh ovarium kiri satu bulan berikutnya oleh ovarium kanan.
- Siklus ovarium dipandu oleh hipotalamus-hipofisis anterior.





- 
- GnRH secara berdenyut disekresi selama beberapa menit dengan interval 1-3 jam sehingga terjadi sekresi FSH & LH secara pulsatif. Pelepasan hormon yang pulsatif ini diatur oleh nukleus arkuata di mediobasal hipotalamus.
  - Pada siklus ovarium lanjut saat endometrium dalam fase iskhemik, menyiapkan diri untuk menstruasi kadar estrogen sangat rendah akan memberikan UB- yang merangsang hipotalamus meningkatkan keluaran GnRH dan hipofisis meningkatkan keluaran FSH & LH.

- FSH & LH → pertumbuhan folikel → estrogen → UB+, estrogen meningkat, hari ke 12 siklus mencapai puncak sekresi estrogen → FSH & LH naik, LH naik sangat krusial dan memicu ovulasi → sel telur matang keluar dari ovarium → tingginya FSH & LH → meningkatkan sekresi progesteron & estrogen oleh korpus luteum (folikel yg telah mengeluarkan sel telurnya) → naiknya kadar estrogen & progesteron memberi inhibisi (UB-) pada FSH & LH.
- Pada seperempat siklus awal menstruasi estrogen & progesteron berada pada kadar puncak → FSH & LH turun. Bila tidak terjadi pembuahan, rendahnya FSH & LH membuat korpus luteum regresi → estrogen & progesteron turun → menstruasi.
- Secara bertahap estrogen & progesteron yg rendah menginhibisi GnRH → menstimulasi FSH dan LH untuk mengaktifkan siklus ovarium berikutnya.



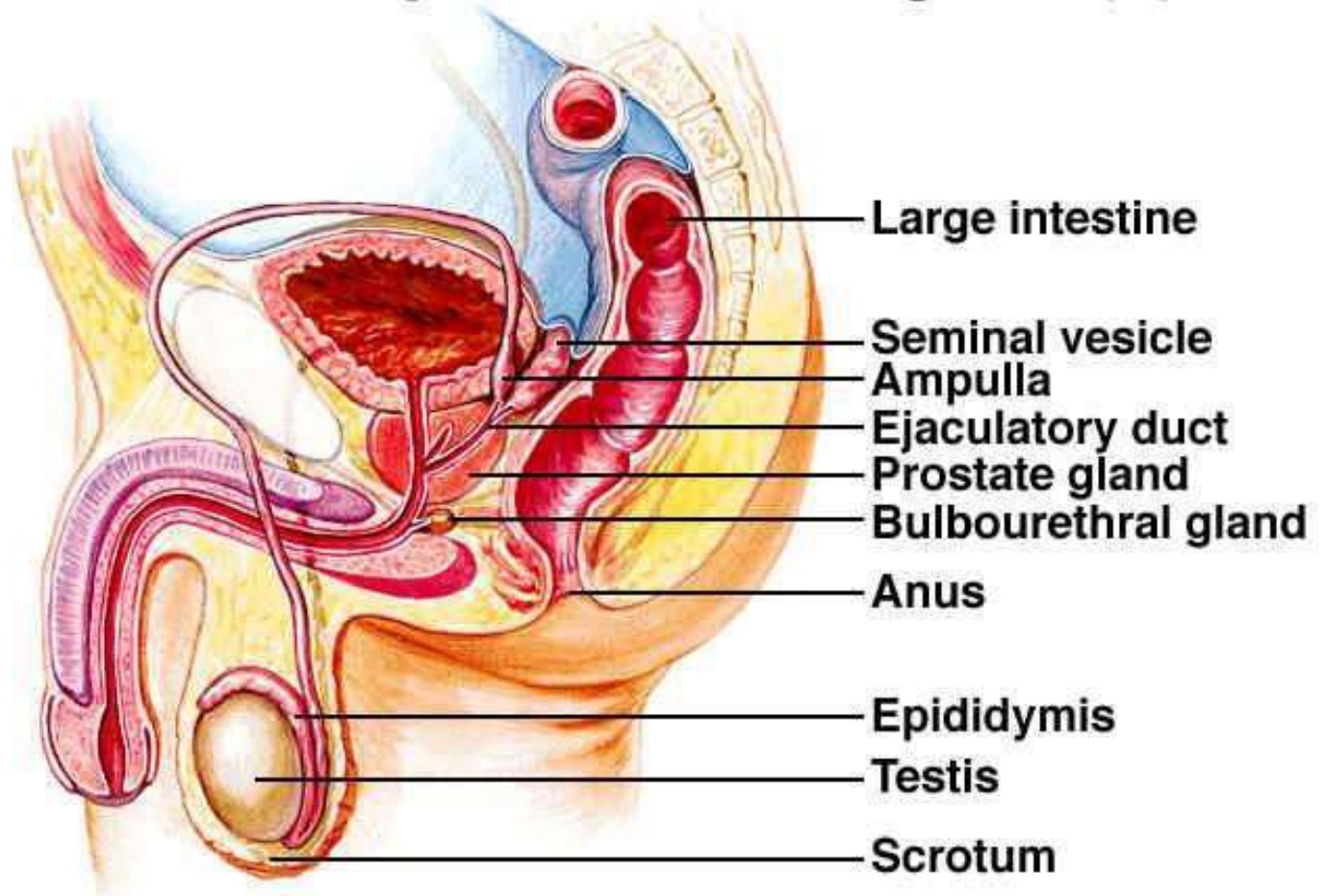
*Changing hormone levels during the menstrual cycle.*

Penyakit, malnutrisi, stress berat, krisis emosi akan mempengaruhi siklus ovarium melalui hipotalamus, penurunan estrogen membuat amenorrhoe sekunder

# Organ reproduksi pria

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

## Male Reproductive Organs (2)



# Perilaku seksual pria

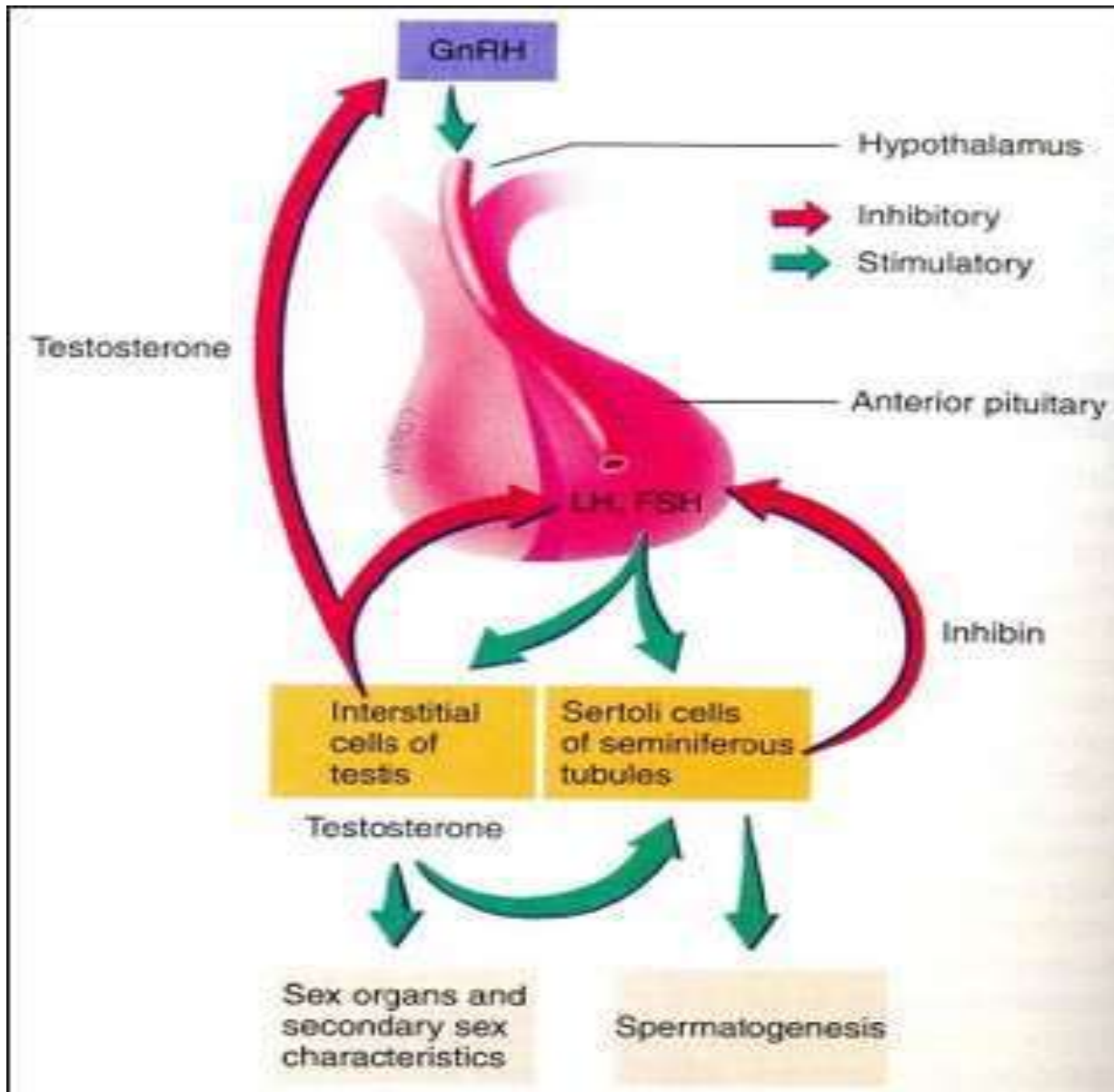
- Perilaku birahi pada pria dipengaruhi oleh hormon testosteron, yang diproduksi secara terus menerus setiap hari tanpa siklus.
- Testosteron berfungsi mematangkan spermatozoa, yang dimulai sejak pubertas.
- Tanda pubertas pria : tumbuhnya bulu-bulu pada badan, kumis, suara berat, otot menonjol keras. Bukti bahwa telah terjadi pematangan sperma adalah : mimpi basah
- Pacu sensorik indera mendorong birahi, impuls ini akan diteruskan ke hipotalamus, hipofisis u/ mempengaruhi perilaku seksual.
- Pada pria ditemukan estrogen dalam jumlah kecil.
- Ereksi dan ejakulasi juga dipengaruhi oleh hormon oksitosin.

# Kerja testosteraon dan regulasinya

- Testosteron merupakan bentuk steroid yang berbau tajam dan berbau kolesterol.
- Ada 2 kategori kerja testosteron :
  - 1. Untuk proses pematangan sperma (spermatogenesis) → organ reproduksi
  - 2. Membuat ciri karakteristik laki-laki, termasuk anabolik protein (badan kekar)
- Testosteron dalam mempengaruhi kerjanya ketika masa janin yang menentukan bayi akan berkelamin laki-laki dan terjadinya desensus testis.
- Ketika masa pubertas kadar testosteron mulai meningkat secara nyata mempengaruhi perkembangan organ seksual sekunder, kelenjar seksual tambahan, karakteristik kelamin laki-laki dan mengaktifkan pusat otak mengatur aktifitas seksual serta mencapai puncaknya di usia 20 tahun.

# Regulasi hormonal fungsi testis

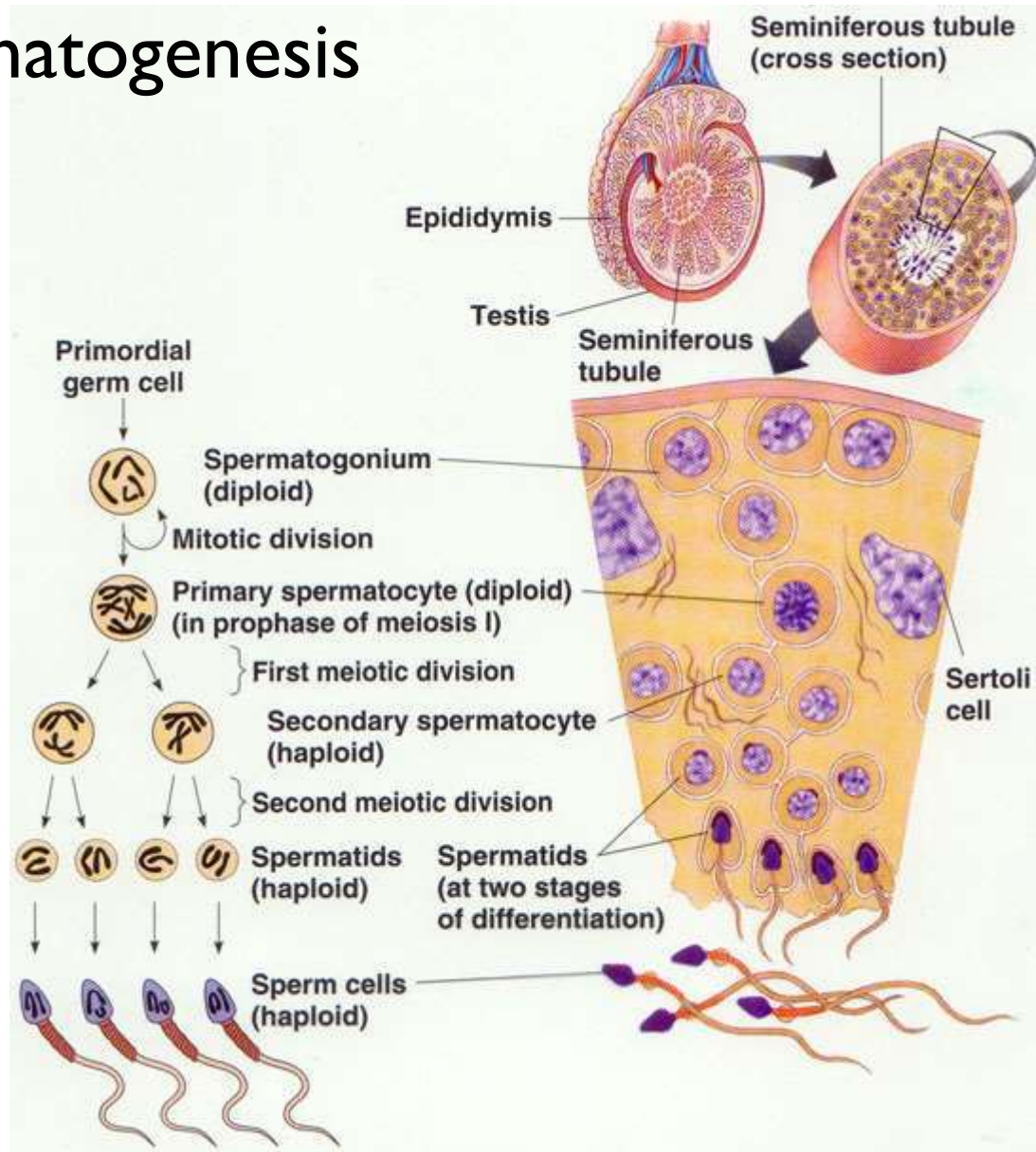
- FSH merangsang sel sertoli dan mendorong terjadinya spermatogenesis, LH merangsang sel leydig mensekresi testosteron.
- Sintesis dan sekresi testosterone melalui kendali umpan balik negatif dibawah kontrol hipotalamus (GnRH) dan pituitari (hipofisis) anterior (FSH dan LH).
- Testosteron yang meningkat akan menghambat GnRH dan menurunkan LH sehingga testosterone akan menurun sampai kadar ekulibrium. Bila terjadi reduksi testosterone berlebihan akan membuat respon kebalikannya dg hal diatas.
- Stress dan penyakit akan menurunkan produksi testosterone



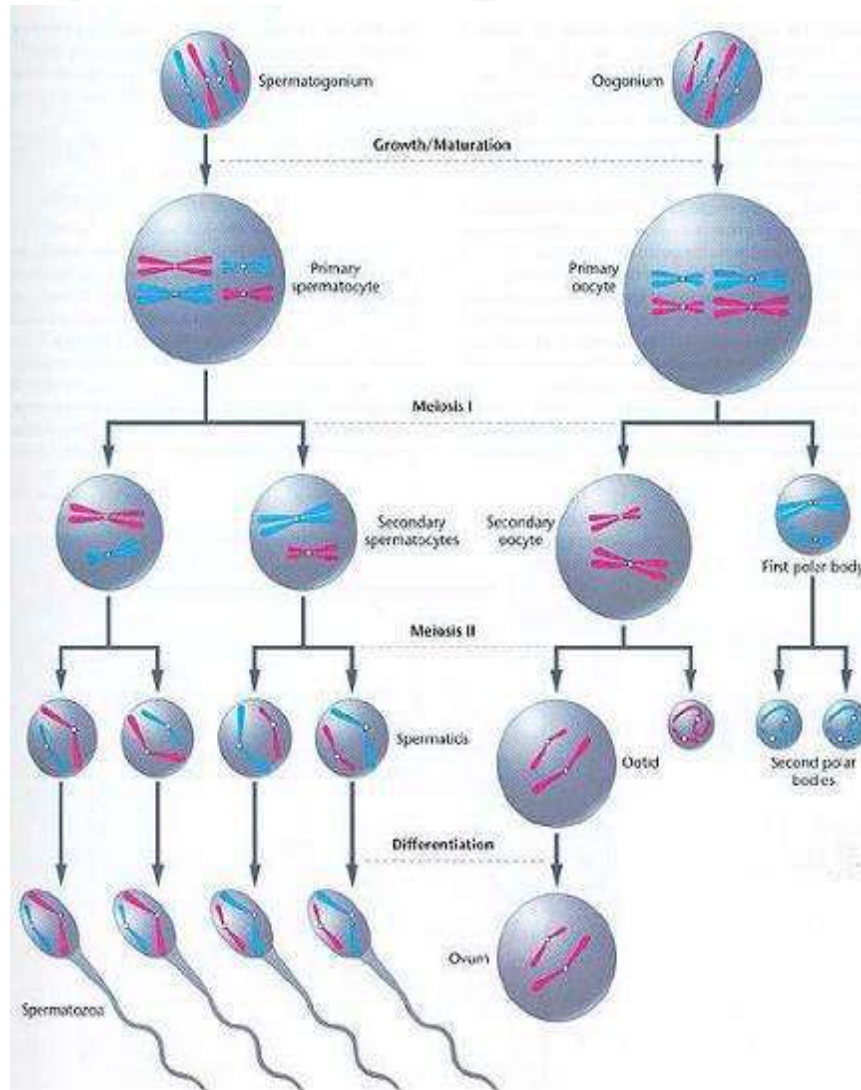


- Fungsi spermatogenesis dibawah kendali FSH dan LH.
- FSH merangsang sel sertoli mensekresi ABP (Androgen Binding Protein) yang akan mengikat testosteron untuk melaksanakan fungsinya.
- Sel sertoli juga mengeluarkan inhibin yang bekerja pada pituitari untuk mengatur pelepasan FSH melalui UB negatif. Inhibin dapat menghambat produksi sperma.
- Pada orang dewasa produksi testosteron yang stabil diperlukan untuk :
  1. Mempertahankan spermatogenesis dan fu/ sekresi epididimis-prostat-vesikula.
  2. Meningkatkan aktifitas anabolik & kekuatan otot & tulang
  3. Meningkatkan produksi sel darah merah dlm sum-sum tlg.
  4. Meningkatkan libido dan agresi normal

- **Spermatogenesis**



# Spermatogenesis dan oogenesis



# Abnormalitas sekresi testes

- Hipogonadisme → testosteron berkurang
- Eunuchodisme
- → Suatu keadaan dimana testis tidak ada atau sel leydig tidak cukup menghasilkan sejak masa kanak-kanak, androgen tidak ada. Laki-laki menjadi cenderung feminin, otot dan rangkanya seperti perempuan, tinggi dan kaki lebih panjang.
- Perkembangan seksual lebih dini
- → Pubertas praecox, testosteron tinggi dalam darah kelamin sekunder menonjol, pertumbuhan otot & tulang lebih cepat dan epifisis menutup lebih awal, terjadi gambaran Boy hercules.
- Sekresi testosteron yang berlebihan pada laki-laki akan merangsang perilaku agresif yang abnormal.

*Selamat belajar semoga sukses*



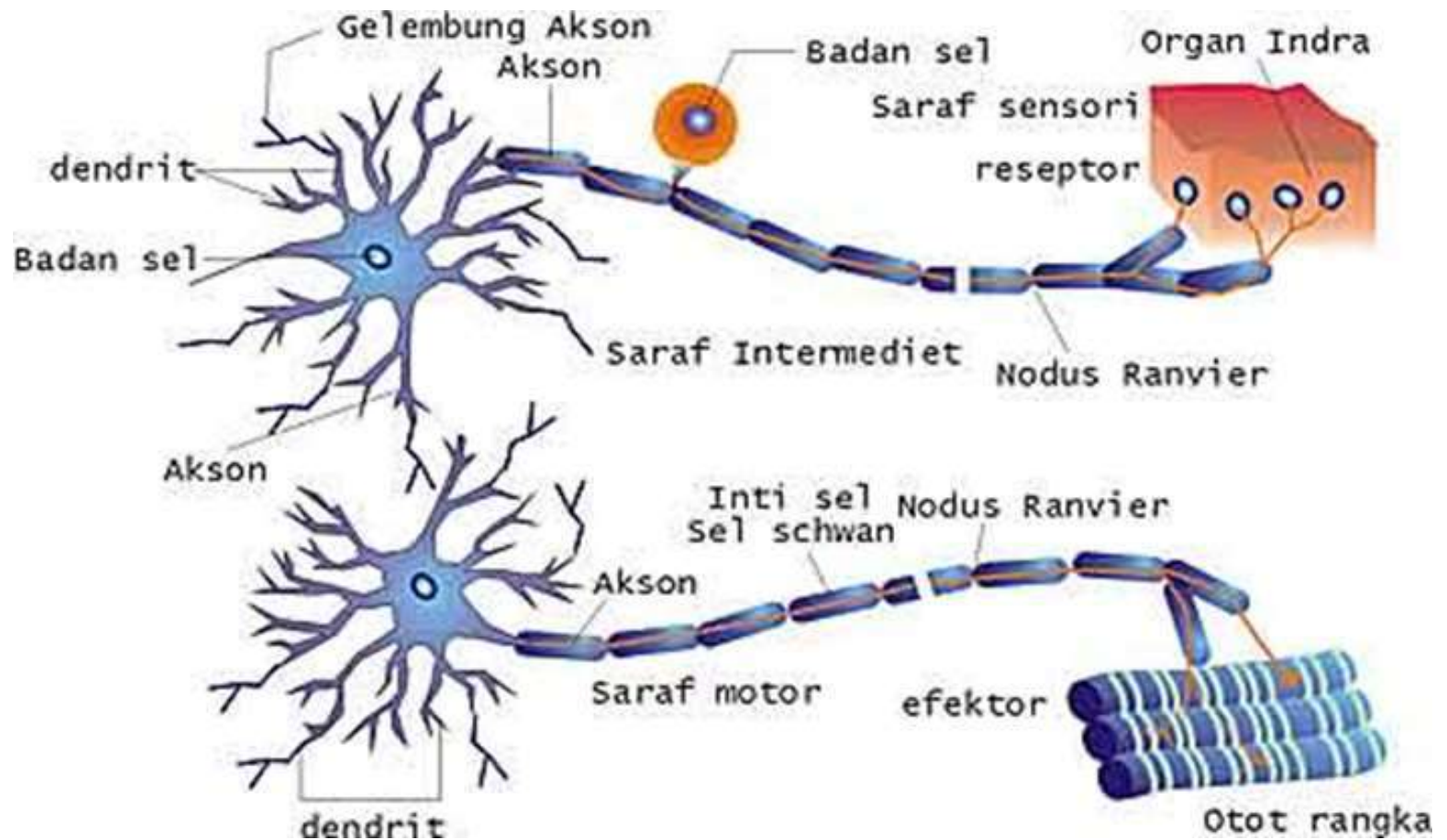
# NEURON DAN IMPULS SARAF

*Pertemuan : ke 2*

# NEURON DALAM SISTEM SARAF

- *Anatomi neuron*

Neuron : menerima informasi dan mentransmisikannya ke sel-sel lain

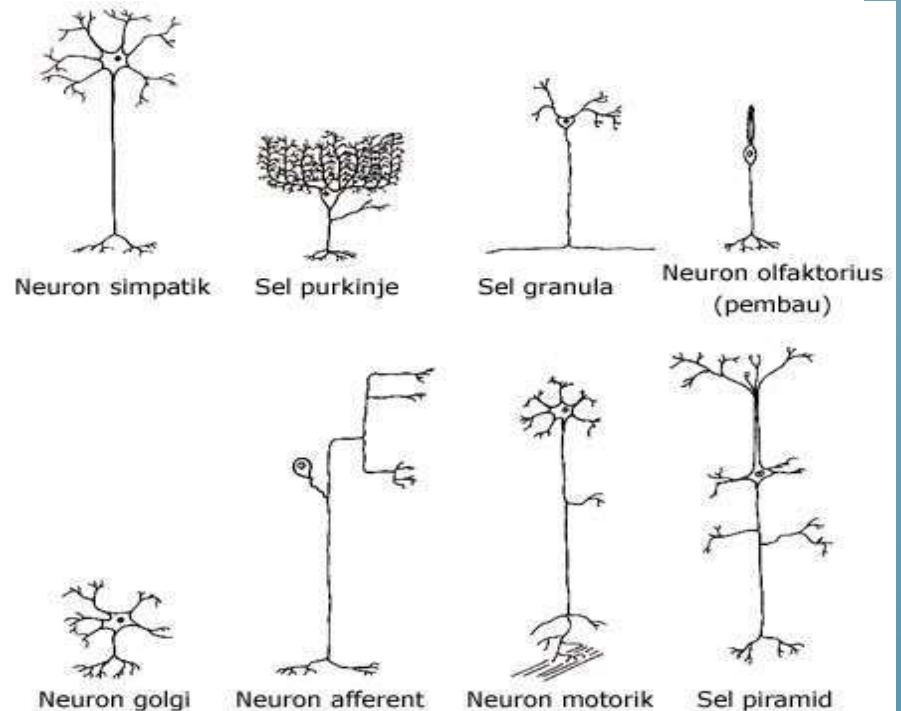
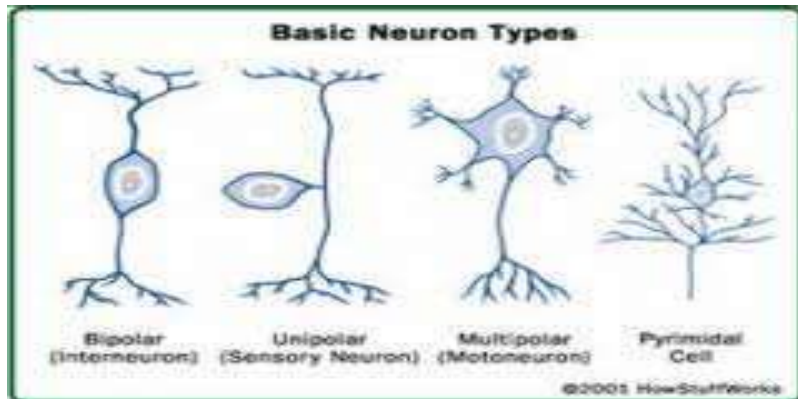


- **Struktur Neuron :**

1. **Badan sel / soma** → nukleus, ribosom, mitokondria dll
2. **Dendrit / serat percabangan yang ujungnya meruncing** → permukaannya dilapisi reseptor sinap. Dendritic spine.
3. **Akson** → selubung mielin, nodus Ranvier, terminal presinaptik. Akson aferen, akson eferen, interneuron (neuron intrinsik).
4. **Terminal sinap**

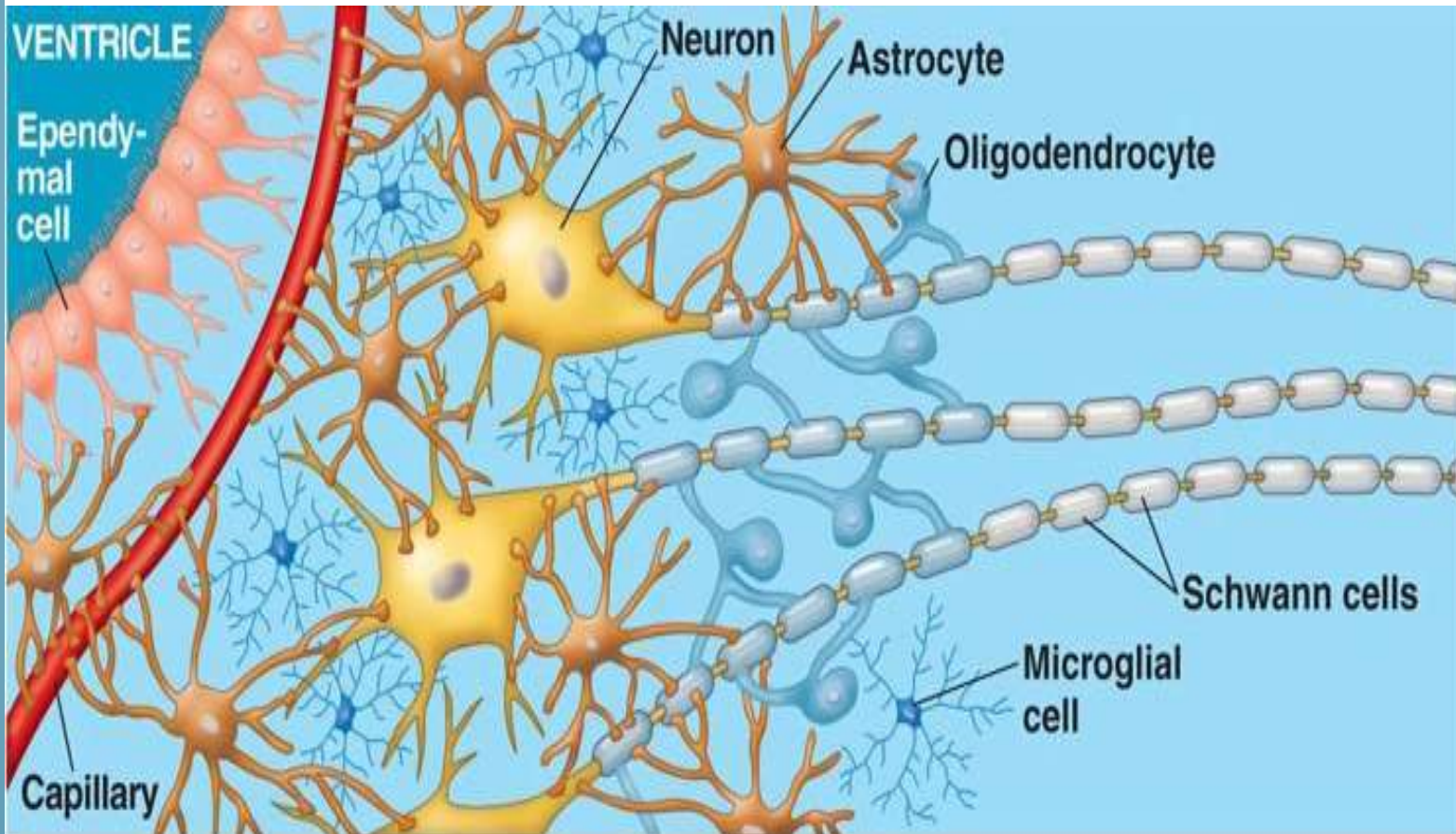
**Variasi antar neuron :**

Neuron memiliki beragam ukuran bentuk dan fungsi. Fungsi neuron sangat terkait dengan bentuknya.



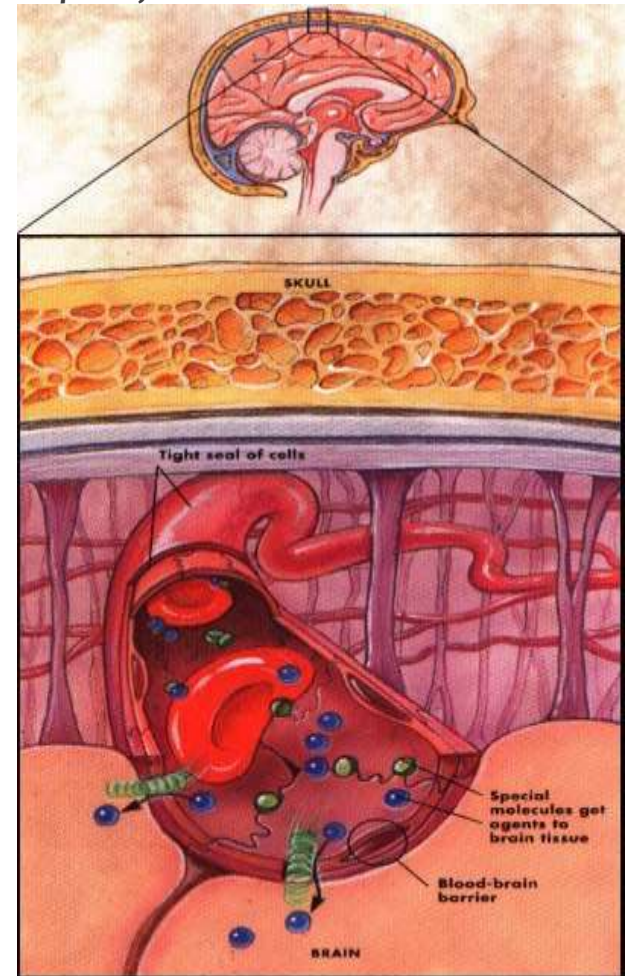


- *Glia (neuroglia) : melakukan pertukaran zat kimia dengan neuron yang berada di dekatnya tetapi tidak mentransmisikan informasi dalam jarak yang jauh seperti neuron.*
- *Ukuran glia lebih kecil dari neuron dengan jumlah yang lebih banyak dari neuron dan mempunyai banyak fungsi*



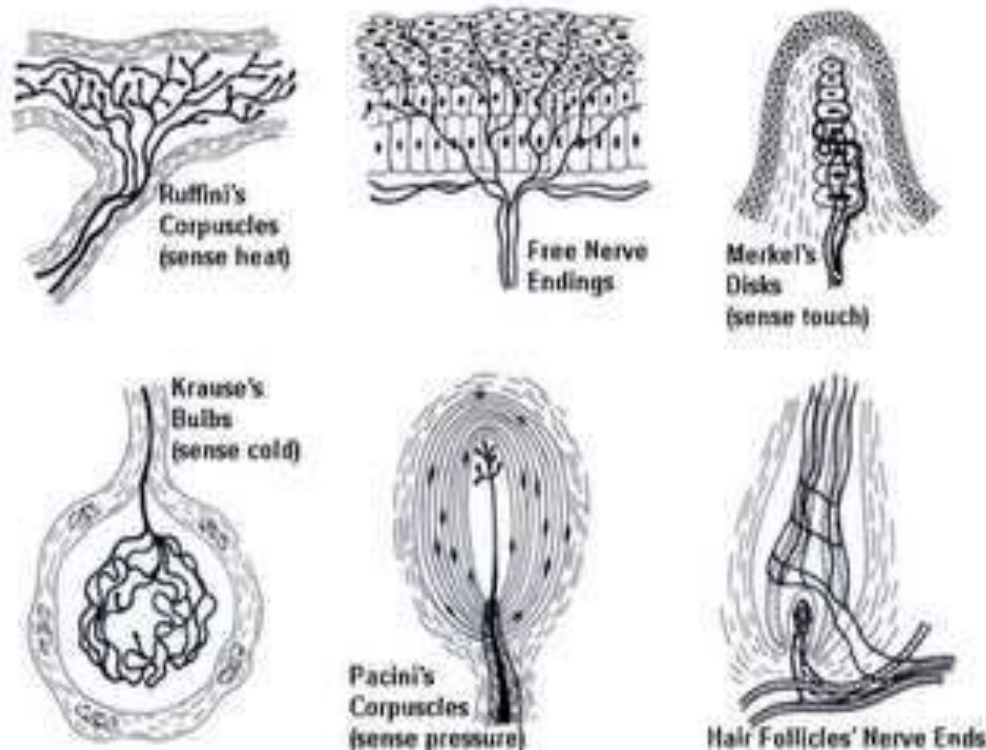
- Sawar darah otak : menghalangi zat kimia memasuki otak, terutama yang memiliki molekul yang besar seperti toksin, obat-obatan dan nutrisi.
- Molekul yang dapat melintasi sawar darah otak secara pasif adalah :
  1. Molekul kecil yang tidak bermuatan, seperti : Oksigen (O<sub>2</sub>), Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), Air.
  2. Molekul yang terlarut dalam lemak membran, seperti : vitamin A dan D, obat-obatan yang yang mempengaruhi otak (heroin, mariyuana, obat anti depresi).

Nutrisi masuk ke otak melalui mekanisme transport aktif yang melibatkan protein dan memanfaatkan Energi. Zat kimia yang ditransfor secara aktif adalah : Glukosa, asam amino, beberapa vitamin dan hormon tertentu, begitu juga otak memiliki transport aktif yang memompa zat kimia tertentu dari otak ke darah Selain glukosa, keton (sejenis lemak) juga dapat melintasi sawar darah otak tetapi dlm jumlah kecil. Serta Tiamin (Vit B.1) yang dibutuhkan utk memanfaatkan glukosa



## IMPULS SARAF

- Reseptor merupakan sel atau organ dengan kekhususan tinggi. Fungsinya utk mendeteksi adanya perubahan berbagai bentuk energi di lingkungan dalam dan luar.
- Energi yang ada di seputar kita dan dapat di deteksi oleh reseptor sensorik diantaranya adalah :
  1. Energi mekanik → mekano reseptor  
Lokasi : kulit, otot rangka, persendian, dan organ visera



2. Energi panas → Thermo receptor.

Akhiransaraf bebas (sensasi panas-dingin), akhيران saraf bebas yg khusus (nyeri) dan hipotalamus otak (panas- dingin).

3. Nociceptor (reseptor nyeri)

4. Energi kimia → Chemoreceptor

bau (n. Olfaktorius), Badan karotis, aortik (gas darah : O<sub>2</sub>,CO<sub>2</sub>, Hidrogen), glukosa darah (glukoreseptor),Sel cecap (gustatori) lidah.

5. Energi cahaya → photoreceptor

Sel batang (gelap), Sel kerucut (terang)

Reseptor sensori mengubah / mentransduksi berbagai bentuk energi ke dalam bentuk listrik (bahasa saraf). Aliran listrik merupakan impuls saraf yang akan diteruskan ke korda spinalis dan otak.

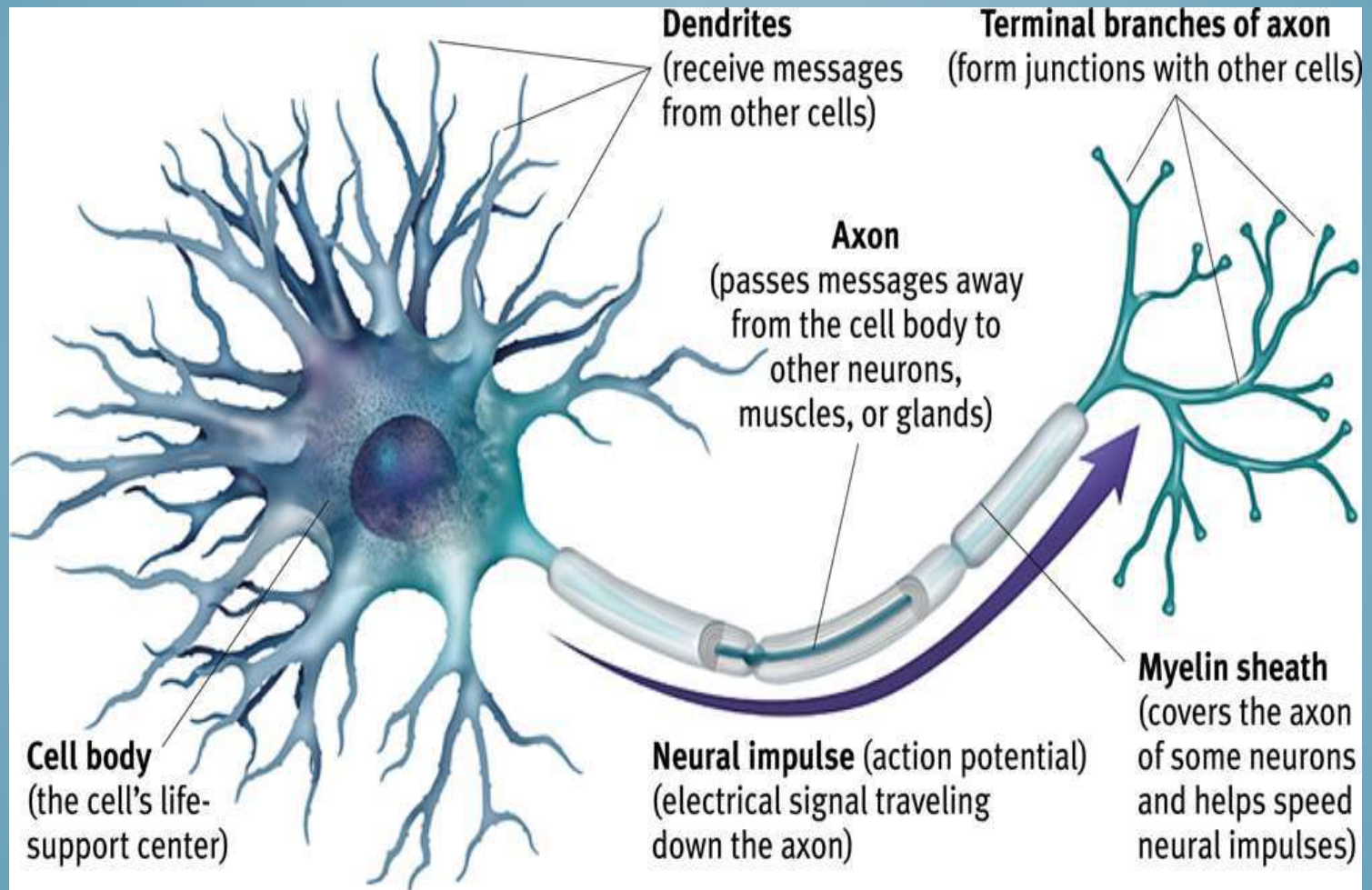
## MEKANISME TRANSDUKSI IMPULS SARAF

- *Potensial jeda / potensial istirahat → adanya perbedaan voltase pada neuron yang sedang beristirahat. Neuron yang berada di dalam membran cenderung lebih negatif potensial listriknya, artinya ion  $\text{Na}^+$  yg berada di luar sel lebih tinggi.*
- *Pada saat terjadi stimulasi pada reseptor sensori, terjadi perubahan bentuk oleh gelombang energi dan struktur membran akhiran saraf secara berkala berubah dan akan mengakibatkan meningkatnya permeabilitas membran dan terjadi pompa natrium kalium, dimana ion  $\text{Na}^+$  yang bergerak ke dalam pada ujung akhir dan membuat membran depolarisasi (potensial reseptor) → pengurangan muatan negatif yang ada di dalam neuron.*
- *Ketika membran relaksasi konsentrasi ion  $\text{Na}^+$  lebih tinggi diluar neuron, sedangkan konsentrasi  $\text{K}^+$  lebih tinggi di dlm neuron. Gradien konsentrasi mengeluarkan ion  $\text{K}^+$  ke luar neuron, gradien listrik menarik ion  $\text{K}^+$  ke dalam neuron. Pompa natrium kalium akan menarik ion  $\text{K}^+$  ke dalam neuron. Pada ion  $\text{Na}^+$  tidak dapat melintas, krn kanal ion  $\text{Na}^+$  menutup, sehingga membran mengalami hiperpolarisasi → penambahan muatan negatif melebihi normal di dalam sebuah neuron*

- *Potensial aksi → depolarisasi yang melewati ambang batas, terjadi ledakan aliran ion natrium yang memasuki sel membran. Ion natrium mudah masuk karena kanal-kanal ion natrium terbuka. Potensial aksi mengikuti All or none law (Hukum tuntas atau batal) : “Intensitas dan kecepatan potensial aksi tidak tergantung pada intensitas stimulus yang memulainya”. Artinya setiap depolarisasi yang melebihi ambang batas eksitasi pada suatu akson akan menghasilkan potensial aksi yang relatif sama.*
- *Segera setelah terjadi potensial aksi neuron akan memasuki periode refraktori. Periode refraktori → neuron tidak menghasilkan potensial aksi*
- *Periode refraktori absolut : kanal-kanal ion natrium tertutup, sehingga berapapun stimulus yang diberikan tidak akan menghasilkan potensial aksi baru*
- *Periode refraktori relatif : dibutuhkan stimulus yang lebih besar dari normal untuk dapat menghasilkan potensial aksi.*

## TRANSMISI IMPULS SARAF

- Pada neuron motor potensial aksi berawal dari axon hillock (bukit akson), tiap titik pd membran menghasilkan potensial aksi yg sama seperti pada awalnya potensial aksi tersebut dihasilkan. Selama potensial aksi berlangsung ion antrium masuk ke dalam satu titik pd akson, shg lokasi ini memiliki muatan yg lebih positif dibanding lokasi lain pd akson tersebut. Lalu ion-ion positif akan mengalir disepjg akson melintasi membran spt gelombang
- Pada akson bermielin, potensial aksi hanya dihasilkan pada nodus yang memisahkan segmen-segmen selubung mielin. Akson bermielin (diameter besar) menstransmisi impuls lebih cepat dari pada yang tidak bermielin (dimeter kecil)
- Neuron lokal (berakson pendek) bertukar informasi hanya dengan neuron lain yang ada di dekatnya dan kemudian menghasilkan potensial berperingkat, yaitu potensial membran yang nilainya beragam dan tidak mengikuti hukum all or none. Neuron lokal tidak menghasilkan potensial aksi





- ADAPTASI RESEPTOR
- → fenomena reseptor sensorik menurunkan atau menghentikan produksi stimulus, walaupun stimulus masih ada
- 1. Rapidly adapting (adaptasi cepat)
- Contoh : rabaan halus dan tekanan (berpakaian dll)
- 2. Adaptasi lambat
- Contoh : nociceptor kulit dan sendi ('nyeri')
- UNIT SENSORI SOMATIK (aferen)
- → reseptor sensori, ujung yang bercabang, akson, badan sel dan terminal sentral sinap
- MEDAN RESEPTIF
- → area kulit/ bagian lain yang diurus unit sensori
- Medan reseptif dr unit sensori berbentuk lingkaran. Bila saling berdekatan akan saling tumpang tindih medan reseptifnya, sehingga masukan sensori sulit dibedakan asalnya/ diterjemahkan sbg satu rangsang.

- *SENSITIFITAS TAKTIL DAN DISKRIMINASI*

- *Sensitifitas taktil kulit sebanding dg jumlah unit sensori yg diinervasinya dan derajat tumpang tindih medan reseptif unit sensori tersebut.*

- *Kepekaan berbanding terbalik dengan besarnya medan reseptif.*

- *Diskriminasi spasial*

  - *kemampuan membedakan lokasi/ titik asal rangsang*

  - Uji pembeda dua titik. Lidah, bibir dan ujung jari mempunyai kemampuan pembeda yg tinggi (1-3 mm). Punggung tangan, punggung, tungkai (50-100 mm)*

- *Diskriminasi intensitas*

  - *kemampuan menilai kekuatan stimulus.*

  - Menekan benda ke permukaan kulit, tekanan akan terasa bila mencapai ambang taktil atau melampaui.*

- *Inhibisi lateral*

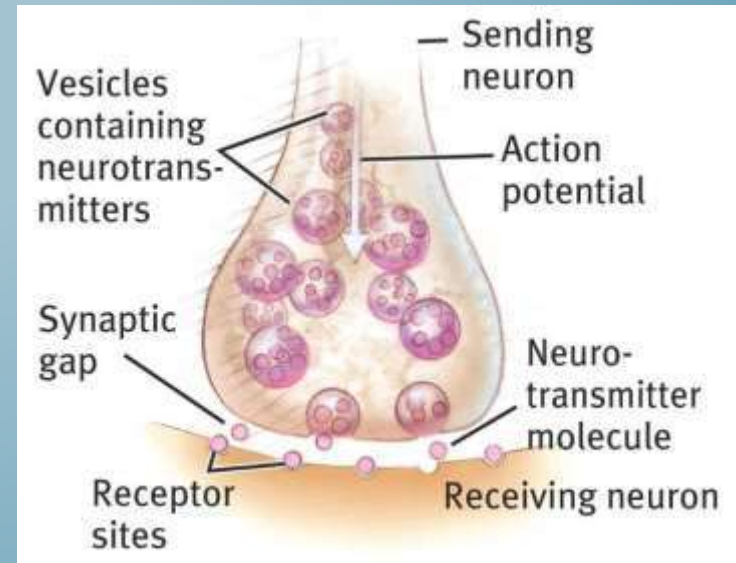
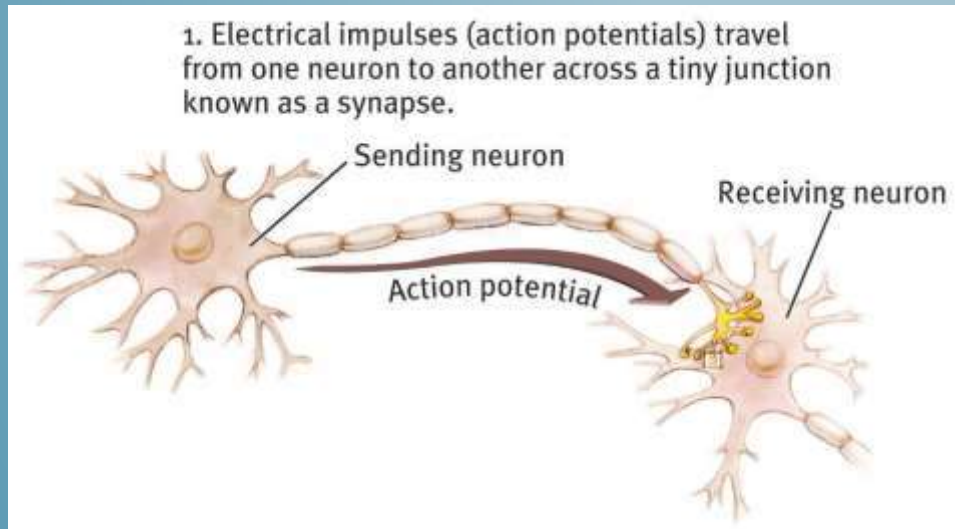
  - *fenomena utk menguatkan perbedaan dan mempertajam kontras.*

  - Bila unit sensori yg medan reseptifnya bertumpang tindih, US yg lebih tinggi akan menginhibisi sinyal tetangganya yg kurang aktif*

# SINAPSIS

## SINAPS

*Synapse [SIN-aps] sebuah pertemuan antara ujung akson neuron pengirim dengan dendrit atau badan sel neuron penerima. Ruang sempit antara neuron pengirim dan penerima disebut synaptic gap atau cleft.*



## KONSEP SINAPSIS

- *Sinaps* → titik komunikasi antar neuron. Sinaps bertanggung jawab terhadap fungsi integratif SSP.
- Penelitian Sherrington pada gerak refleks menunjukkan adanya kecepatan konduksi impuls melalui busur refleks lebih lambat daripada kecepatan konduksi impuls disepanjang akson. Hal ini berarti ada penundaan pada celah antar akson, awal penelitian ttg sinaps
- Sinaps ada yang bersifat eksitatori dan sinaps inhibitori.
- Sumasi temporal → efek gabungan dari pemberian stimulus berulang dalam waktu singkat pada sebuah sinapsis
- Sumasi spasial → efek gabungan dari pemberian stimulus di beberapa sinapsis dalam waktu yang hampir bersamaan pada sebuah neuron.
- EPSP (Eksitatory postsynaptic potential) → potensial berperingkat berupa depolarisasi, terjadi ketika kanal-kanal membran terbuka sehingga ion-ion  $\text{Na}^+$  masuk membran neuron.
- IPSP (inhibitory postsynaptic potential) → potensial berperingkat berupa hiperpolarisasi, terjadi ketika kanal-kanal membran terbuka sehingga ion-ion  $\text{K}^+$  masuk membran neuron
- EPSP dan IPSP pada sebuah neuron saling berkompetisi, agar dapat meningkatkan atau mengurangi frekuensi pembentukan potensial aksi.

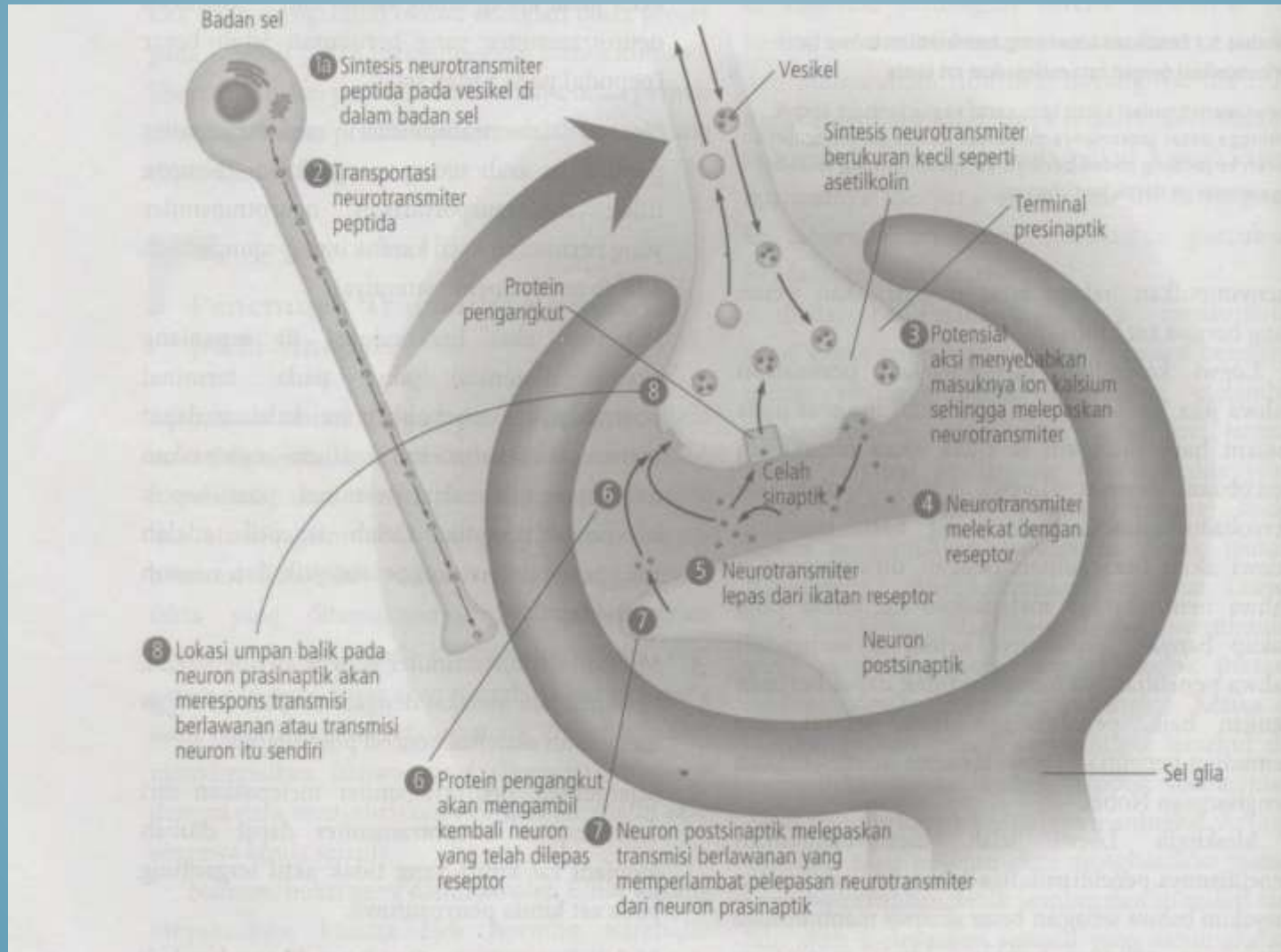
# PERISTIWA KIMIA PADA SINAPS

## ->TRANSMISI DAN JENIS-JENIS NEUROTRANSMITTER

- *Trasmisi kimia pada sinaps merupakan tipe komunikasi utama pada sistem syaraf*
- *Neuron menyintesis zat kimia yang berfungsi sebagai neurotransmitter.*
- *Pada sebuah sinaps terdapat neurotransmitter yang dilepaskan oleh neuron pertama (prasinaps) dan akan mempengaruhi neuron selanjutnya (postsinaps).*
- *Jenis-jenis neurotransmitter :*
- *Asam amino → glutamat, GABA, glisin, aspartat*
- *Asam amino yang termodifikasi → asetilkolin*
- *Monoamin (hasil modifikasi asam amino) :*
  - *Indoleamin → serotonin*
  - *Katekolamin → dopamin, norepinefrin dan epinefrin*
- *Neuro transmitter tak konvensional :*
  - *Gas-gas yang dapat larut → Oksida nitrit (NO), Karbon monoksida (CO)*
  - *Endokannabinoida - → Anandamida (terbaru).*
- *Purin → ATP, adenosin*
- *Peptida (rantai asam amino) → endorfin, substansi P, neuropeptida Y, peptida pituitari, peptida hipotalamik, peptida otak-usus, peptida opioid, miscellanepus peptides.*

## → TRANSMISI SINAPS

- 7 langkah aksi (sebagian besar) neurotransmitter :



## → **AKTIVASI RESEPTOR PADA NEURON POSTSINAPS**

- Reseptor neurotransmitter pada neuron postsinaps adalah sebuah protein yang tertanam di membran neuron.
- Efek ionotropik → ketika neurotransmitter melekat pada sisi aktif reseptor pada membran akan langsung membuka kanal-kanal ion tertentu. (terjadi dlm 1 ms- bbrp ms selama 20 ms)  
Contoh : Glutamat, sebagai eksitator sinaps pada otak  
GABA, sebagai inhibitor sinaps pada otak  
Asetilkolin, sebagai eksitator sinaps
- Efek metabotropik → memulai rangkaian metabolisme yang efeknya lambat akan tetapi berlangsung lebih lama daripada efek ionotropik. (terjadi dlm jeda wkt 30 ms setelah pelepasan neurotransmitter berlangsung selama bbrp detik, menit atau lebih). Urutan peristiwa pada sinapsis metabotropik yang menggunakan second messenger dalam neuron post sinaps :
  1. Molekul neurotransmitter menempel ke reseptor metabotropik yang terstimulasi
  2. Protein reseptor menekuk dan melepas protein G
  3. Protein G mengaktifasi second messenger spt AMP siklik, second berkomunikasi dengan bagian dalam sel. Penyampai pesan kedua membuka/ menutup kanal, mengubah pembentukan protein atau mengaktifasi suatu bagian dari sebuah kromosom.



## → **PERAN SINAPS PADA PERILAKU**

- *Peran sinap ionotropik pada perilaku :*

*Otak perlu aliran informasi yang berganti-ganti dengan cepat, untuk penglihatan dan pendengaran*

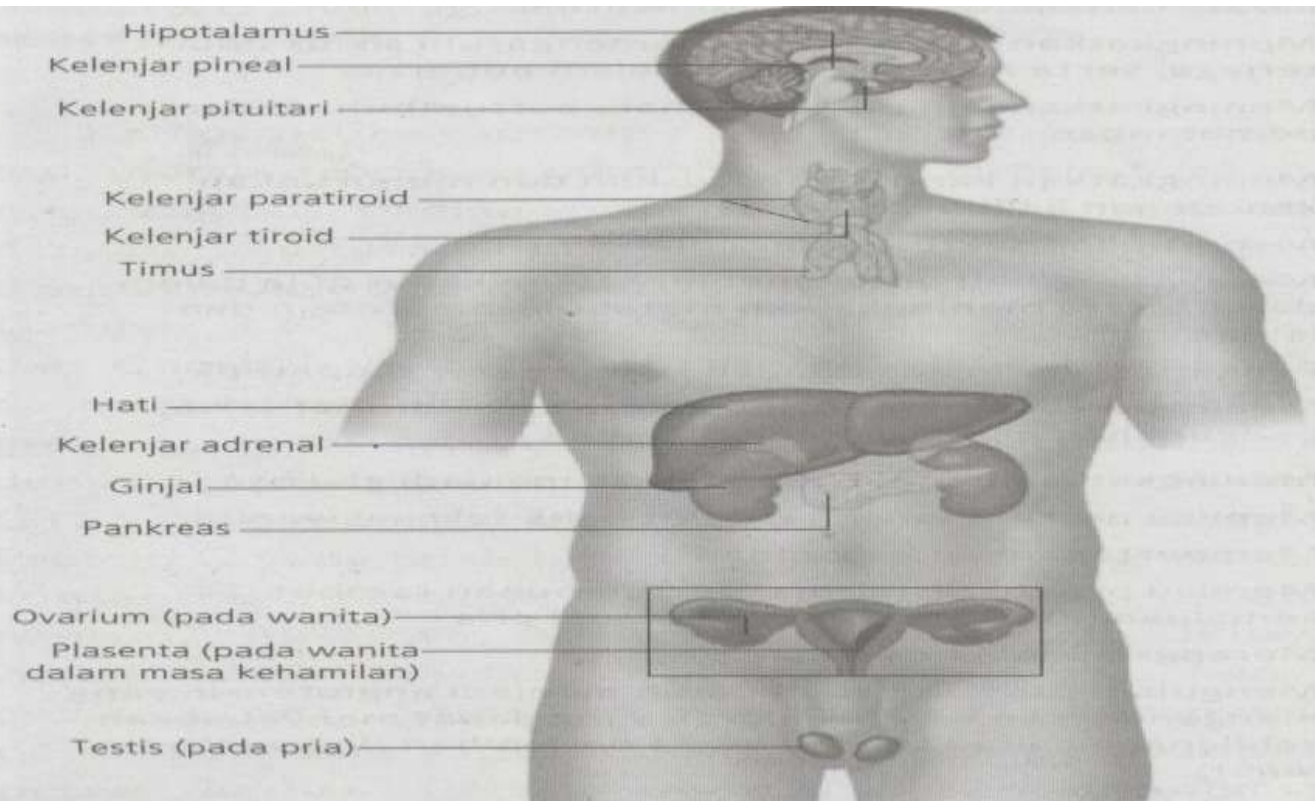
- *Peran sinap metabotropik pada perilaku :*

*Proses yang lebih lambat & memberikan pengalaman lebih lama  
Sebagian besar termasuk golongan peptida sebagai neuromodulator,  
artinya molekul tersebut tidak secara langsung mengeksitasi atau  
menginhibisi neuron postsinaps tetapi memengaruhi tingkat pelepasan  
neurotransmitter lain atau memengaruhi respon neuron postsinaps  
terhadap beragam input.*

*Contoh : rasa lapar, haus, takut dan marah dalam jangka panjang  
dapat menghasilkan beberapa perilaku, pengecapan dan rasa sakit.*

## → HORMON

- Hormon → zat kimia yang disekresi oleh kelenjar dan sel-sel lain, hormon ditransportasi oleh darah menuju organ target.
- Banyak zat kimia yang berperan ganda sebagai hormon dan juga neurotransmitter, ex : epinefrin, norepinefrin, insulin & oksitosin
- Hormon berguna untuk mengatur perubahan jangka panjang pada beberapa bagian tubuh sekaligus.
- Gb. Kelenjar endokrin yang utama pada manusia



## →SINAPSIS DAN KEPRIBADIAN

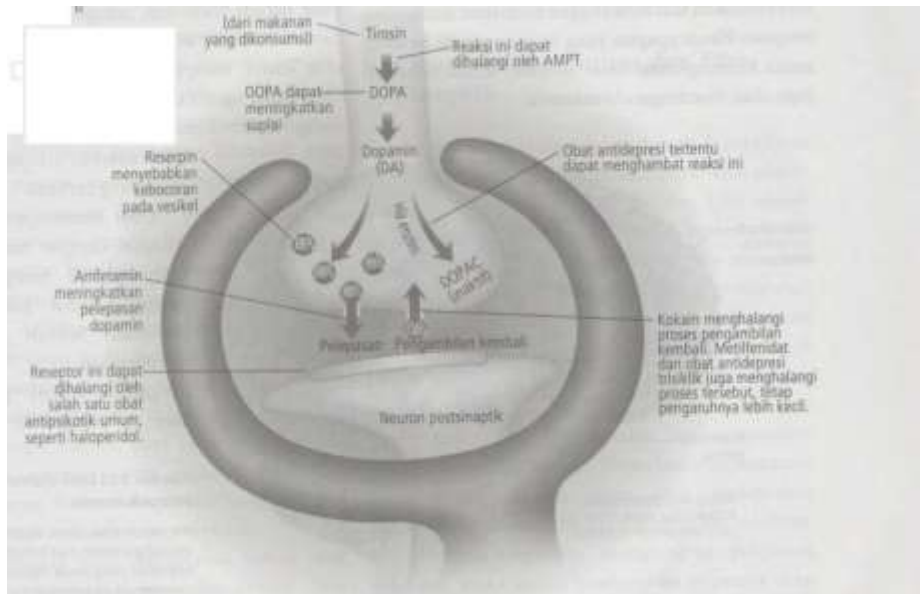
- Menurut perkiraan terbaru sistem saraf menggunakan 100 neurotransmitter diberbagai bagian. Sebagian besar diantaranya memiliki beberapa jenis reseptor dan setiap reseptor memiliki karakteristik masing-masing. Secara teori variasi pada sinaps memiliki suatu hubungan dengan variasi perilaku.
- Tahun 1900 an peneliti melakukan studi pada variasi jumlah reseptor dopamin dan menyimpulkan bahwa individu yang memiliki salah satu bentuk tertentu reseptor D2 (salah satu dari 5 reseptor dopamin) yang memiliki kecenderungan menjadi pecandu alkohol menyimpulkan bahwa gen (yang mengode reseptor D2) juga meningkatkan perilaku : pencari kesenangan dalam konsumsi alkohol, penggunaan obat tanpa resep, pola makan berlebihan, hobi berjudi.
- Reseptor D4, kepribadian yang selalu ingin mencoba hal yang baru, rasa ingin tahu, impulsif, dan pemarah.
- Sebagian besar hasil studi menunjukkan kaitan yang lemah, jumlah sampel yang kecil dan replikasi data sulit dilakukan.
- Kepribadian adalah masalah yang rumit, sulit diukur, dipengaruhi sejumlah pengalaman hidup, dan sejumlah besar gen. Jadi untuk mengetahui peran satu gen pada perilaku merupakan suatu hal yang sulit.

## **OBAT-OBATAN DAN SINAPSIS**

### **→ MEKANISME OBAT**

- Hampir semua obat-obatan psikotropika memiliki senyawa kimia serupa dengan senyawa kimia yang diproduksi otak secara alami.
- Neurotransmitter dan hormon pada manusia sama dengan neurotransmitter dan hormon pada hewan (tentu ada beberapa pengecualian). Neurotransmitter pada manusia juga terdapat pada tumbuhan.
- Obat-obatan dapat menstimulasi atau menghambat sinapsis.
- Antagonis → obat yang menghambat efek neurotransmitter
- Agonis → obat yang meningkatkan efek neurotransmitter.
- Efek obat adalah campuran dari agonis dan antagonis.
- Obat dapat agonis pada suatu perilaku tertentu dan antagonis untuk perilaku yang lain. Atau agonis pada dosis tertentu dan antagonis pada dosis yang berbeda.

- Pengaruh obat pada sinapsis dopamin (Gb).



- Obat memiliki afinitas terhadap suatu reseptor tertentu. Melekatnya obat dan reseptor seperti kunci dan gembok
- Kemanfaatan suatu obat adalah kecenderungan dalam mempengaruhi reseptor. Contoh : obat yang melekat kuat pada sebuah reseptor tetapi gagal menstimulasi reseptor tersebut disebut memiliki afinitas yang kuat tetapi kemanfaatannya rendah.
- Obat penenang, anti depresan dan obat-obatan lain mempunyai efektifitas dan efek samping yang berbeda-beda pd tiap individu, krn tiap individu mempunyai tipe reseptor yang berbeda-beda.

## →OBAT-OBATAN UMUM DAN EFEK SINAPTIK

- Kategori obat berdasarkan pada cara kerja utamanya.
- Sebagian besar obat psikotropika memiliki efek langsung dan tidak langsung terhadap stimulasi pelepasan dopamin, khususnya pada nucleus accumbens ( terletak di bawah lapisan korteks otak yang memiliki banyak reseptor dopamin).
- Obat-obatan stimulan → meningkatkan kegembiraan, kewaspadaan, aktifitas motorik, mengubah suasana hati, mengurangi kelelahan.

Jenisnya :

- Amfetamin : menstimulasi peningkatan pelepasan dopamin dari terminal presinaps dan menghalangi reseptor tertentu untuk menginhibisi pelepasan dopamin serta meningkatkan pelepasan serotonin, norepinefrin dan lain-lain.
- Kokain : menghalangi penyerapan kembali dopamin, norepinefrin dan serotonin. Pengaruh kokain dan amfetamin terhadap sinapsis dopamin intensitasnya besar tetapi berlangsung singkat. Penggunaan kokain yg berulang pd dosis tinggi mempengaruhi perubahan jangka panjang pd otak dan peredaran darah, meningkatkan resiko stroke, epilepsi dan kerusakan ingatan.

- Metilfenidat (Ritalin) yang diberikan pd penderita gangguan perilaku ADD, yang ditandai dengan perilaku impulsif dan kurangnya perhatian (atensi). Metilfenidat memiliki efek yang sama seperti kokain, tetapi karena diberikan dalam dosis rendah (sesuai resep dokter) maka konsentrasi obat pada obat akan meningkat secara bertahap dan menurun secara bertahap.
- MDMA (ekstasi) : dosis rendah stimulan, dosis tinggi melepas dopamin dan serotonin dan merusak akson pelepas serotonin, sehingga mengganggu indera (halusinasi).
- Nikotin : pd tembakau, dpt menstimulasi satu tipe reseptor asetilkolin. Pd nukleus akumbens, nikotin dan kokain meningkatkan pelepasan dopamin pd neuron-neuron yang sama.

- *Narkotika : Opiat, yang diekstrak dari pohon candu.*
- *Jenisnya : morfin, heroin dan metadon.*
- *Pengguna opiat mengalami rasa tenang, penurunan perhatian pada masalah di dunia nyata, penurunan sensitivitas rasa sakit.*
- *Otak menghasilkan neurotransmitter peptida yang disebut endorfin, sebuah bentuk morfin alami di otak.*
- *Obat-obat opiat menstimulasi reseptor endorfin yang menghambat pelepasan GABA. GABA dapat menghambat dopamin, karena itu pengaruh akhir opiat adalah meningkatkan pelepasan dopamin.*
- *Endorfin dan opiat dapat juga menghalangi lokus seruleus untuk membangkitkan gairah dan melepaskan norepinefrin yg membantu menyimpan memori, sehingga menimbulkan penurunan terhadap respon stress dan penurunan kapasitas memori*



- *Mariyuana (Daun ganja)*
- *Mengandung senyawa kimia 9-THC (9-tetrahydrocannabinol) dan kanabinoid lain yg sekerabat.*
- *Mariyuana digunakan untuk penghilang rasa sakit dan mual, mengobati glaukoma, meningkatkan nafsu makan.*
- *Pengaruh psikologis : peningkatan intensitas indera dan ilusi seolah-olah waktu berjalan lambat, kerusakan memori dan kemampuan kognitif secara signifikan.*

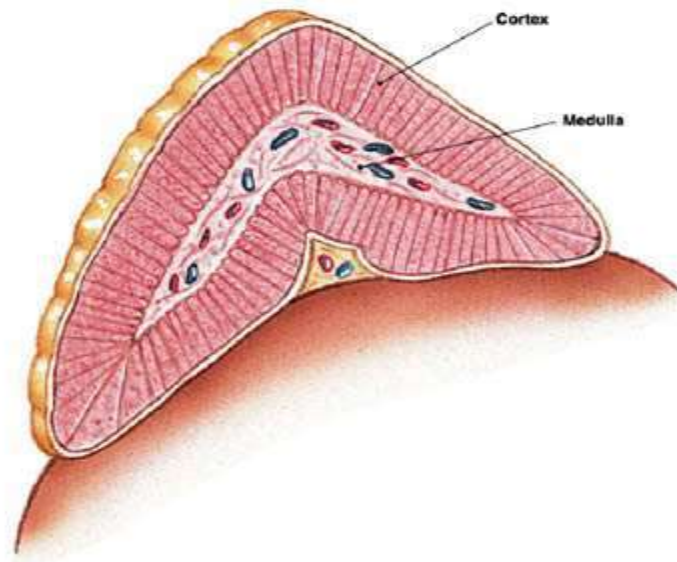
# KORTEKS ADRENAL

---

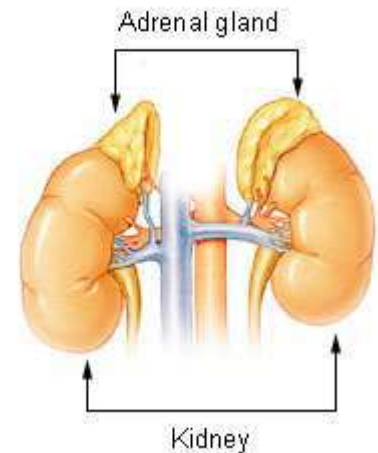
Pertemuan 12

# Kelenjar adrenal

- Kelenjar adrenal adalah kelenjar yang terletak diatas ginjal.
- Ada 2 kelenjar yang terpisah secara struktur, asal embrionik dan sekresi hormonnya :
- 1. Bagian dalam : medulla adrenal
- 2. bagian luar : korteks adrenal.



**Adrenal Gland**



# Medulla adrenal

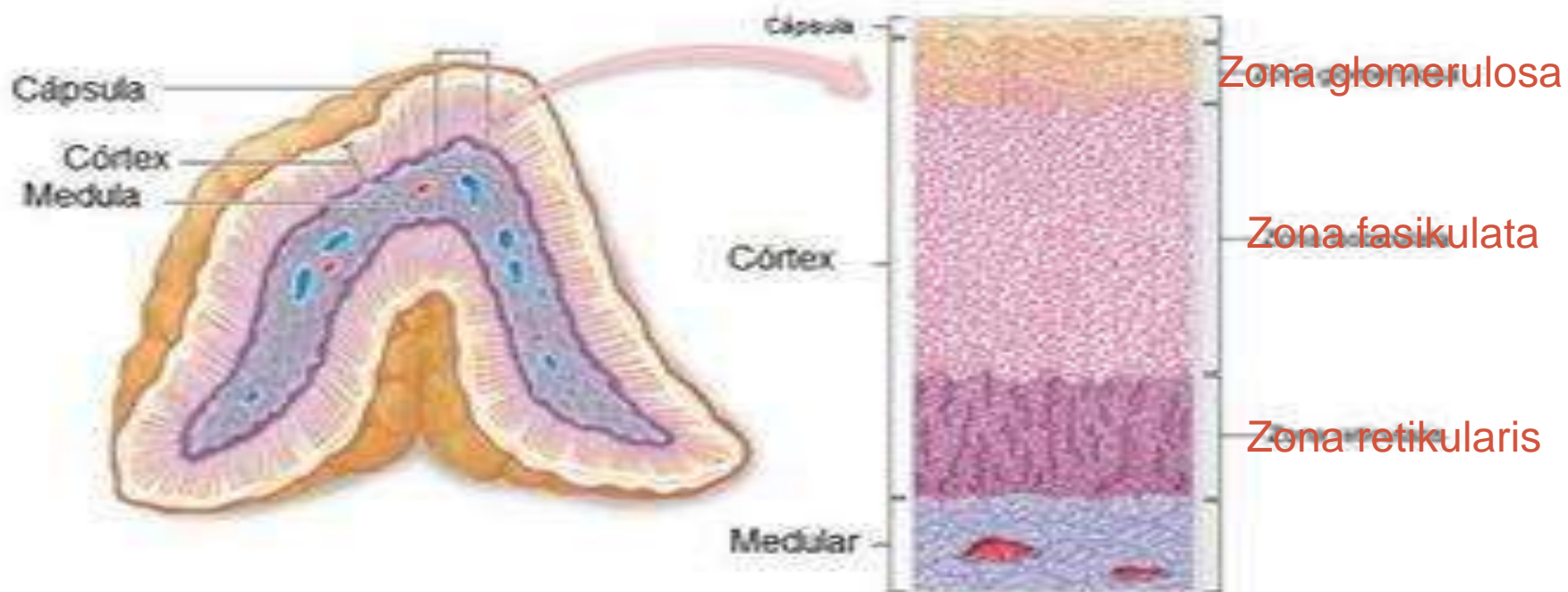
- Hormon yang dihasilkan di medulla adrenal adalah : Epinefrin (adrenalin) dan norepinefrin (noradrenalin).
- **Fungsi Adrenalin**
- Epinefrin (adrenalin) bekerja dengan sistem saraf simpatik untuk meningkatkan denyut jantung. Mendorong metabolisme karbohidrat dan meningkatkan gula darah dengan mendorong penggunaan glukosa.
- Melebarkan otot-otot kaki, meningkatkan kewaspadaan , dan membuat indera lebih peka
- Peningkatan aliran darah dan energi mempertinggi pengiriman oksigen dan glukosa ke otot dan otak.

# Lanjutan medulla adrenal

- **Manfaat Adrenalin**
- Epinefrin (adrenalin) bisa digunakan untuk mengobati serangan jantung.
- **Pengaruh pada perilaku**
- Ketika sistem saraf pusat melihat adanya situasi berbahaya atau keadaan darurat, timbul perilaku marah dan takut sebagai reaksi defensif, adrenalin akan dilepaskan untuk berespon fight or flight sebagai respon dari mempertahankan diri dari bahaya.

# Korteks Adrenal

- Bagian yang mensekresi kortikosteroid (hormon steroid).
- Ada 3 zona korteks adrenal & hormon-hormonnya :
  1. Zona glomerulosa (luar) → Mineralokortikoid (Aldosteron)
  2. Zona fasikulata (tengah) → Glukokortikoid (Kortisol)
  3. Zona retikularis (dalam) → steroid seks (androgen)



# Aldosteron

- **Fungsi aldosteron**

1. Mengatur garam-garam plasma (natrium/sodium & kalium/potasium)
2. Meningkatkan tekanan darah
3. Meningkatkan volume darah

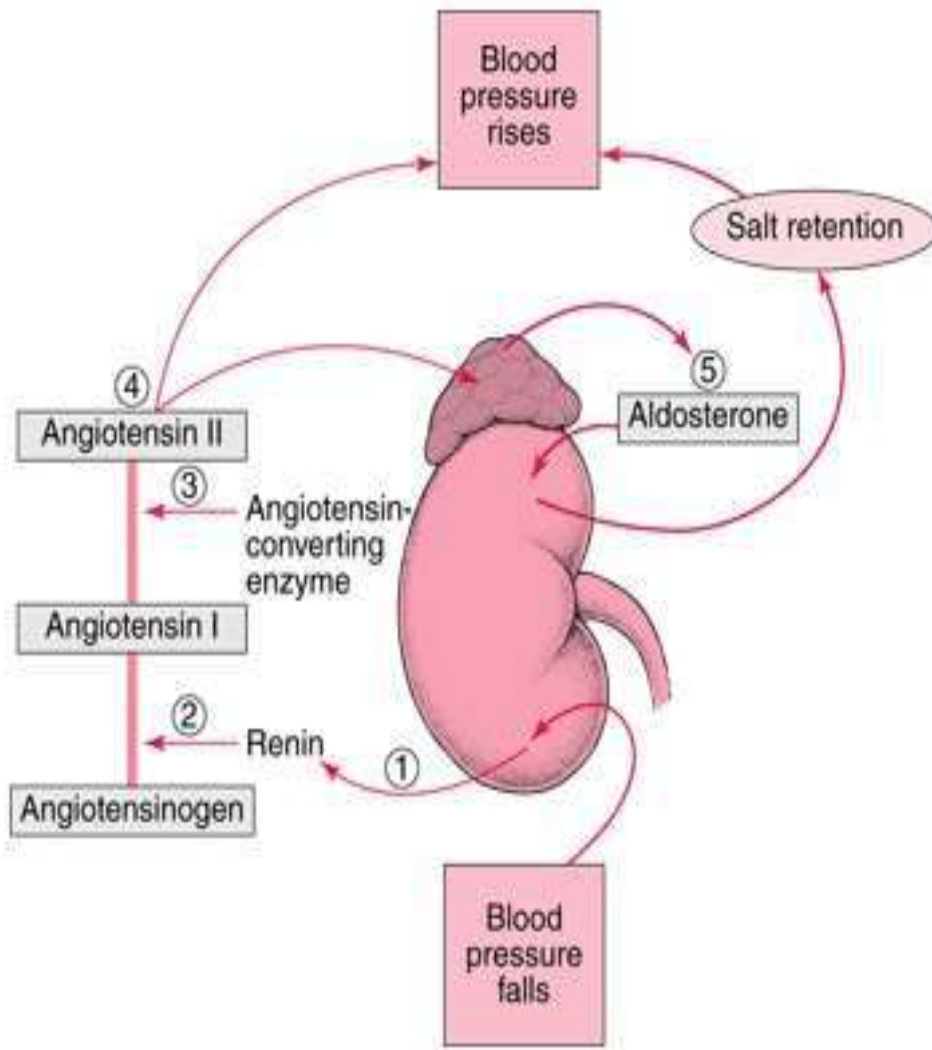
- **Peran Sodium & potasium**

- Sodium → elektrolit utama plasma dalam cairan ekstraseluler, kerjanya mempengaruhi fungsi semua membran plasma sel terutama saraf & otot. Kekurangan sodium membahayakan fungsi tubuh.
- Potasium → elektrolit utama plasma dalam cairan intraseluler, kadar potasium harus sesuai kebutuhan karena bila meningkat membahayakan fungsi otak & jantung.

# Kerja dan pengaturan aldosteron

- Aldosteron terutama bekerja pada tubulus ginjal untuk membentuk molekul protein baru.
- Aldosteron meningkatkan transport sodium dari lumen usus ke plasma dan mendorong (secara tidak langsung) sekresi potasium dari plasma ke tubulus ginjal (ekskresi).
- **Sistem renin angiotensin – aldosteron**
- Saat individu kehilangan banyak darah (pendarahan) atau ambilan (intake) sodium menurun maka tekanan darah menurun.
- Turunnya tekanan darah dideteksi oleh apparatus jugtaglomerularis di ginjal melepas enzim rennin → masuk ke dalam darah → memecah rantai polipeptida besar dari sel hati → angiotensinogen → angiotensin I → angiotensin II oleh enzim saat darah masuk sirkulasi paru-paru.



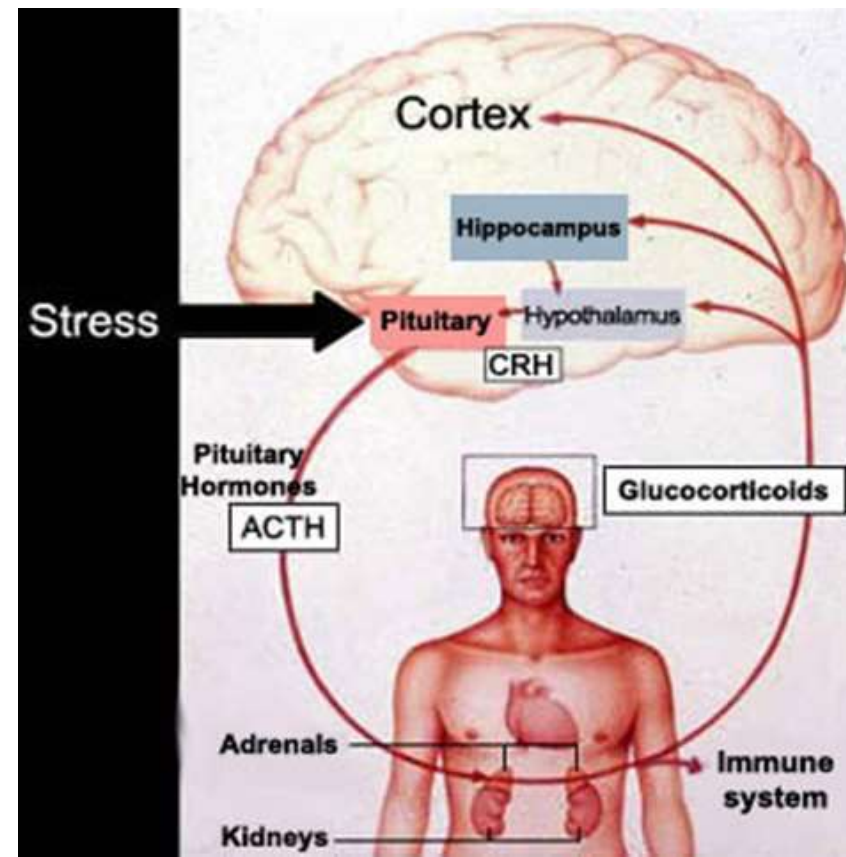
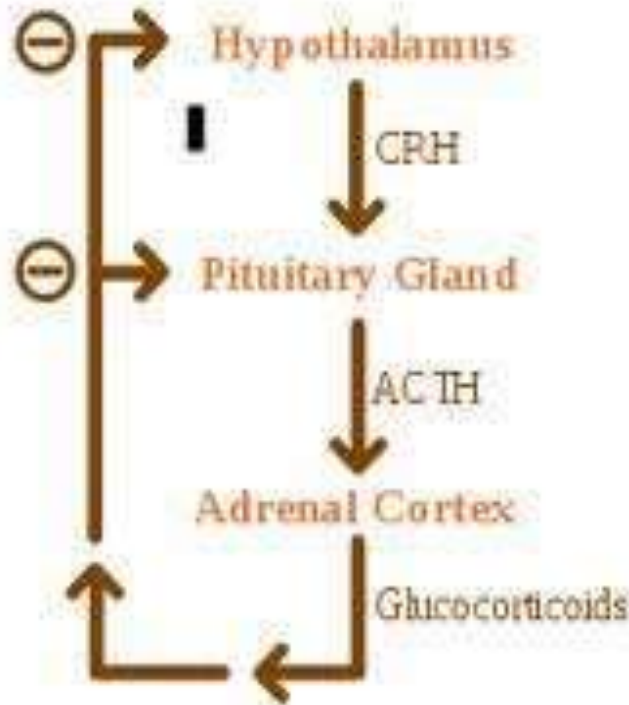


Angiotensin II secara langsung menaikkan tekanan darah dan merangsang sekresi aldosteron. Secara tidak langsung aldosteron menaikkan tekanan darah. Ikatan angiotensin II dengan reseptor dalam otot polos menyebabkan vasokonstriksi dan keadaan ini secara cepat menaikkan tekanan darah. Di tubulus ginjal aldosteron meningkatkan reabsorpsi sodium dan air sehingga osmolaritas plasma, volume darah dan tekanan darah akan meningkat & efek peningkatan lebih tahan lama. Aldosteron juga mereabsorpsi sodium pada kel.ludah & keringat.

- Aldosteron menurunkan kadar potasium plasma.
- Saat terjadi kenaikan potasium ( $K^+$ ) akan menstimulasi sekresi aldosteron. Aldosteron akan menukar potasium dengan sodium yang direabsorpsi di tubulus ginjal.
- Peran aldosteron sangat penting dalam mengatur kadar potasium dan sodium plasma, karena kehilangan banyak sodium dan peningkatan kadar potasium akan mengganggu fungsi otak dan kelainan jantung bahkan dapat berakibat fatal (kematian).

# Kortisol

- Fungsi utama kortisol adalah meningkatkan pasokan glukosa ke jaringan, terutama otak dan jantung selain itu melindungi tubuh dari bahaya dan stress traumatik.
- **Pengaturan sekresi**



- Pada perilaku, hormon kortikosteroid berperan dalam perilaku lapar, karena hormon ini mengatur jam makan individu → jam biologis manusia
- Ketika lapar orang akan berperilaku mencari makanan.
- Lapar merupakan keadaan yang terjadi karena conditioning (Pavlov)
- Pengosongan lambung pada proses conditioning, terjadilah siklus lapar. Siklus lapar diatur oleh keadaan hipoglikemia. Saat lapar kortikosteroid memberi kabar insulin untuk menghentikan kegiatannya agar individu tidak terlalu lemas kekurangan gula darah.
- Sekresi kortikosteroid disekresi saat dirangsang oleh ACTH

# Kortisol dan adaptasi terhadap stress

- Kortisol dapat meningkatkan efek katekolamin saat mengatasi stress jangka pendek dengan memobilisasi asam lemak dan gliserol dari sel lemak.
- Kortisol memiliki efek meningkatkan adaptasi metabolik jangka panjang, adaptasi ini diperlukan untuk memperbaiki ketahanan (defens), meningkatkan perbaikan jaringan, penyembuhan luka dan menyediakan nutrisi yang cukup dalam bentuk glukosa dan asam amino.
- Kortisol bekerja atas otot, tulang, jaringan limfe untuk katabolisme protein. Asam amino diambil oleh hati untuk reparasi dan regenerasi jaringan.
- Kortisol menstimulasi hati u/ membentuk enzim.
- Mengkonversi asam amino menjadi glukosa (glukoneogenesis)
- Kortisol meningkatkan kerja Glukagon & GH.
- Kortisol menurunkan ambilan glukosa oleh otot dan jaringan perifer u/ digunakan oleh otak dan jantung

# Aksi variasi diurnal

- Kortisol harus selalu ada agar glukagon dan GH dapat bekerja dalam hati (glikogenolisis) dan jaringan adiposa (lipolisis) serta katekolamin agar dapat melakukan vasokonstriksi.
- Sekresi kortisol paling tinggi di pagi hari, mulai menurun di siang hari dan saat sore hari semakin rendah.
- Pengaturan ini dilakukan oleh hipotalamus tidak tergantung ada/tdknya stress.
- Kortisol dapat digunakan sebagai terapi farmakologi, untuk mengatasi radang, alergi atau reumatoid.
- Saat stress kronik, sekresi kortisol berlebihan sehingga dapat berakibat terjadinya ulkus lambung, atrofi nodus limfatikus, penurunan leukosit (imunitas), hipertensi dan gangguan vaskular

# Steroid seks korteks adrenal

- Hormon seks yang disekresi sebagian besar adalah androgen dan sebagian kecil estrogen dan progesteron.
- Sumber utama hormon steroid seks pria pada wanita.
- Estrogen dan androgenadrenal dikonversi menjadi estrogen dalam darah atau jaringan perifer, hormon ini merupakan hormon steroid seks wanita yang ada pada pria dan yang bertanggung jawab adanya estrogen dalam darah pria.
- Sekresi steroid seks adrenal distimulasi oleh ACTH.
- Steroid seks adrenal memiliki efek metabolik dan memiliki efek libido pada wanita dan efek anabolik androgen penting u/ tubuh wanita.
- Sekresi adrenal saat awal pubertas disebut adrenarche.

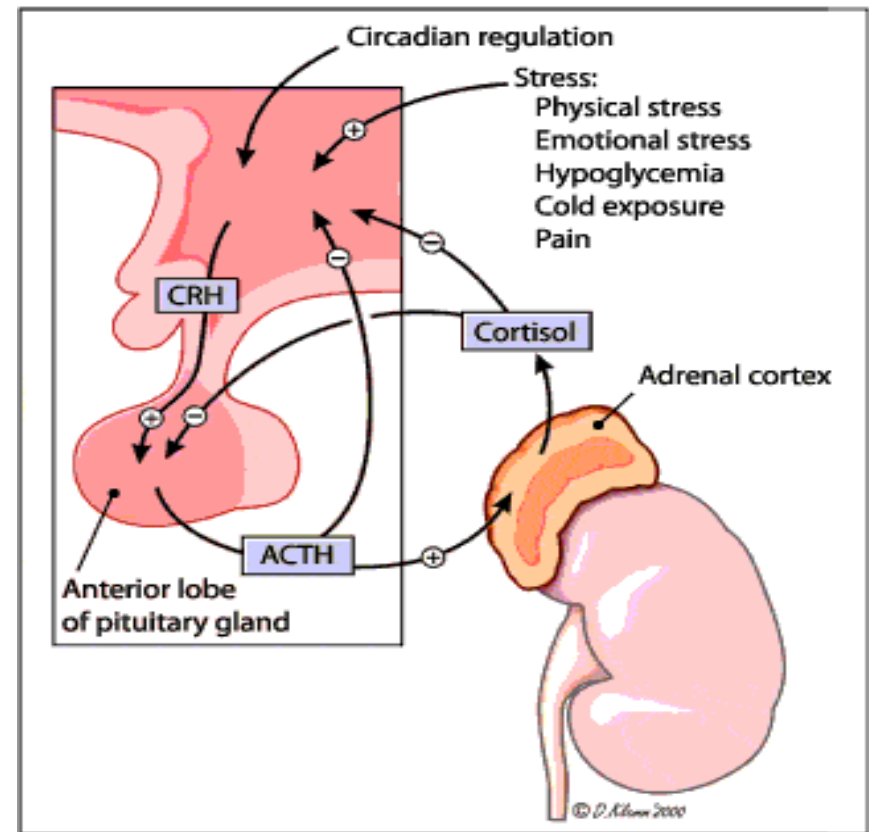
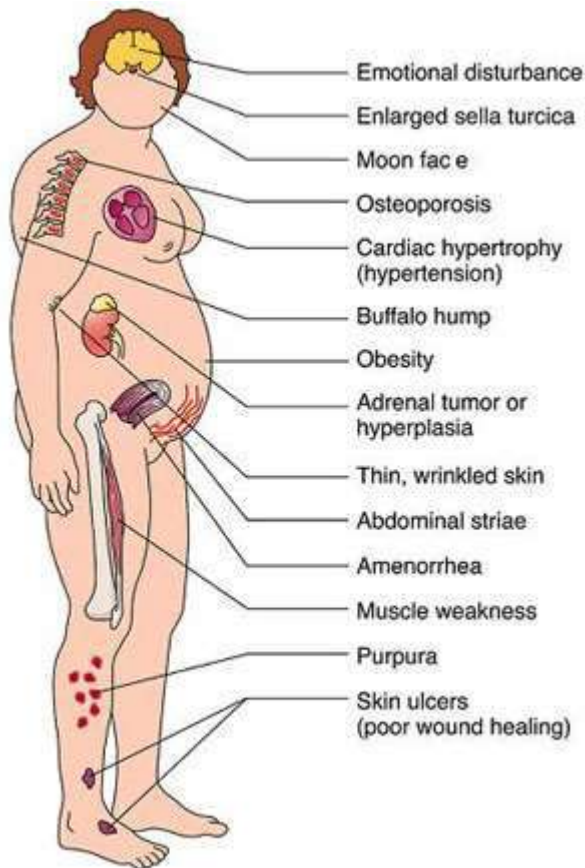
# Gangguan korteks adrenal

- **Sindroma adrenogenital**
- Terjadi karena tumor atau gangguan selular enzimatik, androgen disekresi dalam jumlah besar dan kortisol di dalam darah berkurang sehingga memicu sekresi ACTH (UB-) & mensekresi androgen adrenal lebih banyak lagi.
- Jika terjadi pada wanita dewasa akan timbul tanda-tanda seksual pria sekunder, perubahan suara dan genital dan secara klinis disebut sindroma adrenogenital.
- Jika terjadi pada anak wanita menjadi pseudopubertas precoks laki-laki (virilisme).
- Jika pada anak laki-laki terjadi pertumbuhan precoks sehingga anak laki-laki berpenampilan pria dewasa, pertumbuhan tulang dan otot cepat dan epifise menutup dini.



- **Sindroma cushing**

- Tumor adrenal, tumor pituitari penghasil ACTH akan menyebabkan sekresi kortisol berlebihan sehingga menimbulkan sindroma cushing.



- Kortisol berlebihan mengakibatkan
  1. katabolisma protein, menurunkan sintesa protein sehingga otot lemah dan lelah.
  2. Meningkatkan pemecahan protein dalam tulang sehingga matriks tulang lemah →osteoporosis.
  3. Jaringan ikat dalam kulit berkurang/hilang sehingga membentuk memar dan penyembuhan terhadap luka buruk
  4. Lemak di retribusika ke tubuh bagian atas sehingga membuat badan berbentuk sapi
- Wajah edema dan berbentuk bulan (moon face)
- Gangguan mental : eforia, psikosis.

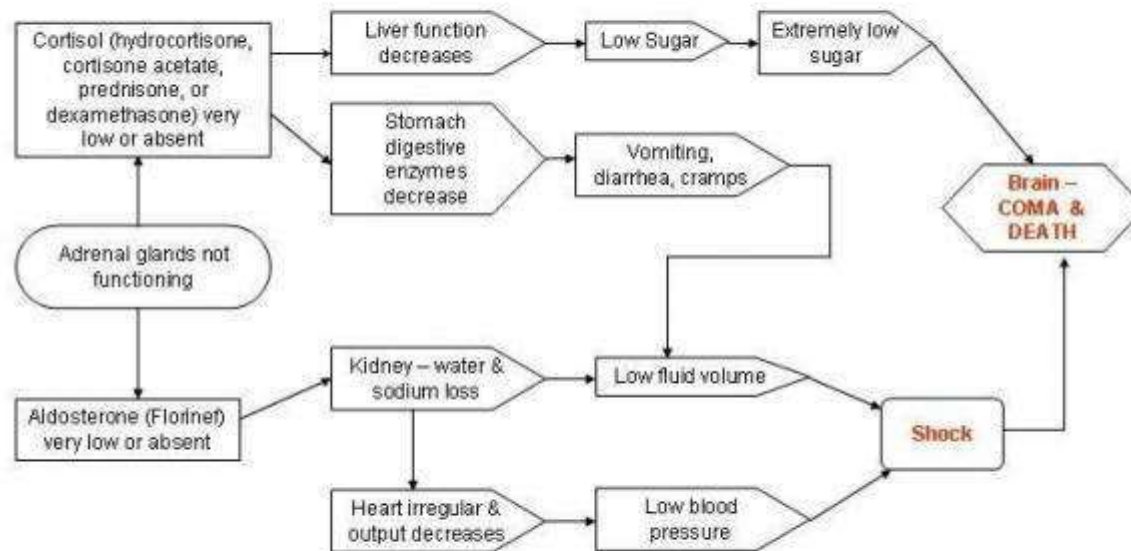
- **Addison disease**

- Terjadinya atropi korteks adrena karena infeksi (TBC), kanker, autoimun menimbulkan addison
- Penyakit addison adalah gangguan yang serius dan fatal.
- Aldosteron menurun : kehilangan air & garam, tekanan darah turun, dehidrasi, abnormalitas kardiovaskular & neurologik.
- Kortisol menurun : kadar gula puasa tidak dapat dinaikan, daya tahan terhadap stress berkurang, glukoneogenesis menurun, respon katekolamin mereduksi. Selama stress tubuh, mudah syok & fatal.
- Menurunnya kortisol meningkatkan sekresi ACTH dan MSH (mitra kortikotrop) terstimulasi sehingga menimbulkan pigentasi kulit.



# Addison Crisis Pathway

This is from a unknown Nursing Encyclopedia



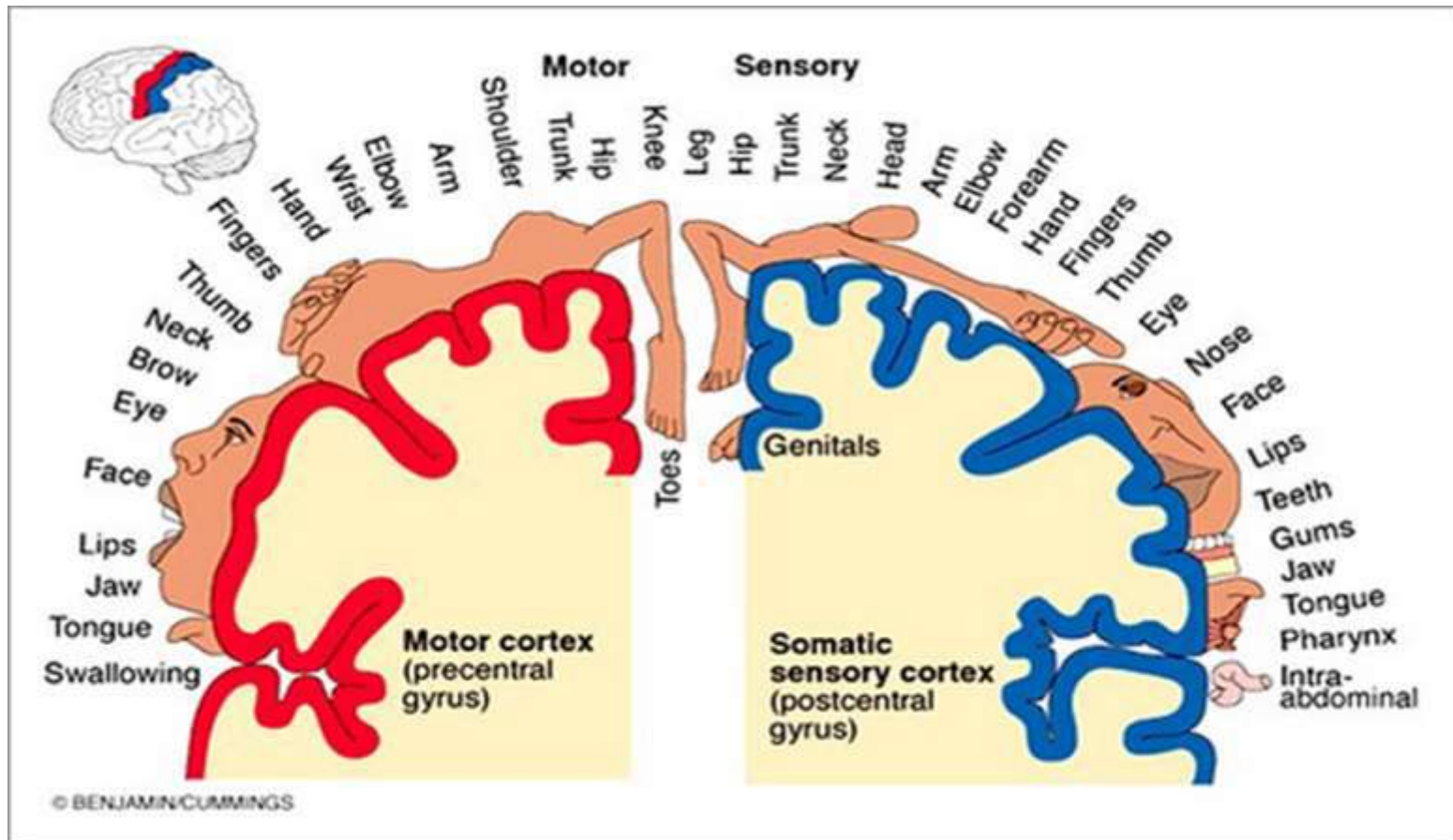
From this you can see how once a crisis begins, it begins to affect vital organs. The sooner you can use your injectable and receive IV fluids, the sooner you can halt the progress of the crisis.

# KENDALI MOTORIK, GANGLIA BASALIS DAN SEREBELUM

PERTEMUAN KE 4

# KENDALI MOTORIK

- Korteks motorik dan homunculus motorik



- ◉ Akhir abad 19 Fritsch & Hitzig (Jerman) : stimulasi listrik ttt pd korteks frontalis → kontraksi otot & gerak kasar anggota tubuh.
- ◉ Abad 20 Penfield (Kanada) : rangsangan pd korteks otak manusia di depan sulkus sentralis → kontraksi otot-otot tubuh.
- ◉ Gerak volunter, sederhana & kompleks : korteks motor otak besar
- ◉ Area ini terletak di **gyrus presentralis** dan disebut : **korteks motorik primer (KMP)**. Areanya berpasangan dg korteks sensorik.
- ◉ Otot tungkai & badan pd puncak gyrus presentralis dan diurus oleh sentra lateral, sedangkan di lateral gyrus tsb adalah area pengendali kepala, lidah & otot bicara diurus o/ sentra bilateral.
- ◉ Sentra motorik berkaitan dengan **derajat ketrampilan gerak dan kapasitas motorik** dr bagian itu.
- ◉ Area sangat terampil : tangan & jari, otot-otot bicara (wajah).
- ◉ Area yg relatif kecil : otot tungkai
- ◉ Korteks motor mempunyai 6 lapisan dan kolom-kolom vertikal, yg terutama terdiri dari sel piramid, sel Betz suatu sel piramid besar substrat korteks gerakan volunter.



# JARAS DESCENDING KELUARAN KORTEKS MOTORIK : JARAS PIRAMIDAL (SISTEM PIRAMIDAL)

- ◉ Jaras (traktus) piramidalis memiliki 2 jalur :
  1. **Jaras kortikobulbar**, berakhir di batang otak yang berperan mengatur gerakan otot dalam kepala (mata, wajah, lidah). Bbrp serabut kortikobulbar menyilang dan bbrp lainnya tdk.
  2. **Jaras kortikospinal**, berakhir di korda spinalis yang berperan mengatur gerakan badan dan anggota gerak (tangan & tungkai). Serabutnya melakukan dekusasi dlm medulla (80%), shg bagian kiri KMP mengatur gerakan otot kanan & sebaliknya, sisanya sebagian besar dekusasi dibagian bawahnya.
- ◉ Neuron jaras (traktus) piramidalis disebut : **upper motor neuron** sedangkan neuron motor eferen yang menginnervasi otot disebut : **lower motor neuron**

## KORTEKS PREMOTOR (KPM) DAN POLA GERAKAN

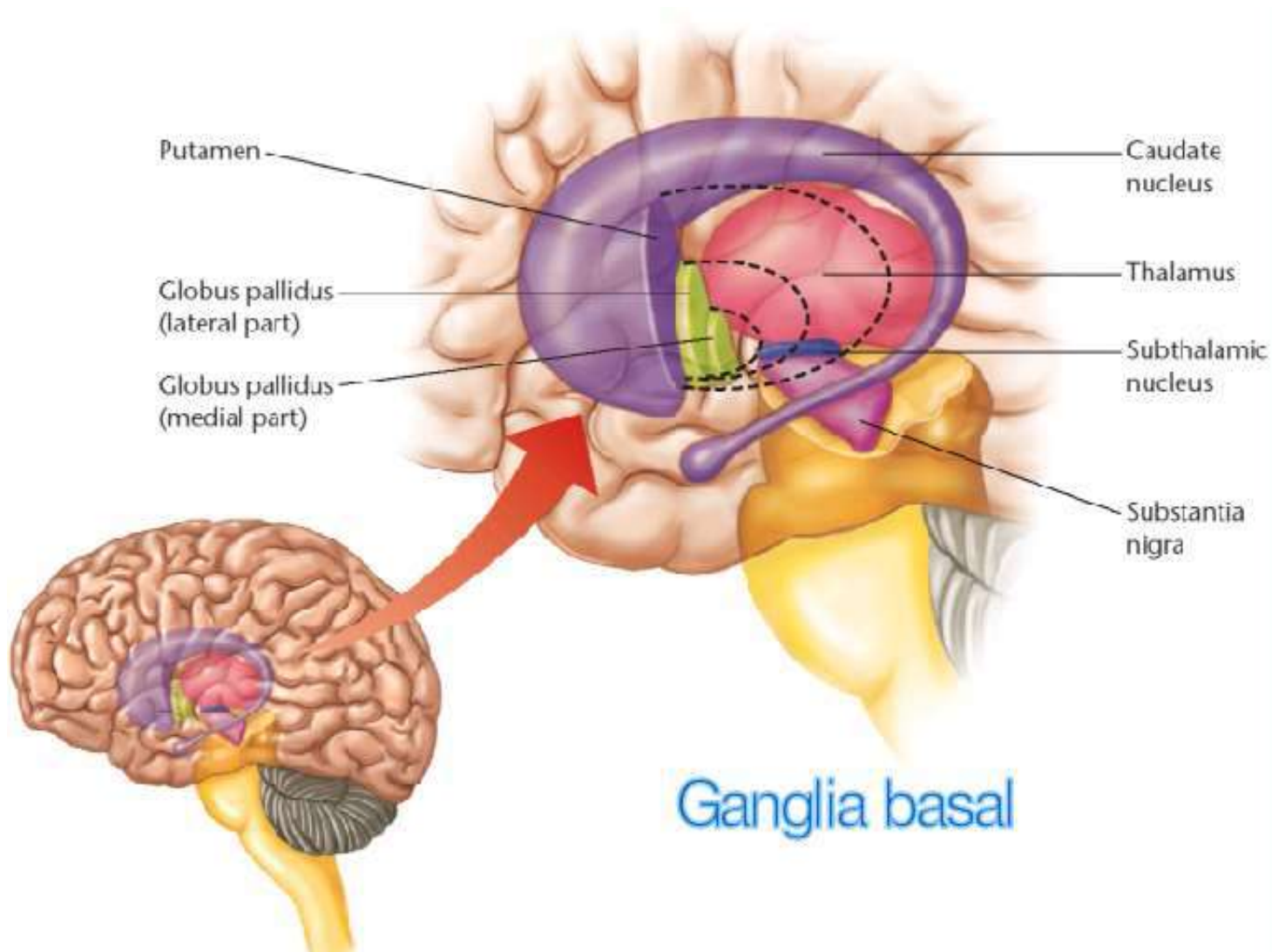
- ◉ Area premotorik (KPM) terletak di depan KMP
- ◉ Area premotorik merupakan area asosiasi korteks motorik yang membangkitkan program & pola gerakan utk disampaikan ke KMP. KMP yang akan mengaktifkan otot-otot yg diperlukan utk gerakan
- ◉ Terjadinya lesi (kerusakan) atau ablasi (pengangkatan) area KMP mengakibatkan :  
paralisis (kelumpuhan/ tdk mampu memulai gerakan volunter) atau paresis (kelemahan gerakan volunter)
- ◉ Kerusakan korteks premotor mengakibatkan kesulitan gerakan terampil (di muka area tangan kesulitan gerak terampil, di muka area otot-otot bicara mengalami gangguan artikulasi).

# PROSES TERJADINYA GERAKAN

- ◉ Stimulus diterima indera → korteks sensori somatik primer : dianalisa lokasi & intensitasnya → korteks sensori somatik asosiasi : diterjemahkan → korteks premotorik : program & pola gerakan → korteks motorik : eksekusi gerakan → otot : kontraksi (terjadilah gerakan)

# KENDALI MOTORIK : GANGLIA BASALIS

- ◉ Terdiri atas : nukleus kaudatus, putamen dan globus pallidus (Forebrain); substansia nigra, nukleus rubrum, subtalamus (Midbrain)
- ◉ Sistem ini terpisah dr sistem motorik shg disebut sistem ekstra-piramidal.
- ◉ Tugas / fungsi : Pengaturan tingkat tinggi gerakan volunter dan involunter kompleks. Pengendali gerak motorik volunter kasar & tidak terampil, spt posisi berdiri & bergerak (postural & lokomosi), memulai gerak motorik volunter saat dikomando. Inisiasi gerak motorik volunter
- ◉ Ganglia basalis berhubungan dengan area korteks motorik & serebelum lalu secara bersama-sama berfungsi dalam regulasi gerakan



# HUBUNGAN KELUARAN GANGLIA BASALIS

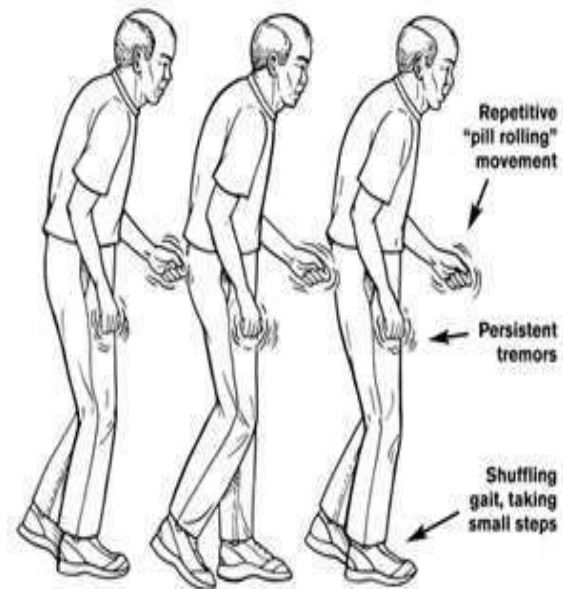
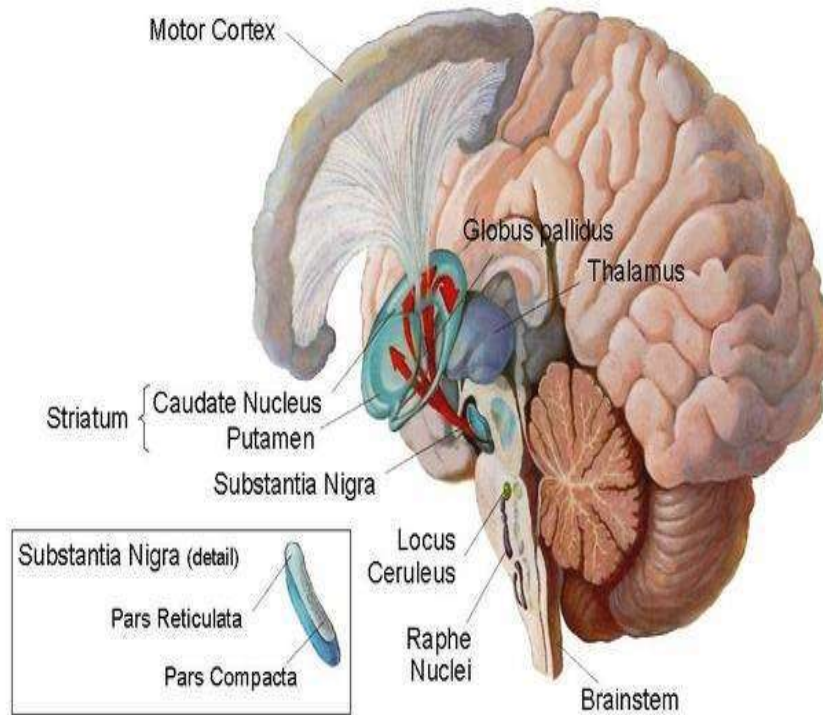
- ◉ Jaras keluaran motorik descending komponen motorik midbrain dr ganglia basalis (nukleus rubrum & substansia nigra) melalui jaras ekstrapiramidal: traktus rubrospinal dan retikulospinal → mengendalikan aktifitas neuron motor gamma korda spinalis : tegangan otot, refleks regangan, aktifitas proprioseptif & kinestetik.
- ◉ Ganglia basalis mempengaruhi aktivitas motor volunter via jaras ekstrapiramidal pd bagian forebrain ke korteks premotor diteruskan ke KMP dan traktus piramidalis → turun mengaktifkan → neuron motor alfa → otot kontraksi ( sebelum gerakan dilakukan neuron ganglia basalis meningkatkan aktifitas pembakaran (firing rate) terlebih dahulu.

# GANGGUAN GANGLIA BASALIS

- ◉ 1. **Parkinson**, degenerasi pelepas dopamin dlm substansia nigra, umumnya tjd pd usia lanjut dg gerak yg khas bradikinesia (lamban), rigiditas (kaku), tremor (gemetar).
- ◉ 2. **Khorea Huntington**, degenerasi neuron dr striatum (nukleus kaudatus & putamen), kehilangan kemampuan gerak volunter yg benar shg berjalan spt menari yg tdk terkendali (dansa St. Vitus).
- ◉ 3. **Athetosis**, degenerasi globus palidus, gerakan memilin tungkai lengan.

# PARKINSON

## Brain Regions Affected by Parkinson's Disease

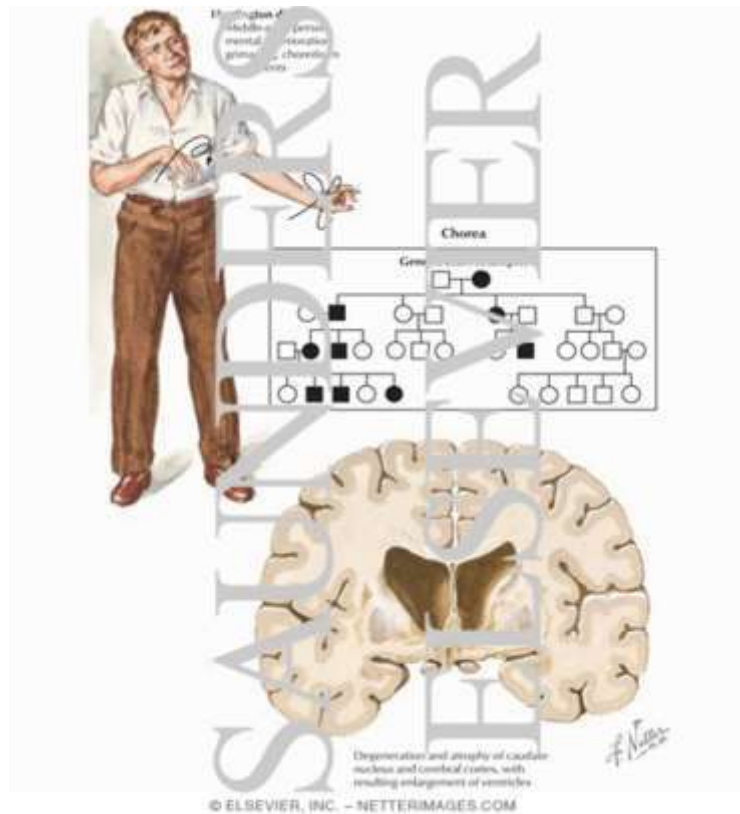


Parkinson's disease



# GANGGUAN GANGLIA BASALIS

## KHOREA HUNTINGTON



## ATHETOSIS



# KOORDINASI MOTOR DAN SEREBELUM

- ◉ Serebelum merupakan bagian otak primitif dg bbrp lapis dan tonjolan serebeler, penting utk ketepatan dan kelancaran koordinasi aktivitas motor volunter tetapi bukan utk inisiasi.
- ◉ Struktur serebelum secara fungsional :
  1. **Lobus flokulonodular** → paling primitif, terletak didasar serebelum, bersama sistem vestibular mengendalikan ekuilibrium, keseimbangan dan koordinasi kepala-mata.
  2. **Vermis** → garis tengah, tdk terlalu primitif, mengkoordinasi gaya jalan (gait) dan postur selama orang berjalan/ gerak. Vermis menerima proyeksi propioseptif dr sendi & otot.
  3. **Hemisfer serebeli** → bagian yg berkembang paling baik, bekerja sama scr erat dg korteks premotor (KPM) utk koordinasi aktivitas terampil cepat.

# MEMBANDINGKAN SEREBELUM DENGAN KOMPUTER

- ◉ Hemisfer serebelum mempunyai komunikasi dua arah dg korteks serebri dan otot volunter di perifer agar terjadi keserasian gerak.
- ◉ KPM : pola gerakan → KMP : otot diaktifkan, disaat yg sama KPM mengirim → ke serebelum via jaras relay di dlm pons, serebelum mengirim → ke reseptor sensorik di otot & sendi → serebelum memadukan tampilan efektor dg perintah KPM → melalui talamus ke KPM, dan serebelum mengirim ke otot utk memodifikasi tegangan dan kesiagaan tonus agar siap gerak terampil

# MASUKAN DAN KELUARAN SEREBELER

- ◉ Masukan dr kortek motorik dan otot smp ke ke korteks serebeli via pusat relay batang otak, sirkit serebeler dianalisa → hasil analisa diteruskan ke sel purkinje dlm korteks serebeli ke nuklei di lapisan dlm serebelum.
- ◉ **Sel purkinje** adalah neuron inhibitor, pelepas GABA.
- ◉ Neuron serebeli bersifat eksitator, neuron ini merupakan neuron keluaran serebelum yg sejati & menginervasi target serebelum di midbrain, nukleus rubrum & thalamus.
- ◉ **Gangguan pd serebelum** : postur tubuh buruk, tidak seimbang & ataksia (koordinasi gerak hilang); langkah kaki lebar & gontai spt org mabuk; otot postural (ekstensor) lemah (hipotonia); bicara cadel; gerak volunter gemetar dan dismetria.

# Korteks sensori, nyeri & refleks

PERTEMUAN KE 3

# JARAS SENSORI SOMATIK

## spinotalamik

Serabut saraf type C : Taktil kasar, nyeri, dan suhu , serabut saraf tipe A: elusan lembut, tekanan, modalitas proprioseptif dari sendi & otot)  
Berakhir di tanduk dorsal kordaspinal  
Bersinap dg pemancar kedua  
Dekusasi di kordaspinal masuk subst. putih naik pd jaras spinotalamik  
Dibagi 2 divisi :  
Lateral -> nyeri & suhu  
Ventral -> taktil kasar  
Berakhir di talamus

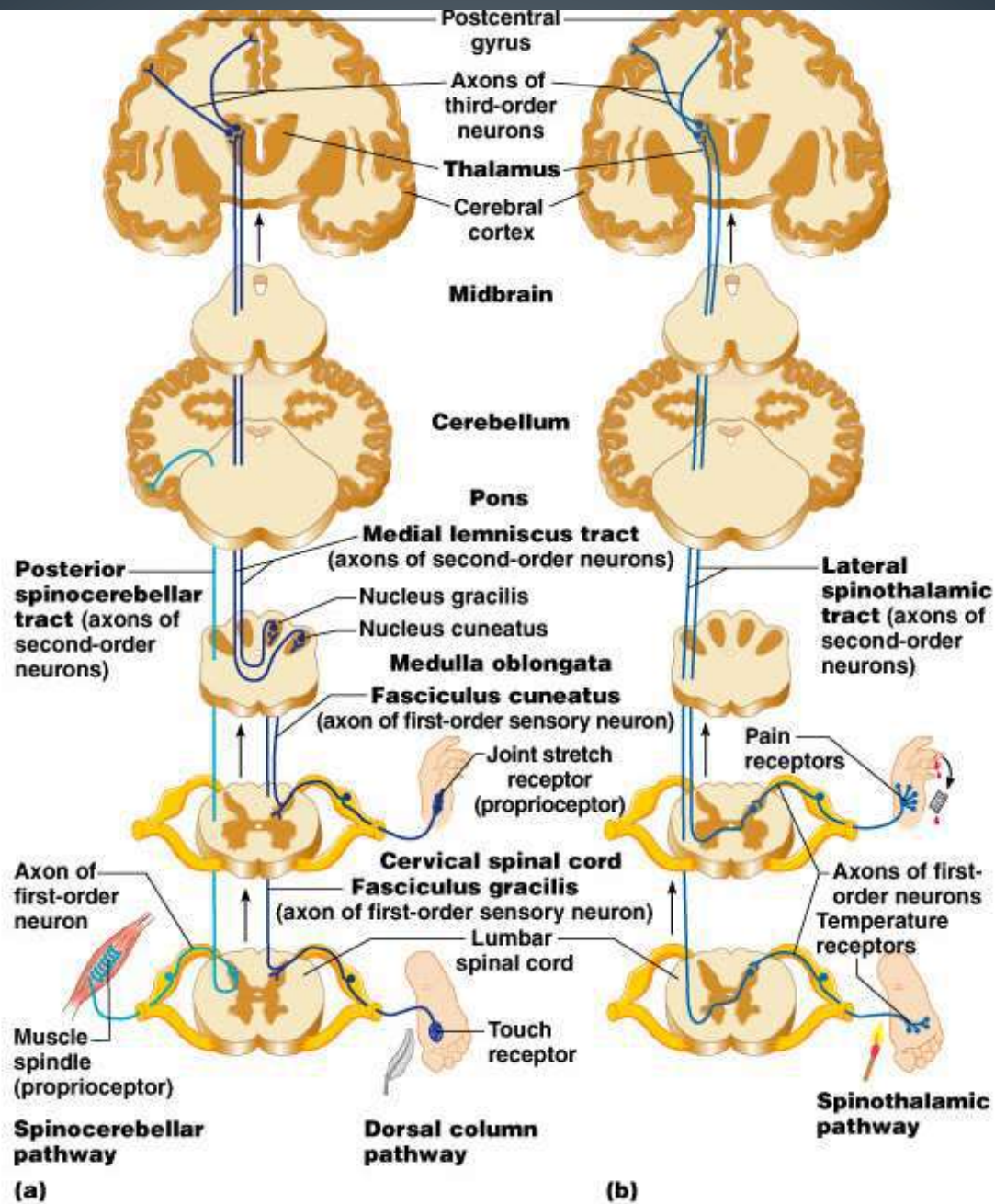
## kolumna dorsalis-lemniskus

Taktil diskriminatif yang dibawa serabut type A masuk korda spinalis tp tdk bersinap di tanduk dorsal  
Naik tanpa dekusasi di korda spinal.  
Naik ke jaras sensorik kolumna posterior  
Berakhir di medulla bersinap pertama,  
Naik ke atas dlm lemniskus medialis, berakhir di talamus.  
Penting untuk : ketepatan lokasi, diskriminasi dua titik, sentuhan halus, vibrasi, stereognosis, posisi tungkai badan dalam ruang

Descending sensory control

Radiasi talamik-> korteks & feedback control circuit

korteks sensori somatik (Gyrus postcentralis)



(a)

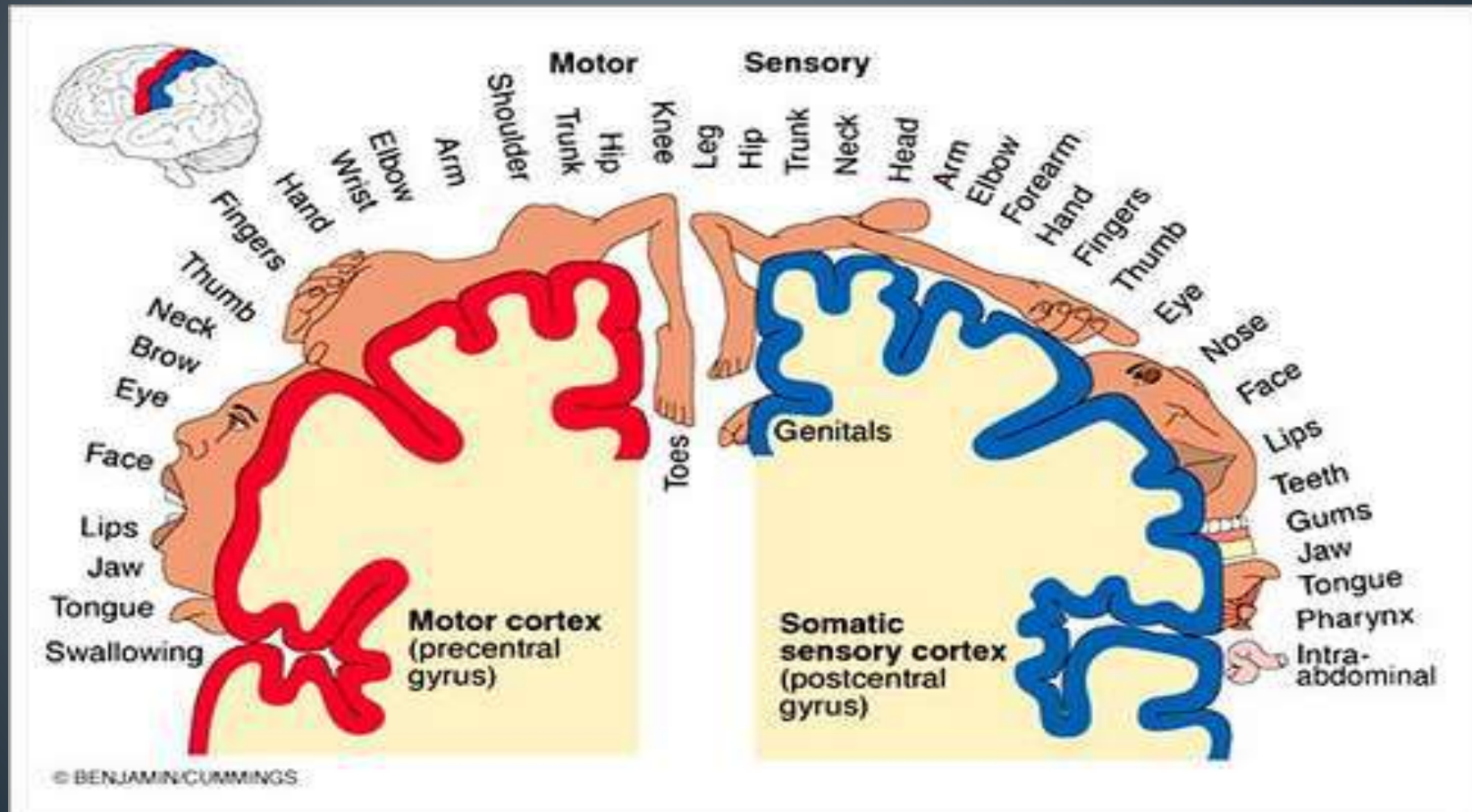
(b)

- Aktifitas dlm serabut saraf akan paling tinggi bila rangsangannya sesuai, bila dirangsang listrik maka serabut saraf akan berespon hanya pd rangsangan yang sesuai. Serabut saraf hanya mempunyai reseptor tertentu yg menangkap stimulus tertentu → “doktrin energi saraf spesifik”.
- Fungsi utama sensori somatik aferen dr kulit, persendian dan otot → mengaktifkan refleks spinal.
- Serabut nosiseptif membawa sinyal nyeri penting utk perlindungan tubuh.
- Dalam perjalanan ke otak, serabut ascending mengirim kepercabangan2 kolateral ke pusat motor midbrain → aktifitas motorik involunter ke sentral pd formasi retikularis → utk mempengaruhi tidur dan terjaga, kewaspadaan, perhatian dan inhibisi sentral sensasi nyeri.



# KORTEKS SENSORI

- Peta somatotopik dan homunkulus sensori dan motorik (Wilder Penfield, 1940)



# Struktur korteks dan organisasi kolomna

- Korteks sensori mempunyai 6 lapis sejajar permukaan kortek, bernomor dr atas ke bawah.
- Neuron **penerima input (lap. IV), outputnya lap V & VI** yg merelay dan feed back sinyal kontrol ssp ke area lain.
- Neuron **lap II & III** menghubungkan area korteks bertetangga (**asosiasi lokal**)
- Neuron korteks secara fungsional diorganisasikan dalam bentuk kolom/ silinder. Pjg setiap kolom 3-5 mm lebar <1 mm berisi 100.000 neuron.
- Setiap kelompok kolom bekerja dg bagian perifer tertentu (medan reseptif sama) setiap 1 kolom hanya utk 1 modalitas, kecuali utk suhu dan nyeri dikerjakan oleh sejumlah kecil sel-sel dibeberapa kolom taktil.
- Sel sederhana → sel meniru perilaku reseptor sensorik
- Sel kompleks → sel meningkatkan aktifitasnya hanya bila sebuah stimulus bergerak menyebrangi kulit ke arah tertentu
- Feature detection → pola respon neuron dalam kolom korteks.

# FISIOLOGI NYERI

- Nyeri : Perasaan kompleks yang menyertakan sensasi , perasaan dan emosi.
- Penerimaan nyeri : **ujung saraf bebas**
- Penyebab nyeri : Stimuli mekanik yang kuat
  - Stimulasi suhu yg sangat tinggi/rendah,
  - Stimuli kimia (zat bersifat asam)
- Reseptor nyeri mempunyai ambang stimulasi yg tinggi
- Rangsangan nyeri berbahaya (Noxious) → nosisepsi, reseptornya disebut : **nosiseptor**
- Setiap stimuli nosisptif menimbulkan **kerusakan jaringan**, memicu keluar- nya substansi nosiseptif lokal jenis serotonin,substansi P, histamin, peptida kinin (bradikinin) yg bekerja pd ujung saraf bebas mengaktifkan reseptor nyeri

## Dua sistem nyeri

- **Sensasi tajam** → sakit & menusuk berlangsung singkat, titik lokasi sumber dpt ditentukan, dihantarkan oleh serabut A delta (10m/dtk) . Impuls dibawa masuk ke tanduk dorsal, bersinap dg refleks dan relay, menyilang dlm korda spinalis, ascenden sepjg jaras spinotalamik berakhir di talamus di radiasi ke korteks sensori.
- **Sensasi nyeri tumpul** → nyeri & pegal lebih panjang, menyebar, terasa sakit, sumber lokasinya lebih luas, tidak merupakan titik. dihantarkan oleh serabut saraf tipe C. Dibawa ke tanduk dorsal utk refleks motor nosisetif dan relay, menyilang garis tengah naik ke atas melalui lateral traktus spinotalamik berakhir di nuklei retikular medulla, midbrain dan talamus. Sel relay menyebarkan ke korteks sensori, lobus frontal dan sistem limbik.

- Nyeri rujukan → sinyal nyeri dr organ visera yg dirasakan di bagian zona somatik lain. Terjadi krn serabut saraf nyeri mengalami konvergensi dlm sel relay.
- Contoh : nyeri jantung yg dirasakan di lengan kiri sampai kelingking kiri.
- Nyeri tungkai phantom → nyeri yg timbul dr tungkai yg sudah diamputasi.

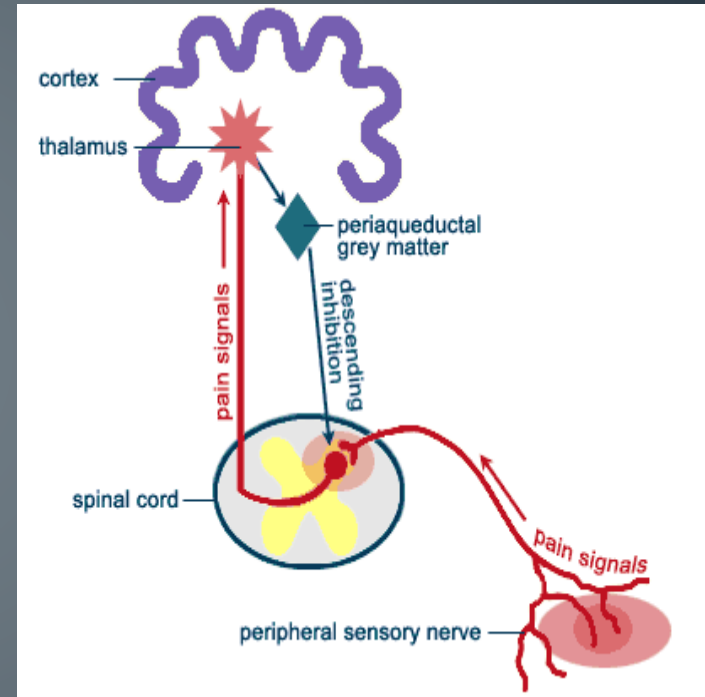
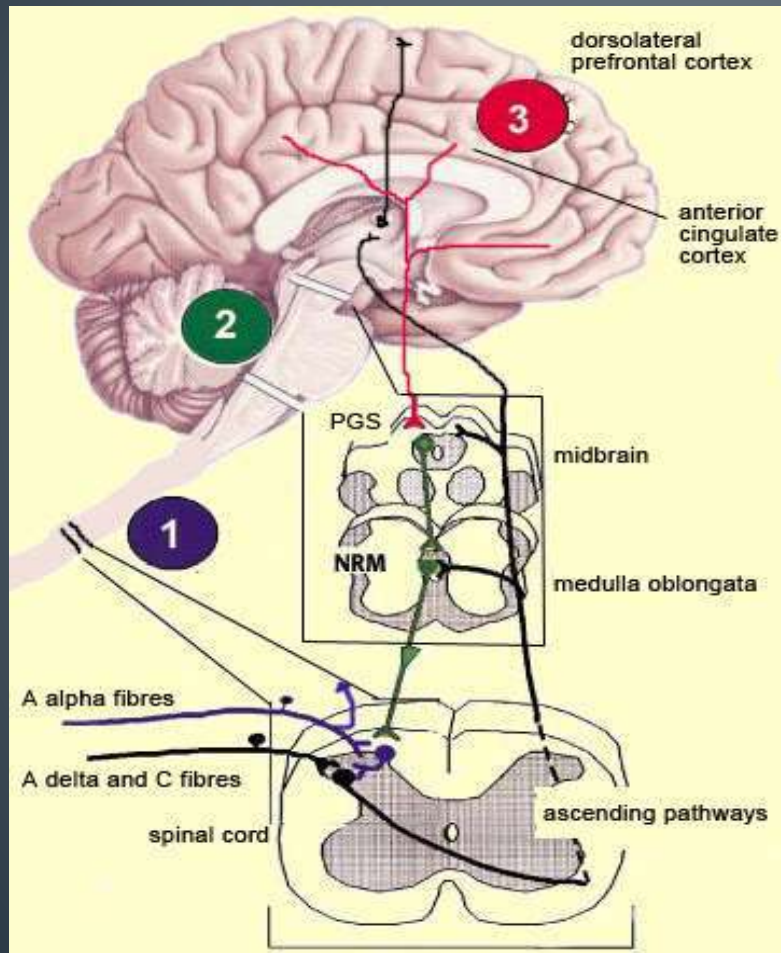
# Penghambatan nyeri

- **Inhibisi descending nyeri**

→ Transmisi nyeri aferen dapat di hambat dalam tanduk dorsal oleh serabut descending dari formasi retikularis otak. Sistem penghambatan ini yg membuat manusia tertolong saat nyeri selama masa stress dan fight. Dapat dilatih dg yoga.

→ Serabut descending mengaktifkan penghambat interneuron di tanduk dorsal dg mengeluarkan neurotransmitter peptida enkefalin (salah satu btk endorfin). Enkefalin menekan nyeri dg mengikat molekul reseptor opiat di sinap tanduk dorsal. Enkefalin menghambat pengeluaran substansi-P dan penghambatan ini mengurangi transmisi nyeri ke otak oleh sel relay.

# Analgesia descending circuit



- **Inhibisi nyeri aferen (teori pintu gerbang = gate theory)**

→ Stimuli taktil kuat (ex: menggaruk) yg dihantarkan serabut saraf tipe A menghambat sinyal nyeri yg dihantarkan serabut saraf tipe C di tanduk dorsal.

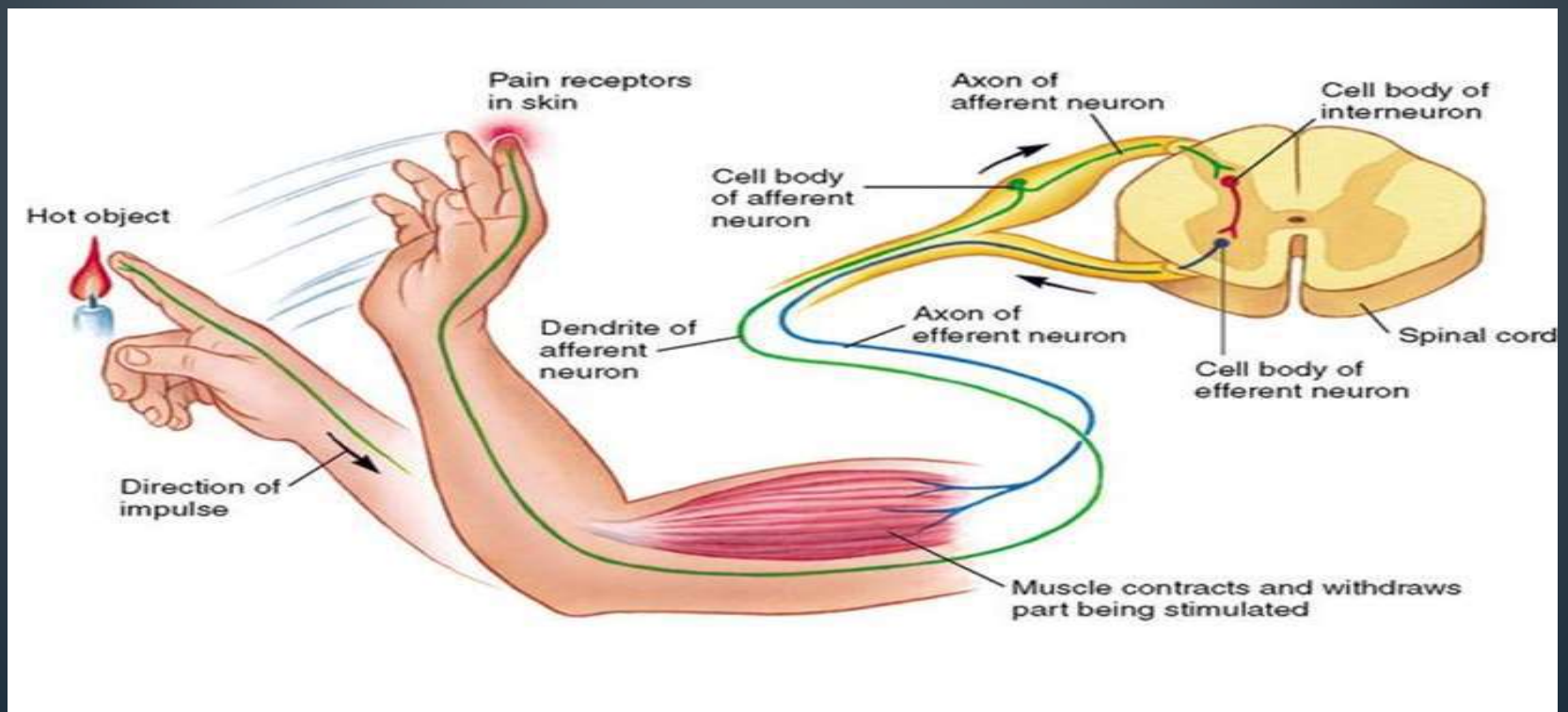


# REFLEKS

- → Respon motorik yg terprogram, stereotipik dan dapat diduga dari stimuli tertentu.
- Merupakan respon dr stimuli yg berbahaya dan mengancam kehidupan.
- Jenis refleks :
  - Refleks spinal → kontrol tubuh dan anggota gerak.
  - Refleks otak → gerak bola mata, menelan, mengunyah, tengok kepala, bersin
  - Refleks otonom → berhubungan dg efektor motor organ visera (jantung, otot polos dan kelenjar)

# Komponen lengkung refleks

- Reseptor sensorik (detektor stimulus)
- Saraf aferen (penghantar sinyal ke ssp)
- Pusat sinap (integrasi-analisa)
- Saraf eferen (penghantar sinyal ke sst)
- Efektor motorik (otot & kelenjar)



# Refleks spinal

- **Refleks regangan** / refleks sederhana / monosinaptic refleks arc → mempertahankan tonus dan panjang otot, reseptornya pd zona tengah serabut otot kecil (intrafusul) pd kumparan otot.
- **Refleks patela** → refleks regangan pd tendo patela. Saat tendo patela di pukul membuat otot ekstensor dan kumparan otot meregang, dikirim ke korteks sensori, neuron motorik mengaktifkan otot ekstensor dan tungkai bawah ekstensi, otot fleksor akan relaksasi (interneuron inhibitori) agar seimbang.
- **Refleks spinal kompleks** → withdrawal refleks = refleks penarikan diri = refleks fleksor tungkai. Bila sensasi nyeri / panas mengenai tungkai kiri. Stimuli merangsang serabut nyeri → kolateral terangsang → interneuron teraktivasi → eksitasi neuron motorik → otot fleksor tungkai kiri kontraksi. Otot fleksor tungkai kanan terstimulasi dan ekstensornya mengalami hambatan (cross ekstensor refleks). Sehingga kita dapat berdiri dg tungkai kanan berpijak kuat tungkai kiri diangkat.
- Kemandirian refleks spinal menunjukkan bahwa refleks spinal tidak membutuhkan partisipasi otak.

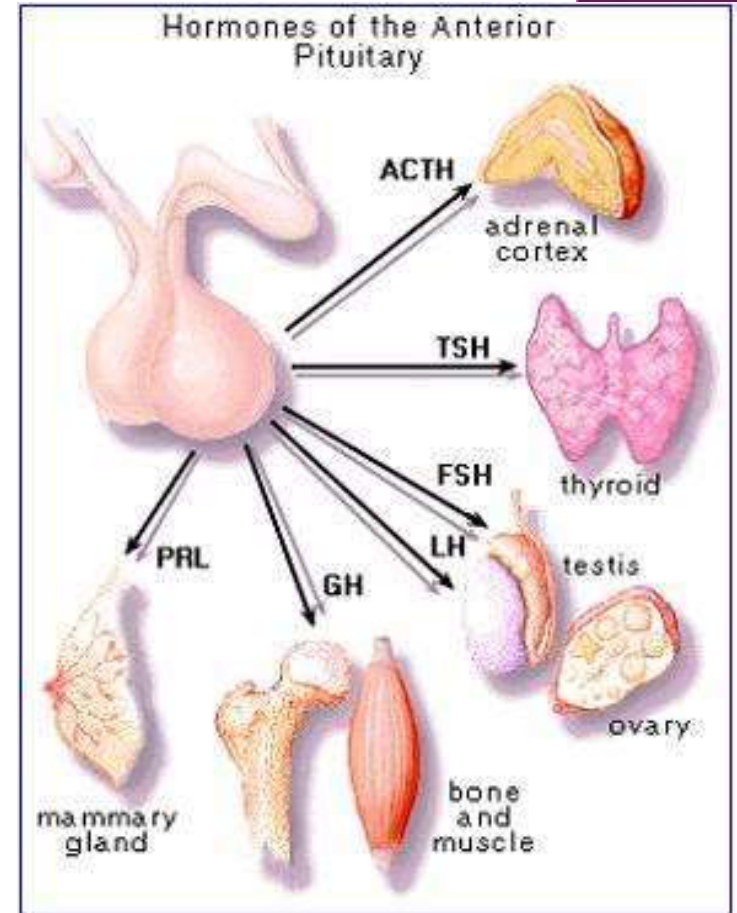
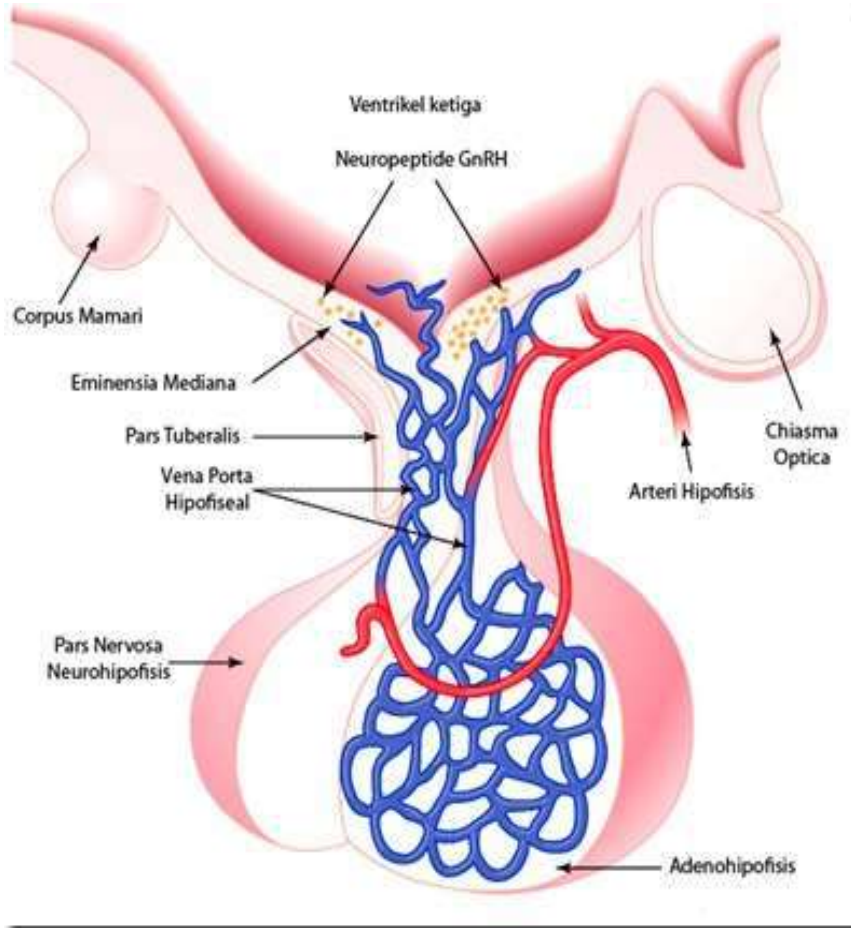
# PITUITARI ANTERIOR DAN HORMON PERTUMBUHAN

Pertemuan 10

# SEL PITUITARI ANTERIOR

- Pituitari anterior berisi berbagai jenis sel yang berbeda, setiap jenis mengeluarkan hormon tropik :  
Tirotropik → TSH. Kortikotropik → ACTH.  
Somatotropik → GH. Mammotropik → prolaktin.  
Gonadotropik → FSH & LH.
- Pengecatan histologik : menyerap cat asam (asidofil) → mammotropik. Menyerap cat basa (basofil) → tirotropik, gonadotropik. Sedikit basa → kortikotropik.

# HIPOTALAMUS DAN PITUITARI ANTERIOR

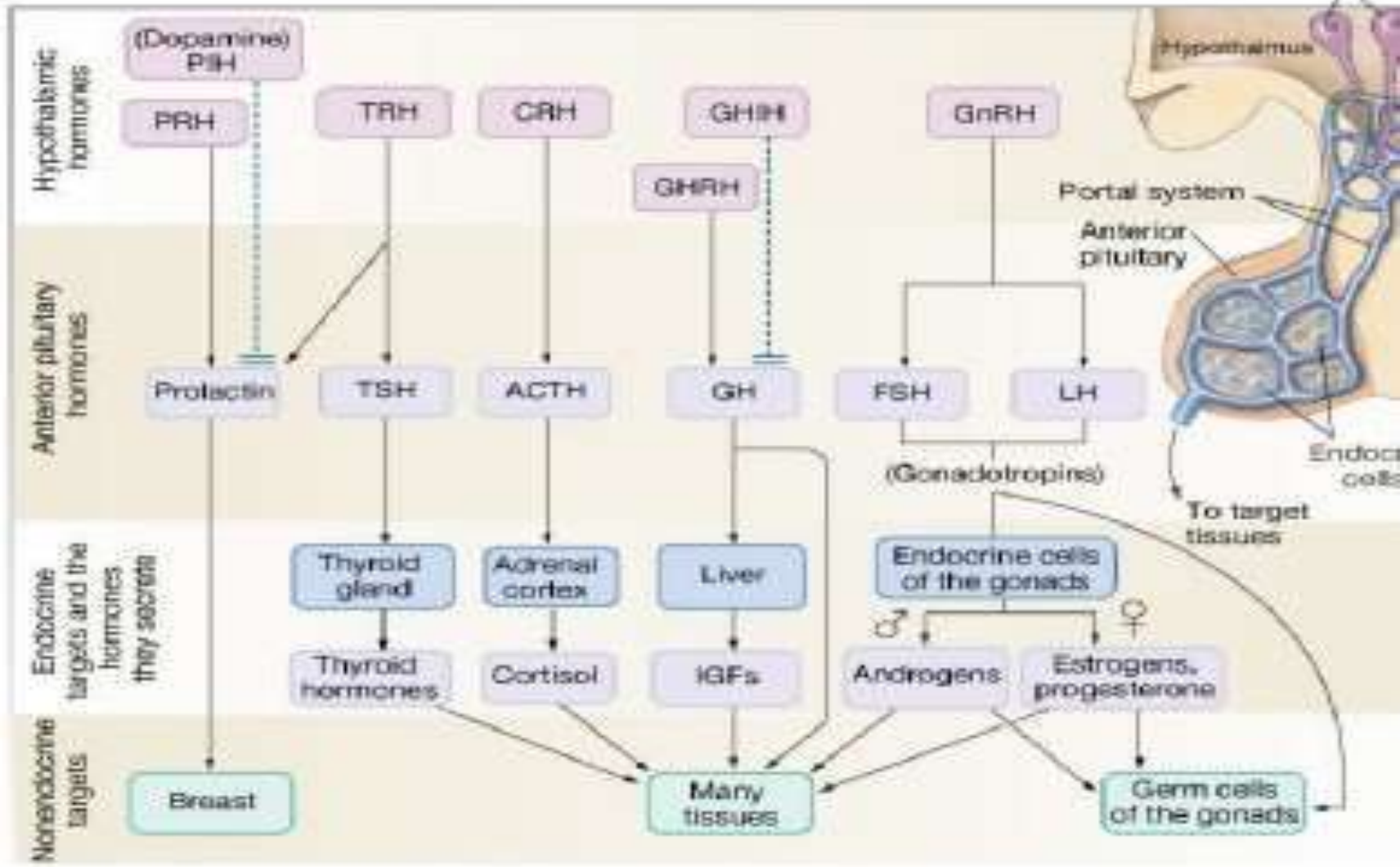


# KONTROL OLEH OTAK (HIPOTALAMIK)

- Kapiler portal hipofise yang membawa neuron hormon ke sel pituitari anterior, hormon ini disebut Hypothalamic Releasing Hormone atau Inhibiting Hormone (-RH,-IH).
- Tujuan utama pengeluaran (sekresi) dan penghambatan (inhibisi) oleh hormon adalah agar otak dapat mengontrol sistem endokrin secara dinamis menyesuaikan kebutuhan tubuh.
- Pelepasan hormon di pituitari dilakukan dengan cara berdenyut secara berkala, seperti ritme dan puncak sekresi dalam masa interval yang teratur. Ritme ini yang melepas hormon hypothalamic-releasing yang dipicu oleh sinyal otak.

# KONTROL HIDROLAMIK

Neurons secreting trophic hormones





# GROWTH HORMON

- ⦿ GH merupakan rantai tunggal polipeptida dari 191 asam amino.
- ⦿ GH disekresi oleh sel Somatotrop yang menempati bagian terbesar dari pituitari
- ⦿ Fungsinya : membuat pertumbuhan jaringan (lunak : otot, padat : tulang) dan mempengaruhi metabolisme
- ⦿ GH merangsang pertumbuhan sel epifise tulang untuk bertambah panjang dan merangsang jaringan lunak.

# PERTUMBUHAN ABNORMAL

- ◉ Gigantisme → GH berlebih saat anak-anak
- ◉ Akromegali → GH berlebih saat telah dewasa
- ◉ Dwarfisme → GH kurang krn kelainan pituitari, miskin gen untuk GH, memiliki GH tetapi tidak ada reseptor GH



# EFEK GH MELALUI SOMATOMEDIN

- ◉ Somatomedin adalah reseptor GH yang dikeluarkan oleh hati. Struktur molekulnya mirip insulin
- ◉ Mendorong proliferasi sel dengan meningkatkan mitosis pada sel target.
- ◉ Meningkatkan pengambilan asam amino dan mendorong sintesa protein dalam ribosom sel target shg sel tumbuh.
- ◉ Pertumbuhan rangka



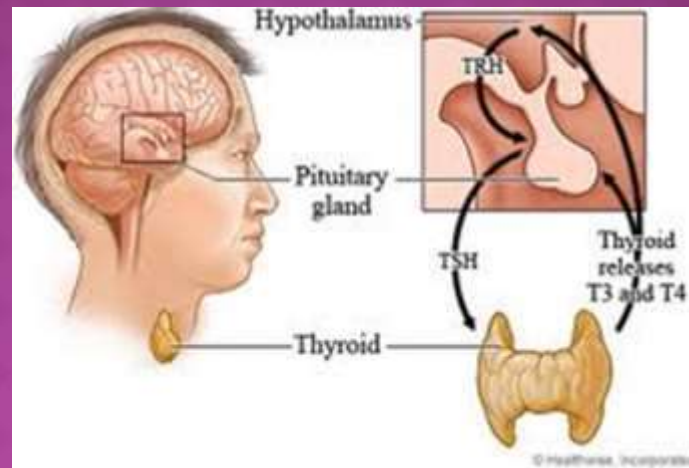
# EFEK METABOLIK GH

- ◉ GH meningkat selama stress, kerja fisik atau puasa.
- ◉ GH merangsang lemak dari jaringan adiposa, menstimulasi lipolisis dan memobilisasi asam lemak & gliserol. GH bekerjasama dg kortisol
- ◉ Asam lemak → darah dikonsumsi oleh jantung & otot rangka sebagai energi untuk oksidasi sel dan pembentukan ATP. Metabolisme lemak sbg ganti glukosa yang digunakan oleh otak.
- ◉ GH langsung bekerja pada otot mendorong pengambilan asam amino dengan melawan kerja insulin, sehingga kadar gula darah naik → hiperglikemi.
- ◉ Memobilisasi cadangan glukosa pada hati, suatu keadaan yang penting saat stress, kerja fisik dan puasa karena otak perlu energi dari glukosa bukan dari asam lemak

# KONTROL HIPOTALAMIK

- Sekresi GH secara berkala setiap 4 jam sekali.
- Sesudah orang tertidur GH disekresi dalam jumlah besar.
- Sekresi GH diatur oleh dua hormon dari hipotalamus
  - 1. GRH(Growth Hormone Releasing Hormone) → merangsang sekresi GH dan
  - 2. GIH (growth hormone Inhibiting Hormone) → menghambat pelepasan GH.
- Pengaturannya melalui UB neuron hipotalamik.

# HORMON TIROID

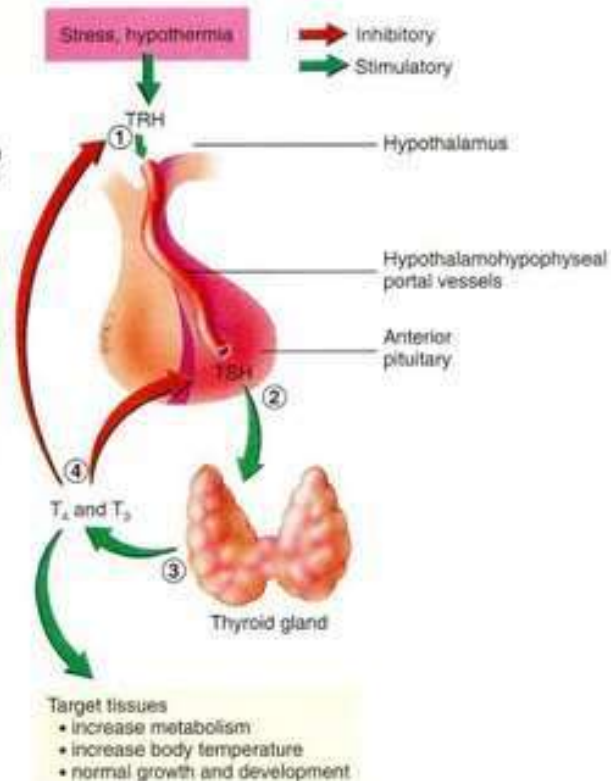


# KERJA HORMON TIROID

- ◉ Bentuk seperti kupu-kupu
- ◉ Letak : di leher di depan dan samping larinx
- ◉ Mensekresi dan mensintesis 2 hormon yang berhubungan erat dan mengandung yodium yaitu : T3 (triiodotironin) dan T4 (tiroksin)
- ◉ Kerja T3 & T4 :
  1. Mengatur metabolisme basal
  2. Aksi kalori genik (produksi panas)
  3. Pertumbuhan dan perkembangan tubuh
  4. Mendorong sintesis protein
  5. Mempengaruhi diferensiasi sel dan pertumbuhan
  6. Penting untuk sintesis GH dalam pituitari
  7. Mempengaruhi fungsi jantung dan pembuluh darah
  8. Berpengaruh terhadap fungsi otak dan perilaku

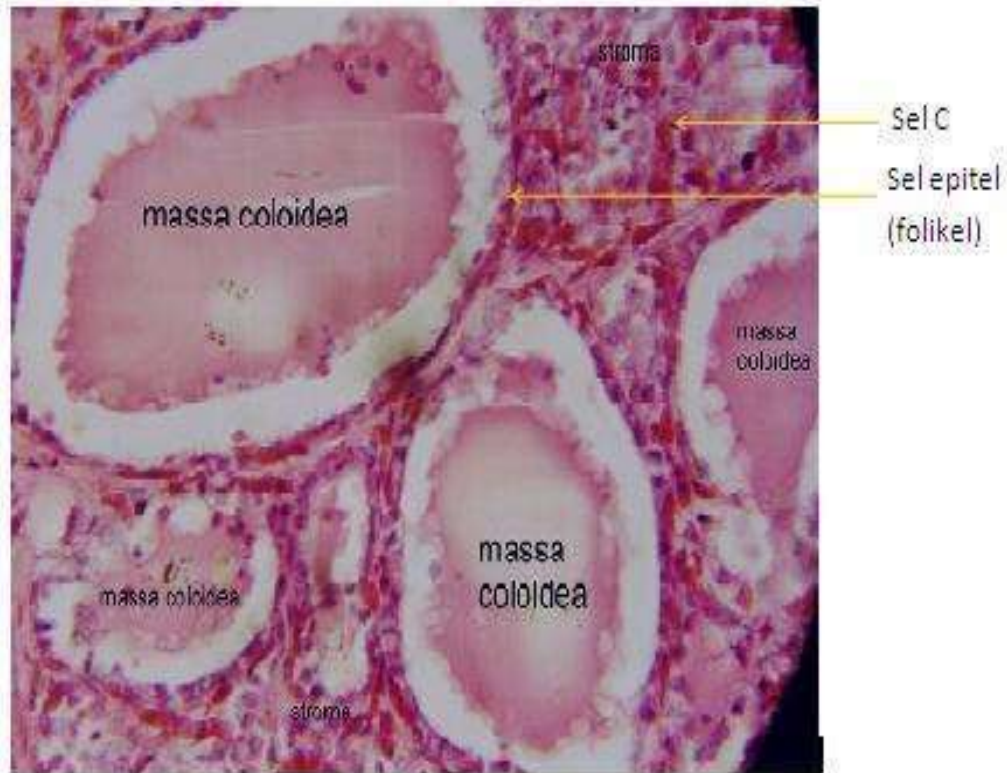
# KONTROL TIROID

1. Thyroid-releasing hormone (TRH) is released from neurons within the hypothalamus and passes through the hypothalamohypophyseal portal blood vessels to the anterior pituitary.
2. TRH causes cells of the anterior pituitary to secrete thyroid-stimulating hormone (TSH).
3. TSH passes through the general circulation to the thyroid gland, where it causes both increased synthesis and secretion of thyroid hormones ( $T_3$  and  $T_4$ ).
4.  $T_3$  and  $T_4$  have an inhibitory effect on the secretion of TRH from the hypothalamus and TSH from the anterior pituitary.





# HISTOFISIOLOGI



Histologi Kelenjar Tiroid

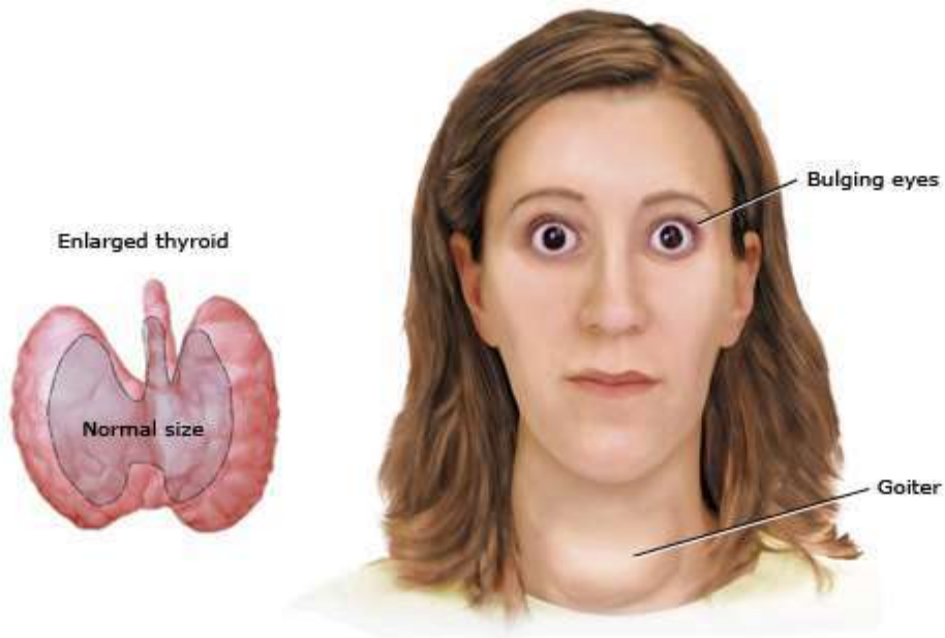
# SINTESIS DAN SEKRESI

- ◉ Iod dipompa darah → sel tiroid → koloid → dikatalisa oleh enzim, mengoksidasi iod → iodin. Iodin terikat residu tirosin dalam tiroglobulin membentuk hormon tiroid (tironin teriodosasi).
- ◉ TSH menstimulasi, tiroglobulin berisi T3 & T4 Hormon T3 & T4 dibawa masuk secara endositosis.
- ◉ Hormon dibebaskan dari protein dalam lisosom disekresi ke dalam darah dan diikat pengangkut protein (Tiroid Binding Globulin-TBG) di bawa ke seluruh jaringan.

# HIPERTIROIDISME

- ◉ Sekresi tiroid berlebihan, sering disertai penyakit autoimun (Grave's disease), antibodi melawan reseptor TSH di sel tiroid.
- ◉ Patologik : menstimulasi sel tiroid
- ◉ BMR (basal metabolisme rate) tinggi
- ◉ Produksi panas meningkat cadangan energi (glikogen hati & lemak tubuh) menipis.
- ◉ Individu mudah tersinggung (irritable).
- ◉ Gugup (nervous)
- ◉ Aktifitas jantung meningkat
- ◉ Mata menonjol keluar (exophthalmus)
- ◉ Goiter (bbrp individu)

# HIPERTIROIDISME/ GRAVE'S DISEASE



# HIPOTIROIDISME

- Pada bayi dan anak defisiensi tiroid karena abnormalitas tiroid atau congenital tanpa tiroid atau defisiensi yodium ekstrim pada ibu hamil menimbulkan sindroma Kretinisme
- Kretin adalah dwarfis dengan retardasi mental.
- Cirinya : perut buncit, mandibula kecil, lidah besar, leher pendek.
- Preventif : pemberian hormon tiroid sejak lahir atau segera sesudah lahir.

## Iodine Deficiency Disorders



Goiter



Cretinism



# MYXEDEMA

- ⊙ Pada orang dewasa hipotiroid mengakibatkan sindrom Myxedema.
- ⊙ BMR individu rendah (<40%)
- ⊙ Kulit tebal
- ⊙ Muka bengkak (edema)
- ⊙ Suara berat
- ⊙ Rambut kasar
- ⊙ Aktifitas mental dan fisik lambat
- ⊙ Sulit beradaptasi pada suhu yang dingin.
- ⊙ Gangguan perilaku : penampilan “jorok”

# PERBEDAAN DWARFISME & KRETINISME

## Dwarfism

- I. Hypopituitarism
- II. ↓↓ GH
- III. Short stature, smart look  
Proportionate body parts
- IV. Mentally normal  
(IQ normal)
- V. Sexual infantilism

## Cretinism

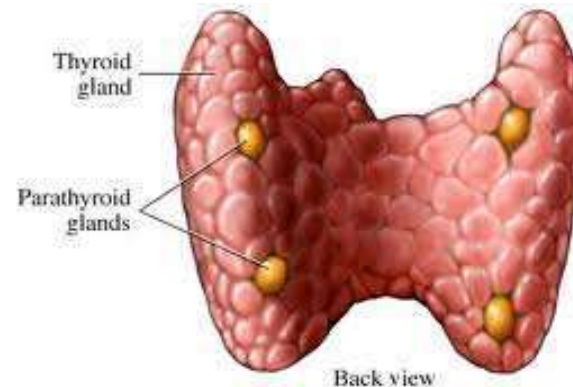
- Hypothyroidism
- ↓↓ T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>
- Short stature, ugly look
- Disproportionately  
small body parts
- Mentally retarded  
(low IQ)
- Sexual infantilism  
small gonads



# HORMON PARATIROID

# KELENJAR PARATIROID

- ◉ Kelenjar paratiroid terdiri atas 4 bangunan kecil yang melekat pada ujung atas dan bawah jaringan tiroid, tetapi secara anatomi fisiologi keduanya tidak ada kaitannya.
- ◉ Ada 2 sel pokok : *chief cell* & *oxyphil cell*.
- ◉ Fungsi kelenjar paratiroid : meningkatkan kadar kalsium di dalam plasma. Bekerja secara langsung pada tulang & ginjal, tdk langsung pada mukosa intestinum untuk meningkatkan ion Ca.

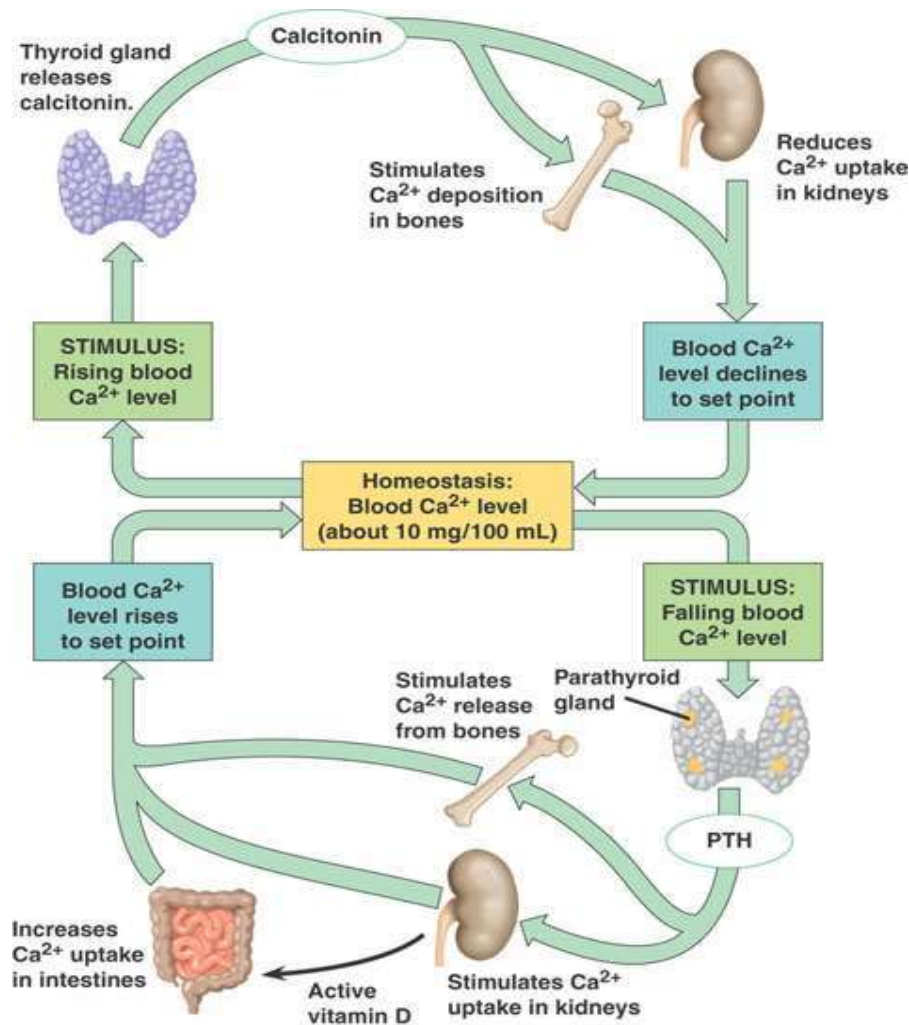


# ION KALSIUM

- ◉ Fungsi kalsium :
- ◉ Kepekaan seks (saraf & otot)
- ◉ Kontraksi jantung
- ◉ Penjendalan darah dll
- ◉ Kadar in kalsium normal dalam plasma mamalia termasuk manusia 10 mg/100cc plasma.
- ◉ Bila kadar kalsium menurun dibawah limit (hypokalsemia), jaringan saraf & otot meningkat kepekaannya tp pelepasan neurotransmitter oleh sinap & neuromuscular junction menurun.
- ◉ Hypokalsemia mengakibatkan tetani (kejang) otot. Spasme ot ekstremitas atas menyebabkan gejala Trousseau.
- ◉ 3 Hormon yang berperan mengatur ion kalsium adalah : Parathormon, Calcitonin dan Calcitriol.



# REGULASI HORMONAL TERHADAP KALSISIUM

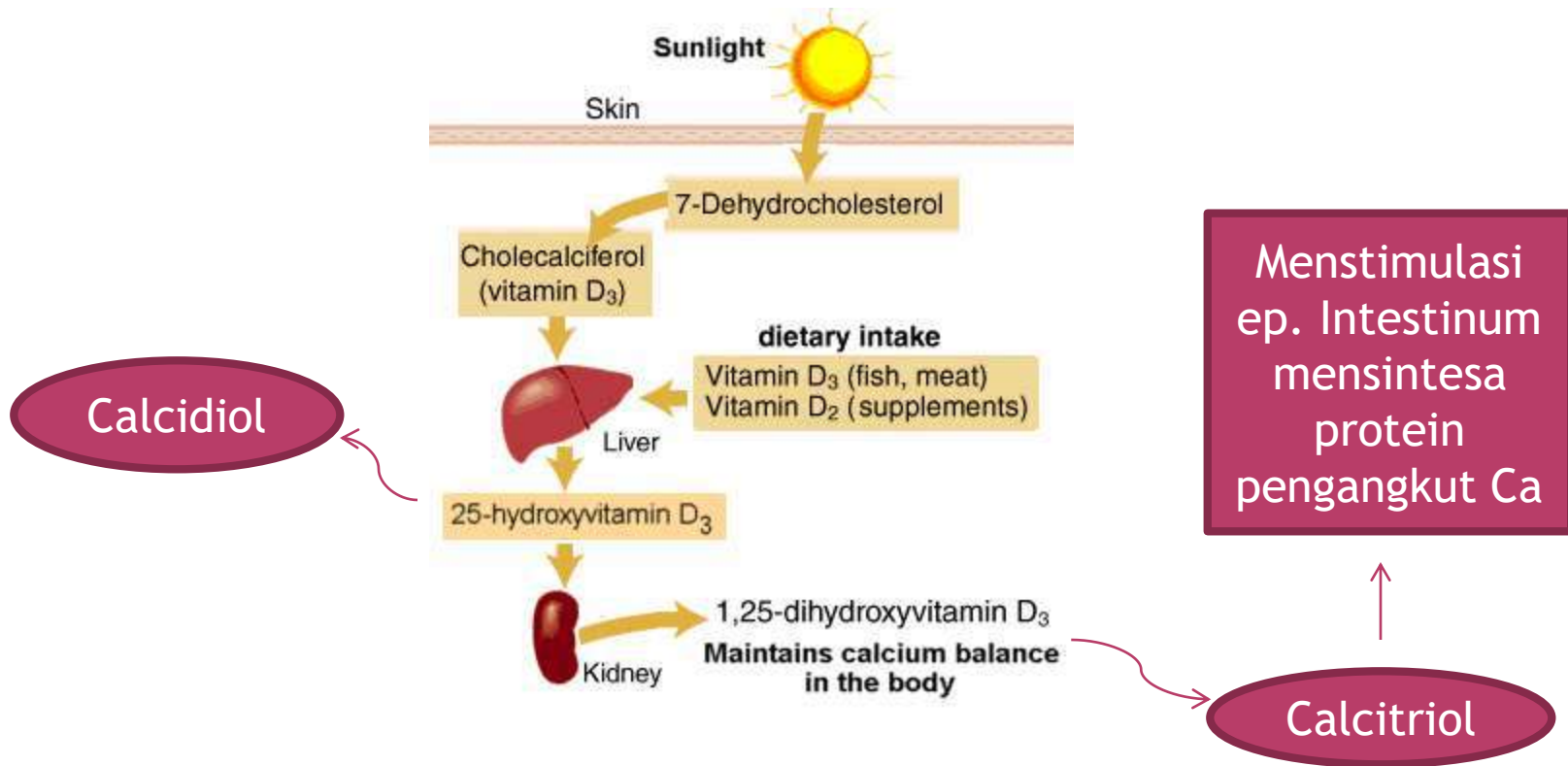


Calcitonin disekresi oleh sel C parafolikular tiroid. Sekresi calcitonin distimulasi oleh kenaikan kadar kalsium plasma. Mereduksi kalsium plasma dengan menurunkan reabsorpsi tulang dengan cara menghambat osteoklas, menstimulasi osteoblast. Kerja calcitonin penting utk pertumbuhan tulang anak dan selama kehamilan dan laktasi pada ibu, karena mencegah osteoporosis

# DEPRESSI KADAR KALSIUM KRONIK / RICKETS

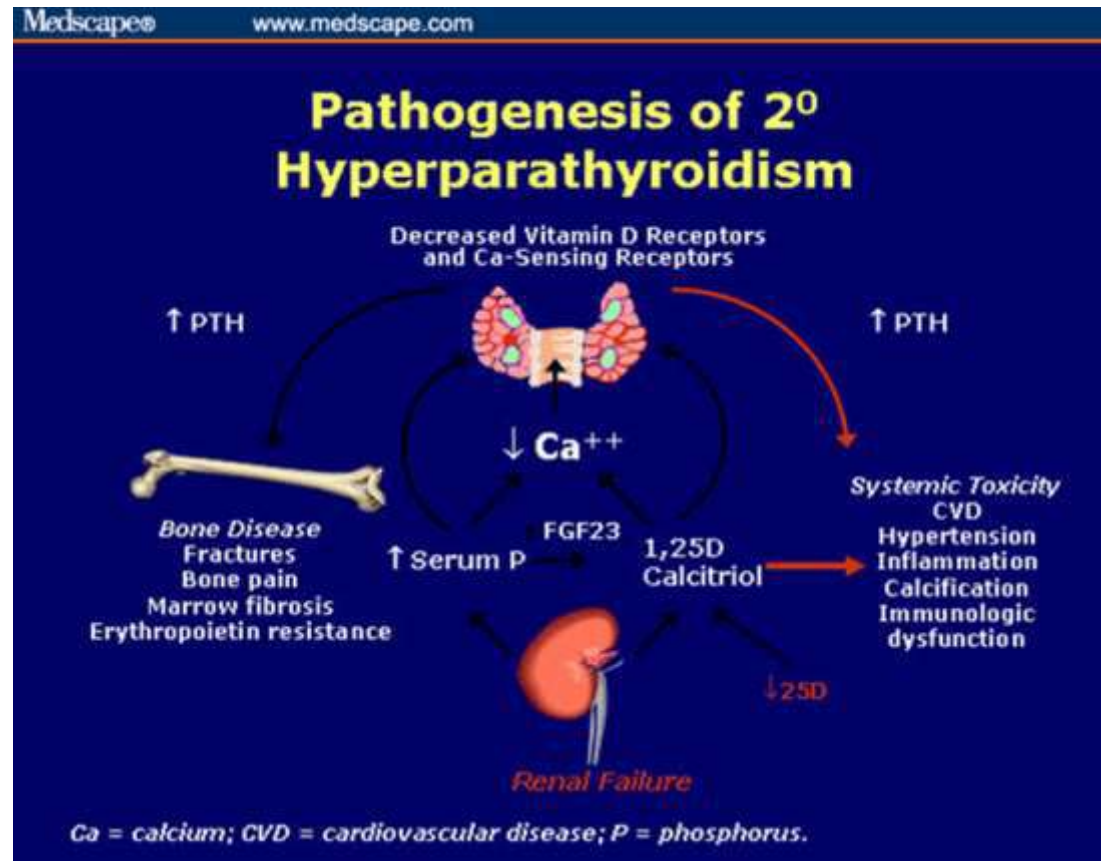


# CALCITRIOL DAN VITAMIN D3



# HYPERPARATIROIDISME

- Produksi Parathormon (PTH) yang berlebihan akan meningkatkan jumlah osteoklas, kalsium menjadi hilang di tulang, tulang menjadi rapuh



# HYPOPARATIROID

- Produksi parathormon berkurang, osteoklas tidak aktif, tulang kehilangan kelenturannya dan meningkat kekerasannya sehingga tulang mudah patah



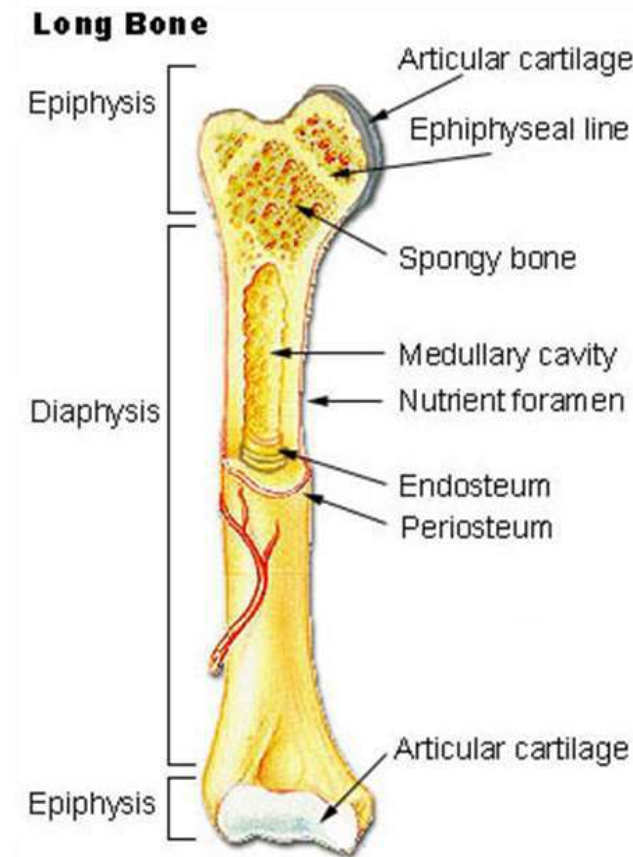
# STRUKTUR DAN PERTUMBUHAN TULANG

# FUNGSI TULANG

- ◉ Tulang adalah kerangka, pembentuk, penyangga tubuh dan pelekatan otot sehingga tubuh dapat bergerak.
- ◉ Tulang pelindung jaringan yang lunak, penyedia sum-sum merah, tempat cadangan kalsium.
- ◉ Tulang walaupun keras dan padat juga merupakan jaringan yang aktif dipasok oleh saraf & vasa darah.
- ◉ Selalu ada pembangunan pembongkaran, perbaikan & pembentukan kembali sebagai respon terhadap tekanan, stress dan fraktur.

# STRUKTUR TULANG

- ◉ Struktur tulang panjang (spt tibia) memiliki 2 bagian :
  1. ujung tulang (epifise) → tl kompak
  2. batang (diafise) → kompak & spons.
- ◉ Bila dipotong melintang terdiri atas :
  1. Bagian luar : padat, tl kompak
  2. Bagian ruang : berongga, tulang spons



- ◉ Secara mikroskopis : tl kompak diafise, mempunyai bagian silindris yang disebut sistem Haversi (osteon) → lamela, berisi pembuluh darah dan saraf dan lapisan konsentris sepanjang sitem Haversi → lakuna (kanalikuli)
- ◉ Secara fisiologi : ada 2 kompartemen, yaitu:
  1. Sel aktif utk membentuk tulang
  2. Kompartemen ekstra seluler, matriks tulang.

Campuran materi:

Organik (kolagen, protein, jaringan dasar (glikoprotein & mukopolisakarida)) dan

Inorganik (kalsium, fosfat- kristal hidroksi apatit).

Untuk membentuk tulang menjadi keras & kuat melalui proses kalsifikasi, yaitu kristal hidroksi apatit dideposit pd serabut kolagen & glikoprotein membentuk matriks tulang.

# SEL TULANG

- ◉ Ada 3 sel :
- ◉ Osteoblas : dijumpai dekat permukaan tulang merupakan sel tulang muda yang mengeluarkan sekret zat organik dari matriks.
- ◉ Ostosit : dijumpai di dalam atau dekat lakuna, osteosit membuat jonjot (filopodia), masuk melalui kanalikuli berhubungan osteosit lain, utk memfasilitasi perpindahan nutrien antara tulang dan darah terutama kalsium.
- ◉ Osteoklas : seperti makrofag darah. osteoklas berperan penting dalam refarasi tulang sesudah fraktur, dan remodelling tlg baru. mensekresi enzim lisosom ( mis. protease kolagenase) yang membebaskan kalsium dan fosfat

# PERTUMBUHAN TULANG

- ◉ Dimulai dengan pembentukan kartilago (tl rawan).
- ◉ Pd tulang panjang pertumbuhan dan perpanjangan tulang terjadi sesudah kelahiran sampai remaja.
- ◉ Perpanjangan tulang tanggung jawab lempeng epifise di kepala dan badan tulang, sel germinal dalam lempeng ini yang akan terus menghasilkan sel tl rawan baru dan pindah ke batang tulang membentuk lempeng, sel tulang lain menempel pada lempeng ini shg tl bertambah panjang.
- ◉ Pada proses maturitas, lempeng epifisis akan menutup dan pertumbuhan longitudinal berhenti.

# PENGATURAN HORMONAL TERHADAP PERTUMBUHAN TULANG

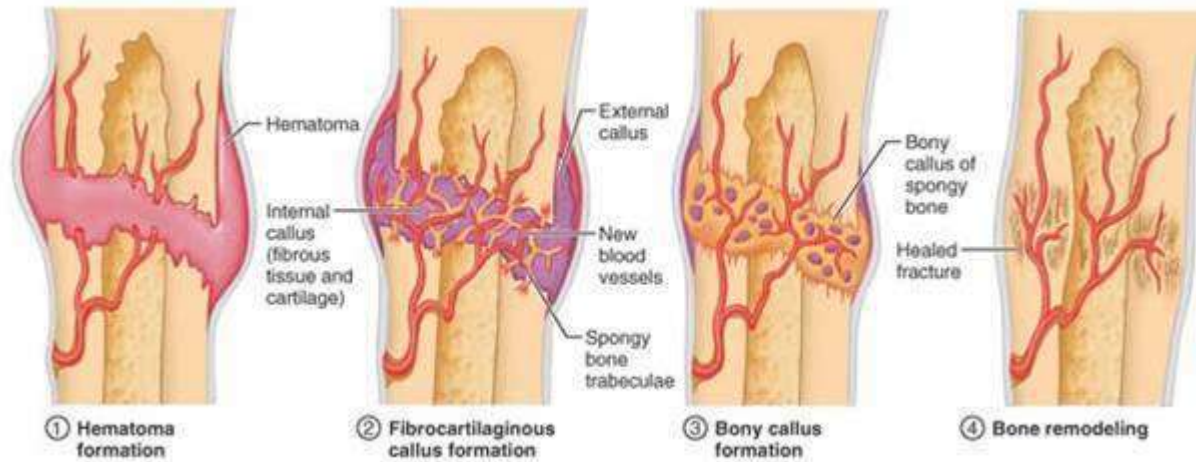
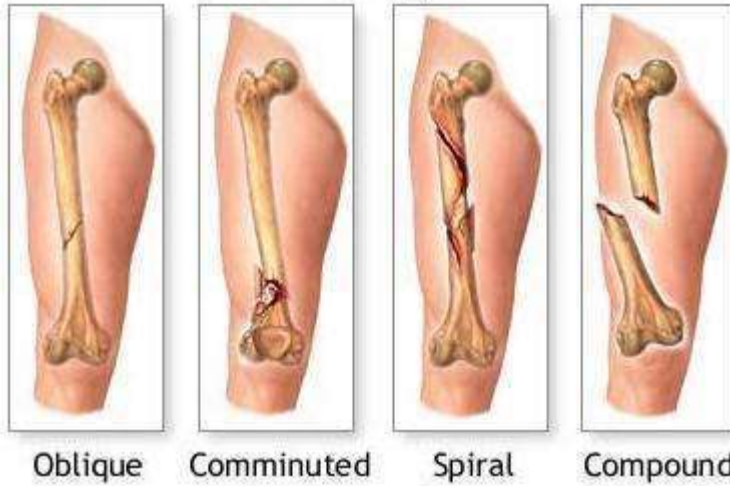
- ◉ Masa kanak-kanak : GH dan tiroid merangsang lempeng pertumbuhan.
- ◉ Masa remaja : Androgen merangsang *adolescent growth spurt*
- ◉ Pada remaja akhir : androgen mempercepat penutupan lempeng epifise dan pertumbuhan panjang (longitudinal) berakhir.
- ◉ Pada orang dewasa : GH berlebihan melebarkan tulang, seperti pada Akromegali.

# REPARASI FRAKTUR

- ◉ Pada ujung patahan tulang, kartilago memperbanyak diri membentuk kalus.
- ◉ Kalus akan membentuk tulang kembali dan melindungi tulang selama masa penyembuhan agar tidak terkena tekanan.
- ◉ Saat infiltrasi tulang, akan membentuk kalus menjadi tulang dan di remodel seperti tulang aslinya, hal ini dilakukan oleh sel osteoklas dengan mencerna kelebihan tulang pada kalus.



## Fracture types



# Gangguan mental dan perilaku

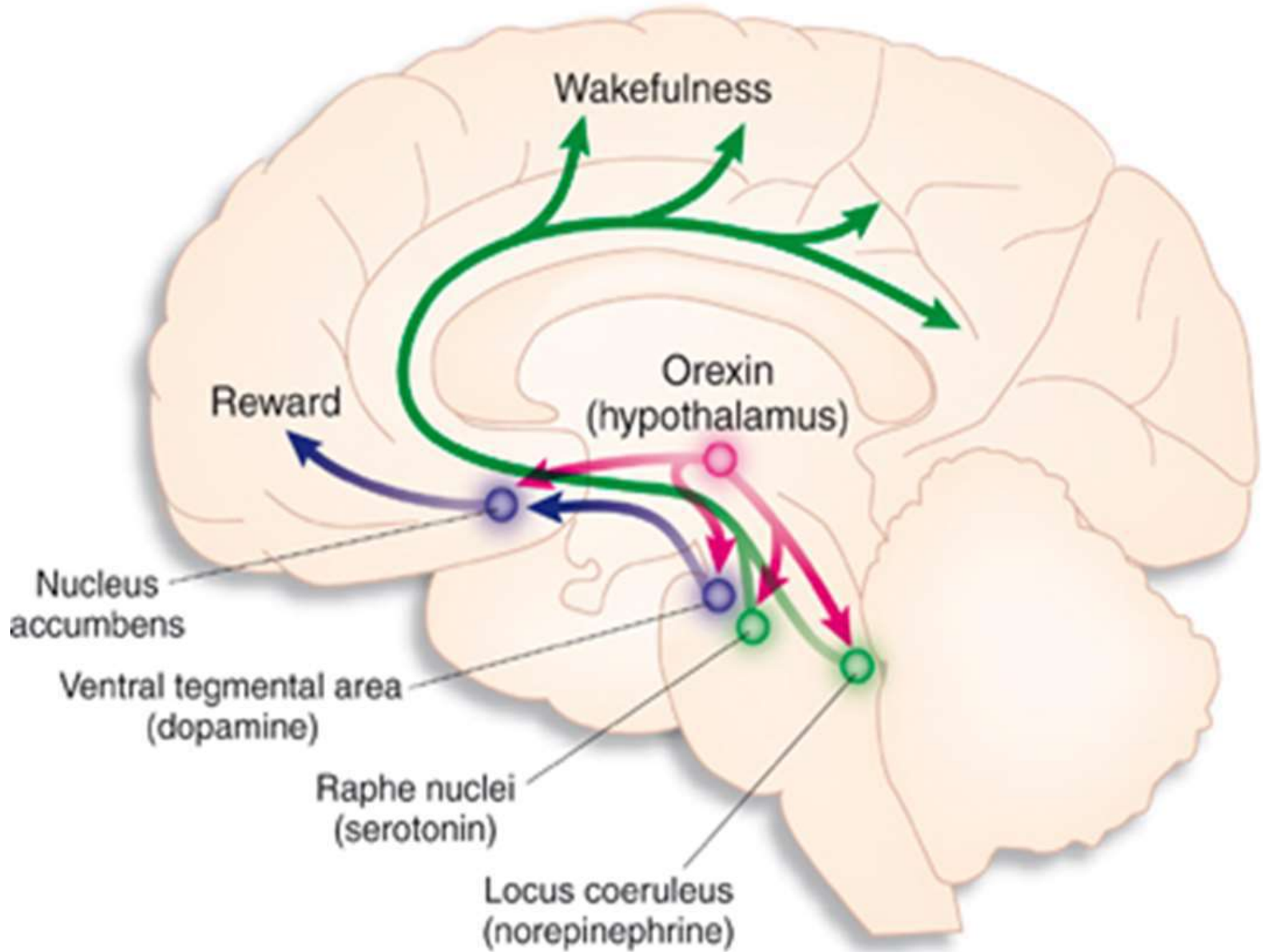
## PERTEMUAN 7

# Komunikasi sinap dalam otak

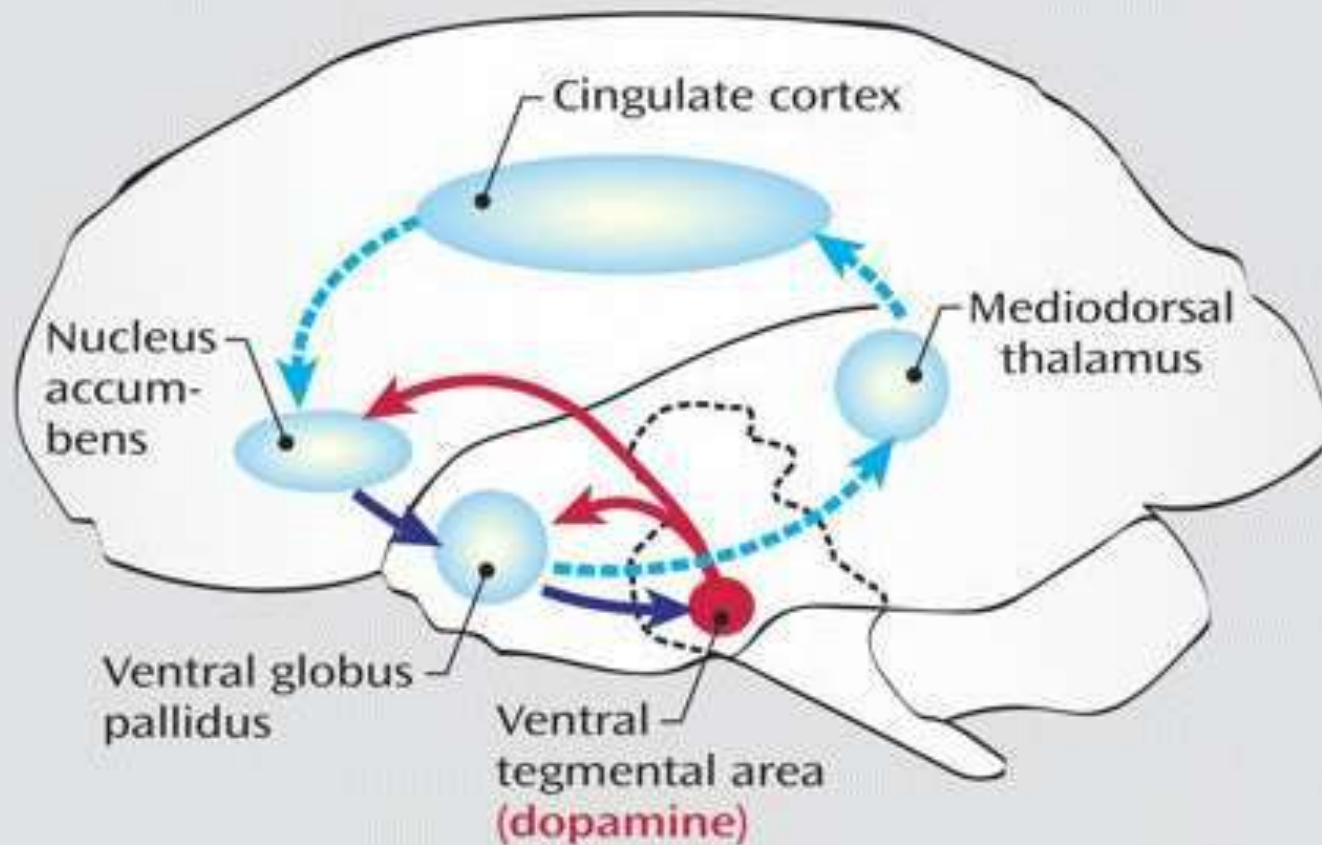
- Sinap otak memiliki banyak neurotransmitter : asam amino (as. Glutamat, glisin, GABA), peptida (substansi P, endorfin), sinap perifer (asetilkolin, norepinefrin)
- Kelompok monoamino biogenik : norepinefrin (NE), dopamin (DA), dan serotonin (SE). Fungsi neurotransmitter kelompok ini mengatur status afektif (mood, motivasi, perasaan), kesadaran diri (awareness), status kesadaran (consciousness), dan personality.
- Reserpin → tekanan darah tinggi berefek mengganggu afektif (depresi, nafsu makan menurun, minat menurun) → terapi mania

# Neuroanatomi neuroamin

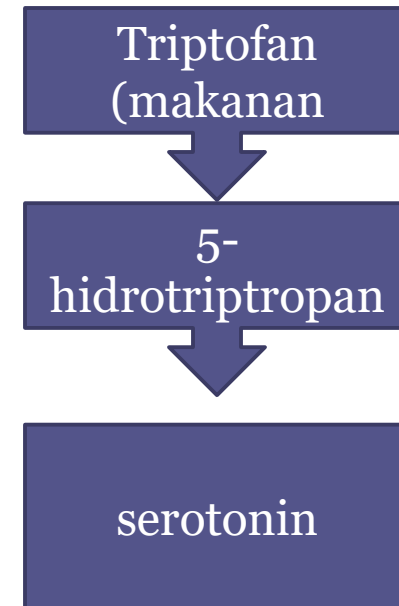
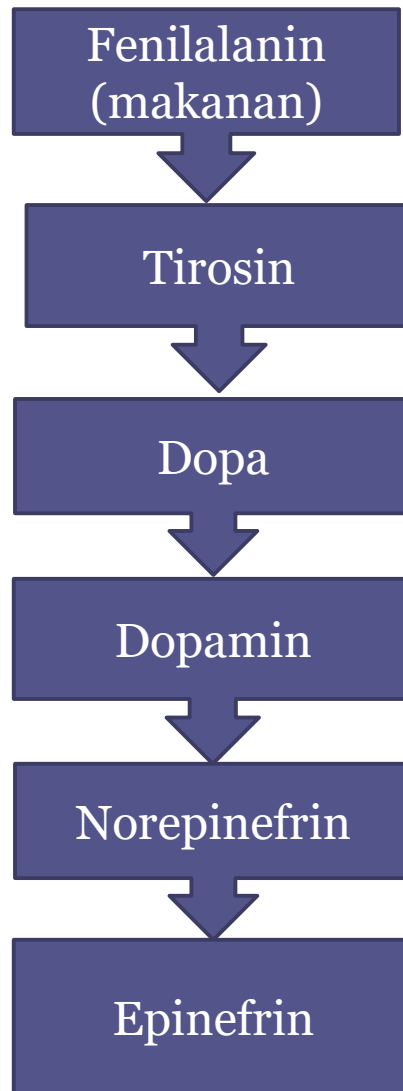
- Pada pemeriksaan pemetaan dengan pewarnaan fluoresen, zat amine dilepaskan oleh kelompok saraf formasio retikularis, badan selnya di batang otak terus naik dari batang otak ke forebrain.
- Proyeksi neuron NE berasal dari lokus seruleus di medulla masuk berkas forebrain medial menginervasi korteks serebri dan limbik.
- Neuron ST berasal dari nukleus raphe medulla-pons dan berjalan sepanjang berkas forebrain medial menginervasi semua area forebrain.
- Neuron DA dimulai di otak tengah, satu jaras berakhir di hipotalamus, lainnya di ganglia basalis dan bagian ketiganya di tempat paling penting untuk mengatur perilaku: sistem limbik dan lobus frontal.



- ← Dopamine pathway
- ← Frontal-basal ganglia loop
- ← Brain reward circuit ( ← + ← )



# BIOKIMIA NEUROAMIN



# FARMAKOLOGI SINAP MONOAMIN

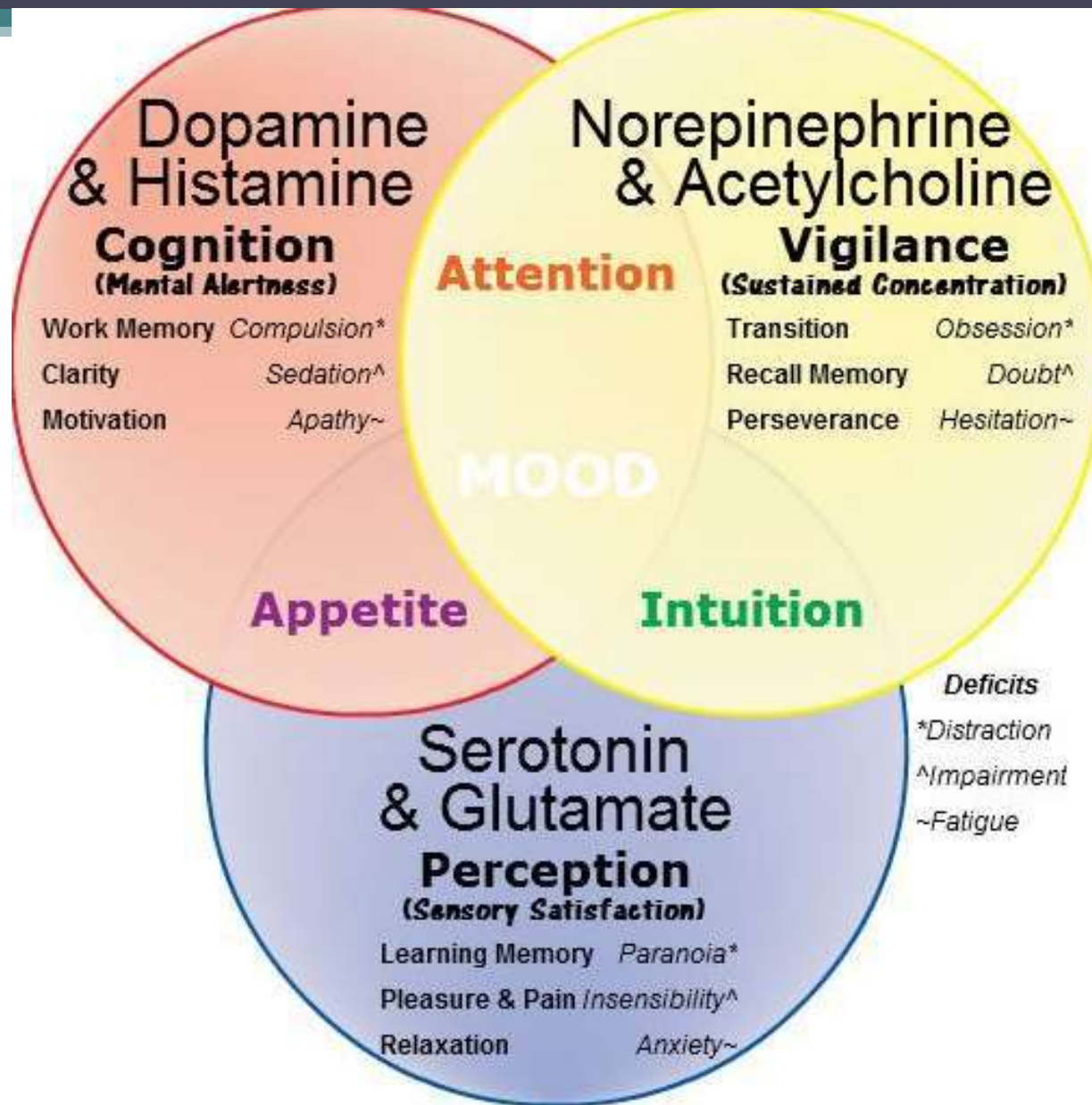
- Sinap amin mempengaruhi fungsi pre dan pasca sinap.
- Kerjanya pada neuron presinap termasuk
  1. Sintesis transmitter dengan menghambat sintesa enzim.
  2. Menyimpan transmitter dalam gudang penyimpanan.
  3. Melepas transmitter dari vesikula
  4. Mengambil kembali transmitter sesudah dilepaskan
- Kerjanya pada neuron pasca sinap :
  1. Menstimulasi atau membendung reseptor pengikat oleh transmitter
  2. Menginhibisi enzim deaktifasi.



# Penyakit mental dan amin

- Abnormalitas fungsi dan kimiawi neurotransmitter merupakan penyebab terjadinya depresi mayor dan skizofrenia.
- Dalam otak ada 3 jaras dopamin yang saling terpisah : hipotalamus, ganglia basal dan otak tengah yang diproyeksikan ke limbik dan korteks frontalis
- Kelebihan dopamin memberikan gejala psikosis dan skizofrenia.
- Skizofrenia memiliki gejala waham, pikiran kacau dan gangguan konsep diri dan sering disertai anxietas dan gejala psikotik lainnya.
- Obat yang menurunkan / menghambat dopamin (DA → haloperidol) efektif sebagai pengobatan skizofrenia.

- NE dan ST merupakan transmitter saraf yang efektif mengatur kestabilan afek (mood, motivasi, emosi).
- Gangguan fungsi ini menimbulkan kondisi mental dan perilaku, yaitu : depresi, psikosis skizofrenia
- Obat yang memperbaiki kondisi neurokimia akan memberikan perbaikan pada simptom perilaku depresi.
- Amfetamin akan meningkatkan pelepasan dan menghambat ambilan kembali transmitter ST dan NE, atau zat yang menghambat deaktivasi enzim monoaminoksidase (MAO inhibitor), akan memperbaiki defisiensi neurokimiawi dan perilaku dengan meningkatkan kadar ST/NE dalam sinap.

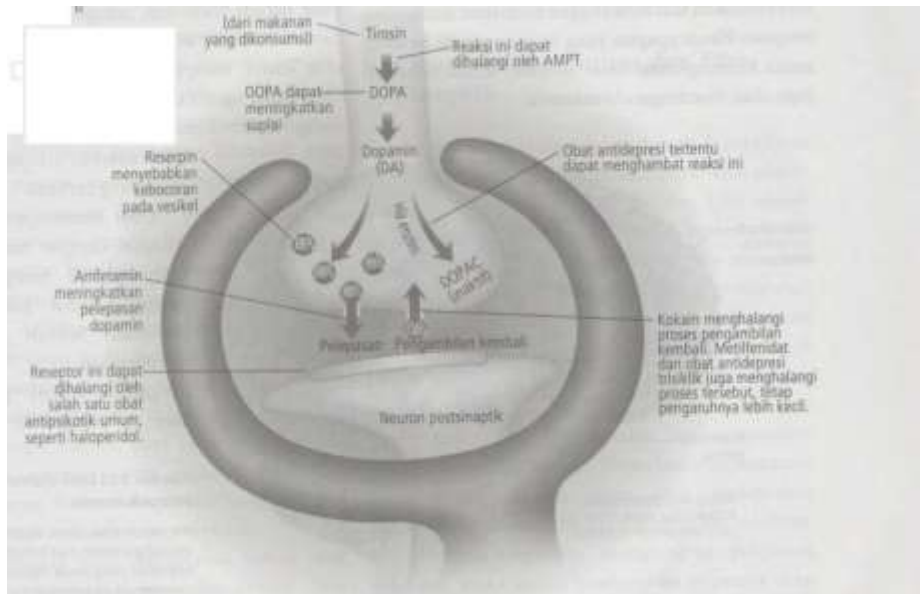


## **OBAT-OBATAN DAN SINAPSIS**

### **→ MEKANISME OBAT**

- Hampir semua obat-obatan psikotropika memiliki senyawa kimia serupa dengan senyawa kimia yang diproduksi otak secara alami.
- Neurotransmitter dan hormon pada manusia sama dengan neurotransmitter dan hormon pada hewan (tentu ada beberapa pengecualian). Neurotransmitter pada manusia juga terdapat pada tumbuhan.
- Obat-obatan dapat menstimulasi atau menghambat sinapsis.
- Antagonis → obat yang menghambat efek neurotransmitter
- Agonis → obat yang meningkatkan efek neurotransmitter.
- Efek obat adalah campuran dari agonis dan antagonis.
- Obat dapat agonis pada suatu perilaku tertentu dan antagonis untuk perilaku yang lain. Atau agonis pada dosis tertentu dan antagonis pada dosis yang berbeda.

- Pengaruh obat pada sinapsis dopamin (Gb).



- Obat memiliki afinitas terhadap suatu reseptor tertentu. Melekatnya obat dan reseptor seperti kunci dan gembok
- Kemanfaatan suatu obat adalah kecenderungan dalam mempengaruhi reseptor. Contoh : obat yang melekat kuat pada sebuah reseptor tetapi gagal menstimulasi reseptor tersebut disebut memiliki afinitas yang kuat tetapi kemanfaatannya rendah.
- Obat penenang, anti depresan dan obat-obatan lain mempunyai efektifitas dan efek samping yang berbeda-beda pd tiap individu, krn tiap individu mempunyai tipe reseptor yang berbeda-beda.

# → OBAT-OBATAN UMUM DAN EFEK SINAPTIK

- Kategori obat berdasarkan pada cara kerja utamanya.
- Sebagian besar obat psikotropika memiliki efek langsung dan tidak langsung terhadap stimulasi pelepasan dopamin, khususnya pada nucleus accumbens (terletak di bawah lapisan korteks otak yang memiliki banyak reseptor dopamin).
- Obat-obatan stimulan → meningkatkan kegembiraan, kewaspadaan, aktifitas motorik, mengubah suasana hati, mengurangi kelelahan.

*Jenisnya :*

- *Amfetamin : menstimulasi peningkatan pelepasan dopamin dari terminal presinaps dan menghalangi reseptor tertentu untuk menginhibisi pelepasan dopamin serta meningkatkan pelepasan serotonin, norepinefrin dan lain-lain. Akibatnya terjadi peningkatan kewaspadaan, mood, eksitabilitas, dan kemampuan konsentrasi.*
- *Amfetamin mempunyai efek samping yang tidak menyenangkan.*

*Kokain : menghalangi penyerapan kembali dopamin, norepinefrin dan serotonin. Pengaruh kokain dan amfetamin terhadap sinapsis dopamin intensitasnya besar tetapi berlangsung singkat. Penggunaan kokain yg berulang pd dosis tinggi mempengaruhi perubahan jangka panjang pd otak dan peredaran darah, meningkatkan resiko stroke, epilepsi dan kerusakan ingatan.*

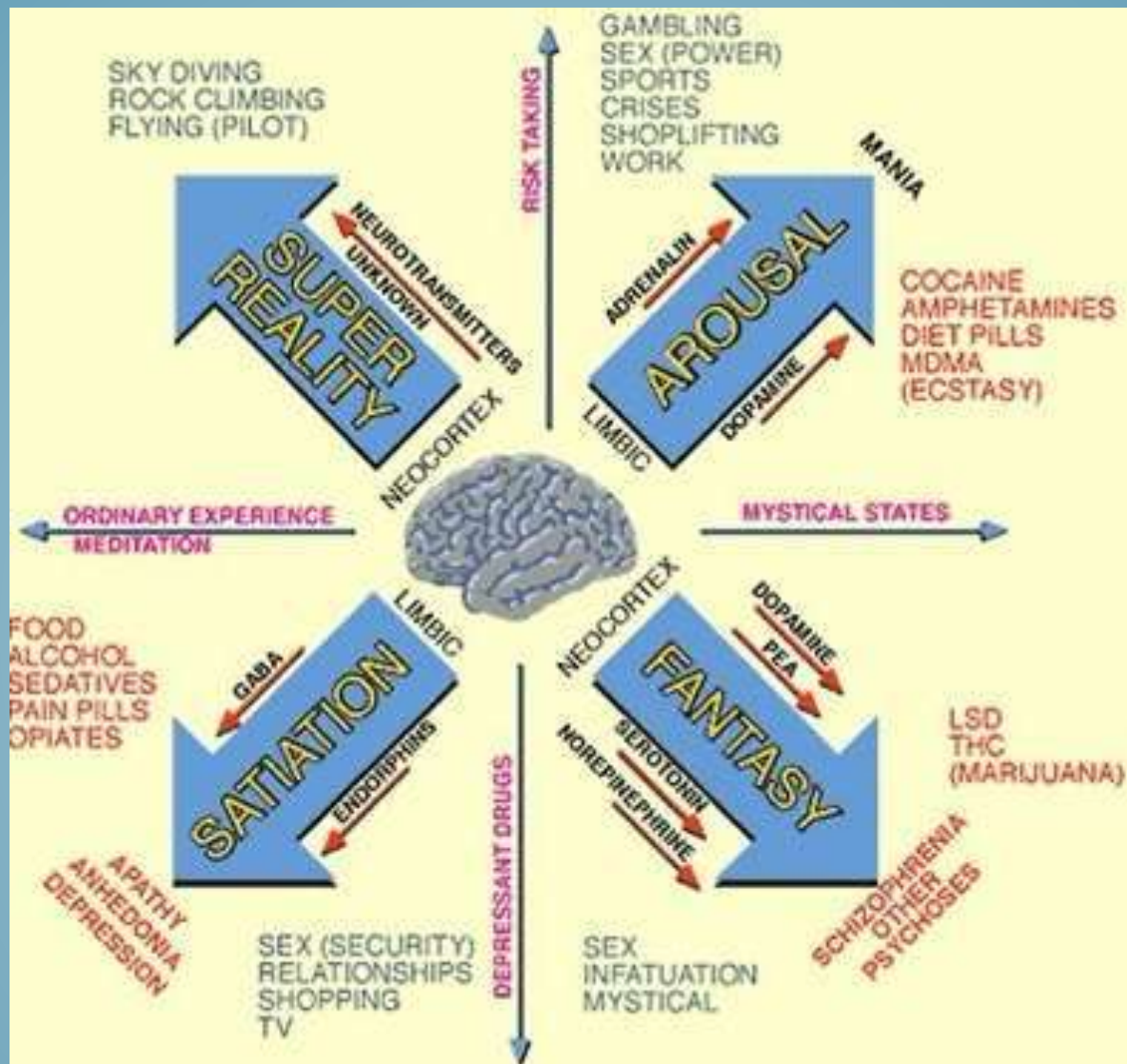
## →OBAT-OBATAN UMUM DAN EFEK SINAPTIK

- *Metilfenidat (Ritalin) yang diberikan pd penderita gangguan perilaku ADD, yang ditandai dengan perilaku impulsif dan kurangnya perhatian (atensi). Metilfenidat memiliki efek yang sama seperti kokain, tetapi karena diberikan dalam dosis rendah (sesuai resep dokter) maka konsentrasi obat pada obat akan meningkat secara bertahap dan menurun secara bertahap.*
- *MDMA (ekstasi) : dosis rendah stimulan, dosis tinggi melepas dopamin dan serotonin dan merusak akson pelepas serotonin, sehingga mengganggu indera (halusinasi).*
- *Nikotin : pd tembakau, dpt menstimulasi satu tipe reseptor asetilkolin. Pd nukleus akumbens, nikotin dan kokain meningkatkan pelepasan dopamin pd neuron-neuron yang sama.*

- *Narkotika : Opiat, yang diekstrak dari pohon candu.*
- *Jenisnya : morfin, heroin dan metadon.*
- *Pengguna opiat mengalami rasa tenang, penurunan perhatian pada masalah di dunia nyata, penurunan sensitivitas rasa sakit.*
- *Otak menghasilkan neurotransmitter peptida yang disebut endorfin, sebuah bentuk morfin alami di otak.*
- *Obat-obat opiat menstimulasi reseptor endorfin yang menghambat pelepasan GABA. GABA dapat menghambat dopamin, karena itu pengaruh akhir opiat adalah meningkatkan pelepasan dopamin.*
- *Endorfin dan opiat dapat juga menghalangi lokus seruleus untuk membangkitkan gairah dan melepaskan norepinefrin yg membantu menyimpan memori, sehingga menimbulkan penurunan terhadap respon stress dan penurunan kapasitas memori*



- *Mariyuana (Daun ganja)*
- *Mengandung senyawa kimia 9-THC (9-tetrahydrocannabinol) dan kanabinoid lain yg sekerabat.*
- *Mariyuana digunakan untuk penghilang rasa sakit dan mual, mengobati glaukoma, meningkatkan nafsu makan.*
- *Pengaruh psikologis : peningkatan intensitas indera dan ilusi seolah-olah waktu berjalan lambat, kerusakan memori dan kemampuan kognitif secara signifikan.*



## NEUROTRANSMITTERS-ADDICTIONS and MENTAL ILLNESS

( Based on Milkman and Sunderwirth )

\* Martha Turner M.D. 1999