



www.esaunggul.ac.id

ANATOMI DAN FISILOGI HEWAN

Program studi Bioteknologi

By : Seprianto, S.Pi, M.Si

Pertemuan ke 2

SISTEM SARAF



Sistem Saraf

Adalah bagian dari tubuh yang berfungsi melakukan pengaturan kegiatan tubuh dengan cara mengirimkan pesan-pesan alam bentuk rangsangan atau impuls saraf serta tanggapan atau reaksi dalam bentuk tindakan.



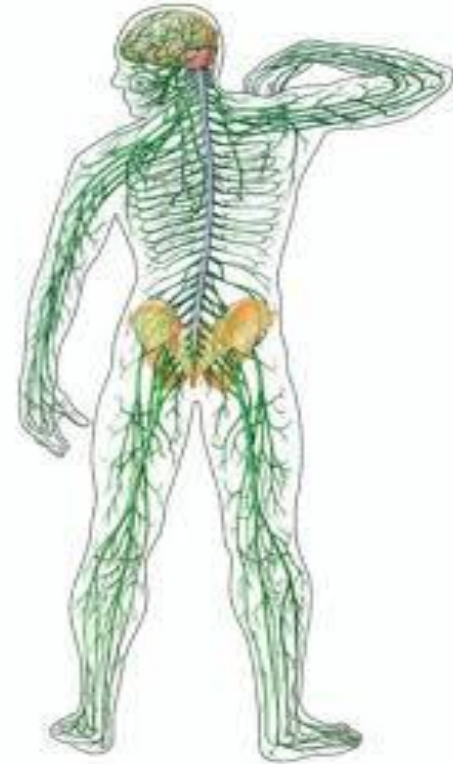
Fungsi Sistem Saraf bagi Tubuh

- Sebagai alat pengenal perubahan yang terjadi di luar tubuh atau alat penghubung antara tubuh dengan dunia luar melalui indera
- Sebagai alat pengatur atau alat pengendali tanggapan (respons) terhadap keadaan sekitar
- Mengatur dan mengendalikan kerja organ tubuh sehingga organ tersebut dapat bekerja secara teratur sesuai dengan fungsinya.



Sel Saraf

- Sistem saraf tersusun oleh berjuta-juta sel saraf yang mempunyai bentuk bervariasi.
- Sistem ini meliputi sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi.
- Dalam kegiatannya, saraf mempunyai hubungan kerja seperti mata rantai (berurutan) antara reseptor dan efektor.
- Reseptor adalah sekelompok sel saraf yang berfungsi mengenali rangsangan tertentu yang berasal dari luar atau dari dalam tubuh.
- Efektor adalah sel atau organ yang menghasilkan tanggapan terhadap rangsangan. Contohnya otot dan kelenjar.



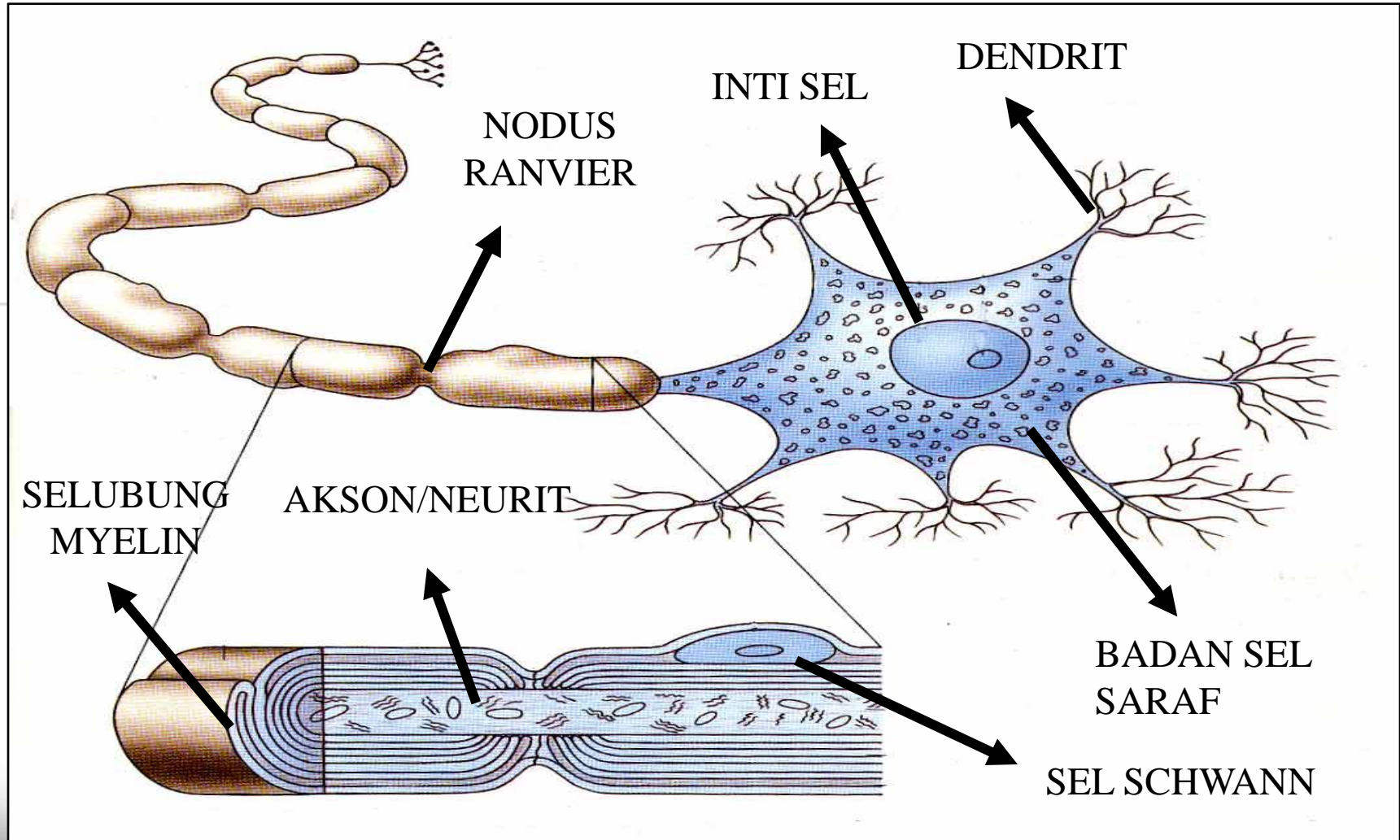
Sel Saraf

- Sistem saraf terdiri dari jutaan sel saraf (neuron).
- Sel saraf terdiri dari badan sel, inti sel, dan sitoplasma yang memanjang keluar dari badan sel dan membentuk serabut-serabut saraf yang halus
- Serabut saraf dibedakan menjadi dua macam yaitu **akson/neurit dan dendrit**.

Sel Saraf

- Setiap neuron hanya mempunyai satu akson dan minimal satu dendrit.
- Kedua serabut saraf ini berisi plasma sel. Pada bagian luar akson terdapat lapisan lemak disebut mielin yang merupakan kumpulan sel Schwann yang menempel pada akson.
- Sel Schwann adalah sel glia yang membentuk selubung lemak di seluruh serabut saraf mielin.
- Membran plasma sel Schwann disebut neurilemma. Fungsi mielin adalah melindungi akson dan memberi nutrisi. Bagian dari akson yang tidak terbungkus mielin disebut nodus ranvier yang berfungsi mempercepat penghantaran impuls

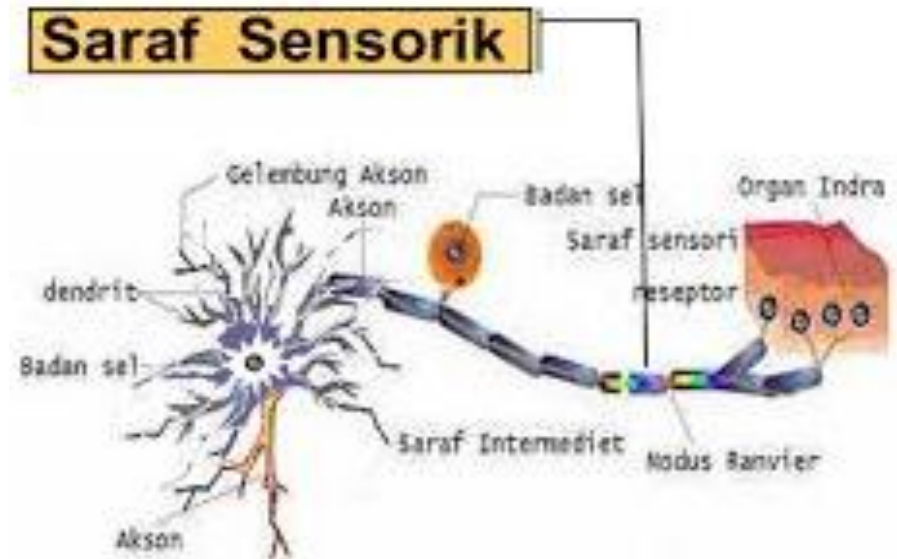
Struktur Sel Saraf



Berdasarkan struktur dan fungsinya, sel saraf dapat dibagi menjadi 3 kelompok,

1. Sel saraf sensori

- Fungsi sel saraf sensori adalah menghantar impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat, yaitu otak (ensefalon) dan sumsum belakang (medula spinalis). Ujung akson dari saraf sensori berhubungan dengan saraf asosiasi (intermediet).

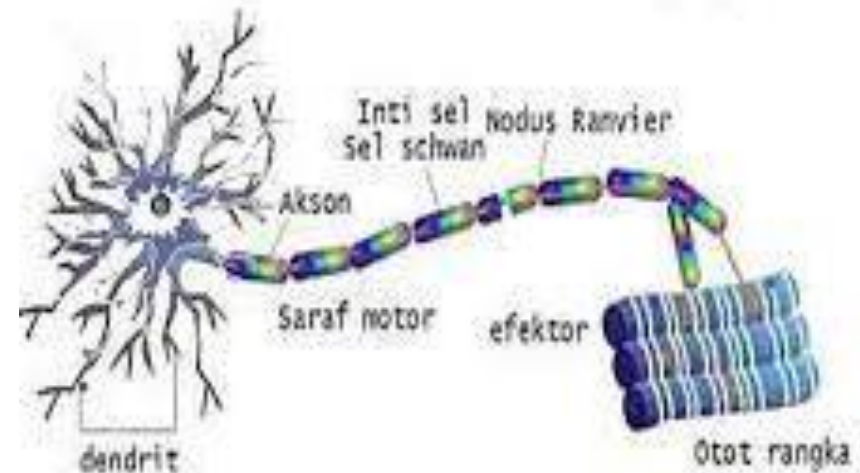


Berdasarkan struktur dan fungsinya, sel saraf dapat dibagi menjadi 3 kelompok,

2. Sel saraf motor

- Fungsi sel saraf motor adalah mengirim impuls dari sistem saraf pusat ke otot atau kelenjar yang hasilnya berupa tanggapan tubuh terhadap rangsangan. Badan sel saraf motor berada di sistem saraf pusat. Dendritnya sangat pendek berhubungan dengan akson saraf asosiasi, sedangkan aksonnya dapat sangat panjang.

Saraf Motorik

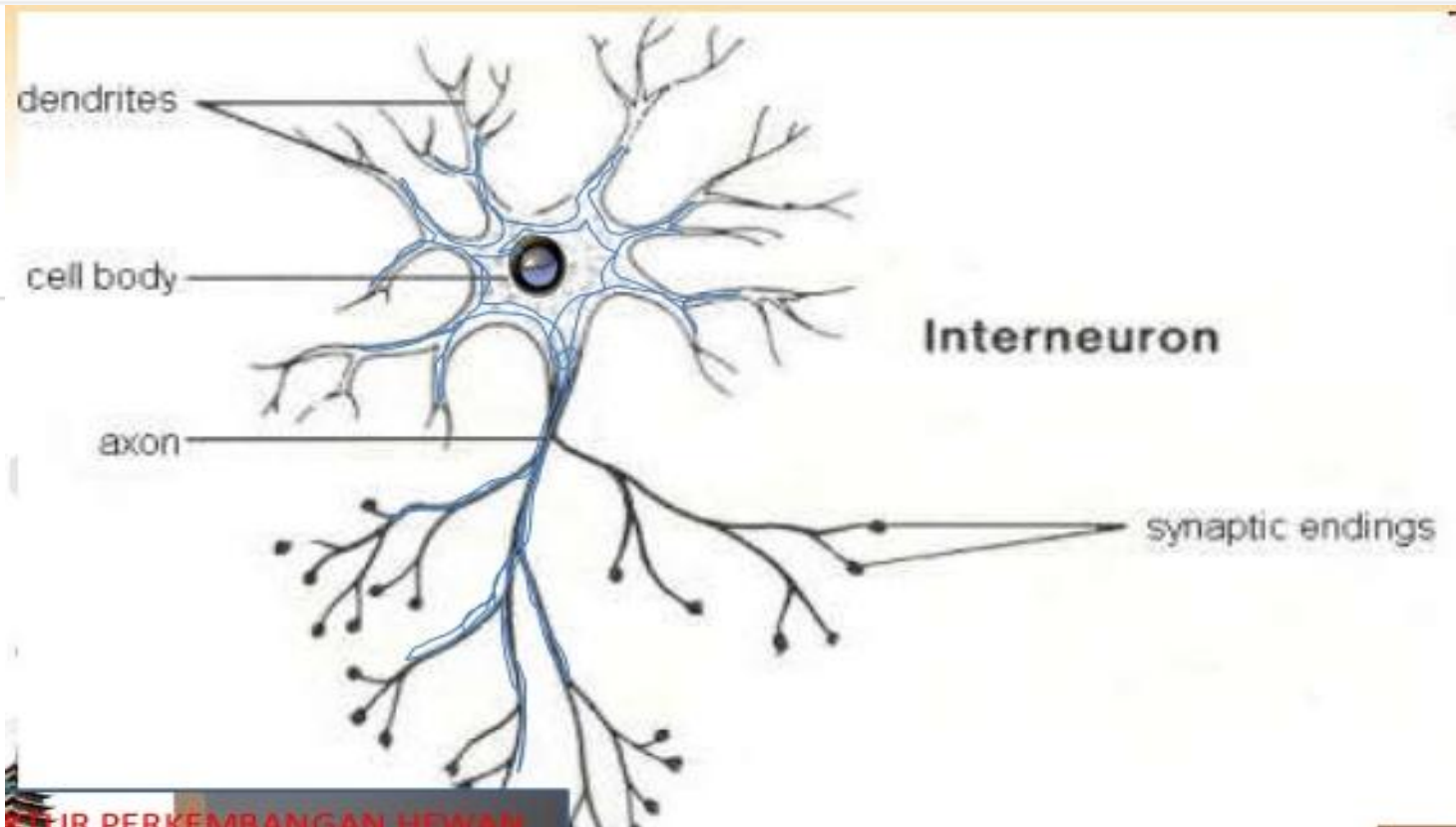


Berdasarkan struktur dan fungsinya, sel saraf dapat dibagi menjadi 3 kelompok,

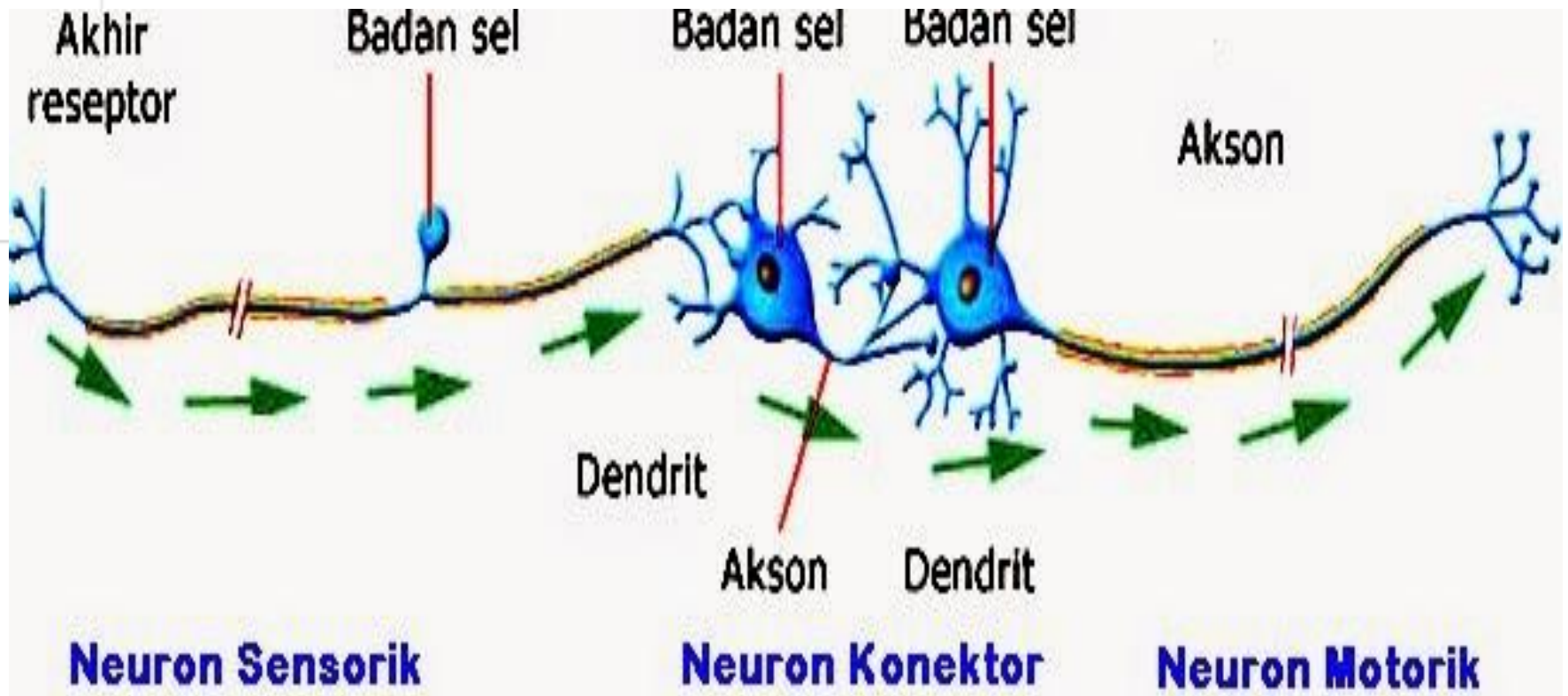
3. Sel saraf intermediet/kenektor

- Sel saraf intermediet disebut juga sel saraf asosiasi. Sel ini dapat ditemukan di dalam sistem saraf pusat dan berfungsi menghubungkan sel saraf motor dengan sel saraf sensori atau berhubungan dengan sel saraf lainnya yang ada di dalam sistem saraf pusat. Sel saraf intermediet menerima impuls dari reseptor sensori atau sel saraf asosiasi lainnya. Kelompok-kelompok serabut saraf, akson dan dendrit bergabung dalam satu selubung dan membentuk urat saraf. Sedangkan badan sel saraf berkumpul membentuk ganglion atau simpul saraf.

Sel saraf intermediet/kenektor



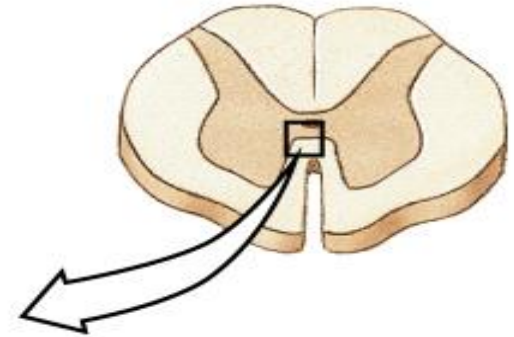
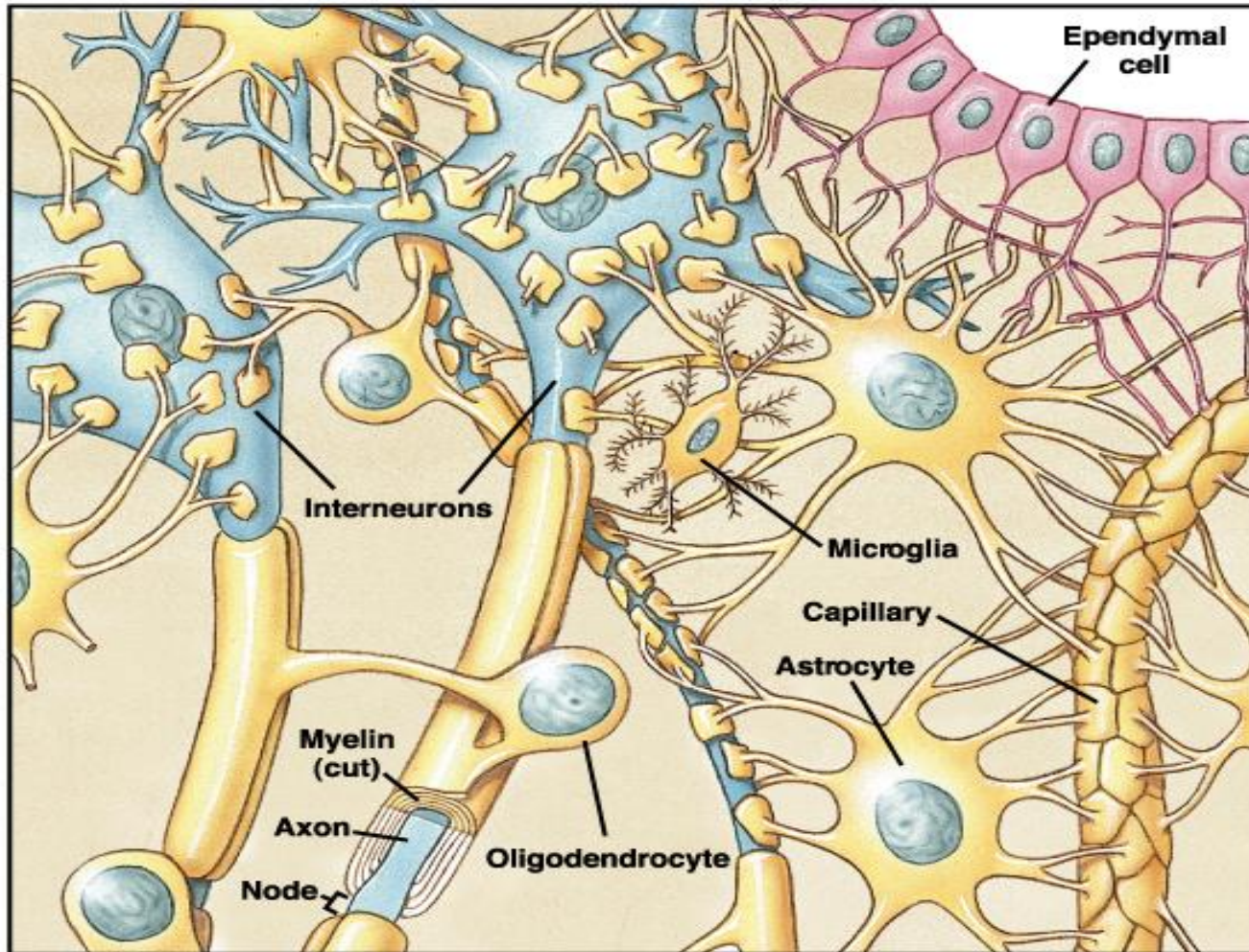
Hubungan ke Tiga sel saf



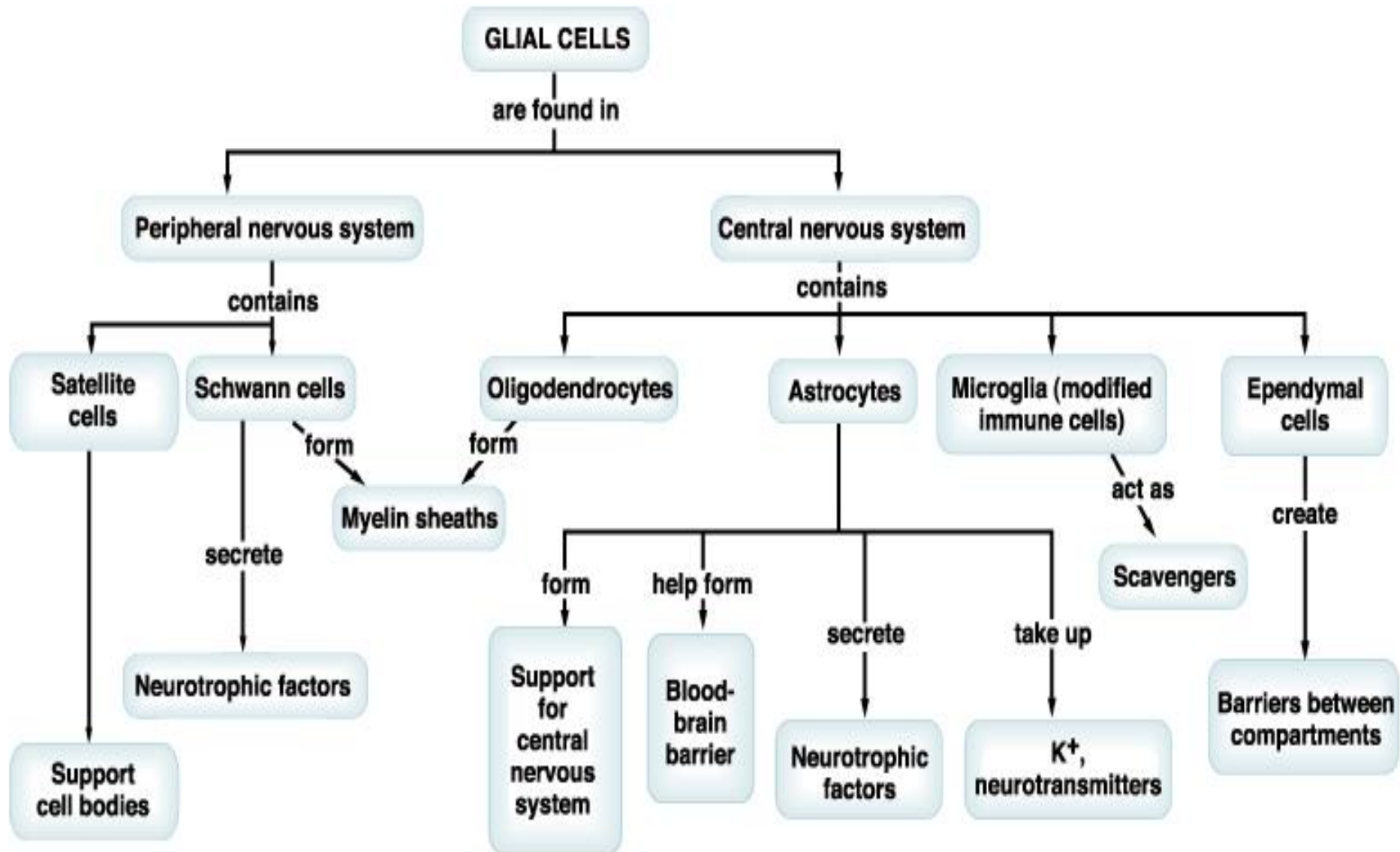
Disamping neuron, sistem saraf juga dilengkapi dengan **Sel Glial**, yaitu sel yang bertugas mendukung sel saraf.

Macam Sel Glial

- Sel satelit di SST
- Sel Schwann di SST
- Sel Oligodendroglia dari Ektoderm
- Sel Astrosit dari ektoderm
- Sel Mikroglia berasal dari mesoderm
- Sel Ependim dari ektoderm



Lokasi Sel Glial



Pengantar Impuls

Mekanisme Penghantaran Impuls

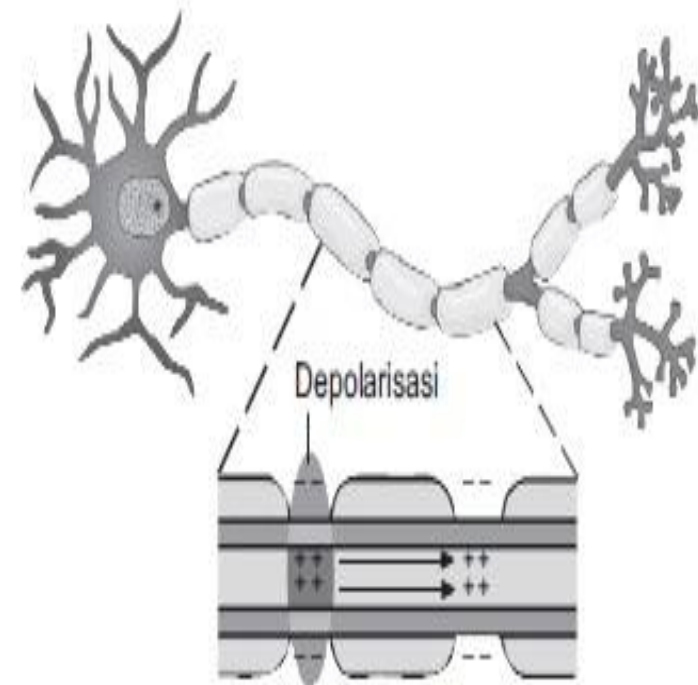
Impuls dapat dihantarkan melalui beberapa cara, di antaranya melalui sel saraf dan sinapsis. Berikut ini akan dibahas secara rinci kedua cara tersebut



Gambar 3. Mekanisme penghantaran impuls

Pengantar Impuls

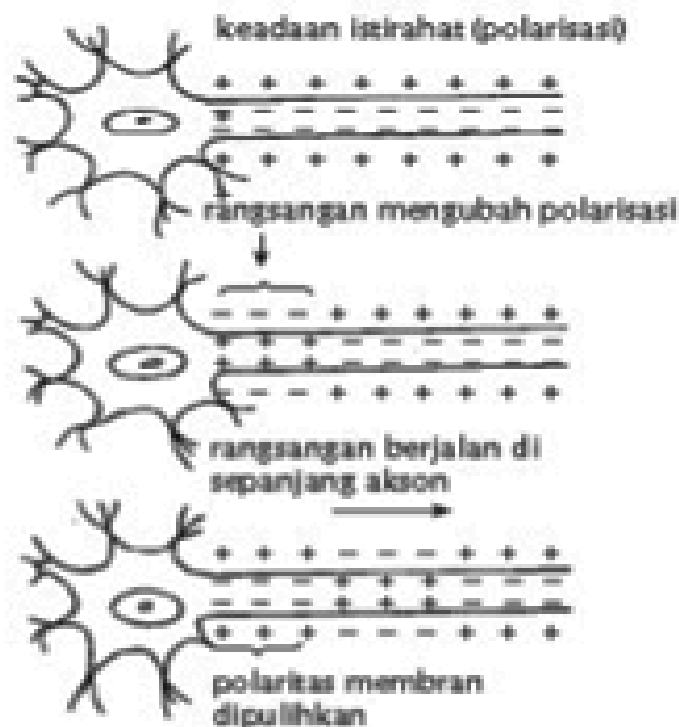
- berupa rangsangan ataupun tanggapan melalui serabut saraf (akson) dapat terjadi karena adanya perbedaan potensial listrik antara bagian luar dan bagian dalam sel. Pada waktu sel saraf beristirahat, kutub positif terdapat di bagian luar dan kutub negatif terdapat di bagian dalam sel saraf
- Perubahan potensial ini (depolarisasi) terjadi berurutan sepanjang serabut saraf. Kecepatan perjalanan gelombang perbedaan potensial bervariasi antara 1 sampai dengan 120 m per detik, tergantung pada diameter akson dan ada atau tidaknya selubung mielin



Sumber: *Biology*, Neil A. Campbell

Penghantaran Lewat Sel Saraf

Muatan listrik di luar membran neuron adalah positif, sedangkan muatan listrik di dalam neuron adalah negatif.

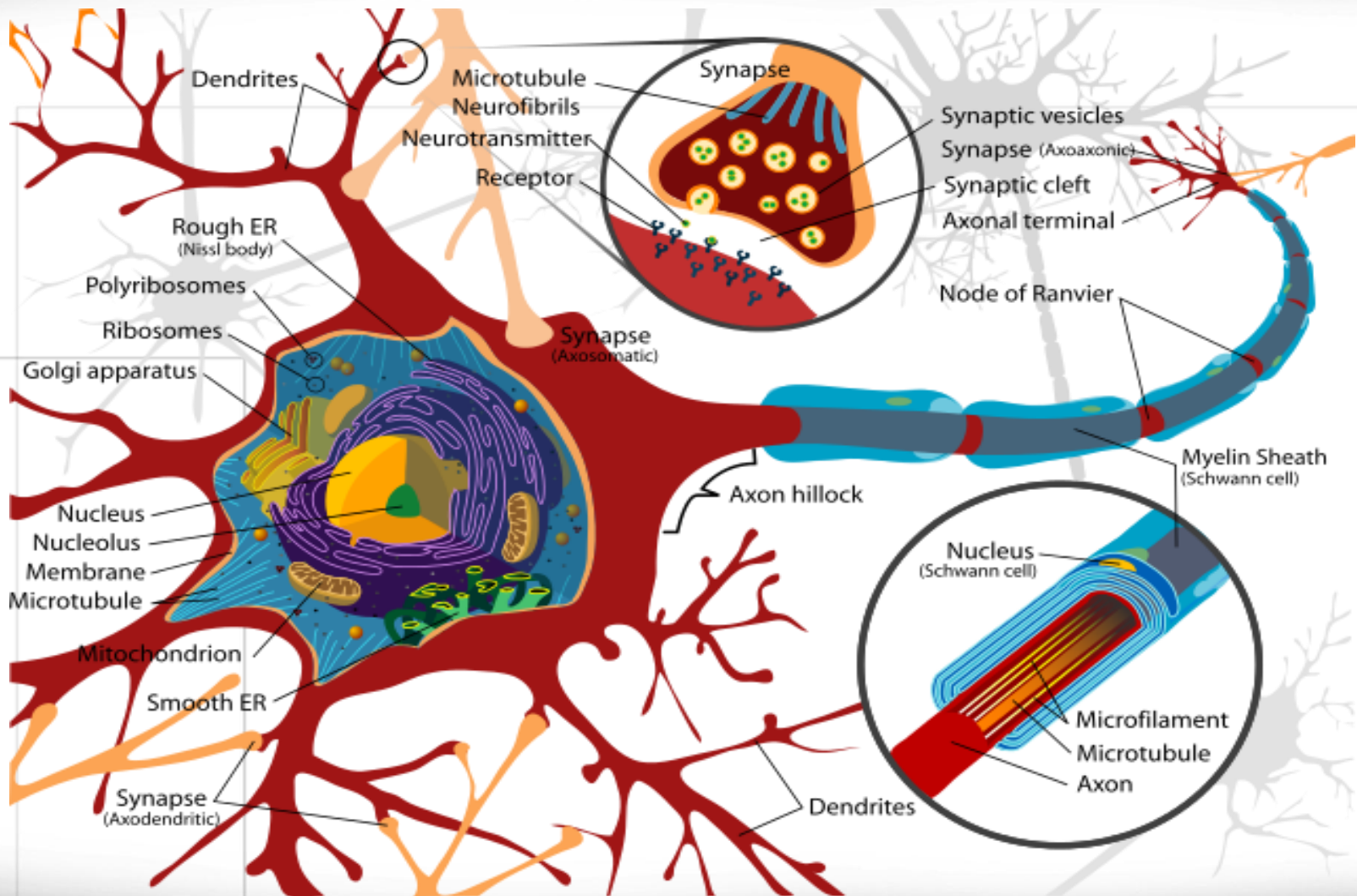


- keadaan seperti ini disebut *polarisasi*
- Impuls berjalan sepanjang akson,
- membran membran neuron memulihkan keadaanya seperti semula
- Selama masa pemulihan, impuls tidak bisa melewati neuron tersebut (*periode refraktori*)

Pengantar Impuls

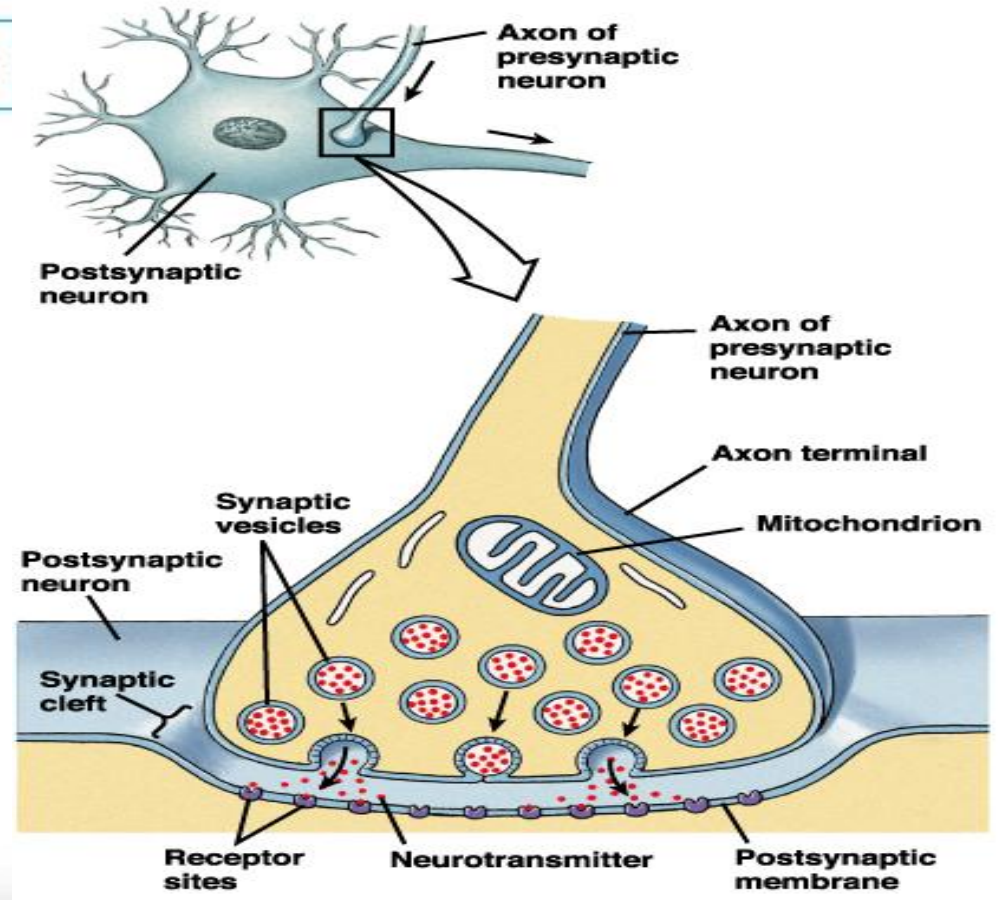
2. Penghantaran Impuls Melalui Sinapsis

Titik temu antara terminal akson salah satu neuron dengan neuron lain dinamakan sinapsis. Setiap terminal akson membengkak membentuk tonjolan sinapsis. Di dalam sitoplasma tonjolan sinapsis terdapat struktur kumpulan membran kecil berisi neurotransmitter yang disebut *vesikula sinapsis*. Neuron yang berakhir pada tonjolan sinapsis disebut neuron pra-sinapsis. Membran ujung dendrit dari sel berikutnya yang membentuk sinapsis disebut post-sinapsis



Prinsip Penghantar Impuls

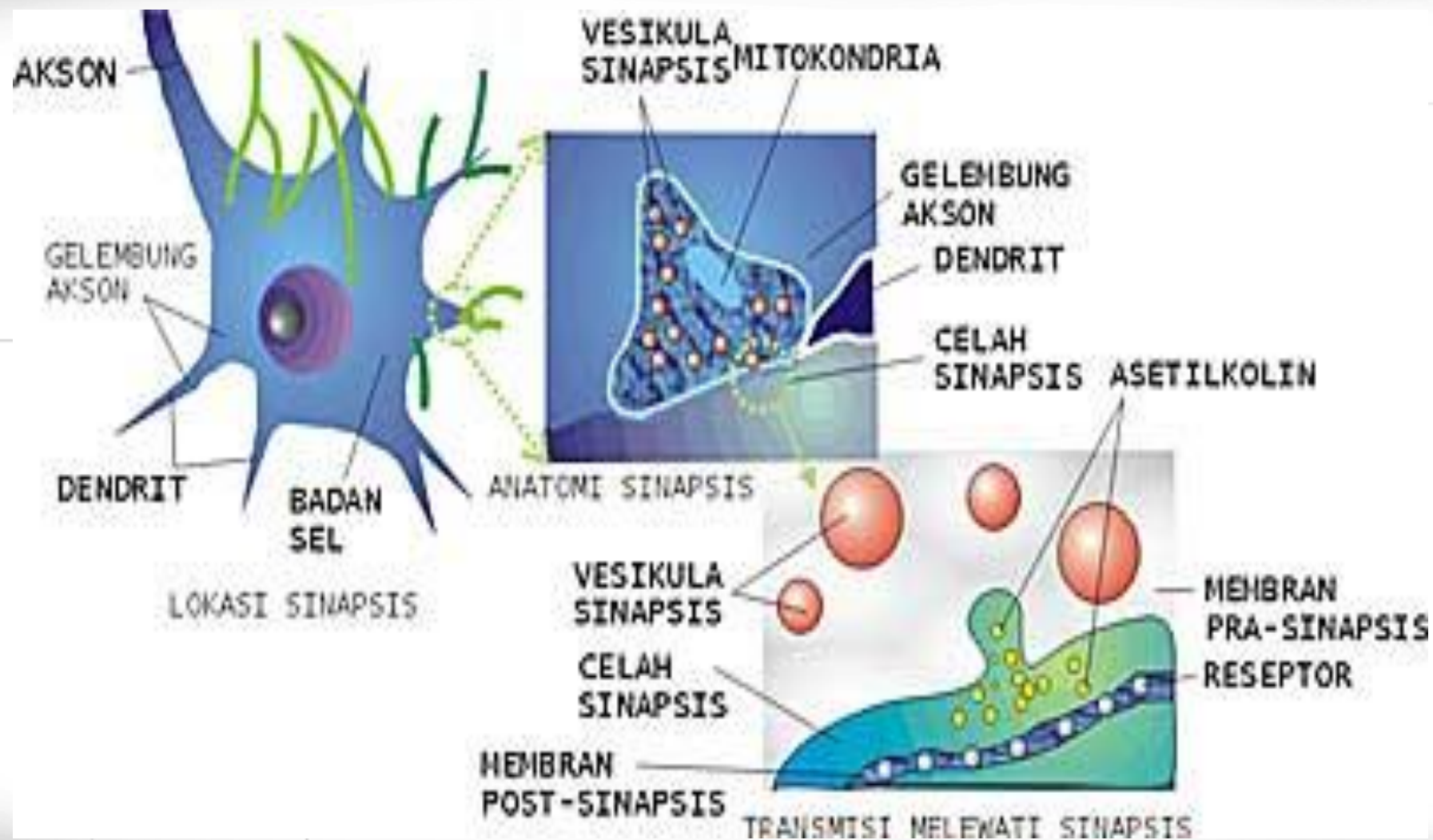
Mekanisme Kerja Sinapsis



Kerja Impuls pada sinapsis

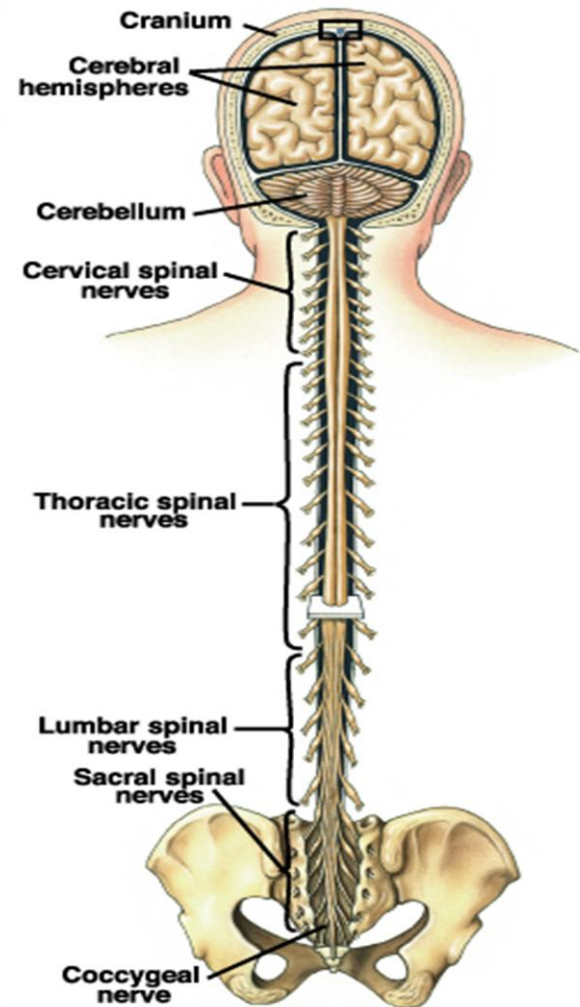
Neurontransmitter ada bermacam-macam, diantaranya:

- Asetilkolin yang terdapat di seluruh tubuh
 - Noradrenalin terdapat di sistem saraf simpatik
 - Dopamin serta Serotonin yang terdapat di otak.
-
- Asetilkolin kemudian berdifusi melewati celah sinapsis dan menempel pada reseptor yang terdapat pada membran post-sinapsis. Penempelan asetilkolin pada reseptor menimbulkan impuls pada sel saraf berikutnya. Bila asetilkolin sudah melaksanakan tugasnya maka akan diuraikan oleh enzim asetilkolinesterase yang dihasilkan oleh membran post-sinapsis



Sistem saraf

1. **Sistem saraf pusat/Central nervous system**
 - a. Otak (brain / cranium)
 - b. Tulang belakang (vertebral / medula spinalis)
2. **Sistem saraf tepi/ Peripheral nervous system**
 - a. Automatic nerves (saraf otonom)
 - b. Somatic nerves (Saraf sadar)



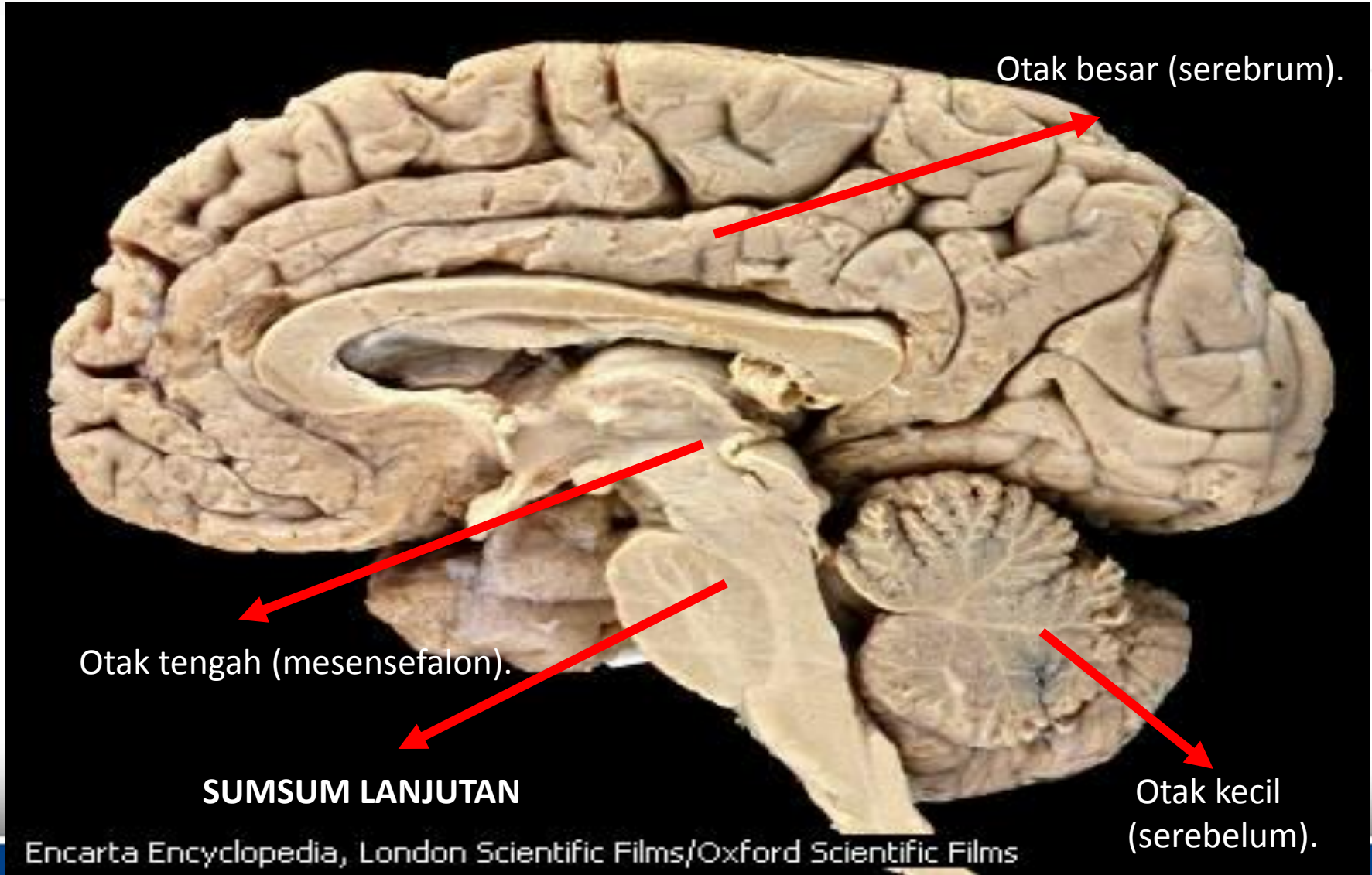
Central nervous system



Sistem saraf pusat meliputi

1. otak (ensefalon)
 2. sumsum tulang belakang (Medula spinalis).
- Keduanya merupakan organ yang sangat lunak, dengan fungsi yang sangat penting maka perlu perlindungan

OTAK



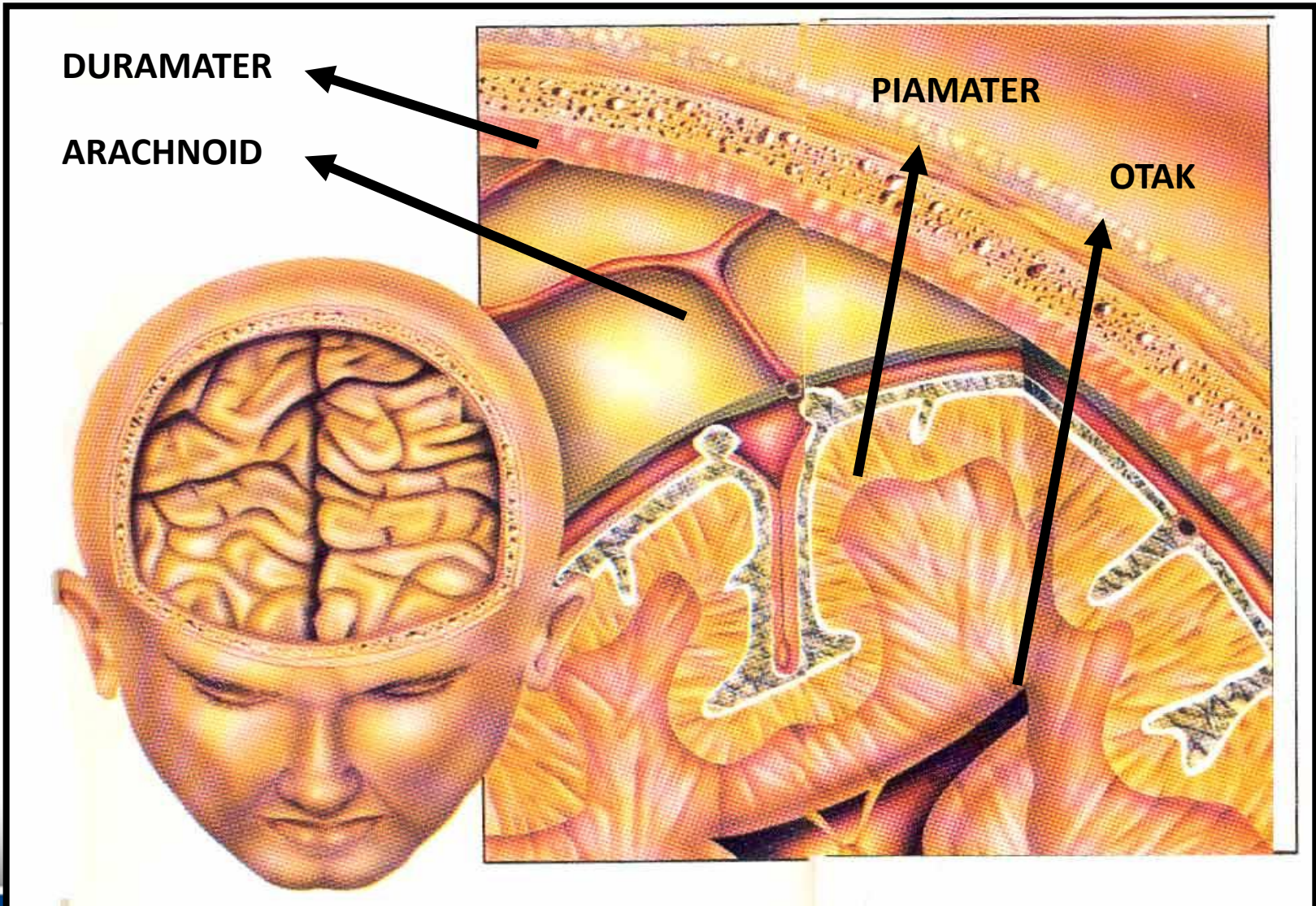
Sruktur Otak

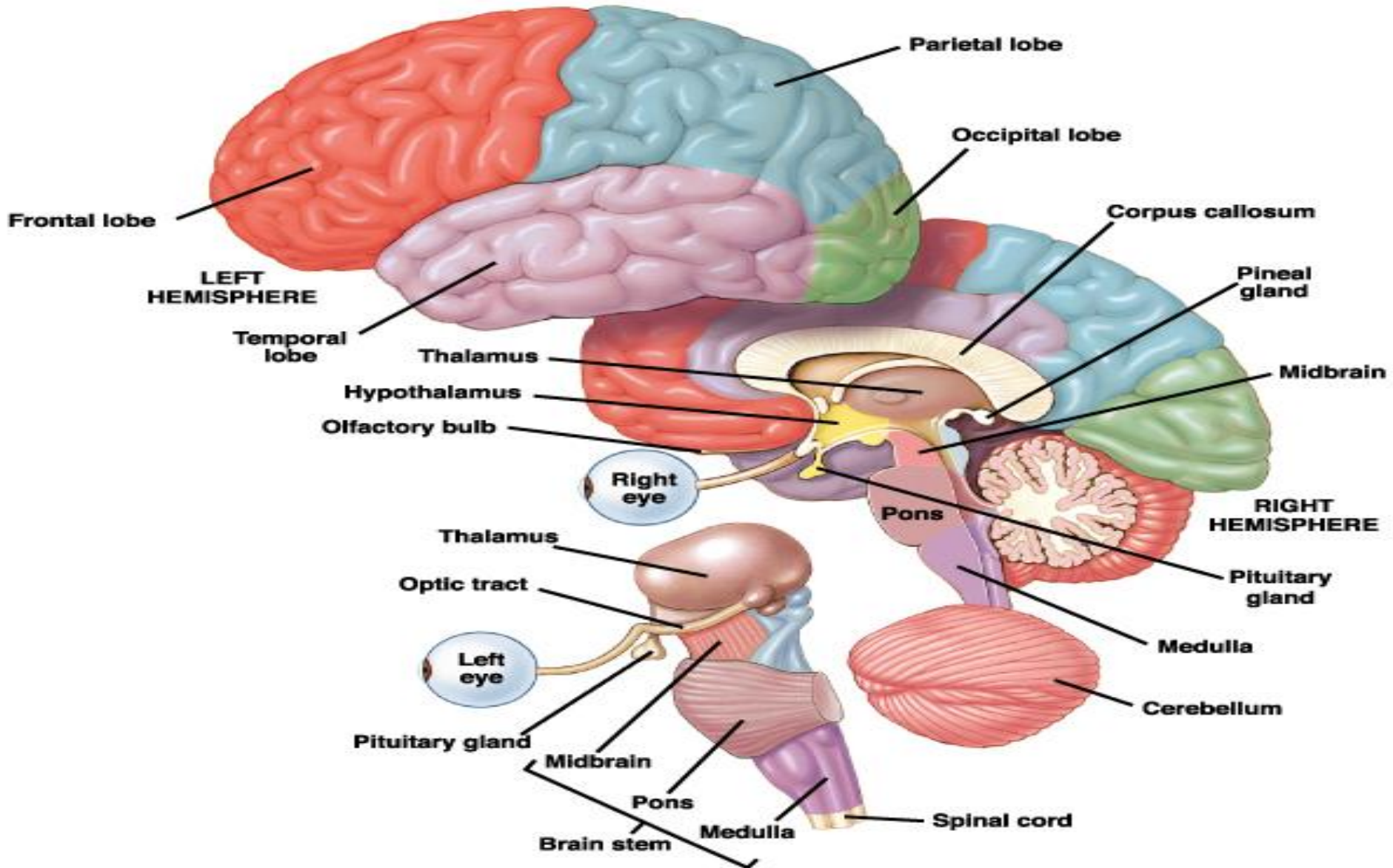
- Otak terdapat dikepala & dilindungi oleh tengkorak yang keras
- Selain tengkorak, otak juga dibungkus oleh 3 lapisan (meninges):
 - a. Durameter
 - b. Piameter
 - c. Arachnoid
- Juga dilengkapi dengan cairan cerebrospinal yang bertugas melindungi otak dari goncangan

Sruktur Otak

- **Durameter** : Bersatu dengan tengkorak (melekat pada tulang)
- **Piameter** :
 1. Penuh dengan pembuluh darah.,
 2. Di permukaan otak.
 3. Suplai oksigen dan nutrisi.
 4. Mengangkut sisa metabolisme.
- **Arachnoid**
 - ✓ Bantalan untuk melindungi otak dari bahaya kerusakan mekanik.
 - ✓ Berisi cairan serobrospinal (cairan limfa)

Lapisan Pelindung Otak





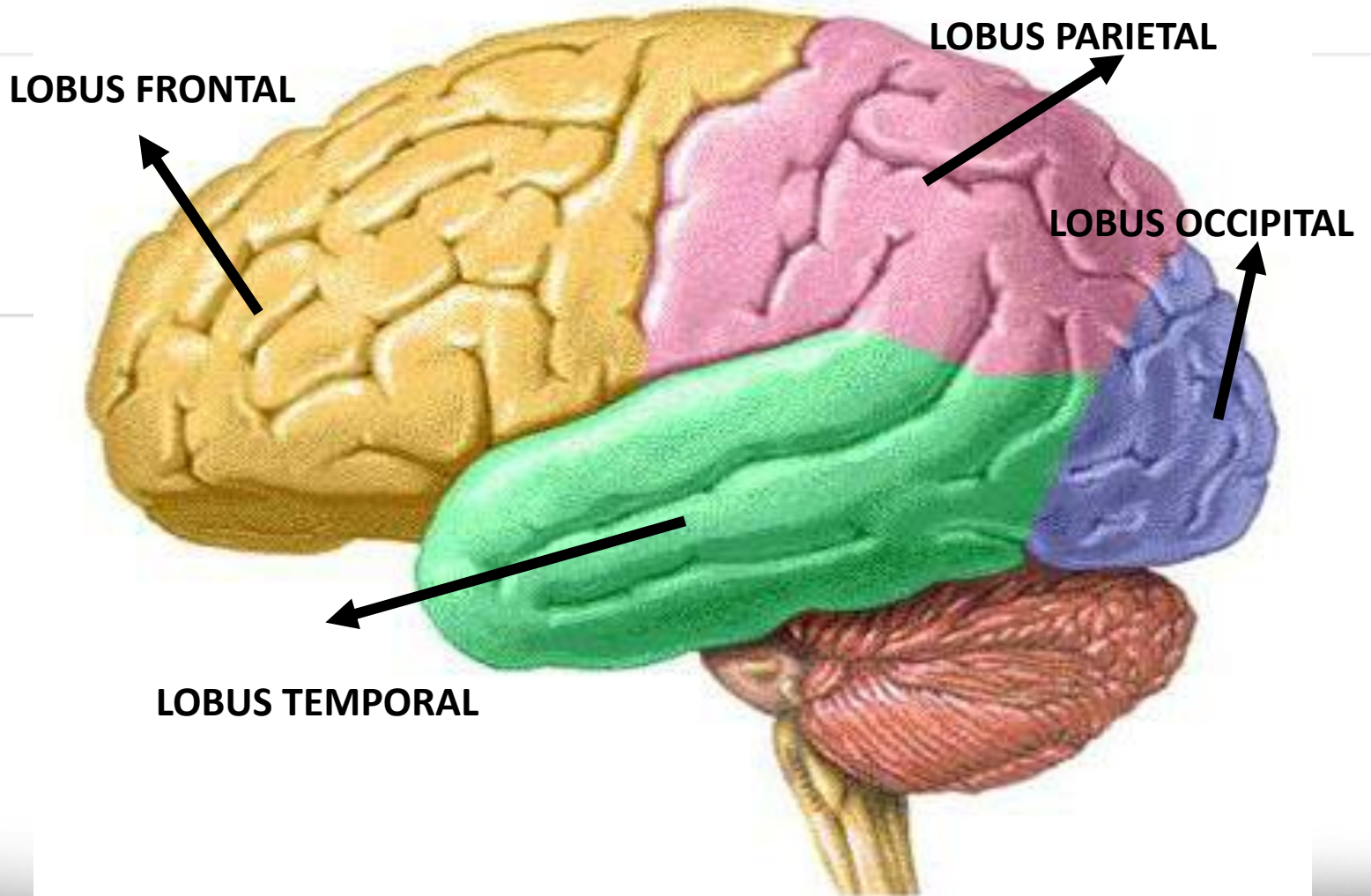
Otak Besar

- Terdiri dari dua belahan, yaitu belahan kiri yang mengendalikan tubuh bagian kanan, dan belahan kanan yang mengendalikan tubuh bagian kiri.
- Memiliki permukaan yang berlipat-lipat dan mengandung ratusan juta neuron.
- Terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan luar (korteks) dan lapisan dalam.
- Korteks berwarna kelabu yang berisi badan-badan sel saraf, permukaan korteks berlipat-lipat, berfungsi memperluas permukaan korteks.
- Lapisan dalam tebal dan berwarna putih karena banyak mengandung serabut saraf (dendrit dan neurit).

Otak Besar

- Terbagi menjadi empat bagian :
 1. yaitu dahi (lobus frontalis), berfungsi untuk mengatur gerakan-gerakan tubuh yang disadari.
 2. ubun-ubun (lobus parietalis), berfungsi mengatur kulit dan otot-otot terhadap panas, dingin, sentuhan, dan tekanan
 3. pelipis (lobus temporalis), berfungsi sebagai pusat pendengaran
 4. kepala belakang (lobus oksipitalis), berfungsi sebagai pusat penglihatan. Antara otak bagian tengah dan belakang terdapat pusat perkembangan, kecerdasan, ingatan, kemauan dan sikap.

Otak Besar



Korteks Otak Besar

1. Area sensor penerima rangsang.
2. Area motor mengatur gerakan sadar (merespon rangsangan).
3. Area asosiasi menghubungkan area motor dan sensorik dan berperan dalam proses belajar, menyimpan ingatan, membuat kesimpulan, belajar berbagai bahasa

Otak Tengah (Mesensepalon)

- Terletak di depan otak kecil dan **jembatan varol**.
- Di depan otak tengah ada **talamus dan hipotalamus**.

Talamus : berfungsi Mengatur sensori

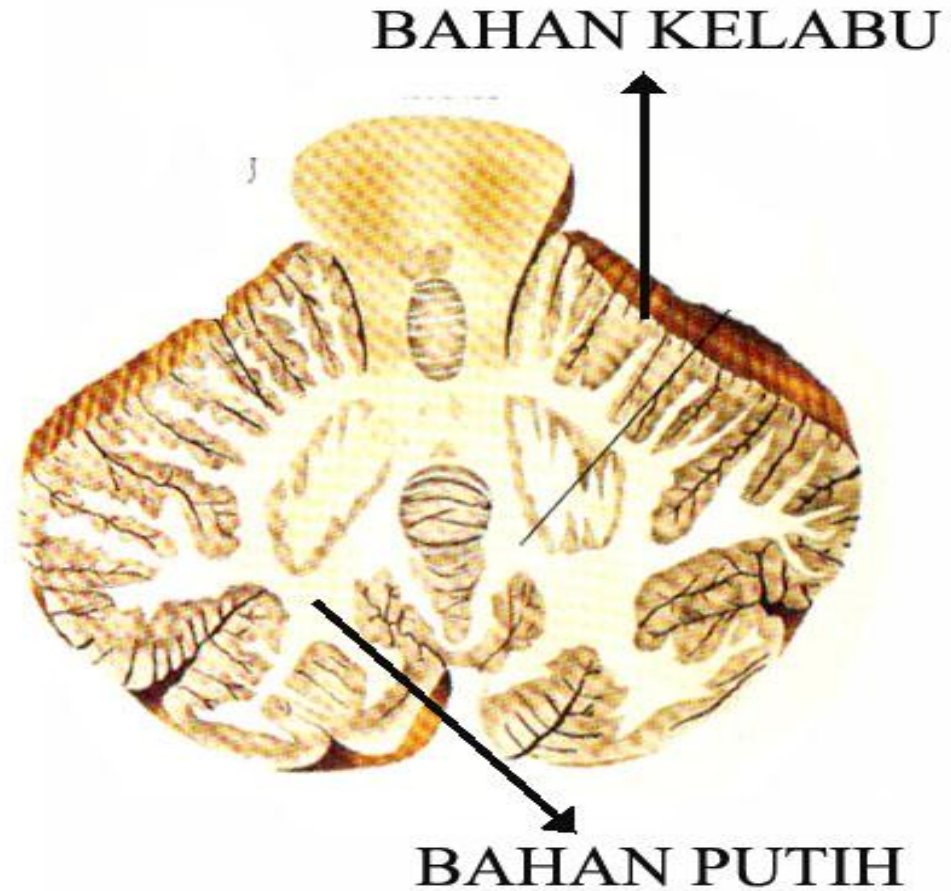
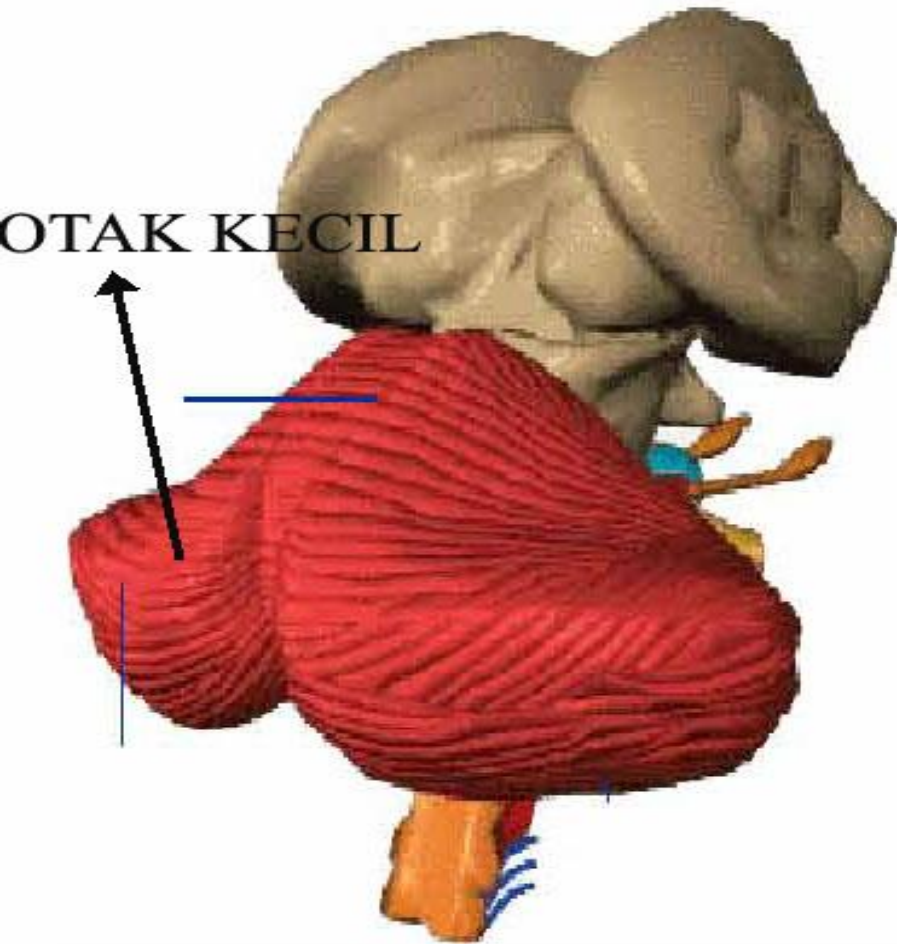
Hipotalamos : berfungsi sebagai pusat pengatur suhu, mengatur selera makan, keseimbangan cairan tubuh

- Bagian atas ada **lobus optikus (pusat refleks mata)**.

Otak Kecil (Serebelum)

- Otak kecil mempunyai dua belahan, yaitu belahan otak kanan dan belahan otak kiri. Antara kedua belahan dihubungkan oleh jembatan varol.
- Otak kecil terdiri dari dua lapisan, lapisan luar berwarna kelabu, dan lapisan dalam berwarna putih
- Otak kecil berfungsi untuk mengatur keseimbangan tubuh dan koordinasi kerja otot-otot ketika bergerak.

Otak Kecil (Serebelum)

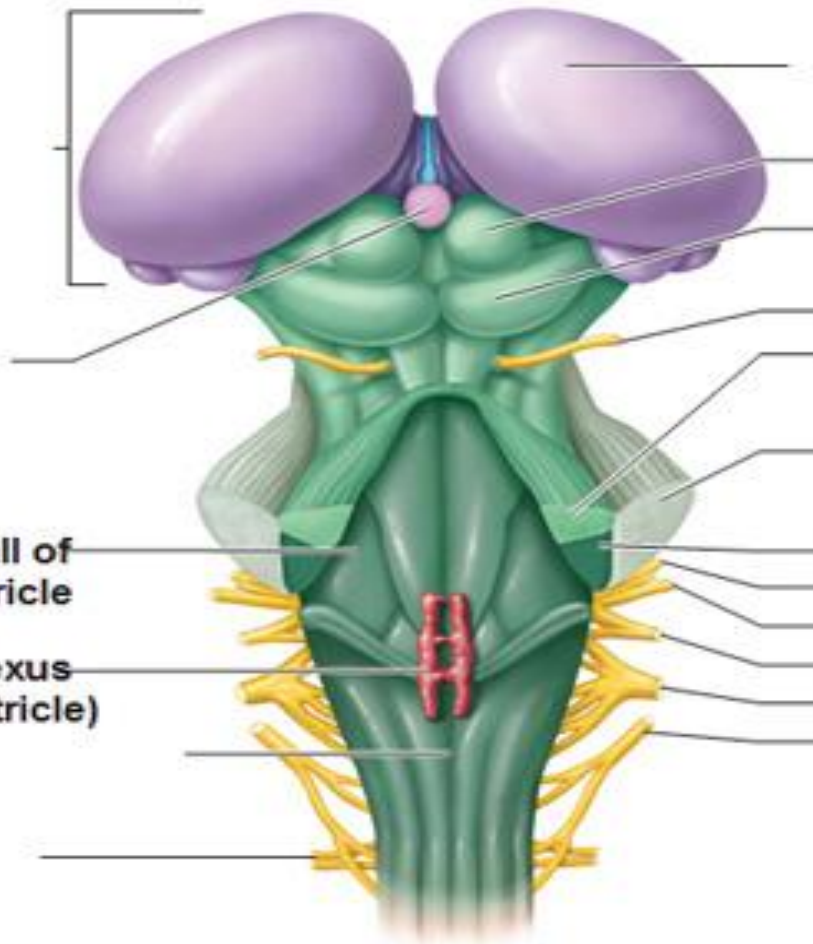


SUMSUM

1. Sumsum lanjutan (medulla oblongata).

- Banyak mengandung ganglion otak.
- Pusat pengatur gerak refleks fisiologis (denyut jantung, pernafasan, pelebaran dan penyempitan pembuluh darah, bersin, batuk)

The Brain Stem—The Medulla Oblongata

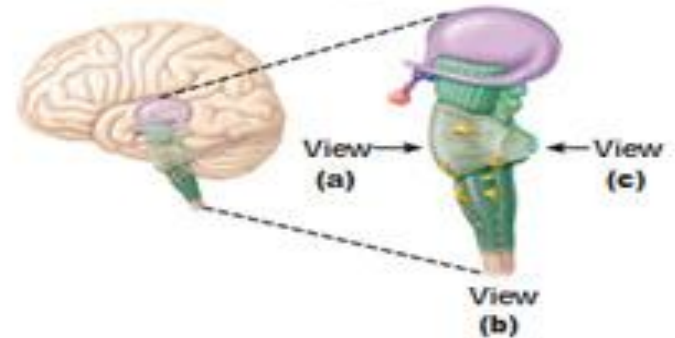


Anterior wall of fourth ventricle

Choroid plexus (fourth ventricle)

Inferior cerebellar peduncle

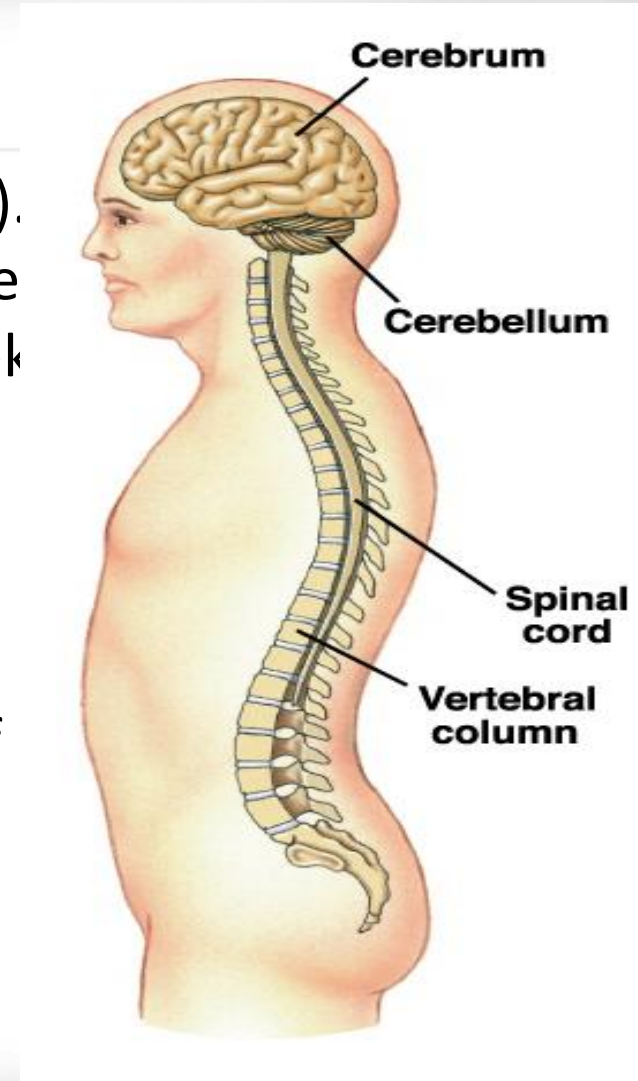
(c) Dorsal view



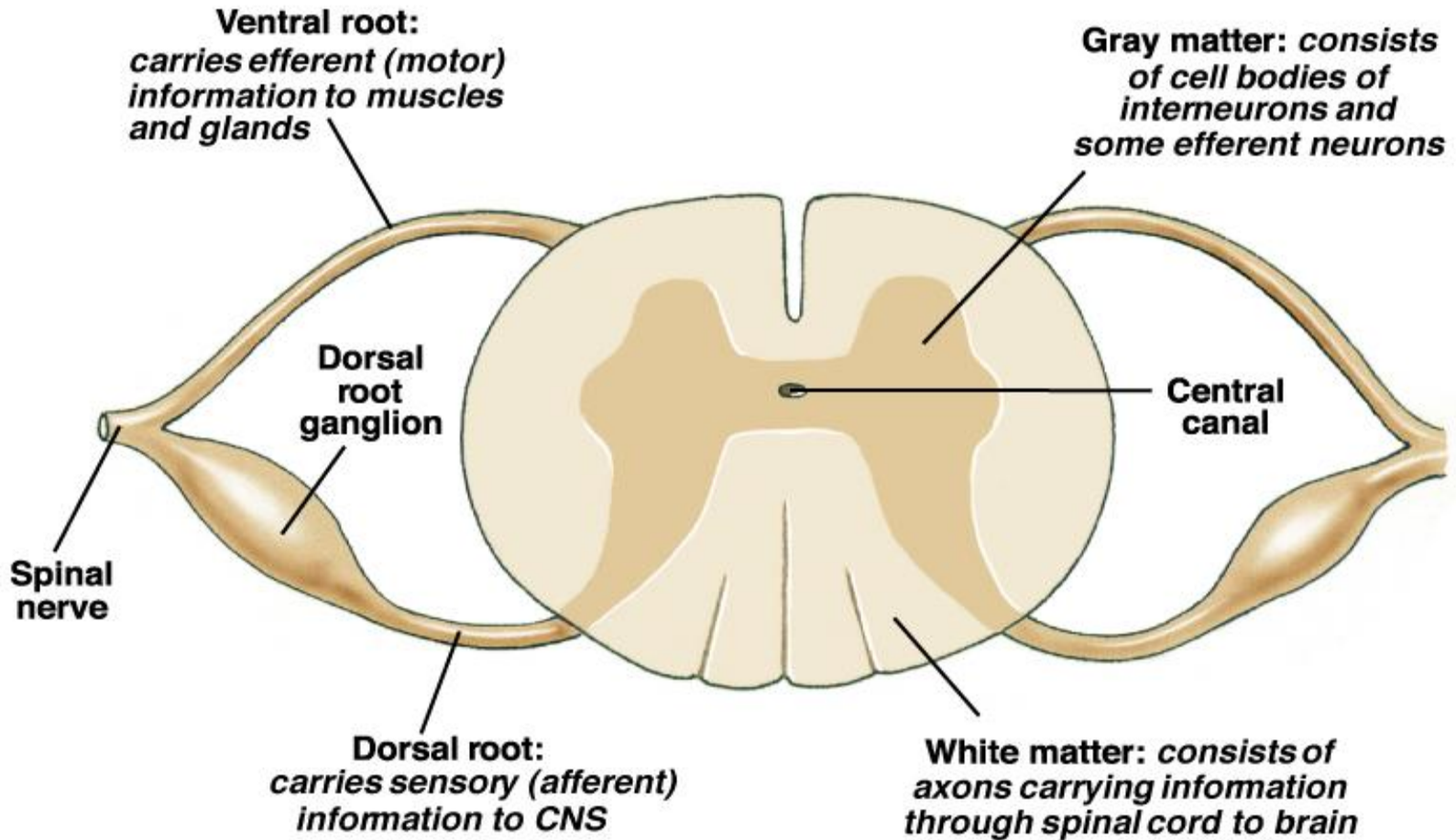
- | | |
|-------------------|----------------|
| Thalamus | } Diencephalon |
| Hypothalamus | |
| Midbrain | } Brainstem |
| Pons | |
| Medulla oblongata | |

SUMSUM

- 2 . Sumsum Tulang Belakang (medulla spinalis).
- Fungsi : 1. Penghubung impuls dari dan ke otak. 2. Memungkinkan jalan terpendek pada gerak refleks.
 - Di bagian dalam ada 1. akar dorsal mengandung neuron sensorik. 2. akar ventral mengandung neuron motorik.
 - Pada bagian putih terdapat serabut saraf asosiasi.



Bagian dalam sumsum Tulang Belakang



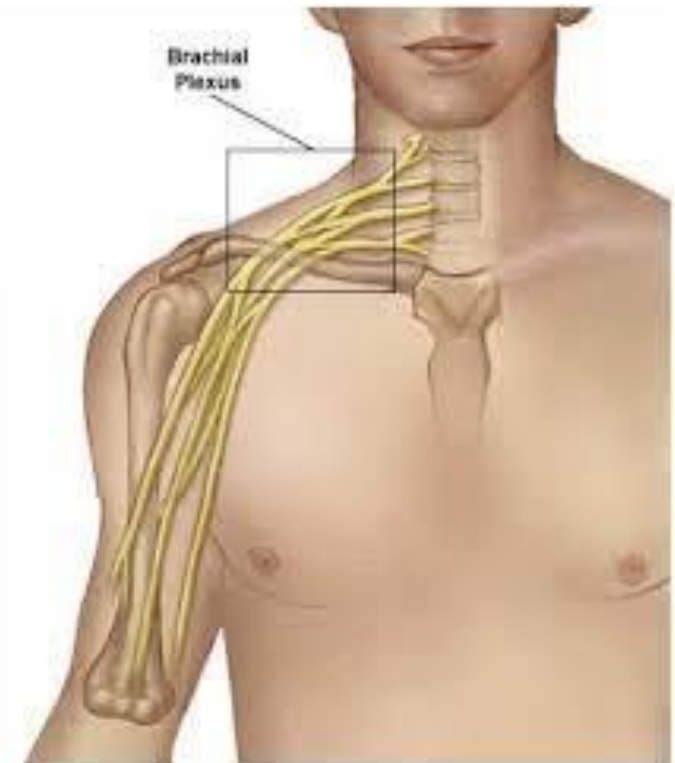
Saraf Tepi (Ferifer)

- Berfungsi Untuk menghantarkan impuls dari reseptor ke pusat saraf (saraf aferen) selanjutnya dari pusat saraf ke efektor (saraf eferen).
- Beberapa urat saraf bersatu membentuk jaringan urat saraf.
- Pleksus = jaringan urat saraf.

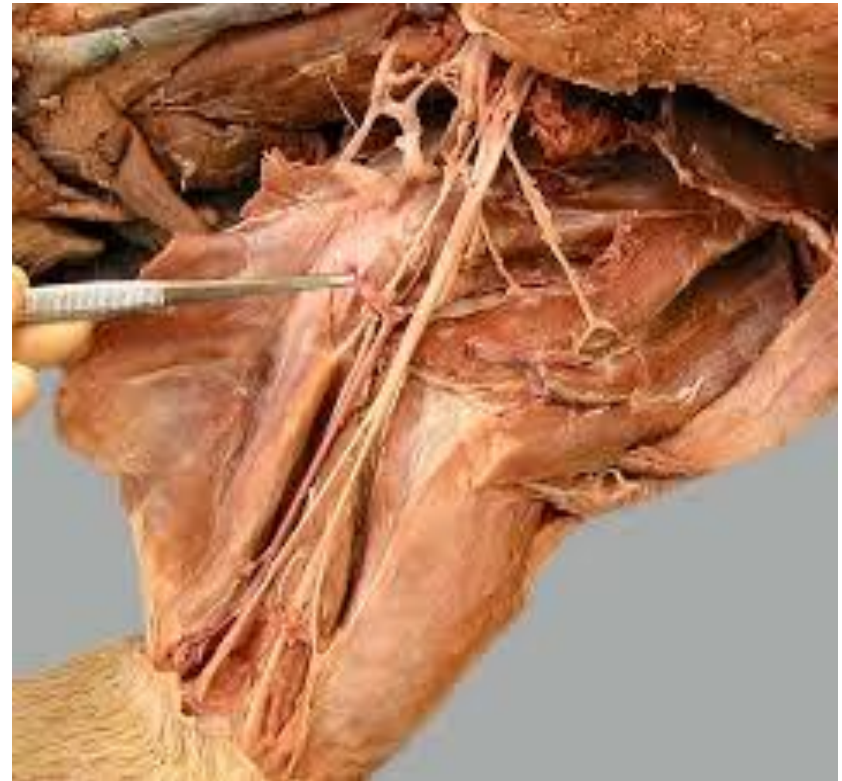
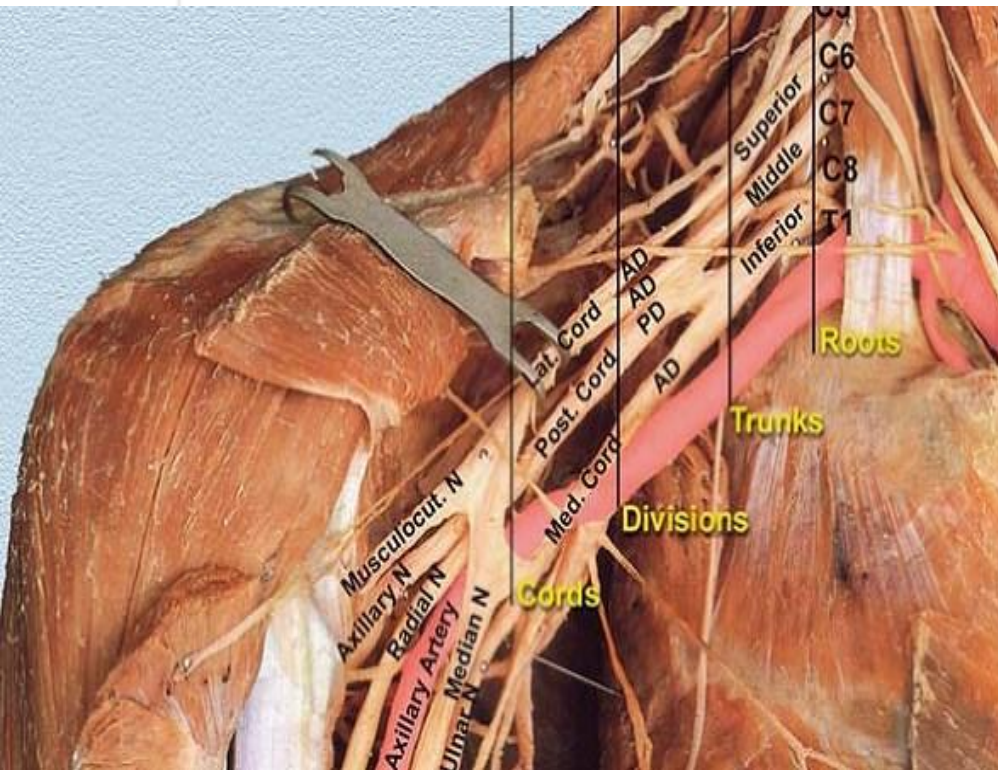
Saraf Tepi (Ferifer)

Pleksus

1. Pleksus cervicalis
mempengaruhi leher, bahu,
diafragma.
2. Pleksus brachialis
mempengaruhi bagian tangan.
3. Pleksus lumbo sakralis
mempengaruhi bagian pinggul
dan kaki.



Saraf Tepi (Ferifer)



Sistem Saraf Tepi (Ferifer)

- 12 pasang saraf serabut otak (saraf cranial).
 - 3 pasang saraf sensorik.
 - 5 pasang saraf motorik.
 - 4 pasang saraf gabungan.
- 31 pasang saraf sumsum tulang belakang (saraf spinal).
 - 8 pasang saraf leher.
 - 12 pasang saraf punggung.
 - 5 pasang saraf pinggang.
 - 5 pasang saraf pinggul.
 - 1 pasang saraf ekor.

Saraf Otonom

1. SARAF SIMPATIS.

- Terdiri dari 25 pasang simpul saraf.
- Terletak di sebelah kiri-kanan tulang belakang.
- Berpangkal pada medulla spinalis di daerah leher dan di daerah pinggang sehingga disebut juga saraf torakolumbar

2. SARAF PARASIMPATIS.

- Urat praganglionnya panjang karena menempel pada organ yang dibantu.
- Berpangkal pada medulla oblongata.
- Kerjanya berlawanan dengan kerja saraf simpatis

Saraf Otonom

Fungsi Simpatik

pupil mata membesar
 ludah berkurang
 nafas makin cepat
 denyut jantung makin cepat
 stimulasi gula darah
 sekresi adrenalin
 pelambatan kerja pencernaan
 relaksasi kandung kemih
 aktivitas genital terhambat

Fungsi Parasimpatik

pupil mata menyempit
 stimulasi kelenjar ludah
 nafas melambat
 denyut jantung melambat
 stimulasi kelenjar empedu
 stimulasi saluran pencernaan
 kontraksi kandung kemih
 stimulasi alat kelamin



fungsi simpatik

fungsi parasimpatik

GERAK

1. GERAK SADAR.
2. GERAK OTOMATIS.
3. GERAK REFLEKS



GERAK



Gerak Sadar

- Memerlukan kerjasama dari kulit otak .
- Jalannya rangsang
- Reseptor → saraf sensorik → otak
saraf motorik → efektor

GERAK

Gerak Otomatis



- Gerak yang sudah menjadi kebiasaan akhirnya tidak butuh dipikirkan lagi.
- Masih membutuhkan kerjasama dari kulit otak.
- Misal : menulis, mengayuh sepeda.

GERAK



a. Gerak Refleksi

Gerak Refleksi

- Tidak membutuhkan kerjasama dari kulit otak (tidak memerlukan kontrol otak).
- Lengkung refleksi adalah jarak terpendek untuk gerak refleksi.
- Jalannya rangsang :
- Reseptor → saraf sensori → sel saraf asosiasi → saraf motorik → efektor.

Gerak Refleks

