

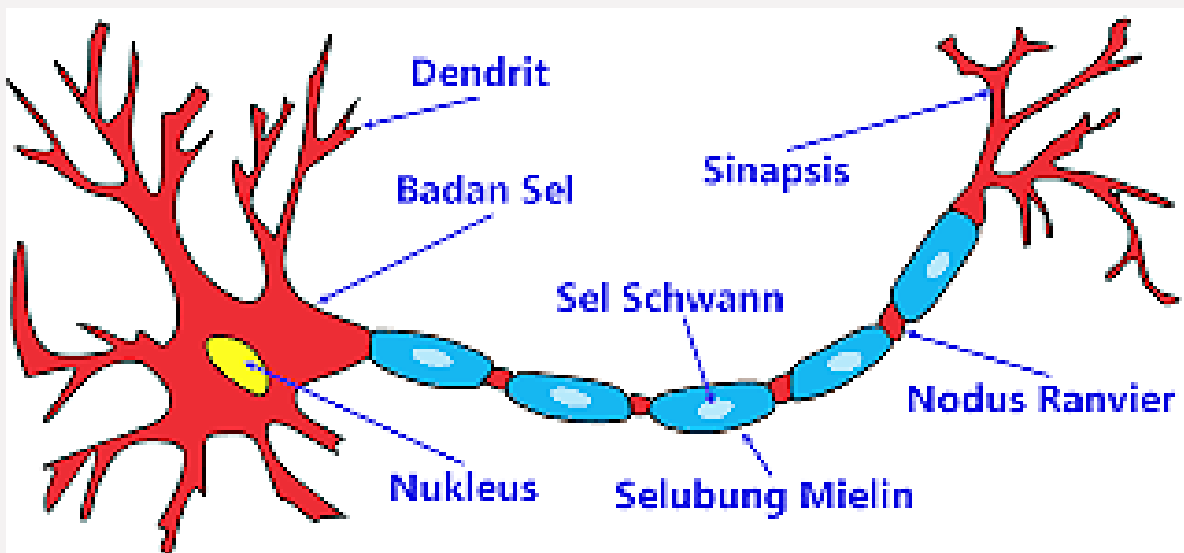
Sistem Saraf

Sistem saraf adalah sistem organ yang paling rumit, tersusun dari jutaan sel-sel saraf (neuron) yang berbentuk serabut dan saling berhubungan untuk persepsi sensor, aktivitas motor sadar maupun tidak sadar, homeostasis proses fisiologi tubuh, serta perkembangan pikiran dan ingatan. Fungsi utama sistem saraf pada manusia adalah:

- Mengontrol dan mengkoordinasikan kegiatan tubuh, baik secara sadar maupun tak sadar.
- Sebagai tempat menyimpan memori dan kecerdasan (*intelegensia*)
- Mengatur lingkungan internal tubuh agar fungsi organ dan sistem lainnya bekerja selaras dengan bantuan sistem endokrin.
- Bereaksi terhadap lingkungan melalui organ-organ indra.

1. Neuron (Sel Saraf)

Neuron merupakan unit fungsional sistem saraf, berukuran panjang sekitar 39 inci, serta terdiri atas bagian badan sel, dendrit, akson (neurit).

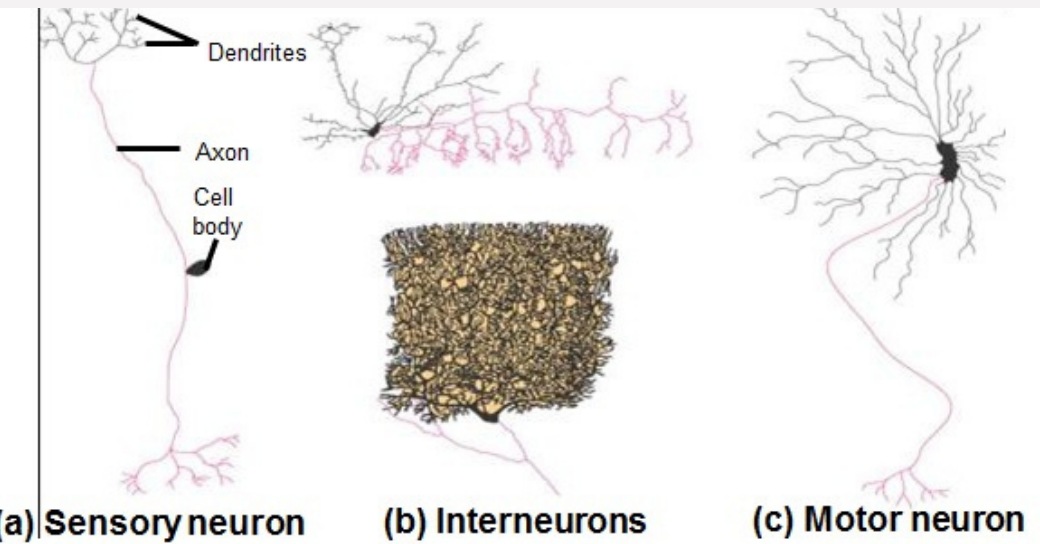


Gambar 9.1 Struktur Sel Saraf
Sumber : gurupendidikan.co.id

a. Struktur neuron

1. **Badan sel (perikarion)**, berfungsi untuk mengendalikan keseluruhan metabolisme neuron. Badan sel memiliki nukleus (inti) di tengah dan nukleous yang menonjol. Nuklues tidak memiliki sentriol dan tidak dapat bereplikasi.
2. **Dendrit**, merupakan julur sitoplasma yang relatif pendek, bercabang-cabang dan berfungsi untuk menerima impuls (sinyal) dari sel lain untuk dikirimkan ke badan sel.
3. **Akson**, merupakan julur sitoplasma yang panjang (berkisar 1mm – 1m) atau cabang tunggal berbentuk silindris yang berasal dari badang sel. Ujung akson bercabang-cabang seperti ranting, berfungsi mengirimkan impuls ke sel neuron lainnya.
4. **Selubung Mielin**, yaitu substansi lemak berwarna putih kekuningan yang membungkus akson. Selubung mielin ditutupi oleh rangkaian *sel schwann* yang disebut selubung Schwann (Neurilema). Pada bagian tertentu dari akson tidak diselubungi mielin, disebut dengan nodus Ranvier yang berfungsi mempercepat jalannya impuls.

b. Berdasarkan fungsinya neuron terbagi menjadi 3 yaitu:



Gambar 9.2 Jenis-jenis Neuron

Sumber: Slideshare.net

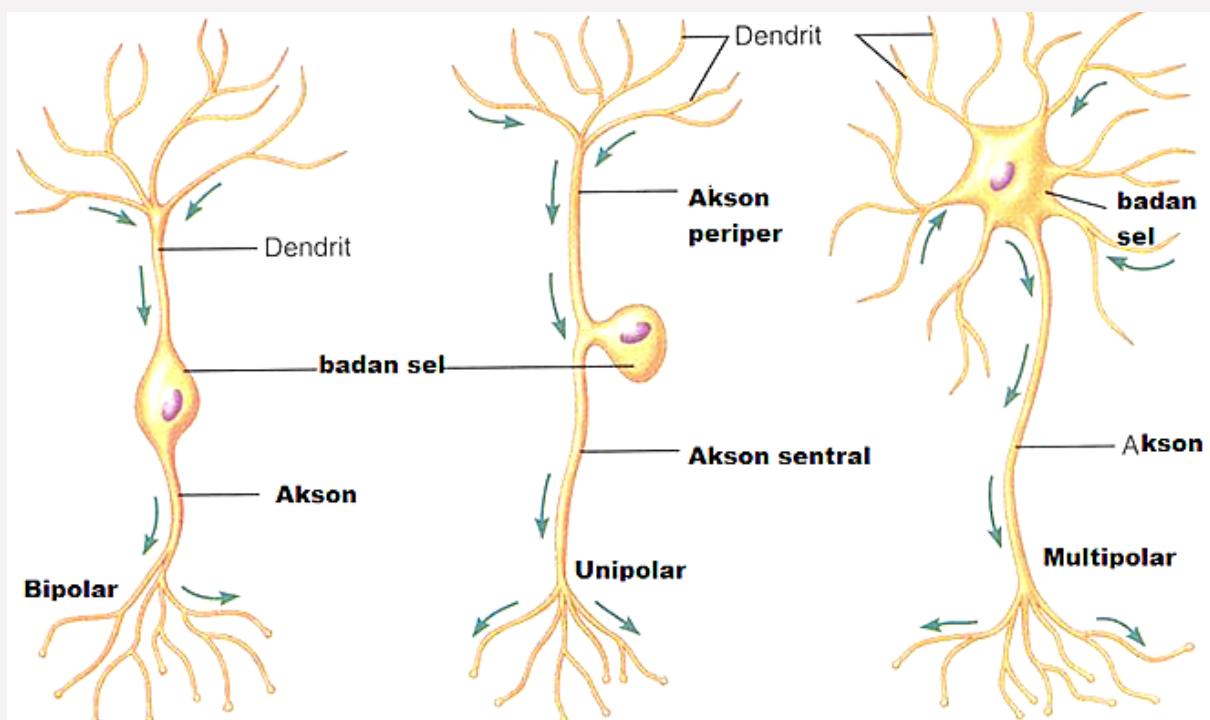
1. **Neuron sensor (aferen)**, berfungsi menghantarkan impuls dari organ sensor ke pusat saraf (otak atau sumsum tulang belakang).

2. **Neuron konektor (interneuron)**, berfungsi menghubungkan neuron yang satu dengan neuron lainnya.

3. **Neuron motor (eferen)**, berfungsi menghantarkan impuls dari saraf pusat ke organ motor (otot) atau kelenjar.

c. Berdasarkan strukturnya, neuron dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu :

1. **Neuron multipolar**, memiliki satu akson dan dua dendrit atau lebih. Contohnya neuron motor yang ada di otak dan medulla spinalis (sumsum tulang belakang).
2. **Neuron bipolar**, memiliki dua juluran berupa dendrit dan akson. Contohnya neuron pada organ indra mata, hidung, dan telinga.
3. **Neuron unipolar (pseudounipolar)**, merupakan neuron bipolar yang tampak hanya memiliki satu juluran dari badan sel. Contohnya neuron pada embrio & fotoreseptor mata.



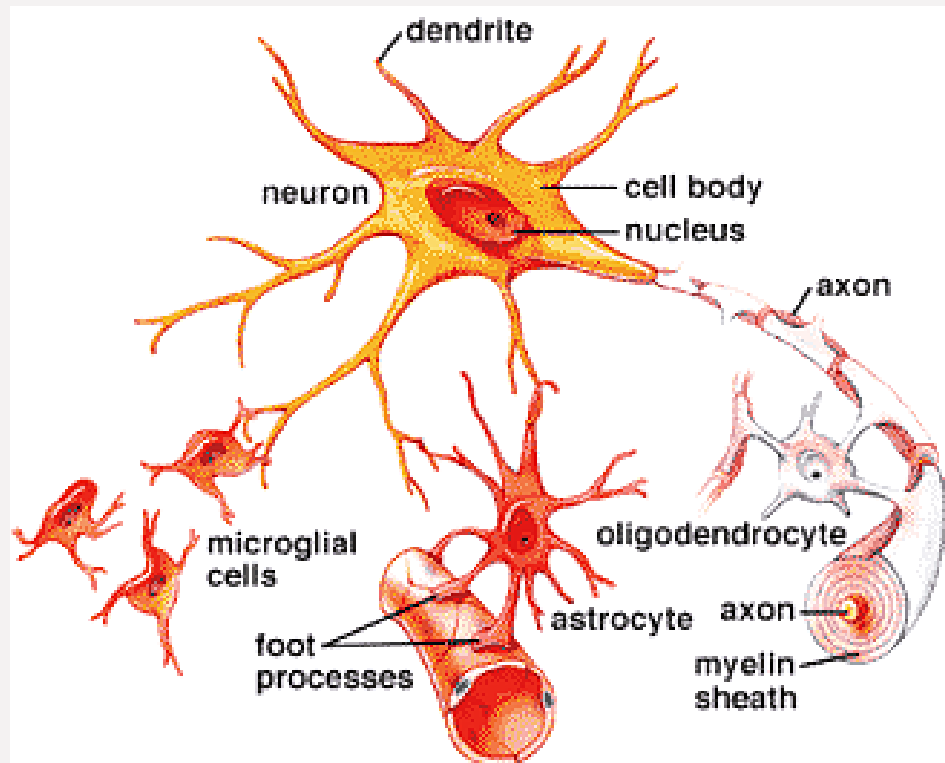
Gambar 9.3 Tipe Neuron

Sumber: sel.co.id

2. Sel Neuroglia (Glia)

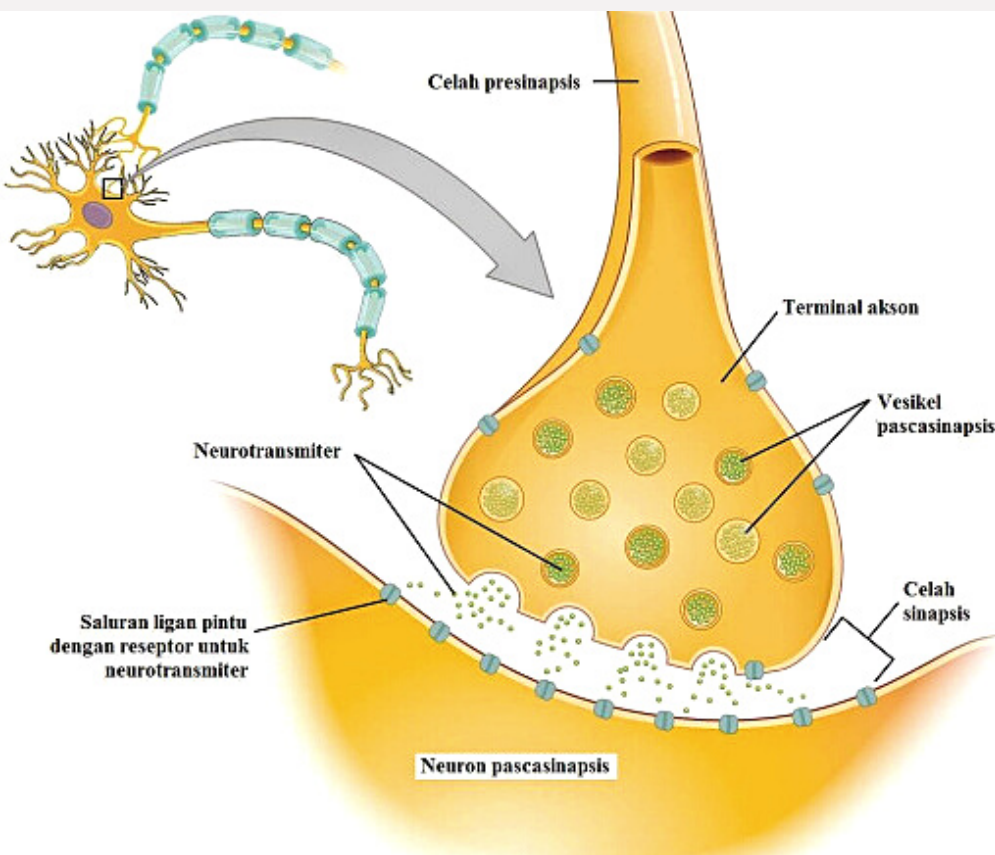
Sel neuroglia merupakan sel penunjang pada susunan saraf pusat yang berfungsi sebagai jaringan ikat. Sel glia dapat membelah secara mitosis. Jenis – jenis sel glia antara lain:

- **Astrosit** berbentuk bintang, berfungsi sebagai lem yang menyatukan antar neuron.
- **Oligodendrosit** atau **oligodendroglia** berbentuk menyerupai astrosit tetapi memiliki badan sel yang lebih kecil, membentuk lapisan mielin untuk melapisi akson.
- **Mikroglia** (berukuran paling kecil dan bersifat fagosit) berfungsi untuk pertahanan imun.
- **Sel ependima** merupakan membran epitelium yang melapisi rongga serebral dan medulla spinalis.



Gambar 9.4 Sel Neuroglia
Sumber: gurupendidikan.co.id

3. Sinapsis



Gambar 9.5 Sinapsis
Sumber: slideshare.net

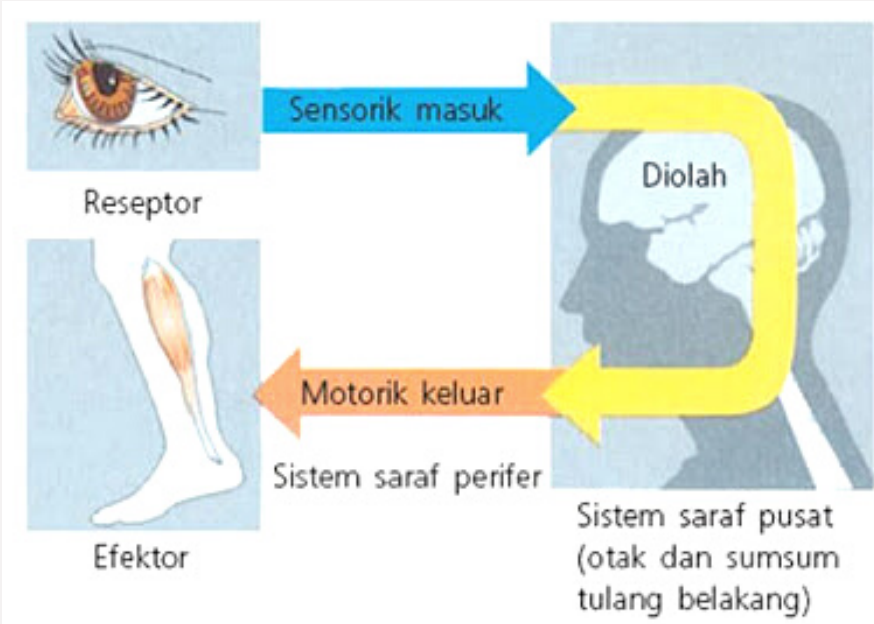
Sinapsis merupakan hubungan antara neuron yang satu dengan neuron yang lainnya. Sinapsis dapat diartikan juga sebagai titik temu antara ujung akson dari neuron satu dengan dendrit dari neuron yang lain. Struktur sinapsis terbagi menjadi tiga bagian yaitu prasinaps (bagian akson terminal), celah sinaps (ruang antar prasinaps dengan pancasinaps), dan pancasinaps (bagian dendrit).

Pada celah sinaps terdapat substansi kimia *neurotransmitter* yang berperan mengirimkan impuls. Neurotransmitter memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Eksitasi : Bersifat meningkatkan impuls
- b. Inhibisi : Bersifat menghambat impuls

4. Impuls Saraf, Gerak Sadar, dan Gerak Refleks

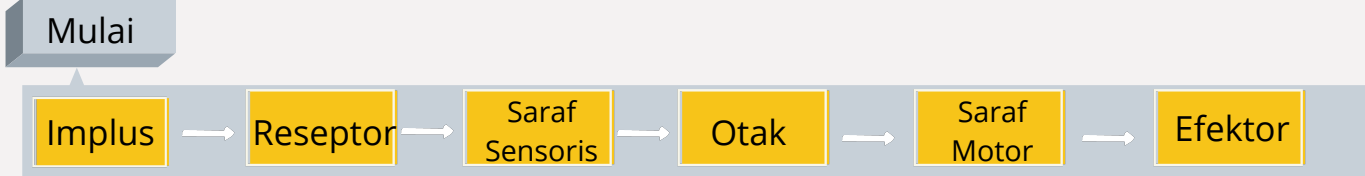
Untuk bereaksi terhadap rangsangan, tubuh memerlukan tiga komponen yaitu reseptor, sistem saraf dan efektor. Impuls saraf merupakan rangsangan atau pesan yang diterima oleh reseptor dari lingkungan luar, kemudian dibawa oleh neuron atau serangkaian pulsa elektrik yang menjalar di serabut saraf. Contoh impuls yaitu perubahan suhu, tekanan, bau, aroma, suara, benda yang menarik perhatian, dan berbagai rasa (manis, asin, asam, dan pahit). Impuls yang diterima reseptor kemudian diteruskan ke efektor yang nantinya akan menimbulkan terjadinya sebuah gerakan, dimana gerakan sendiri dapat dibedakan menjadi dua yaitu:



Gambar 9.6 Arah jalannya rangsangan
Sumber:pustaka.pandani.web.id

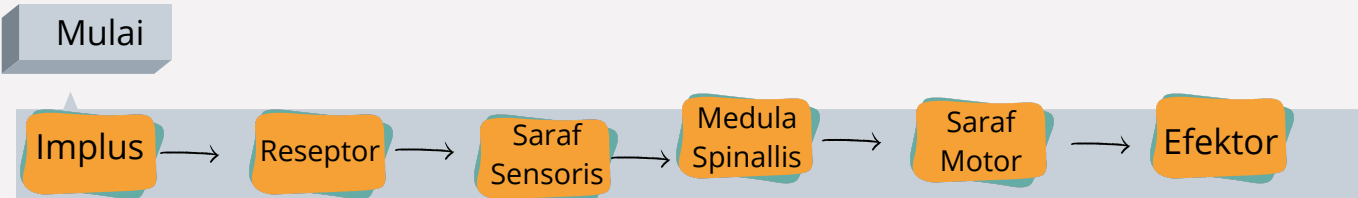
- **Gerak Sadar**

Merupakan gerak yang terjadi karena disengaja atau disadari. Contoh dari gerak sadar yaitu gerakan mengambil air minum saat ingin minum atau memegang buku saat ingin belajar. Penjalaran impuls pada gerak sadar relatif lama, dimana impuls akan melewati jalur panjang melalui otak. Mekanisme yang terjadi pada gerak sadar adalah sebagai berikut :



- **Gerak Refleks**

Merupakan gerak yang tidak disengaja atau tidak disadari. Penjalaran impuls pada gerak refleks berlangsung cepat, melewati jalur pendek dan tidak melalui otak akan tetapi melalui sumsum tulang belakang. Contoh dari gerak refleks yaitu melebar dan menyempitnya pupil mata saat bertemu dengan cahaya, terangkatnya kaki pada saat menginjak duri, dan gerakan tangan pada saat memegang benda panas. Mekanisme yang terjadi pada gerak refleks adalah sebagai berikut :



GERAK REFLEKS

&

GERAK SADAR



Alat dan Bahan:

- Alat tulis
- Kursi

Prosedur/Langkah Kerja:

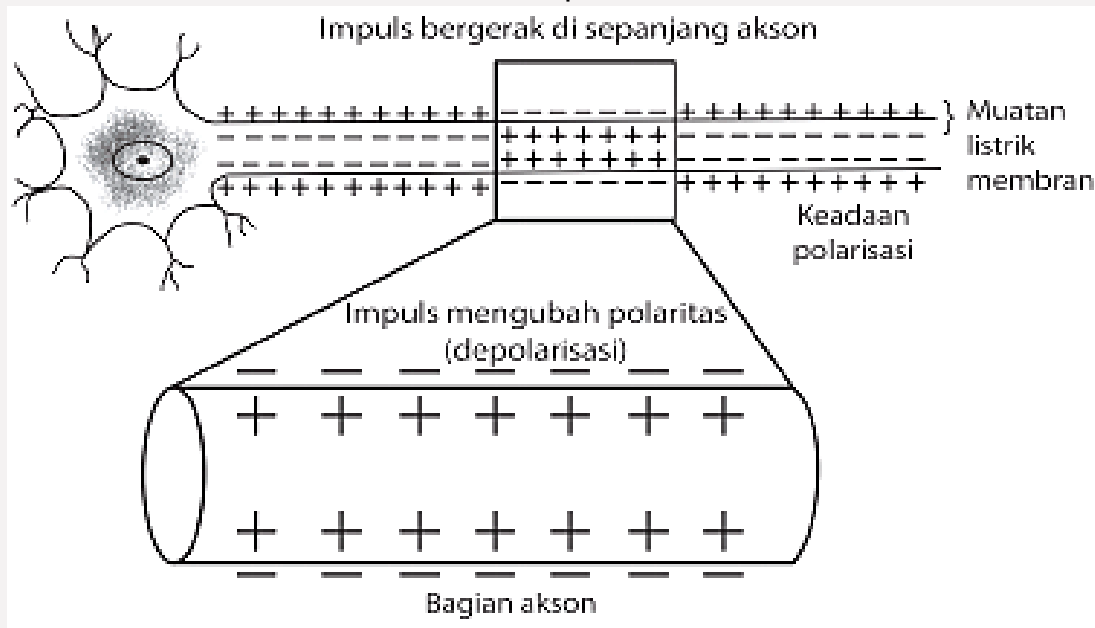
1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Duduk dan silangkanlah satu kaki kamu sehingga salah satu kaki dapat mengayun dengan leluasa.
3. Mintalah salah satu temanmu untuk mengetuk di bagian bawah tempurung lututmu dengan menggunakan tangannya secara tiba-tiba.
4. Amatilah reaksi yang ditunjukkan oleh kaki kamu setelah temanmu mengetuk bagian bawah tempurung lutut kamu.
5. Cobalah bandingkan gerakan atau aktivitas lain yang sesuai dengan kebutuhan kamu dengan gerak refleks. Misalnya pada saat kamu merasa haus maka hal yang harus kamu lakukan adalah pergi untuk mengambil minum atau gerakan pemenuhan kebutuhan lainnya.

Pertanyaan:

1. Apakah gerakan saat mengayunkan kaki dan gerakan pergi mengambil minum merupakan reaksi otomatis?
2. Bagaimana reaksi yang ditunjukkan kaki kamu ketika temanmu memukul bagian bawah tempurung lutut kakimu?
3. Apakah kamu dapat mengontrol gerakan tersebut? Jelaskan!
4. Apakah terdapat perbedaan pada dua gerakan yang kamu lakukan tersebut?
5. Bagaimana proses perambatan impuls yang terjadi pada kedua gerakan tersebut?
6. Buatlah kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan dalam bentuk laporan hasil percobaan.

5. Mekanisme Penghantaran Impuls

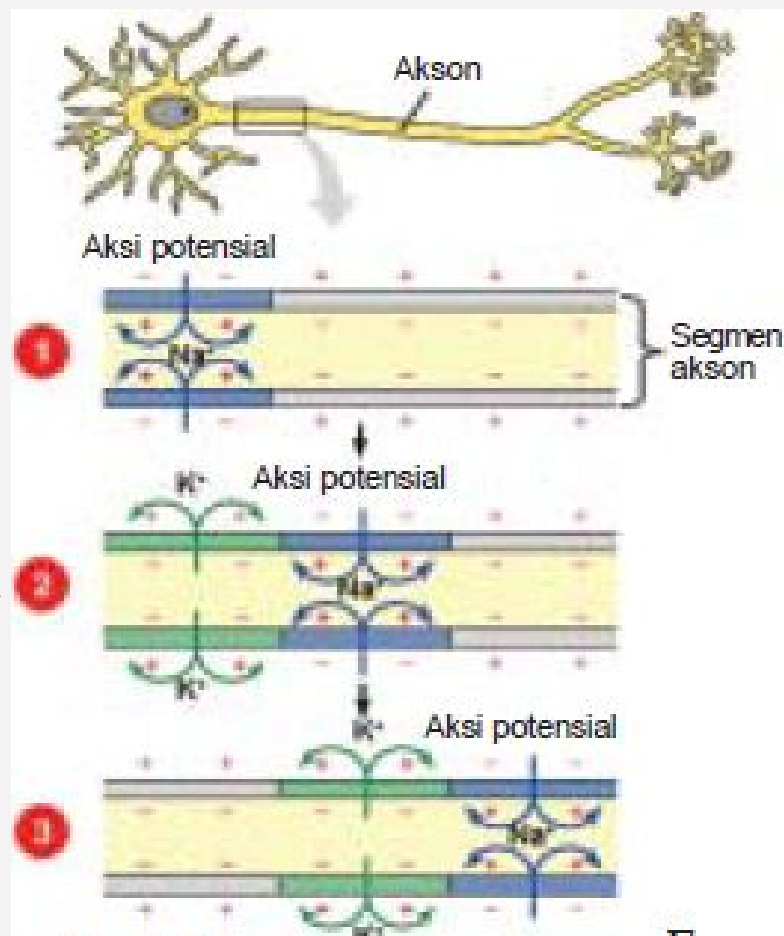
Impuls yang diterima oleh reseptor, selanjutnya akan dihantarkan oleh dendrit menuju ke badan sel saraf dan akson. Dari akson, impuls dihantarkan ke dendrit neuron lainnya.



Gambar 9.7 Implus Saraf
Sumber: siswapedia.com

Penghantar implus dalam neuron terjadi secara konduksi yang melibatkan peran pompa ion Na^+ dan K^+ sebagai berikut:

- **Polarisasi**, tahap dimana neuron tidak menghantarkan implus, saluran ion Na^+ dan K^+ tertutup. Hal ini membuat bagian luar membran bermuatan positif (+) sedangkan di bagian permukaan dalam membran bermuatan negatif (-).
- **Depolarisasi**, jika neuron diberikan rangsangan maka saluran Na^+ akan terbuka dan ion Na^+ akan masuk ke dalam sel. Hal ini menyebabkan terjadinya perubahan muatan listrik, dimana bagian luar membran menjadi bermuatan negatif (-) dan bagian dalam membran menjadi bermuatan positif (+). Depolarisasi selanjutnya akan terjadi jika saluran tambahan Na^+ terbuka dan saluran K^+ tetap tertutup maka akan mengakibatkan keadaan bagian dalam membran menjadi lebih positif.
- **Repolarisasi**, terjadi jika saluran Na^+ tertutup dan tidak aktif, sedangkan saluran K^+ terbuka sehingga ion K^+ keluar yang menyebabkan bagian dalam membran menjadi bermuatan negatif.



Gambar 9.8 Tahap terjadinya Implus
Sumber: materiedukasi.com

6. Sistem Saraf Pusat (SSP)

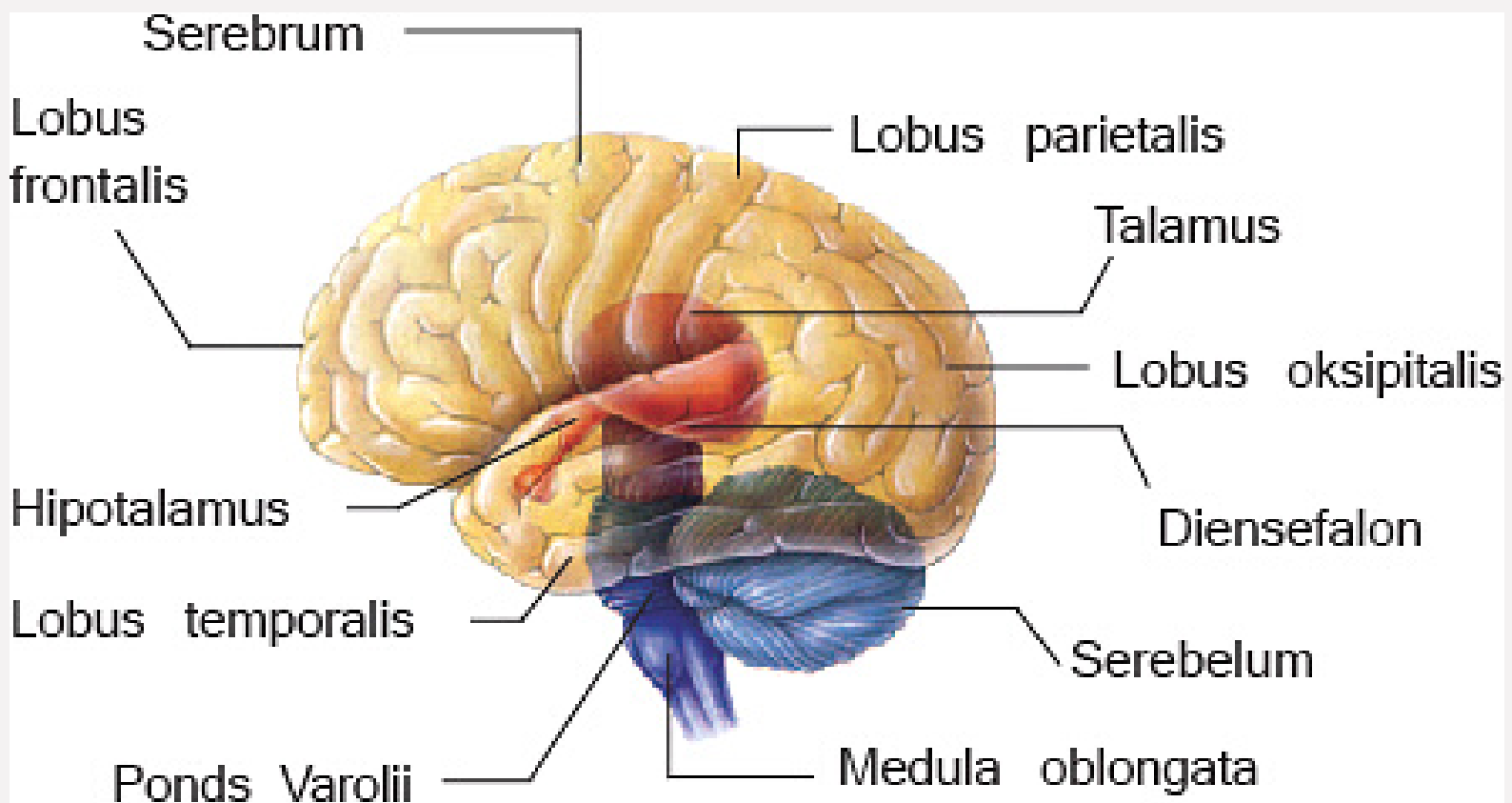
Sistem saraf pusat meliputi otak (cerebral) dan sumsum tulang belakang (medulla spinalis). Otak dilindungi oleh tulang tengkorak, sedangkan medulla spinalis dilindungi oleh ruas-ruas tulang belakang. Pada otak maupun medulla spinalis terdapat lapisan pelindung dari jaringan ikat yang disebut meninges. Meninges terdiri atas tiga lapisan, yaitu:

- **Pia meter**, lapisan terdalam yang halus dan tipis, mengandung banyak pembuluh darah, serta melekat pada otak atau medulla spinalis.
- **Araknoid**, lapisan tengah yang mengandung sedikit pembuluh darah. Araknoid memiliki ruang subaraknoid yang berisi cairan *cerebrospinalis*, pembuluh darah, dan selaput jaringan penghubung yang mempertahankan posisi araknoid pada pia meter di bawahnya.
- **Dura mater** adalah lapisan terluar, tebal, dan kuat, serta terdiri atas dua lapisan.

Otak maupun sumsum tulang belakang memiliki substansi abu-abu dan substansi putih. Substansi abu-abu membentuk bagian luar (korteks) otak dan bagian dalam/medulla spinalis. Substansi abu-abu mengandung badan sel neuron, serabut bermielin dan tidak bermielin, astrosit protoplasma, oligodendrosit dan mikroglia. Sedangkan substansi putih membentuk bagian dalam otak dan bagian luar medulla spinalis. Substansi putih didominasi oleh serabut bermielin maupun tidak bermielin, mengandung oligodendrosit, astrosit fibrosa dan mikroglia.

a. Otak

Otak manusia diperkirakan mencapai 2% dari keseluruhan berat tubuh, mengkonsumsi 25% oksigen dan menerima 1,5% darah dari jantung.



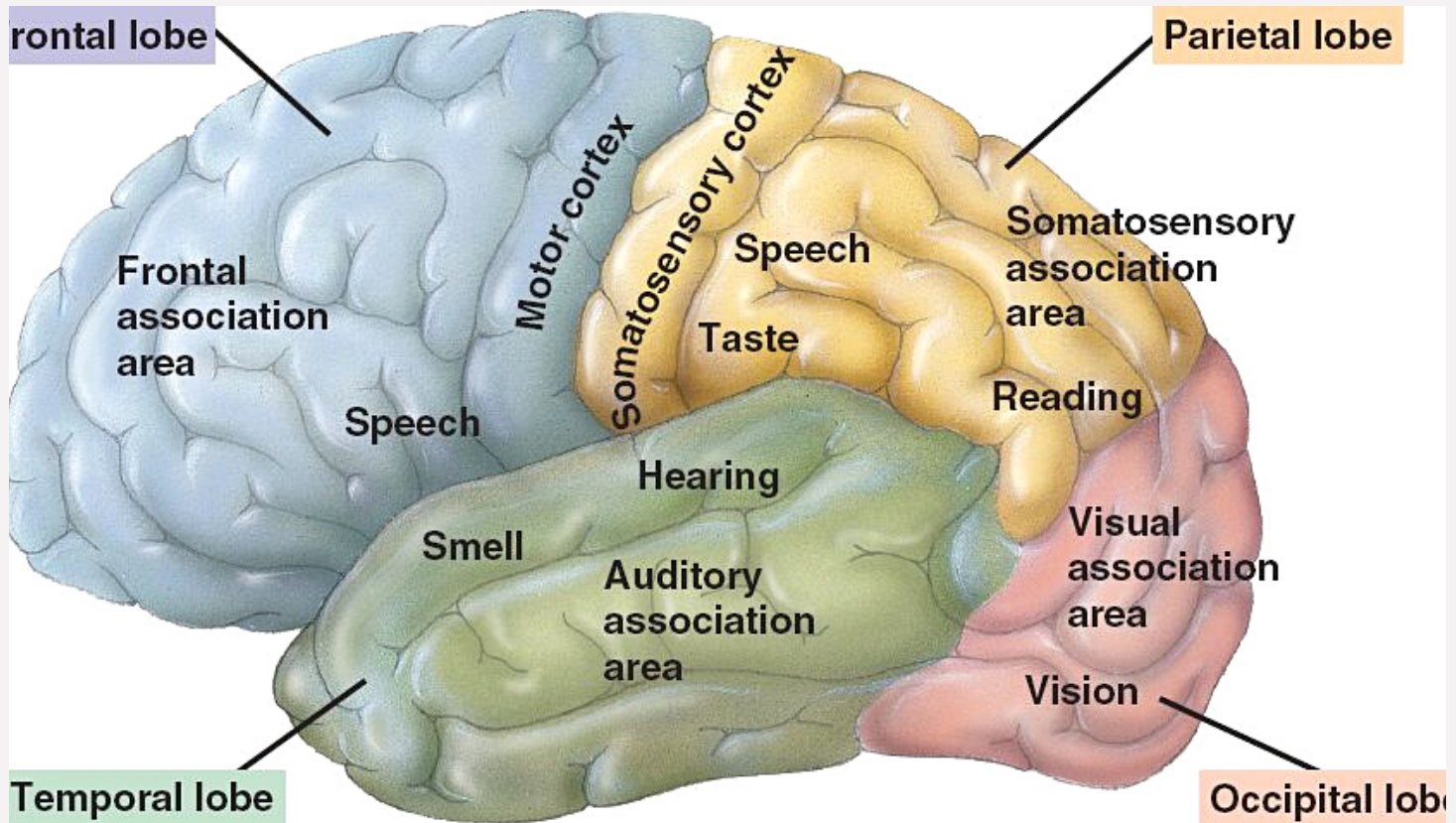
Gambar 9.9 Bagian-bagian otak

Sumber: myrightspot.com

- **Bagian-bagian otak antara lain:**

1. Serebrum (Otak Besar)

Bagian luarnya tersusun dari substansi abu-abu yang disebut korteks serebral, sedangkan bagian dalamnya tersusun dari substansi putih yang disebut nucleus basal (ganglia basal). *Korteks* serebral terbagi menjadi dua belahan (hemisfer serebral), yaitu sisi kanan dan sisi kiri yang dihubungkan oleh pita tebal dari belahan putih serebrum yang disebut korpus kalosum. Sedangkan *nucleus basal* adalah pusat untuk koordinasi motor. Jika bagian ini rusak, seseorang akan menjadi pasif dan tidak mampu bergerak.



Gambar 9.10 Fungsi dari bagian-bagian korteks serebral

Sumber: *Biology Concepts & Connections*, 2006

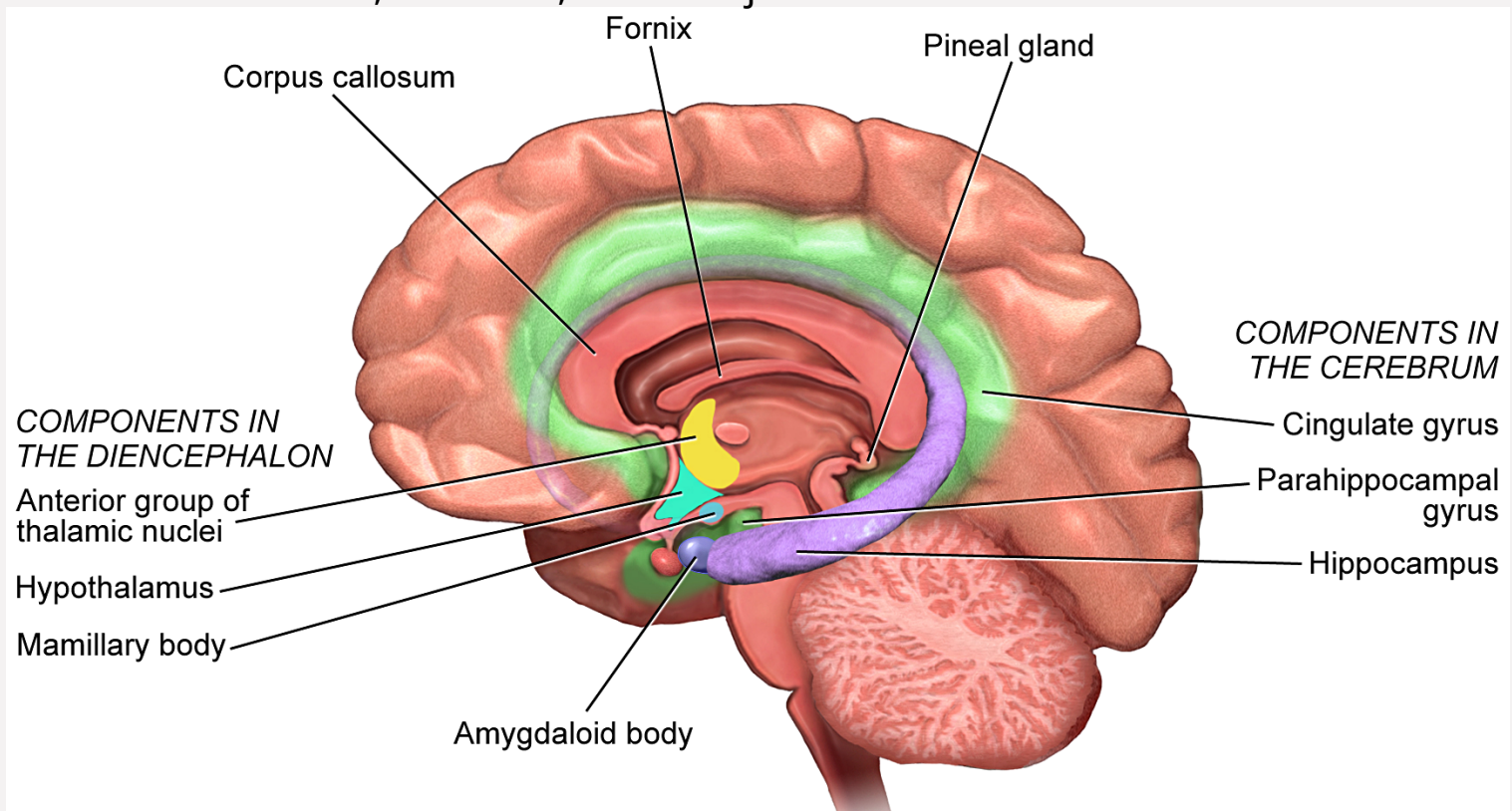
2. Diensefalon

Diensefalon terletak di antara cerebrum dan otak tengah, tersembunyi di balik hemisfer serebral. Bagian-bagian diensefalon antara lain:

- Talamus, berfungsi menerima dan meneruskan impuls ke korteks otak besar, serta berperan dalam sistem kesadaran dan kontrol motor.
- Hipotalamus, berfungsi mengendalikan aktifitas sistem saraf otonom atau tak sadar, sebagai pusat pengetahuan, emosi, dan mempengaruhi keseluruhan sistem endokrin/hormon.
- Epitalamus, merupakan pita sempit jaringan saraf yang membentuk atap diensefalon dan berperan dalam dorongan emosi. Pada epitalamus terdapat badan pineal yang berperan dalam fungsi endokrin.

3. Sistem Limbik (Rinensefalon)

Sistem limbik adalah cincin struktur-struktur otak depan yang mengelilingi otak dan saling berhubungan melalui jalur-jalur neuron yang rumit. Sistem limbik berfungsi dalam pengaturan emosi, mempertahankan kelangsungan hidup, pola perilaku sosioseksual, motivasi, dan belajar.



Gambar 9.11 Sistem Limbik
Sumber: sel.co.id

4. Mensenfalon (Otak Tengah)

Otak tengah adalah bagian otak pendek yang menghubungkan pons dan serebelum (otak kecil) dengan serebrum (otak besar). Mensenfalon berfungsi sebagai jalur penghantar dan pusat refleks, serta meneruskan informasi penglihatan dan pendengaran.

- Jembatan Varol (Pons Varolii), tersusun dari substansi putih yang berisi serabut saraf yang menghubungkan otak kecil kiri dan kanan serta menghubungkan otak besar dan sumsum tulang belakang. Pons Varolii berfungsi untuk mengatur frekuensi dan kekuatan bernapas.
- Otak Kecil (Serebelum), merupakan bagian otak yang sangat berlipat, terletak di bawah lobus oksipital dan melekat di bagian punggung atas batang otak. Serebelum berfungsi untuk mempertahankan keseimbangan, kontrol gerakan mata, meningkatkan kontraksi otot serta koordinasi gerak sadar yang berkaitan dengan keterampilan.
- Medulla Oblongata, berfungsi dalam pengendalian frekuensi denyut jantung, tekanan darah, pernapasan, gerakan alat pencernaan makanan, menelan, muntah, sekresi kelenjar pencernaan, serta mengatur gerak refleks seperti bersin, batuk, dan berkedip.
- Formasi Retikuler, berfungsi untuk memicu dan mempertahankan kewaspadaan serta kesadaran.

b. Medulla Spinalis (Sumsum Tulang Belakang)

Medulla spinalis berbentuk silinder langsing yang memanjang dari batang otak medula oblongata hingga ruas ke 2 tulang pinggang. Medulla spinalis berfungsi mengendalikan berbagai aktivitas refleks dalam tubuh, serta menghantarkan rangsangan koordinasi antara otot dan sendi ke serebelum. Impuls sensor dari reseptor dihantarkan masuk ke sumsum tulang belakang melalui tanduk dorsal, sedangkan impuls motor keluar dari sumsum tulang belakang melalui tanduk ventral menuju efektor. Pada tanduk dorsal, terdapat badan sel saraf penghubung yang akan menerima impuls dari sel saraf sensor dan akan menghantarkannya ke saraf motor.

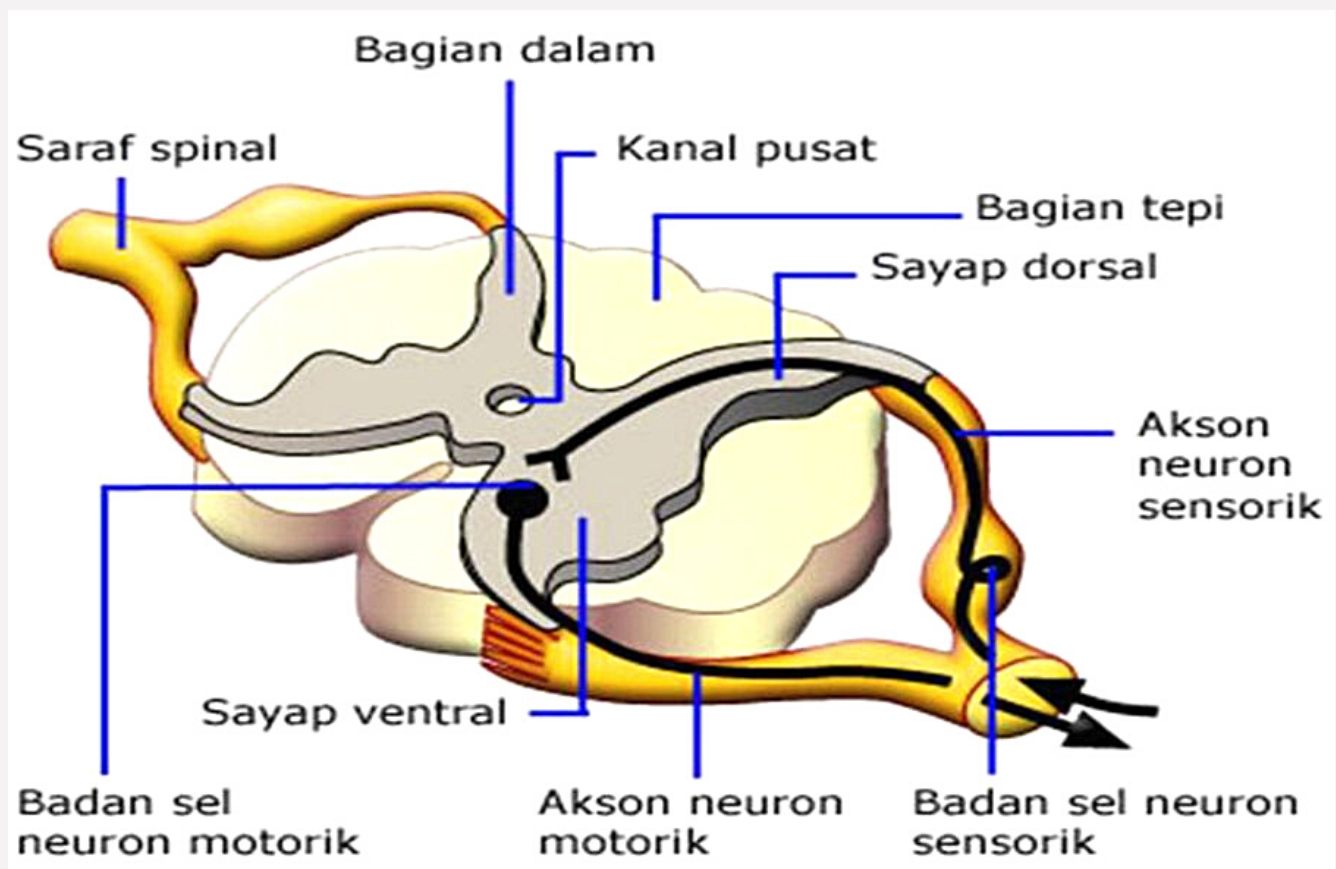
Medulla spinalis bagian luar berwarna putih, sedangkan bagian dalam berwarna abu-abu dan berbentuk seperti huruf H.

a. Struktur Bagian Dalam (Substansi Abu-Abu).

Bagian atas dan bawah dari struktur berbentuk huruf H, disebut tanduk atau kolumna yang banyak mengandung badan sel, dendrit asosiasi, neuron eferen, dan akson tidak bermielin.

b. Struktur Bagian Luar (Substansi Putih)

Substansi putih tersusun dari akson yang bermielin. Bagian ini terbagi menjadi funikulus (kolumna), anterior (ventral), posterior, ventrolateral, dan lateral.



Gambar 9.12 Penampang melintang sumsum tulang belakang

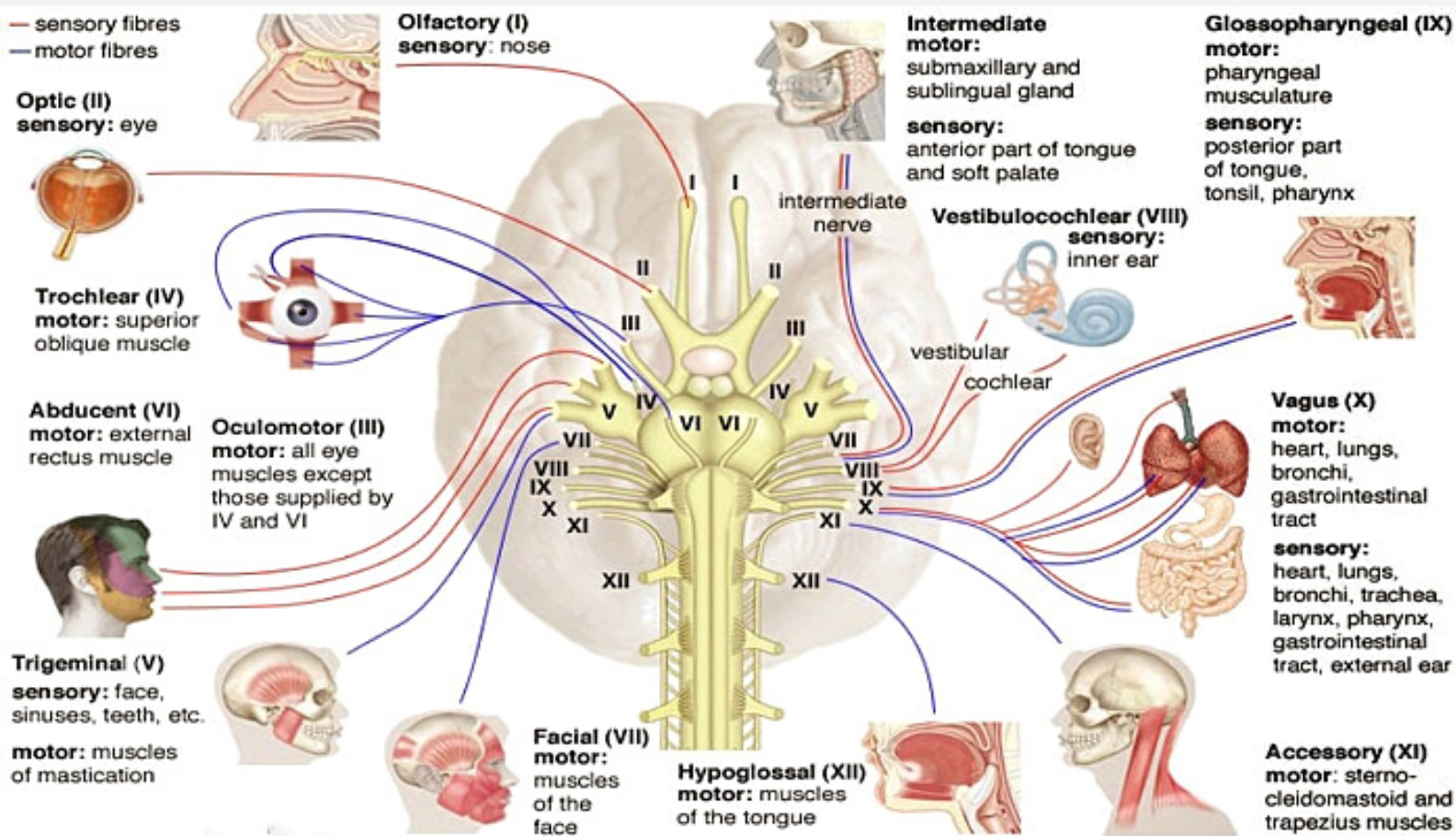
Sumber: wardhanawighru.blogspot.com

7. Sistem Saraf Tepi (SST)

Sistem saraf tepi (sistem saraf perifer) terdiri atas jaringan saraf yang berada di luar otak dan di luar medulla spinalis. Sistem ini meliputi saraf kranial, yang berasal dari otak dan saraf spinal yang berasal dari medulla spinalis. Pada sistem saraf tepi terdapat ganglion, yaitu struktur lonjong yang mengandung badan sel neuron dan sel glia yang ditunjang oleh jaringan ikat.

a. Saraf Kranial

Saraf kranial terdiri atas 12 pasang saraf. Sebagian besar tersusun dari serabut sensori dan motor, tetapi beberapa saraf hanya tersusun dari serabut sensori.



Gambar 9.13 Saraf Kranial

Sumber : gustinerz.com

b. Saraf Spinal

Setiap saraf spinal terdiri dari satu radiks dorsal (posterior) dan ventral (anterior). Radiks dorsal terdiri atas kelompok serabut sensorik yang memasuki korda, sedangkan radiks ventral terdiri atas serabut motor dari korda. Bagian yang membesar pada radiks dorsal disebut ganglion radiks dorsla yang mengandung neuron sensor. Sistem saraf tepi meliputi serat-serat saraf yang membawa informasi antara sistem saraf pusat dan bagian tubuh lainnya (perifer). Berdasarkan arah impuls yang dibawanya, sistem saraf tepi dibagi menjadi divisi eferen dan aferen. Sistem saraf eferen dibagi menjadi *sistem saraf somatik* dan *sistem saraf otonom*. Sistem saraf somatik terdiri atas serat-serat neuron motoris yang terdapat pada otot rangka. Sementara itu, sistem saraf otonom terdiri atas serat-serat yang terdapat pada otot polos otot jantung dan kelenjar.

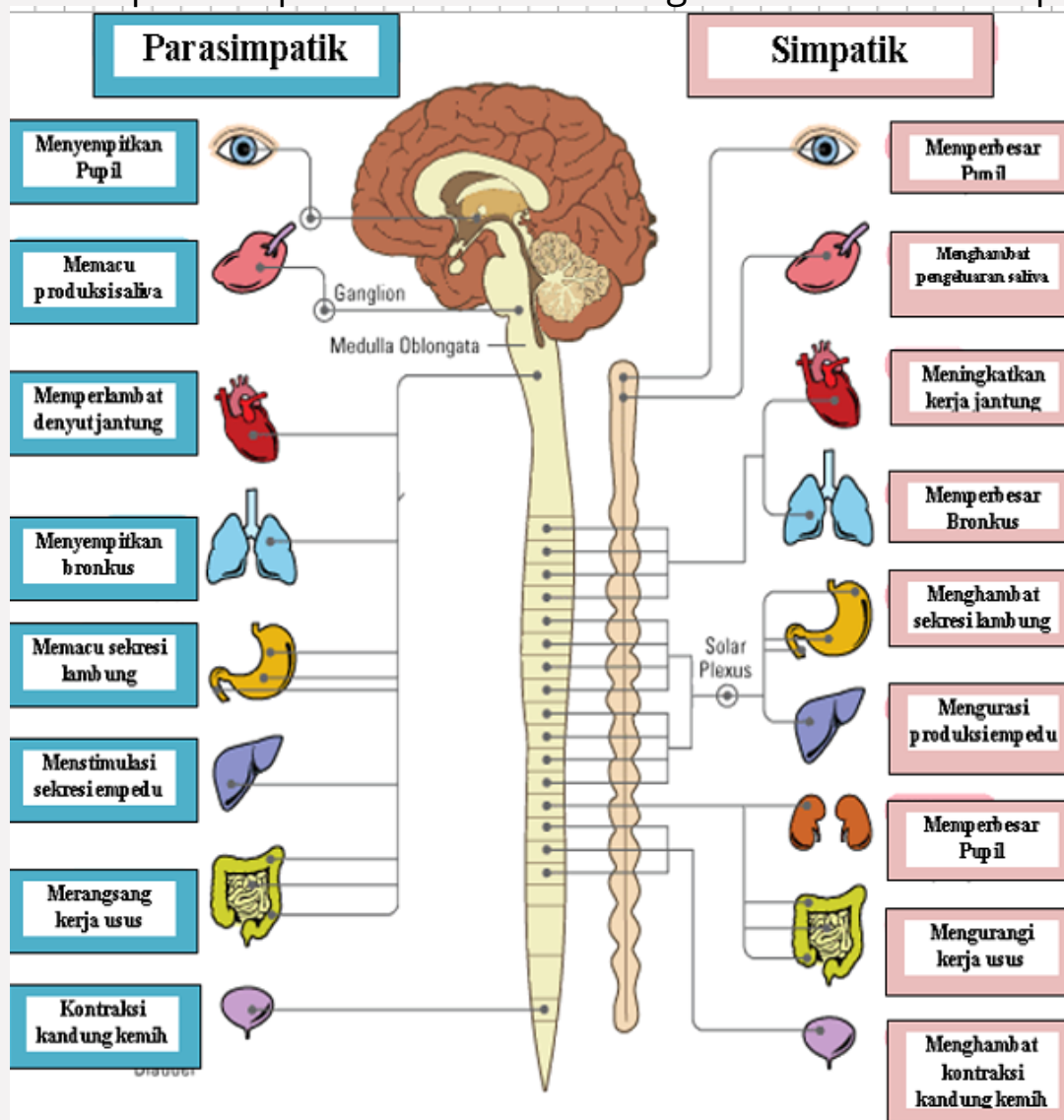
- Berdasarkan fungsinya, sistem saraf otonom dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Sistem Saraf Simpatik

Sistem saraf simpatik mendorong respon-respon yang mempersiapkan tubuh untuk beraktivitas fisik berat dalam situasi darurat atau stress, yang disebut respon lawan (respon lari). Oleh karena itu, tubuh membutuhkan hal-hal yang mendukung situasi tersebut, misalnya jantung berdenyut lebih cepat dan kuat, tekanan darah meningkat, saluran nafas membuka lebar, glikogen dan simpanan lemak diuraikan untuk menghasilkan energi, dan keringat meningkat.

b. Sistem Saraf Parasimpatik

Serat saraf parasimpatik berasal dari area kranial (otak) dan sacrum (di bagian bawah medulla spinalis) serat praganglion parasimpatis lebih panjang daripada serat praganglion simpatis karena tidak mencapai ganglion terminal di dalam atau di dekat organ efektor. Sistem parasimpatis bekerja pada keadaan tenang (santai) serta mendorong fungsi tubuh untuk istirahat dan mencerna, sehingga akan memperlambat aktivitas yang ditingkatkan oleh sistem saraf simpatis, misalnya denyut jantung lambat atau normal. Dengan kata lain fungsi dari sistem saraf parasimpatis berlawanan dengan sistem saraf simpatis.



Gambar 9.14 Sistem saraf Otonom

Sumber: gurupendidikan.co.id

8. Gangguan Sistem Saraf

- **Meningitis**, yaitu peradangan pada selaput otak (meningia) dengan gejala bertambahnya jumlah dan berubahnya susunan cairan serebrospinal. Penyakit ini dapat disebabkan oleh bakteri atau virus.
- **Ensefalitis**, yaitu peradangan pada jaringan otak, biasanya disebabkan oleh virus.
- **Neuritis**, yaitu gangguan pada saraf tepi akibat peradangan, keracunan, atau tekanan. Gejala penyakit ini adalah rasa sakit yang hebat pada malam hari.
- **Rasa kebas dan kesemutan**, yaitu gangguan pada sistem saraf sensoris yang dapat disebabkan oleh gangguan metabolisme, tertutupnya aliran darah atau kekurangan vitamin neurotropik (B1, B6, dan B12).
- **Epilepsi (ayan)**, yaitu penyakit saraf menahun yang menimbulkan serangan mendadak berulang-ulang tidak beralasan. Penyakit ini dapat disebabkan oleh trauma kepala (cedera) dan tumor otak. Kerusakan otak saat proses kelahiran, stroke, dan alkohol. Ayan bukan termasuk penyakit keturunan.
- **Alzheimer**, yaitu sindrom kematian sel-sel otak secara bersamaan sehingga otak tampak mengecil dan kemampuan daya mengingat berkurang. Penyakit ini, sering diderita oleh orang yang berusia ≥ 65 tahun.
- **Gegar otak (*common cerebri*)**, yaitu bergeraknya jaringan otak dalam tengkorak yang menyebabkan perubahan fungsi mental atau tingkat kesadaran. Gegar otak ditandai dengan gejala awal kebingungan atau pingsan selama beberapa menit.