

Sistem Saraf

A. PENDAHULUAN

✎ **Sistem saraf** adalah salah satu bagian dari sistem koordinasi yang mengatur aktivitas tubuh melalui rangsangan listrik secara cepat.

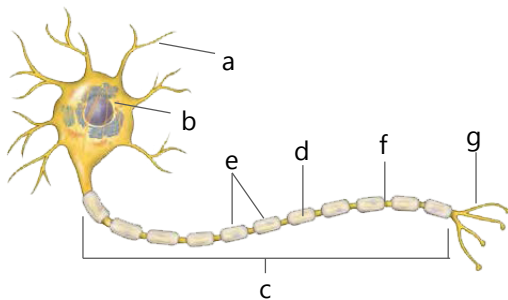
✎ **Komponen sistem saraf** terdiri atas sel saraf, sistem saraf pusat, dan sistem saraf tepi.

B. SEL SARAF

✎ **Sel saraf/neuron** adalah unit fungsional terkecil dari sistem saraf yang menyusun jaringan saraf.

✎ **Sel saraf** yang berkelompok selain di sistem saraf pusat disebut **ganglion**, yang berkelompok di sistem saraf pusat disebut **nukleus**.

✎ **Struktur sel saraf:**



- Dendrit**, berfungsi menerima rangsang.
- Badan sel** (perikarion), berfungsi memproses rangsang. Badan sel mengandung badan Nissl sebagai alat sintesis protein.
- Akson**, berfungsi menghantarkan rangsang menuju sinapsis, dan diselubungi myelin. Ujung awal akson disebut akson hillock, dan ujung akhir akson disebut akson terminal.
- Sel Schwann**, merupakan sel glia (penunjang sel saraf) berupa lemak yang berfungsi menghasilkan selubung myelin.
- Selubung mielin**, berfungsi untuk melindungi akson dan memberi nutrisi.
- Nodus Ranvier** (celah), berfungsi untuk mempercepat hantaran rangsangan.
- Sinapsis**, berfungsi meneruskan rangsang ke sel saraf selanjutnya.

✎ **Macam-macam jaringan saraf:**

- Saraf sensorik/afere**n, yaitu saraf yang mengirimkan rangsang dari daerah reseptor/indra menuju sistem saraf pusat.
- Interneuron**, yaitu saraf penghubung yang banyak terdapat di otak dan sumsum tulang belakang yang terdiri dari:
 - Saraf konektor**, penghubung antar sel saraf sejenis.

b. **Saraf adjustor**, penghubung saraf sensorik dengan saraf motorik.

- Saraf motorik/efere**n, yaitu saraf yang mengirimkan rangsang dari sistem saraf pusat menuju efektor (penanggap rangsang).

✎ **Struktur sel jaringan saraf:**

Jaringan saraf	Dendrit	Akson
Saraf sensorik	panjang	pendek
Interneuron	pendek	panjang atau pendek
Saraf motorik	pendek	panjang

✎ **Berdasarkan bentuknya**, sel saraf terbagi menjadi:

- Saraf multipolar**



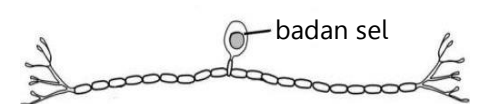
Sel saraf jenis ini kebanyakan ditemukan pada saraf motorik dan interneuron.

- Saraf bipolar**



Sel saraf jenis ini kebanyakan ditemukan pada reseptor telinga, mata dan hidung.

- Saraf unipolar**



Sel saraf jenis ini kebanyakan ditemukan pada saraf sensorik dan reseptor alat indra.

C. MEKANISME PENGHANTARAN IMPULS

✎ **Rangsangan/impuls** adalah suatu perubahan yang diterima tubuh baik dari luar atau dalam. Sel saraf menghantarkan impuls dalam bentuk listrik.

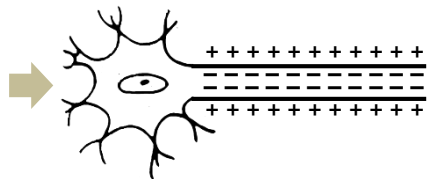
✎ **Reseptor** adalah bagian yang menerima/merespon rangsangan yang diterima tubuh.

✎ **Efektor** adalah bagian yang digunakan untuk bereaksi terhadap rangsangan yang diterima.

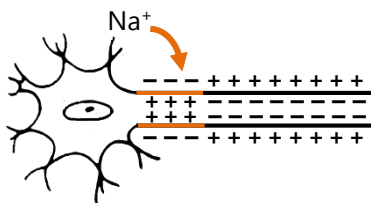
✎ **Sistem saraf** berfungsi memproses rangsangan yang diterima reseptor untuk meneruskan hasil olahan rangsangan menuju efektor.

✎ **Mekanisme penghantaran** lewat sel saraf:

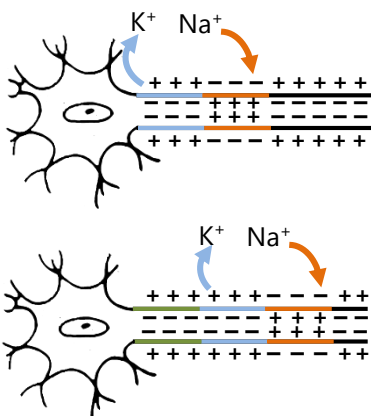
1. **Jika tidak ada rangsangan**, sel saraf dalam keadaan polarisasi (istirahat).



2. **Ketika ada rangsangan**, sel saraf melakukan depolarisasi, yaitu pembalikan muatan sel dengan meningkat permeabilitas membran sehingga dapat memasukkan ion Na^+ .

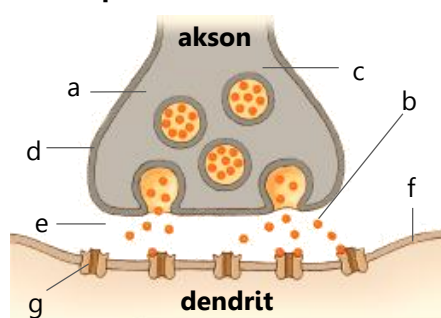


3. **Depolarisasi** menimbulkan potensial aksi dan daerah itu berpindah secara menjulur sepanjang perjalanan impuls.
4. **Seiring perpindahan daerah polarisasi**, daerah yang telah dilewati impuls memulihkan muatannya dengan melepas ion K^+ .



5. **Sel saraf** yang telah dilewati impuls mengalami **masa refrakter**, yaitu tidak peka rangsangan, karena melewati masa pemulihan.

Struktur sinapsis sel saraf:



- a. **Tombol sinapsis**, yaitu ujung akhir akson yang membentuk tombol.
- b. **Neurotransmitter**, yaitu zat kimia penghantar impuls antar sel saraf yang dihasilkan sel saraf pra-sinapsis.

Macam-macam neurotransmitter:

- **Asetilkolin** (seluruh tubuh)
 - **Noradrenalin** (sistem saraf simpatik)
 - **Serotonin** (sistem saraf pusat)
 - **Dopamin** (sistem saraf pusat)
- c. **Vesikel sinapsis**, yaitu kantung yang berfungsi menyimpan neurotransmitter sebelum digunakan.
 - d. **Membran pra-sinapsis**
 - e. **Celah sinapsis**
 - f. **Membran pos-sinapsis**
 - g. **Reseptor protein**, yaitu protein yang mengikat neurotransmitter.

Mekanisme penghantaran lewat sinapsis:

- 1) **Neurotransmitter** dihasilkan sel saraf pra-sinapsis dan disimpan dalam vesikel sinapsis.
- 2) **Ketika impuls tiba** di tombol sinapsis, membran pra-sinapsis meningkatkan permeabilitas membran sehingga Ca^{2+} dapat masuk.
- 3) **Ca^{2+}** menyebabkan vesikel sinapsis keluar dari membran pra-sinapsis dan melepaskan neurotransmitter menuju celah sinapsis.
- 4) **Neurotransmitter** kemudian diterima reseptor protein pada membran pos-sinapsis, dan impuls dilanjutkan ke sel saraf berikutnya.

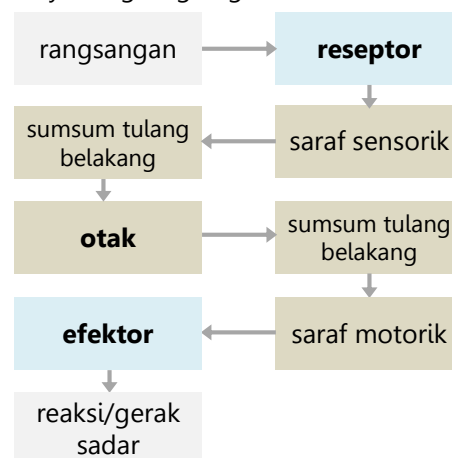
Hasil dari penghantaran dan pengolahan impuls pada sistem saraf pusat menghasilkan reaksi/gerak yang dilakukan efektor.

Gerak yang dilakukan efektor terdiri dari:

- 1) **Gerak sadar**

Gerak sadar adalah gerak yang rangsangannya disadari dan diolah terlebih dulu oleh otak.

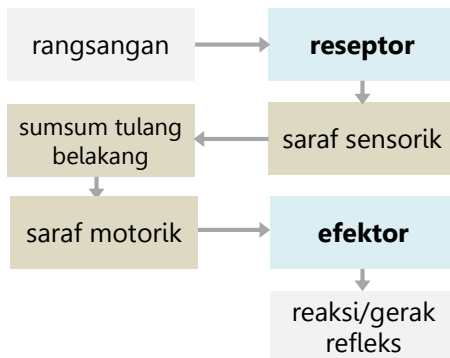
Jalannya rangsangan gerak sadar:



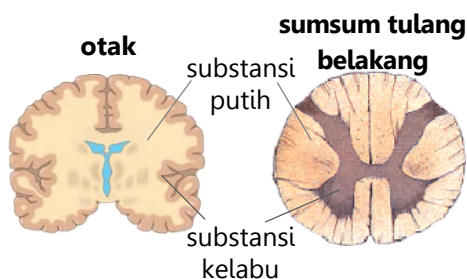
2) **Gerak refleks**

Gerak refleks adalah gerak cepat atau tiba-tiba yang terjadi karena adanya rangsangan mengejutkan, sehingga rangsangan tidak diolah terlebih dahulu oleh otak.

Jalannya rangsangan gerak refleks:

**D. SISTEM SARAF PUSAT****Susunan sistem saraf pusat:**

- 1) Terdiri atas **otak** dan **sumsum tulang belakang**.
- 2) Tersusun atas **substansi kelabu** (grisea) berupa kumpulan badan sel saraf, dan **substansi putih** (alba) berupa serabut saraf (akson saraf).



- 3) Dilindungi rangka berupa **tengkorak** (otak) dan **ruas-ruas tulang belakang** (sumsum tulang belakang), dan tersambung oleh balok otak dan rongga yang disebut **ventrikel**.
- 4) Dilindungi oleh selaput yang disebut **meninges** yang merupakan jaringan ikat yang terdiri dari lapisan pia mater (dalam), arachnoid (tengah) dan duramater (luar).
- 5) Berisi cairan getah bening yang disebut cairan **cerebrospinal**.

Otak adalah organ yang bertanggung jawab sebagai pusat koordinasi tubuh.

Berdasarkan **hemisfernya** (belahan), otak terbagi menjadi:

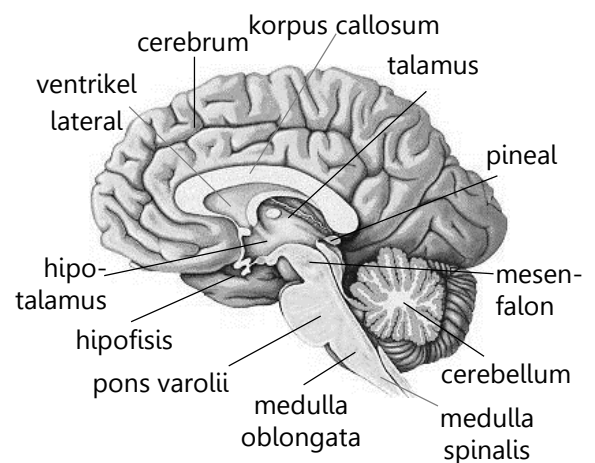
- 1) **Otak kiri**, mengendalikan tubuh bagian kanan, merupakan pusat IQ, logika, rasio, membaca, menulis dan matematika.
- 2) **Otak kanan**, mengendalikan tubuh bagian kiri, merupakan pusat EQ, linguistik, perasaan, seni, ekspresi dan komunikasi.

Berdasarkan perkembangan sewaktu embrio, otak terbagi menjadi:

- 1) **Otak depan (prosencefalon)**
 - a. **Telensefalon**, yaitu cerebrum (otak besar).
 - b. **Diensefalon**, yaitu talamus, hipotalamus, kelenjar pineal, kelenjar hipofisis, dll.
- 2) **Otak tengah (mesencefalon)**
- 3) **Otak belakang (rhombencefalon)**
 - a. **Metensefalon**, yaitu pons varolii dan cerebellum (otak kecil).
 - b. **Mielensefalon**, yaitu medulla oblongata (sumsum lanjutan).

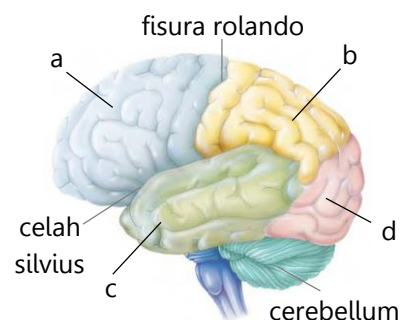
Gabungan mesencefalon, pons varolii dan medulla oblongata disebut **batang otak**.

Bagian-bagian otak secara umum:

1) **Cerebrum** (otak besar)

Bagian terbesar otak sebagai pusat pengaturan aktivitas tubuh.

Otak besar terdiri dari lapisan korteks (substansi kelabu) dan lapisan medulla (substansi putih).



Otak besar terbagi menjadi empat lobus:

- a. **Lobus frontalis** (depan/dahi)
Sebagai pusat berpikir, berencana, berbicara dan kontrol motorik.
- b. **Lobus parietalis** (atas/ubun-ubun)
Sebagai pusat indra perabaan, indra pengecap, rasa sakit, kewaspadaan dan pengolahan informasi dari berbagai reseptor.

c. **Lobus temporalis** (samping/pelipis)
Sebagai pusat indra pendengaran, berbicara dan bahasa.

d. **Lobus oksipetalis** (belakang)
Sebagai pusat indra penglihatan, memori penglihatan, dan membaca.

Otak besar kanan dengan kiri dihubungkan oleh **korpus callosum** yang merupakan substansi putih terbesar.

Ventrikel lateral kanan dan kiri berfungsi menghubungkan otak dengan ventrikel lain.

2) **Talamus**

Substansi kelabu yang menerima impuls dari saraf sensorik (kecuali penciuman) ke korteks otak.

Talamus melakukan persepsi dan perwujudan fisik luar terhadap rasa sakit dan emosi.

3) **Hipotalamus**

Merupakan pusat pengaturan saraf otonom seperti emosi, tingkah laku, suhu tubuh, lapar dan haus, tidur, keseimbangan metabolisme tubuh, dan tekanan darah.

Hipotalamus menghasilkan faktor-faktor yang mempengaruhi kelenjar hipofisis.

4) **Mesensefalon** (otak tengah)

Ukurannya kecil dan terdapat bagian yang mengendalikan penglihatan (kolikuli superior) dan pendengaran (kolikuli inferior).

5) **Pons varolii** (jembatan varol)

Merupakan jembatan penghubung bagian-bagian dari otak.

6) **Medulla oblongata** (sumsum lanjutan)

Merupakan penghubung otak ke sumsum tulang belakang.

Fungsinya mengatur denyut jantung, tekanan darah, frekuensi pernapasan, produksi ludah, gerak alat pencernaan, batuk dan bersin.

7) **Cerebellum** (otak kecil)

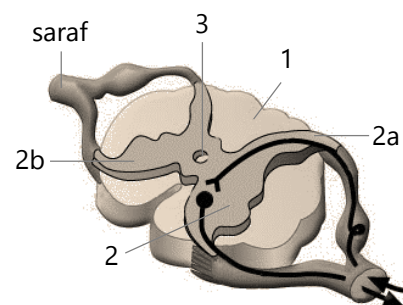
Bagian terbesar kedua otak sebagai pusat keseimbangan dan koordinasi gerak.

Sumsum tulang belakang (medulla spinalis) adalah organ yang bertanggung jawab atas pusat koordinasi gerak refleks.

Medulla spinalis terdapat pada ruas-ruas tulang belakang sampai ruas kedua tulang pinggang.

Fungsi medulla spinalis adalah menghantarkan impuls dari reseptor ke otak lalu ke efektor, dan alternatif jalan terpendek gerak refleks.

Struktur irisan melintang medulla spinalis:



- 1) **Bagian luar** (substansi putih), mengandung serabut saraf.
- 2) **Bagian dalam** (substansi kelabu), terdiri atas:
 - a. **Akar dorsal** (punggung)
Mengandung badan sel saraf sensori/ aferen yang dendritnya berhubungan dengan reseptor.
 - b. **Akar ventral** (perut)
Mengandung badan sel saraf motorik/ eferen yang aksonnya berhubungan dengan efektor.
- 3) **Kanal sentral**, saluran tengah medulla spinalis yang mengandung cairan cerebrospinalis.

E. SISTEM SARAF TEPI

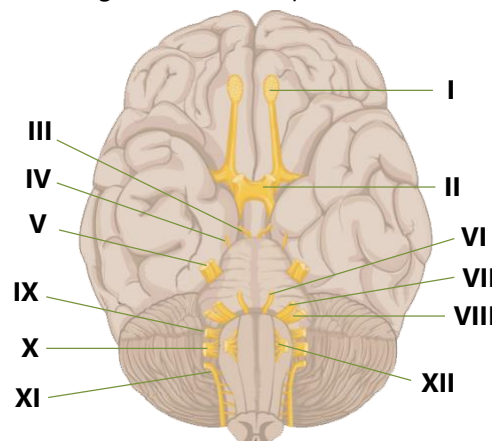
Sistem saraf tepi (peripheral nervous system) adalah lanjut jaringan saraf yang bertugas membawa impuls dari dan ke sistem saraf pusat.

Berdasarkan arah impuls, sistem saraf tepi terbagi menjadi:

- 1) **Saraf aferen**, adalah saraf yang menghantarkan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat.
- 2) **Saraf eferen**, adalah saraf yang menghantarkan impuls dari sistem saraf pusat ke efektor.

Berdasarkan asalnya, sistem saraf tepi terdiri dari:

- 1) **Saraf kranial**
Berjumlah 12 pasang dan merupakan percabangan dari otak/kepala.



No	Nama	Saraf sensorik	Saraf motorik
I	Olfaktori (hidung)	reseptor hidung	-
II	Optik (mata)	retina	-
III	Okulomotorik (mata)	otot rektus dan obliks inferior mata	otot rektus dan obliks inferior mata, badan siliaris, iris
IV	Troklear (mata)	otot obliks superior mata	otot penggerak mata lainnya
V	Trigeminal (daerah wajah)	kulit wajah, rahang, gigi, kelenjar air mata	otot pengunyah
VI	Abdusen (mata)	otot rektus eksternal mata	otot penggerak mata lainnya
VII	Fasial (daerah wajah)	pengecap di ujung lidah, otot wajah, bibir, kelopak mata	otot wajah, kelenjar ludah, kelenjar air mata
VIII	Auditori/Vestibulo koklear (pendengaran)	koklea dan saluran semisirkular telinga	-
IX	Glosafaringeal (pengecap dan pencernaan)	pengecap di lidah belakang	kelenjar ludah, otot penelan di laring
X	Vagus (organ viseral)	saraf organ dalam, paru-paru, lambung, aorta, laring	saraf parasimpatis jantung, usus, laring dan kerongkongan
XI	Aksesoris/Spinal (otot)	otot sekitar leher dan pundak	otot sekitar leher dan pundak
XII	Hipoglosal (otot)	otot lidah	otot lidah

Menurut sifatnya, saraf kranial terdiri dari:

1. **Saraf sensorik** (no I, II dan VIII)
2. **Saraf motorik** (no III, IV, VI, XI, dan XII)
3. **Saraf gabungan** (no V, VII, IX dan X)

2) Saraf spinal


Berjumlah 31 pasang dan merupakan percabangan dari sumsum tulang belakang dan campuran saraf sensorik dan motorik.

1. **Saraf leher** (8 pasang)
2. **Saraf punggung** (12 pasang)
3. **Saraf pinggang** (5 pasang)
4. **Saraf pinggul** (5 pasang)
5. **Saraf ekor** (1 pasang)


Campuran saraf tersebut membentuk urat saraf atau **pleksus** yang terdiri dari:

1. **Pleksus cervicalis** (urat saraf leher)
2. **Pleksus branchialis** (urat saraf lengan atas)
3. **Pleksus lumbo sacralis** (urat saraf punggung dan pinggang)

Saraf sensorik masuk ke sumsum tulang belakang melalui akar dorsal, dan saraf motorik keluar dari sumsum tulang belakang melalui akar ventral.

 **Berdasarkan fungsi**, sistem saraf tepi terdiri dari:

- 1) **Saraf somatik** (sadar)
Saraf yang menghantarkan impuls sampai ke efektor berupa otot rangka.
- 2) **Saraf otonom** (tidak sadar)
Adalah saraf yang menghantarkan impuls sampai ke efektor berupa otot polos, otot jantung dan kelenjar.

 Sifat kerja saraf otonom terdiri dari **saraf simpatik** dan **saraf parasimpatis** yang bersifat antagonis.


 **Perbedaan** saraf simpatik dan parasimpatis:

Simpatik	Parasimpatis
serabut praganglion pendek	serabut praganglion panjang
serabut pasca ganglion panjang	serabut pasca ganglion pendek
mekanisme <i>fight or flight</i> (waspada)	mekanisme <i>rest and digest</i> (istirahat)
neurotransmitter berupa noradrenalin	neurotransmitter berupa asetilkolin

 **Pengaruh** saraf simpatik dan parasimpatis:

Organ	Simpatik	Parasimpatis
Pupil mata	+	-
Bronkus	-	+
Denyut jantung	+	-
Diameter pembuluh darah	-	+
Tekanan darah	+	-
Kelenjar ludah	-	+
Getah lambung	-	+
Usus	-	+
Kandung kemih	+	-
Pengeluaran urin	-	+

F. PSIKOTROPIKA

 **Psikotropika** atau **narkoba** adalah zat/obat-obatan yang dapat mempengaruhi kerja sistem saraf dan dapat menimbulkan adiksi (kecanduan).

 **Berdasarkan pengaruh zat**, zat psikotropika dibedakan menjadi:

1) **Stimulan**

Bersifat menstimulasi sistem saraf simpatik melalui hipotalamus.

Contoh: kafein, nikotin, amfetamin, kokain, ritalin, deksedrin, fenmetrazin, metil fenidat.

2) **Depresan**

Bersifat mengurangi kegiatan sistem saraf pusat.


Contoh: alkohol, valium, barbiturat, opium, morfin, kodein, metadon, kloroform, eter.

3) **Halusinogen**

Bersifat mempengaruhi persepsi penglihatan, pendengaran dan respons emosional.

Halusinogen menyebabkan halusinasi, perasaan melayang, hilangnya konsentrasi dan perhatian, dan penurunan berat badan.

Contoh: LSD, STP, DMT, PCP, mesakolin, marijuana, ekstasi, sabu-sabu.

 **Tahapan** rusaknya susunan sistem saraf akibat konsumsi zat psikotropika:

- 1) **Menurunnya daya koordinasi tubuh** karena kekurangan neurotransmitter dopamin yang menyebabkan impuls tidak dapat diteruskan.
- 2) **Muncul gejala** hilangnya kendali otot, jantung lemah, terganggunya peredaran darah, rusaknya alat pernapasan, tubuh gemetar, jalan sempoyongan, daya ingat menurun, dan turunnya berat badan.
- 3) Zat psikotropika tersebut kemudian menimbulkan **adiksi** sehingga penggunaannya menjadi kecanduan.
- 4) Orang yang kecanduan akan mengalami penumpukan zat-zat racun di hati sehingga dapat menimbulkan **kanker hati atau sirosis hati**.

G. GANGGUAN PADA SISTEM SARAF

 **Gangguan** pada sistem saraf antara lain:

- 1) **Migrain**, kurangnya suplai oksigen pada salah satu bagian otak.
- 2) **Gegar otak**, disebabkan oleh cedera otak berupa benturan.
- 3) **Amnesia**, ketidakmampuan mengingat hal yang telah terjadi akibat cedera otak.

- 4) **Alzheimer**, berkurangnya kemampuan mengingat dan melakukan aktivitas sehari-hari (menulis, dll.) akibat usia lanjut.
- 5) **Multiple sclerosis**, degenerasi sel saraf pada sistem saraf pusat.
- 6) **Autisme**, kesulitan berkonsentrasi, bersosialisasi, daya khayal tinggi, dan melakukan pola tingkah laku berulang yang tidak wajar.
Autisme diakibatkan gen, obat-obatan, dan ketidakseimbangan neurotransmitter di otak.
- 7) **Skizofrenia**, ketidakseimbangan neurotransmitter dopamin di otak yang menyebabkan gangguan kejiwaan dan respons emosional yang tinggi.
- 8) **Hidrocefalus**, kelebihan cairan cerebrospinal di otak yang menyebabkan pembesaran kepala.
- 9) **Stroke**, kerusakan otak akibat tersumbat atau pecahnya pembuluh darah otak, dapat menyebabkan bagian tubuh lumpuh sebagian atau seluruhnya.
- 10) **Neuritis**, radang saraf karena infeksi, kekurangan vitamin B, pengaruh fisik, keracunan gas dan logam, dan obat-obatan.
- 11) **Transeksi**, kerusakan pada segmen medulla spinalis, menyebabkan kelumpuhan serta hilangnya kepekaan.
- 12) **Parkinson**, berkurangnya neurotransmitter dopamin yang menyebabkan tangan gemetar, kesulitan bergerak, otot wajah kaku.
- 13) **Epilepsi (ayam)**, tidak dapatnya sistem saraf merespon rangsangan atau efektor yang bekerja tanpa diperintah/dikontrol.
Epilepsi disebabkan oleh kerusakan otak karena munculnya jaringan parut otak sewaktu kelahiran, tumor, infeksi, kelainan metabolisme, dan kecelakaan.
- 14) **Poliomielitis**, infeksi Poliovirus pada saraf motorik di otak. Gejalanya adalah sakit kepala, panas, sakit otot yang berakibat lumpuh.
- 15) **Neurastonia (lemah saraf)**, akibat gen atau keracunan.
- 16) **Meningitis**, radang selaput pelindung sistem saraf pusat.