

Bab 3

Sistem Koordinasi dan Alat Indra pada Manusia

Apakah yang akan kalian lakukan bila tiba-tiba ada cahaya matahari yang memantul melalui kaca spion dan mengenai mata kalian? Tentu kalian akan memberikan reaksi, ada yang memalingkan muka, ada yang menyempitkan kelopak mata, ada yang berusaha menghalangi cahaya dengan telapak tangan.

Reaksi yang kalian lakukan tersebut merupakan suatu kegiatan yang dikendalikan oleh suatu pengendali atau pengontrol di dalam tubuh, yang disebut sistem koordinasi. Kalian akan dikenalkan dengan sistem koordinasi sehingga nantinya kalian akan dapat mendeskripsikan sistem koordinasi, alat indra pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan. Tugas koordinasi tersebut dilakukan oleh hormon, saraf dan indra. Dalam sistem koordinasi diperlukan tiga komponen agar fungsi koordinasi tersebut dapat berlangsung yaitu reseptor, konduktor, dan efektor.



Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.



Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Sistem saraf
- Hormon
- Indra
- Neuron
- Saraf simpatik
- Saraf parasimpatik
- Gerak refleks



A. Pendahuluan

Dalam sistem koordinasi diperlukan tiga komponen agar fungsi koordinasi dapat berlangsung, yaitu reseptor, konduktor, dan efektor.

1. Reseptor

Reseptor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan. Bagian yang berfungsi sebagai penerima rangsangan tersebut adalah indra.

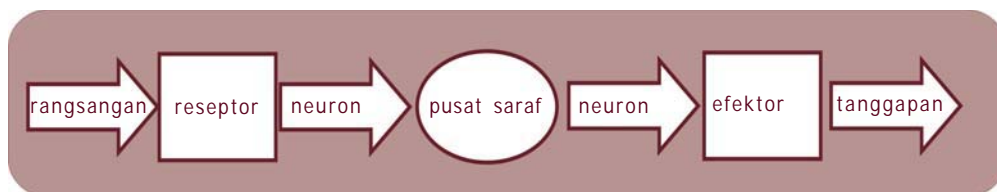
2. Konduktor

Konduktor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penghantar rangsangan. Bagian tersebut adalah sel-sel saraf (neuron) yang membentuk sistem saraf. Sel-sel saraf ini ada yang berfungsi membawa rangsangan ke pusat saraf ada juga yang membawa pesan dari pusat saraf.

3. Efektor

Efektor adalah bagian tubuh yang menanggapi rangsangan, yaitu otot dan kelenjar (baik kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin).

Keterkaitan ketiga komponen tersebut dapat kita buat skema sederhana seperti berikut.



Nah, dari skema di atas tampak jelas bahwa antara sistem saraf dan indra sangat erat kaitannya dalam sistem koordinasi.

Berikut ini akan kita bahas mengenai sistem saraf dan indra tersebut.



B. Sistem Saraf

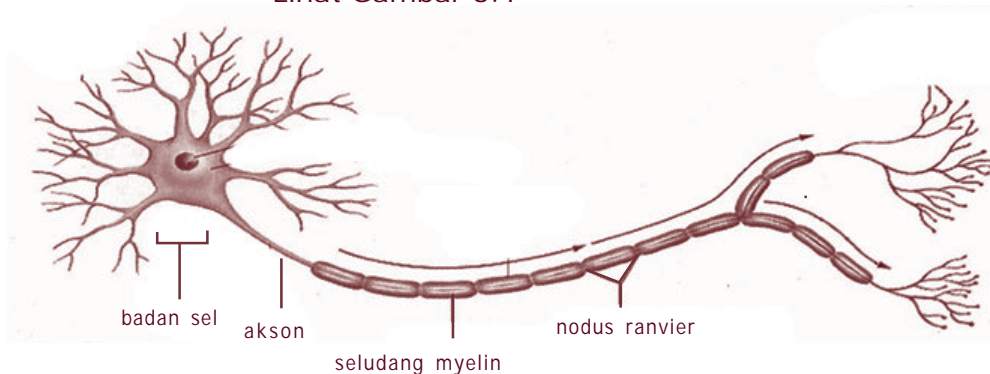
Sebagai sistem koordinasi, sistem saraf mempunyai fungsi:

1. Pengendalian kerja alat-alat tubuh agar bekerja serasi.
2. Alat komunikasi antara tubuh dengan lingkungan di luar tubuh, yang dilakukan oleh ujung saraf pada indra, dan lingkungan dalam tubuh.
3. Pusat kesadaran, kemauan, dan pikiran.

Untuk melaksanakan fungsi tersebut maka sistem saraf tersusun oleh berbagai organ, jaringan dan juga komponen terkecil yaitu sel.

1. Sel Saraf

Sistem saraf tersusun oleh komponen-komponen terkecil yaitu sel-sel saraf atau neuron. Neuron inilah yang berperan dalam menghantarkan impuls (rangsangan). Sebuah sel saraf terdiri tiga bagian utama yaitu badan sel, dendrit dan neurit (akson). Lihat Gambar 3.1



Gambar 3.1 Struktur sel saraf

Sumber: Encyclopedia

a. Badan sel

Badan sel saraf mengandung inti sel dan sitoplasma. Di dalam sitoplasma terdapat mitokondria yang berfungsi sebagai penyedia energi untuk membawa rangsangan.

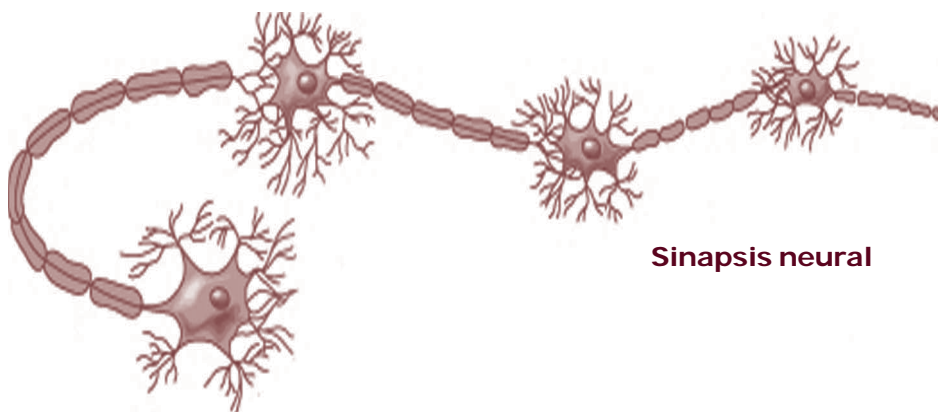
b. Dendrit

Dendrit adalah serabut-serabut yang merupakan penjurusan sitoplasma. Pada umumnya sebuah neuron mempunyai banyak dendrit dan ukuran dendrit pendek. Dendrit berfungsi membawa rangsangan ke badan sel.

c. Neurit (akson)

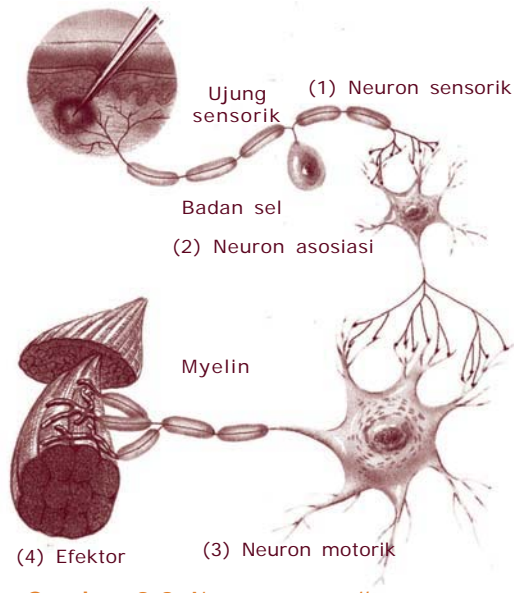
Neurit atau akson adalah serabut-serabut yang merupakan penjurusan sitoplasma yang panjang. Sebuah neuron memiliki satu akson. Neurit berfungsi untuk membawa rangsangan dari badan sel ke sel saraf lain. Neurit dibungkus oleh selubung lemak yang disebut myelin yang terdiri atas perluasan membran sel Schwann. Selubung ini berfungsi untuk isolator dan pemberi makan sel saraf.

Antara neuron satu dengan neuron satu dengan neuron berikutnya tidak bersambungan secara langsung tetapi membentuk celah yang sangat sempit. Celah antara ujung neurit suatu neuron dengan dendrit neuron lain tersebut dinamakan sinapsis (lihat Gambar 3.2). Pada bagian sinaps inilah suatu zat kimia yang disebut neurotransmitter (misalnya asetilkolin) menyeberang untuk membawa impuls dari ujung neurit suatu neuron ke dendrit neuron berikutnya.



Gambar 3.2 Sinapsis
Sumber: www.latercera.cl

Berdasarkan bentuk dan fungsinya neuron dibedakan menjadi tiga macam yaitu:



Gambar 3.3 Neuron sensorik, neuron motorik, dan neuron konektor
 Sumber: *Biology Life on Earth*

a. Neuron sensorik

Neuron sensorik adalah neuron yang membawa impuls dari reseptor (indra) ke pusat susunan saraf (otak dan sumsum tulang belakang).

b. Neuron motorik

Neuron motorik adalah neuron yang membawa impuls dari pusat susunan saraf ke efektor (otot dan kelenjar).

c. Neuron konektor

Neuron konektor adalah neuron yang membawa impuls dari neuron sensorik ke neuron motorik.

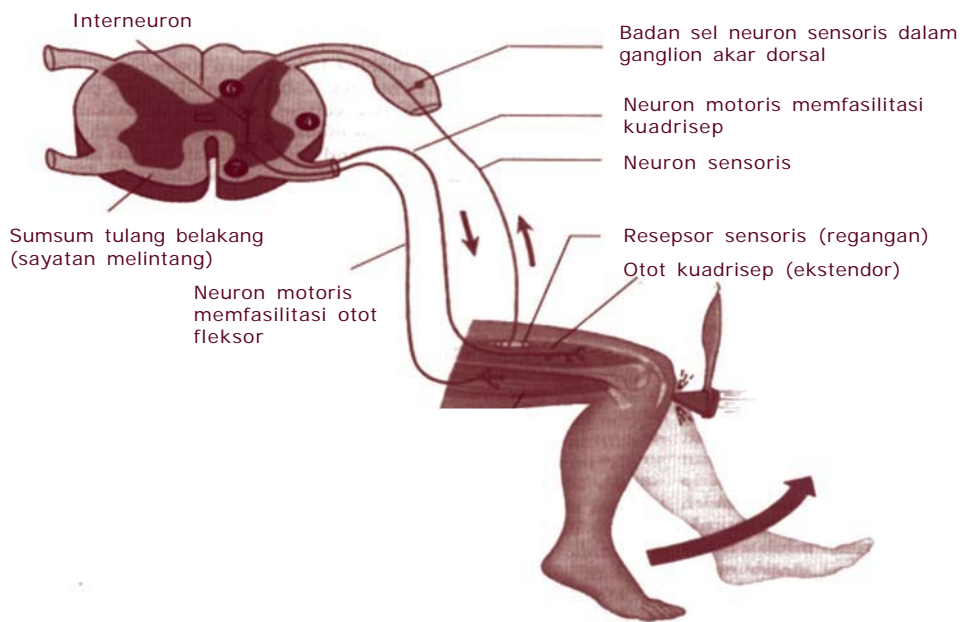
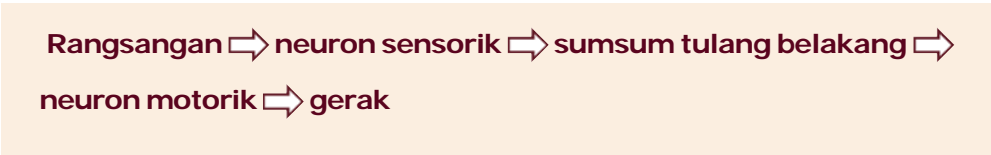
2. Jalan yang Dilalui Impuls

Pada umumnya kita menggerakkan bagian badan karena kemauan kita atau atas perintah otak. Menulis, membuka payung, mengambil makanan atau berjalan merupakan contoh gerak yang kita sadari, sehingga gerak semacam ini disebut gerak sadar.

Pada gerak sadar ini, gerakan tubuh dikoordinasi oleh otak. Rangsangan yang diterima oleh reseptor (indra) disampaikan ke otak melalui neuron sensorik. Di otak rangsangan tadi diartikan dan diputuskan apa yang akan dilakukan. Kemudian otak mengirimkan perintah ke efektor melalui neuron motorik. Otot (efektor) bergerak melaksanakan perintah otak. Secara ringkas lintasan/jalan gerak sadar tersebut dapat kita buat skema sebagai berikut.



Kadang-kadang bagian tubuh kita juga melakukan suatu gerakan yang terjadinya secara tiba-tiba tanpa disadari. Misalnya saat lutut kita diketuk/ dipukul pada bagian tendon (lihat Gambar 3.4). Akibatnya secara tidak sadar, kaki kita akan menyentak. Gerakan yang dilakukan oleh kaki tersebut terjadi secara tiba-tiba dan tidak diperintah oleh otak. Gerak semacam ini disebut gerak refleks. Secara ringkas lintasan gerak refleks dapat kita buat skema sebagai berikut.



Gambar 3.4 Jalan yang dilalui impuls gerak refleks spinalis
Sumber: Biologi Jilid 3 (2004): 203

Tapi kalian harus tahu bahwa jalannya impuls gerak refleks ada dua macam yaitu lintasan refleks spinalis dan lintasan refleks cranialis. Lintasan refleks spinalis yaitu lintasan gerak refleks yang melalui sumsum tulang belakang. Contohnya gerakan mengangkat kaki secara tiba-tiba saat lutut kita dipukul. Sedangkan lintasan cranialis yaitu bila lintasan gerak refleks melalui otak, tetapi otak memberikan tanggapan secara langsung tanpa kesadaran manusia. Contoh gerak refleks yang melalui lintasan cranialis adalah gerak mengecilnya pupil mata apabila mata menerima cahaya yang terang.

Untuk mengetahui gerak refleks lakukan kegiatan berikut.



Kegiatan 3.1

Gerak Refleks

A. Tujuan

Untuk mengetahui gerak refleks pada pupil mata.

B. Alat dan Bahan

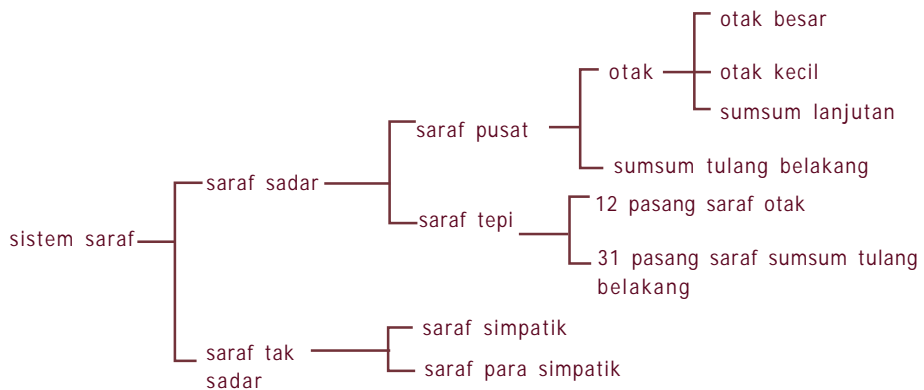
Lampu senter kecil

C. Cara Kerja

1. Perhatikan pupil mata teman kalian.
2. Tanpa memberitahukan kepadanya, arahkan nyala lampu senter ke mata teman kalian tersebut.
3. Amatilah perubahan yang terjadi pada pupil mata teman kalian.
4. Tanyakan kepada teman kalian tersebut, apakah dia menyadari perubahan yang terjadi pada pupil matanya.
5. Gambarkan pada kertas manila keadaan pupil teman kalian sebelum dan sesudah disinari.
6. Jelaskan hasil pengamatan kalian kepada teman di kelas kalian.

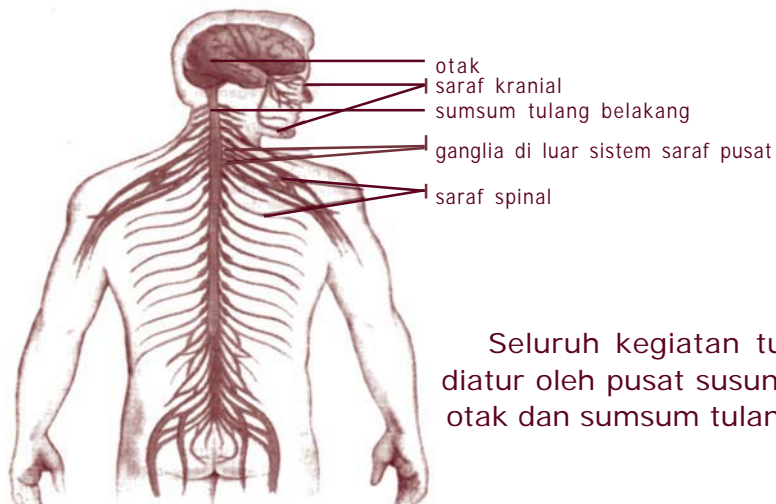
3. Susunan Saraf Manusia

Jutaan sel-sel saraf bergabung membentuk suatu sistem yang dinamakan sistem saraf. Sistem saraf manusia terdiri dari susunan saraf pusat dan susunan saraf tepi. Susunan saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang sedangkan susunan saraf tepi tersusun atas serabut-serabut saraf yang menuju ke susunan saraf pusat dan dari susunan saraf pusat ke seluruh tubuh. Perhatikan skema sistem saraf manusia berikut.



Skema. Sistem saraf manusia

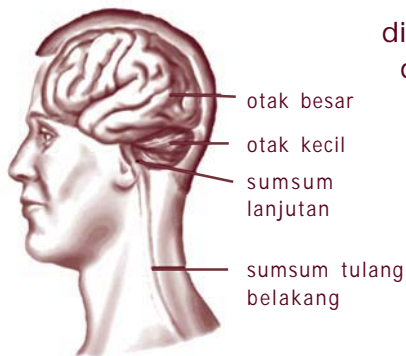
4. Sistem Saraf Pusat



Seluruh kegiatan tubuh manusia diatur oleh pusat susunan saraf yaitu otak dan sumsum tulang belakang.

Gambar 3.5 Sistem saraf manusia
Sumber: Biologi Jilid 3 (2004): 218

a. Otak



Gambar 3.6 Otak manusia
Sumber: Biologi Jilid 3 (2004)

Otak terletak di rongga tengkorak dan dibungkus oleh tiga lapis selaput kuat yang disebut meninges. Selaput paling luar disebut duramater, paling dalam adalah piamater dan yang tengah disebut arachnoid. Di antara ketiga selaput tersebut terdapat cairan serebrospinal yang berfungsi untuk mengurangi benturan atau guncangan. Peradangan yang terjadi pada selaput ini dinamakan meningitis. Penyebabnya bisa karena infeksi virus.

Otak manusia terbagi menjadi tiga bagian yaitu otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum) dan batang otak.

1) Otak besar (cerebrum)

Otak besar manusia terletak di dalam tulang tengkorak. Otak besar memiliki permukaan yang berlipat-lipat dan terbagi atas dua belahan. Belahan otak kiri melayani tubuh sebelah kanan dan belahan otak kanan melayani tubuh sebelah kiri.

Otak besar terdiri atas dua lapisan. Lapisan luar berwarna kelabu disebut korteks, berisi badan-badan sel saraf. Lapisan dalam berwarna putih berisi serabut-serabut saraf.

Otak besar berfungsi sebagai pusat kegiatan-kegiatan yang disadari seperti berpikir, mengingat, berbicara, melihat, mendengar, dan bergerak.

2) Otak kecil (cerebellum)

Otak kecil terletak di bawah otak besar bagian belakang. Susunan otak kecil seperti otak besar. Terdiri atas belahan kanan dan kiri serta terbagi menjadi dua lapis. Lapisan luar berwarna kelabu dan bagian dalam berwarna putih. Belahan kanan dan kiri otak kecil dihubungkan oleh jembatan Varol.

Otak kecil berfungsi untuk mengatur keseimbangan tubuh dan mengkoordinasi kerja otot-otot ketika kita bergerak.

3) Sumsum lanjutan

Sumsum lanjutan membentuk bagian bawah batang otak serta menghubungkan pons Varoli dengan sumsum tulang belakang. Sumsum tulang belakang berfungsi sebagai:

- pusat pengendali pernapasan,
- menyempitkan pembuluh darah,
- mengatur denyut jantung,
- mengatur suhu tubuh.

b. Sumsum tulang belakang (*medulla spinalis*)

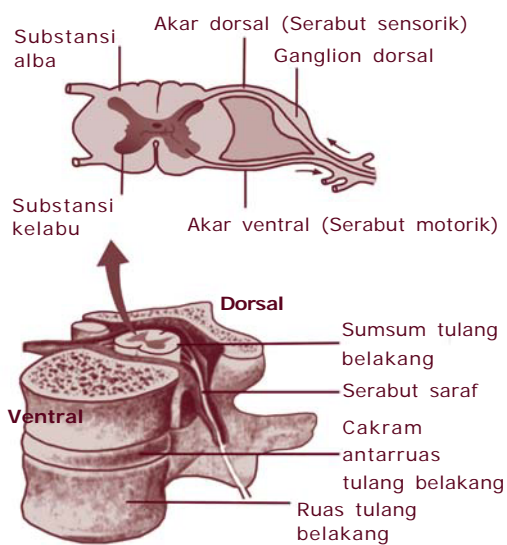
Sumsum tulang belakang terdapat memanjang di dalam rongga tulang belakang, mulai dari ruas-ruas tulang leher sampai ruas tulang pinggang ke dua. Sumsum tulang belakang juga dibungkus oleh selaput meninges.

Bila diamati secara melintang, sumsum tulang belakang bagian luar tampak berwarna putih (substansi alba) dan bagian dalam yang berbentuk seperti kupu-kupu, berwarna kelabu (substansi grisea). Pada bagian yang berwarna putih banyak mengandung akson (neurit)

yang diselimuti myelin. Bagian ini untuk menghantarkan impuls menuju otak dan dari otak menuju efektor. Bagian yang berwarna kelabu mengandung serabut saraf yang tidak ada myelinnya. Bagian ini dibedakan dua yaitu akar dorsal atau akar posterior dan akar ventral atau akar anterior. Akar dorsal mengandung neuron sensorik dan akar ventral mengandung neuron motorik.

Sumsum tulang belakang berfungsi untuk:

- menghantarkan impuls dari dan ke otak,
- memberi kemungkinan jalan terpendek gerak refleks.



Gambar 3.7 Diagram penampang melintang sumsum tulang belakang

5. Susunan Saraf Tepi

Susunan saraf tepi tersusun atas serabut-serabut saraf dari dan ke pusat susunan saraf. Susunan saraf tepi berupa 12 pasang serabut saraf dari otak dan 31 pasang serabut saraf dari sumsum tulang belakang.

a. Saraf otak (*saraf cranial*)

Saraf otak terdapat pada bagian kepala yang keluar dari otak dan melewati lubang yang terdapat pada tulang tengkorak. Urat saraf ini berjumlah 12 pasang, berhubungan erat dengan otot mata, telinga, hidung, lidah dan kulit. Kedua belas pasang urat saraf otak tersebut secara ringkas tercantum dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Sifat dan Fungsi Saraf Otak

Urutan Saraf	Saraf dan Fungsi	Nama Saraf	Sifat Saraf
I	Nervus olfactorius	Sensorik	Hidung, sebagai alat penciuman
II	Nervus optikus	Sensorik	Bolamata, untuk penglihatan
III	Nervus okulomotoris	Motorik	Penggerak bola mata dan mengangkat kelopak mata
IV	Nervus troklearis	Motorik	Mata, memutar mata dan penggerak bola mata
V	Nervus trigeminus - N. Oftalmikus - N. Maksilaris N. Mandibularis	Motorik dan sensorik Motorik dan sensorik Sensorik Motorik dan sensorik	- Kulit kepala dan kelopak mata atas Rahang atas, palatum dan hidung Rahang bawah dan lidah
VI	Nervus abduksen	Motorik	Mata, penggoyang sisi mata
VII	Nervus fasialis	Motorik dan sensorik	Otot lidah, menggerakkan lidah dan selaput lendir rongga mulut
VIII	Nervus auditorius	Sensorik	Telinga, rangsangan pendengaran
IX	Nervus glosso-faringealis	Sensorik dan motorik	Faring, tonsil dan lidah, rangsangan cita rasa
X	Nervus vagus	Sensorik dan motorik	Jantung, lambung, usus halus, laring
XI	Nervus asesorius	Motorik	Leher, otot leher
XII	Nervus hipoglosus	Motorik	Lidah, cita rasa, dan otot lidah

Sumber: *Anatomi Fisiologi untuk Siswa Perawat*

Dari kedua belas saraf otak tersebut dapat dikelompokkan menjadi 3 macam yaitu:

- 1) saraf sensorik : saraf nomor I, II, VIII
- 2) saraf motorik : saraf nomor III, IV, VI, XI, XII
- 3) saraf gabungan sensorik dan motorik : saraf nomor V, VII, IX, dan X

Ada saraf yang memiliki jangkauan fungsi sangat luas yaitu saraf nomor X (saraf vagus). Sehingga disebut saraf pengembara. Sifat kerja saraf vagus seperti saraf parasimpatik.

b. Saraf sumsum tulang belakang (saraf spinal)

Saraf sumsum tulang belakang berjumlah 31 pasang yang keluar dari:

- 1) Ruas-ruas tulang leher : 8 pasang
- 2) Ruas-ruas tulang punggung : 12 pasang
- 3) Ruas-ruas tulang pinggang : 5 pasang
- 4) Ruas-ruas tulang kelangkang : 5 pasang
- 5) Ruas-ruas tulang ekor : 1 pasang

Semua saraf sumsum tulang belakang bersifat campuran artinya saraf ini untuk meneruskan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat juga meneruskan impuls dari sistem saraf pusat ke semua otot rangka tubuh. Semua neuron sensorik masuk ke sumsum tulang belakang melalui akar dorsal dan neuron motorik keluar dari sumsum tulang belakang melalui akar ventral.

6. Sistem Saraf Tak Sadar (Saraf Autonom)

Sistem saraf autonom merupakan bagian dari susunan saraf tepi yang bekerjanya tidak dapat disadari dan bekerja secara otomatis. Sistem saraf autonom mengendalikan kegiatan organ-organ dalam seperti otot perut, pembuluh darah, jantung dan alat-alat reproduksi.

Menurut fungsinya, saraf autonom terdiri atas dua macam yaitu:

- a. Sistem saraf simpatik
- b. Sistem saraf parasimpatik

Sistem saraf simpatik terdiri atas 25 pasang ganglion yang berasal dari:

- 1) Ruas tulang belakang : 3 pasang
- 2) Ruas tulang punggung : 11 pasang
- 3) Ruas tulang pinggang : 4 pasang
- 4) Ruas tulang kelangkang : 4 pasang
- 5) Ruas tulang ekor : 3 pasang

Dari ganglion-ganglion tersebut keluar serabut saraf yang mengendalikan kerja organ seperti jantung, pembuluh darah, kelenjar keringat dan semua alat dalam. Serabut saraf dari sistem saraf parasimpatik juga menuju organ-organ yang dikendalikan oleh saraf simpatik.

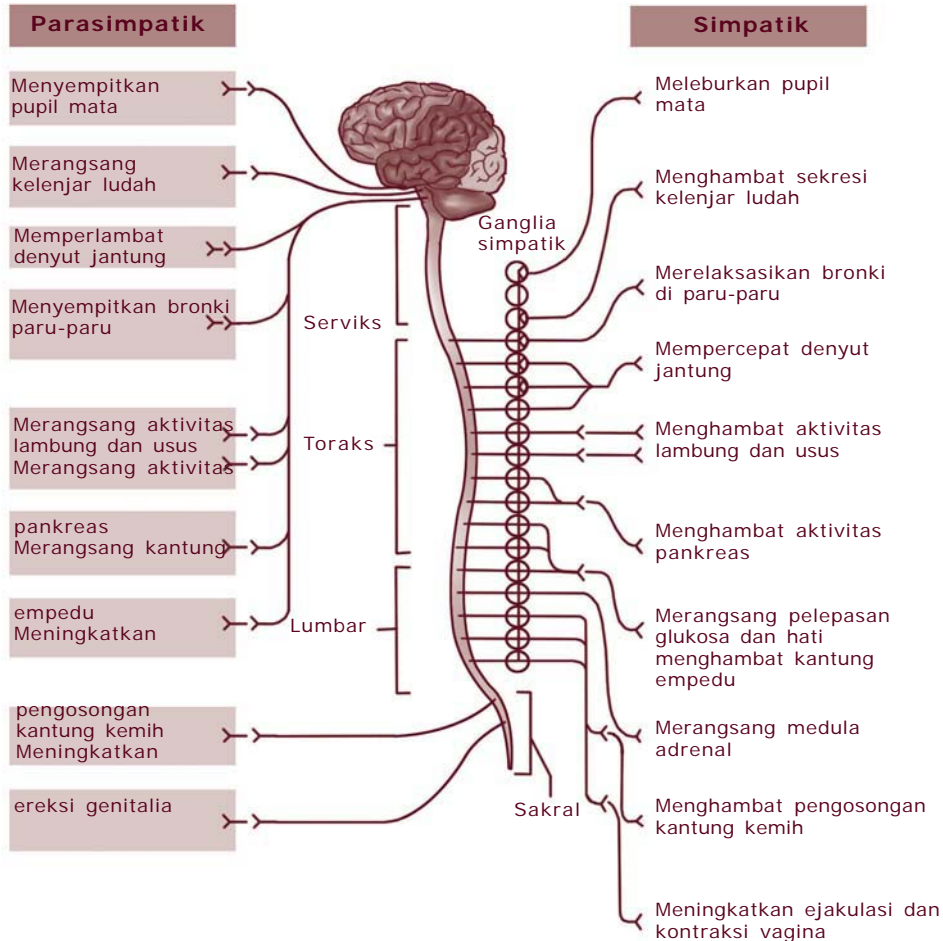
Sistem saraf simpatik dan sistem saraf parasimpatik bekerja secara antagonis (berlawanan) dalam mengendalikan kerja suatu organ. Organ atau kelenjar yang dikendalikan oleh sistem saraf simpatik dan sistem saraf parasimpatik disebut sistem pengendalian ganda. Apabila suatu organ menjadi aktif karena rangsangan saraf simpatik, maka di lain pihak akan dilambatkan atau dihentikan oleh saraf parasimpatik.

Info MEDIA

Dalam keadaan tidak terangsang, suatu serabut saraf bermuatan listrik positif di bagian luar, dan negatif di bagian dalam. Jika ada suatu rangsang, rangsangan tersebut akan membangkitkan suatu impuls yang diteruskan sepanjang serabut saraf. Selama perjalanan melalui serabut saraf, impuls saraf akan menyebabkan depolarisasi serabut yang dilaluinya.

Setelah impuls melalui suatu tempat, tempat tersebut segera akan terpolarisasi kembali seperti semula. Serabut yang dilapisi mielin dapat meneruskan impuls dengan kecepatan 100 meter per detik, sedangkan serabut yang tidak dilapisi mielin hanya meneruskan impuls dengan kecepatan 25 meter per detik.

Perhatikan perbandingan pengaruh kerja saraf simpatik dan saraf parasimpatik pada Gambar 3.9.



Gambar 3.8 Sistem saraf simpatik dan parasimpatik
 Sumber: Biologi Jilid 3 (2004): 220

Untuk memahami lebih banyak pengaruh kerja saraf simpatik dan saraf parasimpatik, isilah tabel pada Kegiatan 3.2 berikut ini dengan pengaruh yang ditimbulkan kerja kedua saraf tersebut.



Kegiatan 3.2

Sistem Saraf Simpatik dan Parasimpatik

Tabel 3.2 Pengaruh Saraf Simpatik dan Parasimpatik terhadap Aktivitas Organ

No.	Aktivitas Organ atau Kelenjar	Pengaruh yang Ditimbulkan oleh:	
		Saraf Simpatik	Saraf Parasimpatik
1.	Denyut jantung		
2.	Pembuluh darah		
3.	Pupil mata		
4.	Tekanan darah		
5.	Kelenjar ludah		
6.	Peristaltik lambung		
7.	Kandung kemih		
8.	Bronkus		
9.	Alat reproduksi		
10.	Pernapasan		

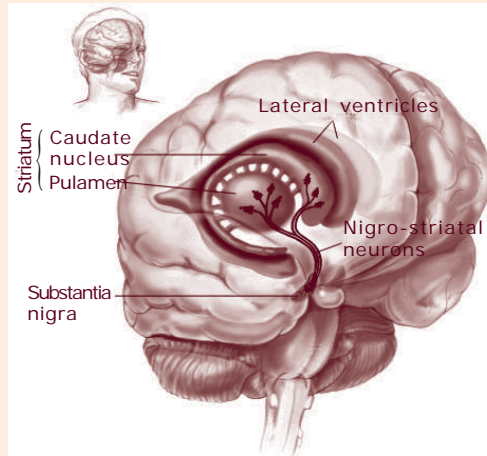
Pertanyaan

1. Sebutkan aktivitas organ tubuh atau kelenjar yang dihambat oleh kerja saraf simpatik!
2. Sebutkan juga aktivitas organ tubuh atau kelenjar yang dipacu oleh kerja saraf simpatik!
3. Sebutkan aktivitas organ tubuh yang dihambat oleh kerja saraf parasimpatik!
4. Sebutkan juga aktivitas organ yang dipacu/digiatkan oleh saraf parasimpatik!
5. Apakah kesimpulan kalian tentang kerja saraf simpatik dan parasimpatik?

Info MEDIA

Apakah Penyakit Parkinson Itu?

Kerusakan yang terjadi pada kumpulan sel-sel saraf di bagian bawah otak besar akan menyebabkan gerakan-gerakan yang tidak perlu pada bagian-bagian anggota tubuh. Misalnya, otot-otot pada lengan yang kadang-kadang kontraksi dan relaksasi sehingga tangan menjadi bergetar atau tremor. Kerusakan itu juga dapat menyebabkan kontraksi yang berkelanjutan pada otot bagian tubuh yang lain, misalnya pada otot wajah, yang menyebabkan wajah menjadi kaku, sehingga kelihatan seperti topeng. Keadaan seperti inilah yang disebut penyakit Parkinson. Penyakit Parkinson tidak menyerang batang otak, sehingga penglihatan, pendengaran, dan kecerdasan penderita tidak terganggu.



C. Sistem Indra

Di bagian awal pokok bahasan ini sudah disinggung bahwa indra berperan sebagai reseptor, yaitu bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan. Ada lima macam indra yang berfungsi sebagai penerima rangsangan yaitu:

1. Mata, sebagai penerima rangsang cahaya (fotoreseptor).
2. Telinga, sebagai penerima rangsang getaran bunyi (fonoreseptor) dan tempat beradanya indra keseimbangan (statoreseptor).
3. Hidung, sebagai penerima rangsang bau berupa gas (kemoreseptor).
4. Lidah, sebagai penerima rangsang zat yang terlarut (kemoreseptor).
5. Kulit, sebagai penerima rangsang sentuhan (tangoreseptor) dan suhu (temperatur).

Tiap indra akan berfungsi dengan sempurna apabila:

1. Indra tersebut secara anatomi tidak ada kelainan.
2. Bagian untuk penerima rangsang bekerja dengan baik.
3. Saraf-saraf yang membawa rangsang dari dan ke otak bekerja baik.
4. Pusat pengolahan rangsang di otak bekerja baik.

Bila salah satu dari bagian tersebut rusak atau terganggu, maka hubungan dengan dunia luar akan terganggu juga.

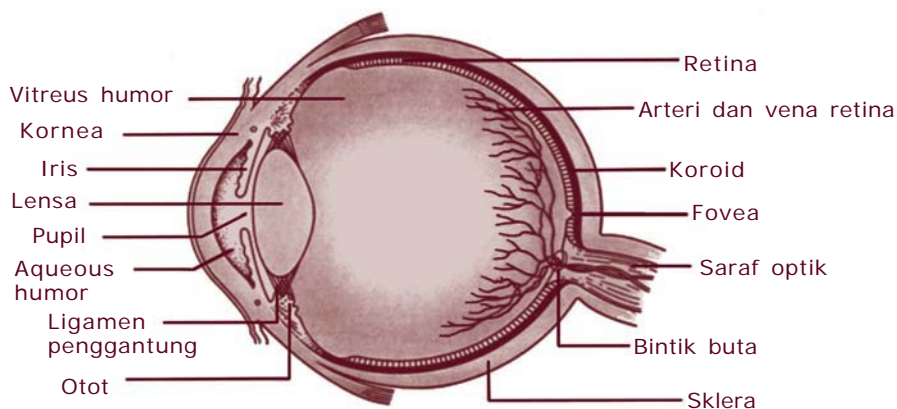
1. Mata

Mata berfungsi untuk menerima rangsang berupa cahaya, karena di dalamnya terdapat reseptor penerima cahaya yang disebut fotoreseptor.

Mata terletak di dalam rongga mata yang dilindungi oleh tulang-tulang tengkorak.

Selain itu mata juga dilindungi oleh:

- a. *Kelopak mata*, berupa kulit tipis yang berfungsi untuk melindungi mata dari debu atau sentuhan benda.
- b. *Bulu mata*, untuk melindungi mata dari cahaya yang terlalu menyilaukan.
- c. *Alis*, untuk melindungi mata dari aliran keringat dan air hujan.
- d. *Air mata* yang dihasilkan oleh kelenjar air mata, untuk menjaga kelembapan mata dan membersihkan mata dari debu dan bakteri.



Gambar 3.9 Bagian-bagian mata

Mata manusia berbentuk agak bulat dengan garis tengah kurang lebih 2,5 sentimeter. Mata tersebut terdiri atas tiga lapisan jaringan yaitu:

a. Lapisan sklera atau selaput putih

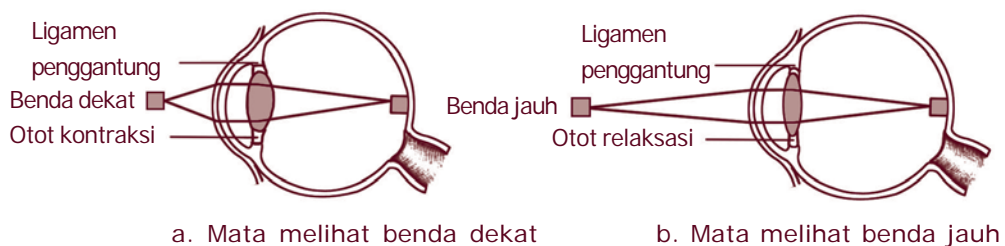
Merupakan lapisan paling luar, sangat kuat. Lapisan ini berwarna putih sehingga sering disebut lapisan putih mata. Di bagian depan lapisan ini membentuk kornea yang bening, untuk menerima cahaya masuk ke dalam mata. Kornea ini selalu basah oleh air mata yang dihasilkan oleh kelenjar air mata.

b. Lapisan koroid atau selaput hitam

Merupakan lapisan di bawah sklera dan lapisan tengah bola mata. Bagian ini banyak mengandung melanin dan pembuluh darah. Berfungsi untuk menghentikan refleksi cahaya yang menyimpang di dalam mata.

Di bagian depan mata, koroid membentuk iris. Iris ini mengandung pigmen hitam, biru, hijau atau coklat, sehingga dapat sebagai penentu warna mata. Di bagian tengah iris terdapat pupil yang merupakan celah (bukaan), untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk mata.

Di belakang iris terdapat lensa mata berbentuk cembung di kedua sisi yang diikat oleh ligamen suspensori. Mencembung atau memipihnya lensa menyebabkan mata berakomodasi. Lihat Gambar 3.10 yang memperlihatkan perubahan lensa mata.

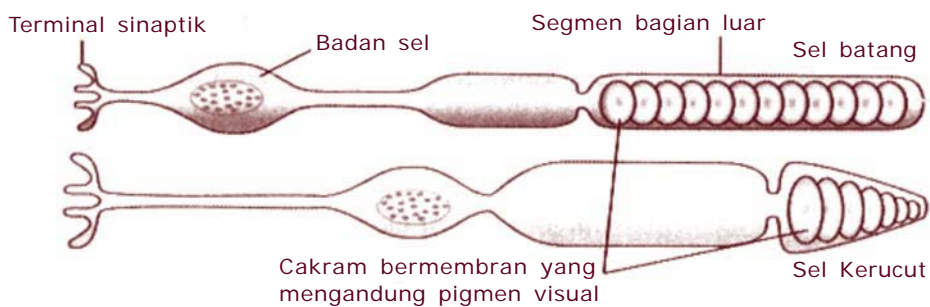


Gambar 3.10 Bentuk lensa mata saat melihat benda dekat dan jauh

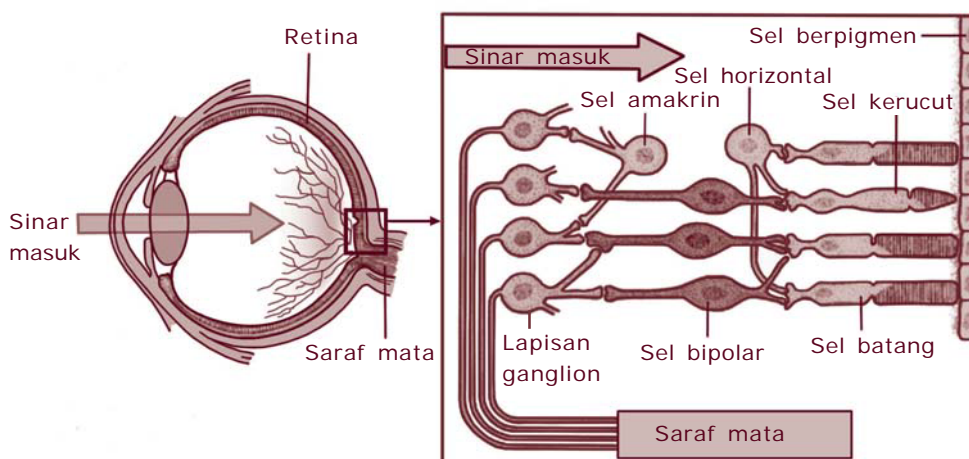
c. *Retina atau selaput pelangi*

Retina adalah lapisan mata paling dalam. Pada lapisan ini terdapat bagian yang paling peka terhadap cahaya yaitu bintik kuning (fovea). Selain itu pada retina juga terdapat bintik buta, yaitu tempat keluarnya saraf mata.

Pada retina tersusun kurang lebih 125 juta sel-sel batang (sel basilus) yang mampu menerima rangsang cahaya tidak berwarna dan untuk melihat pada keadaan cahaya redup. Selain sel batang, pada retina juga terdapat kurang lebih 7 juta sel kerucut (sel konus) yang berfungsi menerima rangsang cahaya kuat dan berwarna. Sel kerucut lebih banyak terdapat pada bagian bintik kuning (fovea centralis). Jadi bila ingin melihat suatu benda dengan jelas, maka bayangan harus jatuh di bagian ini.



Gambar 3.11 Skema sel kerucut dan sel batang



Gambar 3.12 Kedudukan sel kerucut dan sel batang pada retina

Di retina juga dijumpai daerah yang sama sekali tidak mengandung sel batang ataupun sel kerucut. Bagian ini disebut bintik buta. Bila cahaya jatuh di daerah ini, kita tidak bisa melihat apa-apa

Untuk memahami fungsi bagian-bagian mata, coba kalian isi Tabel 3.3 kegiatan berikut.



Kegiatan 3.3

Tabel 3.3 Fungsi Bagian-bagian Mata

No.	Bagian Mata	Fungsi
1.	Kornea	
2.	Iris dan pupil	
3.	Lensa	
4.	Retina	
5.	Bintik buta	
6.	Selaput hitam	
7.	Kelopak mata	
8.	Bulu mata	
9.	Air mata	
10.	Aqueous humor	

Suatu benda dapat dilihat oleh mata, bila benda tersebut memantulkan cahaya. Cahaya yang dipantulkan oleh benda masuk ke mata melalui kornea dan diteruskan ke lensa melalui pupil. Oleh lensa, cahaya tersebut dibiaskan dan difokuskan di retina sehingga membentuk bayangan kecil dan terbalik pada retina. Tetapi oleh otak bayangan tersebut diartikan seperti gambar yang kita lihat.

Proses melihat dapat dijelaskan sebagai berikut.

Cahaya dipantulkan oleh benda → ditangkap oleh kornea → melewati pupil → lensa → aqueos humor → retina → bayangan → otak → kesan melihat

Bayangan benda yang jatuh pada bintik buta tidak akan terlihat. Untuk mengetahui adanya bintik buta tersebut, lakukan kegiatan berikut.



Kegiatan 3.4

Menentukan Bintik Buta

A. Tujuan

Mengetahui adanya bintik buta pada mata

B. Alat dan Bahan

Meja, Bolpoint warna hitam dan merah (dapat diganti warna lain), Mistar.

C. Cara Kerja

1. Bekerjalah secara berkelompok beranggotakan tiga siswa.
2. Suruh teman kalian menempatkan bolpoint warna merah dan hitam berimpit pada tepi meja dengan ujung di atas. Warna merah di tangan kanan dan hitam di tangan kiri.
3. Tutup mata kanan kalian dengan telapak tangan. Arahkan pandangan mata kiri kalian pada ujung bolpoint warna hitam. Jangan melirik bolpoint warna merah.
4. Suruh teman kalian menggeser bolpoint warna merah ke arah kanan secara perlahan-lahan. Apa yang terjadi? Saat ujung bolpoint warna merah di tangan kanan teman kalian tidak tampak, kalian telah menemukan bintik buta mata kiri.
5. Lakukan kegiatan yang sama pada mata kanan.
6. Ukurlah jarak ujung bolpoint tersebut mulai tidak tampak dari tempat semula.
7. Ulangi masing-masing mata sebanyak tiga kali.
8. Catatlah dalam tabel.
9. Lakukan juga terhadap teman yang lain.

D. Tabel Pengamatan

Nama	Jarak Ujung Bolpoint Merah Mulai Tidak Tampak (cm)				Jarak Ujung Bolpoint Hitam Mulai Tidak Tampak (cm)			
	I	II	III	Rata-rata	I	II	III	Rata-rata

E. Pertanyaan

1. Bagaimanakah jarak bolpoint merah dan hitam mulai tidak tampak?
2. Samakah jarak bolpoint mulai tidak tampak antara siswa satu dengan yang lain?
3. Apakah kesimpulan kalian tentang bintik buta dari percobaan ini?

2. Telinga

Telinga merupakan tempat beradanya indra pendengaran dan keseimbangan. Telinga manusia terdiri atas tiga bagian yaitu telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam.

a. Telinga luar

Telinga luar terdiri atas:

- 1) Daun telinga, berfungsi untuk menampung atau mengumpulkan gelombang bunyi.
- 2) Liang telinga (saluran auditori), berfungsi untuk menyalurkan gelombang bunyi ke selaput gendang telinga. Liang telinga panjangnya kurang lebih 2,5 sentimeter. Di sepanjang dinding liang telinga terdapat rambut halus, kelenjar minyak dan kelenjar keringat, yang berfungsi menghalangi debu dan air yang masuk.
- 3) Selaput gendang telinga (membran tympani), yang membatasi telinga luar dan telinga tengah. Berfungsi untuk menangkap getaran.

b. Telinga tengah

Telinga bagian tengah terdiri atas:

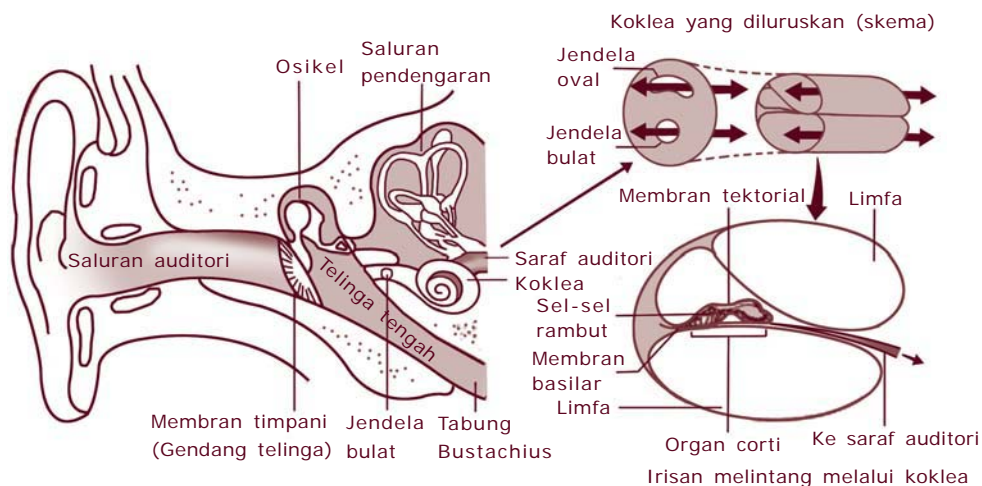
- 1) Tulang-tulang pendengaran (osikel), yaitu berupa tiga tulang kecil yang bersambung dari selaput gendang telinga menuju telinga dalam. Ketiga tulang tersebut adalah tulang martil (malleus), yang letaknya paling luar berhubungan dengan selaput gendang telinga. Berikutnya adalah tulang landasan (inkus) yang menghubungkan martil dan sanggurdi. Tulang paling dalam adalah tulang sanggurdi (stapes), yang melekat dengan saluran rumah siput pada tingkap jorong.

- 2) Saluran Eustachius, yaitu saluran sempit yang menghubungkan telinga tengah dengan bagian belakang tenggorokan. Saluran ini terbuka saat kita mengunyah, menguap, bersin atau membuka mulut. Fungsi saluran ini adalah untuk memasukkan udara ke rongga telinga tengah sehingga tekanan udara di kedua gendang telinga sama dengan udara di luar tubuh.

c. Telinga dalam

Telinga bagian dalam terdiri atas:

- 1) Tingkap jorong dan tingkap bulat, merupakan membran yang terdapat pada pangkal saluran rumah siput (kokhlea). Tingkap jorong merupakan membran berbentuk oval yang berhubungan dengan tulang sanggurdi. Sedangkan tingkap bundar merupakan membran berbentuk bundar/ bulat. Tingkap berfungsi untuk menyalurkan getaran ke telinga dalam dan tingkap bulat sebagai penyeimbang getaran.
- 2) Saluran rumah siput (kokhlea), yaitu saluran berbentuk spiral menyerupai rumah siput. Di dalam kokhlea (di bagian tengah) terdapat organ corti, yang berisi ribuan "sel rambut" yang peka terhadap getaran. Impuls yang timbul di dalam sel rambut tersebut diteruskan oleh saraf auditori ke otak (lihat Gambar 3.13).



Gambar 3.13 *Bagian-bagian telinga manusia*

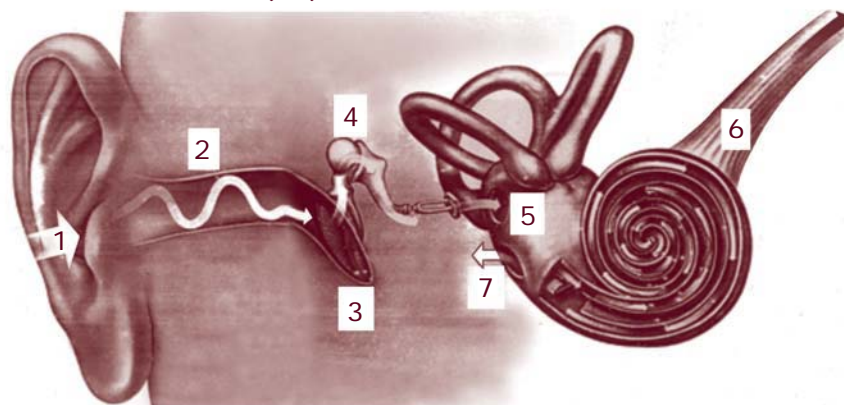
Sumber: *Biologi 2*

- 3) Tiga saluran setengah lingkaran (kanalis semi sirkularis), yaitu tiga buah saluran setengah lingkaran yang satu dengan yang lain membentuk sudut 90° . Pada ujung setiap saluran terdapat penebalan (menggelembung) yang disebut ampulla dan bergabung dengan utrikulus dan sakulus.

Bagaimanakah kita dapat mendengar suatu bunyi? Kita dapat mendengar suatu bunyi pada dasarnya dengan urutan sebagai berikut (lihat Gambar 3.15).

- 1) Gelombang bunyi diterima daun telinga.
- 2) Gelombang bunyi disalurkan masuk oleh liang telinga.
- 3) Gelombang bunyi menggetarkan gendang telinga.
- 4) Getaran tersebut diteruskan oleh tulang-tulang pendengaran (osikel).
- 5) Getaran diteruskan ke tingkat jorong dan menggetarkan cairan limfe di dalam kokhlea.
- 6) Getaran cairan limfe di dalam kokhlea menggerakkan sel reseptor organ korti, yang menghasilkan impuls untuk dihantarkan oleh saraf pendengar ke otak untuk diartikan.
- 7) Getaran cairan limfe juga menggerakkan tingkap bulat bergerak keluar masuk untuk mengatur tekanan udara di dalam agar seimbang dengan tekanan di luar.

Bunyi yang didengar manusia adalah bila bunyi tersebut mempunyai frekuensi 20 - 20 000 getaran/detik (Hz).



Gambar 3.14 Jalan gelombang bunyi dalam telinga

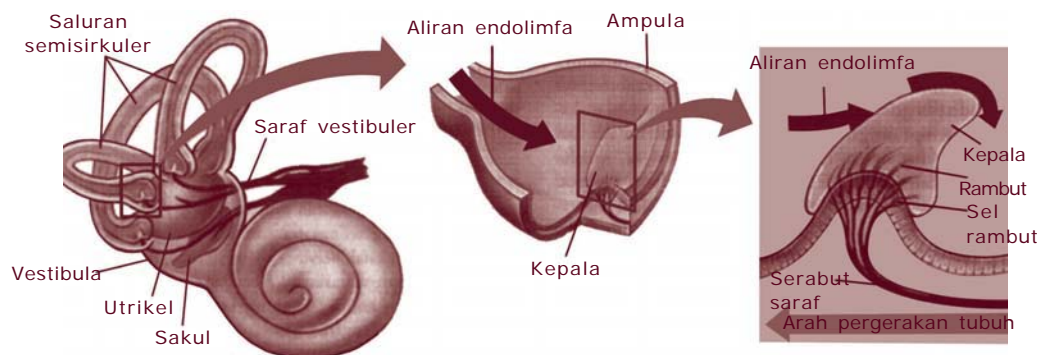
Sumber: Memahami dunia tersembunyi; Panca Indra

Selain sebagai indra pendengaran, telinga juga sebagai indra keseimbangan. Fungsi keseimbangan ini terdapat pada telinga dalam yang dilaksanakan oleh tiga saluran setengah lingkaran utrikelus dan sakulus. Dengan adanya tiga organ tersebut maka telinga bagian dalam dapat mendeteksi:

- 1) Posisi tubuh yang berhubungan dengan gravitasi (keseimbangan statis) yang dilakukan oleh utrikelus dan sakulus.
- 2) Gerakan tubuh (keseimbangan dinamis) yang dilakukan oleh tiga saluran setengah lingkaran.

Pada ujung setiap saluran setengah lingkaran terdapat struktur yang disebut ampulla. Di dalamnya terdapat reseptor menyerupai rambut yang berhubungan dengan serabut saraf otak. Sel-sel yang menyerupai rambut tersebut menghadap ke bagian yang berbentuk jeli (lihat Gambar 3.15). Dengan adanya gerakan tubuh (kepala), maka cairan yang ada di dalam saluran setengah lingkaran bergerak dan merangsang sel reseptor seperti rambut tersebut. Oleh sel reseptor gerakan tersebut diubah menjadi impuls dan diteruskan ke otak dan otak memerintah otot menjaga keseimbangan tubuh.

Sedangkan di utrikelus dan sakulus terdapat batu kecil yang disebut otolith. Batu tersebut merangsang dengan cara menekan sel reseptor serta bereaksi terhadap gravitasi. Otak akan dapat menentukan posisi kepala dari gerakannya.



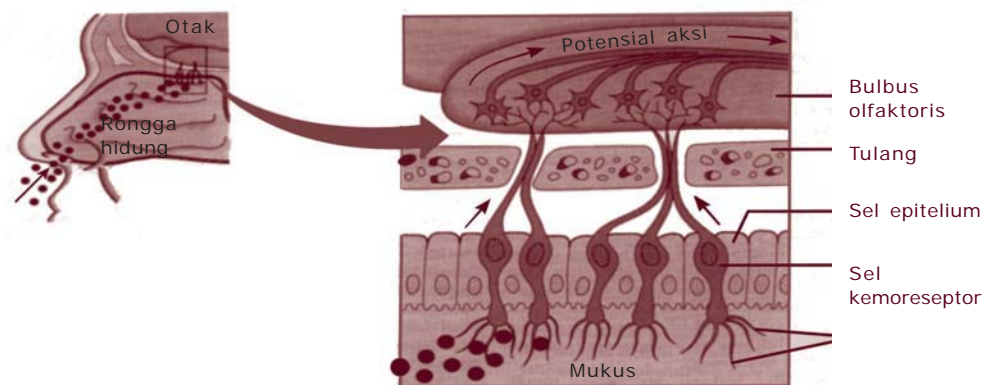
Gambar 3.15 Reseptor-reseptor pada saluran setengah lingkaran, sakulus dan utrikelus.

Sumber: Biologi Jilid 3 (2004): 247

3. Hidung

Hidung manusia merupakan organ tempat beradanya reseptor pembau (khemoreseptor). Maka dengan organ ini kita dapat mengetahui berbagai macam bau. Bahkan hanya dengan mambau saja kita dapat mengetahui nama benda tanpa harus melihatnya.

Sel-sel reseptor yang berfungsi untuk menerima rangsangan zat kimia berupa uap terletak di rongga hidung bagian atas (lihat Gambar 3.16). Daerah ini memiliki ukuran sekitar 250 mm². Sel-sel reseptor ini mempunyai rambut-rambut halus (silia) di ujungnya dan diliputi selaput lendir yang berfungsi sebagai pelembap. Dari sel-sel reseptor ini rangsang dibawa oleh serabut saraf menuju pusat pembau di otak.



Gambar 3.16 Skema sel-sel penerima rangsang bau

Sumber: *Biologi Jilid 3 (2004): 251*

Kita dapat membau suatu zat karena zat yang berupa uap tersebut masuk ke rongga hidung sewaktu kita menarik napas. Zat tersebut akan dilarutkan pada selaput lendir dan merangsang sel-sel reseptor, kemudian dibawa oleh saraf pembau ke otak sehingga kita dapat mengetahui bau tersebut.

Proses membau dapat dijelaskan sebagai berikut.

Bau di udara pernapasan → masuk rongga hidung → larut dalam selaput lendir → diterima saraf pembau → menuju otak → terjadi kesan bau.

4. Lidah

Lidah merupakan tempat beradanya indra pengecap (khemoreseptor). Zat yang dapat dikecap adalah zat-zat kimia berupa larutan. Pada saat kita mengecap makanan, rasa yang timbul sebenarnya adalah perpaduan antara rasa dan bau. Oleh karena itu indra pengecap erat kaitannya dengan indra pembau.

Lidah terbentuk oleh jaringan otot yang ditutupi oleh selaput lendir yang selalu basah dan berwarna merah jambu. Di dalam mulut, permukaan lidah terasa halus dan licin. Coba kalian perhatikan lidah kalian di cermin, maka akan tampak tonjolan-tonjolan kecil di permukaan lidah. Tonjolan kecil itu disebut papila. Ada tiga jenis papila yang ada di permukaan lidah yaitu:

- a. Papila sirkumvalata, yang berbentuk cincin. Papila ini terdapat di pangkal lidah, berjajar membentuk huruf V.
- b. Papila fungiformis, yang berbentuk seperti jamur. Papila ini menyebar di permukaan ujung dan sisi lidah.
- c. Papila filiformis, yang berbentuk seperti rambut. Papila ini merupakan papila terbanyak. Papila ini lebih banyak berfungsi sebagai perasa sentuhan daripada pengecap.

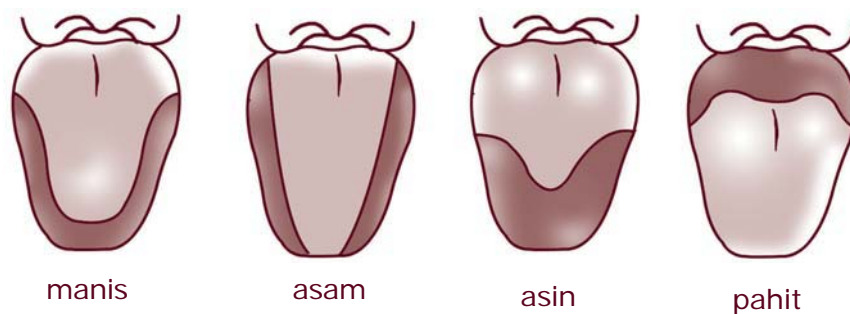
Pada papila-papila inilah terdapat kuncup pengecap yang merupakan kumpulan ujung-ujung saraf pengecap dan oleh serabut-serabut saraf dihubungkan dengan otak.

Suatu zat dapat dirasakan oleh lidah bila zat tersebut berupa larutan. Larutan tersebut kemudian memenuhi parit-parit di sekitar papila-papila. Karena pada papila tersebut terdapat kuncup-kuncup pengecap, maka zat yang mengisi parit tersebut merangsang kuncup pengecap. Rangsangan ini diteruskan oleh serabut saraf menuju ke otak untuk diartikan.

Kuncup-kuncup pengecap dapat membedakan empat rasa pokok yaitu asam, pahit, manis dan asin. Namun terkadang kita juga dapat merasakan lebih dari empat rasa tersebut. Hal ini terjadi karena melibatkan faktor-faktor lain yaitu:

- Kombinasi keempat rasa utama tersebut menghasilkan rasa baru.
- Peranan reseptor-reseptor pencium, suhu dan sentuhan.

Keempat rasa tersebut di atas, dirasakan oleh kuncup-kuncup pengecap yang berbeda dan kuncup-kuncup tersebut berkumpul pada bagian tertentu di permukaan lidah (lihat Gambar 3.17). Namun tiap orang mempunyai variasi keluasan daerah penyebaran rasa tersebut.



Gambar 3.17 Penyebaran daerah rasa pada permukaan lidah
 Sumber: Biologi 2

Untuk mengetahui bagian-bagian mana dari lidah yang peka terhadap rasa manis, asin, pahit dan asam, lakukan kegiatan berikut.



Kegiatan 3.5

Daerah Kepekaan Lidah

A. Tujuan

Mengenal daerah-daerah pada lidah yang paling peka terhadap rasa manis, asam, pahit dan asam.

B. Alat dan Bahan

1. 4 gelas
2. Larutan gula
3. Larutan asam cuka encer
4. Larutan garam dapur
5. Larutan pil kina (dapat diganti larutan pahit yang lain)
6. *Cotton bud* atau kapas bertangkai
7. Kertas hisap atau tisu
8. Saputangan besar
9. Air masak secukupnya untuk berkumur

C. Cara Kerja

1. Siapkan larutan gula, larutan asam cuka encer, larutan garam dan larutan pil kina dalam gelas dan beri label A,B,C dan D.



A

Larutan gula



B

Larutan cuka



C

Larutan garam



D

Larutan Pil Kina

2. Tutuplah kedua mata teman kalian dengan menggunakan saputangan besar. Mintalah dia berkumur dan menjulurkan lidahnya untuk dikeringkan.
3. Celupkan *cotton bud* ke dalam larutan gelas A dan usapkan pada salah satu bagian permukaan lidah, misalkan bagian pangkal lidah (bagian1).
4. Tanyakan kepada teman kalian tadi apakah merasakan cairan tersebut. Jawaban cukup mengangguk, bila merasakan dan menggelengkan kepala bila tidak merasakan. Catat dalam tabel pengamatan dengan memberi tanda + bila merasakan dan tanda- bila tidak merasakan.
5. Lakukan juga cara yang sama untuk bagian 2,3 dan 4 pada lidah teman kalian tersebut.
Setiap ganti larutan gunakan *cotton bud* yang baru dan selalu berkumur dulu lalu dikeringkan.
6. Lakukan cara seperti di atas, untuk larutan B kepada teman kedua, larutan C untuk teman ketiga dan larutan D untuk kalian sendiri.

D. Tabel Pengamatan

Larutan	Pangkal Lidah (Bagian 1)	Tepi Lidah (Bagian 2)	Tengah Lidah (Bagian 3)	Ujung Lidah (Bagian 4)
Gula				
Cuka encer				
Garam				
Pil kina				

E. Pertanyaan

- Berdasarkan hasil pengujian di atas, sebutkan bagian permukaan lidah yang peka terhadap rasa:
 - Manis
 - Asam
 - Asin
 - Pahit
- Apakah kesimpulan kalian dari percobaan ini?

5. Kulit

Selain sebagai alat ekskresi, kulit juga berfungsi sebagai indra perasa dan peraba. Reseptor-reseptor yang terdapat pada kulit adalah:

- Korpus meissner**, yang terletak di dekat permukaan kulit. Berfungsi untuk menerima rangsang sentuhan/ rabaan. Reseptor ini tersebar tidak merata di permukaan kulit. Ujung jari memiliki paling banyak reseptor peraba.
- Korpus pacini**, yang berfungsi menerima rangsang tekanan. Letaknya di bawah lapisan dermis.
- Korpus ruffini**, berfungsi untuk menerima rangsang panas. Letaknya di lapisan dermis.
- Korpus krause**, berfungsi untuk menerima rangsang dingin. Letaknya di lapisan dermis.
- Ujung saraf tanpa selaput**, yang peka terhadap rasa sakit/ nyeri. Letaknya di lapisan epidermis. Saraf ini sangat penting untuk keselamatan tubuh. Jika terjadi sesuatu yang tidak

menguntungkan, saraf ini cepat bereaksi, antara lain dengan adanya gerak refleks.



D. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Indra

Beberapa kelainan atau penyakit pada alat indra yang biasa kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari antara lain:

1. Miopi (Rabun Jauh)

Yaitu kelainan pada mata dimana bayangan yang dibentuk oleh lensa jatuh di depan retina. Kelainan ini terjadi karena lensa mata terlalu cembung atau garis tengah mata panjang. Kelainan ini dapat ditolong dengan menggunakan lensa negatif.

2. Hypermetropi (Rabun Dekat)

Yaitu kelainan mata dimana bayangan yang dibentuk oleh lensa jatuh di belakang retina. Kelainan ini terjadi karena lensa mata terlalu pipih atau garis tengah mata pendek. Kelainan ini dapat ditolong dengan menggunakan lensa positif.

3. Presbiopi

Yaitu kelainan pada mata karena tidak elastisnya lensa mata untuk berakomodasi. Penderita kelainan ini biasanya menggunakan lensa ganda yaitu lensa positif dan lensa negatif.

4. Rabun Senja

Kelainan pada mata karena defisiensi vitamin A. Akibatnya penderita kesulitan melihat benda saat terjadi perubahan dari terang ke gelap atau saat senja.

5. Katarak

Yaitu mengeruhnya lensa mata, yang dapat disebabkan oleh kekurangan vitamin B atau juga faktor usia.

Rangkuman

1. Tiga komponen dalam fungsi koordinasi:
 - a. Reseptor : bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan.
 - b. Konduktor : bagian tubuh yang berfungsi sebagai penghantar rangsangan.
 - c. Efektor : bagian tubuh yang menanggapi rangsangan.
2. Sel saraf terdiri atas:
 - a. Badan sel
 - b. Dendrit
 - c. Neurit (akson)
3. Berdasarkan bentuk dan fungsinya neuron dibedakan:
 - a. Neuron sensorik
 - b. Neuron motorik
 - c. Neuron konektor
4. Sistem saraf dibagi menjadi sistem saraf sadar dan saraf tak sadar.
5. Sistem saraf sadar dibagi menjadi saraf pusat dan saraf tepi.
6. Sistem saraf tak sadar dibagi menjadi saraf simpatik dan saraf parasimpatik.
7. Saraf pusat dibagi menjadi otak dan sumsum tulang belakang
8. Saraf tepi dibagi menjadi 12 pasang saraf otak dan 31 pasang saraf sumsum tulang belakang.
9. Indra manusia terdiri atas mata, telinga, hidung, lidah, kulit.
10. Kelainan dan penyakit pada indra, misalnya miopi, hipermetropi, presbiopi, rabun senja, katarak.

Refleksi

Sebagai bahan refleksi, coba buatlah skema dasar dari sistem koordinasi manusia. Jelaskan masing-masing! Jika merasa kesulitan tanyakan pada teman/guru kalian. Jika sudah paham kalian bisa melanjutkan pembelajaran ke bab berikutnya.

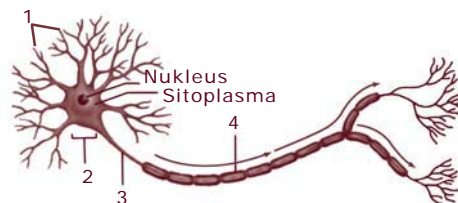


Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf a, b, c atau d!

1. Bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan disebut
 - a. kelenjar
 - b. efektor
 - c. reseptor
 - d. hormon
2. Sistem saraf manusia dibedakan menjadi
 - a. sistem saraf pusat dan sistem saraf sadar
 - b. otak dan sumsum tulang belakang
 - c. susunan saraf pusat dan susunan saraf tepi
 - d. sistem saraf sadar dan sistem saraf tak sadar

Untuk soal nomor 3 sampai 5 perhatikan gambar neuron berikut.



- Bagian yang dinamakan dendrit adalah nomor
- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
3. Bagian yang berfungsi membawa rangsangan dari badan sel adalah nomor
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 4. Selubung myelin ditunjukkan nomor
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 5. Bagian neuron yang berfungsi untuk mempercepat jalan impuls adalah
 - a. akson
 - b. selubung myelin
 - c. nodus ranvier
 - d. dendrit

13. Jembatan varol terkait dengan bagian nomor
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
14. Yang disebut saraf pengembara adalah saraf otak nomor
- I
 - V
 - VIII
 - X
15. Berikut ini aktivitas organ yang dipengaruhi saraf parasimpatik adalah
- meningkatnya denyut jantung
 - meningkatnya peristaltik lambung
 - meningkatnya laju pernapasan
 - melebarnya pupil
16. Kemampuan lensa mata untuk mencembung dan memipih disebut
- akomodasi
 - relaksasi
 - kontraksi
 - adaptasi
17. Berikut ini pernyataan yang benar tentang sel kerucut pada retina mata, **kecuali**
- jumlahnya lebih sedikit dibandingkan sel batang
 - peka terhadap cahaya terang
 - paling banyak di daerah fovea
 - untuk melihat benda tak berwarna
18. Warna mata seseorang ditentukan oleh
- sklera
 - koroid
 - kelopak
 - iris
19. Berikut ini tulang-tulang pendengar pada telinga, **kecuali**
- tonsil
 - martil
 - sanggurdi
 - landasan
20. Tingkap jorong berhubungan langsung dengan tulang pendengar yaitu
- landasan
 - martil
 - sanggurdi
 - tonsil
21. Tonjolan-tonjolan kecil yang terdapat pada permukaan lidah disebut
- epitel
 - papila
 - kuncup pengecap
 - tonsil
22. Bagian lidah yang peka terhadap rasa asin adalah
- pangkal
 - samping
 - ujung
 - tengah

23. Tango reseptor adalah nama reseptor yang terdapat pada
- lidah
 - kulit
 - mata
 - telinga
24. Nama reseptor untuk menerima rangsang panas pada kulit adalah
- krause
 - ruffini
 - pacini
 - meisner
25. Gangguan mata karena bayangan jatuh dibelakang retina disebut
- miopi
 - emetropi
 - presbiopi
 - hypermetropi

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

- Gambarlah sebuah sel saraf dan beri keterangan bagian-bagiannya!
- Tuliskan jalan impuls yang dilalui gerak sadar dan gerak refleks!
- Tuliskan perbedaan 5 pengaruh kerja saraf simpatik dan saraf parasimpatik!
- Sebutkan minimum 5 bagian mata serta fungsinya!
- Gambarkan skema daerah kepekaan lidah terhadap rasa manis, asin, asam dan pahit!

Proyek

Carilah informasi tentang penyakit-penyakit yang berhubungan dengan sistem koordinasi dan alat indra pada manusia dari sumber. Catatlah dalam buku catatan kalian tentang nama, penyebab, serta pencegahan dari penyakit-penyakit tersebut. Kumpulkan kepada guru kalian.