

BAB 12 Koordinasi dan Gerak Balas dalam Manusia



Robot
Sophia

Mampukah robot berfungsi sepenuhnya seperti manusia pada masa akan datang?

12.1 Koordinasi dan Gerak Balas

- 12.1.1** Membuat urutan dan memerihalkan komponen dalam koordinasi manusia:
- rangsangan
 - reseptor
 - pusat integrasi
 - efektor
 - gerak balas
- 12.1.2** Mengenal pasti dan memerihalkan rangsangan luar dan rangsangan dalam.

- 12.1.3** Menyenaraikan jenis-jenis reseptor deria berdasarkan rangsangan yang terlibat:
- kemoreseptor
 - termoreseptor
 - mekanoreseptor
 - baroreseptor
 - fotoreseptor
 - nosiseptor
- 12.1.4** Mewajarkan keperluan bergerak balas terhadap rangsangan luar dan rangsangan dalam.

12.2 Sistem Saraf

12.2.1 Membina carta organisasi dan menerangkan struktur sistem saraf manusia:

- sistem saraf pusat
 - otak
 - saraf tunjang
- sistem saraf periferi
 - reseptor deria
 - saraf kranium
 - saraf spina

12.2.2 Menerangkan fungsi bahagian sistem saraf pusat dalam koordinasi dan gerak balas:

- otak
 - serebrum
 - hipotalamus
 - serebelum
 - kelenjar pituitari
 - medula oblongata
- saraf tunjang

12.2.3 Berkomunikasi tentang fungsi bahagian sistem saraf periferi dalam koordinasi dan gerak balas.

12.3 Neuron dan Sinaps

12.3.1 Melukis dan melabel struktur neuron deria dan neuron motor:

- dendrit
- salut mielin
- akson
- nodus Ranvier
- badan sel

12.3.2 Mencerakinkan fungsi setiap jenis neuron dalam penghantaran impuls.

12.3.3 Menjelaskan struktur sinaps dan fungsinya.

12.3.4 Menerangkan penghantaran impuls merentasi sinaps.

12.4 Tindakan Terkawal dan Tindakan Luar Kawal

12.4.1 Membanding dan membezakan antara tindakan terkawal dengan tindakan luar kawal.

12.4.2 Memerihalkan tindakan refleksi yang melibatkan:

- dua neuron
- tiga neuron

12.4.3 Melukis arka refleksi.

12.5 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Saraf Manusia

12.5.1 Berkomunikasi tentang isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf.

12.5.2 Memerihalkan kesan penyalahgunaan dadah dan alkohol terhadap koordinasi dan gerak balas manusia.

12.6 Sistem Endokrin

12.6.1 Menyatakan peranan kelenjar endokrin dalam manusia.

12.6.2 Mengenal pasti dan melabel kelenjar endokrin dalam manusia.

12.6.3 Mencerakinkan fungsi hormon yang dirembeskan oleh setiap jenis kelenjar endokrin:

- hipotalamus
 - hormon perembes gonadotropin (GnRH)
- lobus anterior pituitari
 - hormon pertumbuhan (GH)
 - hormon perangsang folikel (FSH)
 - hormon peluteinan (LH)
 - hormon perangsang tiroid (TSH)
 - hormon adrenokortikotrof (ACTH)
- lobus posterior pituitari
 - hormon oksitosin
 - hormon antidiuresis (ADH)
- tiroid – hormon tiroksina
- pankreas
 - hormon insulin
 - hormon glukagon
- adrenal
 - hormon adrenalina
 - hormon aldosteron
- ovari
 - hormon estrogen
 - hormon progesteron
- testis
 - hormon testosteron

12.6.4 Membincangkan penglibatan sistem saraf dan sistem endokrin dalam situasi cemas.

12.6.5 Membanding dan membezakan antara sistem saraf dengan sistem endokrin.

12.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Endokrin Manusia

12.7.1 Meramalkan kesan ketidakseimbangan hormon terhadap kesihatan manusia.

12.1

Koordinasi dan Gerak Balas

Organisma mempunyai keupayaan untuk mengesan perubahan dalam persekitarannya dan bergerak balas terhadap perubahan ini. Keupayaan ini dikenali sebagai **kepekaan** manakala perubahan yang merangsang gerak balas disebut **rangsangan**. Rangsangan boleh dibahagikan kepada dua jenis iaitu **rangsangan luar** dan **rangsangan dalam**.

- (a) Rangsangan dari persekitaran luar termasuk cahaya, bunyi, bau, rasa, suhu persekitaran, tekanan dan sentuhan.
- (b) Rangsangan dari persekitaran dalam merangkumi perubahan tekanan osmosis darah, perubahan suhu badan dan perubahan aras gula dalam darah.

Mamalia mengesan rangsangan melalui sel deria khas yang disebut **reseptor**. Apabila reseptor mengesan sesuatu rangsangan seperti bunyi, rangsangan ditukar kepada impuls saraf. Impuls saraf dihantar ke otak melalui sel saraf atau neuron. **Otak** merupakan pusat integrasi yang menterjemah impuls saraf dan mengkoordinasi suatu gerak balas yang sesuai.

Gerak balas merujuk kepada cara organisma bertindak selepas mengesan sesuatu rangsangan. Bahagian badan yang melakukan gerak balas tersebut dikenali sebagai **efektor**. Contoh efektor ialah otot dan kelenjar. Rajah 12.1 dan Rajah 12.2 menghuraikan komponen utama dan laluan yang terlibat dalam mengesan dan bergerak balas terhadap perubahan persekitaran luar dan dalam.



Rangsangan dari persekitaran luar
(contoh: bunyi telefon berdering)

Dikesan oleh reseptor deria
dalam organ deria dan
diubah menjadi impuls saraf

Impuls saraf dihantar
melalui neuron deria
ke pusat integrasi

Di pusat integrasi (otak), impuls
saraf diinterpretasi dan suatu
gerak balas dicetuskan

Impuls dihantar melalui
neuron motor ke efektor

Efektor (otot tangan)
menghasilkan gerak balas
(menjawab telefon)

RAJAH 12.1 Komponen utama dan laluan yang terlibat dalam mengesan dan bergerak balas terhadap perubahan persekitaran luar



Reseptor dan efektor bekerjasama untuk membawa perubahan yang sesuai bergantung pada rangsangan yang dikesan.

Koordinasi ialah proses pengesanan rangsangan oleh reseptor yang berakhir dengan gerak balas yang bersesuaian oleh efektor. Koordinasi memastikan keseluruhan aktiviti dan sistem sesuatu organisma berfungsi dan diselaraskan dengan sempurna sebagai satu unit yang lengkap. Peranan koordinasi dan gerak balas dijalankan oleh dua sistem yang berlainan iaitu sistem saraf dan sistem endokrin.

Kedua-dua sistem ini bekerjasama untuk mengkoordinasi dan mengawal gerak balas.

Zon Aktiviti

Jalankan aktiviti main peranan untuk menerangkan koordinasi dan gerak balas.



RAJAH 12.2 Komponen utama dan laluan yang terlibat dalam mengesan dan bergerak balas terhadap perubahan persekitaran dalam

Jenis-jenis reseptor

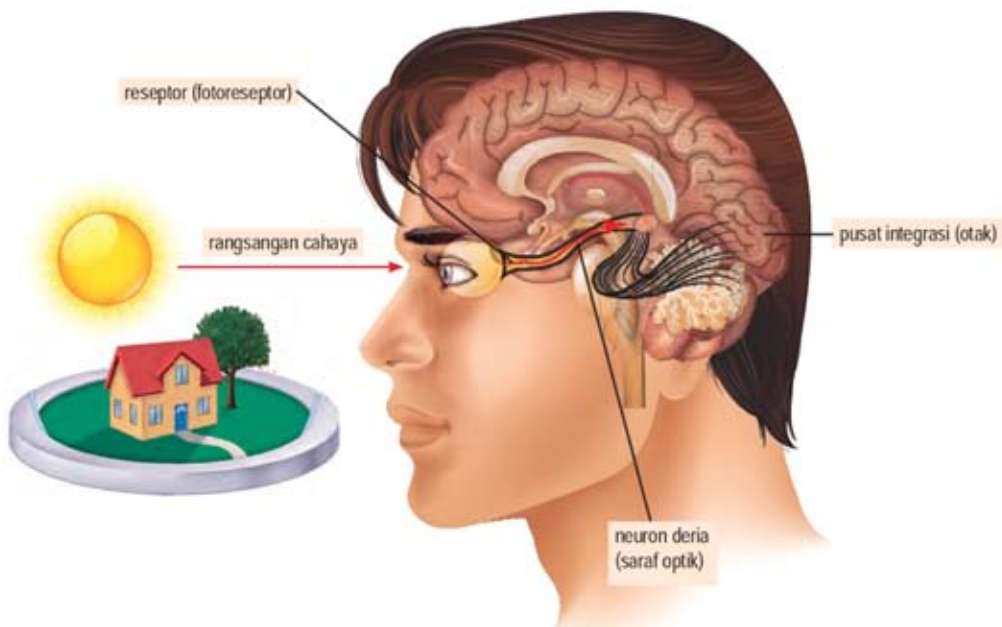
Merentas Bidang

Semua reseptor boleh dianggap sebagai pengubah tenaga, iaitu reseptor boleh mengubah satu bentuk tenaga kepada bentuk lain. Misalnya, fotoreseptor mata mengubah tenaga cahaya kepada bentuk yang boleh diterima oleh sistem saraf iaitu isyarat elektrik.

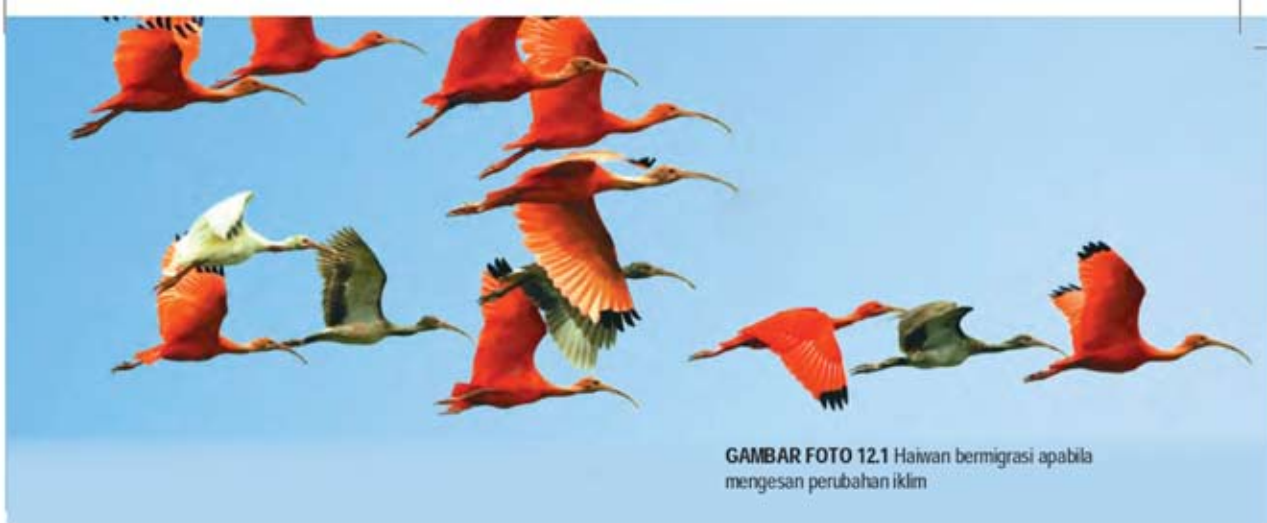
Reseptor deria yang terdapat pada hujung gentian saraf mengesan maklumat di persekitaran luar dan dalam. Lokasi reseptor bergantung pada jenis rangsangan yang dikesan. Setiap jenis reseptor biasanya peka terhadap jenis rangsangan tertentu. Misalnya, reseptor deria yang mengesan rangsangan luar terdapat dalam organ deria khas seperti mata, hidung, lidah dan kulit. Reseptor deria yang mengesan rangsangan dalam terdapat dalam organ dalaman yang spesifik, misalnya sel pankreas yang mengesan aras gula dalam darah.

JADUAL 12.1 Jenis reseptor deria dan rangsangan yang terlibat

Reseptor deria	Rangsangan
Fotoreseptor	Cahaya
Termoreseptor	Perubahan suhu
Kemoreseptor	Bahan kimia
Baroreseptor	Perubahan tekanan
Mekanoreseptor	Sentuhan dan tekanan
Nosiseptor	Kesakitan



RAJAH 12.3 Pengesanan rangsangan luar oleh fotoreseptor



GAMBAR FOTO 12.1 Haiwan bermigrasi apabila mengesan perubahan iklim

Keperluan gerak balas

Mengapakah organisma perlu bergerak balas terhadap rangsangan luar dan rangsangan dalam? Keupayaan organisma untuk mengesan perubahan dalam persekitaran luar dan bergerak balas terhadap rangsangan tersebut amat penting untuk kemandirian organisma. Bagi sesetengah haiwan, perubahan keadaan iklim yang mendadak mendorong haiwan mencari tempat perlindungan yang baharu.

Keupayaan organisma untuk mengesan perubahan persekitaran dalam juga sangat penting supaya maklumat dapat disampaikan ke pusat integrasi. Pusat integrasi kemudian akan menghantar maklumat kepada efektor untuk bergerak balas terhadap perubahan tersebut. Misalnya, apabila suhu badan meningkat melebihi julat normal, maklumat ini akan disampaikan kepada pusat integrasi oleh reseptor. Pusat integrasi akan menghantar impuls saraf kepada efektor supaya menurunkan semula suhu badan kepada julat normal. Kesimpulannya, manusia dan haiwan perlu bergerak balas agar dapat menyesuaikan diri dengan perubahan persekitaran.



GAMBAR FOTO 12.2
Gerak balas yang cepat diperlukan untuk menyelamatkan bola di pintu gol

BAB 12

Praktis Formatif 12.1

- 1 Apakah maksud gerak balas?
- 2 Apakah organ deria yang mempunyai reseptor deria mekanoreseptor?
- 3 Pada pendapat anda, mengapa koordinasi sangat penting bagi manusia?



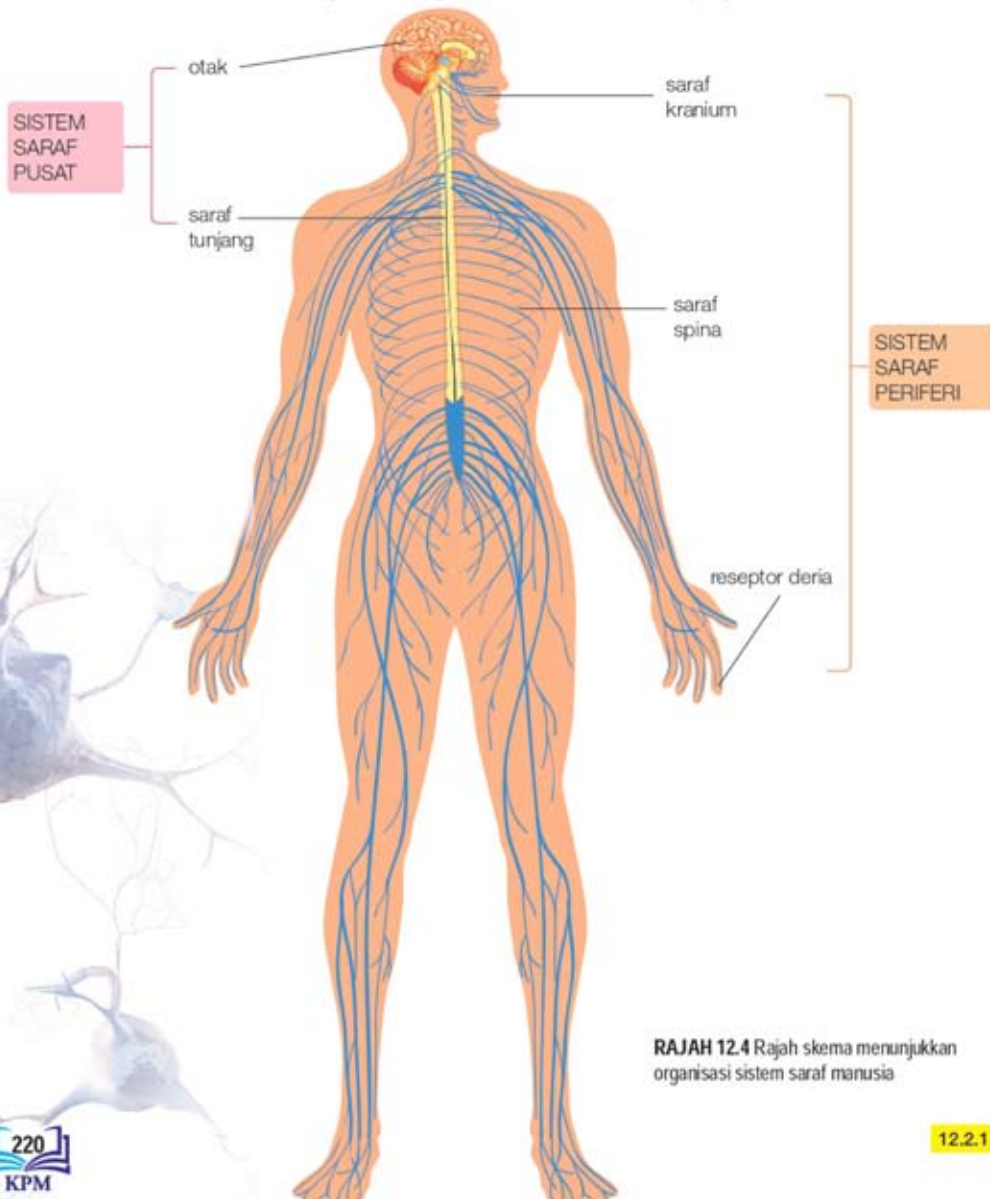
- 4 Anda terasa gigitan nyamuk di kaki anda lalu memukul nyamuk tersebut. Huraikan laluan yang terlibat dalam mengesan dan bergerak balas terhadap rangsangan gigitan nyamuk.



12.2 Sistem Saraf

Sistem saraf manusia terdiri daripada rangkaian sel saraf atau neuron. Sistem ini dibahagi kepada dua subsistem utama: **sistem saraf pusat** dan **sistem saraf periferi**.

Sistem saraf pusat terdiri daripada **otak** dan **saraf tunjang**. Sistem saraf periferi terdiri daripada 12 pasang **saraf kranium** dan 31 pasang **saraf spina**. Saraf kranium menghantar impuls dari dan ke otak. Saraf spina menghantar impuls dari dan ke saraf tunjang.



RAJAH 12.4 Rajah skema menunjukkan organisasi sistem saraf manusia

Otak

Tahukah anda bahawa otak terdiri daripada lebih kurang 100 bilion neuron? Otak merupakan **pusat koordinasi** dan **kawalan** bagi manusia. Bahagian-bahagian utama otak manusia ialah **serebrum**, **hipotalamus**, **serebelum**, **medula oblongata** dan **kelenjar pituitari** (Rajah 12.5).



SEREBRUM

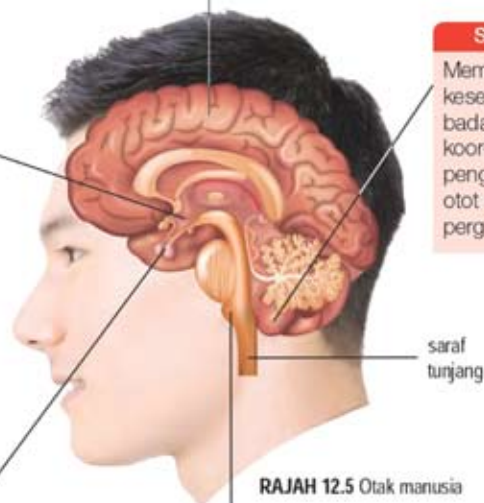
- Merupakan struktur yang paling besar dan kompleks pada bahagian hadapan otak.
- Permukaannya berlipat-lipat bagi menambahkan luas permukaan untuk memuatkan lebih banyak saraf.
- Merupakan pusat mengawal emosi, pendengaran, penglihatan, personaliti dan tindakan terkawal.
- Serebrum menerima maklumat dan rangsangan daripada reseptor.
- Maklumat ini dianalisis, diintegrasikan dan dihubungkan untuk menghasilkan persepsi deria.
- Gerak balas ditentukan dan arahan diberikan kepada efektor.
- Serebrum juga bertanggungjawab terhadap keupayaan mental yang tinggi seperti pembelajaran, kebolehan mengingat, kemahiran berbahasa dan kemahiran matematik.

HIPOTALAMUS

- Mengkoordinasi homeostasis.
- Merupakan pusat kawalan untuk mengawal atur suhu badan, keseimbangan air, tekanan darah serta mengesan kelaparan, dahaga dan keletihan.
- Hipotalamus menghubungkan sistem saraf kepada sistem endokrin melalui kelenjar pituitari.
- Mengawal rembesan beberapa jenis hormon kelenjar pituitari.

SEREBELUM

Memelihara keseimbangan badan serta koordinasi pengecutan otot untuk pergerakan badan.



RAJAH 12.5 Otak manusia

KELENJAR PITUITARI

- Terletak pada dasar hipotalamus.
- Kelenjar utama dalam sistem endokrin.
- Kelenjar ini merembeskan hormon yang mengawal rembesan hormon oleh kelenjar endokrin yang lain.

MEDULA OBLONGATA

- Terletak pada anterior serebelum.
- Mengawal tindakan luar kawal seperti denyutan jantung, pernafasan, pencernaan makanan, pemvascerutan, tekanan darah, peristalsis, muntah, batuk, bersin dan menelan.

Fikirkan!



Dalam keratan saraf tunjang yang baru dibedah, jirim putih kelihatan putih manakala jirim kelabu kelihatan kelabu. Bolehkah anda jelaskan mengapa?

Saraf tunjang

Saraf tunjang terkandung dalam turus vertebra dan dikelilingi oleh bendalir serebrospina yang memberi perlindungan dan membekalkan saraf tunjang dengan nutrien. Saraf tunjang terdiri daripada **jirim putih** dan **jirim kelabu** (Rajah 12.6). Dalam keratan rentas, jirim kelabu kelihatan seperti rama-rama atau huruf 'H'. Jirim kelabu terdiri terutamanya daripada badan sel dan dikelilingi oleh jirim putih. Jirim putih terdiri daripada akson yang disalut dengan salut mielin dan memanjang ke atas dan ke bawah saraf tunjang. **Saraf spina** muncul dari saraf tunjang melalui dua cabang pendek atau akar iaitu **akar dorsal** dan **akar ventral**.

Fungsi saraf tunjang adalah

- untuk memproses beberapa jenis maklumat deria dan menghantar gerak balas melalui neuron motor
- mengawal tindakan refleks
- menghubungkan otak dengan sistem saraf periferi

Fungsi struktur terperinci saraf tunjang diringkaskan dalam Rajah 12.6.



RAJAH 12.6 Keratan rentas menunjukkan struktur terperinci saraf tunjang, bahagian jirim putih dan jirim kelabu

Sistem saraf periferi

Sistem saraf periferi terdiri daripada **sistem saraf soma** dan **sistem saraf autonomi**. Sistem saraf soma mengawal semua tindakan terkawal. Sistem saraf autonomi mengawal tindakan luar kawal seperti denyutan jantung dan pengecutan salur darah. Fungsi sistem saraf periferi ialah menghubungkan **reseptor deria** dan **efektor** kepada sistem saraf pusat.

Praktis Formatif 12.2

- 1 Jelaskan peranan otak dalam koordinasi badan.
- 2 Bandingkan fungsi serebelum dengan medula oblongata.
- 3 Nyatakan satu perbezaan antara fungsi sistem saraf soma dengan sistem saraf autonomi.
- 4 Jelaskan mengapa kita tidak dapat menahan bersin.



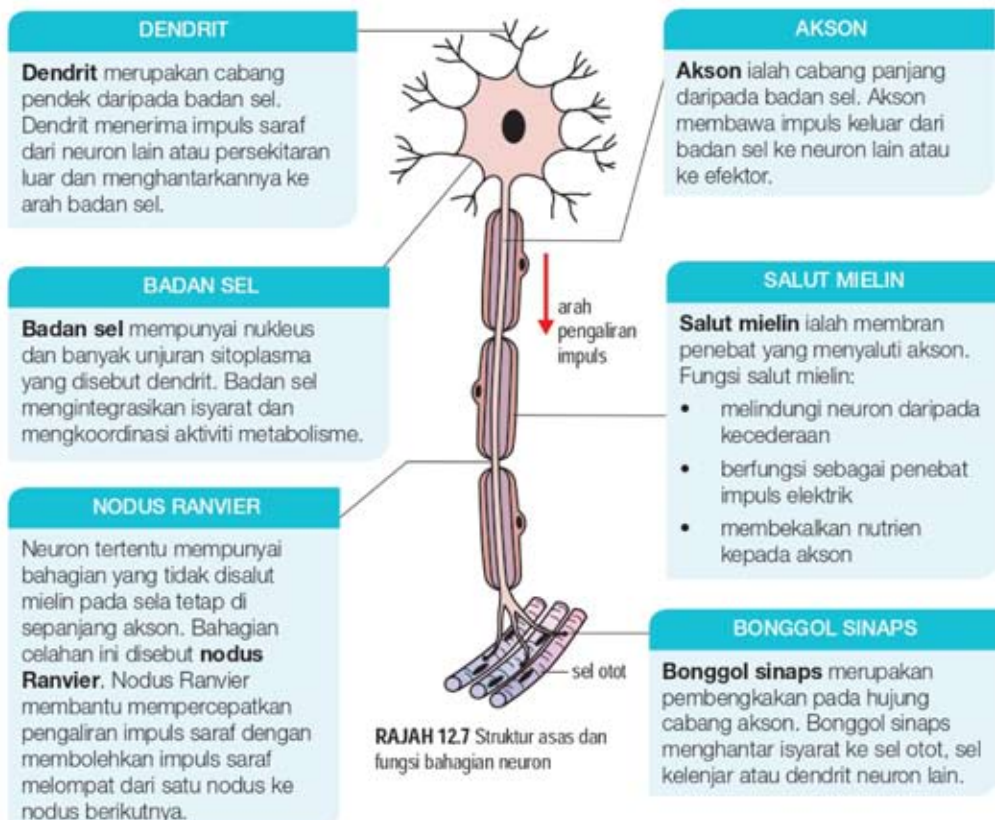
Fikirkan!

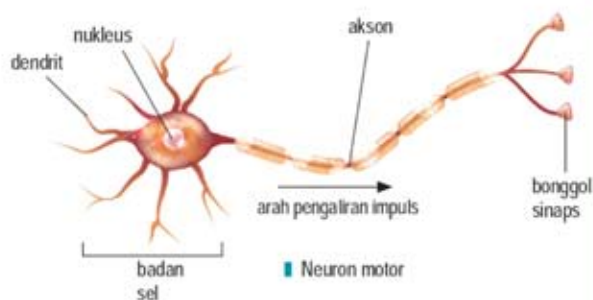


Seseorang yang diserang strok menghadapi kesukaran untuk menggerakkan tangan kirinya. Bahagian otak manakah yang telah mengalami kecederaan?

12.3 Neuron dan Sinaps

Sistem saraf terdiri daripada berjuta sel saraf yang disebut **neuron**. Struktur asas neuron terdiri daripada **badan sel**, **akson**, **dendrit**, **salut mielin**, **nodus Ranvier** dan **bonggol sinaps** (Rajah 12.7). Terdapat tiga jenis neuron iaitu **neuron deria**, **neuron pengganti** dan **neuron motor** (Rajah 12.8).



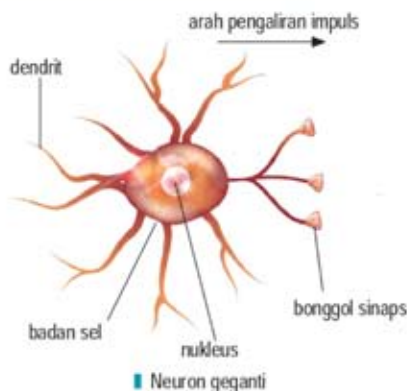
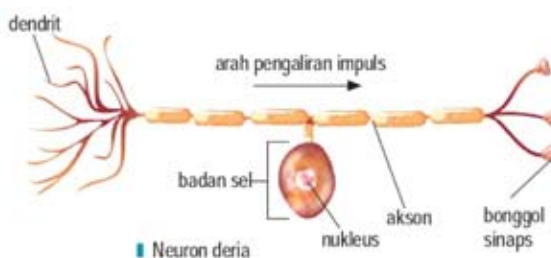


NEURON MOTOR

- Terdapat dalam akar ventral saraf spina.
- Menerima impuls saraf dari **neuron geganti** sistem saraf pusat dan menghantar impuls saraf ke **efektor** seperti otot atau kelenjar untuk menghasilkan gerak balas yang sewajarnya.
- Badan sel terdapat dalam jirim kelabu saraf tunjang.

NEURON DERIA

- Terdapat dalam akar dorsal saraf spina.
- Membawa impuls saraf dari **reseptor** organ deria ke **sistem saraf pusat**.
- Badan sel terdapat dalam **ganglion akar dorsal**.
- Dendrit menerima impuls saraf dari reseptor dan menghantar ke arah badan sel.
- Impuls saraf dialirkan dari badan sel melalui akson ke neuron berikutnya.



NEURON GEGANTI

- Gentian neuron yang terdapat dalam sistem saraf pusat.
- Menghubungkan **neuron deria** kepada **neuron motor**.
- Badan sel terdapat secara kelompok dalam jirim kelabu sistem saraf pusat.
- Menghantar impuls saraf dari neuron deria ke sistem saraf pusat dan dari sistem saraf pusat ke neuron motor.

RAJAH 128 Jenis dan fungsi neuron

Struktur sinaps dan fungsinya

Maklumat dihantar di sepanjang neuron melalui isyarat elektrik yang dikenali sebagai **impuls saraf**. Impuls ialah gelombang cas positif yang dialirkan di sepanjang akson ke bonggol sinaps. Terdapat satu celah sempit yang dikenali sebagai **sinaps** yang memisahkan bonggol sinaps daripada dendrit neuron yang menerima impuls. Isyarat elektrik yang membawa maklumat mesti dipindahkan merentasi sinaps supaya pemancaran impuls dapat diteruskan ke neuron berikutnya.

Sinaps memainkan peranan penting untuk membenarkan impuls saraf dipindahkan dalam satu arah. Dengan itu, sinaps boleh mengawal jenis impuls yang merentasinya.

Penghantaran impuls merentasi sinaps

Pemancaran impuls merentasi sinaps adalah secara kimia. Bahan kimia yang terlibat ialah **neurotransmitter** yang disimpan dalam **vesikel sinaps** yang terkumpul di hujung bonggol sinaps. Dua contoh neurotransmitter yang dijumpai di kebanyakan sinaps ialah asetilkolina dan noradrenalina. Contoh lain ialah serotonin dan dopamina.

Proses pemancaran impuls melalui sinaps adalah lambat kerana proses ini berlaku secara kimia. Pada mulanya, isyarat elektrik ditukar kepada isyarat kimia dalam bentuk neurotransmitter, kemudian penukaran semula bahan kimia kepada isyarat elektrik pada membran neuron penerima. Penghantaran impuls merentasi sinaps ditunjukkan dalam Rajah 12.9.

Lensa Biologi

Ular tedung mempunyai bisa yang menyebabkan kelumpuhan dengan menghalang tindakan pengutus neurotransmitter.

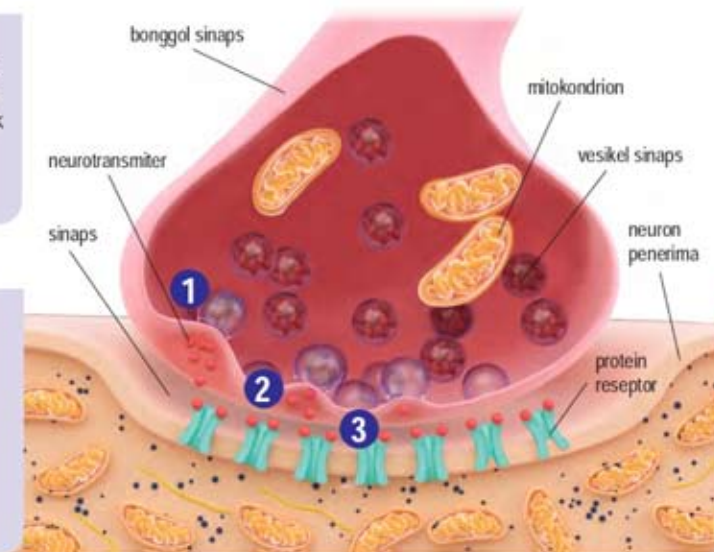


Video: Sinaps
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

1 Apabila impuls elektrik sampai ke bonggol sinaps, vesikel sinaps dirangsang untuk membebaskan **neurotransmitter** ke dalam sinaps.

2 **Neurotransmitter** meresap melalui sinaps dan bergabung dengan protein reseptor spesifik yang merupakan reseptor pada dendrit neuron penerima.

3 Penggabungan neurotransmitter dengan reseptor merangsang pencetusan impuls yang seterusnya supaya impuls dapat dipancarkan terus melalui neuron ini.



RAJAH 12.9 Penghantaran impuls merentasi sinaps

Bonggol sinaps mengandungi banyak mitokondrion untuk menjana tenaga yang diperlukan untuk penghantaran impuls saraf.

Zon Aktiviti

Reka bentuk model simulasi koordinasi saraf dengan menggunakan litar elektrik.

Praktis Formatif 12.3

- 1 Apakah fungsi neuron motor?
- 2 Mengapakah bonggol sinaps mengandungi banyak mitokondrion?
- 3 Bagaimanakah impuls elektrik dihantar melalui sinaps?



- 4 Ramalkan apa yang akan berlaku kepada penghantaran impuls sekiranya neuron tidak mempunyai salut mielin.

12.4 Tindakan Terkawal dan Tindakan Luar Kawal

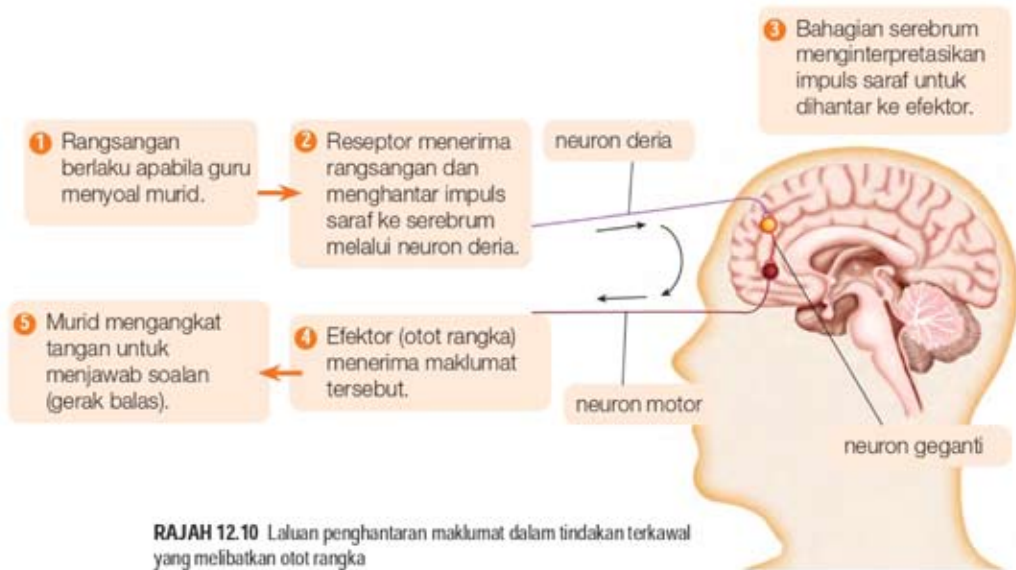
Gerak balas yang dihasilkan adalah sama ada **tindakan terkawal** atau **tindakan luar kawal**. Apakah laluan penghantaran maklumat yang terlibat dalam kedua-dua tindakan ini? Apakah perbezaan antara tindakan terkawal dan tindakan luar kawal? Jadual 12.2 menunjukkan perbandingan antara tindakan terkawal dengan tindakan luar kawal.

JADUAL 12.2 Perbandingan antara tindakan terkawal dengan tindakan luar kawal

Tindakan terkawal	Tindakan luar kawal
Persamaan	
Kedua-dua tindakan melibatkan rangsangan, impuls, neuron dan organ efektor.	
Perbezaan	
Tindakan yang kita sedari dan dilakukan mengikut kehendak kita	Tindakan yang berlaku secara automatik dan berlaku tanpa kita sedari
Melibatkan sistem saraf soma	Melibatkan sistem saraf autonomi
Dikawal oleh korteks serebrum	Dikawal oleh medula oblongata dan hipotalamus
Melibatkan gerak balas otot rangka	Melibatkan gerak balas otot licin dan kelenjar

TINDAKAN TERKAWAL YANG MELIBATKAN OTOT RANGKA

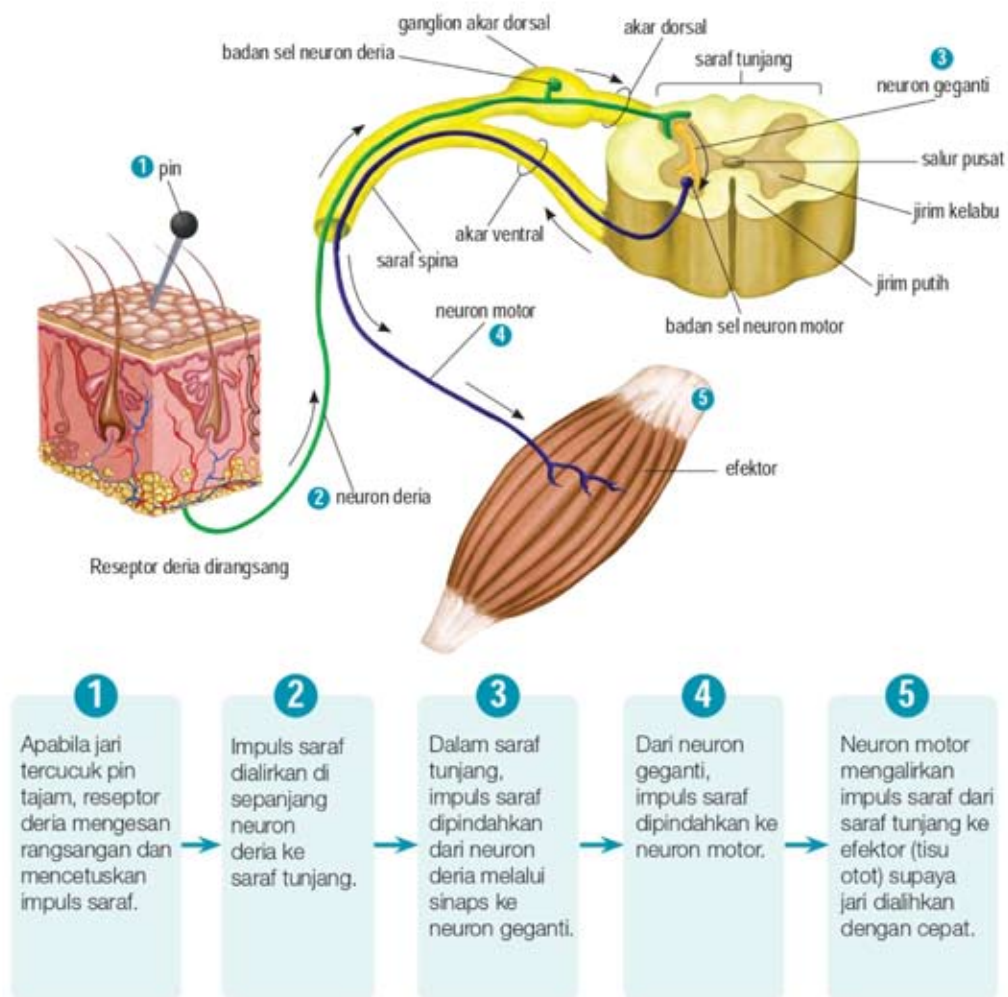
- Tindakan terkawal seperti berjalan, bercakap atau memberus gigi merupakan tindakan yang disadari.
- Misalnya, anda boleh secara sukarela mengangkat tangan untuk menjawab soalan.
- Tindakan terkawal yang melibatkan otot rangka dikawal oleh korteks serebrum.
- Oleh sebab maklumat sampai ke korteks serebrum iaitu aras kesedaran kita, persepsi tentang persekitaran luar dapat dihasilkan.
- Laluan maklumat dalam tindakan terkawal ditunjukkan dalam Rajah 12.10.



Tindakan luar kawal yang melibatkan otot rangka: gerak balas refleks

Arka refleks tiga neuron

- Beberapa situasi memerlukan tindakan yang serta-merta dan spontan.
- Jika jari anda tercucuk pin tajam, anda akan mengalihkan jari dengan serta-merta tanpa berfikir panjang.
- Ini dikenali sebagai **tindakan refleks**.
- Tindakan refleks ialah gerak balas pantas terhadap rangsangan tanpa dikawal oleh otak.
- Laluan saraf yang terlibat dalam tindakan refleks disebut **arka refleks** (Rajah 12.11).
- Tindakan refleks mengalihkan jari daripada pin tajam melibatkan **tiga neuron** dan komunikasi antara neuron dalam sistem saraf periferi dan saraf tunjang.



RAJAH 12.11 Arka refleks yang melibatkan tiga neuron dan saraf tunjang

Kepentingan tindakan refleks

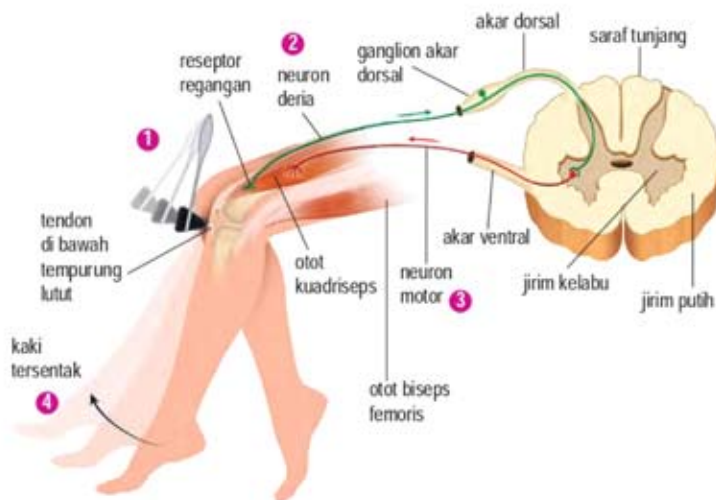
- Tindakan refleks menghasilkan gerak balas spontan tanpa perlu menunggu arahan daripada otak.
- Masa tambahan yang diperlukan untuk otak menganalisis maklumat sebelum mencetuskan gerak balas boleh menyebabkan kecederaan serius.
- Oleh sebab tindakan refleks melibatkan saraf tunjang, otak dapat bertumpu kepada aras pemikiran yang lebih tinggi.

Arka refleks dua neuron

Satu lagi tindakan refleks ialah **sentakan lutut** atau **refleks patelar** (Rajah 12.12). Refleks ini menggunakan laluan saraf yang melibatkan **dua neuron** iaitu neuron deria dan neuron motor. Doktor kadang-kadang menguji keberkesanan sistem saraf seseorang dengan mengetuk lutut menggunakan penukul getah (Gambar foto 12.3).

1 Apabila tendon di bawah tempurung lutut diketuk, otot kuadriseps menjadi regang dan merangsang reseptor regangan untuk mencetuskan impuls saraf.

2 Neuron deria menghantar impuls saraf ke neuron motor dalam saraf tunjang.



4 Otot kuadriseps mengecut lalu menyebabkan kaki tersentak ke hadapan.

3 Neuron motor kemudiannya menghantar impuls dari saraf tunjang ke efektor iaitu otot kuadriseps.

RAJAH 12.12 Arka refleks dalam sentakan lutut melibatkan dua neuron



GAMBAR FOTO 12.3
Doktor menguji sentakan lutut

Dunia Biologi Kita

Tindakan refleks seperti batuk melindungi peparu daripada zarah-zarah asing dari persekitaran luar. Refleks anak mata menghalang kerosakan kepada retina.

Zon Aktiviti

Lukis arka refleks.

Praktis Formatif 12.4

- 1 Nyatakan urutan penghantaran impuls arka refleks dalam sentakan lutut.
- 2 Salah satu contoh tindakan refleks adalah menarik tangan apabila tersentuh objek panas. Takrifkan tindakan refleks dan nyatakan kepentingannya.

- 3 Bezakan antara tindakan terkawal dengan tindakan luar kawal.

- 4 Seseorang yang telah kehilangan kakinya akibat penyakit tertentu masih boleh merasai kesakitan pada bahagian yang telah dipotong. Jelaskan mengapa.

12.5

Dunia Biologi Kita



Risiko penyakit Alzheimer lebih tinggi dalam kalangan individu yang jarang mencabar minda mereka untuk belajar dan berfikir secara kritikal.

EPILEPSI

Kejadian aktiviti tidak normal di bahagian tertentu otak menyebabkan sel-sel saraf mengeluarkan isyarat yang luar biasa. Seseorang yang mengalami epilepsi mungkin berkeadaan tidak sedar dan mengalami kekejangan otot.

LUMPUH OTAK (CEREBRAL PALSY)

Lumpuh otak berlaku disebabkan oleh kerosakan otak sebelum atau selepas kelahiran bayi. Kemungkinan juga berlaku semasa kanak-kanak berumur 3–5 tahun. Penyakit ini menyebabkan kegagalan otot dan keupayaan motor pergerakan berfungsi dengan sempurna.

Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Saraf Manusia

Penyakit sistem saraf

Kita harus bersyukur kerana mempunyai sistem saraf pusat yang berfungsi dengan baik. Akan tetapi, sistem saraf pusat boleh menjadi rosak dan tidak berfungsi secara efisien.

Beberapa contoh isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf diberikan di bawah.

SKLEROSIS BERGANDA

Penyakit progresif akibat ketidaknormalan sistem kekebalan yang menyerang salut mielin dalam otak dan saraf tunjang. Kerosakan salut mielin menghalang penghantaran impuls dari dan ke otak.

PENYAKIT ALZHEIMER

Penyakit ini menyebabkan kehilangan keupayaan untuk menaakul dan menjaga diri sendiri. Pesakit biasanya bercelaru, mudah lupa dan hilang arah walaupun berada di tempat yang lazim. Sekiranya kemerosotan otak berterusan, pesakit tersebut akan kehilangan kebolehan untuk membaca, menulis, makan, berjalan dan bertutur.

PENYAKIT PARKINSON

Penyusutan sistem saraf yang menyebabkan anggota badan, rahang, kaki dan muka seseorang terketar-ketar. Pesakit juga mempunyai kesukaran untuk mengekalkan postur dan keseimbangan badan.

LOU GEHRIG/AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS (ALS)

Penyakit ini disebabkan oleh kemerosotan dan kematian neuron motor yang mengawal pergerakan otot seperti mengunyah, berjalan dan bertutur.

ATTENTION-DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER (ADHD)

Sejenis penyakit otak yang menyebabkan seseorang menjadi hiperaktif, tidak boleh memberi tumpuan dan mudah menjadi bosan.

AUTISME

Sejenis penyakit berkaitan dengan perkembangan saraf dalam otak. Autisme menyebabkan seseorang individu menghadapi masalah berkomunikasi dan berinteraksi.

Aktiviti 12.1

Rawatan kaedah tradisional untuk isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf

Kajian Ilmiah

Bahan

Majalah perubatan, Internet

Prosedur

Jalankan kajian ilmiah tentang penggunaan kaedah tradisional (akupunktur, refleksologi dan lain-lain) dalam rawatan isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf.

Perbincangan

Apakah kaedah tradisional yang dapat merawat isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf?

Kesan penyalahgunaan dadah dan alkohol terhadap koordinasi dan gerak balas manusia

Terdapat banyak jenis dadah yang digunakan untuk tujuan perubatan, misalnya marijuana digunakan oleh doktor dalam kuantiti yang sedikit untuk mengurangkan rasa loya pesakit kanser selepas menjalani rawatan kemoterapi. Akan tetapi, penyalahgunaan dadah selain daripada tujuan perubatan boleh menyebabkan kesan sampingan yang serius dan besar kemungkinan membawa maut. Antara kesan penyalahgunaan dadah terhadap penagih ialah:

- menyebabkan ketagihan
- ketagihan yang menyebabkan gejala sarak seperti mengeletar, berpeluh dan muntah sekiranya dadah tidak diambil

Jadual 12.3 menunjukkan kesan dadah dan alkohol terhadap koordinasi dan gerak balas manusia.



BAB 12



JADUAL 12.3 Dadah dan alkohol serta kesan terhadap sistem saraf

Bahan	Kesan
Dadah perangsang (stimulan)	• Meningkatkan aktiviti sistem saraf pusat • Penggunaan secara berlebihan menyebabkan keadaan seronok yang bersifat sementara dan ini diikuti dengan kemurungan
Dadah penenang (depresen)	• Melambatkan penghantaran impuls saraf • Menenangkan fikiran seseorang
Dadah khayalan	• Pengguna berhalusinasi • Melegakan kesakitan dan kegelisahan
Dadah narkotik	• Melambatkan fungsi normal otak
Alkohol	• Mengganggu koordinasi dan pemikiran • Melambatkan pemindahan impuls saraf

Praktis Formatif 12.5

- 1 Nyatakan simptom-simptom penyakit Alzheimer.
- 2 Terangkan bagaimana dadah mempengaruhi koordinasi saraf seseorang.
- 3 Mengapakah doktor menggunakan dadah dalam rawatan pesakit kanser yang menjalani kemoterapi?
- 4 Terangkan mengapa individu yang mabuk tidak dibenarkan memandu kenderaan.



12.6

Sistem Endokrin

Sistem koordinasi badan memerlukan kerjasama antara sistem endokrin dan sistem saraf. Kedua-dua sistem ini memainkan peranan penting dalam mengekalkan homeostasis. Walaupun kedua-dua sistem ini mempunyai fungsi berlainan, namun kedua-duanya berinteraksi dan saling melengkapi antara satu sama lain untuk mengawal atur dan menyelaraskan segala proses dan aktiviti yang berlaku dalam badan. Apakah itu sistem endokrin?

Sistem endokrin manusia

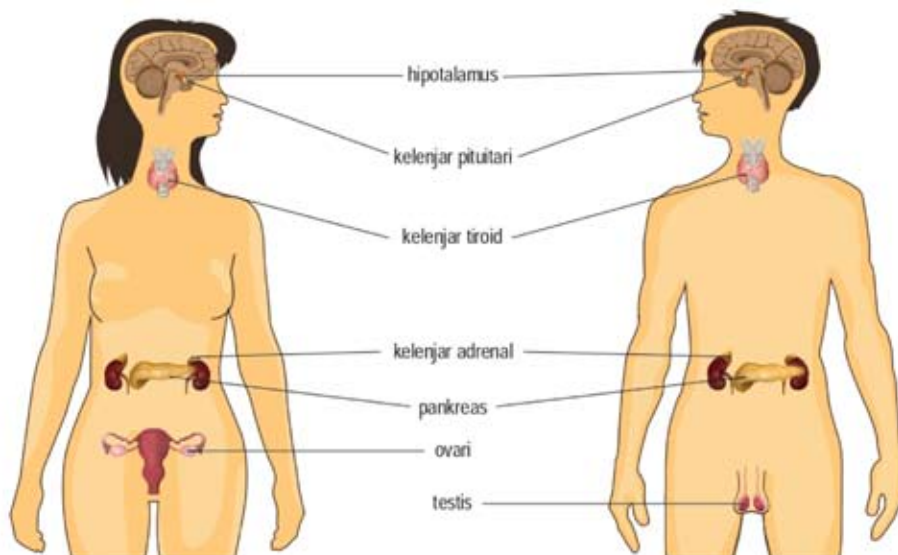
Sistem endokrin terdiri daripada kelenjar yang merembeskan pengutus bahan kimia iaitu **hormon**. Kelenjar endokrin ialah **kelenjar yang tidak berduktus**. Jadi, hormon dirembes secara terus ke dalam aliran darah. Walaupun hormon diangkut ke seluruh badan dalam darah, hormon hanya mempengaruhi dan memberi kesan kepada **sel sasaran** yang spesifik. Hormon bergabung dengan molekul reseptor spesifik pada permukaan membran sel sasaran dan menghasilkan gerak balas spesifik.

Sistem endokrin manusia terdiri daripada banyak kelenjar. Kelenjar merembeskan hormon-hormon berbeza yang terlibat dalam proses fisiologi yang spesifik. Fungsi hormon boleh dibahagikan kepada tiga fungsi utama: pembiakan, pertumbuhan dan homeostasis. Rajah 12.13 menunjukkan kelenjar-kelenjar endokrin.

Kerjaya Milenia



Endokrinologi ialah cabang perubatan yang berkaitan dengan penyakit sistem endokrin dan masalah rembesan hormon.



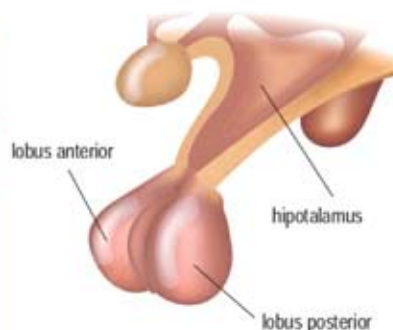
RAJAH 12.13 Kelenjar endokrin dalam sistem endokrin manusia

Fungsi hormon yang dirembeskan oleh setiap jenis kelenjar endokrin

Kelenjar pituitari merupakan kelenjar utama sistem endokrin kerana kelenjar ini merembeskan hormon yang mengawal rembesan kelenjar endokrin yang lain. Kelenjar pituitari terletak pada dasar hipotalamus di dalam otak. Kelenjar pituitari terdiri daripada dua lobus iaitu **lobus anterior** dan **lobus posterior**. Setiap lobus merembeskan hormon yang mempunyai fungsi tertentu (Jadual 12.4 dan Jadual 12.5).

JADUAL 12.4 Fungsi hormon yang dirembeskan oleh lobus posterior kelenjar pituitari

Lobus Posterior Kelenjar Pituitari		
Hormon	Tisu/Organ Sasaran	Fungsi
Antidiuresis (ADH)	Tubul ginjal	Merangsang penyerapan semula air
Oksitosin	• Otot uterus	• Merangsang pengecutan otot uterus semasa kelahiran
	• Kelenjar susu	• Merangsang pengeluaran susu daripada kelenjar susu



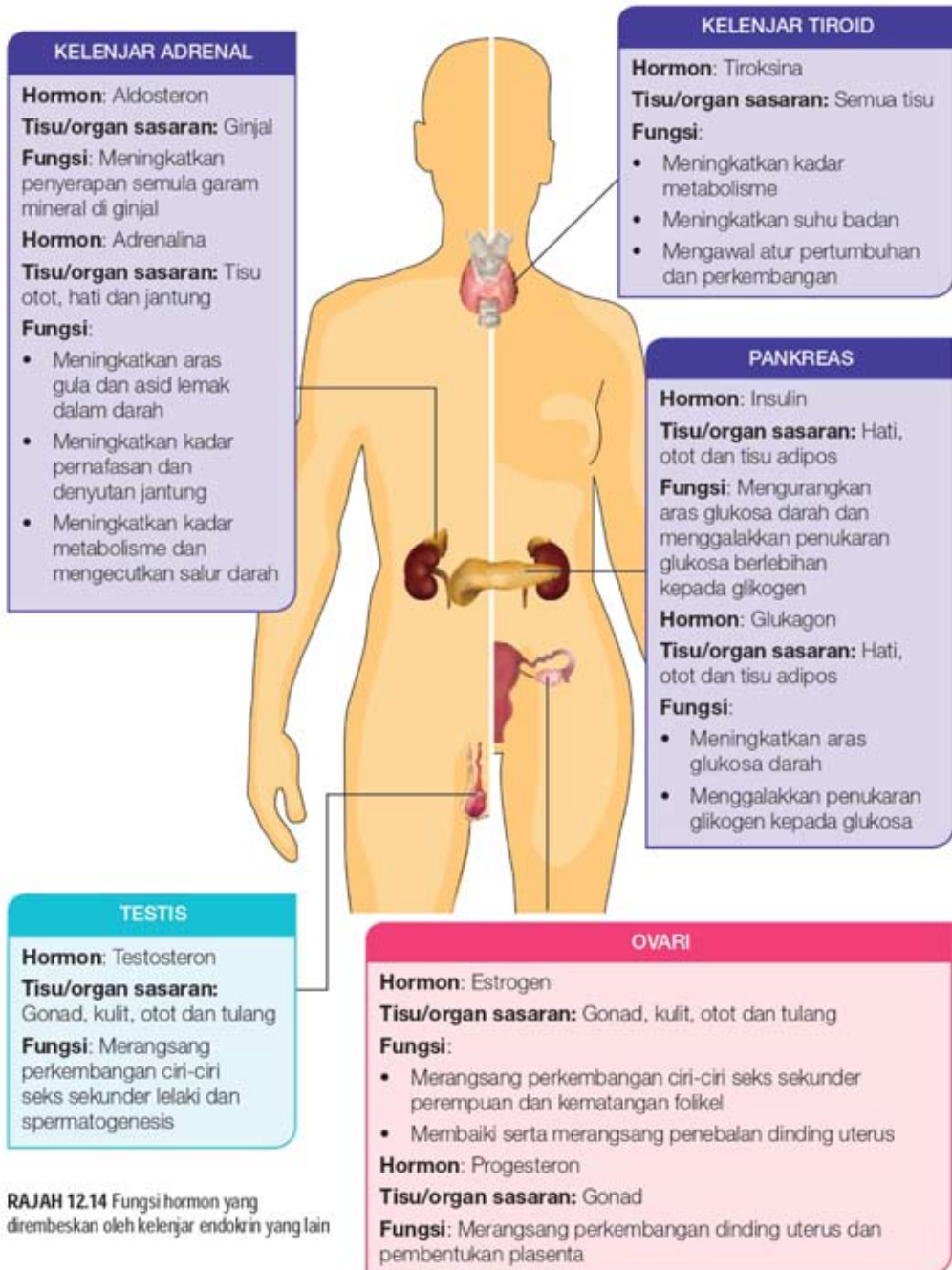
JADUAL 12.5 Fungsi hormon yang dirembeskan oleh lobus anterior kelenjar pituitari

Lobus Anterior Kelenjar Pituitari		
Hormon	Tisu/Organ Sasaran	Fungsi
Peluteinan (LH)	• Ovari	• Merangsang ovulasi, perkembangan korpus luteum, dan rembesan estrogen dan progesteron
	• Testis	• Merangsang rembesan testosteron
Hormon pertumbuhan (GH)	Tisu lembut, tulang	Merangsang pertumbuhan, sintesis protein dan metabolisme lemak
Adrenokortikotrof (ACTH)	Korteks adrenal	Merangsang korteks adrenal untuk merembes hormon
Perangsang tiroid (TSH)	Kelenjar tiroid	Merangsang tiroid untuk merembes tiroksina
Perangsang folikel (FSH)	• Ovari	• Merangsang perkembangan folikel dalam ovari
	• Testis	• Merangsang spermatogenesis

Hormon yang mengawal atur rembesan kelenjar hormon yang lain dikenali sebagai **hormon perangsang**. Ini termasuk hormon perangsang tiroid (TSH) dan hormon adrenokortikotrof (ACTH). Contohnya, TSH merangsang kelenjar tiroid untuk merembes tiroksina.

Hormon yang bertindak secara langsung pada **organ sasaran** termasuklah hormon pertumbuhan (GH), oksitosin dan hormon antidiuresis (ADH). Contohnya, GH bertindak terus pada tulang.

Hipotalamus merembeskan **hormon perembes gonadotrofin (GnRH)**. GnRH merangsang kelenjar pituitari untuk merembes FSH dan LH ke dalam darah.



RAJAH 12.14 Fungsi hormon yang dirembeskan oleh kelenjar endokrin yang lain

Penglibatan kedua-dua sistem saraf dan sistem endokrin dalam situasi cemas

Pernahkah anda berada dalam situasi cemas? Misalnya, seekor anjing atau angsa tiba-tiba mengejar anda? Bagaimanakah perasaan anda dalam situasi begini? Jantung anda akan berdenyut dengan cepat dan tangan anda berpeluh. Apakah yang menyebabkan keadaan ini?



Dalam situasi cemas atau 'lawan atau lari', hipotalamus menghantar impuls saraf secara terus ke medula adrenal dan merangsang sel medula adrenal untuk merembeskan **adrenalina** dan **noradrenalina**. Kedua-dua hormon ini bertindak pantas menghasilkan gerak balas yang diperlukan semasa situasi 'lawan atau lari'. Ini termasuklah peningkatan:

- kadar denyutan jantung
- kadar pernafasan
- tekanan darah
- aras glukosa darah
- aktiviti metabolisme

Jantung mengepam lebih banyak oksigen dan glukosa ke otak dan otot rangka kerana tenaga tambahan diperlukan untuk berlawan atau lari dengan cepat. Dalam situasi cemas, kedua-dua sistem endokrin dan sistem saraf bekerjasama untuk menghasilkan gerak balas serta-merta bagi menangani keadaan berbahaya tersebut. Apabila mekanisme ini berjaya mengawal situasi cemas 'lawan atau lari', keadaan dalam badan kembali ke julat normal.

Apakah perbezaan dan persamaan antara sistem endokrin dengan sistem saraf? Rajah 12.15 membanding dan membezakan kedua-dua sistem tersebut.



RAJAH 12.15 Persamaan dan perbezaan antara sistem saraf dengan sistem endokrin

Sistem endokrin memainkan peranan yang utama dalam mengekalkan homeostasis badan. Walau bagaimanapun, ketidakseimbangan penghasilan hormon boleh berlaku pada sesetengah individu apabila kelenjar endokrin merembeskan hormon secara berlebihan atau tidak mencukupi. Apakah kesan ketidakseimbangan hormon terhadap individu tersebut?

Praktis Formatif 12.6

- 1 Namakan hormon yang berkaitan dengan fungsi yang diberikan.

Hormon	Fungsi
	Merangsang pengecutan otot uterus semasa kelahiran anak
	Merangsang penyerapan air oleh ginjal
	Meningkatkan kadar metabolisme kebanyakan sel badan

- 2 Nyatakan tiga ciri hormon.
- 3 Bandingkan antara sistem saraf dengan sistem endokrin.
- 4 Seorang murid telah mendapati dirinya diekori sebuah van dan mengesyaki kemungkinan ada cubaan untuk menculiknya. Dalam keadaan cemas, murid tersebut mampu berlari dengan laju menjauhi van tersebut. Huraikan situasi 'lawan atau lari' tersebut.



12.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Endokrin Manusia

DIABETES MELITUS

Pesakit **diabetes melitus** tidak menghasilkan insulin yang mencukupi atau tidak boleh menggunakan insulin yang dihasilkan. Akibatnya, aras glukosa dalam darah tinggi. Pesakit kerap buang air kencing, sentiasa berasa haus, rasa kebas pada tapak kaki, penglihatan kabur, letih dan luka lambat sembuh. Sebaliknya, rembesan berlebihan insulin menyebabkan **hipoglisemia** iaitu paras glukosa darah yang sangat rendah. Antara simptom hipoglisemia ialah letih, sukar tidur pada waktu malam, pemikiran bercelaru, perasaan takut, ketidakstabilan emosi, mudah pengsan dan sakit kepala.

DIABETES INSIPIDUS

Bagi pesakit **diabetes insipidus**, lobus posterior kelenjar pituitarinya gagal merembeskan hormon antidiuresis (ADH). Akibatnya, pesakit akan menyingkirkan air kencing yang banyak dan sentiasa berasa haus. Oleh sebab kuantiti air yang banyak hilang melalui air kencing, individu tersebut mengalami penyahhidratan sekiranya tidak minum air yang mencukupi setiap hari.

rambut kering, kasar
dan sedikit

bulu kening sedikit

edema

kulit kering,
kembung



HIPOTIROIDISME

Orang dewasa akan mengalami **hipotiroidisme** sekiranya rembesan tiroksina tidak mencukupi. Simptom termasuklah kadar denyutan jantung yang perlahan, amat sensitif terhadap kesejukan, letih dan berat badan yang mudah meningkat.

GAMBAR FOTO 12.4 Seorang individu yang mengalami hipotiroidisme

HIPERTIROIDISME

Hipertiroidisme pula merujuk kepada keadaan yang berlaku sekiranya rembesan tiroksina terlalu banyak. Simptom termasuklah perpeluhan secara berlebihan, tidak tahan panas, kerap buang air besar, takut, kadar denyutan jantung cepat dan mudah kehilangan berat badan. Kadang-kadang kelenjar tiroid akan membesar dua hingga tiga kali lebih besar daripada saiz asal (Gambar foto 12.5).



GAMBAR FOTO 12.5 Pembrebaran kelenjar tiroid



GAMBAR FOTO 12.6 Tangan seorang kanak-kanak lelaki berumur 12 tahun yang mengalami keergasian. Perhatikan tangannya yang lebih besar daripada tangan seorang dewasa normal



GAMBAR FOTO 12.7 Chandra Bahadur Dangi dari Nepal (0.55 m), orang paling pendek di dunia dan Sultan Kosen (2.47 m), orang paling tinggi di dunia

KEERGASIAN

Rembesan hormon pertumbuhan (GH) secara berlebihan sewaktu usia kanak-kanak menyebabkan **keergasian** iaitu satu keadaan yang dicirikan oleh pemanjangan tulang yang abnormal (Gambar foto 12.6). Individu tersebut membesar sehingga menjadi sangat tinggi.

KEKerdilan

Kekurangan rembesan hormon pertumbuhan (GH) semasa tempoh pembesaran melambatkan pertumbuhan tulang dan mengakibatkan satu keadaan yang disebut **kekerdilan** (Gambar foto 12.7). Organ juga gagal berkembang dan nisbah bahagian badan kekal seperti kanak-kanak.

Praktis Formatif 12.7

- 1 Nyatakan faktor yang menyebabkan seseorang menghadapi penyakit diabetes insipidus.
- 2 Nyatakan dua simptom yang dialami oleh pesakit diabetes melitus.

- 3 Goiter ialah penyakit yang menyebabkan pembesaran kelenjar tiroid. Pada pendapat anda, mengapakah pesakit goiter digalakkan makan makanan laut?
- 4 Cadangkan rawatan untuk kanak-kanak yang terbantu pertumbuhan akibat kekurangan hormon pertumbuhan.



Rumusan





Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Urutan komponen dalam koordinasi manusia
- Struktur sistem saraf manusia
- Fungsi bahagian otak
- Fungsi neuron dalam penghantaran impuls
- Struktur sinaps dan fungsinya
- Penghantaran impuls saraf merentasi sinaps
- Tindakan terkawal dan tindakan luar kawal
- Arka refleks yang melibatkan dua neuron dan tiga neuron
- Isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf
- Kesan penyalahgunaan dadah dan alkohol terhadap koordinasi
- Peranan hormon yang dirembeskan oleh kelenjar endokrin
- Perbandingan dan perbezaan antara sistem saraf dengan sistem endokrin
- Kesan ketidakseimbangan hormon terhadap kesihatan manusia

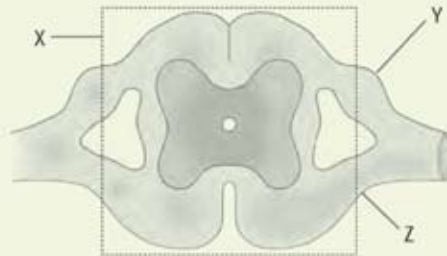


Praktis Sumatif 12

- 1 Bandingkan fungsi serebelum dengan medula oblongata.
- 2 Takrifkan tindakan refleks dan nyatakan kepentingannya.
- 3 Namakan kelenjar endokrin yang utama dalam sistem endokrin manusia. Mengapakah kelenjar ini dianggap sebagai kelenjar utama?
- 4 Nyatakan kesan kelebihan dan kekurangan hormon pertumbuhan (GH) dalam manusia.

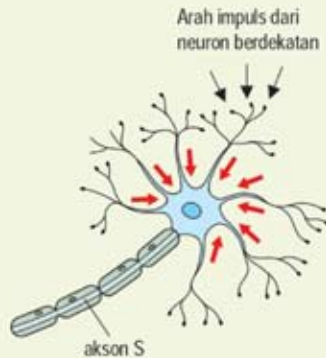
5 Rajah 1 menunjukkan keratan rentas sebahagian daripada sistem saraf.

- (i) Namakan struktur X.
(ii) Nyatakan fungsi struktur X.
- Mengapakah bahagian Y membengkak?
- Lengkapkan Rajah 1 dengan neuron yang terlibat dalam tindakan refleks. Tandakan arah pergerakan impuls pada neuron.
- Jika saraf spina dipotong pada Z, apakah kesan terhadap organ yang bersambung dengannya? Terangkan mengapa.



RAJAH 1

6 Rajah 2(a) menunjukkan sebahagian neuron motor dan Rajah 2(b) menunjukkan keratan rentas bonggol sinaps.



(a)



(b)

RAJAH 2

- Namakan bahagian berlabel V, T dan U.
- Namakan bahan kimia yang terkandung dalam U.
- Bonggol sinaps mengandungi banyak V. Apakah fungsi V?
- Lukis satu anak panah untuk menunjukkan arah pengaliran impuls di sepanjang akson S.
- Terangkan
 - mengapa penghantaran impuls melibatkan lintasan impuls melalui T,
 - bagaimana penghantaran impuls berlaku.
- Berdasarkan Rajah 2(a) dan (b), terangkan mengapa penghantaran impuls melalui neuron berlaku dalam satu arah sahaja.

Soalan Esei

- 7 Terangkan kesan dadah perangsang dan dadah penenang terhadap penghantaran impuls melalui sinaps.



- 8 (a) (i) Banding dan bezakan antara sistem saraf dengan sistem endokrin.
(ii) Nora terpijak paku secara tidak sengaja. Dia menjerit sambil memegang kaki yang terluka. Huraikan gerak balas Nora apabila terpijak paku tersebut.
- (b) Selepas minum petang, Azman pergi ke taman permainan untuk menunggang basikal. Semasa dia sedang menunggang basikal, Azman sedar akan tindakan yang dilakukan olehnya. Akan tetapi, dia tidak sedar apa yang sedang berlaku kepada makanan yang baru selesai dimakan.



Huraikan mengapa Azman sedar tentang tindakannya apabila dia menunggang basikal tetapi tidak sedar apa yang sedang berlaku kepada makanan yang telah dimakan.

Sudut Pengayaan

- 9 Bagaimanakah otak membuat keputusan menentukan berapa banyak tenaga yang diperlukan untuk mengangkat sehelai kertas berbanding dengan sebuah buku?
- 10 Jelaskan mengapa kita perlu memahami dan menunjukkan tahap kesabaran yang tinggi apabila menjaga seorang pesakit Alzheimer atau pesakit Parkinson.



Jawapan lengkap boleh
didapati dengan mengimbas
kod QR yang disediakan