

BAB 9 Nutrisi dan Sistem Pencernaan Manusia

Pencetak
makanan
3D

***Bolehkah makanan
direka bentuk
mengikut keperluan
nutrisi manusia?***

Tahukah ANDA...

- Apakah struktur sistem pencernaan manusia?
- Bagaimanakah makanan dicerna dan diserap?
- Bagaimanakah asimilasi makanan berlaku?
- Bagaimanakah penyahtinjaan berlaku?
- Apakah itu gizi seimbang?

9.1 Sistem Pencernaan

- 9.1.1** Mengenal pasti struktur sistem pencernaan manusia.

9.2 Pencernaan

- 9.2.1** Memerihalkan jenis pencernaan:
- pencernaan fizikal
 - pencernaan kimia
- 9.2.2** Mencerakinkan proses dan hasil pencernaan karbohidrat dalam mulut.
- 9.2.3** Mencerakinkan proses dan hasil pencernaan protein dalam perut.
- 9.2.4** Memerihalkan pencernaan karbohidrat, protein dan lipid dalam usus kecil.
- 9.2.5** Mengeksperimen untuk mengkaji pencernaan kanji, protein dan lipid dalam sampel makanan.

9.3 Penyerapan

- 9.3.1** Mengenal pasti struktur vilus dalam ileum.
- 9.3.2** Berkomunikasi tentang penyesuaian ileum dan vilus dalam penyerapan makanan tercerna.

9.4 Asimilasi

- 9.4.1** Memerihalkan peranan sistem peredaran dalam asimilasi makanan tercerna.
- 9.4.2** Membincangkan fungsi hati dalam asimilasi makanan tercerna:
- metabolisme makanan tercerna (karbohidrat dan protein)
 - penyimpanan nutrien
 - penyahtoksinan

9.5 Penyahtinjaan

- 9.5.1** Menerangkan fungsi usus besar:
- penyerapan air dan vitamin
 - pembentukan tinja

9.6 Gizi Seimbang

- 9.6.1** Mengeksperimen untuk mengkaji nilai tenaga dalam sampel makanan.
- 9.6.2** Mengeksperimen untuk menentukan kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan atau sayur-sayuran.
- 9.6.3** Mewajarkan pengubahsuaian diet bagi individu yang:
- mengalami obesiti
 - menghidap penyakit tertentu
 - diabetes melitus
 - kardiovaskular
 - kanser

9.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Pencernaan dan Tabiat Pemakanan

- 9.7.1** Meramalkan kesan mengubah suai organ pencernaan terhadap kesihatan manusia.
- 9.7.2** Merangkakan isu-isu kesihatan berkaitan penyahtinjaan.
- 9.7.3** Menghubungkan isu kesihatan berkaitan tabiat pemakanan.

9.1 Sistem Pencernaan

Struktur sistem pencernaan manusia

Sistem pencernaan manusia terdiri daripada **salur alimentari** yang panjang dan berotot bermula dari mulut hingga ke dubur (Rajah 9.1).

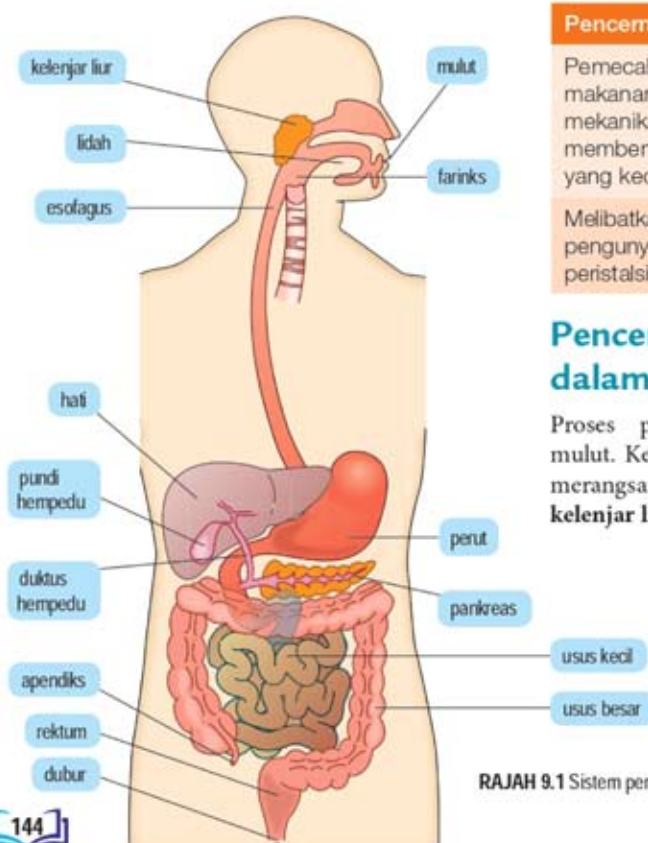
Bahagian-bahagian dalam salur alimentari ialah mulut, esofagus, perut, usus kecil, usus besar serta dubur. Organ lain sistem pencernaan ialah hati, pundi hempedu dan pankreas. **Kelenjar liur, kelenjar gaster dan kelenjar usus** merembeskan jus pencernaan ke dalam salur alimentari.

9.2 Pencernaan

Jenis pencernaan

Pencernaan ialah proses penguraian butiran makanan besar dan kompleks kepada butiran kecil yang ringkas dan terlarut supaya mudah diserap.

Pencernaan terdiri daripada dua bahagian iaitu **pencernaan fizikal** dan **pencernaan kimia**.



Pencernaan fizikal	Pencernaan kimia
Pemecahan makanan secara mekanikal untuk membentuk butiran yang kecil	Proses penguraian molekul kompleks menjadi molekul ringkas
Melibatkan pengunyahan dan peristalsis	Melibatkan tindakan enzim

Pencernaan karbohidrat dalam mulut

Proses pencernaan bermula di dalam mulut. Kehadiran makanan di dalam mulut merangsang perembesan air liur oleh **kelenjar liur**.



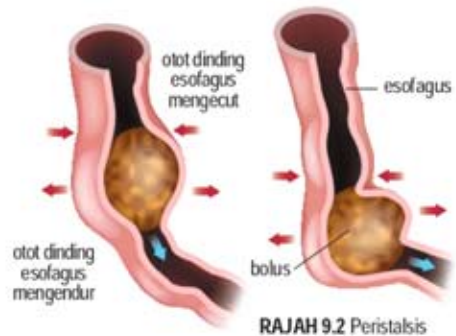
RAJAH 9.1 Sistem pencernaan manusia

- Air liur mengandungi enzim **amilase air liur** yang menghidrolisis kanji menjadi maltosa.
- pH air liur berada dalam julat 6.5–7.5, iaitu sesuai untuk amilase air liur bertindak dengan optimum.



Air liur membantu makanan membentuk bolus dan menjadikannya lebih mudah untuk ditelan. Semasa penelanan, epiglotis akan menutup bukaan trakea supaya makanan tidak memasuki trakea. Dalam esofagus, bolus makanan digerakkan secara peristalsis.

Peristalsis ialah tindakan pengecutan dan pengenduran otot secara beritma di sepanjang salur alimentari. Peristalsis menolak bolus melalui esofagus sehingga memasuki perut (Rajah 9.2).



RAJAH 9.2 Peristalsis

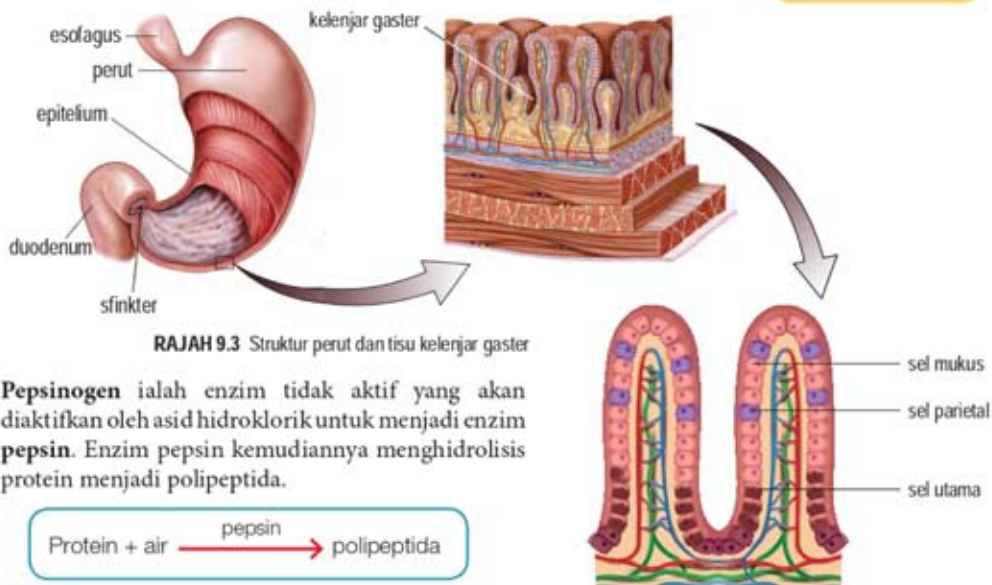
Pencernaan protein dalam perut

Permukaan dalam dinding perut dilapisi oleh sel epitelium yang mengalami pengubahsuaian struktur dan fungsi untuk membentuk **kelenjar gaster** (Rajah 9.3). Sel-sel epitelium ini terdiri daripada **sel utama**, **sel parietal** dan **sel mukus**.

- Sel utama merembeskan **pepsinogen**.
- Sel parietal merembeskan **asid hidroklorik**.
- Sel mukus merembeskan **mukus**.

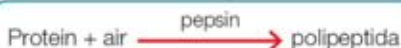
Fikirkan!

Kunyah perlahan-lahan secebis roti. Cuba amati rasa roti pada masa mula mengunyah dan selepas beberapa minit mengunyah. Adakah terdapat sebarang perbezaan dalam rasa roti tersebut?



RAJAH 9.3 Struktur perut dan tisu kelenjar gaster

Pepsinogen ialah enzim tidak aktif yang akan diaktifkan oleh asid hidroklorik untuk menjadi enzim **pepsin**. Enzim pepsin kemudiannya menghidrolisis protein menjadi polipeptida.



Fungsi **asid hidroklorik** adalah untuk:

- menyediakan medium dengan pH yang sesuai (pH 1.5–2.0) untuk tindakan enzim pepsin
- menghentikan tindakan enzim amilase air liur
- membunuh bakteria dalam makanan

Mukus berfungsi melindungi dinding perut daripada tindakan asid hidroklorik dan enzim pencernaan.

Makanan dalam perut bercampur dengan jus gaster yang terdiri daripada asid hidroklorik dan enzim pepsin. Makanan digaul oleh tindakan peristalsis otot dinding perut selama beberapa jam. Kandungan dalam perut akhirnya bertukar kepada bentuk separa cair yang disebut **kim**. Kim akan memasuki duodenum dengan perlahan-lahan apabila otot sfinkter mengendur.

Pencernaan karbohidrat, protein dan lipid dalam usus kecil

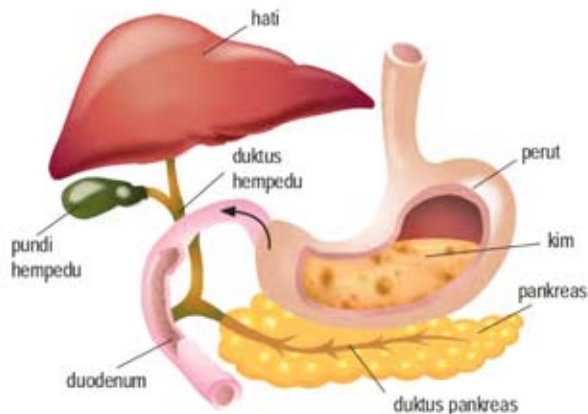
Usus kecil terdiri daripada duodenum, jejunum dan ileum yang berlingkar. Duodenum ialah bahagian pertama usus kecil yang menerima kim daripada perut. Duodenum juga menerima **hempedu** yang dihasilkan oleh **hati** dan **jus pankreas** yang dirembeskan oleh **pankreas** (Rajah 9.4).

PANKREAS

Pankreas merembeskan enzim **amilase pankreas**, **tripsin** dan **lipase** ke dalam duodenum melalui duktus pankreas.

HATI

- Menghasilkan hempedu
- Pundi hempedu menyimpan hempedu.
- Hempedu disalur ke duodenum melalui duktus hempedu.
- Fungsi hempedu
 - meneutralkan kim yang berasid
 - menyediakan **keadaan beralkali** (pH 7.6–8.6) untuk tindakan enzim dalam duodenum
 - mengemulsikan lipid dengan memecahkan lipid kepada titisan-titisan halus bagi menambahkan luas permukaan untuk tindakan enzim lipase.



RAJAH 9.4 Komponen-komponen yang terlibat dalam pencernaan di usus kecil

DUODENUM

- Amilase pankreas menghidrolisis kanji kepada maltosa.
Kanji + air $\xrightarrow{\text{amilase pankreas}}$ maltosa
- Tripsin menghidrolisis polipeptida menjadi peptida yang lebih pendek.
Polipeptida + air $\xrightarrow{\text{tripsin}}$ peptida
- Lipase menghidrolisis lipid kepada asid lemak dan gliserol.
Lipid + air $\xrightarrow{\text{lipase}}$ asid lemak dan gliserol

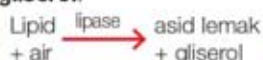
Kelenjar pada dinding ileum merembeskan mukus dan **jus usus** yang mengandung enzim-enzim **maltase**, **sukrase**, **laktase**, **lipase** dan **erepsin**. Medium beralkali dalam ileum membolehkan enzim-enzim bertindak secara optimum.

PENCERNAAN KARBOHIDRAT

- **Maltase** menghidrolisis **maltosa** kepada glukosa.
Maltosa + air $\xrightarrow{\text{maltase}}$ glukosa
- **Sukrase** menghidrolisis **sukrosa** kepada glukosa dan fruktosa.
Sukrosa + air $\xrightarrow{\text{sukrase}}$ glukosa + fruktosa
- **Laktase** menghidrolisis **laktosa** kepada glukosa dan galaktosa.
Laktosa + air $\xrightarrow{\text{laktase}}$ glukosa + galaktosa

PENCERNAAN LIPID

Lipase menghidrolisis lipid kepada **asid lemak** dan **gliserol**.



PENCERNAAN PROTEIN

Enzim **erepsin** menghidrolisis peptida kepada **asid amino**.



TMK 9.1

Video: Proses pencernaan, penyerapan dan penyahtinjaan (Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Merentas Bidang

Pencernaan kimia melibatkan tindak balas hidrolisis yang dimungkinkan oleh enzim. Contohnya, enzim diperlukan dalam penguraian kanji kepada glukosa.

Aktiviti 9.1

Mengkaji pencernaan kanji dalam sampel makanan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah hasil tindakan enzim amilase terhadap kanji?

Hipotesis

Enzim amilase menghidrolisis kanji kepada gula penurun.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran enzim amilase

Bergerak balas: Kehadiran gula penurun

Dimalarkan: Suhu kukus air pada 37°C , kepekatan ampaian kanji dan isi padu campuran

Bahan

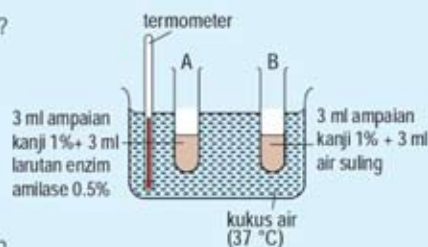
Larutan enzim amilase 0.5%, ampaian kanji 1%, larutan iodin, larutan Benedict dan air suling

Radas

Tungku kaki tiga, penunu Bunsen, kasa dawai, bikar 500 ml, pemegang tabung uji, termometer, jam randik, tabung uji, penitis, rod kaca dan silinder penyukat

Prosedur

- 1 Label 2 tabung uji sebagai A dan B.



- 2 Tambahkan 3 ml ampaian kanji 1% ke dalam setiap tabung uji.
- 3 Isikan tabung uji A dengan 3 ml larutan enzim amilase 0.5% dan tabung uji B dengan 3 ml air suling.
- 4 Rendam kedua-dua tabung uji di dalam kukus air bersuhu 37 °C selama 10 minit.
- 5 Selepas 10 minit, keluarkan 2 ml larutan dari tabung uji A dan masukkan ke dalam tabung uji berlainan. Tambah 3 titis larutan Benedict ke dalam tabung uji tersebut dan panaskan tabung uji dalam kukus air mendidih selama 1 minit. Rekodkan warna kandungan.
- 6 Tambah 2 titis larutan iodine ke dalam baki kandungan tabung uji A. Perhati dan rekodkan warna kandungan.
- 7 Ulang langkah 5 dan 6 untuk tabung uji B.

Keputusan

Tabung uji	Kandungan	Ujian iodine	Ujian Benedict
A	Ampaian kanji 1% + larutan enzim amilase 0.5%		
B	Ampaian kanji 1% + air suling		

Perbincangan

- 1 Jelaskan tindak balas yang berlaku di dalam tabung uji A.
- 2 Apakah tujuan menyediakan tabung uji B?

Kesimpulan

Adakah hipotesis diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Aktiviti 9.2

Mengkaji pencernaan protein dalam sampel makanan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah hasil tindakan pepsin terhadap protein?

Hipotesis

Enzim pepsin menghidrolisis protein dalam ampaian albumen kepada polipeptida.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran enzim pepsin

Bergerak balas: Kejernihan atau kekeruhan campuran selepas 20 minit

Dimalarkan: Suhu pada 37 °C, kepekatan larutan pepsin dan kepekatan asid hidroklorik cair

Bahan

Ampaian albumen (putih telur), larutan pepsin 1%, air suling dan asid hidroklorik cair 0.1 M

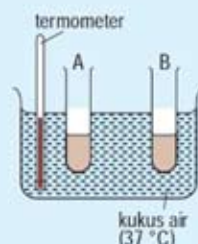
Radas

Tabung uji, silinder penyukat, bikar 500 ml, kukus air bersuhu 37 °C, penitis, termometer dan jam randik



Prosedur

- 1 Sediakan susunan radas seperti berikut.
Tabung uji A: 5 ml ampai albumen + 1 ml asid hidroklorik 0.1 M + 1 ml larutan pepsin 1%
Tabung uji B: 5 ml ampai albumen + 1 ml asid hidroklorik 0.1 M + 1 ml air suling
- 2 Rendam semua tabung uji di dalam kukus air pada suhu 37 °C.
- 3 Perhatikan keadaan campuran di dalam tabung uji A dan B pada awal eksperimen dan selepas 20 minit.



Keputusan

Tabung uji	Kejernihan atau kekeruhan campuran	
	0 minit	20 minit
A		
B		

Perbincangan

- 1 Jelaskan keputusan yang diperoleh di dalam tabung uji A dan B.
- 2 Apakah tujuan menambah asid hidroklorik ke dalam setiap tabung uji?

Kesimpulan

Adakah hipotesis diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Aktiviti 9.3

Mengkaji pencernaan lipid dalam sampel makanan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah hasil tindakan lipase terhadap lipid?

Hipotesis

Enzim lipase menghidrolisis lipid kepada asid lemak dan gliserol.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran enzim lipase

Bergerak balas: Masa yang diambil untuk warna merah jambu penunjuk fenoltalein menjadi tidak berwarna

Dimalarkan: Suhu pada 37 °C, isi padu minyak masak dan isi padu campuran

Bahan

Minyak masak, larutan natrium karbonat 0.2 M, cecair pencuci pinggan mangkuk, penunjuk fenoltalein, air suling dan enzim lipase

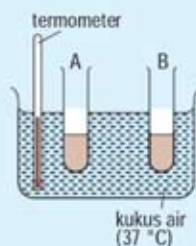


Radas

Dua tabung uji, rak tabung uji, kukus air bersuhu 37 °C, picagari 5 ml dan 1 ml, penitis, penutup tabung uji dan jam randik

Prosedur

- 1 Sediakan dua tabung uji dan labelkan A dan B.
- 2 Isi setiap tabung uji A dan B dengan bahan berikut:
 - 2 ml minyak masak
 - 1 ml larutan natrium karbonat 0.2 M
 - 1 ml cecair pencuci pinggan mangkuk
- 3 Tutup kedua-dua tabung uji dengan penutup tabung uji. Goncang kedua-dua tabung uji dengan kuat selepas ditambah cecair pencuci pinggan mangkuk.
- 4 Tambahkan 3 titis penunjuk fenoltalein ke dalam setiap tabung uji dan goncang tabung uji.
- 5 Tambahkan 1 ml enzim lipase ke dalam tabung uji A dan 1 ml air suling ke dalam tabung uji B.
- 6 Rendam kedua-dua tabung uji di dalam kukus air bersuhu 37 °C.
- 7 Rekodkan masa untuk penunjuk fenoltalein bertukar warna dari merah jambu ke tidak berwarna.



Keputusan

Tabung uji	Kandungan	Masa yang diambil untuk warna merah jambu penunjuk fenoltalein menjadi tidak berwarna (minit)
A	1 ml enzim lipase	
B	1 ml air suling	

Perbincangan

- 1 Mengapakah penunjuk fenoltalein digunakan dalam eksperimen ini?
- 2 Apakah tujuan menambahkan cecair pencuci pinggan mangkuk ke dalam setiap tabung uji?
- 3 Terangkan tindak balas yang berlaku di dalam tabung uji A.
- 4 Jelaskan keputusan yang diperoleh di dalam tabung uji B.

Kesimpulan

Adakah hipotesis diterima? Nyatakan satu kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Praktis Formatif 9.1

- 1 Nyatakan kepentingan proses pencernaan bagi manusia.
- 2 Namakan struktur yang terlibat dalam salur alimentari untuk pencernaan makanan.
- 3 Namakan sel-sel utama pada kelenjar gaster dan terangkan fungsi sel-sel tersebut.



- 4 Usus kecil merembeskan beberapa jenis enzim untuk melengkapkan proses pencernaan. Terangkan bagaimana enzim-enzim tersebut melengkapkan proses pencernaan.

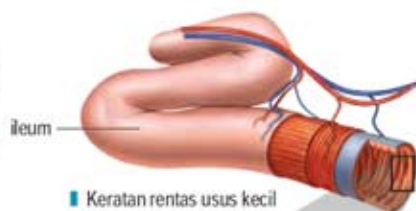
9.3 Penyerapan

Ciri penyesuaian ileum dan vilus dalam penyerapan makanan tercerna

Molekul ringkas hasil daripada pencernaan makanan diserap di bahagian **ileum** usus kecil.

ILEUM

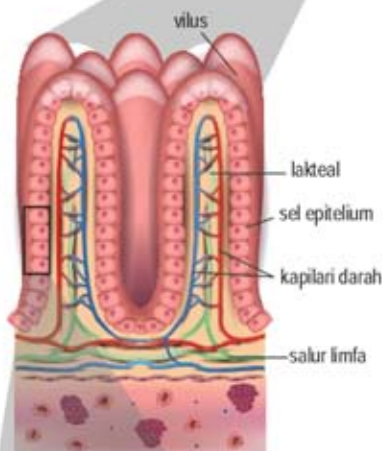
Ileum yang panjang mempunyai ciri penyesuaian untuk menyerap nutrien kerana mempunyai lapisan dalam yang berlipat-lipat dan dilitupi unjuran-unjuran halus disebut **vilus**.



VILUS

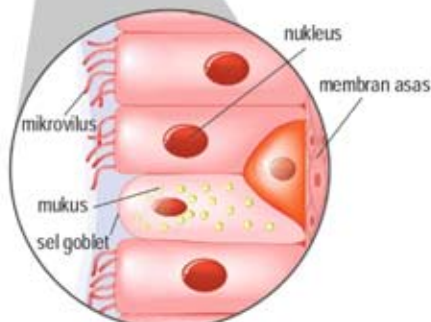
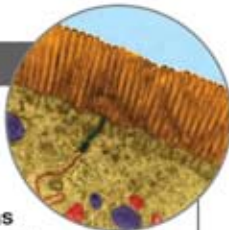
Vilus mempunyai ciri penyesuaian berikut untuk menyerap nutrien:

- **Lapisan epitelium** vilus adalah setebal satu sel. Hal ini mempercepatkan penyerapan nutrien.
- **Sel goblet** merembes mukus yang membantu pencernaan.
- **Jaringan kapilari darah** memudahkan pengangkutan hasil pencernaan ke seluruh badan.
- **Lakteal** mengangkut titisan asid lemak dan gliserol.
- Kelenjar usus merembes **jus usus** yang mengandungi enzim pencernaan.



MIKROVILUS

Pada permukaan epitelium vilus, terdapat banyak unjuran halus yang disebut **mikrovilus**. Mikrovilus menyediakan **luas permukaan yang besar** untuk meningkatkan kadar penyerapan nutrien.



RAJAH 9.5 Ciri penyesuaian ileum dan vilus untuk penyerapan makanan tercerna



TMK 9.2

Video: Pandangan dalam usus kecil (Dicapai pada 21 Ogos 2019)

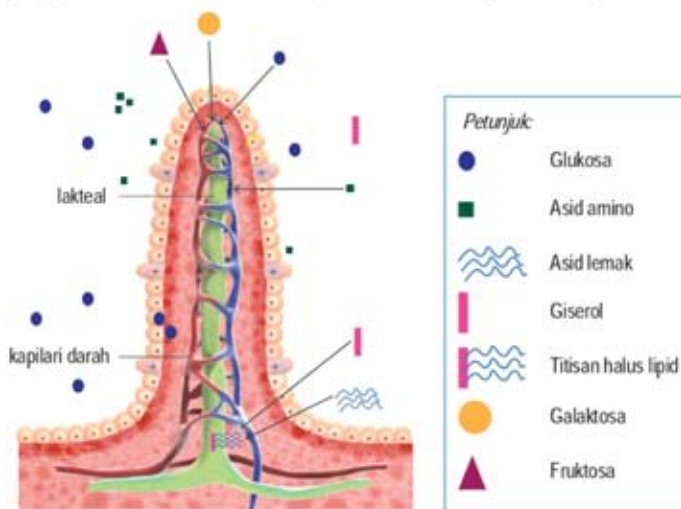
Kerjaya Milenia

Pakar gastroenterologi ialah pakar perubatan yang mengkhusus dalam bidang sistem pencernaan manusia.

Zon Aktiviti

Kumpulkan maklumat tentang penyerapan alkohol dan dadah.

Penyerapan makanan tercerna diringkaskan dalam Rajah 9.6 dan Jadual 9.1.



RAJAH 9.6 Penyerapan makanan tercerna

JADUAL 9.1 Cara penyerapan makanan tercerna di ileum

Makanan tercerna	Diserap melalui	Cara penyerapan
Fruktosa	Sel epitelium ke dalam kapilari darah	Resapan berbantu
Glukosa dan galaktosa		Pengangkutan aktif
Asid amino		Pengangkutan aktif
Vitamin B dan C		Diserap bersama air
Air		Osmosis
Asid lemak dan gliserol berpadu semula melalui proses kondensasi untuk membentuk titisan halus lipid di dalam sel epitelium	Sel epitelium ke dalam lakteal	Resapan ringkas
Vitamin A, D, E, K larut dalam lipid		Resapan ringkas

Praktis Formatif 9.2

- 1 Nyatakan struktur utama untuk penyerapan hasil pencernaan.
- 2 Namakan struktur dalam vilus yang terlibat dalam pengangkutan nutrien berikut:
 - (a) asid amino
 - (b) vitamin A dan E



- 3 Terangkan penyesuaian usus kecil bagi menambahkan luas permukaan untuk penyerapan nutrien.
- 4 Terangkan cara bahan-bahan berikut diangkut merentasi membran plasma.
 - (a) Glukosa, galaktosa dan asid amino
 - (b) Asid lemak dan gliserol

9.4

Asimilasi

Peranan sistem peredaran

Sistem peredaran manusia terdiri daripada sistem peredaran darah dan sistem limfa yang membantu mengangkut nutrien untuk diasimilasikan. Dalam proses asimilasi yang berlaku di dalam sel, nutrien digunakan untuk membentuk sebatian kompleks atau komponen struktur. Kapilari-kapilari darah di usus kecil bergabung membentuk **vena portal hepar** yang membawa darah ke hati.

Lakteal-lakteal pula bergabung membentuk salur limfa yang lebih besar dalam rangkaian sistem limfa. Seterusnya, kandungan salur limfa memasuki **duktus toraks** yang kemudiannya mengalir ke dalam vena subklavikel kiri. Lipid diangkut oleh darah ke semua sel badan.

Fungsi hati dalam asimilasi makanan tercerna

Hati merupakan pusat kawal atur yang mengawal kuantiti nutrien yang masuk ke dalam sistem peredaran darah. Hati menjalankan fungsi berikut.

METABOLISME MAKANAN TERCERNA

- Glukosa digunakan untuk respirasi sel. Asid amino digunakan untuk sintesis protein plasma dan enzim.
- Melalui proses pendeaminan, asid amino yang berlebihan ditukar menjadi urea untuk dikumuhkan melalui air kencing.

PENYAHKOKSINAN

- Sel hati menyingkirkan bahan yang toksik daripada darah.
- Bahan toksik disingkirkan melalui air kencing.

PENYIMPANAN NUTRIEN

Glukosa yang berlebihan ditukarkan kepada glikogen untuk disimpan.

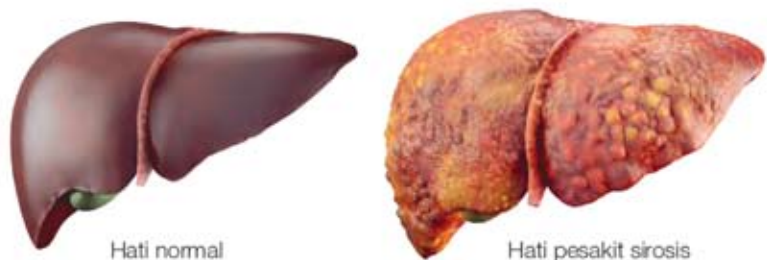
Lensa Biologi

Sirosis hati ialah sejenis penyakit hati yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti minuman alkohol, bahan toksik dan hepatitis. Sel-sel hati digantikan oleh sel-sel parut yang boleh menyebabkan kegagalan fungsi hati. Hepatitis pula ialah penyakit radang hati yang disebabkan oleh jangkitan virus, bahan toksik ataupun tindak balas autoimun.

Zon Aktiviti

Jalankan kajian ilmiah tentang pelbagai fungsi hati dan hasilkan sebuah buku skrap.

GAMBAR FOTO 9.1 Hati normal dan hati pesakit sirosis



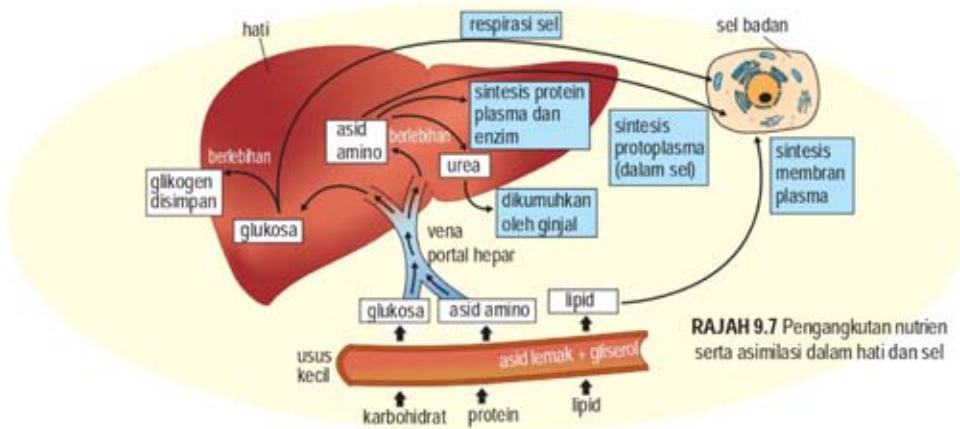
PROSES ASIMILASI DALAM HATI

ASID AMINO

- Hati mensintesis **protein plasma** dan **enzim** daripada asid amino.
- Asid amino berlebihan tidak boleh disimpan di dalam badan dan akan diuraikan oleh hati melalui proses **pendeaminan** untuk menjadi urea dan disingkirkan.
- Apabila bekalan glukosa tidak mencukupi, hati menukarkan asid amino kepada glukosa.

GLUKOSA

- Glukosa dalam hati digunakan untuk respirasi sel mengikut keperluan badan, dan selebihnya ditukarkan kepada glikogen dan disimpan di dalam hati.
- Apabila aras glukosa dalam darah menurun dan badan memerlukan tenaga, glikogen ditukar kepada glukosa.
- Apabila simpanan glikogen mencapai tahap maksimum, glukosa berlebihan ditukar menjadi lemak.



RAJAH 9.7 Pengangkutan nutrien serta asimilasi dalam hati dan sel

PROSES ASIMILASI DALAM SEL

ASID AMINO

- Asid amino digunakan untuk mensintesis **protoplasma** baharu dan juga **membaiki tisu** yang rosak.
- Asid amino digunakan untuk sintesis **hormon** dan **enzim**.

GLUKOSA

- Glukosa dioksidakan melalui **respirasi sel** untuk membebaskan tenaga, air dan karbon dioksida.
- Glukosa berlebihan disimpan sebagai **glikogen** dalam otot.
- Tenaga digunakan untuk proses sel seperti sintesis protein.

LIPID

- Lipid seperti **fosfolipid** dan **kolesterol** ialah komponen utama yang membina membran plasma.
- Lemak yang berlebihan disimpan dalam tisu adipos yang terdapat di bawah kulit sebagai tenaga simpanan.
- Dalam keadaan kekurangan glukosa, lemak dioksidakan untuk membebaskan tenaga.

Praktis Formatif 9.3



- Nyatakan maksud asimilasi.
- Terangkan fungsi hati dalam proses asimilasi makanan tercerna.

9.5

Penyahtinjaan

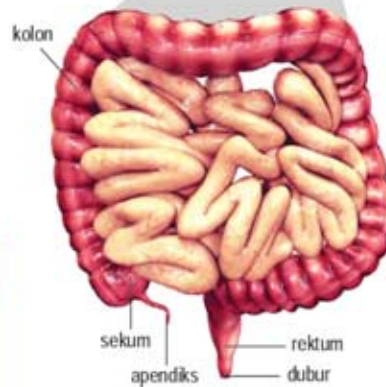
Fungsi usus besar

Lensa Biologi

Usus besar mempunyai satu populasi bakteria yang besar. Terdapat lebih 1000 spesies bakteria berbeza dalam usus besar dan keseimbangan antara bakteria berfaedah dengan yang kurang berfaedah amat penting bagi kesihatan dan persekitaran yang stabil dalam salur alimentari.

Selepas penyerapan nutrien di ileum selesai, makanan yang tidak tercerna, sel yang mati, sel epitelium, serat dan air memasuki usus besar dan bergerak dengan perlahan melalui tindakan peristalsis. Serat terdiri daripada selulosa dinding sel tumbuhan. Usus besar menjalankan dua fungsi utama:

- penyerapan air dan vitamin
- pembentukan tinja



RAJAH 9.8 Usus besar

PENYERAPAN AIR DAN VITAMIN

Bahan yang diserap ialah

- air dan garam mineral
- hasil sampingan metabolisme sesetengah bakteria, misalnya, vitamin B, K dan asid folik.

PEMBENTUKAN TINJA

- Setelah air diserap, sisa yang tinggal berupa separa pepejal disebut **tinja**. Tinja mengandungi sel-sel mati daripada lapisan dalam usus, bahan buangan seperti pigmen hempedu, bakteria dan bahan toksik.
- Dinding usus besar merembeskan mukus untuk melicinkan pergerakan tinja sehingga ke dubur. Tinja mengambil masa selama 12 hingga 24 jam untuk bergerak sebelum memasuki rektum.
- Tinja akan terus dikumpulkan dalam rektum sehingga tekanan dalam rektum meningkat dan menyebabkan keinginan untuk menyingkirkan tinja dari badan.
- Otot-otot rektum mengecut untuk mengeluarkan tinja dari dubur. Proses ini disebut **penyahtinjaan**.

Fikirkan!

Apakah kesan pengambilan antibiotik terhadap populasi bakteria dalam usus besar?

Praktis Formatif 9.4

- 1 Nyatakan fungsi utama usus besar.
- 2 Apakah bahan yang diserap di usus besar?
- 3 Terangkan kepentingan penyerapan air dan vitamin dalam usus besar.
- 4 Huraikan proses pembentukan tinja.

9.6

Gizi Seimbang

Nilai tenaga dalam sampel makanan

Gizi seimbang merujuk kepada gizi yang mengandungi kesemua tujuh kelas makanan (karbohidrat, lipid, protein, vitamin, garam mineral, serat dan air) dalam kadar yang betul dan kuantiti yang seimbang mengikut keperluan seseorang individu supaya kesihatan yang optimum dapat dipelihara.

Lensa Biologi

1 kalori (kal) = 4.2 joule (J)

1 kilojoule = 1000 joule

Merentas Bidang

4.2 J g⁻¹ °C⁻¹ merujuk kepada muatan haba tentu air, iaitu tenaga yang diperlukan untuk meningkatkan suhu 1 g air sebanyak 1 °C.

NILAI TENAGA

- **Nilai tenaga** ialah jumlah tenaga yang dibebaskan apabila satu gram makanan dioksidakan dengan lengkap.
- Nilai tenaga dalam makanan boleh diukur dalam bentuk tenaga haba iaitu dalam unit **kilojoule per gram (kJ g⁻¹)**.
- Unit lain bagi tenaga haba ialah **kalori**.
- 1 kalori atau 4.2 joule ditakrifkan sebagai kuantiti tenaga haba yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebanyak 1 darjah Celsius (°C) pada tekanan 1 atmosfera.
- Nilai tenaga makanan (kJ g⁻¹)

$$= \frac{\text{Jisim air (g)} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ °C}^{-1} \times \text{Peningkatan suhu air (°C)}}{\text{Jisim sampel makanan (g)} \times 1000}$$

Aktiviti 9.4

Mengkaji nilai tenaga dalam sampel makanan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah sampel makanan yang mempunyai nilai tenaga paling tinggi?

Hipotesis

Kacang tanah mempunyai nilai tenaga yang lebih tinggi berbanding kacang gajus.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Jenis sampel makanan

Bergerak balas: Nilai tenaga sampel makanan

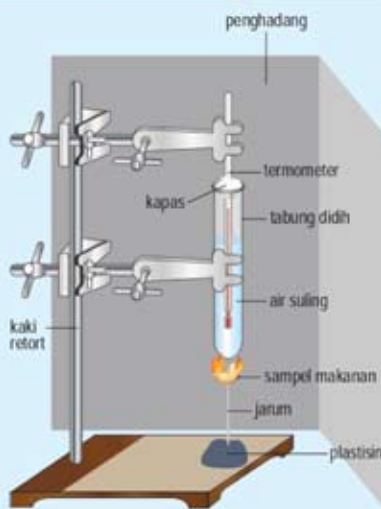
Dimalarkan: Jisim air

Bahan

Air suling, sampel makanan (kacang gajus, kacang tanah), kapas dan plastisin

Radas

Kaki retort berserta pengapit, termometer, tabung didih, jarum panjang, penimbang elektronik, penghadang, silinder penyukat dan penunu Bunsen



Prosedur

- 1 Timbang kacang gajus menggunakan penimbang elektronik dan catatkan jisimnya.
- 2 Sukat 20 ml air suling menggunakan silinder penyukat dan masukkan ke dalam tabung didih.
- 3 Apitkan tabung didih kepada kaki retort dan masukkan termometer.
- 4 Tetapkan kedudukan termometer dengan menggunakan kapas.
- 5 Rekodkan suhu awal air suling.
- 6 Cucukkan kacang gajus pada hujung jarum dan dirikan jarum menggunakan plastisin.
- 7 Letakkan penghadang di sekeliling susunan radas.
- 8 Nyalakan kacang gajus menggunakan penunu Bunsen dan letakkan di bawah tabung didih.
- 9 Kacau air dalam tabung didih perlahan-lahan dan catatkan suhu tertinggi air suling selepas kacang gajus habis terbakar.
- 10 Gantikan air di dalam tabung didih.
- 11 Ulang langkah 1 hingga 9 menggunakan kacang tanah.
- 12 Hitungkan nilai tenaga makanan bagi setiap sampel makanan menggunakan formula berikut.

$$\text{Nilai tenaga makanan (kJ g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Jisim air (g)} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times \text{Peningkatan suhu air (}^{\circ}\text{C)}}{\text{Jisim sampel makanan (g)} \times 1000}$$
- 13 Rekodkan keputusan dalam jadual.

Keputusan

Sampel makanan	Jisim sampel makanan (g)	Suhu awal air ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu akhir air ($^{\circ}\text{C}$)	Kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Nilai tenaga makanan (kJ g $^{-1}$)
Kacang gajus					
Kacang tanah					

Perbincangan

- 1 Sampel makanan yang manakah menunjukkan nilai tenaga paling tinggi?
- 2 Nyatakan dua langkah berjaga-jaga semasa menjalankan eksperimen.
- 3 Bandingkan nilai tenaga sampel makanan daripada eksperimen dengan nilai tenaga mengikut teori. Adakah terdapat perbezaan? Jika ya, jelaskan sebabnya.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan atau sayur-sayuran

Kandungan nutrien dalam makanan yang berlainan adalah berbeza-beza. Misalnya, kandungan vitamin C dalam buah-buahan dan sayur-sayuran adalah berbeza-beza.

Aktiviti 9.5

Menentukan kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan dan sayur-sayuran

Eksperimen

Pernyataan masalah

Jus buah atau jus sayur yang manakah mempunyai kandungan vitamin C paling tinggi?

Hipotesis

Jus oren mempunyai kandungan vitamin C yang paling tinggi berbanding dengan jus limau nipis dan jus lobak merah.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Jenis jus buah dan jus sayur

Bergerak balas: Isi padu jus buah atau jus sayur yang diperlukan untuk melunturkan larutan DCPIP

Dimalarkan: Kepekatan larutan DCPIP dan kepekatan larutan asid askorbik

Bahan

Jus oren, jus limau nipis dan jus lobak merah yang segar, larutan asid askorbik 0.1%, larutan DCPIP 1% dan air suling

Radas

Picagari berjarum (1 ml dan 5 ml), pisau, bikar 50 ml, tiub spesimen, pengisar jus dan penapis

Prosedur

- 1 Masukkan 1 ml larutan DCPIP 1% ke dalam satu tiub spesimen.
- 2 Picagari berjarum 5 ml dipenuhkan dengan larutan asid askorbik 0.1%. Pastikan tiada gelembung udara terperangkap di dalamnya.
- 3 Masukkan hujung picagari berjarum ke dalam tiub spesimen dan titiskan asid askorbik setitis demi setitis ke dalam larutan DCPIP sambil mengacau dengan perlahan-lahan sehingga warna biru larutan DCPIP dilunturkan.
- 4 Rekodkan isi padu larutan asid askorbik 0.1% yang diperlukan untuk melunturkan warna biru larutan DCPIP.
- 5 Ulang langkah 1 hingga 4 sebanyak 2 kali untuk mendapat isi padu purata bagi setiap jus bertlainan.
- 6 Rekodkan isi padu setiap jus dalam jadual yang disediakan.
- 7 Hitungkan kepekatan vitamin C bagi setiap jus menggunakan formula berikut.

$$\text{Peratus vitamin C} = \frac{\text{isi padu larutan asid askorbik} \times 0.1\%}{\text{isi padu jus yang digunakan}}$$

$$\text{Kepekatan vitamin C (mg ml}^{-1}\text{)} = \frac{\text{isi padu asid askorbik}}{\text{isi padu jus yang digunakan}} \times 1.0$$



Keputusan

Larutan / Jus	Isi padu larutan/jus yang diperlukan untuk melunturkan warna larutan DCPIP (ml)			Kepekatan vitamin C (%)	Kepekatan vitamin C (mg ml ⁻¹)
	1	2	3		
			Purata		
Larutan asid askorbik 0.1%					0.1
Jus oren					
Jus limau nipis					
Jus lobak merah					



Perbincangan

- 1 Jus yang manakah menunjukkan kandungan vitamin C paling tinggi?
- 2 Mengapakah larutan asid askorbik piawai 0.1% digunakan?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kemerosotan kandungan vitamin C ialah suhu. Oleh itu, buah-buahan atau sayur-sayuran perlu disimpan pada julat suhu yang sesuai supaya kandungan vitamin C dapat dipelihara.

Aktiviti 9.6 Mengkaji kesan suhu terhadap kandungan vitamin C dalam jus oren

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah suhu persekitaran yang paling sesuai untuk menyimpan jus buah oren?

Hipotesis

Jus oren yang disimpan dalam keadaan suhu persekitaran yang rendah mempunyai kandungan vitamin C yang paling tinggi.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Keadaan suhu persekitaran

Bergerak balas: Isi padu jus oren yang diperlukan untuk melunturkan larutan DCPIP

Dimalarkan: Isi padu larutan DCPIP

Bahan

Buah oren, larutan DCPIP 1% dan ais

Radas

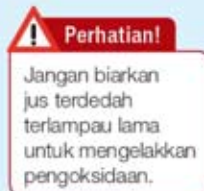
Tiub spesimen, pisau, picagari berjarum (1 ml dan 5 ml), bikar (50 ml dan 100 ml), penunu Bunsen, tungku kaki tiga, penapis dan kasa dawai

Prosedur

- 1 Sediakan jus oren sebanyak 60 ml.
- 2 Labelkan tiga bikar A, B dan C. Masukkan 20 ml jus oren ke dalam setiap bikar.
- 3 Rendamkan bikar A dalam ais, biarkan bikar B pada suhu bilik dan rendamkan bikar C dalam air mendidih selama 30 minit.
- 4 Selepas 30 minit, tentukan kandungan vitamin C dalam jus oren seperti dalam Aktiviti 9.5.
- 5 Hitungkan kepekatan vitamin C dalam jus oren bagi setiap suhu berlainan.

Keputusan

Rekodkan keputusan anda dalam jadual yang sesuai.



Perbincangan

- 1 Adakah terdapat perbezaan kandungan vitamin C bagi jus oren pada suhu yang berlainan?
- 2 Apakah kesan suhu terhadap kandungan vitamin C dalam jus oren?
- 3 Berdasarkan keputusan, cadangkan cara terbaik untuk memastikan anda mendapat kandungan vitamin C yang tinggi daripada jus buah atau jus sayur.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.



GAMBAR FOTO 9.2

Sampel hidangan berpandukan
Pinggan Sihat Malaysia

Kerjaya Milenia



Pakar pemakanan ialah pakar dalam bidang nutrisi yang boleh memberi nasihat pakar mengenai diet yang sesuai bagi individu tertentu.

Zon Aktiviti



Rancangkan hidangan berdasarkan Pinggan Sihat Malaysia untuk individu yang berbeza seperti individu obes, penghidap kanser dan pesakit jantung.

Pengubahsuaian diet bagi individu tertentu

Gizi seimbang bagi setiap individu berubah mengikut gaya hidup, keadaan kesihatan dan keperluan nutrien khusus masing-masing. Setiap individu perlu membuat pilihan bijak berdasarkan panduan pemakanan. Contohnya, cadangan keperluan nutrien boleh berpandukan kepada **Pinggan Sihat Malaysia**. Pinggan Sihat Malaysia menggambarkan kuantiti relatif pelbagai kelas makanan dalam gizi seimbang (Gambar foto 9.2).

Pengambilan makanan berlebihan yang juga kaya dengan lemak tepu boleh menyebabkan masalah kesihatan seperti obesiti dan penyakit kardiovaskular.

Punca obesiti

Obesiti disebabkan oleh penyimpanan lemak berlebihan akibat ketidakseimbangan pengambilan makanan dan penggunaan tenaga.

Kesan obesiti

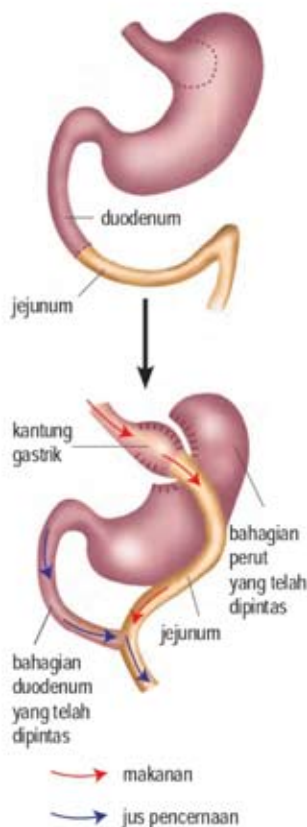
Individu yang obes perlu mengurangkan pengambilan karbohidrat dan lemak serta meningkatkan pengambilan sayur-sayuran dan buah-buahan. Sekiranya tidak, diet yang mengandungi lemak tepu berlebihan dan kolesterol yang tinggi mungkin menyebabkan diabetes melitus serta pelbagai penyakit kardiovaskular seperti aterosklerosis dan hipertensi yang seterusnya membawa kepada serangan jantung (penginfarkan miokardium) atau strok jika tidak dirawat.

Penghidap kanser yang sedang menjalani rawatan kanser, perlu mengubah suai diet agar memperoleh tenaga yang mencukupi, mengurangkan risiko jangkitan serta sembuh dengan lebih cepat.



9.7

Isu kesihatan Berkaitan Sistem Pencernaan dan Tabiat Pemakanan



RAJAH 9.9 Pintasan gaster

Pengubahsuaian organ pencernaan

Obesiti merupakan masalah kesihatan yang kian meningkat di seluruh dunia. Walaupun obesiti boleh dikawal melalui pengurusan diet dan program senaman rutin, namun kadangkala obesiti memerlukan rawatan perubatan. Doktor pakar mungkin mencadangkan prosedur pembedahan tertentu untuk mengurangkan berat badan, misalnya **pintasan gaster** (Rajah 9.9). Pintasan gaster melibatkan pengecilan saiz perut menggunakan pelbagai kaedah pembedahan.

Antara kesan sampingan jangka pendek pembedahan ini ialah refluks asid, mual, muntah-muntah, esofagus mengembang, tidak boleh makan beberapa jenis makanan dan risiko jangkitan. Kesan sampingan jangka panjang pula termasuklah pening-pening, aras gula darah rendah, malnutrisi, ulser perut dan masalah penyahtinjaan.

Isu-isu kesihatan berkaitan penyahtinjaan

Kelas makanan yang paling penting dalam proses penyahtinjaan ialah **serat**. Pengambilan diet dengan kandungan serat yang tinggi seperti buah-buahan dan sayur-sayuran dapat memudahkan pergerakan tinja. Hal ini dapat mengelakkan masalah kesihatan seperti sembelit, kanser kolon, kanser rektum dan hemoroid.

Antara fungsi serat ialah:

- merangsang peristalsis
- menyerap dan menyingkirkan bahan toksik
- mengawal atur penyerapan glukosa terutamanya bagi pesakit diabetes melitus
- meningkatkan populasi bakteria berfaedah dalam usus besar

Selain itu, pengambilan air yang banyak dapat memastikan tinja sentiasa lembut dan mudah bergerak sepanjang usus besar untuk membantu proses penyahtinjaan.



Isu-isu kesihatan berkaitan tabiat pemakanan

Selain gizi seimbang, tabiat pemakanan juga memainkan peranan penting untuk memenuhi keperluan tenaga dan memelihara kesihatan kita. Tabiat pemakanan yang tidak baik dan gizi tidak seimbang boleh mengakibatkan pelbagai masalah kesihatan seperti gastritis, dismorfia otot, anoreksia nervosa dan bulimia nervosa.

GASTRITIS

Gastritis merujuk kepada keradangan dan kakisan lapisan epitelium perut oleh jus gaster apabila tiada makanan dalam perut. Gastritis yang tidak dirawat akan mengakibatkan ulser gaster. Punca gastritis termasuklah makan pada masa yang tidak tentu dan kuantiti yang berbeza-beza serta pengambilan alkohol atau ubat penahan sakit yang berlebihan.

BULIMIA NERVOSA

Bagi penghidap **bulimia nervosa** yang juga taksab dengan pengawalan berat badan, individu tersebut akan makan dengan banyak dan kemudian memuntahkannya atau mengambil laksatif yang menyebabkan cirit-birit. Sekiranya berterusan, pesakit akan mengalami penyahhidratan, masalah nutrisi dan seterusnya, menghidap penyakit kardiovaskular atau kerosakan ginjal.

ANOREKSIA NERVOSA

Anoreksia nervosa agak lazim dalam kalangan remaja perempuan yang sering taksab dengan berat badan. Penghidap anoreksia akan mengelak daripada makan untuk mencapai berat badan idaman. Mereka mengalami gangguan psikologi serta masalah kekurangan nutrien kerana fungsi normal sistem pencernaan terjejas.

DISMORFIA OTOT

Sesetengah individu pula merasakan diri mereka bersaiz kecil dan tidak cukup pertumbuhan. Jadi, mereka akan mengamalkan angkat berat, menjalani latihan lasak dan bersenam secara berlebihan. Kadang-kadang, mereka mengambil steroid atau suplemen pembina otot. Isu kesihatan ini dikenali sebagai **dismorfia otot**.

Zon Aktiviti

Jalankan kajian kes tentang isu kesihatan berikut yang berkaitan tabiat pemakanan:

- diabetes jenis 2
- obesiti
- refluks asid
- pica

Praktis Formatif 9.5

1 Pada pendapat anda, mengapakah serat penting dalam proses penyahtinjaan. Terangkan jawapan anda.

2 Ramalkan kesan pengubahsuaian organ pencernaan seperti kaedah pintasan gaster terhadap kesihatan manusia.



Rumusan



Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Struktur sistem pencernaan manusia
- Mekanisme pencernaan
- Proses dan hasil pencernaan karbohidrat dalam mulut
- Proses dan hasil pencernaan protein dalam perut
- Pencernaan karbohidrat, protein dan lipid dalam usus kecil
- Penyesuaian ileum dan vilus dalam penyerapan makanan tercerna
- Asimilasi makanan tercerna dan fungsi hati
- Penyahtinjaan
- Gizi seimbang dan nilai tenaga dalam sampel makanan
- Pengubahsuaian diet bagi individu tertentu
- Isu kesihatan berkaitan sistem pencernaan dan tabiat pemakanan



Praktis Sumatif 9

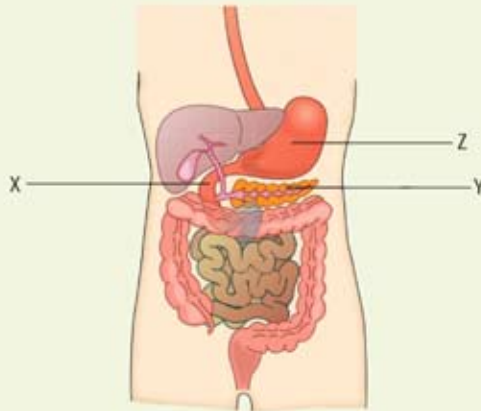


- 1 Sesetengah orang tidak boleh minum susu kerana akan menghadapi masalah cirit-birit dan kembung perut. Jelaskan keadaan ini.
- 2 Amin makan daging untuk sajian tengah hari. Terangkan bagaimana protein dicernakan dalam perut Amin.
- 3 Seorang individu mempunyai tabiat pemakanan seperti berikut:

Makan dengan banyak dalam masa yang singkat diikuti oleh pemuntahan semula secara sengaja setiap kali selepas makan.

Terangkan bagaimana tabiat pemakanan ini mempengaruhi kesihatan individu tersebut.

- 4 Rajah 1 menunjukkan salur alimentari dalam manusia.



RAJAH 1

- (a) Namakan struktur X dan Y.
- (b) (i) Enzim di dalam X hanya efektif dalam keadaan beralkali. Terangkan bagaimana keadaan beralkali dapat dikekalkan di dalam X.
(ii) Terangkan bagaimana Y terlibat dalam pencernaan karbohidrat di X.
- (c) Namakan enzim yang terdapat di dalam Z. Terangkan bagaimana enzim tersebut berfungsi dalam pencernaan protein.
- (d) Seorang pelajar gemar makan buah oren dengan banyak. Terangkan kesan pemakanan terlalu banyak buah oren terhadap pencernaan kanji di X.



Soalan Esei

5 Huraikan proses-proses yang berlaku kepada molekul lemak bermula dari duodenum sehingga hasil akhirnya boleh digunakan oleh sel badan.

6 Seorang remaja makan hidangan berikut untuk sarapan pagi.

Roti bermentega – 2 keping	Susu segar – 1 gelas
Telur rebus – 2 biji	Epal – 1 biji

Huraikan apa yang berlaku kepada hasil-hasil akhir pencernaan makanan sarapan pagi dalam sel badan.

- 7 (a) Terangkan mengapa pengambilan diet yang mempunyai kandungan lemak yang tinggi tidak baik untuk kesihatan.
- (b) Cadangkan jenis makanan yang sesuai untuk seseorang yang ingin mengurangkan berat badan dan mengurangkan risiko menghidap penyakit kardiovaskular. Terangkan jawapan anda.
- (c) Huraikan proses pencernaan, penyerapan dan asimilasi kanji dalam badan manusia.

Sudut Pengayaan

- 8 Ubat dalam bentuk kapsul tidak diuraikan di dalam perut tetapi diserap dengan mudah oleh usus kecil. Apabila sampel darah pesakit diambil dan dianalisis, didapati bentuk struktur molekul ubat ini adalah berlainan daripada bentuk struktur molekul asalnya. Jelaskan mengapa.
- 9 Bagaimanakah minuman yang ditambah pemanis tiruan dihasilkan dalam pasaran?
- 10 Pada masa kini, makanan siap saji atau sejuk beku menjadi pilihan ramai individu disebabkan gaya hidup yang sibuk dan sentiasa kesuntukan masa. Ramalkan kemungkinan risiko kesihatan yang timbul sekiranya jenis makanan ini diambil secara berterusan dan dalam kuantiti yang banyak.



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan