

BAB 4 Komposisi Kimia dalam Sel

Bagaimanakah pengetahuan mengenai unsur dan molekul biologi digunakan untuk kawalan biologi siput gondang?

Tahukah ANDA...

- Apakah komposisi kimia dalam sel?
- Apakah sifat air dan kepentingannya dalam sel?
- Apakah unsur-unsur yang terdapat dalam karbohidrat, protein, lipid dan asid nukleik?
- Bagaimanakah polimer terhasil daripada monomer?
- Apakah kepentingan karbohidrat, protein, lipid dan asid nukleik dalam sel?

4.1 Air

- 4.1.1 Memerihalkan sifat molekul air.
- 4.1.2 Menghubung kait sifat air dengan kepentingannya dalam sel.

4.2 Karbohidrat

- 4.2.1 Menyenaraikan unsur dalam karbohidrat.
- 4.2.2 Menjelaskan jenis karbohidrat:
 - monosakarida
 - disakarida
 - polisakarida
- 4.2.3 Mengkonsepsikan pembentukan dan penguraian:
 - disakarida
 - polisakarida
- 4.2.4 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan bagi pembentukan dan penguraian disakarida.
- 4.2.5 Mewajarkan kepentingan karbohidrat dalam sel.

4.3 Protein

- 4.3.1 Menyenaraikan unsur dalam protein.
- 4.3.2 Mengkonsepsikan pembentukan dan penguraian dipeptida dan polipeptida.
- 4.3.3 Menulis persamaan perkataan bagi pembentukan dan penguraian dipeptida.
- 4.3.4 Mewajarkan kepentingan protein dalam sel.

4.4 Lipid

- 4.4.1 Menyenaraikan unsur dalam lipid.
- 4.4.2 Menjelaskan jenis lipid yang utama.
- 4.4.3 Memerihalkan pembentukan dan penguraian trigliserida.
- 4.4.4 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan bagi pembentukan dan penguraian trigliserida.
- 4.4.5 Mewajarkan kepentingan lipid dalam sel dan organisma multisel.

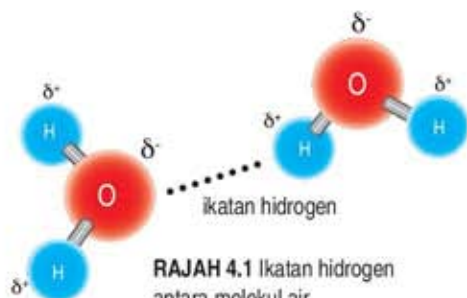
4.5 Asid Nukleik

- 4.5.1 Menyenaraikan unsur dalam asid nukleik.
- 4.5.2 Menerangkan struktur nukleotida:
 - bes bernitrogen
 - gula ribosa atau gula deoksiribosa
 - fosfat
- 4.5.3 Menghuraikan struktur polinukleotida:
 - asid deoksiribonukleik (DNA)
 - asid ribonukleik (RNA)
- 4.5.4 Mewajarkan kepentingan asid nukleik dalam sel:
 - pembawa maklumat pewarisan
 - penghasilan protein
- 4.5.5 Memerihalkan pembentukan kromosom daripada DNA dan protein.

4.1 Air

Dalam Tingkatan 2, anda telah mempelajari secara ringkas tentang air dan sebatian organik seperti karbohidrat, protein, lipid dan asid nukleik. Apakah fungsi sebatian organik dan air dalam sel organisma?

Sifat dan kepentingan air dalam sel

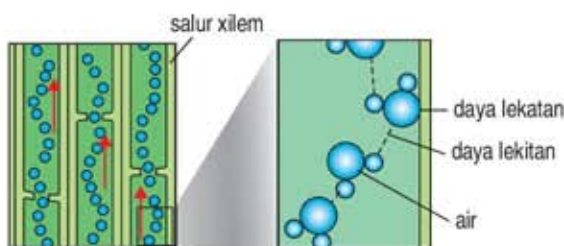


KEKUTUBAN AIR

- Air merupakan sebatian tak organik yang terdiri daripada unsur-unsur hidrogen (H) dan oksigen (O).
- Molekul air ialah **molekul berkutub** kerana elektron yang dikongsi di antara oksigen dan hidrogen akan tertarik ke arah oksigen yang lebih elektronegatif (δ^-).
- Kekutuban ini menghasilkan ikatan hidrogen (Rajah 4.1) dan membolehkan air bertindak sebagai **pelarut semesta**.
- Sifat pelarut semesta air membolehkan zat terlarut seperti glukosa dan elektrolit diangkut merentasi membran plasma ke dalam sel untuk tindak balas biokimia.

DAYA LEKATAN DAN DAYA LEKATAN AIR

- Molekul air melekat antara satu sama lain melalui **daya lekatan**.
- Pada masa yang sama, molekul air juga melekat pada permukaan lain melalui **daya lekatan**.
- Kedua-duanya menghasilkan tindakan kapilari yang membolehkan air memasuki dan bergerak di sepanjang ruang yang sempit, misalnya dalam salur xilem.



RAJAH 4.2 Daya lekatan dan daya lekatan dalam salur xilem

Fikirkan!

Bagaimanakah haiwan akuatik dapat hidup di dalam air laut yang beku?

GAMBAR FOTO 4.1
Beruang kutub hidup di kawasan air laut yang dilitupi ais



TMK 4.1

Kuiz: Uji pemahaman anda mengenai air

MUATAN HABA TENTU AIR

- Air mempunyai **muatan haba tentu** yang tinggi iaitu sebanyak $4.2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
- Ini bermaksud 4.2 kJ tenaga haba diperlukan untuk menaikkan suhu satu kilogram air sebanyak $1 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- Air menyerap banyak tenaga haba dengan kenaikan suhu yang kecil. Ciri ini sangat penting untuk mengekalkan suhu badan organisma.

Praktis Formatif 4.1

- Apakah ikatan kimia yang terurai semasa air berubah daripada cecair kepada wap air?
- Mengapakah air dikenali sebagai molekul berkutub?
- Nyatakan maksud daya lekatan dan daya lekatan.
- Terangkan bagaimana berpeluh membantu menurunkan suhu badan.



4.2

Karbohidrat

Sebatian organik ialah sebatian kimia yang mengandungi unsur karbon. Sebatian yang besar dan kompleks membentuk makromolekul. Kebanyakan makromolekul ialah **polimer** yang terdiri daripada molekul-molekul kecil yang dikenali sebagai **monomer** (binaan asas). Karbohidrat, protein dan asid nukleik merupakan molekul polimer sebatian organik.

Karbohidrat adalah penting sebagai sumber tenaga dan bahan asas struktur sesetengah organisma. **Karbohidrat** ialah sebatian organik yang terdiri daripada unsur karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) dalam nisbah 1:2:1 dan formula kimia $(CH_2O)_n$.

Jenis-jenis karbohidrat

Terdapat tiga jenis karbohidrat utama iaitu:

- monosakarida (gula ringkas)
- disakarida
- polisakarida (gula kompleks)

Monosakarida

Monosakarida ialah monomer karbohidrat iaitu unit karbohidrat yang paling ringkas. Monosakarida boleh bergabung membentuk polimer melalui tindak balas kondensasi. Kebanyakan monosakarida rasanya manis, boleh membentuk hablur dan larut dalam air.

Contoh monosakarida:

- **Glukosa** ialah gula dalam tumbuhan seperti padi dan gandum serta buah-buahan seperti anggur. Glukosa ialah monosakarida yang paling lazim didapati dan kebanyakan polisakarida terbentuk daripada gula ini.
- **Fruktosa** ialah gula yang terdapat dalam madu dan buah-buahan manis.
- **Galaktosa** terdapat dalam susu.

Monosakarida mempunyai **kuasa penurunan** iaitu berupaya memindahkan hidrogen (atau elektron) kepada sebatian lain. Proses ini dinamakan penurunan. Apabila monosakarida dipanaskan dalam **larutan Benedict**, monosakarida akan menurunkan **kuprum (II) sulfat biru** kepada **mendakan kuprum (I) oksida** yang berwarna **merah bata** dan tidak larut dalam air. Semua monosakarida boleh melakukan tindak balas ini dan dikenali sebagai **gula penurun**.

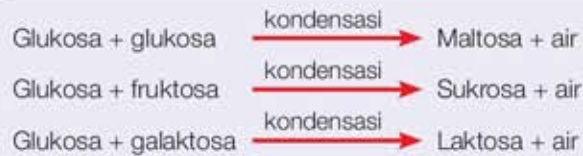
GAMBAR FOTO 4.2
Makanan yang kaya
dengan karbohidrat

Zon Aktiviti

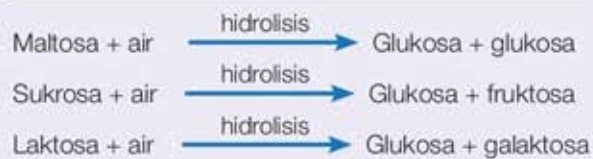
Reka bentuk eksperimen untuk menentukan kehadiran gula penurun dan gula bukan penurun (sukrosa).

Disakarida

Molekul disakarida terhasil apabila dua molekul gula ringkas (monosakarida) bergabung melalui **kondensasi** untuk membentuk satu unit **disakarida**. Proses ini melibatkan penyingkiran satu molekul air.



Disakarida juga boleh diuraikan kepada unit-unit monosakaridanya melalui **hidrolisis** dengan penambahan satu molekul air.



Contoh-contoh disakarida termasuklah sukrosa, maltosa dan laktosa (Gambar foto 4.3). Laktosa dan maltosa merupakan gula penurun tetapi sukrosa ialah gula bukan penurun.

Maltosa boleh didapati dalam bijirin.

Laktosa dalam susu

Lensa Biologi

Sukrosa ialah gula bukan penurun kerana tidak menurunkan larutan kuprum (II) sulfat. Sekiranya sukrosa dihidrolisis (terurai) menjadi unit-unit monosakarida (glukosa dan fruktosa) terlebih dahulu, ujian Benedict akan menunjukkan keputusan positif.

Sukrosa terdapat dalam tebu, buah-buahan manis dan gula bit

GAMBAR FOTO 4.3 Contoh disakarida dan sumbernya

Polisakarida

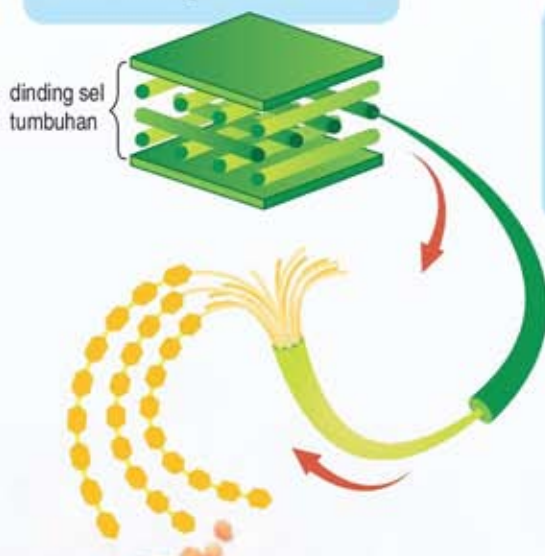
Polisakarida ialah gula polimer yang terdiri daripada monomer monosakarida. Seperti disakarida, polisakarida terbentuk melalui proses kondensasi dan melibatkan beratus-ratus monosakarida untuk membentuk rantai molekul yang panjang. Polisakarida tidak larut dalam air kerana saiz molekulnya yang besar. Polisakarida tidak mempunyai rasa manis dan tidak menghablur.

Polisakarida juga boleh diurai melalui hidrolisis dengan bantuan asid cair, pendidihan dan tindakan enzim. Polisakarida memainkan pelbagai peranan di dalam organisma.

Kepentingan karbohidrat dalam sel

- Sebagai sumber tenaga, contohnya glukosa
- Sebagai simpanan makanan, contohnya glikogen dalam sel haiwan dan kanji dalam sel tumbuhan
- Sebagai struktur sokongan, contohnya selulosa pada dinding sel tumbuhan.

Selulosa ialah struktur utama dalam dinding sel tumbuhan.



Kanji ialah polisakarida simpanan utama dalam tumbuhan. Kanji juga didapati dalam kloroplas. Sumber: bijirin, ubi kentang dan kekacang.

Glikogen ialah polisakarida simpanan utama yang didapati dalam sel otot dan sel hati haiwan.

GAMBAR FOTO 4.4
Contoh-contoh polisakarida

Dunia Biologi Kita



Kitin, sejenis polisakarida, digunakan sebagai benang pembedahan. Kelebihannya, kitin akan terurai selepas luka yang dijahit sembuh.

Praktis Formatif 4.2

- 1 Namakan unsur-unsur yang terdapat dalam karbohidrat.
- 2 Senaraikan jenis-jenis karbohidrat utama.
- 3 Berikan contoh-contoh gula penurun dan gula bukan penurun.
- 4 Terangkan mengapa sukrosa merupakan gula bukan penurun.

4.2.3

4.2.5



TMK 4.2

Kuiz: Uji pemahaman
anda mengenai
karbohidrat

4.3 Protein

Protein ialah sebatian kompleks yang terdiri daripada unsur **karbon**, **hidrogen**, **oksigen** dan **nitrogen**. Kebanyakan protein juga mengandungi unsur **sulfur** dan **fosforus**. Makanan yang kaya dengan protein termasuk ikan, daging, susu, kacang dan telur. Semua protein terdiri daripada satu atau lebih polimer yang dikenali sebagai **polipeptida**. Setiap polipeptida pula dibina oleh **monomer** atau unit kecil yang dikenali sebagai **asid amino**. Suatu polipeptida boleh terdiri daripada lima puluh sehingga beribu-ribu molekul asid amino. Asid amino terangkai bersama melalui proses **kondensasi**.

Dipeptida terdiri daripada dua molekul asid amino yang dirangkai bersama oleh **ikatan peptida** melalui proses kondensasi. Dalam proses ini, satu molekul air disingkirkan. **Kondensasi** seterusnya boleh merangkai lebih banyak asid amino untuk membentuk satu rantai **polipeptida**.



GAMBAR FOTO 4.5
Makanan yang kaya
dengan protein

Setiap dipeptida boleh diuraikan kepada asid amino melalui hidrolisis. Terdapat kira-kira 20 jenis asid amino yang wujud secara semula jadi. Pelbagai jenis molekul polipeptida dapat dibentuk daripada 20 jenis asid amino. Ini adalah kerana setiap jenis protein berbeza dari segi urutan asid amino dalam rantai polipeptidanya.

Kepentingan protein dalam sel

Protein digunakan untuk membina sel baharu, memperbaiki tisu yang rosak dan untuk sintesis enzim, hormon, antibodi dan hemoglobin. Protein juga membentuk bahan binaan seperti keratin pada kulit, kolagen pada tulang dan miosin pada tisu otot.

Penguraian protein atau polipeptida oleh enzim pencernaan memberikan kita tenaga untuk menjalankan aktiviti harian. Polipeptida akan diuraikan kepada asid amino. Seterusnya, asid amino ini digunakan semula untuk membina molekul protein yang diperlukan oleh badan. Anda akan mempelajari dengan lebih lanjut tentang proses pencernaan protein dalam Bab 9.



TMK 4.3

Kuiz: Uji
pemahaman anda
mengenai protein

Praktis Formatif 4.3

- 1 Nyatakan monomer bagi protein.
- 2 Namakan tindak balas yang membentuk dipeptida.
- 3 Nyatakan dua kepentingan protein.
- 4 Terangkan kesan kekurangan protein dalam diet seseorang terhadap rambut dan kuku individu tersebut.



4.4

Lipid

Lensa Biologi

Kehadiran lemak boleh diuji dengan ujian emulsi etanol. Pembentukan emulsi putih menunjukkan keputusan positif kehadiran lipid.



Kuiz: Uji pemahaman anda mengenai lipid

Lipid merupakan sebatian hidrofobik yang wujud secara semula jadi di dalam tisu tumbuhan dan haiwan. Seperti karbohidrat, lipid terdiri daripada unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen tetapi nisbah atom hidrogen kepada atom oksigen adalah jauh lebih tinggi.

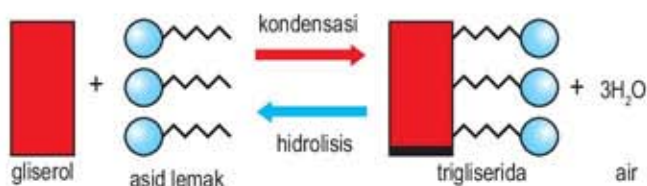
Lipid tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan organik lain, misalnya, alkohol, eter dan kloroform.

Jenis lipid

Jenis-jenis lipid ialah **lemak**, **lilin**, **fosfolipid** dan **steroid**.

Lemak

Lemak dan **minyak** ialah **trigliserida**. **Trigliserida** ialah sejenis ester yang terbentuk melalui **kondensasi** satu molekul **gliserol** dengan **tiga molekul asid lemak**. Trigliserida boleh **dihidrolisis** semula kepada asid lemak dan gliserol melalui tindak balas hidrolisis. **Gliserol** ialah sejenis alkohol tiga karbon yang mengandungi tiga kumpulan **hidroksil** ($-OH$).



Terdapat dua jenis asid lemak iaitu **asid lemak tepu** dan **asid lemak tak tepu**. Persamaan dan perbezaan antara lemak tepu dan lemak tak tepu ditunjukkan dalam Jadual 4.1 dan 4.2.

JADUAL 4.1 Persamaan antara lemak tepu dengan lemak tak tepu

Persamaan
Kedua-duanya terdiri daripada unsur karbon, hidrogen dan oksigen.
Kedua-duanya mempunyai gliserol dan asid lemak.
Kedua-duanya adalah molekul tidak berkutub.

GAMBAR FOTO 4.6
Makanan yang kaya dengan lipid



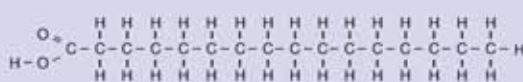
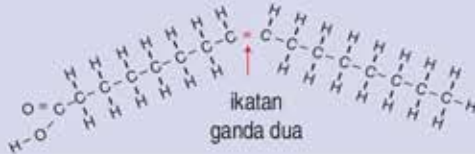
4.4.1

4.4.2

4.4.3

4.4.4

JADUAL 4.2 Perbezaan antara lemak tepu dengan lemak tak tepu

Lemak tepu	Lemak tak tepu
Asid lemak hanya mempunyai ikatan tunggal antara karbon.	Asid lemak mempunyai sekurang-kurangnya satu ikatan ganda dua antara karbon.
	
Tidak membentuk ikatan kimia dengan atom hidrogen tambahan kerana semua ikatan antara atom karbon tepu.	Ikatan ganda dua masih boleh menerima satu atau lebih atom hidrogen tambahan kerana atom karbon tidak tepu.
Didapati dalam bentuk pepejal pada suhu bilik.	Didapati dalam bentuk cecair pada suhu bilik.
Sumber: mentega dan lemak haiwan	Sumber: minyak zaitun dan minyak ikan

Dunia Biologi Kita



Lemak tepu tidak baik untuk kesihatan kerana boleh meningkatkan paras kolesterol di dalam darah dalam bentuk lipoprotein ketumpatan rendah (LDL). Hal ini boleh meningkatkan risiko serangan jantung. Lemak tepu juga boleh meningkatkan risiko penyakit diabetes.

Lilin

Lilin mengandungi satu molekul alkohol yang bergabung dengan satu molekul asid lemak dan bersifat kalis air.

Fosfolipid

Fosfolipid merupakan komponen utama membran plasma dan terdiri daripada satu molekul gliserol yang bergabung dengan dua molekul asid lemak dan satu kumpulan fosfat.

Steroid

Steroid ialah sebatian lipid yang tidak mengandungi asid lemak. Contoh steroid ialah kolesterol, testosteron, estrogen dan progesteron.

Kepentingan lipid dalam sel

Lemak berfungsi sebagai simpanan tenaga bagi haiwan. Selain itu, lemak juga berfungsi sebagai pelapik untuk melindungi organ-organ dalaman serta bertindak sebagai penebat haba bagi haiwan.

Lilin merupakan komponen penting dalam kutikel yang menutupi epidermis daun dan sebum yang dirembeskan oleh kulit kita. Fungsi glikolipid adalah untuk memastikan kestabilan membran plasma dan membantu dalam proses pengenalan sel. Kolesterol pula penting bagi sintesis hormon steroid.

Praktis Formatif 4.4

- 1 Nyatakan unsur-unsur yang terdapat dalam lipid.
- 2 Senaraikan jenis-jenis lipid.



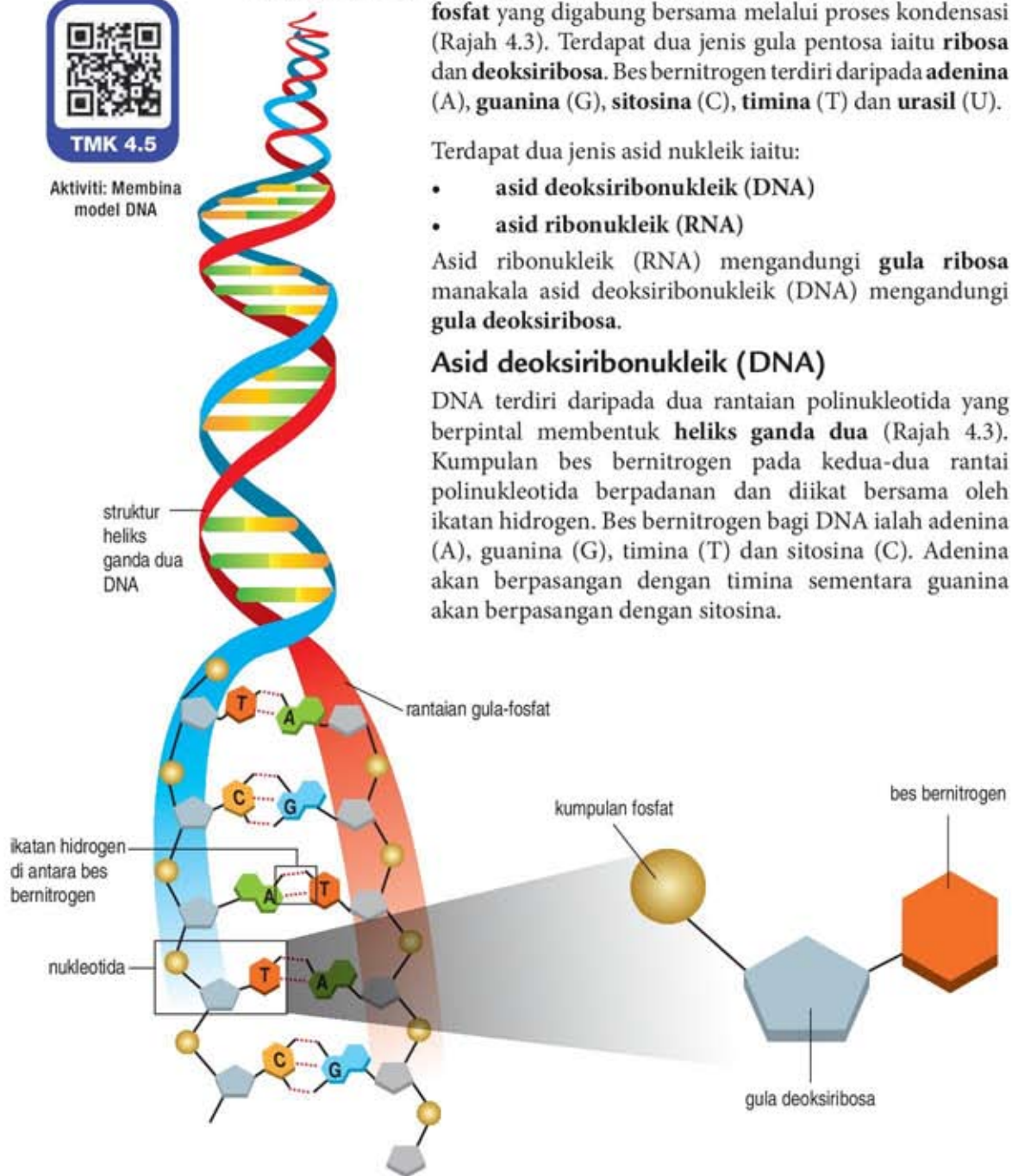
- 3 Beri pendapat anda mengenai pengambilan steroid sintetik untuk membina otot badan.

4.5 Asid Nukleik



TMK 4.5

Aktiviti: Membina model DNA



Asid nukleik merupakan satu atau dua rantaian polimer yang terdiri daripada monomer nukleotida. Asid nukleik terbentuk daripada unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan fosforus. Setiap nukleotida terdiri daripada **gula pentosa** (gula 5 karbon), **bes bernitrogen** dan **kumpulan fosfat** yang digabung bersama melalui proses kondensasi (Rajah 4.3). Terdapat dua jenis gula pentosa iaitu **ribosa** dan **deoksiribosa**. Bes bernitrogen terdiri daripada **adenina** (A), **guanina** (G), **sitosina** (C), **timina** (T) dan **urasil** (U).

Terdapat dua jenis asid nukleik iaitu:

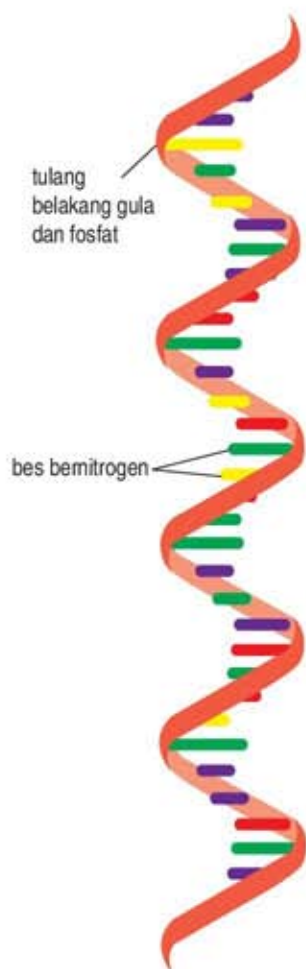
- **asid deoksiribonukleik (DNA)**
- **asid ribonukleik (RNA)**

Asid ribonukleik (RNA) mengandungi **gula ribosa** manakala asid deoksiribonukleik (DNA) mengandungi **gula deoksiribosa**.

Asid deoksiribonukleik (DNA)

DNA terdiri daripada dua rantaian polinukleotida yang berpintal membentuk **heliks ganda dua** (Rajah 4.3). Kumpulan bes bernitrogen pada kedua-dua rantai polinukleotida berpadanan dan diikat bersama oleh ikatan hidrogen. Bes bernitrogen bagi DNA ialah adenina (A), guanina (G), timina (T) dan sitosina (C). Adenina akan berpasangan dengan timina sementara guanina akan berpasangan dengan sitosina.

RAJAH 4.3 Struktur heliks ganda dua DNA



RAJAH 4.4 Struktur RNA



TMK 4.6

Kuiz: Uji pemahaman anda mengenai asid nukleik

Asid ribonukleik (RNA)

Struktur RNA pula merupakan rantai polinukleotida tunggal dan lebih pendek berbanding dengan DNA (Rajah 4.4).

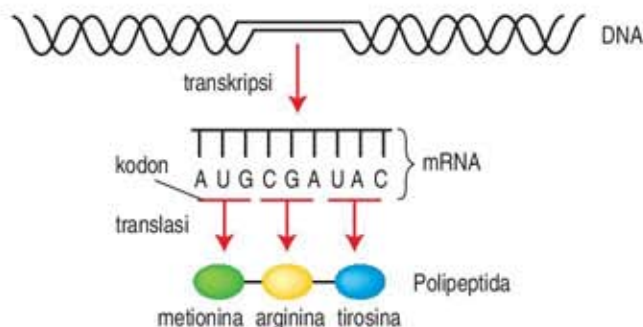
Bes bernitrogen bagi RNA ialah adenina, guanina, sitosina dan urasil. Timina di dalam DNA digantikan oleh urasil dalam RNA.

Terdapat tiga jenis RNA utama iaitu **RNA pengutus (mRNA)**, **RNA ribosom (rRNA)** dan **RNA pemindah (tRNA)**. Ketiga-tiga RNA ini terlibat dalam proses sintesis protein.

Kepentingan asid nukleik dalam sel

Tahukah anda bagaimana perkembangan ciri organisma seperti warna mata atau ketinggian berlaku? DNA adalah penting sebagai **pembawa maklumat pewarisan** dan penentuan ciri dalam organisma hidup. DNA mengandungi kod genetik yang dibawa oleh bes bernitrogen (A, G, C dan T) untuk sintesis polipeptida yang membentuk protein.

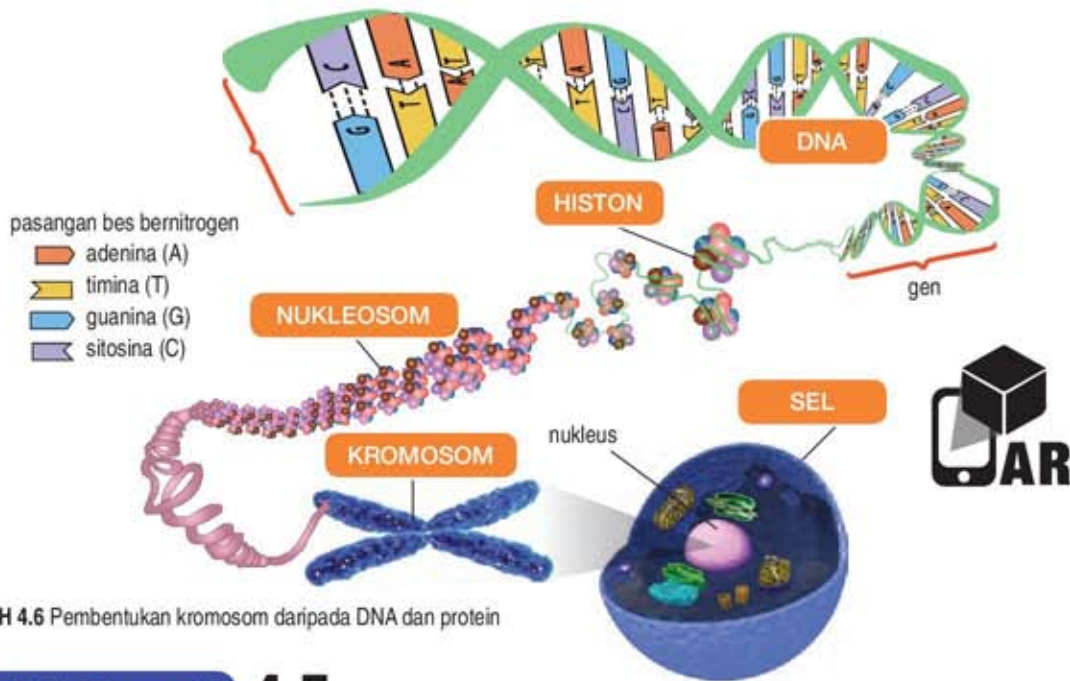
Kod genetik ditulis sebagai satu siri urutan tiga bes yang menentukan urutan asid amino dalam protein yang akan disintesis. Misalnya, kodon AUG (urutan bes: adenina, urasil, guanina) pada mRNA merupakan kod untuk asid amino metionina (Rajah 4.5). Urutan tiga bes pada DNA ditranskripsi pada kodon mRNA yang kemudiannya ditranslasi kepada urutan asid amino untuk membentuk satu rantai polipeptida. Ini bermakna urutan nukleotida dalam DNA menentukan urutan asid amino dalam rantai polipeptida yang membina protein yang berkaitan.



RAJAH 4.5 Kod genetik pada mRNA diterjemahkan kepada protein

Pembentukan kromosom daripada DNA dan protein

Kromosom terbentuk daripada rantaian polinukleotida DNA yang berpintal dengan protein yang disebut **histon**. Histon tidak membawa maklumat genetik. Molekul DNA dengan protein histon membentuk **nukleosom**. Nukleosom akan berpintal membentuk struktur kromosom.



RAJAH 4.6 Pembentukan kromosom daripada DNA dan protein

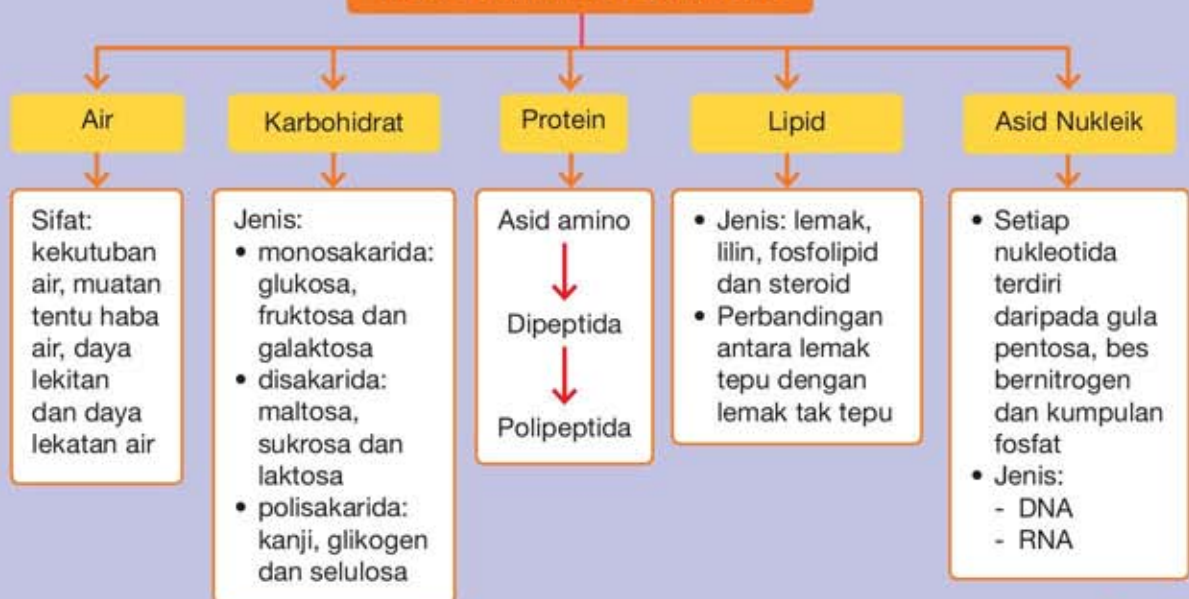
Praktis Formatif 4.5

- 1 Nyatakan dua jenis asid nukleik.
- 2 Nyatakan komponen-komponen dalam nukleotida.
- 3 Terangkan mengapa struktur RNA lebih pendek berbanding dengan DNA.
- 4 Terangkan kemungkinan yang berlaku sekiranya sel tidak mempunyai asid nukleik.



Rumusan

KOMPOSISI KIMIA DALAM SEL





Refleksi Kendiri

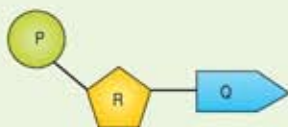
Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Sifat air dan kepentingannya dalam sel
- Jenis-jenis karbohidrat dan kepentingannya dalam sel
- Unsur-unsur protein dan kepentingannya dalam sel
- Jenis lipid dan kepentingannya dalam sel
- Struktur asid nukleik dan kepentingannya dalam sel
- Pembentukan kromosom

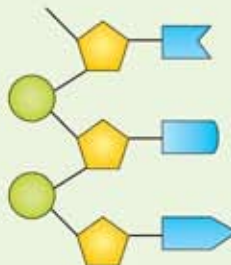


Praktis Sumatif 4

- 1 Lilin ialah sejenis lipid. Lilin didapati pada kutikel daun, buah-buahan dan biji. Terangkan fungsi lilin pada kulit buah.
- 2 Rajah 1 menunjukkan satu nukleotida.
 - (a) Namakan komponen P, Q dan R.
 - (b) Lengkapkan Rajah 2 untuk menunjukkan satu molekul DNA yang lengkap.



RAJAH 1



RAJAH 2

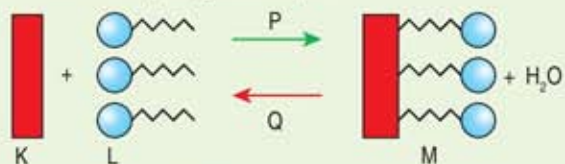
- 3 Nyatakan perbezaan antara
 - (a) struktur molekul DNA dengan molekul polipeptida
 - (b) struktur DNA dengan RNA

- 4 (a) Bagaimanakah air membantu dalam proses respirasi dan pencernaan?
 (b) Apakah ciri air yang membolehkan hidupan akuatik terus hidup sepanjang musim sejuk?



5 Rajah 3 menunjukkan tindak balas pembentukan dan penguraian lipid.

- (a) (i) Namakan bahagian berlabel K, L dan M.
 (ii) Nyatakan proses P dan Q.



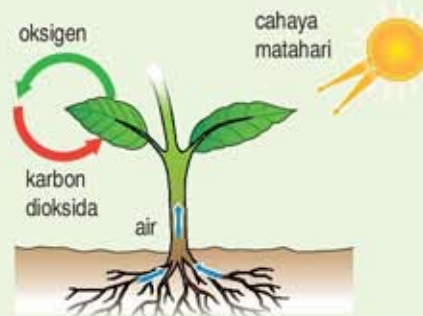
RAJAH 3

- (b) Asid lemak terbahagi kepada asid lemak tepu dan asid lemak tak tepu.
 Nyatakan empat perbezaan antara lemak tepu dengan lemak tak tepu.



Soalan Esei

- 6 Rajah 4 menunjukkan penghasilan karbohidrat melalui proses fotosintesis. Karbohidrat ialah sejenis makromolekul.
 (a) Terangkan maksud makromolekul sebatian organik.
 (b) Jelaskan pembentukan polisakarida.
 (c) Bincangkan kepentingan sebatian organik utama dalam sel.



RAJAH 4

- 7 Encik Ariff mengamalkan diet rendah karbohidrat. Cadangkan apa yang perlu dibuat untuk mengurangkan kanji dalam ubi kentang semasa penyediaan hidangan masakan.



- 8 Hasil kajian biologi telah banyak diaplikasikan dalam pelbagai industri bagi meningkatkan mutu dan produktiviti serta mengatasi masalah. Antara kajian yang kini dimanfaatkan oleh ahli sains alam sekitar ialah plastik terbiodegradasi dan bateri mesra alam. Sekumpulan ahli sains di Malaysia telah berjaya mencipta bateri mesra alam dengan menggunakan pulpa rumpai laut. Pada pendapat anda, bagaimanakah kajian mengenai unsur kimia dalam rumpai laut membantu ahli sains mencipta bahan mesra alam?



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan