

BAB 7

Respirasi Sel

Tahukah ANDA...

- Apakah keperluan tenaga dalam proses metabolisme?
- Apakah substrat utama dalam penghasilan tenaga?
- Apakah jenis-jenis respirasi?
- Apakah proses-proses yang berlaku dalam respirasi aerob dan fermentasi?

Bagaimanakah tempe diproses?



7.1 Penghasilan Tenaga Melalui Respirasi Sel

- 7.1.1 Mewajarkan keperluan tenaga dalam proses metabolisme.
- 7.1.2 Mengenal pasti substrat utama dalam penghasilan tenaga.
- 7.1.3 Menyenaraikan jenis respirasi sel:
 - respirasi aerob
 - respirasi anaerob
 - fermentasi

7.2 Respirasi Aerob

- 7.2.1 Mengkonsepsikan penghasilan tenaga daripada glukosa semasa respirasi aerob dalam sel.
- 7.2.2 Menulis persamaan perkataan bagi respirasi aerob dalam sel.
- 7.2.3 Mengeksperimen untuk mengkaji proses respirasi aerob.

7.3 Fermentasi

- 7.3.1 Menyatakan faktor yang menyebabkan fermentasi berlaku dalam sel.
- 7.3.2 Menjelaskan dengan contoh penghasilan tenaga daripada glukosa semasa fermentasi dalam:
 - sel otot manusia
 - *Lactobacillus*
 - yis
 - tumbuhan seperti padi
- 7.3.3 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan:
 - fermentasi asid laktik
 - fermentasi alkohol
- 7.3.4 Mengeksperimen untuk mengkaji fermentasi yis.
- 7.3.5 Membanding dan membezakan antara respirasi aerob dengan fermentasi.

7.1 Penghasilan Tenaga melalui Respirasi Sel

Dalam Bab 5, anda telah mempelajari mengenai dua jenis tindak balas metabolisme iaitu **anabolisme** dan **katabolisme**. Kedua-dua jenis tindak balas ini melibatkan tenaga.

- Proses katabolisme membebaskan tenaga.
- Proses anabolisme menggunakan tenaga.

Tanpa tenaga, proses anabolisme seperti pembentukan protein yang menjadi bahan asas otot tidak akan berlaku.

Zon Aktiviti

Jalankan perbincangan dalam kumpulan tentang keperluan tenaga dalam proses metabolisme.



Substrat utama dalam penghasilan tenaga

Respirasi sel dijalankan untuk menghasilkan tenaga bagi keperluan aktiviti semua sel hidup. **Respirasi sel** ialah proses pengoksidaan molekul organik melalui beberapa peringkat bagi membebaskan tenaga. Substrat utama bagi respirasi sel ialah **glukosa**. Tenaga kimia yang terdapat di dalam glukosa dibebaskan untuk menghasilkan tenaga yang diperlukan oleh sel. Dalam manusia dan haiwan, glukosa diperoleh melalui pencernaan karbohidrat daripada makanan yang dimakan.

Di dalam tumbuhan hijau pula, tenaga cahaya diperangkap oleh klorofil untuk menjalankan proses fotosintesis bagi menghasilkan glukosa.

Jenis respirasi sel

Terdapat dua jenis respirasi sel iaitu respirasi aerob dan respirasi anaerob. **Respirasi aerob** berlaku dalam kehadiran oksigen. **Respirasi anaerob** berlaku tanpa kehadiran oksigen. **Fermentasi** ialah laluan alternatif untuk mendapatkan tenaga selain daripada respirasi sel. Dalam fermentasi, proses penguraian glukosa tidak berlaku dengan lengkap dalam keadaan oksigen terhad atau tanpa oksigen. Bab ini memberikan penekanan kepada respirasi aerob dan fermentasi sahaja.

Praktis Formatif 7.1

- 1 Berikan lima contoh keperluan tenaga dalam proses metabolisme.
- 2 Nyatakan substrat utama dalam penghasilan tenaga.
- 3 Nyatakan maksud respirasi sel dan jenis-jenis respirasi sel.

- 4 Terangkan cara manusia, haiwan dan tumbuhan memperoleh glukosa untuk penghasilan tenaga.



7.2 Respirasi Aerob



Video: Respirasi aerob
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Fikirkan!

Bilangan mitokondrion dalam sel otot atlet meningkat setelah menjalani latihan intensif. Terangkan bagaimana ini menyumbang kepada pencapaian atlet berbanding dengan mereka yang tidak menjalani latihan intensif.

Respirasi aerob ialah proses penguraian glukosa dalam kehadiran oksigen untuk menghasilkan tenaga kimia. Oksigen digunakan untuk mengoksidakan glukosa bagi menghasilkan karbon dioksida, air dan tenaga.

Proses respirasi aerob bermula dengan proses glikolisis. **Glikolisis** bermaksud penguraian glukosa oleh enzim. Proses ini berlaku dalam sitoplasma. Satu molekul glukosa diuraikan menjadi dua molekul **piruvat**.

Peringkat seterusnya berlaku dalam **mitokondrion**. Piruvat yang terhasil dalam proses glikolisis dioksidakan melalui satu siri tindak balas untuk menghasilkan **karbon dioksida**, **air** dan **tenaga**. Sebahagian besar tenaga digunakan untuk menghasilkan molekul **adenosina trifosfat (ATP)**.

Glikolisis

Glukosa $\rightarrow$ Piruvat
(Berlaku di dalam sitoplasma)

Pengoksidaan piruvat

Karbon dioksida + air + tenaga
(Berlaku di dalam mitokondrion)

Proses respirasi aerob diringkaskan seperti berikut.

- Molekul ATP terhasil apabila kumpulan fosfat tak organik ditambahkan kepada adenosina difosfat (ADP).



- Molekul ATP mempunyai ikatan fosfat yang lemah.
- Apabila ikatan fosfat pada molekul ATP diputuskan, tenaga yang terbebas dibekalkan kepada sel untuk membantu kita menjalankan aktiviti-aktiviti harian.



Proses keseluruhan pengoksidaan glukosa diringkaskan seperti berikut:

Persamaan Perkataan:



Aktiviti 7.1

Mengkaji respirasi aerob

Eksperimen

Pernyataan masalah

Adakah organisma hidup menjalankan respirasi aerob?

Hipotesis

Organisma hidup menggunakan oksigen dan membebaskan karbon dioksida semasa respirasi aerob.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran organisma hidup

Bergerak balas: Peningkatan aras cecair berwarna

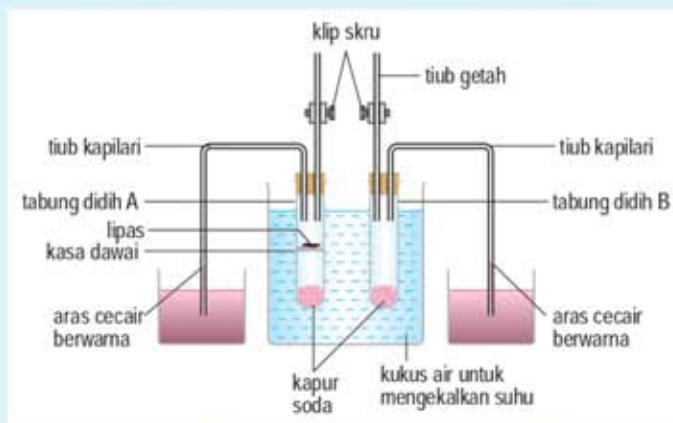
Dimalarkan: Aras awal cecair berwarna

Bahan

Air, cecair berwarna, kapur soda, organisma hidup (lipas) dan jeli petroleum

Radas

Tabung didih, klip skru, kasa dawai, bikar 250 ml, tiub kapilari, pembaris, tiub getah dan kukus air



Susunan radas untuk mengkaji proses respirasi aerob

Prosedur

- 1 Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan di dalam rajah di atas.
- 2 Sediakan dua tabung didih yang berlabel A dan B.
- 3 Isi kedua-dua tabung didih dengan 10 g kapur soda.
- 4 Masukkan kasa dawai di bahagian tengah tabung didih A.
- 5 Letak seekor lipas di atas kasa dawai tabung didih A manakala tabung didih B tidak diisi dengan sebarang organisma.
- 6 Sapu semua sambungan pada susunan radas dengan jeli petroleum.
- 7 Tutup klip skru dan tandakan aras awal ketinggian cecair berwarna di dalam tiub kapilari bagi kedua-dua tabung didih.
- 8 Biarkan susunan radas selama 1 jam.
- 9 Ukur dan rekod aras akhir ketinggian cecair berwarna di dalam kedua-dua tiub kapilari selepas 1 jam dengan menggunakan pembaris.

Perhatian!

Sapu semua sambungan dengan jeli petroleum untuk memastikan radas yang disediakan adalah kedap udara.

Lensa Biologi

Susunan radas yang ditunjukkan dikenali sebagai respirometer. Respirometer digunakan untuk mengukur kadar respirasi suatu organisma dengan menganggar kadar penggunaan oksigen.

10 Catat pemerhatian di dalam jadual yang disediakan.

Keputusan

Tabung didih	Aras awal (cm)	Aras akhir (cm)	Perbezaan aras (cm)
A			
B			

Perbincangan

- 1 Apakah tujuan penyediaan tabung uji B?
- 2 Apakah fungsi kapur soda di dalam tabung didih?
- 3 Adakah berlaku sebarang perubahan pada aras cecair berwarna di dalam tiub kapilari A? Terangkan jawapan anda.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Praktis Formatif 7.2

- 1 Nyatakan maksud respirasi aerob.
- 2 Cadangkan substrat lain selain daripada glukosa yang boleh digunakan oleh sel untuk respirasi sel.
- 3 Nyatakan persamaan perkataan bagi respirasi aerob.
- 4 Huraikan proses-proses yang berlaku dalam respirasi aerob untuk menghasilkan tenaga.



7.3 Fermentasi

Fermentasi ialah proses penguraian glukosa tidak lengkap dalam keadaan oksigen terhad atau tanpa oksigen. Fermentasi berbeza daripada respirasi aerob dalam laluan metaboliknya selepas peringkat glikolisis. Selepas glikolisis, piruvat yang terhasil akan menjalani sama ada **fermentasi alkohol** atau **fermentasi asid laktik**.

7.3.1





Video: Respirasi anaerob
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

FERMENTASI

Proses penguraian glukosa tidak lengkap dalam keadaan oksigen terhad atau tanpa oksigen.

FERMENTASI ALKOHOL

Proses penguraian glukosa tidak lengkap kepada etanol, karbon dioksida dan tenaga.



YIS

- Etanol digunakan dalam pembuatan bir dan wain.
- Karbon dioksida yang dibebaskan menaikkan adonan dalam pembuatan roti.



TUMBUHAN

- Pokok padi yang tumbuh di kawasan berair yang kekurangan oksigen berupaya menjalankan **fermentasi alkohol**.
- Etanol yang dihasilkan di dalam tisu semasa proses fermentasi adalah toksik kepada kebanyakan tumbuhan tetapi sel pokok padi mempunyai toleransi yang tinggi terhadap etanol berbanding spesies lain.
- Pokok padi menghasilkan banyak enzim alkohol dehidrogenase yang boleh menguraikan molekul etanol kepada karbon dioksida yang tidak toksik.



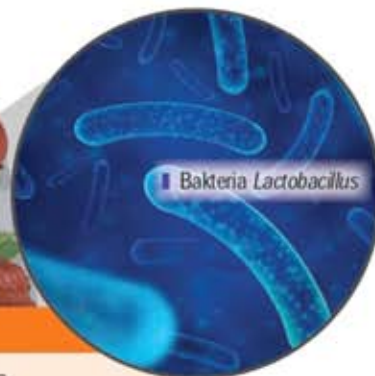
Aktiviti 7.2

Menghasilkan dan memasarkan produk makanan yang dihasilkan melalui fermentasi

Projek

Prosedur

- 1 Guru anda akan membahagikan kelas kepada beberapa kumpulan.
- 2 Setiap kumpulan perlu memilih satu produk makanan yang dihasilkan melalui proses fermentasi dan memasarkan produk tersebut di sekolah. Contoh produk makanan termasuklah tapai, dadih atau roti.
- 3 Setiap kumpulan perlu menyediakan kertas cadangan sebelum menjalankan projek. Kertas cadangan perlulah mengandungi:
 - pengenalan kepada projek termasuklah objektif
 - kos pelaksanaan
 - pelan penghasilan dan pemasaran produk makanan
 - hasil yang diharapkan
- 4 Jika perlu, dapatkan khidmat nasihat guru atau ibu bapa untuk memastikan projek berjalan lancar.
- 5 Jalankan projek sepertimana yang telah dirancang.
- 6 Pada penghujung projek, setiap kumpulan perlu menyediakan laporan lengkap.



FERMENTASI ASID LAKTIK

Proses penguraian glukosa kepada asid laktik dan tenaga.

Glukosa $\longrightarrow$ Asid laktik + tenaga

LACTOBACILLUS

- Bakteria *Lactobacillus* menjalankan **fermentasi** susu untuk menghasilkan **dadih**.
- Lactobacillus* bertindak ke atas laktosa (gula susu) dan menukarkannya kepada asid laktik.
- Asid laktik seterusnya menggumpalkan kasein (protein susu) menjadi dadih atau yogurt.
- Asid laktik merupakan punca rasa masam yogurt.

Fikirkan!

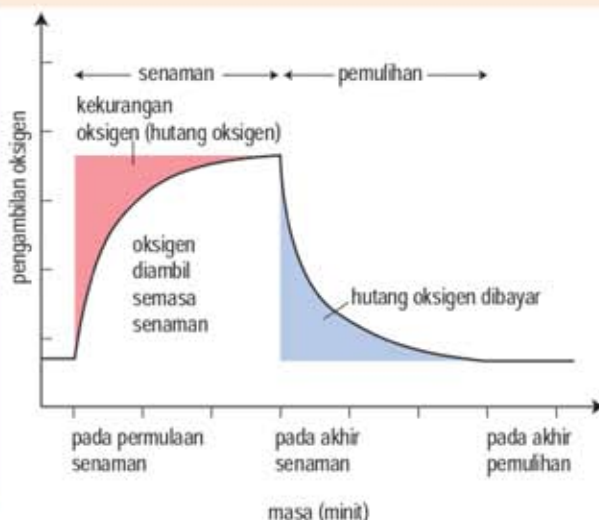


Sesetengah bakteria hanya boleh hidup dalam keadaan anaerob. Ramalkan apa yang akan berlaku kepada bakteria jenis ini sekiranya oksigen dibekalkan.

SEL OTOT MANUSIA

- Proses ini dilakukan oleh sel otot ketika melakukan aktiviti cergas.
- Ketika aktiviti cergas, kadar penggunaan oksigen melebihi kadar yang dibekalkan oleh sistem peredaran darah.
- Otot berada dalam keadaan kekurangan oksigen dan dikatakan mengalami **hutang oksigen**.
- Dalam proses ini, glukosa tidak dapat diuraikan dengan sepenuhnya. Bagi setiap molekul glukosa yang diuraikan, hanya dua molekul ATP atau 150 kJ tenaga dihasilkan.
- Asid laktik yang dihasilkan terkumpul sehingga mencapai satu kepekatan yang boleh menyebabkan kelesuan dan kekejangan otot.
- Setelah aktiviti cergas berhenti, pengambilan oksigen berlebihan mengoksidakan asid laktik kepada karbon dioksida, air dan tenaga. Apabila semua asid laktik sudah disingkirkan, **hutang oksigen** dikatakan telah **dibayar**.

- Rajah 7.1 menunjukkan kekurangan oksigen dan hutang oksigen dibayar.



RAJAH 7.1 Kekurangan oksigen dan hutang oksigen dibayar



7.3.2 7.3.3

Aktiviti 7.3

Mengkaji proses fermentasi yis

Ekspirimen

Pernyataan masalah

Apakah hasil yang diperolehi melalui proses fermentasi yis?

Hipotesis

Fermentasi yis menghasilkan tenaga, karbon dioksida dan etanol.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran yis

Bergerak balas: Perubahan suhu, perubahan air kapur dan bau etanol

Dimalarkan: Isi padu larutan glukosa terdidih dan keadaan anaerob

Bahan

Ampaian yis 5%, larutan glukosa 5% terdidih, air kapur dan minyak parafin

Radas

Tabung didih, tabung uji, termometer, silinder penyukat, tiub penghantar dan penutup gabus

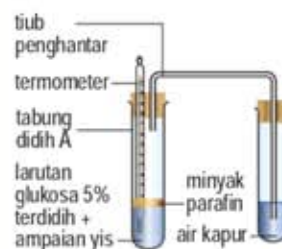
Prosedur

- 1 Isi 2 tabung didih dengan 15 ml larutan glukosa 5% yang telah dididihkan dan dibiarkan sejuk.
- 2 Label tabung didih sebagai A dan B.
- 3 Masukkan 5 ml ampaian yis 5% ke dalam tabung didih A.
- 4 Tambahkan minyak parafin ke dalam kedua-dua tabung didih.
- 5 Tutup kedua-dua tabung didih dengan penutup gabus berlubang yang mempunyai satu tiub penghantar. Sediakan 2 tabung uji dengan 2 ml air kapur masing-masing. Celupkan setiap hujung tiub penghantar ke dalam setiap tabung uji yang mengandungi air kapur.
- 6 Biarkan radas selama 1 jam.
- 7 Ukur dan rekod suhu awal dan suhu akhir dengan menggunakan termometer.
- 8 Catat pemerhatian dalam jadual.



Perhatian!

Pastikan hujung tiub penghantar direndam di dalam air kapur.



Susunan radas untuk mengkaji proses fermentasi yis

Keputusan

Tabung didih	Suhu (°C)		Perubahan pada air kapur	Bau larutan
	Awal eksperimen	Akhir eksperimen		
A				
B				

Perbincangan

- 1 Bagaimanakah cara untuk mengekalkan keadaan anaerob untuk memastikan proses fermentasi boleh berlaku?
- 2 Apakah fungsi menyediakan tabung didih B?



- 3 Apakah tujuan mendidihkan larutan glukosa terlebih dahulu?
- 4 Bagaimanakah keputusan yang diperoleh menunjukkan fermentasi telah berlaku di dalam tabung didih A?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Perbandingan antara respirasi aerob dengan fermentasi

Fermentasi mempunyai beberapa persamaan dan perbezaan berbanding dengan respirasi aerob (Rajah 7.2 dan Jadual 7.1).



RAJAH 7.2 Persamaan antara respirasi aerob dan fermentasi

Fikirkan!

Mengapakah respirasi aerob lebih sesuai bagi yis berbanding fermentasi?

JADUAL 7.1 Perbezaan antara respirasi aerob dan fermentasi

PERBEZAAN	
Respirasi Aerob	Fermentasi
Proses penguraian glukosa secara lengkap dengan kehadiran oksigen.	Proses penguraian glukosa secara tidak lengkap tanpa kehadiran oksigen atau dalam keadaan oksigen terhad.
Berlaku dalam sitoplasma dan mitokondrion.	Berlaku dalam sitoplasma.
Menghasilkan air.	Tidak menghasilkan air.
Glukosa dioksidakan secara lengkap kepada karbon dioksida dan air.	Glukosa dioksidakan secara tidak lengkap kepada etanol dan karbon dioksida atau asid laktik.
Satu molekul glukosa menghasilkan 2898 kJ.	Satu molekul glukosa menghasilkan 210 kJ (fermentasi alkohol) atau 150 kJ (fermentasi asid laktik).

Praktis Formatif 7.3

- 1 Nyatakan di mana proses fermentasi biasanya berlaku.
- 2 Berikan tiga contoh mikroorganisma dan makanan yang dapat dihasilkan melalui proses fermentasi.
- 3 Semasa membantu ayah menebas rumput di kawasan kebun, anda telah terserempak

dengan seekor ular. Oleh sebab terlalu takut, anda melarikan diri menjauhi ular tersebut. Huraikan proses respirasi sel yang berlaku dalam sel otot kaki anda.

- 4 Nyatakan perbezaan antara proses respirasi aerob dengan fermentasi.



Rumusan



Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Keperluan tenaga dalam proses metabolisme
- Substrat utama dalam penghasilan tenaga
- Jenis respirasi sel
- Penghasilan tenaga daripada glukosa semasa respirasi aerob dalam sel
- Persamaan perkataan bagi respirasi aerob dalam sel
- Faktor yang menyebabkan fermentasi berlaku dalam sel
- Contoh penghasilan tenaga daripada glukosa semasa fermentasi
- Fermentasi asid laktik dan fermentasi alkohol
- Proses fermentasi yis
- Perbezaan antara respirasi aerob dengan fermentasi



Praktis Sumatif 7

- 1 Apakah kegunaan hasil fermentasi alkohol?
- 2 Mengapakah otot menjalankan respirasi sel yang menghasilkan asid laktik semasa aktiviti cergas?
- 3 Mengapakah respirasi sel dalam otot yang menghasilkan asid laktik membekalkan kurang tenaga jika dibandingkan dengan respirasi aerob?
- 4 Jelaskan mengapa seorang individu lazimnya lebih cepat berasa lesu berbanding seorang atlet, apabila kedua-duanya berlari bersama.
- 5 Seorang pelari pecut 100 meter biasanya menahan nafas semasa berlari berbanding dengan seorang pelari jarak jauh. Selepas berlari, pelari pecut memerlukan 7 liter oksigen untuk menyingkirkan asid laktik yang terkumpul dalam sel ototnya. Huraikan perbezaan ini dengan seorang pelari jarak jauh.
- 6 Gambar foto 1 menunjukkan aktiviti yang dilakukan oleh dua individu, P dan Q.



GAMBAR FOTO 1

- (a) (i) Berdasarkan Gambar foto 1, kenal pasti respirasi yang berlaku dalam otot individu P dan Q.
(ii) Nyatakan hasil respirasi dalam P dan Q.
- (b) Dalam acara larian pecut 100 meter di Hari Kejohanan Sukan, seorang murid telah mengalami kekejangan otot dan terpaksa menghentikan lariannya. Terangkan mengapa kekejangan otot boleh berlaku.
- (c) Pokok padi ditanam di kawasan yang ditenggelami air dan mempunyai kebolehan bertoleransi dengan etanol berbanding dengan tumbuhan lain.
 - (i) Nyatakan jenis fermentasi yang berlaku dalam sel pokok padi.
 - (ii) Tuliskan persamaan perkataan bagi proses fermentasi yang berlaku dalam sel pokok padi.
 - (iii) Cadangkan satu sel lain yang boleh menjalankan proses fermentasi seperti dalam soalan c(ii).

Soalan Esei

- 7 (a) Terangkan keperluan tenaga dalam proses metabolisme.
(b) Bandingkan respirasi aerob dengan fermentasi.
(c) Mikroorganisma seperti yis dan bakteria biasanya memainkan peranan penting dalam proses fermentasi untuk menghasilkan makanan. Terangkan mengapa dadih menjadi rosak sekiranya tidak disimpan dalam peti sejuk.

Sudut Pengayaan

- 8 Seseorang yang tidak biasa bersenam akan mengalami kekejangan otot apabila melakukan senaman cergas kerana pengumpulan asid laktik di dalam sel. Namun bagi atlet berprestasi tinggi, senaman cergas lazimnya tidak akan menyebabkan masalah ini kerana tubuh mereka mempunyai toleransi yang tinggi bagi asid laktik. Pada pendapat anda, bagaimanakah atlet berprestasi tinggi mengatasi masalah tersebut? Berikan hujah anda.
- 9 Kajian menunjukkan pengambilan natrium bikarbonat atau serbuk penaik (*baking soda*) dapat meningkatkan tahap kecekapan otot semasa aktiviti lasak yang melibatkan fermentasi otot. Beri justifikasi.
- 10 Semasa menjalankan satu eksperimen dengan menggunakan yis, Mei Ling mendapati bahawa sekiranya jus anggur disimpan dengan yis dalam satu bekas tertutup, yis akan menguraikan glukosa dalam anggur dengan perlahan-lahan. Akan tetapi, sekiranya bekas tersebut tidak lagi mengandungi oksigen, yis akan menguraikan glukosa pada kadar yang cepat dan kandungan alkohol dalam bekas akan meningkat dengan cepat. Pada akhir eksperimen, Mei Ling mendapati kadar penguraian glukosa kembali menjadi perlahan walaupun masih terdapat buah anggur yang belum diuraikan. Jelaskan pemerhatian Mei Ling.
- 11 Puan Susan cuba membuat roti dengan menggunakan yis kering yang dibelinya dari kedai. Apabila beliau mencampurkan yis kering dengan tepung gandum, beliau mendapati rotinya tidak naik selepas setengah jam. Jelaskan bagaimana anda dapat membantu Puan Susan menyelesaikan masalahnya.



Jawapan lengkap boleh
didapati dengan mengimbas
kod QR yang disediakan