

# TEMA 2

## Penerokaan Unsur dalam Alam

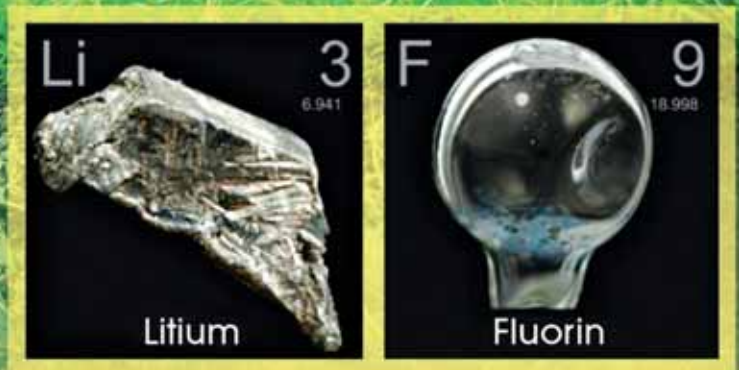
Malaysia ialah negara pengeluar dan pengeksport sarung tangan lateks terbesar di dunia. Getah asli ialah sebatian karbon organik. Adakah getah tiruan juga merupakan sebatian karbon organik?

### Video

<http://buku-teks.com/sa5044>

(Medium: bahasa Inggeris)

Litium merupakan bahan yang lazimnya digunakan untuk membina sel elektrokimia, iaitu sel elektrolitik dan sel kimia. Namakan satu bateri elektrolitik daripada ion lain yang berpotensi untuk menggantikan bateri ion-litium. Adakah kadar tindak balas kimia dalam sel elektrokimia adalah tinggi atau rendah?



# KADAR TINDAK BALAS

**Takrifkan kadar tindak balas.**

**Nyatakan lima faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas.**

**Berikan tiga contoh aplikasi konsep kadar tindak balas dalam kehidupan harian dan industri.**

**Marilah kita mengkaji**

- Pengenalan kadar tindak balas
- Faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas
- Aplikasi konsep kadar tindak balas

## ••• Buletin Sains

Proses penghasilan roti bakar melibatkan tindak balas kimia yang dikenali sebagai tindak balas *Maillard*. Dalam tindak balas *Maillard*, karbohidrat bertindak balas dengan protein membentuk sebatian *Amadori*, iaitu yang menyebabkan roti keperang-perangan dan menghasilkan roti bakar. Tindak balas *Maillard* merupakan tindak balas cepat.



### Kata Kunci

- Bahan tindak balas
- Hasil tindak balas
- Kadar tindak balas
- Kadar tindak balas purata
- Kadar tindak balas pada masa tertentu
- Kadar tindak balas tinggi
- Kadar tindak balas rendah
- Suhu
- Kepekatan
- Saiz bahan tindak balas
- Mangkin
- Tekanan
- Proses Haber
- Proses Sentuh

# 4.1

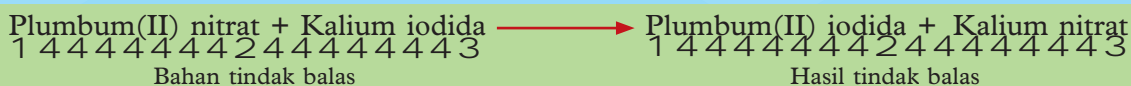
## Pengenalan Kadar Tindak Balas

### Tindak Balas Cepat dan Tindak Balas Perlahan dalam Kehidupan Harian

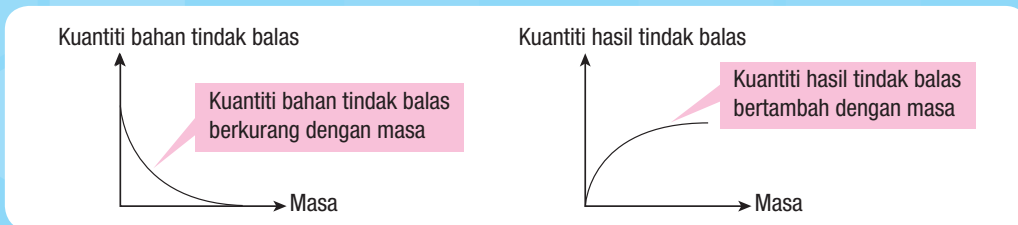
**Tindak balas kimia** merupakan satu proses pertukaran **bahan tindak balas** untuk menghasilkan **hasil tindak balas**.



Contohnya, **tindak balas** antara **bahan tindak balas** larutan kalium iodida dan larutan plumbum(II) nitrat yang kedua-duanya tidak berwarna akan menghasilkan mendakan plumbum(II) iodida yang berwarna kuning dan larutan kalium nitrat yang tidak berwarna sebagai **hasil tindak balas**.

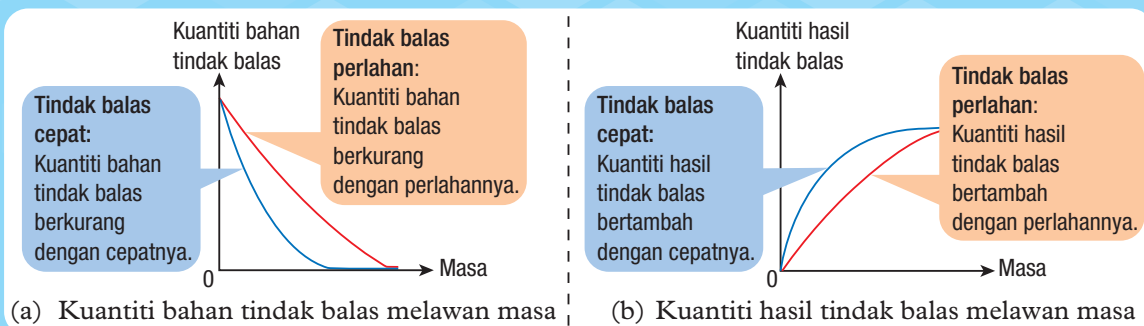


Semasa sesuatu tindak balas berlaku, **bahan tindak balas** akan bertukar menjadi **hasil tindak balas**. Oleh itu, kuantiti bahan tindak balas semakin berkurang manakala kuantiti hasil tindak balas semakin bertambah dalam tindak balas tersebut (Rajah 4.1).



**Rajah 4.1** Graf-graf perubahan kuantiti bahan tindak balas dan kuantiti hasil tindak balas melawan masa

Perhatikan dan fahamkan persamaan dan perbezaan dalam graf-graf perubahan kuantiti bahan tindak balas atau kuantiti hasil tindak balas melawan masa dalam **tindak balas cepat** dan **tindak balas perlahan** (Rajah 4.2(a), (b) dan 4.3).



**Rajah 4.2** Graf-graf perubahan kuantiti bahan tindak balas dan kuantiti hasil tindak balas melawan masa



**Rajah 4.3** Persamaan dan perbezaan antara tindak balas cepat dengan tindak balas perlahan

Gambar foto 4.1 dan 4.2 menunjukkan contoh tindak balas yang berlaku dalam kehidupan harian. Gambar foto yang manakah merupakan suatu tindak balas cepat dan tindak balas perlahan? Jelaskan jawapan anda.



**Gambar foto 4.1**  
Nyalaan gas butana



**Gambar foto 4.2**  
Pengaratan besi

## Aktiviti 4.1

Mengenal pasti contoh tindak balas cepat dan perlahan

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat tentang beberapa contoh tindak balas yang lazimnya berlaku dalam kehidupan harian kita daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain.
3. Kenal pasti dan bincangkan sama ada contoh tindak balas yang anda telah kumpulkan itu adalah tindak balas cepat atau perlahan.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam bentuk persembahan multimedia.

### PAK -21

- KBMM
- Aktiviti perbincangan

## Kadar Tindak Balas

**Kadar tindak balas** ialah perubahan kuantiti bahan tindak balas atau hasil tindak balas per unit masa.

$$\text{Kadar tindak balas} = \frac{\text{Perubahan kuantiti bahan atau hasil tindak balas}}{\text{Masa berlakunya perubahan kuantiti tersebut}}$$

Antara perubahan kuantiti bahan atau hasil tindak balas yang boleh diperhatikan atau diukur dalam tempoh masa yang tertentu untuk menentukan kadar tindak balas termasuklah:

- pengurangan jisim, isi padu atau kepekatan bahan tindak balas
- pertambahan jisim, isi padu atau kepekatan hasil tindak balas
- pengurangan atau pertambahan tekanan, suhu, nilai pH, kekonduksian elektrik, kekonduksian haba atau keamatan warna campuran tindak balas
- pertambahan isi padu atau tekanan gas yang terbebas
- pertambahan ketinggian mendakan yang terbentuk

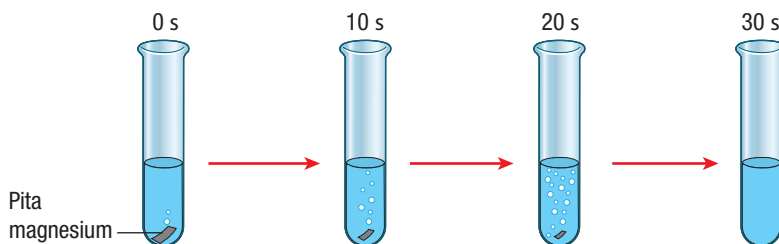
### Keusahawanan

Mengapakah harga keju lazimnya tinggi? Bagaimanakah harga keju dapat dikurangkan?

## Penentuan Kadar Tindak Balas

### Contoh

0.3 g pita magnesium bertindak balas dengan asid hidroklorik cair berlebihan sehingga lengkap dalam masa 30 s (Rajah 4.4). Hitung kadar tindak balas bagi tindak balas tersebut.



**Rajah 4.4** Bahan tindak balas pita magnesium yang semakin berkurang dengan masa

### Penyelesaian

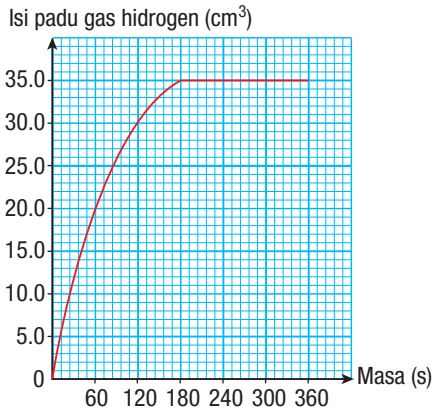
$$\begin{aligned}\text{Kadar tindak balas} &= \frac{\text{Pengurangan jisim magnesium}}{\text{Masa yang diambil}} \\ &= \frac{(0.3 - 0.0) \text{ g}}{30 \text{ s}} \\ &= \frac{0.3 \text{ g}}{30 \text{ s}} \\ &= 0.01 \text{ g s}^{-1}\end{aligned}$$

Kadar tindak balas bagi sesuatu tindak balas boleh diukur sebagai:

**1. Kadar tindak balas purata**

Nilai purata kadar tindak balas yang berlaku dalam sesuatu tempoh masa tertentu.

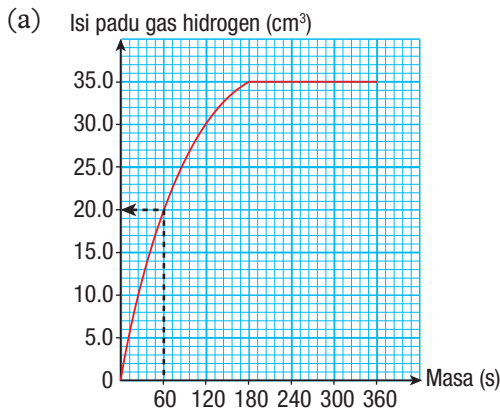
**Contoh**



Rajah 4.5

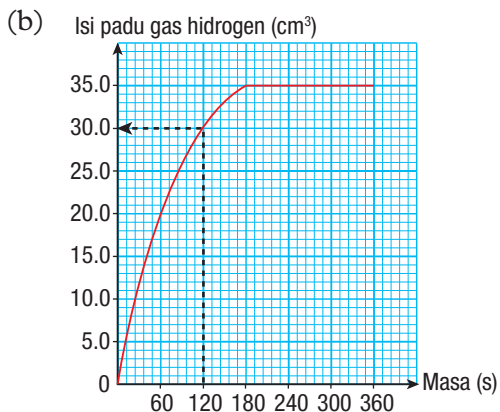
- Perhatikan Rajah 4.5.  
 Hitung kadar tindak balas purata:
- (a) dalam minit pertama
  - (b) dalam 2 minit pertama
  - (c) dalam minit kedua
  - (d) dalam minit ketiga
  - (e) keseluruhan bagi tindak balas ini

**Penyelesaian**



Kadar tindak balas purata dalam **minit pertama** Minit pertama adalah dari 0 s hingga 60 s

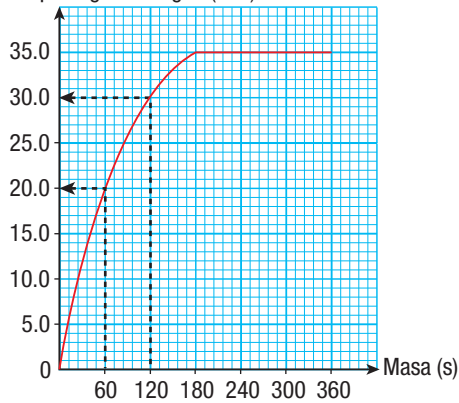
$$\begin{aligned}
 & \text{Jumlah isi padu gas hidrogen terkumpul dalam masa} \\
 & \text{60 saat yang pertama} \\
 & = \frac{\text{Masa tindak balas}}{\text{Masa tindak balas}} \\
 & = \frac{20.00 \text{ cm}^3}{60 \text{ s}} \\
 & = 0.33 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}
 \end{aligned}$$



Kadar tindak balas purata dalam **2 minit pertama** 2 minit pertama adalah dari 0 s hingga 120 s

$$\begin{aligned}
 & \text{Jumlah isi padu gas hidrogen terkumpul dalam masa} \\
 & \text{120 saat yang pertama} \\
 & = \frac{\text{Masa tindak balas}}{\text{Masa tindak balas}} \\
 & = \frac{30.00 \text{ cm}^3}{120 \text{ s}} \\
 & = 0.25 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}
 \end{aligned}$$

(c) Isi padu gas hidrogen ( $\text{cm}^3$ )

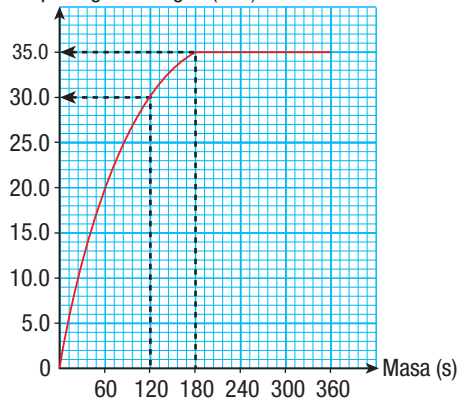


Kadar tindak balas purata dalam **minit kedua**

Minit kedua adalah dari 60 s hingga 120 s

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah isi padu gas hidrogen terkumpul dari 60 s hingga 120 s} \\ &= \frac{\text{Masa tindak balas}}{\text{Jumlah isi padu gas hidrogen terkumpul}} \\ &= \frac{(30.00 - 20.00) \text{ cm}^3}{(120 - 60) \text{ s}} \\ &= \frac{10.00 \text{ cm}^3}{60 \text{ s}} \\ &= 0.17 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

(d) Isi padu gas hidrogen ( $\text{cm}^3$ )

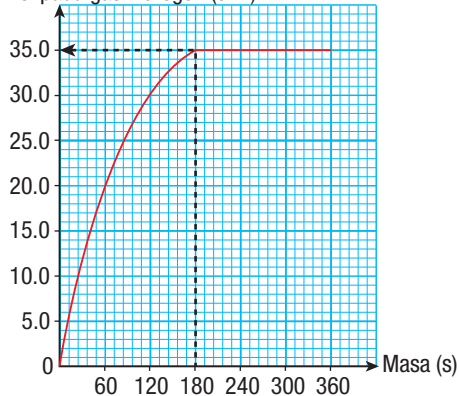


Kadar tindak balas purata dalam **minit ketiga**

Minit ketiga adalah dari 120 s hingga 180 s

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah isi padu gas hidrogen terkumpul dari 120 s hingga 180 s} \\ &= \frac{\text{Masa tindak balas}}{\text{Jumlah isi padu gas hidrogen terkumpul}} \\ &= \frac{(35.00 - 30.00) \text{ cm}^3}{(180 - 120) \text{ s}} \\ &= \frac{5.00 \text{ cm}^3}{60 \text{ s}} \\ &= 0.08 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

(e) Isi padu gas hidrogen ( $\text{cm}^3$ )



Kadar tindak balas purata keseluruhan bagi tindak balas ini

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah isi padu gas hidrogen terkumpul} \\ &= \frac{\text{Masa yang diambil untuk tindak balas lengkap}}{\text{Jumlah isi padu gas hidrogen terkumpul}} \\ &= \frac{35.00 \text{ cm}^3}{180 \text{ s}} \\ &= 0.19 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

Tindak balas berhenti pada 180 s dan bukan 360 s



**2. Kadar tindak balas pada tempoh masa tertentu atau kadar tindak balas seketika**

Kadar tindak balas yang berlaku pada satu-satu masa atau ketika tertentu.

**Contoh 1**

Kadar tindak balas pada masa  $t$  = Kecerunan tangen = lengkung pada masa  $t$

Perhatikan Rajah 4.6.

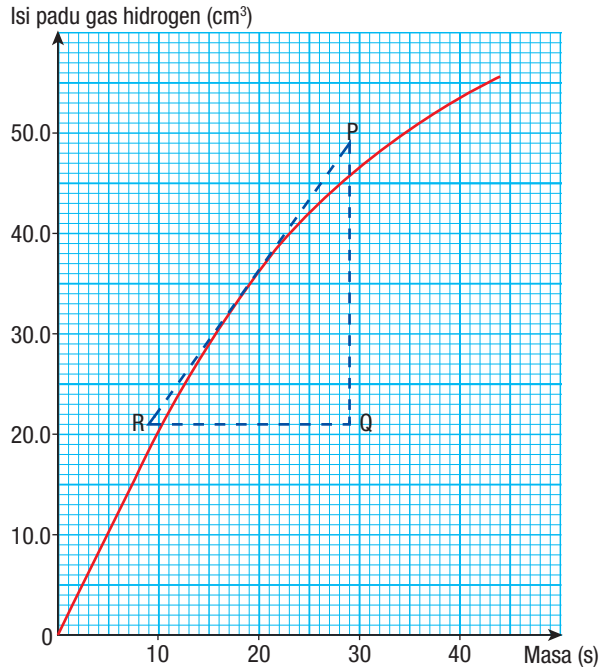
Kadar tindak balas pada masa 20 s = Kecerunan tangen = lengkung pada masa 20 s

$$= \frac{PQ}{RQ}$$

$$= \frac{(49.0 - 21.0) \text{ cm}^3}{(29 - 9) \text{ s}}$$

$$= \frac{28.0 \text{ cm}^3}{20 \text{ s}}$$

$$= 1.40 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$$



Rajah 4.6



**Info Sains**

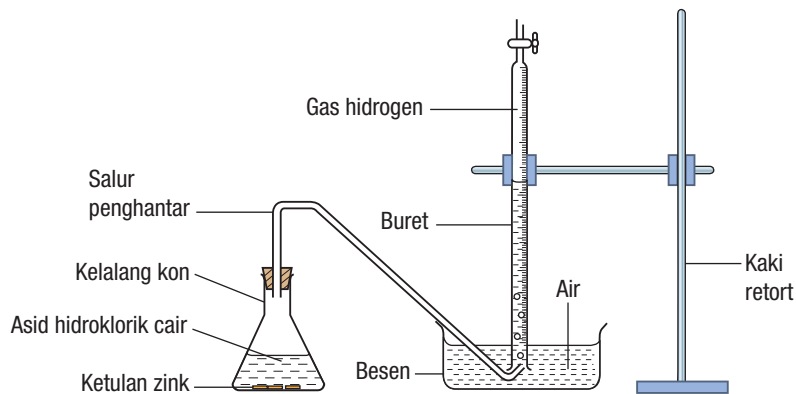
Cara melukis tangen  
<http://buku-teks.com/sa5100>

(Medium: bahasa Inggeris)



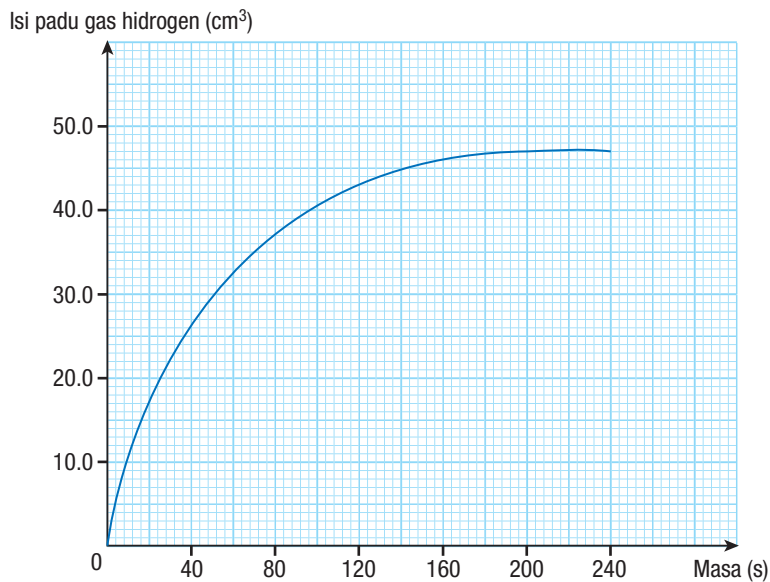
**Contoh 2**

Dalam satu eksperimen, ketulan zink yang berlebihan bertindak balas dengan asid hidroklorik cair (Rajah 4.7).



Rajah 4.7

Isi padu gas hidrogen yang terbebas dicatat pada sela masa 40 saat. Graf isi padu gas hidrogen melawan masa adalah seperti Rajah 4.8.



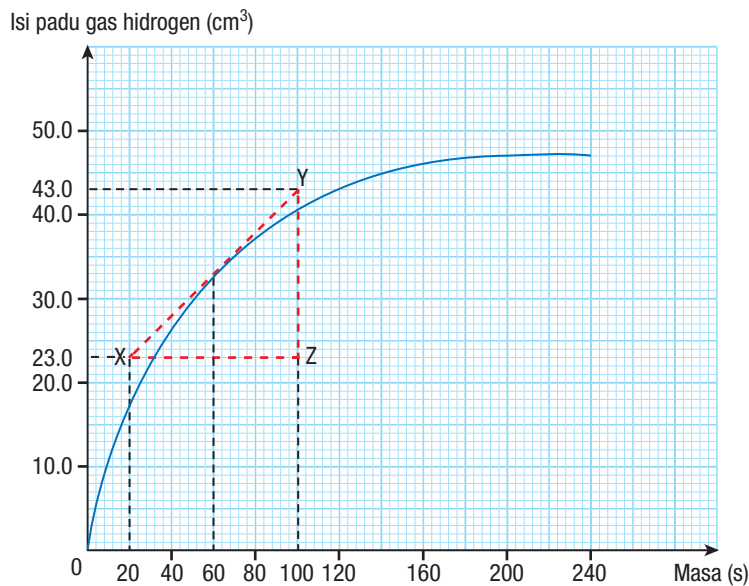
Rajah 4.8

Bagi tindak balas ini,

- (a) hitung kadar tindak balas pada masa 60 s
- (b) hitung kadar tindak balas pada masa 120 s

**Penyelesaian**

(a)

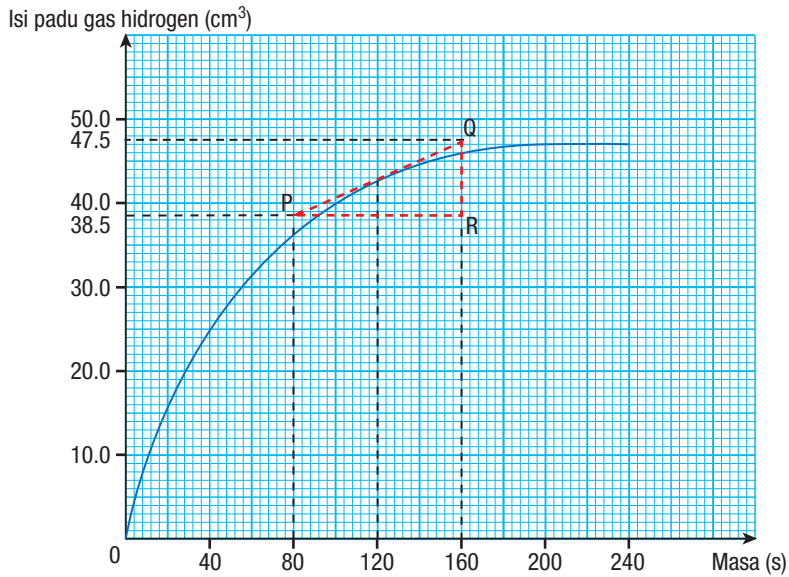


Kadar tindak balas pada masa 60 s  
 = Kecerunan tangen lengkung pada masa 60 s

$$\begin{aligned}
 &= \frac{YZ}{XZ} \\
 &= \frac{(43.00 - 23.00) \text{ cm}^3}{(100 - 20) \text{ s}} \\
 &= \frac{20.00 \text{ cm}^3}{80 \text{ s}} \\
 &= 0.25 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}
 \end{aligned}$$

Kadar tindak balas pada masa  $t$  = Kecerunan tangen lengkung pada masa  $t$   
 $= \frac{YZ}{XZ}$

(b)



Kadar tindak balas pada masa 120 s  
 = Kecerunan tangen lengkung pada masa 120 s

$$\begin{aligned}
 &= \frac{QR}{PR} \\
 &= \frac{(47.50 - 38.50) \text{ cm}^3}{(160 - 80) \text{ s}} \\
 &= \frac{9.00 \text{ cm}^3}{80 \text{ s}} \\
 &= 0.11 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}
 \end{aligned}$$

Kadar tindak balas pada masa  $t$  = Kecerunan tangen lengkung pada masa  $t$   
 $= \frac{QR}{PR}$

## Aktiviti 4.2

Menyelesaikan masalah numerikal yang melibatkan analisis data

PAK -21

- KBMM
- Aktiviti perbincangan

### Arahan

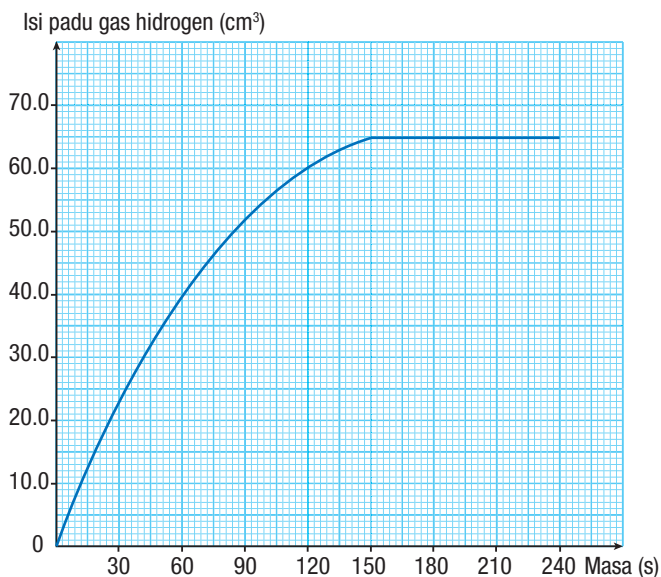
1. Jalankan aktiviti ini secara individu.
2. Selesaikan masalah numerikal yang melibatkan analisis data yang berikut:
  - (a) 1.3 g serbuk zink dicampurkan dengan asid nitrik cair yang berlebihan. Isi padu gas hidrogen sebanyak  $480 \text{ cm}^3$  dikumpulkan dalam masa 10 s. Hitung kadar tindak balas purata keseluruhan bagi tindak balas ini dalam unit  $\text{cm}^3 \text{ s}^{-1}$ .
  - (b) Isi padu gas oksigen yang dibebaskan daripada satu campuran larutan hidrogen peroksida dan serbuk mangan(IV) oksida direkodkan pada sela masa 30 s selama 270 s dicatat dalam Jadual 4.1.
    - (i) Berdasarkan Jadual 4.1, lukis graf isi padu gas oksigen melawan masa.
    - (ii) Hitung kadar tindak balas purata:
      - dalam 2 minit pertama
      - dalam minit kedua
      - keseluruhan bagi tindak balas ini
    - (iii) Hitung kadar tindak balas:
      - pada 60 s
      - pada 150 s
      - pada 240 s

Jadual 4.1

Masa (s)	Isi padu gas oksigen ( $\text{cm}^3$ )
0	0.00
30	14.50
60	23.00
90	28.50
120	33.00
150	36.50
180	39.00
210	40.00
240	40.00
270	40.00

## Praktis Formatif 4.1

1. Berikan **satu** contoh tindak balas cepat dan **satu** contoh tindak balas perlahan dalam kehidupan harian.
2. Takrifkan kadar tindak balas.
3. Rajah 1 menunjukkan graf isi padu gas hidrogen yang terbebas melawan masa. Hitung kadar tindak balas purata:
  - (a) dalam 2 minit yang pertama
  - (b) dalam minit yang kedua
  - (c) keseluruhan bagi tindak balas ini

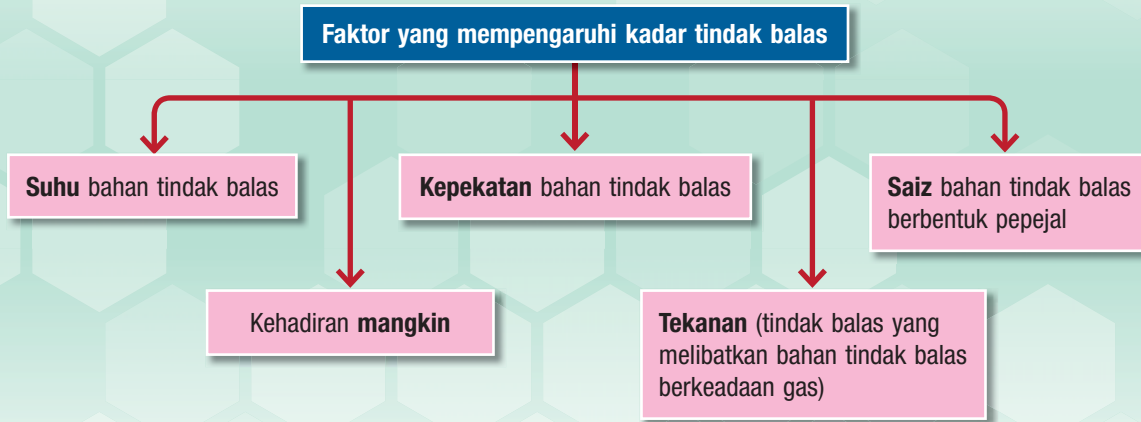


Rajah 1

## 4.2

## Faktor yang Mempengaruhi Kadar Tindak Balas

Terdapat **lima** faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas (Rajah 4.9).



**Rajah 4.9** Faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas

1. Apabila suhu bahan tindak balas meningkat, kadar tindak balas meningkat.
2. Apabila mangkin digunakan dalam sesuatu tindak balas, kadar tindak balas tersebut meningkat.
3. Apabila kepekatan bahan tindak balas meningkat, kadar tindak balas meningkat.
4. Apabila tekanan meningkat, kadar tindak balas dengan bahan tindak balas berkeadaan gas meningkat.
5. Apabila saiz bahan tindak balas berbentuk pepejal berkurang, kadar tindak balas meningkat.

Mari jalankan Eksperimen 4.1 – 4.4 untuk mengkaji bagaimana faktor suhu bahan tindak balas, kepekatan bahan tindak balas, saiz bahan tindak balas dan kehadiran mangkin mempengaruhi kadar tindak balas.



### Eksperimen 4.1

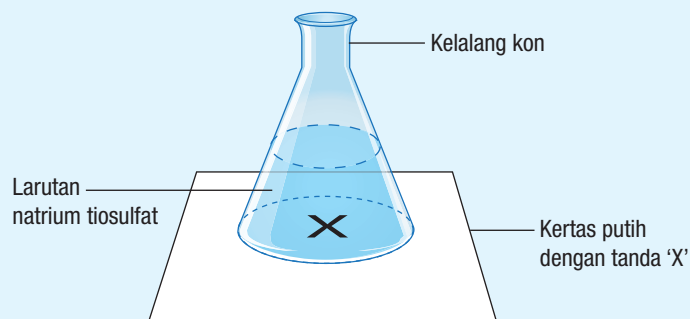
- Tujuan:** Untuk mengkaji kesan suhu bahan tindak balas terhadap kadar tindak balas
- Pernyataan masalah:** Bagaimanakah suhu bahan tindak balas mempengaruhi kadar tindak balas?
- Hipotesis:** Semakin tinggi suhu bahan tindak balas, semakin tinggi kadar tindak balas.
- Pemboleh ubah:**
- (a) dimanipulasikan: Suhu larutan natrium tiosulfat
  - (b) bergerak balas: Masa yang diambil untuk tanda 'X' tidak kelihatan
  - (c) dimalarkan: Kepekatan dan isi padu larutan natrium tiosulfat, kepekatan dan isi padu asid sulfurik dan saiz kelalang kon

**Bahan:** Larutan natrium tiosulfat  $0.2 \text{ mol dm}^{-3}$ , asid sulfurik  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  dan kertas putih dengan tanda 'X' di bahagian tengah

**Radas:** Kelalang kon  $250 \text{ cm}^3$ , silinder penyukat  $50 \text{ cm}^3$ , silinder penyukat  $10 \text{ cm}^3$ , jam randik, termometer, penunu Bunsen, tungku kaki tiga dan kasa dawai

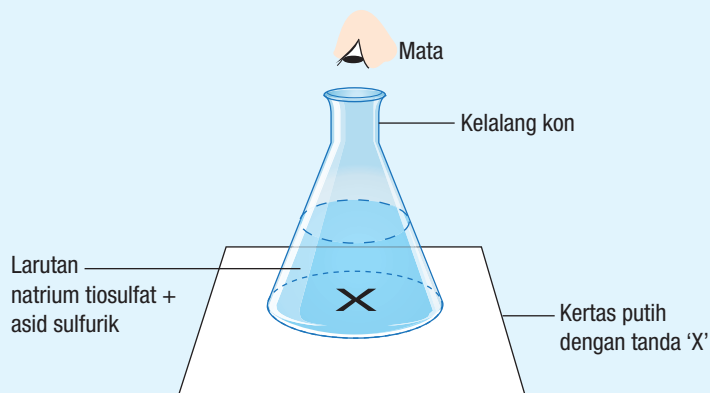
**Prosedur:**

1. Sukat dan tuang  $50 \text{ cm}^3$  larutan natrium tiosulfat  $0.2 \text{ mol dm}^{-3}$  ke dalam kelalang kon yang bersih dan kering dengan menggunakan silinder penyukat.
2. Biarkan larutan selama 5 minit.
3. Sukat dan catatkan suhu larutan natrium tiosulfat dalam jadual yang disediakan.
4. Letakkan kelalang kon di atas tanda 'X' pada kertas putih (Rajah 4.10).



**Rajah 4.10**

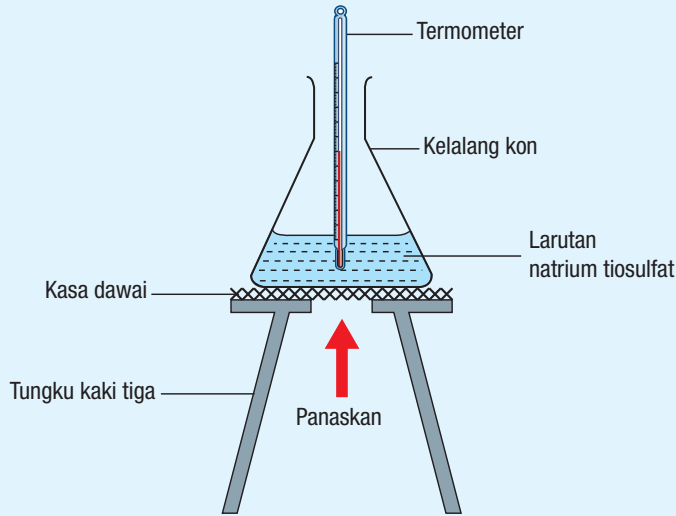
5. Sukat dan tuang  $5 \text{ cm}^3$  asid sulfurik  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  dengan cepatnya ke dalam larutan natrium tiosulfat dan mulakan jam randik secara serentak.
6. Perhatikan tanda 'X' dari atas kelalang kon (Rajah 4.11).



**Rajah 4.11**

7. Hentikan jam randik sebaik-baik sahaja tanda 'X' pada kertas putih tidak kelihatan.
8. Catat masa yang diambil dalam jadual. Hitung nilai  $\frac{1}{\text{masa}}$ .

9. Ulang langkah 1 hingga 8 dengan menggantikan larutan natrium tiosulfat pada suhu bilik dengan larutan natrium tiosulfat yang dipanaskan pada suhu 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C (Rajah 4.12).



Rajah 4.12

**Keputusan:**

Suhu larutan natrium tiosulfat (°C)	Suhu bilik	35	40	45	50
Masa yang diambil untuk tanda 'X' tidak kelihatan (s)					
$\frac{1}{\text{masa}}$ (s <sup>-1</sup> )					

**Analisis data:**

Lukis graf yang berikut:

- (a) graf suhu melawan masa  
 (b) graf suhu melawan  $\frac{1}{\text{masa}}$

**Kesimpulan:**

Adakah hipotesis diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

**Soalan:**

1. Nyatakan faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas dalam eksperimen ini.
2. Bagaimanakah faktor tersebut mempengaruhi kadar tindak balas?
3. Nyatakan definisi secara operasi bagi kadar tindak balas berdasarkan eksperimen ini.



## Eksperimen 4.2

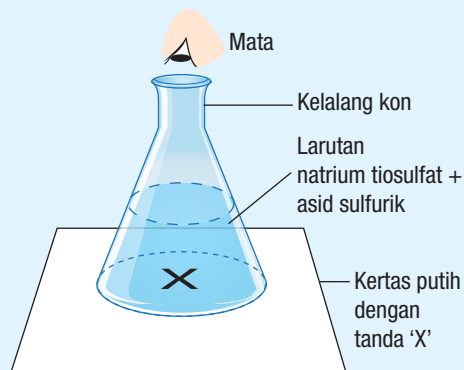
- Tujuan:** Untuk mengkaji kesan kepekatan bahan tindak balas terhadap kadar tindak balas
- Pernyataan masalah:** Bagaimanakah kepekatan bahan tindak balas mempengaruhi kadar tindak balas?
- Hipotesis:** Semakin tinggi kepekatan bahan tindak balas, semakin tinggi kadar tindak balas.
- Pemboleh ubah:**
- (a) dimanipulasikan : Kepekatan larutan natrium tiosulfat
  - (b) bergerak balas : Masa yang diambil untuk tanda 'X' tidak kelihatan
  - (c) dimalarkan : Isi padu larutan natrium tiosulfat, kepekatan dan isi padu asid sulfurik dan saiz kelalang kon
- Bahan:** Larutan natrium tiosulfat 0.20, 0.16, 0.12, 0.08, 0.04 mol dm<sup>-3</sup>, asid sulfurik 1 mol dm<sup>-3</sup>, air suling dan kertas putih dengan tanda 'X' di bahagian tengah
- Radas:** Kelalang kon 250 cm<sup>3</sup>, silinder penyukat 50 cm<sup>3</sup>, silinder penyukat 10 cm<sup>3</sup> dan jam randik

### Prosedur:

1. Sukat dan tuang 50 cm<sup>3</sup> larutan natrium tiosulfat 0.20 mol dm<sup>-3</sup> ke dalam kelalang kon yang bersih dan kering dengan menggunakan silinder penyukat.
2. Letakkan kelalang kon di atas tanda 'X' pada kertas putih (Rajah 4.13).
3. Sukat dan tuang 5 cm<sup>3</sup> asid sulfurik 1 mol dm<sup>-3</sup> dengan cepatnya ke dalam larutan natrium tiosulfat dan mulakan jam randik secara serentak.
4. Perhatikan tanda 'X' dari atas kelalang kon (Rajah 4.14).



Rajah 4.13



Rajah 4.14

5. Hentikan jam randik sebaik-baik sahaja tanda 'X' pada kertas putih tidak kelihatan.
6. Catat masa yang diambil dalam jadual. Hitung nilai  $\frac{1}{\text{masa}}$ .
7. Ulang langkah 1 hingga 6 dengan menggunakan larutan natrium tiosulfat 0.20 mol dm<sup>-3</sup> dengan larutan natrium tiosulfat yang mempunyai kepekatan yang berlainan seperti yang disenaraikan dalam jadual yang disediakan.



**Keputusan:**

Kepekatan larutan natrium tiosulfat ( $\text{mol dm}^{-3}$ )	0.20	0.16	0.12	0.08	0.04
Masa yang diambil untuk tanda 'X' tidak kelihatan (s)					
$\frac{1}{\text{masa}}$ ( $\text{s}^{-1}$ )					

**Analisis data:**

Lukis graf yang berikut:

- (a) graf kepekatan larutan natrium tiosulfat melawan masa  
 (b) graf kepekatan larutan natrium tiosulfat melawan  $\frac{1}{\text{masa}}$

**Kesimpulan:**

Adakah hipotesis diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

**Soalan:**

1. Nyatakan faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas dalam eksperimen ini.
2. Bagaimanakah faktor tersebut mempengaruhi kadar tindak balas?

**Eksperimen 4.3****Tujuan:**

Untuk mengkaji kesan saiz bahan tindak balas pepejal terhadap kadar tindak balas

**Pernyataan masalah:**

Bagaimanakah saiz bahan tindak balas mempengaruhi kadar tindak balas?

**Hipotesis:**

Semakin kecil saiz bahan tindak balas pepejal, semakin tinggi kadar tindak balas.

**Pemboleh ubah:**

- (a) dimanipulasikan : Saiz marmar  
 (b) bergerak balas : Masa yang diambil untuk mengumpul  $30.00 \text{ cm}^3$  gas  
 (c) dimalarkan : Suhu, jisim marmar, kepekatan dan isi padu asid hidroklorik

**Bahan:**

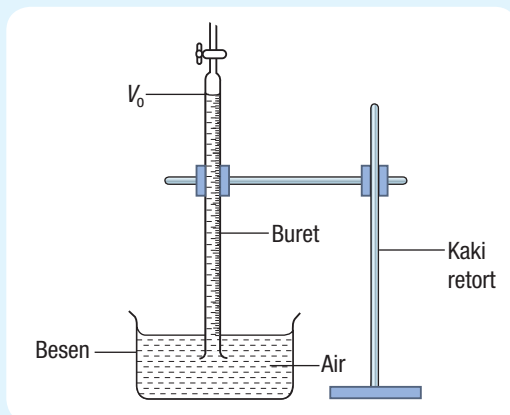
Cebisan marmar hancur bersaiz kecil, ketulan marmar bersaiz besar dan asid hidroklorik cair  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$

**Radas:**

Kelalang kon  $250 \text{ cm}^3$ , silinder penyukat  $50 \text{ cm}^3$ , penyumbat getah dengan salur penghantar, buret, besen, neraca elektronik, kaki retort dengan pengapit dan jam randik

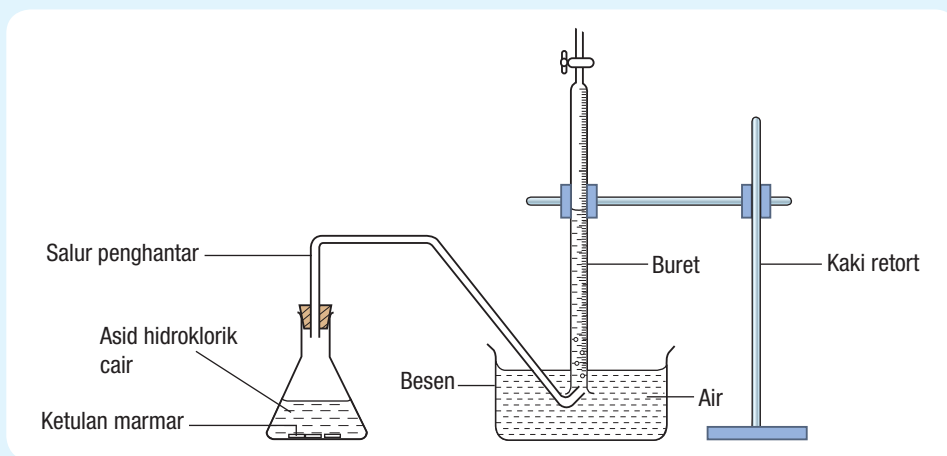
### Prosedur:

1. Isi buret dan besen dengan air. Kemudian, telangkupkan buret ke dalam besen yang berisi air dan apitkan buret secara menegak dengan menggunakan kaki retort (Rajah 4.15).



Rajah 4.15

2. Selaraskan aras air di dalam buret. Perhatikan dan catat bacaan awal buret,  $V_0$ .
3. Sukat  $40 \text{ cm}^3$  asid hidroklorik cair  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  dengan menggunakan silinder penyukat. Tuangkan asid yang disukat ke dalam sebuah kelalang kon yang bersih dan kering.
4. Timbang 2 g ketulan marmar yang bersaiz besar dengan menggunakan neraca elektronik. Kemudian, masukkan 2 g ketulan marmar ini ke dalam kelalang kon tersebut.
5. Tutup kelalang kon serta-merta menggunakan penyumbat getah dengan salur penghantar. Letakkan satu lagi hujung salur penghantar di bawah buret (Rajah 4.16). Mulakan jam randik.
6. Perhatikan bacaan buret. Apabila  $30.00 \text{ cm}^3$  gas telah dikumpul di dalam buret, hentikan jam randik. Perhatikan dan catat bacaan jam randik.



Rajah 4.16

7. Ulang langkah 1 hingga 6 dengan menggantikan ketulan marmar yang bersaiz besar dengan cebisan marmar yang bersaiz kecil dengan jisim yang sama.

**Keputusan:**

Saiz marmar	Masa yang diambil untuk mengumpul 30.00 cm <sup>3</sup> gas (s)
Ketulan marmar yang bersaiz besar	
Cebisan marmar yang bersaiz kecil	

**Analisis data:**

1. Bandingkan masa yang diambil untuk mengumpul 30.00 cm<sup>3</sup> gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh tindak balas yang menggunakan ketulan marmar bersaiz besar dengan tindak balas yang menggunakan cebisan marmar bersaiz kecil.
2. Bandingkan kadar tindak balas bagi tindak balas yang menggunakan ketulan marmar bersaiz besar dengan kadar tindak balas bagi tindak balas yang menggunakan cebisan marmar bersaiz kecil.

**Kesimpulan:**

Adakah hipotesis diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

**Soalan:**

Bagaimanakah saiz marmar mempengaruhi kadar tindak balas antara marmar dengan asid hidroklorik?

**Eksperimen 4.4**

**Tujuan:** Untuk mengkaji kesan kehadiran mangkin terhadap kadar tindak balas

**Pernyataan masalah:** Bagaimanakah kehadiran mangkin mempengaruhi kadar tindak balas?

**Hipotesis:** Jika mangkin hadir, maka kadar tindak balas meningkat.

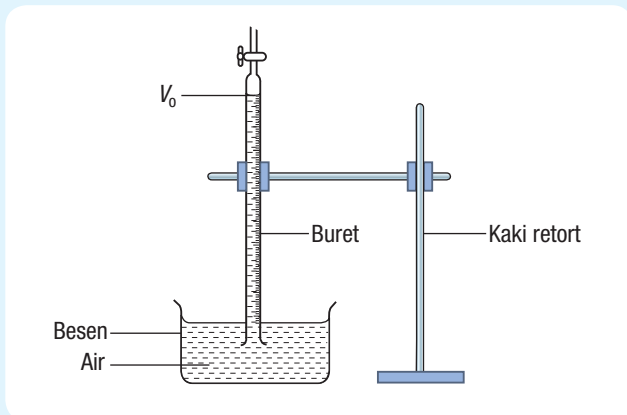
**Pemboleh ubah:** (a) dimanipulasikan : Kehadiran mangkin  
(b) bergerak balas : Masa yang diambil untuk mengumpul 30.00 cm<sup>3</sup> gas  
(c) dimalarkan : Suhu, isi padu dan kepekatan asid hidroklorik

**Bahan:** Ketulan zink bersaiz kecil, asid hidroklorik cair 0.1 mol dm<sup>-3</sup> dan larutan kuprum(II) sulfat 0.5 mol dm<sup>-3</sup>

**Radas:** Kelalang kon 250 cm<sup>3</sup>, silinder penyukat 50 cm<sup>3</sup>, penyumbat getah dengan salur penghantar, buret, besen, neraca elektronik, kaki retort dengan pengapit, spatula dan jam randik

### Prosedur:

1. Isi buret dan besen dengan air. Kemudian, telangkupkan buret itu ke dalam besen yang berisi air dan apitkan buret secara menegak dengan menggunakan kaki retort (Rajah 4.17).

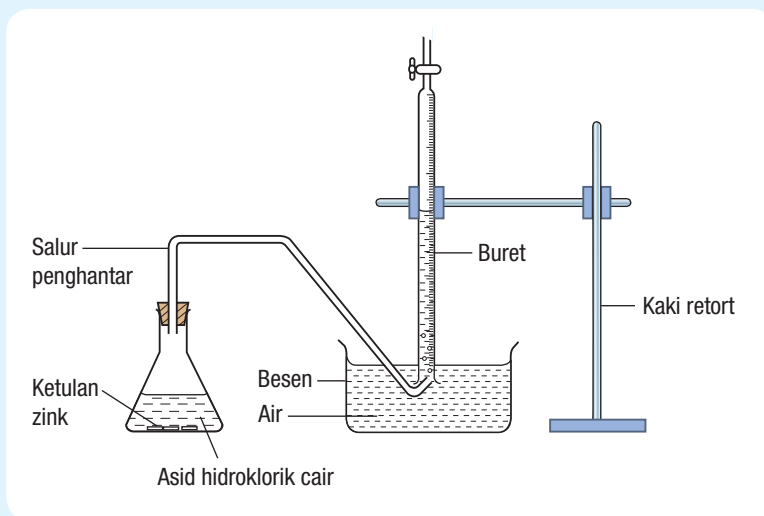


### AWAS!

Campuran gas hidrogen dan udara yang dikumpulkan di dalam buret meletup apabila dinyalakan. Jangan nyalakan gas di dalam buret.

Rajah 4.17

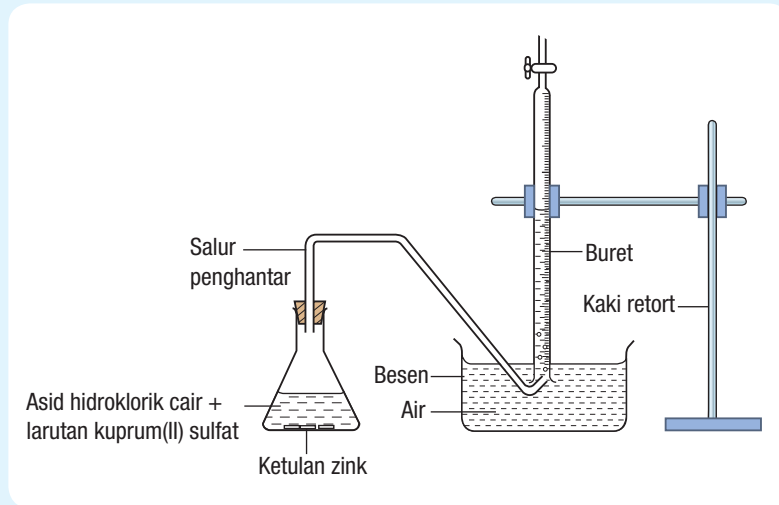
2. Selaraskan aras air di dalam buret. Perhatikan dan catat bacaan awal buret,  $V_0$ .
3. Sukat  $40 \text{ cm}^3$  asid hidroklorik cair  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  dengan menggunakan silinder penyukat. Tuangkan asid yang disukat ke dalam sebuah kelalang kon yang bersih dan kering.
4. Timbang  $2 \text{ g}$  ketulan zink yang bersaiz kecil dengan menggunakan neraca elektronik. Kemudian, masukkan  $2 \text{ g}$  ketulan zink ini ke dalam kelalang kon tersebut.
5. Tutup kelalang kon serta-merta menggunakan penyumbat getah dengan salur penghantar. Letakkan satu lagi hujung salur penghantar di bawah buret (Rajah 4.18). Mulakan jam randik.



Rajah 4.18

6. Perhatikan bacaan buret. Apabila  $30.00 \text{ cm}^3$  gas telah dikumpul di dalam buret, hentikan jam randik. Catat bacaan jam randik.

7. Ulang langkah 1 hingga 6 dengan menggantikan  $40 \text{ cm}^3$  asid hidroklorik cair  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  dengan campuran  $40 \text{ cm}^3$  asid hidroklorik cair  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  dan  $5 \text{ cm}^3$  larutan kuprum(II) sulfat  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  (Rajah 4.19).



Rajah 4.19

**Keputusan:**

Campuran dalam kelalang kon	Masa yang diambil untuk mengumpul $30.00 \text{ cm}^3$ gas (s)
Ketulan zink dan asid hidroklorik cair	
Ketulan zink, asid hidroklorik cair dan larutan kuprum(II) sulfat	

**Analisis data:**

1. Bandingkan masa yang diambil untuk mengumpul  $30.00 \text{ cm}^3$  gas hidrogen yang dihasilkan oleh tindak balas yang menggunakan campuran ketulan zink dan asid hidroklorik cair dengan tindak balas yang menggunakan campuran ketulan zink, asid hidroklorik cair dan larutan kuprum(II) sulfat sebagai mangkin.
2. Bandingkan kadar tindak balas bagi tindak balas yang menggunakan zink dan asid hidroklorik cair tanpa mangkin dengan kadar tindak balas bagi tindak balas yang menggunakan zink dan asid hidroklorik serta larutan kuprum(II) sulfat sebagai mangkin.

**Kesimpulan:**

Adakah hipotesis diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

**Soalan:**

1. Nyatakan faktor kadar tindak balas yang dikaji dalam eksperimen ini.
2. Bagaimanakah faktor tersebut mempengaruhi kadar tindak balas?

Selain faktor yang dikaji dalam Eksperimen 4.1 – 4.4, satu faktor lagi yang mempengaruhi kadar tindak balas ialah **tekanan**. Tekanan mempengaruhi kadar tindak balas bagi tindak balas yang melibatkan bahan tindak balas berkeadaan gas. Bagi tindak balas yang melibatkan bahan tindak balas berkeadaan gas, kadar tindak balas lazimnya meningkat apabila tekanan meningkat. Namakan dua contoh proses industri yang menggunakan tekanan tinggi untuk meningkatkan kadar tindak balasnya.

**CABARAN MINDA**

Mengapakah kadar tindak balas bagi bahan tindak balas yang berbentuk pepejal atau cecair tidak dipengaruhi oleh tekanan?

## Praktis Formatif 4.2

1. Nyatakan **lima** faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas.
2. Lengkapkan pernyataan-pernyataan yang berikut:
  - (a) Semakin  suhu bahan tindak balas, semakin tinggi kadar tindak balas.
  - (b) Semakin  kepekatan bahan tindak balas, semakin tinggi kadar tindak balas.
  - (c) Semakin  saiz bahan tindak balas, semakin tinggi kadar tindak balas.
3. Nyatakan **satu** faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas bagi tindak balas yang melibatkan bahan tindak balas berkeadaan gas.

## 4.3 Aplikasi Konsep Kadar Tindak Balas

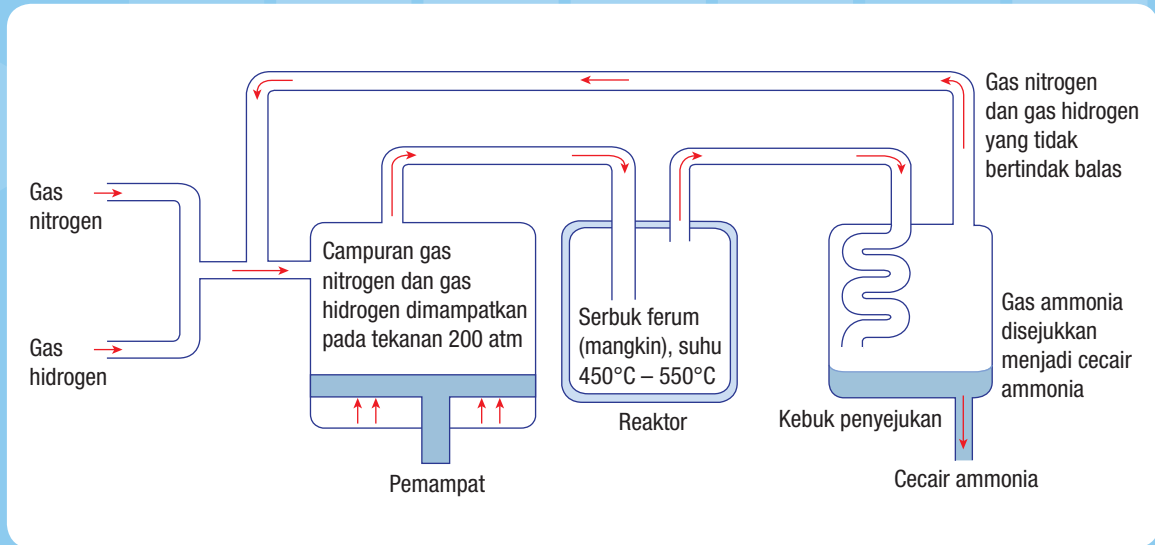
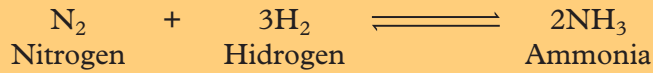
Dalam kehidupan harian dan sektor industri, faktor-faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas lazimnya diubah suai untuk mengubah **kadar tindak balas** bagi suatu tindak balas. Contohnya, peti sejuk menurunkan suhu makanan atau minuman yang disimpan di dalamnya. Penurunan suhu ini melambatkan makanan menjadi rosak.



**Gambar foto 4.3** Contoh alat yang mengaplikasikan konsep kadar tindak balas

## Proses Haber

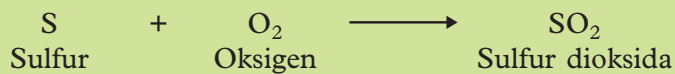
Dalam Proses Haber, campuran gas nitrogen,  $N_2$ , dan gas hidrogen,  $H_2$ , dalam nisbah isi padu 1:3 pada suhu  $450^\circ\text{C} - 550^\circ\text{C}$  dan tekanan 200 atm dialirkan melalui serbuk ferum, Fe, yang berfungsi sebagai mangkin untuk menghasilkan ammonia,  $NH_3$  (Rajah 4.20).



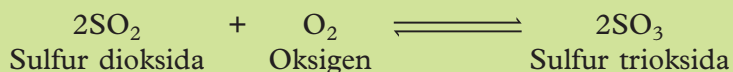
Rajah 4.20 Penghasilan ammonia melalui Proses Haber

## Proses Sentuh

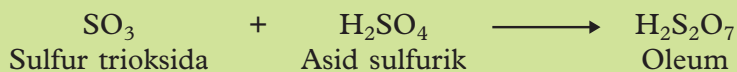
Dalam Proses Sentuh, sulfur dibakar dalam udara berlebihan untuk menghasilkan gas sulfur dioksida,  $SO_2$ .



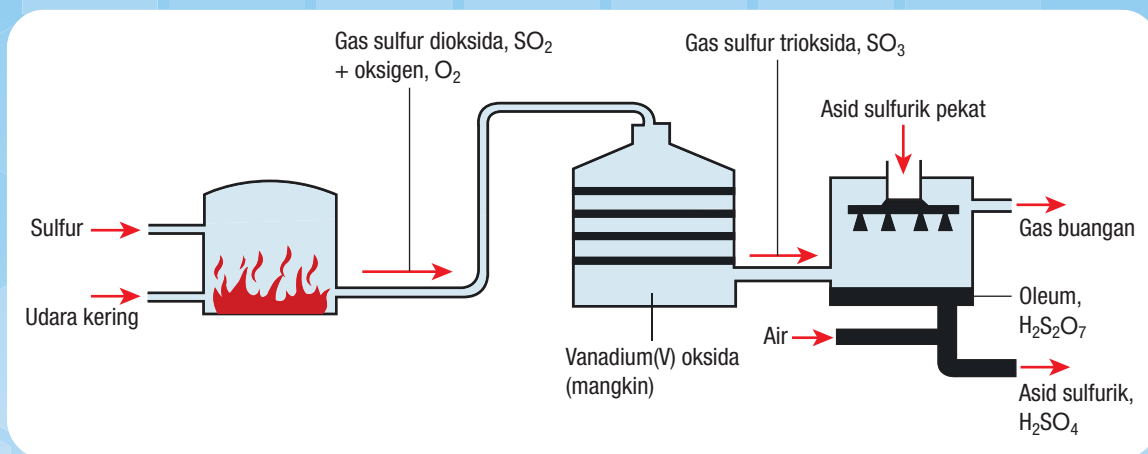
Gas sulfur dioksida dicampurkan dengan udara yang berlebihan pada suhu  $450^\circ\text{C}$ , tekanan 1 atm dan dialirkan melalui vanadium(V) oksida, yang berfungsi sebagai mangkin untuk menghasilkan gas sulfur trioksida,  $SO_3$ .



Gas sulfur trioksida ini dilarutkan dalam asid sulfurik pekat untuk membentuk oleum,  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ .



Oleum seterusnya dicairkan dengan air untuk menghasilkan asid sulfurik pekat (Rajah 4.21).



**Rajah 4.21** Penghasilan asid sulfurik melalui Proses Sentuh

Faktor-faktor yang meningkatkan kadar tindak balas dalam Proses Haber dan Proses Sentuh adalah seperti yang berikut:

**(a) Proses Haber**

Suhu :  $450^\circ\text{C} - 550^\circ\text{C}$   
 Tekanan : 200 atm  
 Mangkin : Serbuk ferum

**(b) Proses Sentuh**

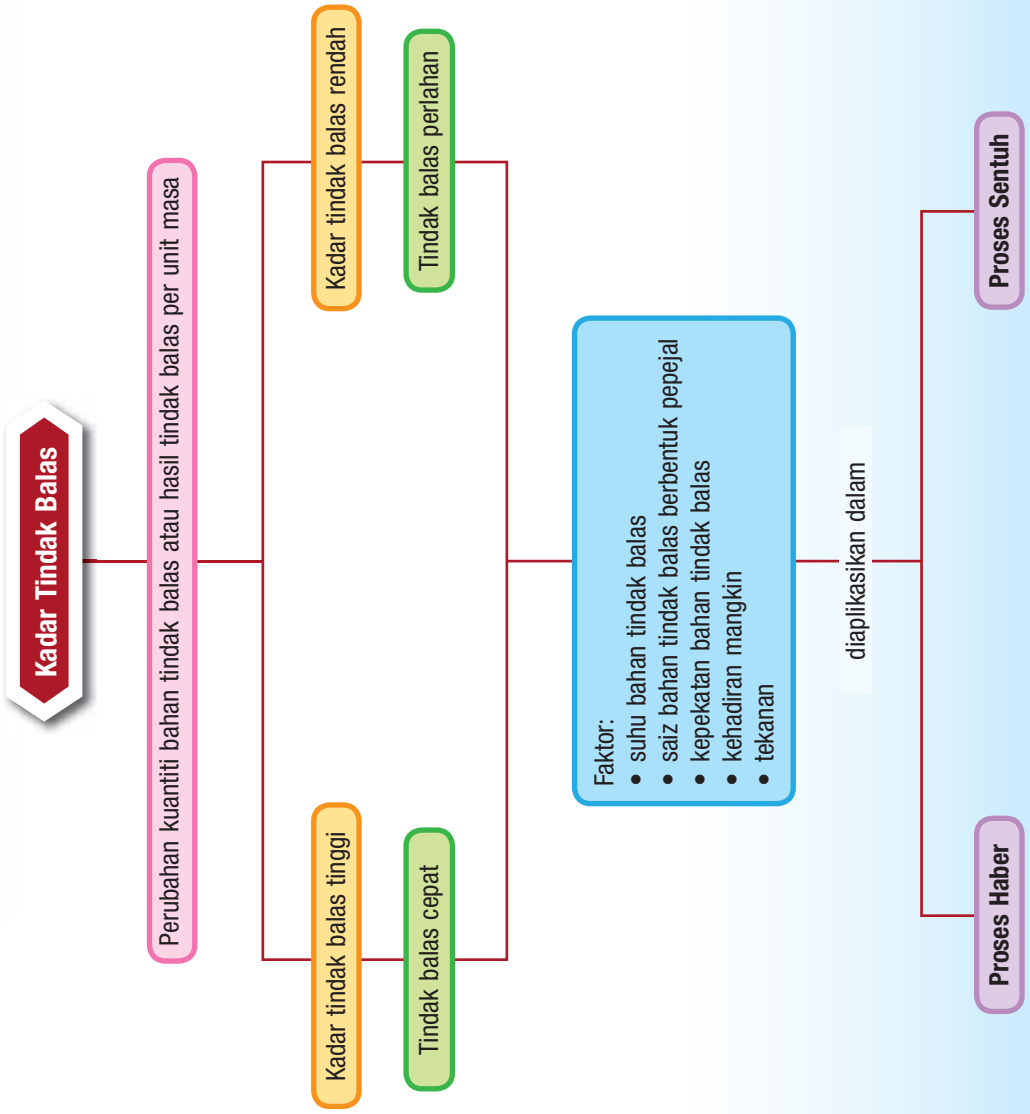
Suhu :  $450^\circ\text{C}$   
 Tekanan : 1 atm  
 Mangkin : Vanadium(V) oksida

**Praktis Formatif 4.3**

- (a) Namakan  **satu**  proses hidup di dalam badan manusia yang melibatkan konsep kadar tindak balas.  
 (b) Bagaimanakah aplikasi kadar tindak balas mempengaruhi proses hidup dalam soalan 1(a)?
- Nyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas proses yang berikut:
  - Proses Haber
  - Proses Sentuh



# Rumusan





## Refleksi Kendiri

Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

### 4.1 Pengenalan Kadar Tindak Balas

- Menjelaskan melalui contoh tindak balas cepat dan tindak balas perlahan dalam kehidupan harian.
- Mentakrif kadar tindak balas.
- Menentukan kadar tindak balas.

### 4.2 Faktor yang Mempengaruhi Kadar Tindak Balas

- Menjalankan eksperimen untuk mengkaji faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas.

### 4.3 Aplikasi Konsep Kadar Tindak Balas

- Berkomunikasi mengenai aplikasi konsep kadar tindak balas dalam kehidupan harian dan industri.

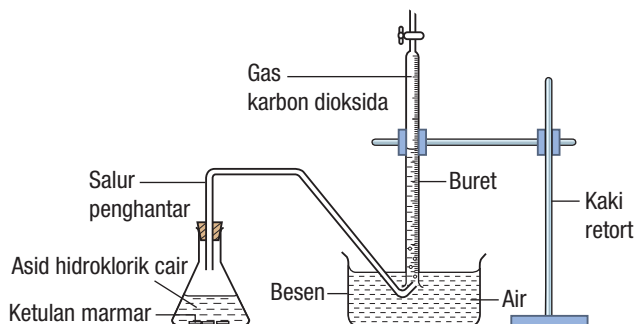


## Praktis Sumatif 4

Jawab soalan yang berikut:

1. (a) Apakah yang dimaksudkan oleh tindak balas kimia?  
(b) Adakah kadar tindak balas dipengaruhi oleh tekanan?  
Terangkan jawapan anda.

2. Seorang murid menjalankan satu eksperimen untuk mengkaji satu faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas antara marmar (kalsium karbonat) dengan asid hidroklorik cair. Rajah 1 menunjukkan susunan radas bagi eksperimen tersebut.



Rajah 1

Murid itu menjalankan eksperimen tersebut dengan menggunakan ketulan marmar (Set I) dan mengulangi eksperimen itu dengan menggantikan ketulan marmar dengan serbuk marmar (Set II). Jadual 1 menunjukkan keputusan eksperimen bagi Set I dan Set II.






Jadual 1

Masa (s)	0	30	60	90	120	150	180	210
Isi padu gas terkumpul dalam Set I (cm <sup>3</sup> )	0.00	12.50	23.00	31.00	37.50	42.00	45.00	45.00
Isi padu gas terkumpul dalam Set II (cm <sup>3</sup> )	0.00	20.00	32.00	39.00	43.00	45.00	45.00	45.00

Kuiz

<http://buku-teks.com/sa5045>

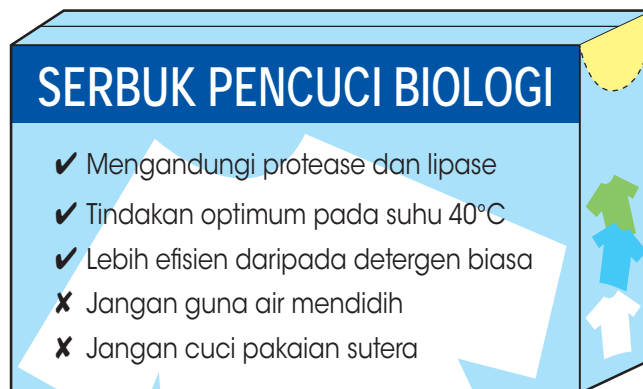


- (a) Dalam eksperimen ini, nyatakan: 
- pemboleh ubah dimanipulasikan
  - pemboleh ubah bergerak balas
  - pemboleh ubah dimalarkan
- (b) Nyatakan **satu** hipotesis bagi eksperimen ini. 
- (c) Berdasarkan Jadual 1, lukis **dua** graf isi padu gas terkumpul melawan masa pada paksi yang sama bagi eksperimen Set I dan Set II di atas kertas graf. 
- (d) Berdasarkan eksperimen Set II, hitung: 
- kadar tindak balas purata dalam minit pertama
  - kadar tindak balas purata dalam dua minit pertama
  - kadar tindak balas purata dalam minit kedua
  - kadar tindak balas pada masa 60 s
  - kadar tindak balas purata keseluruhan bagi tindak balas tersebut
- (e) Berdasarkan keputusan eksperimen Set I, hitung kadar tindak balas purata keseluruhan bagi tindak balas tersebut. 



### Praktis Pengayaan

3. Enzim pencernaan merupakan mangkin biologi yang boleh mengubah kadar penguraian molekul makanan yang kompleks kepada molekul ringkas dalam sistem pencernaan. Apakah kegunaan enzim pencernaan selain membantu pencernaan makanan? Rajah 2 menunjukkan satu contoh aplikasi mangkin biologi dalam kehidupan harian.



Rajah 2

- Namakan **dua** contoh mangkin biologi dalam serbuk pencuci.
- Apakah kesan mangkin biologi tersebut terhadap bahan makanan yang terdapat pada baju?
- Nyatakan **satu** faktor yang mempengaruhi keberkesanan mangkin biologi ini terhadap tindak balas.
- Bagaimanakah faktor ini mempengaruhi tindakan mangkin biologi?

# SEBATIAN KARBON

**Namakan dua sebatian karbon semula jadi yang merupakan barangan eksport Malaysia yang memberikan sumbangan besar kepada ekonomi negara.**

**Apakah keistimewaan buah kelapa sawit berbanding dengan bahan lain seperti kacang soya sebagai sumber minyak masak?**



**Marilah kita mengkaji**

- Pengenalan sebatian karbon
- Hidrokarbon
- Alkohol
- Lemak
- Minyak sawit



Berdasarkan sumber daripada *ESRL's Global Monitoring Laboratory (GML) of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*, komposisi gas rumah hijau termasuklah karbon dioksida dalam atmosfera masih meningkat. Sehingga kini, usaha daripada badan global seperti Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) sehinggalah ke peringkat individu masih belum berjaya menangani isu karbon dioksida ini.

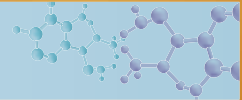


### **Kata Kunci**

- Sebatian karbon organik
- Sebatian karbon bukan organik
- Kitar karbon
- Hidrokarbon tepu
- Hidrokarbon tak tepu
- Alkana
- Alkena
- Sumber tenaga alternatif
- Sumber tenaga boleh baharu
- Alkohol
- Pengesteran
- Lemak tepu
- Lemak tak tepu
- Minyak sawit
- Minyak isirung
- Asid lemak
- Gliserol
- Hidrolisis
- Pengemulsian
- Saponifikasi
- Tindakan pencucian sabun
- Pengurusan yang lestari

# 5.1

## Pengenalan Sebatian Karbon



### Sebatian Karbon dalam Alam

Sebatian karbon ialah sebatian yang mengandungi unsur karbon, C. Sebatian karbon dapat dibahagikan kepada dua, iaitu **sebatian karbon organik** dan **sebatian karbon bukan organik** (Rajah 5.1).

**CABARAN MINDA**

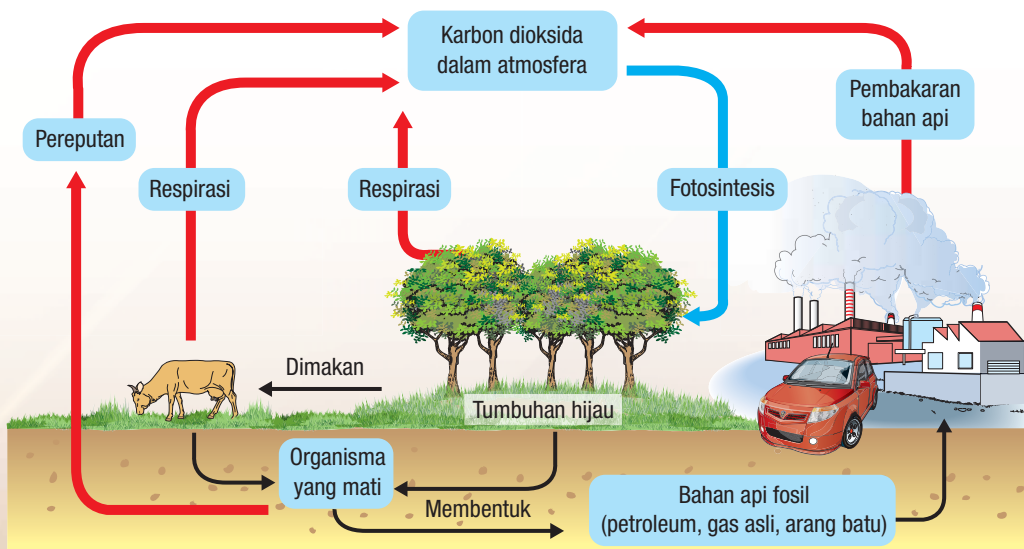
Sekiranya sebatian X mengandungi unsur karbon, adakah sebatian X itu merupakan sebatian karbon organik atau sebatian karbon bukan organik?



Rajah 5.1 Sebatian karbon organik dan sebatian karbon bukan organik

### Kitar Karbon

**Kitar karbon** menunjukkan bagaimana unsur karbon dikitar melalui pembentukan atau penguraian sebatian karbon dalam hidupan dan bahan organik di kawasan persekitaran melalui proses-proses seperti respirasi, pembakaran, penguraian dan fotosintesis (Rajah 5.2).



Rajah 5.2 Kitar karbon

**Karbon dioksida** dibebaskan ke atmosfera melalui **tiga** proses utama:

(a) **Respirasi**

Karbon dioksida merupakan sebatian karbon yang dibebaskan ke dalam atmosfera melalui respirasi semua hidupan termasuklah haiwan, tumbuhan dan mikroorganisma.

(b) **Pembakaran**

Pembakaran bahan api fosil membebaskan karbon dioksida ke dalam atmosfera. Fenomena semula jadi seperti letusan gunung berapi dan pembakaran hutan juga membebaskan karbon dioksida ke dalam atmosfera.



**Gambar foto 5.1** Asap daripada pembakaran petrol



**Gambar foto 5.2** Asap daripada pembakaran hutan

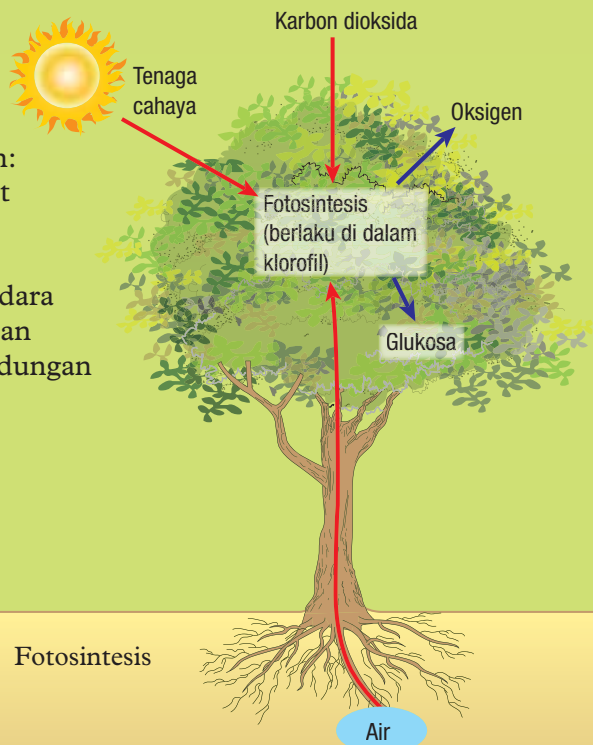
(c) **Penguraian**

Semasa proses pereputan oleh bakteria dan kulat pengurai, karbon dioksida dibebaskan ke dalam atmosfera.

Karbon dioksida diserap daripada udara oleh tumbuhan hijau untuk menjalankan proses fotosintesis (Rajah 5.3).

Keputusan proses fotosintesis termasuklah:

- membolehkan tumbuhan hijau membuat makanan sendiri
- membekalkan makanan kepada haiwan
- menambah kandungan oksigen dalam udara
- menyingkirkan karbon dioksida berlebihan daripada udara untuk mengekalkan kandungan karbon dioksida dalam udara



**Rajah 5.3** Fotosintesis

## Aktiviti 5.1

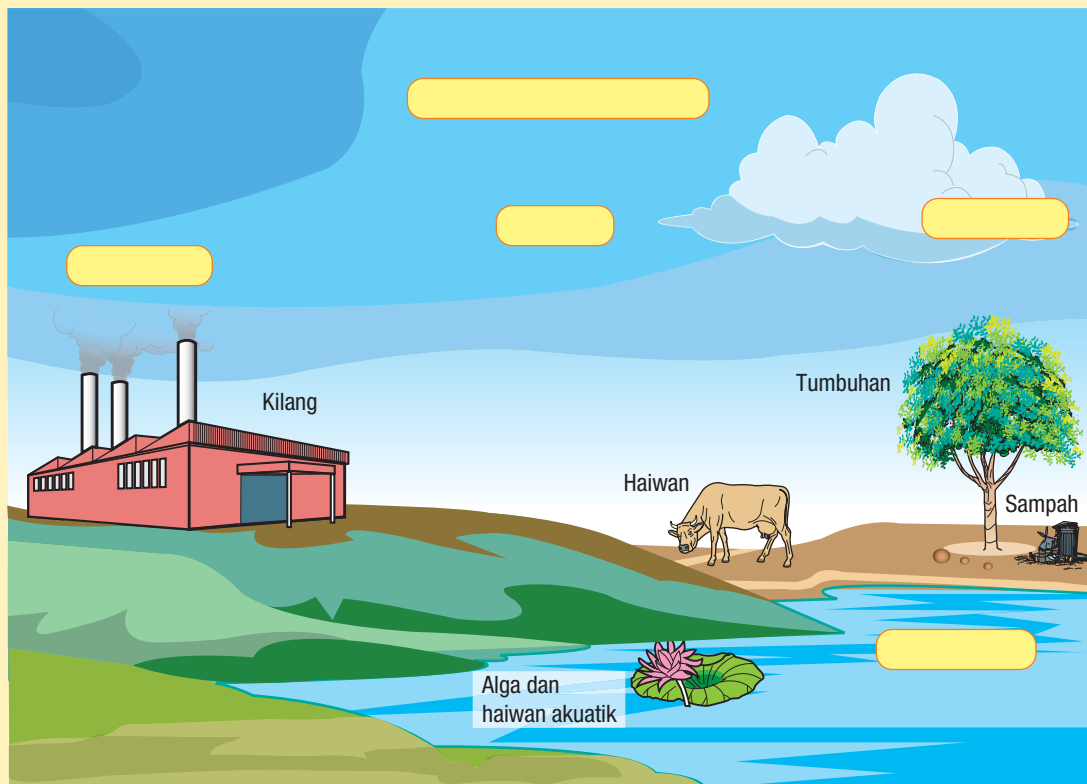
Mengilustrasi kitar karbon dalam bentuk rajah

PAK -21

- KMK
- Aktiviti menjalankan projek

### Arahan

1. Lengkapkan ilustrasi kitar karbon dalam Rajah 5.4.



Rajah 5.4

2. Bentangkan dan pamer ilustrasi kitar karbon kumpulan anda kepada kelas.
3. Buat justifikasi bagi menambah baik atau membuat perubahan pada ilustrasi kitar karbon kumpulan anda.

## Praktis Formatif 5.1

1. Apakah maksud sebatian karbon organik?
2. Apakah maksud sebatian karbon bukan organik?
3. Berikan **dua** contoh sebatian karbon bukan organik.
4. Apakah kitar karbon?
5. Nyatakan kepentingan kitar karbon.

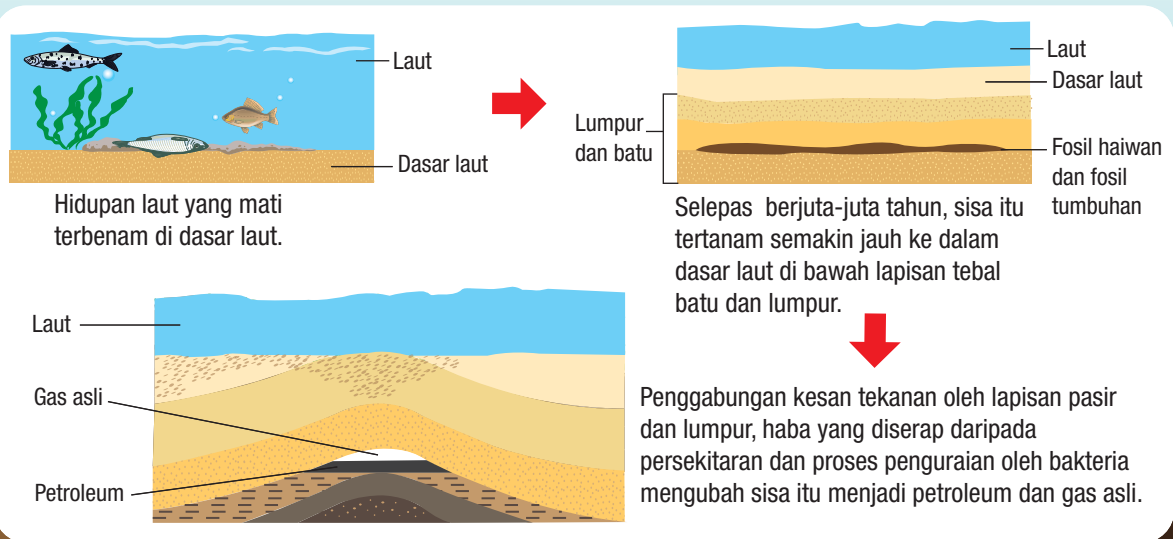


## 5.2 Hidrokarbon

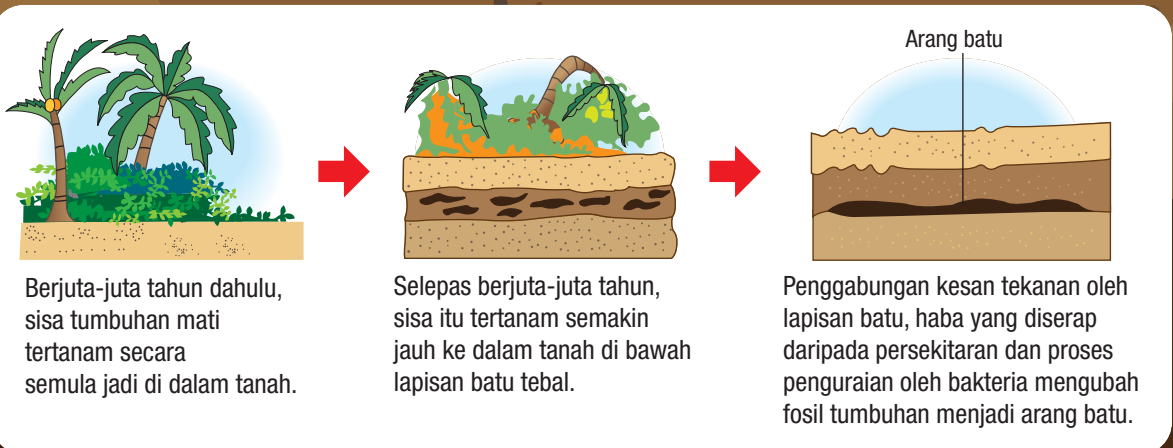
Sebatian **hidrokarbon** ialah sebatian karbon organik yang terdiri daripada unsur **karbon** dan **hidrogen** sahaja.

### Sebatian Hidrokarbon daripada Sumber Semula Jadi

Pembentukan sebatian hidrokarbon daripada sumber semula jadi adalah seperti Rajah 5.5 dan 5.6.



Rajah 5.5 Pembentukan petroleum dan gas asli



Rajah 5.6 Pembentukan arang batu

## Penyulingan Berperingkat Petroleum

**Petroleum** ialah suatu campuran hidrokarbon. Campuran hidrokarbon ini perlu diasingkan melalui proses penyulingan berperingkat sebelum pecahan-pecahan petroleum ini dapat digunakan. Proses penyulingan berperingkat digunakan kerana pecahan-pecahan petroleum mempunyai takat didih yang berbeza.

### Info Sains

Penyulingan berperingkat di dalam menara penyulingan di loji penapisan minyak dan kegunaan pecahan petroleum yang berbeza. <http://buku-teks.com/sa5046>



## Aktiviti 5.2

Memisahkan petroleum mentah kepada empat pecahan yang berbeza dengan menggunakan penyulingan berperingkat

PAK -21

- KBMM
- KIAK

### Bahan

Petroleum mentah, kayu uji, ais, air dan kapas kaca

### Radas

Silinder penyukat, tabung didih, kaki retort, tabung uji, rak tabung uji, bikar, getah penyumbat dengan tiub penghantar, termometer ( $0^{\circ}\text{C} - 360^{\circ}\text{C}$ ), penunu Bunsen dan piring sejat

### Arahan

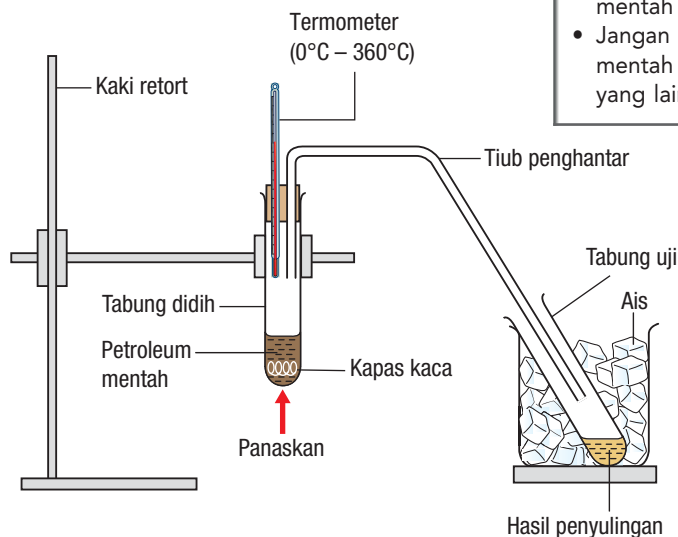
1. Isikan  $10\text{ cm}^3$  petroleum mentah ke dalam sebuah tabung didih.
2. Sediakan susunan radas (Rajah 5.7).

### Langkah Berjaga-jaga

- Basuh tangan anda dengan air dan sabun sekiranya tangan anda terkena petroleum mentah.
- Pemanasan petroleum mentah ini membebaskan wap petroleum yang mudah terbakar.

### AWAS!

- Gunakan petroleum mentah sahaja.
- Jangan gantikan petroleum mentah dengan bahan api yang lain.



Rajah 5.7 Penyulingan berperingkat petroleum

- Panaskan petroleum mentah di dalam tabung didih perlahan-lahan daripada suhu bilik sehingga suhunya mencapai  $80^{\circ}\text{C}$ .
- Hentikan pemanasan petroleum mentah itu apabila suhunya mencapai  $80^{\circ}\text{C}$ . Teruskan proses pemanasan apabila suhunya menurun di bawah  $80^{\circ}\text{C}$ .
- Apabila terdapat lebih kurang  $1\text{ cm}^3$  hasil penyulingan yang terkumpul di dalam tabung uji, gantikan dengan tabung uji kosong yang lain.
- Label sebagai Pecahan 1 bagi hasil penyulingan yang terkumpul dari suhu bilik sehingga  $80^{\circ}\text{C}$ .
- Ulang langkah 3 untuk mengumpulkan tiga lagi pecahan petroleum pada julat suhu yang berikut:
  - $80^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$  dengan hasil penyulingan yang terkumpul dilabel sebagai Pecahan 2
  - $150^{\circ}\text{C} - 230^{\circ}\text{C}$  dengan hasil penyulingan yang terkumpul dilabel sebagai Pecahan 3
  - $230^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}$  dengan hasil penyulingan yang terkumpul dilabel sebagai Pecahan 4
- Perhatikan dan catat warna setiap pecahan petroleum yang berlabel 1, 2, 3 dan 4.
- Tuang pecahan petroleum ke dalam piring sejat yang berasingan.
- Perhatikan dan bandingkan kadar pengaliran ataupun kelikatan setiap pecahan petroleum itu.
- Catat kelikatan setiap pecahan petroleum yang diperoleh.
- Nyalakan pecahan petroleum dengan kayu uji bernyala. Kemudian, bandingkan dan catat kebolehbakaran setiap pecahan petroleum itu.

### Pemerhatian

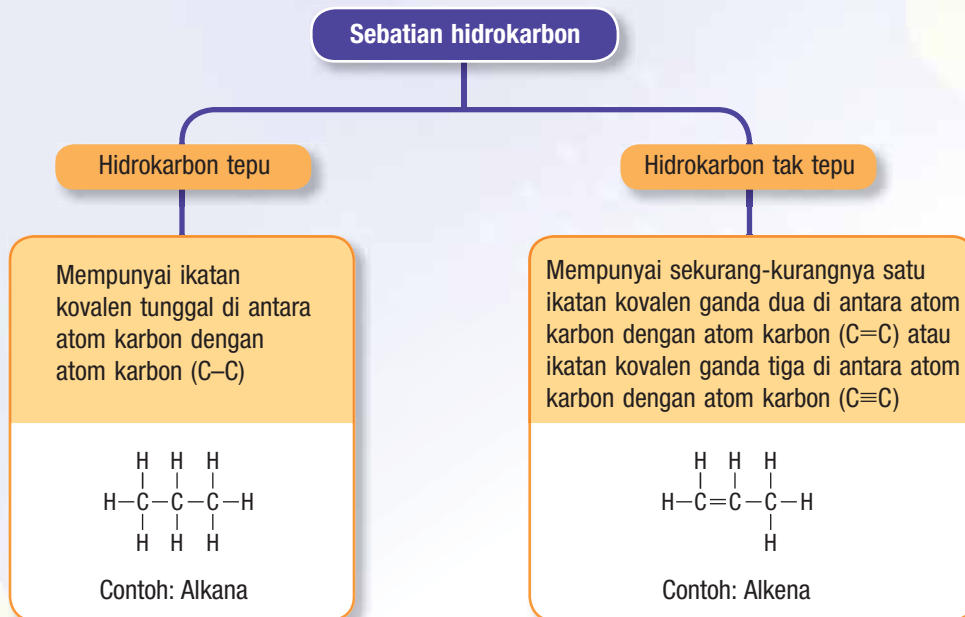
Pecahan	1	2	3	4
Julat takat didih	$30^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$	$80^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$	$150^{\circ}\text{C} - 230^{\circ}\text{C}$	$230^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}$
Warna				
Kelikatan				
Kebolehbakaran				

### Soalan

- Namakan kaedah pengasingan campuran yang digunakan dalam aktiviti ini.
- Adakah petroleum suatu sebatian atau suatu campuran? Berikan sebabnya.
- Berdasarkan maklumat dalam Info Sains di muka surat 146, namakan hasil penyulingan yang diperoleh dalam pecahan berlabel yang berikut:
  - Pecahan 1:
  - Pecahan 2:
  - Pecahan 3:
  - Pecahan 4:
- Apakah sifat pecahan petroleum yang diaplikasikan dalam penyulingan berperingkat petroleum?

## Sebatian Hidrokarbon Tepu dan Tak Tepu

Rajah 5.8 menunjukkan dua jenis sebatian hidrokarbon, iaitu **sebatian hidrokarbon tepu** dan **sebatian hidrokarbon tak tepu**.



Rajah 5.8 Sebatian hidrokarbon

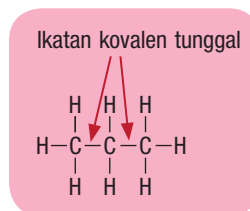
## Siri Homolog

Dalam kimia organik, satu siri homolog terdiri daripada kumpulan sebatian organik tertentu yang mempunyai sifat kimia yang serupa. Antara contoh siri homolog termasuklah **alkana** dan **alkena**.

### Alkana

**Alkana** ialah sebatian hidrokarbon tepu. Setiap atom karbon dalam molekul alkana mempunyai ikatan kovalen tunggal dengan atom karbon lain (Rajah 5.9).

Oleh sebab alkana merupakan satu siri homolog, setiap ahli siri homolog alkana dapat diwakili oleh formula am  $\text{C}_n \text{H}_{2n+2}$  di mana  $n = 1, 2, 3, \dots$

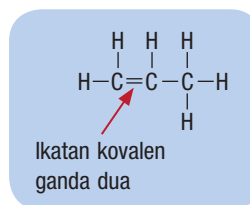


Rajah 5.9 Alkana

### Alkena

**Alkena** ialah sebatian hidrokarbon tak tepu. Setiap molekul alkana mempunyai sekurang-kurangnya satu ikatan kovalen ganda dua di antara atom karbon dengan atom karbon (Rajah 5.10).

Oleh sebab alkana merupakan satu siri homolog, setiap ahli siri homolog alkana dapat diwakili oleh formula am  $\text{C}_n \text{H}_{2n}$  di mana  $n = 2, 3, \dots$



Rajah 5.10 Alkena

Nama bagi enam ahli pertama alkana dan lima ahli pertama alkena diberikan dalam Jadual 5.1.

**Jadual 5.1** Nama alkana dan alkena

Bilangan karbon, n	Alkana	Alkena
1	Metana	–
2	Etana	Etena
3	Propana	Propena
4	Butana	Butena
5	Pentana	Pentena
6	Heksana	Heksena

### Aktiviti 5.3

Membina dan menamakan model molekul alkana dan alkena

#### Bahan

Bahan binaan model yang mesra alam seperti sisa kertas dan kayu uji

#### Arahan

- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
- Bina dan namakan model molekul alkana dan alkena yang berikut dengan menggunakan bahan terpakai:
  - 6 ahli kumpulan pertama siri homolog alkana
  - 5 ahli kumpulan pertama siri homolog alkena
- Buat persembahan tentang model yang telah dihasilkan kepada kelas.

#### PAK -21

- KMK, KIAK
- Aktiviti menjalankan projek

## Sumber Tenaga Alternatif dan Tenaga Boleh Baharu dalam Kehidupan Harian

Bahan api fosil seperti petroleum, arang batu dan gas asli merupakan sumber tenaga tidak boleh baharu yang semakin berkurangan. Oleh sebab itu, sumber tenaga alternatif menjadi semakin penting untuk membekalkan tenaga dalam kehidupan harian.

Sumber tenaga alternatif merupakan sumber tenaga yang tidak mudah habis digunakan seperti tenaga nuklear atau sumber tenaga boleh baharu. Contoh-contoh sumber tenaga boleh baharu adalah seperti di bawah:

- sumber tenaga solar
- sumber tenaga angin
- sumber tenaga hidro
- sumber tenaga biojisim
- sumber tenaga geoterma
- sumber tenaga air pasang surut
- sumber tenaga gelombang ombak

Banyak negara termasuklah Malaysia berpotensi membina stesen jana kuasa nuklear untuk membekalkan tenaga. Kebaikan dan keburukan pembinaan stesen jana kuasa nuklear perlu dinilai sebelum membuat sebarang keputusan.

## Aktiviti 5.4

Menghasilkan gas metana daripada sisa makanan kantin sekolah

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat berkaitan sumber tenaga alternatif dan tenaga boleh baharu dalam kehidupan harian.
3. Baca dan fahami maklumat yang berikut:

Tempat pelupusan sampah membebaskan gas karbon dioksida dan gas metana hasil daripada pereputan bahan buangan organik. Terdapat negara yang menggunakan gas metana untuk menjanakan tenaga elektrik.

4. Kumpulkan dan analisis cara menghasilkan gas metana daripada sisa makanan daripada Internet.
5. Rancang dan jalankan satu projek melalui pendekatan STEM untuk menghasilkan gas metana daripada pereputan sisa makanan di kantin sekolah anda.
6. Bentangkan projek kumpulan anda kepada kelas.

### PAK -21

- KMK, KIAK, KBMM, STEM
- Aktiviti menjalankan projek STEM



### Langkah Berjaga-jaga

Berhati-hati apabila mengumpul gas metana.

### AWAS!

Gas metana mudah terbakar.

## Praktis Formatif 5.2

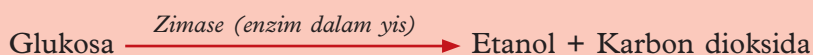
1. Apakah hidrokarbon?
2. Nyatakan **satu** persamaan dan **satu** perbezaan antara hidrokarbon tepu dengan hidrokarbon tak tepu.
3. Namakan **satu** gas yang dihasilkan oleh pereputan sisa makanan untuk menjanakan tenaga elektrik.

## 5.3 Alkohol

**Alkohol** merupakan sebatian karbon organik yang mengandungi unsur karbon, hidrogen dan oksigen di dalamnya. Alkohol dapat dihasilkan melalui proses **penapaian** dengan menggunakan tindakan yis terhadap makanan yang mengandungi glukosa atau kanji seperti gula, anggur, epal, tebu, beras, gandum, ubi dan barli.

## Proses Penyediaan Alkohol

Dalam proses penapaian, enzim zimase dalam yis menukarkan glukosa kepada etanol dan karbon dioksida seperti persamaan tindak balas yang berikut:



### Aktiviti 5.5

Menyediakan etanol melalui proses penapaian

**PAK -21**

- KBMM
- Aktiviti inkuiri

#### Bahan

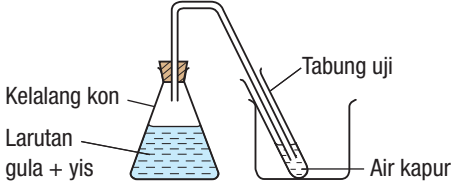
Air suling, yis, gula, bahan berkanji seperti roti dan beras, buah-buahan seperti pisang dan epal, serpihan porselin dan air kapur

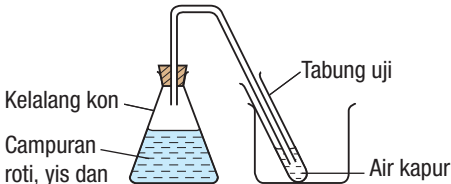
#### Radas

Bikar, rod kaca, kelalang kon, silinder penyukat, salur penghantar dengan penyumbat, tabung uji, kelalang penyulingan, kondenser Liebig, termometer, penunu Bunsen, tungku kaki tiga dan kasa dawai

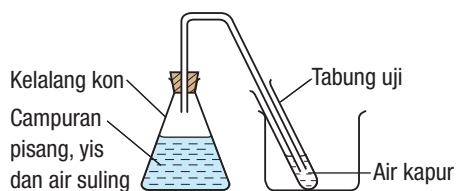
#### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Guru mengarahkan setiap kumpulan supaya menyediakan sama ada susunan radas A, B atau C seperti yang berikut.

Susunan radas A	Prosedur
 <p><b>Rajah 5.11</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Masukkan 100 g gula dan 50 cm<sup>3</sup> air suling ke dalam sebuah bikar. Kacau campuran ini dengan rod kaca sehingga menjadi larutan gula.</li> <li>(b) Tambahkan 10 g yis ke dalam larutan gula ini dan tuang campuran ke dalam kelalang kon.</li> <li>(c) Sediakan susunan radas (Rajah 5.11).</li> </ol>

Susunan radas B	Prosedur
 <p><b>Rajah 5.12</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Masukkan 100 g bahan berkanji seperti roti dan 50 cm<sup>3</sup> air suling ke dalam sebuah bikar. Kacau campuran ini dengan rod kaca.</li> <li>(b) Tambahkan 10 g yis ke dalam campuran ini dan tuang campuran ke dalam sebuah kelalang kon.</li> <li>(c) Sediakan susunan radas (Rajah 5.12).</li> </ol>

### Susunan radas C

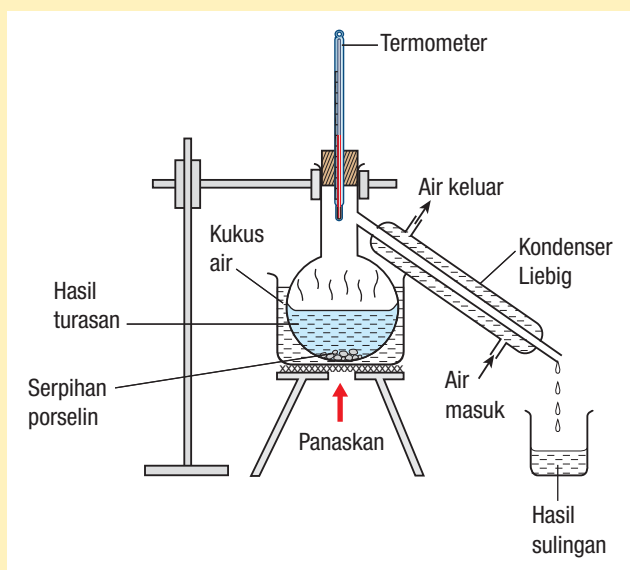


Rajah 5.13

### Prosedur

- Masukkan 100 g buah-buahan seperti pisang yang dikisar dan 50 cm<sup>3</sup> air suling ke dalam sebuah bikar. Kacau campuran ini dengan rod kaca.
- Tambahkan 10 g yis ke dalam campuran ini dan tuang campuran ke dalam sebuah kelalang kon.
- Sediakan susunan radas (Rajah 5.13).

- Simpan susunan radas A, B dan C di dalam makmal selama seminggu. Perhatikan dan catat perubahan yang berlaku kepada campuran di dalam kelalang kon dan air kapur di dalam tabung uji.
- Selepas seminggu, turaskan campuran ke dalam kelalang kon dan tuangkan hasil turasan ke dalam kelalang penyulingan.
- Jalankan proses penyulingan terhadap kandungan di dalam kelalang penyulingan dengan menggunakan susunan radas seperti Rajah 5.14.
- Kumpulkan hasil sulingan pada suhu 78°C.
- Perhatikan dan catat warna dan bau hasil sulingan yang terkumpul dalam jadual.



Rajah 5.14

### Pemerhatian

Bahan	Pemerhatian	
	Awal aktiviti	Akhir aktiviti
Campuran dalam susunan radas A, B atau C		
Air kapur		
Hasil sulingan	-	Warna: Bau:

### Soalan

- Apakah hasil tindak balas yang mengubah air kapur menjadi keruh?
- Apakah tujuan menjalankan proses penyulingan dalam aktiviti ini?
- Apakah prinsip yang digunakan untuk mengasingkan etanol daripada hasil penapaian melalui kaedah penyulingan?



## Sifat Fizik dan Sifat Kimia Alkohol

Sifat fizik alkohol adalah seperti yang berikut:

- tidak berwarna
  - cecair pada suhu bilik
  - mempunyai bau yang tersendiri
  - takat didih meningkat apabila bilangan atom karbon meningkat
  - keterlarutan dalam air berkurang apabila bilangan atom karbon meningkat
- Selain sifat fizik tersebut, jalankan

Aktiviti 5.6 untuk mengkaji sifat fizik dan sifat kimia alkohol.



**Gambar foto 5.3** Penggunaan alkohol sebagai antiseptik yang disapukan sebelum suntikan

### Aktiviti 5.6

Mengkaji sifat fizik dan sifat kimia etanol

#### Bahan

Etanol, asid etanoik, asid sulfurik pekat, air kapur, kertas kobalt klorida kontang, mancis dan air

#### Radas

Tabung didih, silinder penyukat, salur penghantar, penitis, piring sejat, penyepit, corong turas, bikar, tabung uji, kaki retort, tiub penyambung dan penunu Bunsen

#### Arahan

##### A. Sifat fizik etanol

Perhatikan dan rekod sifat fizik etanol yang berikut:

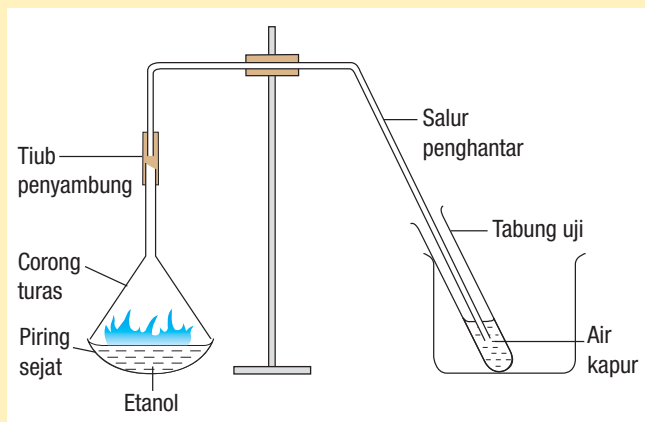
- warna
- keadaan jirim pada suhu bilik
- bau
- keterlarutan dalam air

##### B. Tindak balas pembakaran

1. Sukat  $2 \text{ cm}^3$  etanol dengan menggunakan silinder penyukat dan tuang ke dalam sebuah piring sejat.
2. Nyalakan etanol di dalam piring sejat itu (Rajah 5.15).
3. Perhatikan dan catat warna nyalaan yang terhasil.
4. Uji gas yang terbebas dengan air kapur.
5. Uji titisan cecair yang terbentuk pada corong turas dengan kertas kobalt klorida kontang.

##### C. Tindak balas pengesteran

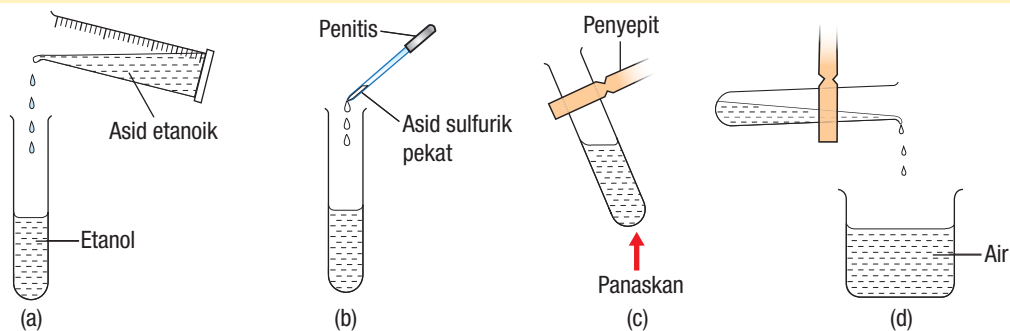
1. Sukat  $2 \text{ cm}^3$  etanol dan  $2 \text{ cm}^3$  asid etanoik dengan menggunakan silinder penyukat dan masukkan kedua-dua bahan itu ke dalam sebuah tabung didih (Rajah 5.16(a)). Goncangkan tabung didih tersebut.



**Rajah 5.15**

**PAK -21**

- KBMM, KIAK
- Aktiviti inkuiri



Rajah 5.16

- Tambahkan lima titis asid sulfurik pekat ke dalam campuran di dalam tabung didih (Rajah 5.16(b)) di dalam kebek wasap. Goncangkan tabung didih tersebut.
- Panaskan campuran selama beberapa minit (Rajah 5.16(c)).
- Tuang hasil campuran ke dalam sebuah bikar berisi air (Rajah 5.16(d)). Perhatikan dan catat ciri-ciri hasil yang terbentuk.

**AWAS!**

Asid sulfurik pekat sangat mengakis. Penggunaannya dihadkan di dalam kebek wasap.

**Pemerhatian**

**A. Sifat fizik etanol**

Sifat fizik etanol	Pemerhatian
Warna	
Keadaan jirim pada suhu bilik	
Bau	
Keterlarutan dalam air	

**B. Tindak balas pembakaran**

Ciri	Pemerhatian
Warna nyalaan	
Perubahan pada air kapur	
Perubahan pada kertas kobalt klorida kontang	

**C. Tindak balas pengesteran**

Ciri	Pemerhatian
Bau hasil	
Keterlarutan hasil dalam air	

**Soalan**

- Apakah yang dihasilkan daripada tindak balas pembakaran alkohol?
- (a) Apakah yang dihasilkan daripada tindak balas antara etanol dengan asid etanoik?  
(b) Apakah sifat fizik hasil tindak balas antara etanol dengan asid etanoik?
- Apakah fungsi asid sulfurik pekat dalam proses pengesteran?

## Kegunaan Alkohol dalam Kehidupan Harian

Alkohol mempunyai kegunaan yang meluas dalam pelbagai bidang dalam kehidupan harian seperti yang berikut:

### Bahan Api

Alkohol merupakan bahan api yang baik kerana sebatian karbon organik ini mudah terbakar, nyalaannya berwarna biru dan pembakarannya lengkap serta bersih tanpa jelaga. Contohnya, alkohol digunakan sebagai bahan api bio untuk kenderaan bermotor di Filipina.

### Perubatan

Alkohol digunakan sebagai antiseptik dan disinfektan untuk membunuh mikroorganisma selain digunakan sebagai pelarut bagi pelbagai jenis ubat.

### Kosmetik

Alkohol digunakan sebagai pelarut untuk pelbagai barangan kosmetik seperti minyak wangi, losen dan gincu.

### Industri

Alkohol lazimnya digunakan sebagai pelarut dalam industri kerana sifatnya yang dapat melarutkan bahan organik yang digunakan dalam penyediaan pelbagai jenis bahan industri seperti cecair pencuci dan makanan. Alkohol juga merupakan bahan tindak balas dalam pembentukan ester yang digunakan dalam industri pemrosesan makanan, kosmetik, cat dan sebagainya. Etanadiol pula merupakan sejenis alkohol yang digunakan sebagai antibeku dalam industri.



**Gambar foto 5.4** Kegunaan bahan industri yang mengandungi alkohol dan ester dalam kehidupan harian

## Kesan Pengambilan Alkohol secara Berlebihan

Pengambilan alkohol secara berlebihan menyebabkan **ketagihan**. Ketagihan alkohol lazimnya menimbulkan masalah sosial dalam keluarga dan juga mengganggu ketenteraman masyarakat seperti perbuatan jenayah.

Orang yang mengambil alkohol secara berlebihan lazimnya mabuk dan menimbulkan pelbagai masalah seperti pemanduan secara berbahaya dan pergaduhan. Ibu mengandung yang mengambil alkohol secara berlebihan akan menyebabkan kecacatan pada bayinya yang dikenali sebagai **sindrom fetal alkohol**. Bayi dengan sindrom fetal alkohol mempunyai kepala dan otak yang bersaiz kecil, muka yang tidak normal dan pertumbuhan yang terbantut.



**Klik@Web**

Kajian sains tentang kesan pengambilan alkohol  
<http://buku-teks.com/sa5052>  
(Medium: bahasa Inggeris)



**Jadual 5.2** Kesan buruk pengambilan alkohol secara berlebihan terhadap kesihatan

Organ badan	Kesan buruk pengambilan alkohol secara berlebihan
Otak	Kerosakan sel otak, koordinasi dan sistem saraf terjejas menyebabkan keseimbangan badan terganggu dan kesukaran menganggar jarak
Mata	Penglihatan kabur
Peparu	Kadar pernafasan meningkat
Jantung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kadar degupan jantung meningkat</li><li>• Tekanan darah tinggi</li></ul>
Perut	Kerengsaan pada dinding perut menyebabkan pendarahan dan ulser
Hati	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kerosakan sel hati</li><li>• Sel hati mati dan mengeras</li><li>• Sirosis</li><li>• Kanser hati</li></ul>
Ginjal	Kerosakan ginjal akibat terlalu aktif menyingkirkan bahan buangan
Pundi kencing	Pembuangan air kencing yang lebih kerap

## Aktiviti 5.7

Menghasilkan poster atau risalah atau buku skrap tentang kesan pengambilan alkohol secara berlebihan terhadap kesihatan

### PAK -21

- KMK
- Aktiviti menjalankan projek

#### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada pelbagai sumber tentang kesan pengambilan alkohol secara berlebihan terhadap kesihatan.
3. Bincangkan maklumat yang telah dikumpulkan.
4. Sediakan poster atau risalah atau buku skrap tentang hasil perbincangan kumpulan anda.
5. Bentangkan dan pameran poster atau risalah atau buku skrap pada papan kenyataan sains di dalam kelas anda atau di makmal sains.

## Praktis Formatif 5.3

1. Apakah alkohol?
2. Bagaimanakah alkohol disediakan?
3. Apakah tujuan penyulingan dalam proses penyediaan alkohol melalui penapaian glukosa?
4. Nyatakan **dua** kegunaan alkohol dalam kehidupan harian.
5. Mengapakah memandu dalam keadaan mabuk yang disebabkan oleh pengambilan alkohol secara berlebihan adalah suatu kesalahan lalu lintas yang serius?

## 5.4 Lemak



Susu



Minyak kelapa



Kacang tanah



Daging



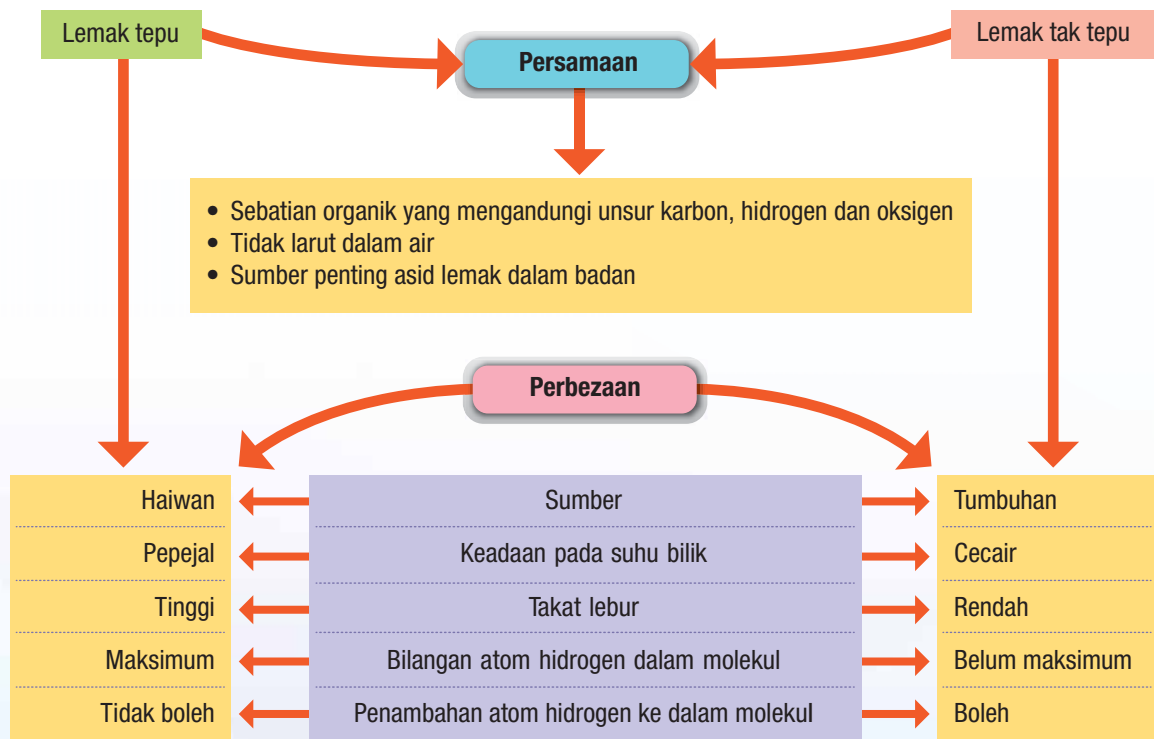
Mentega

**Lemak** ialah sejenis sebatian karbon organik yang mengandungi unsur **karbon**, **hidrogen** dan **oksigen**. Apakah kepentingan lemak sebagai satu kelas makanan bagi manusia? Gambar foto 5.5 menunjukkan pelbagai sumber lemak dalam gizi manusia.

Gambar foto 5.5 Sumber lemak

Lemak wujud dalam dua keadaan, iaitu pepejal dan cecair. Lemak yang berkeadaan pepejal pada suhu bilik lazimnya berasal daripada sumber lemak haiwan. Contohnya, ayam, lembu, kambing dan ikan. Lemak yang berkeadaan cecair dikenali sebagai **minyak**. Minyak lazimnya berasal daripada sumber tumbuhan. Contohnya, minyak kelapa sawit, minyak kelapa dan minyak kacang soya.

Seperti hidrokarbon, lemak juga dapat dibahagikan kepada **lemak tepu** dan **lemak tak tepu**. Persamaan dan perbezaan antara lemak tepu dengan lemak tak tepu adalah seperti Rajah 5.17.



**Rajah 5.17** Persamaan dan perbezaan antara lemak tepu dengan lemak tak tepu

## Kesan Pengambilan Makanan yang Mengandungi Lemak Berlebihan terhadap Kesihatan

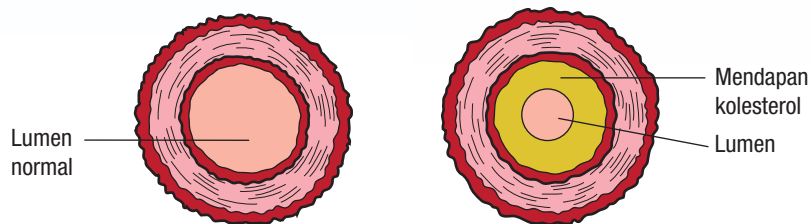
Lemak merupakan suatu komponen gizi seimbang yang penting dalam pemakanan manusia. Pengambilan makanan yang mengandungi lemak berlebihan terutamanya lemak tepu akan meningkatkan aras kolesterol dalam darah dan menjejaskan kesihatan.

Lemak tepu daripada sumber haiwan seperti keju, telur, mentega dan daging mempunyai kandungan kolesterol yang tinggi. Kepentingan kolesterol di dalam badan manusia termasuklah pembentukan membran sel badan, sintesis jus hempedu dan hormon seks serta penghasilan vitamin D pada kulit yang terdedah kepada cahaya matahari.

Namun begitu, kolesterol yang berlebihan dalam darah dapat menjejaskan kesihatan manusia seperti yang berikut:

- (a) **Batu karang hempedu dan jaundis**  
Kolesterol berlebihan dalam darah dapat membentuk batu karang hempedu yang menyekat salur hempedu. Salur hempedu yang tersekat boleh menyebabkan **jaundis**.
- (b) **Mendapan kolesterol pada bahagian dalam dinding arteri dan aterosklerosis**

Kolesterol yang berkumpul dan termendap pada bahagian dalam dinding arteri menyebabkan lumen arteri menjadi semakin sempit. Lumen arteri yang sempit ini akan mengganggu atau menyekat aliran darah dalam keadaan yang dikenali sebagai **aterosklerosis** (Rajah 5.18).



**Rajah 5.18** Keratan rentas arteri yang sihat dan kesan aterosklerosis pada arteri

Aterosklerosis boleh menyebabkan hipertensi atau tekanan darah tinggi, strok (arteri yang menuju ke otak tersumbat atau pecah) dan serangan jantung yang dapat membawa maut.

Langkah-langkah untuk mengelakkan masalah kesihatan yang disebabkan oleh kolesterol berlebihan dalam darah termasuklah:

- mengurangkan pengambilan lemak tepu dalam pemakanan
- mengambil lemak tak tepu yang dapat merendahkan aras kolesterol dalam darah

## Aktiviti 5.8

Mengumpulkan dan berkongsi maklumat tentang lemak

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang perkara yang berikut:
  - (a) kandungan lemak daripada pelbagai sumber dalam kehidupan harian
  - (b) lemak tepu dan lemak tak tepu
  - (c) kesan pengambilan lemak berlebihan terhadap kesihatan
3. Bincangkan maklumat yang telah dikumpulkan.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda kepada kelas dengan menggunakan persembahan multimedia.



Maklumat berkaitan kolesterol  
<http://buku-kolesterol.com/sa5053>  
(Medium: bahasa Inggeris)



## Praktis Formatif 5.4

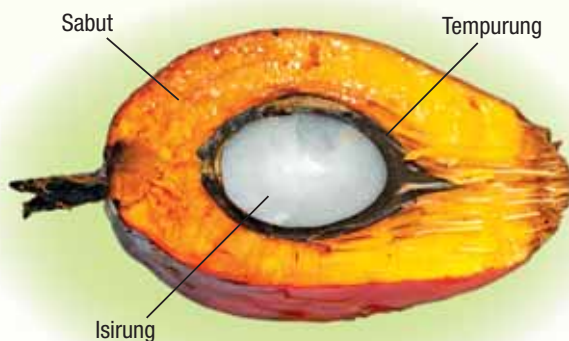
1. Apakah lemak?
2. Namakan **satu** contoh lemak dan sumbernya.
3. Nyatakan **satu** persamaan dan **satu** perbezaan antara lemak tepu dengan lemak tak tepu.
4. Nyatakan **tiga** masalah kesihatan yang disebabkan oleh pengambilan makanan yang mengandungi lemak berlebihan.

## 5.5 Minyak Sawit

### Struktur Buah Kelapa Sawit

Perhatikan struktur buah kelapa sawit seperti Gambar foto 5.6. Buah kelapa sawit terdiri daripada **tiga** bahagian, iaitu:

- bahagian **sabut** (mesokarp) yang mengandungi minyak sawit yang paling banyak
- bahagian **isirung** (kernel) yang mengandungi minyak isirung sawit yang paling berkualiti
- bahagian **tempurung** (endokarp) yang tidak mengandungi minyak



Gambar foto 5.6 Struktur buah kelapa sawit

### Aktiviti 5.9

Memerihalkan struktur buah kelapa sawit dan mengenal pasti aspek kuantiti minyak daripada sabut dan isirung

#### Bahan

10 biji buah kelapa sawit

#### Radas

Forceps, pisau, kanta pembesar, alat penekan, penunu Bunsen, tungku kaki tiga, kasa dawai dan jubin putih

#### Arahan

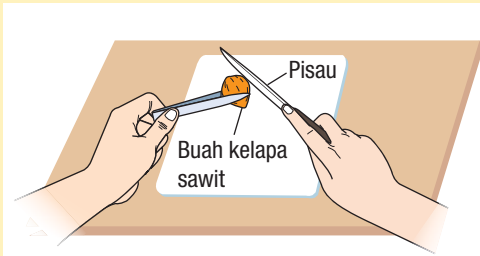
1. Letakkan sebiji buah kelapa sawit di atas jubin putih. Pegang buah kelapa sawit itu dengan menggunakan forceps dan potong buah kelapa sawit secara keratan rentas dengan menggunakan pisau (Rajah 5.19).

PAK -21

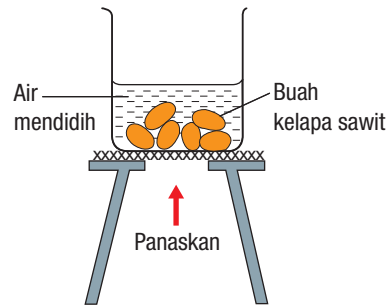
- KBMM
- Aktiviti inkuiri



- Perhatikan dan lakarkan struktur buah kelapa sawit dan labelkan bahagian dalam struktur buah kelapa sawit tersebut.
- Cuci semua buah kelapa sawit dengan air.
- Masukkan buah kelapa sawit ke dalam bikar yang berisi air dan didihkan air dan buah kelapa sawit itu selama 20 minit (Rajah 5.20).
- Keluarkan buah kelapa sawit dari bikar dengan menggunakan forseps.
- Asingkan sabut daripada tempurung buah kelapa sawit (Rajah 5.21).
- Masukkan sabut ke dalam alat penekan untuk diperah. Kumpulkan minyak sawit yang diekstrakkan daripada sabut di dalam bikar (Rajah 5.22).
- Potong tempurung buah kelapa sawit dan keluarkan isirung.
- Ulang langkah 7 dengan menggantikan sabut dengan isirung.
- Bandingkan dan bezakan kuantiti minyak yang diekstrakkan daripada sabut dan isirung. Catat kuantiti minyak yang dikumpulkan di dalam bikar.



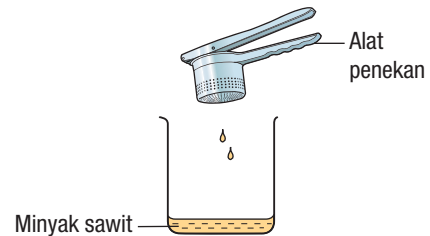
Rajah 5.19



Rajah 5.20



Rajah 5.21



Rajah 5.22

**Pemerhatian**

Lakar dan labelkan keratan rentas buah kelapa sawit.



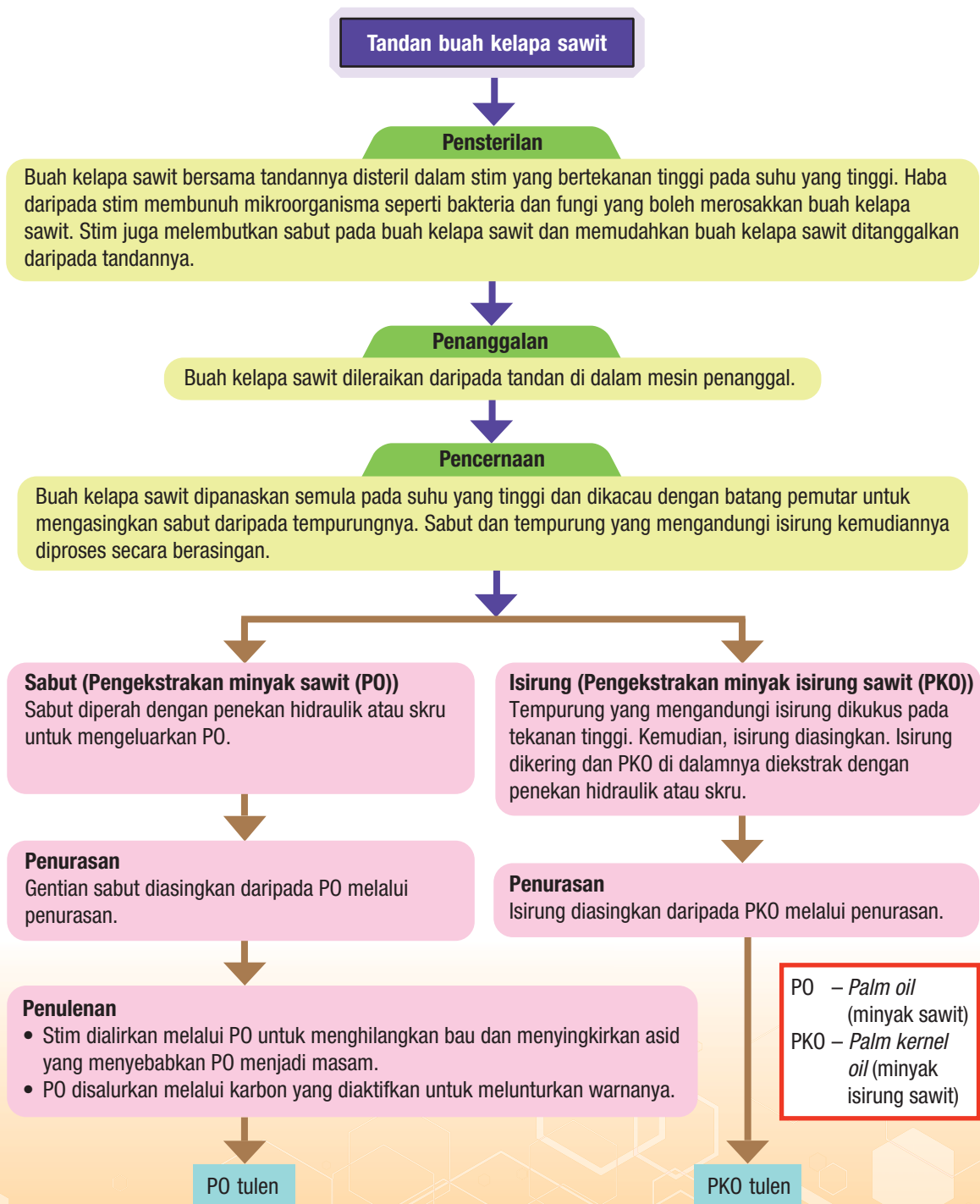
Minyak diekstrakkan daripada	Kuantiti minyak yang dikumpulkan
Sabut	
Isirung	

**Soalan**

- Apakah tujuan memanaskan buah kelapa sawit dalam air mendidih?
- Apakah perbezaan dalam kuantiti minyak yang diekstrakkan daripada sabut dan isirung?
- Nyatakan perbezaan warna antara minyak yang diekstrakkan daripada sabut dengan minyak yang diekstrak daripada isirung kelapa sawit.

## Urutan Proses Pengekstrakan Minyak Sawit secara Industri

Pengekstrakan minyak sawit secara industri lazimnya berlaku mengikut urutan proses yang berikut seperti Rajah 5.23.



Rajah 5.23 Urutan proses pengekstrakan minyak sawit secara industri

## Aktiviti 5.10

Menyediakan ulasan mengenai lawatan ke kilang pemprosesan minyak sawit atau ke Lembaga Minyak Sawit Malaysia (*Malaysian Palm Oil Board, MPOB*)

**PAK -21**

- KBMM, KIAK, KMK
- Aktiviti inkuiri

### Arahan

1. Adakan lawatan ke kilang pemprosesan minyak sawit atau ke Lembaga Minyak Sawit Malaysia (*Malaysian Palm Oil Board, MPOB*).
2. Kumpulkan dan catat maklumat tentang penerangan mengenai urutan proses pengekstrakan minyak secara industri dalam buku nota anda.
3. Berdasarkan maklumat yang telah diperoleh, buat ulasan tentang pemprosesan minyak sawit secara industri.

## Komponen dalam Minyak Sawit

Minyak sawit terdiri daripada dua bahagian, iaitu gliserol dan pelbagai jenis asid lemak (Rajah 5.24).



Rajah 5.24 Komponen minyak sawit

Minyak sawit terdiri daripada asid lemak tepu seperti asid palmitik dan asid stearik serta asid lemak tak tepu seperti asid oleik dan asid linoleik.

## Komposisi Minyak Sawit dan Minyak Sayuran Lain

Komposisi minyak sawit dan minyak sayuran lain adalah seperti Jadual 5.3.

## Aktiviti 5.11

Mengkaji perbezaan kandungan seperti gliserol dan asid lemak dalam minyak sawit dan minyak sayuran lain

**PAK -21**

KMK

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Buat carian atas talian melalui Internet untuk mengumpulkan maklumat tentang perbezaan kandungan dalam minyak sawit dan minyak sayuran lain seperti asid lemak dan gliserol.
3. Bincangkan maklumat yang telah dikumpulkan.
4. Bentangkan hasil dapatan dengan menggunakan pengurusan grafik.

**Jadual 5.3** Perbandingan dan perbezaan komposisi minyak sawit dengan minyak sayuran lain

Peratus berat bagi asid lemak (%)									
Minyak atau lemak	Nisbah lemak tak tepu/ lemak tepu	Tepu					Mono tak tepu	Poli tak tepu	
		Asid kaprik	Asid laurik	Asid miristik	Asid palmitik	Asid stearik		Asid oleik	Asid linoleik
Minyak kelapa	0.1	6	47	18	9	3	6	2	-
Minyak jagung	6.7	-	-	-	11	2	28	58	1
Minyak zaitun	4.6	-	-	-	13	3	71	10	1
Minyak sawit	1.0	-	-	1	45	4	40	10	-
Minyak isirung sawit	0.2	4	48	16	8	3	15	2	-
Minyak kacang	4.0	-	-	-	11	2	48	32	-
Minyak bijan	6.6	-	-	-	9	4	41	45	-
Minyak kacang soya	5.7	-	-	-	11	4	24	54	7

Sumber: MPOB, UCCS, NCBI dan Oil Palm Knowledge Base

## Sifat Kimia bagi Minyak Sawit

Sifat kimia bagi minyak sawit adalah seperti yang dinyatakan daripada aspek yang berikut:

(a) **Pengoksidaan**

Pengoksidaan minyak sawit berlaku apabila molekul minyak sawit bergabung dengan oksigen dalam udara ataupun daripada bahan tindak balas. Pengoksidaan minyak sawit menghasilkan radikal bebas dan sebatian yang berbahaya kepada kesihatan manusia.

(b) **Hidrolisis**

Hidrolisis berlaku dalam minyak sawit apabila molekul minyak sawit bertindak balas dengan air. Dalam proses hidrolisis, tindak balas antara minyak sawit dengan air menghasilkan gliserol dan asid lemak.

(c) **Pengesteran**

Pengesteran berlaku apabila molekul asid lemak dalam minyak sawit bertindak balas dengan alkohol untuk menghasilkan ester (metil ester), iaitu biodiesel minyak sawit.

## Proses Pengemulsian Minyak Sawit

Proses pengemulsian minyak sawit merupakan proses minyak sawit dipecahkan kepada titisan minyak sawit yang lebih kecil. Hal ini meningkatkan jumlah luas permukaan minyak. Bagaimanakah peningkatan tambahan jumlah luas permukaan minyak sawit ini mempengaruhi kadar pencernaan minyak sawit? Pengemulsian minyak sawit oleh jus hempedu adalah seperti dalam video di sebelah kanan ini.

Video

Proses pengemulsian minyak seperti minyak sawit

<http://buku-teks.com/sa5054>

(Medium: bahasa Inggeris)

## Kandungan Nutrisi dalam Minyak Sawit

Kandungan nutrisi dalam minyak sawit adalah seperti yang berikut:

(a) **Lemak**

Minyak sawit merupakan minyak yang seimbang dengan jumlah lemak tepu dan lemak tak tepu (Jadual 5.3).

(b) **Vitamin**

Minyak sawit merupakan sumber vitamin yang kaya dengan vitamin E dan vitamin A.

Malaysiaku

Pakar sains dari Lembaga Minyak Sawit Malaysia telah menjalankan pelbagai jenis kajian tentang kandungan nutrisi dalam minyak sawit.

<http://buku-teks.com/sa5055>

(Medium: bahasa Inggeris)

(c) **Bahan antioksidan**

Minyak sawit mengandungi bahan antioksidan seperti karotena dan vitamin E yang melambatkan atau menghentikan proses pengoksidaan.

(d) **Bahan-bahan dalam kandungan minyak sawit yang kurang daripada 1%**

Antara bahan lain yang terkandung dalam minyak sawit termasuklah sterol, fosfatida, triterfenik dan alkohol alifatik. Bahan-bahan ini menambah nilai nutrisi, kestabilan dan memudahkan penapisan minyak.

## Penggunaan Minyak Sawit dalam Bidang Penjagaan Kesihatan dan Makanan

Selain kandungan lemak tepu dan lemak tak tepu yang seimbang, minyak sawit mengandungi nutrien yang banyak yang sesuai dijadikan pelbagai jenis makanan seperti minyak masak, minyak sayuran, marjerin dan coklat.

Minyak sawit juga digunakan untuk membuat bahan bukan makanan (Gambar foto 5.7).



Gambar foto 5.7 Contoh produk yang berasaskan minyak sawit

### Aktiviti 5.12

Mengkaji penggunaan produk berasaskan minyak sawit serta kesannya terhadap kesihatan manusia

**PAK -21**

- KMK
- Aktiviti perbincangan

**Arahan**

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Buat carian atas talian melalui Internet untuk mengumpulkan maklumat tentang penggunaan produk berasaskan minyak sawit dalam:  
(a) ubat-ubatan      (b) pembedahan plastik      (c) kosmetik      (d) prostetik
3. Bincangkan maklumat yang telah dikumpulkan. Berikan sebab mengapa penggunaan produk berasaskan minyak sawit dan kesannya terhadap kesihatan manusia perlu diwajarkan.
4. Bentangkan hasil dapatan dengan menggunakan pengurusan grafik atau persembahan multimedia.

## Penghasilan Sabun

Sabun yang merupakan garam asid lemak lazimnya dihasilkan melalui tindak balas antara minyak sawit dengan alkali pekat (larutan natrium hidroksida pekat atau larutan kalium hidroksida pekat) seperti persamaan perkataan yang berikut:



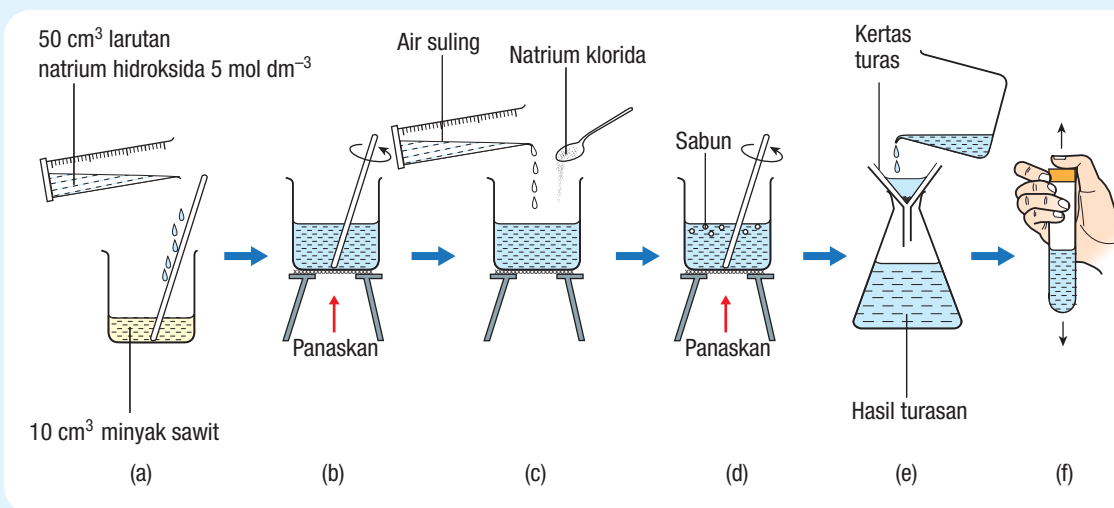
### Keusahawanan

Perniagaan membuat sabun boleh dijalankan di rumah. Bahan-bahan yang digunakan termasuklah bahan-bahan asli, ekstrak buah-buahan asli dan pewangi yang merupakan bekalan aroma yang diiktiraf untuk pembuatan sabun organik.



### Eksperimen 5.1

- Tujuan:** Untuk menghasilkan sabun melalui proses saponifikasi
- Pernyataan masalah:** Bagaimanakah sabun dihasilkan?
- Bahan:** Minyak sawit, larutan natrium hidroksida pekat  $5 \text{ mol dm}^{-3}$ , air suling, natrium klorida, kertas turas, kertas limus merah dan biru
- Radas:** Bikar, silinder penyukat, rod kaca, penunu Bunsen, tungku kaki tiga, kasa dawai, corong turas, kaki retort, spatula, tabung uji dan kelalang kon
- Prosedur:**



Rajah 5.25 Proses penghasilan sabun

- Sukat dan tuang  $10 \text{ cm}^3$  minyak sawit ke dalam bikar yang bersih dengan menggunakan silinder penyukat.
- Sukat dan tuang  $50 \text{ cm}^3$  larutan natrium hidroksida pekat  $5 \text{ mol dm}^{-3}$  ke dalam bikar tersebut (Rajah 5.25(a)). Perhatikan dan catat perubahan pada campuran di dalam bikar.
- Kacau dan didihkan campuran di dalam bikar selama 5 minit (Rajah 5.25(b)). Perhatikan dan catat perubahan pada campuran di dalam bikar selepas pemanasan.

4. Hentikan pemanasan campuran. Sukat dan tuang 50 cm<sup>3</sup> air suling serta tiga spatula natrium klorida ke dalam larutan di dalam bikar (Rajah 5.25(c)). Perhatikan dan catat perubahan pada campuran di dalam bikar.
5. Kacau dan didihkan campuran di dalam bikar sekali lagi selama 5 minit (Rajah 5.25(d)).
6. Turaskan hasil campuran di dalam bikar (Rajah 5.25(e)).
7. Bilas baki turasan dengan air suling dan keringkannya.
8. Goncangkan baki turasan yang kering dengan sedikit air di dalam tabung uji. Perhatikan dan catat perubahan pada baki turasan yang digoncangkan dengan air dan sifatnya apabila disentuh dengan jari (Rajah 5.25(f)).
9. Uji campuran baki turasan dan air dengan kertas litmus merah dan biru. Perhatikan dan catat perubahan warna, jika ada, pada kertas litmus merah dan biru.

#### Pemerhatian:

Catatkan pemerhatian anda untuk prosedur 2, 3, 4, 8 dan 9.

#### Kesimpulan:

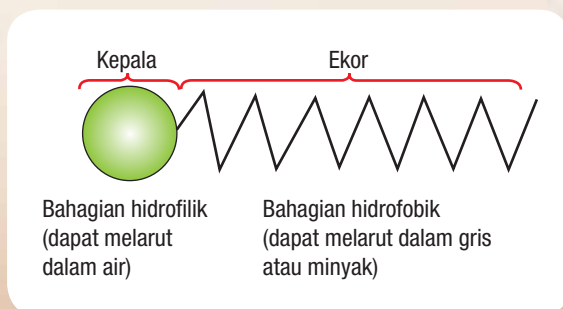
Apakah kesimpulan eksperimen ini?

## Komponen Molekul Sabun dan Tindakan Pencucian Sabun

### Komponen Molekul Sabun

Molekul sabun terdiri daripada **dua** bahagian (Rajah 5.26), iaitu:

- (a) bahagian '**kepala**' atau **hidrofilik**, iaitu bahagian yang dapat melarut di dalam air, yang terdiri daripada kumpulan ionik.
- (b) bahagian '**ekor**' atau **hidrofobik**, iaitu bahagian yang tidak dapat melarut dalam air tetapi dapat melarut dalam minyak atau gris. Bahagian ini yang terdiri daripada rantai hidrokarbon.



**Rajah 5.26** Struktur molekul sabun

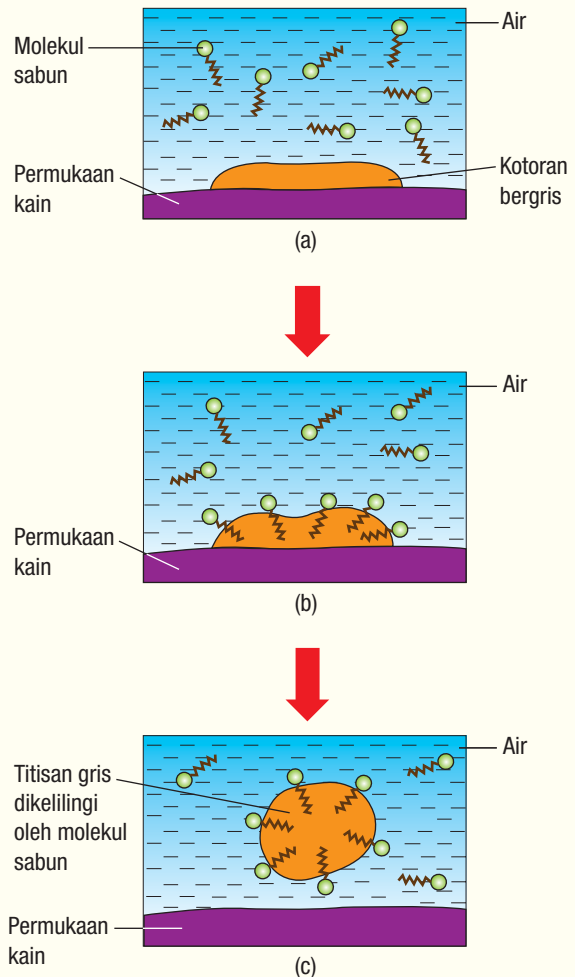
Mengapakah sabun dapat melarut dalam air dan juga minyak atau gris?



## Tindakan Pencucian Sabun

Tindakan pencucian sabun adalah seperti yang berikut:

- apabila sabun melarut di dalam air, tegangan permukaan air akan dikurangkan. Oleh itu, permukaan kain dibasahi oleh air sabun secara menyeluruh.
- bahagian ekor molekul sabun yang hidrofobik akan melarut dan melekat dalam kotoran bergris pada permukaan kain manakala bahagian hidrofilik melarut di dalam air (Rajah 5.27(a) dan (b)).
- tindakan menggosok atau memberus kain akan menanggalkan kotoran bergris daripada permukaan kain untuk menjadi titisan gris yang dikelilingi oleh molekul sabun dan terampai di dalam air sabun (Rajah 5.27(c)).
- buih-buih sabun yang dihasilkan oleh air sabun memerangkap titisan gris di dalam air sabun. Apabila air sabun dan buih dibuang semasa membilas, kotoran bergris turut dibuang bersama. Dengan cara ini, sabun menanggalkan kotoran bergris dan membersihkan kain.



Rajah 5.27 Tindakan pencucian sabun

## Pengurusan Lestari dan Kepentingannya dalam Industri Kelapa Sawit

Skop pengurusan lestari dan kepentingannya dalam industri kelapa sawit termasuklah:

- Penggunaan tanah**  
Penanaman semula dijalankan untuk mengoptimumkan penggunaan tanah.
- Air sisa**  
Air kumbahan kilang minyak sawit (*Palm oil mill effluent*, POME) (Gambar foto 5.8) yang dihasilkan daripada proses pensterilan dijadikan baja organik dan bahan tenaga biogas.

(c) **Kualiti udara**

Kualiti udara meningkat apabila karbon dioksida diserap dan oksigen dibebaskan oleh pokok kelapa sawit semasa menjalankan fotosintesis.

(d) **Sisa kelapa sawit**

Pengurusan industri kelapa sawit yang lestari lazimnya mengamalkan konsep sifar sisa (*zero waste*) dengan menukarkan sisa kelapa sawit kepada pelbagai jenis produk yang berguna (Rajah 5.28).



**Gambar foto 5.8** POME dari kilang minyak sawit



Pelepah dijadikan baja



Batang pokok sebagai bahan gantian kayu



Tandan kosong dijadikan kompos

**Jenis biojisim (Sisa kelapa sawit)**



Tempurung dibakar untuk mendidihkan air



Sabut dijadikan permaidani dan tekstil



POME dijadikan biogas dan baja

**Rajah 5.28** Aplikasi konsep sifar sisa (*zero waste*) dalam industri kelapa sawit

## Aktiviti 5.13

Menjalankan perdebatan atau forum tentang pengurusan yang cekap dalam industri kelapa sawit untuk menyanggah pandangan negatif negara Barat mengenai minyak sawit tempatan

### PAK -21

- KMK, KIAK, KBMM
- Aktiviti perdebatan

#### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang pandangan negatif negara barat mengenai minyak sawit tempatan.

#### Contoh pandangan negatif

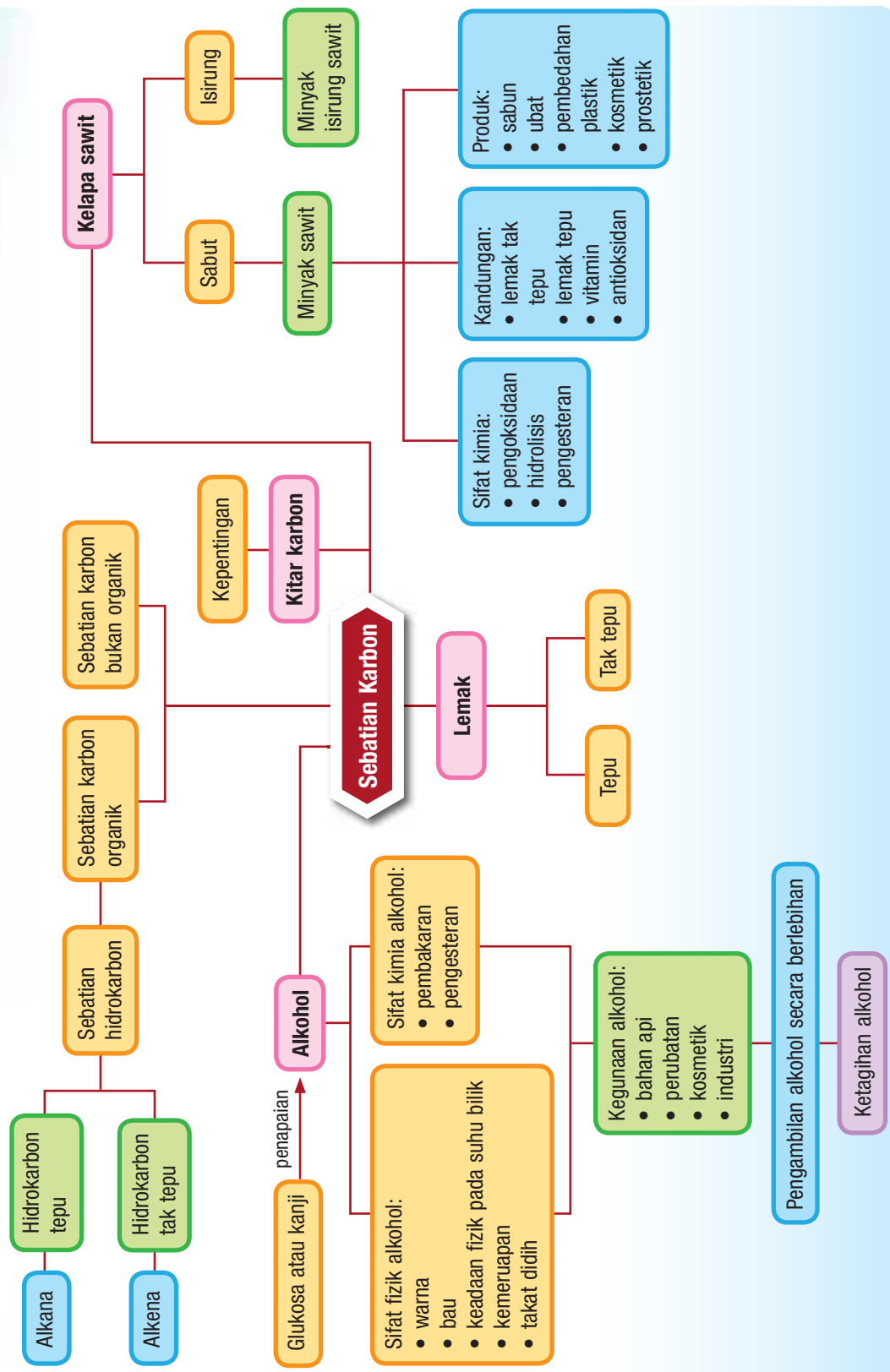
Industri kelapa sawit telah dihubungkan dengan penebangan hutan sedunia. Hal ini berlaku apabila hutan dibakar dan dijadikan tanah pertanian untuk menanam pokok kelapa sawit.

3. Bincangkan dan janakan idea pengurusan yang lestari untuk menyanggah pandangan negatif negara Barat mengenai minyak sawit tempatan. Skop perbincangan termasuklah:
  - (a) penggunaan tanah
  - (b) air sisa
  - (c) kualiti udara
  - (d) sisa kelapa sawit
4. Jalankan perbahasan atau forum untuk membincangkan tajuk ini.

## Praktis Formatif 5.5

1. Namakan minyak yang diekstrakkan daripada bahagian buah kelapa sawit yang berikut:
  - (a) sabut
  - (b) isirung
2. Mengapakah buah kelapa sawit distim sebelum minyak diekstrak daripadanya?
3. Apakah bahan tindak balas yang bertindak balas dengan minyak sawit dalam proses yang berikut?
  - (a) Hidrolisis
  - (b) Pengesteran
4. Namakan **dua** bahan antioksidan yang terkandung dalam minyak sawit.

# Rumusan





## Refleksi Kendiri

Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

### 5.1 Pengenalan Sebatian Karbon

- Mengenal pasti sebatian karbon dalam alam.
- Menjelaskan kepentingan kitar karbon.

### 5.2 Hidrokarbon

- Memeriksa sebatian hidrokarbon dan menerangkan bagaimana sebatian hidrokarbon diperolehi daripada sumber semula jadi.
- Menamakan ahli kumpulan homolog alkana dan alkena dari karbon 1 hingga karbon 6.
- Berkomunikasi tentang sumber tenaga alternatif dan tenaga boleh baharu dalam kehidupan harian.

### 5.3 Alkohol

- Memeriksa proses penyediaan alkohol.
- Mengenal pasti sifat fizik dan sifat kimia alkohol.
- Berkomunikasi tentang kegunaan alkohol dalam kehidupan harian.
- Berkomunikasi tentang kesan pengambilan alkohol secara berlebihan.

### 5.4 Lemak

- Menyatakan kandungan lemak serta sumbernya.
- Membandingkan beza antara lemak tepu dengan lemak tak tepu.
- Menjelaskan dengan memberikan contoh kesan pengambilan makanan yang mengandungi lemak berlebihan terhadap kesihatan.

### 5.5 Minyak sawit

- Memeriksa struktur buah kelapa sawit.
- Mengenal pasti aspek kuantiti minyak daripada sabut dan isirung.
- Menerangkan urutan proses pengekstrakan minyak sawit secara industri.
- Memeriksa komponen dalam minyak sawit.
- Membandingkan dan membezakan komposisi minyak sawit dengan minyak sayuran lain.
- Menyatakan sifat kimia bagi minyak sawit.
- Menerangkan proses pengemulsian bagi minyak sawit.
- Menyenaraikan kandungan nutrisi dalam minyak sawit.
- Mewajarkan penggunaan minyak sawit dalam bidang penjagaan kesihatan dan makanan.
- Menjalankan eksperimen menghasilkan sabun melalui proses saponifikasi.
- Berkomunikasi mengenai tindakan pencucian sabun.
- Menjanakan idea pengurusan yang lestari dan kepentingannya dalam industri kelapa sawit.



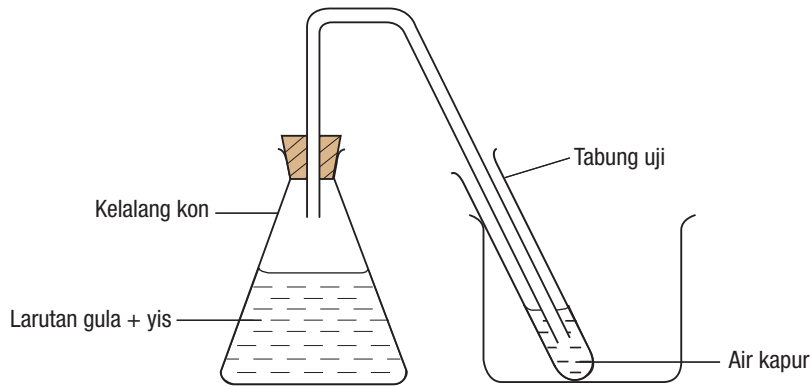
## Praktis Sumatif 5

Kuiz  
<http://buku-teks.com/sa5056>



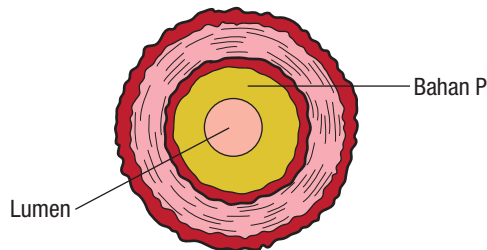
Jawab soalan yang berikut:

1. Rajah 1 menunjukkan satu eksperimen untuk mengkaji proses penyediaan bagi sejenis sebatian karbon.



Rajah 1

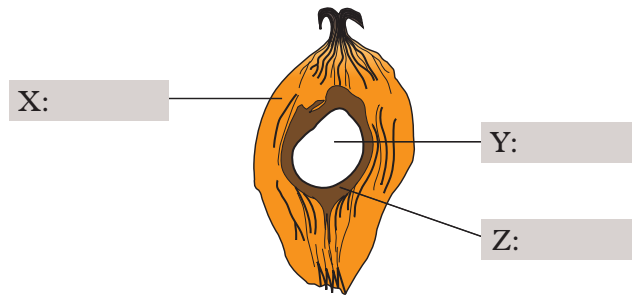
- (a) Namakan proses dalam Rajah 1.
  - (b) Apakah jenis sebatian karbon yang disediakan?
  - (c) Nyatakan pemerhatian anda pada air kapur.
  - (d) Nyatakan inferens bagi jawapan dalam 1(c).
2. Rajah 2 menunjukkan keratan rentas satu arteri yang tersumbat dengan bahan P yang menjadikan lumen arteri sempit dan mengganggu atau menyekat aliran darah.



Rajah 2

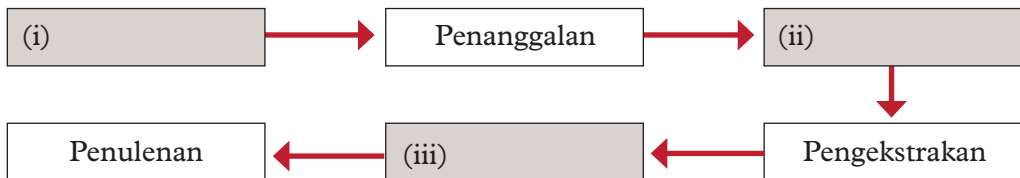
- (a) Namakan keadaan ini.
- (b) Namakan bahan P.
- (c) Apakah kelas makanan yang menyebabkan arteri tersumbat?
- (d) Cadangkan **dua** cara untuk mengelakkan arteri daripada tersumbat.

3. Rajah 3 menunjukkan keratan rentas sebiji buah kelapa sawit.



Rajah 3

- (a) Namakan bahagian yang berlabel X, Y dan Z.
- (b) Namakan jenis minyak yang diekstrak daripada bahagian X dan Y.
- (c) Lengkapkan carta alir bagi proses pengekstrakan minyak sawit.



- (d) Berikan **tiga** alasan mengapa minyak sawit sesuai dipilih sebagai minyak masak.



### Praktis Pengayaan

4. Andaikan anda ditugaskan untuk membina sebuah kilang minyak sawit baharu yang akan beroperasi berdasarkan konsep sifar sisa (*zero waste*).



Rajah 4

Bina satu pengurusan grafik yang menunjukkan bagaimana konsep sifar sisa diaplikasikan dalam industri kelapa sawit seperti penukaran sisa kelapa sawit menjadi biojisim sawit. 🧠

**Nyatakan tiga kegunaan elektrolisis.**

**Namakan proses yang digunakan dalam pengolahan air sisa dengan mengaplikasikan elektrolisis.**

**Berikan satu contoh buah dan satu contoh bahagian tumbuhan yang dapat digunakan untuk membina sel kimia yang menghasilkan tenaga elektrik.**

**Marilah kita mengkaji**

- Sel elektrolitik
- Sel kimia



Kejayaan dalam bidang automobil elektrik seperti kereta elektrik berkait rapat dengan perkembangan dan kemajuan teknologi bateri.

Antara sifat bateri kereta yang unggul termasuklah keupayaan menghasilkan dan menyimpan tenaga yang banyak, kadar mengecas bateri yang lebih tinggi, tahan lama, ringan dan selamat digunakan pada suhu tinggi atau rendah tanpa meletup. Apakah kelebihan bateri yang dipasang pada kereta elektrik?



Mengecas bateri kereta elektrik



Bateri ion litium kereta elektrik



### **Kata Kunci**

- Sel elektrokimia
- Sel elektrolitik
- Sel kimia
- Elektrolisis
- Anod
- Katod
- Anion
- Kation
- Elektrod
- Elektrolit
- Bukan elektrolit
- Sebatian ion
- Siri elektrokimia
- Jenis elektrod
- Pengekstrakan logam
- Penulenan logam
- Penyaduran logam
- Elektro-penggumpalan



# 6.1

## Sel Elektrolitik

**Elektrokimia** merupakan kajian dalam bidang kimia tentang hubung kait antara fenomena **elektrik** dengan **kimia** seperti yang berlaku dalam dua jenis **sel elektrokimia** yang berikut:

(a) **Sel elektrolitik**

Dalam sel elektrolitik, arus elektrik mengalir melalui suatu elektrolit untuk menghasilkan tindak balas kimia. Tenaga elektrik ditukar menjadi tenaga kimia melalui proses **elektrolisis**.

(b) **Sel kimia** (sel voltan atau sel galvani)

Dalam sel kimia, perubahan kimia yang berlaku dalam sel menghasilkan arus elektrik. Tenaga kimia ditukar menjadi tenaga elektrik dalam sel tersebut.

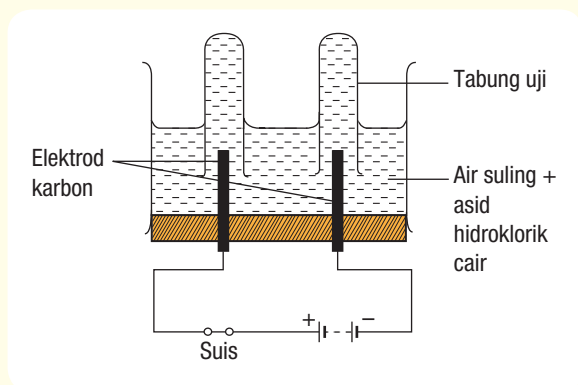
### Elektrolisis

Anda telah mempelajari elektrolisis yang digunakan untuk menentukan komposisi unsur dalam molekul air di Tingkatan 2 dengan menggunakan **sel elektrolitik** (Rajah 6.1).

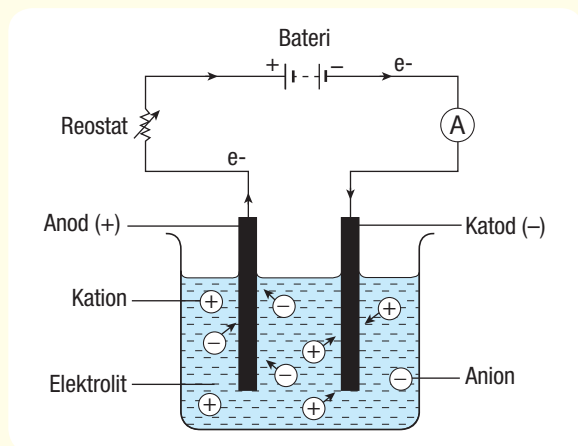
**Elektrolisis** ialah proses penguraian sesuatu sebatian dalam keadaan leburan atau akueus kepada unsur zujuknya apabila arus elektrik mengalir melaluinya. Apakah sebatian yang diuraikan dan unsur zujuk yang dihasilkan dalam proses elektrolisis (Rajah 6.1)?

**Sel elektrolitik** terdiri daripada:

- **sumber elektrik** seperti bateri
- **anod** yang merupakan elektrod yang disambungkan pada terminal positif sumber elektrik
- **katod** yang merupakan elektrod yang disambungkan pada terminal negatif sumber elektrik
- **elektrolit** yang mengandungi ion bercas positif (kation) dan ion bercas negatif (anion) (Rajah 6.2)



Rajah 6.1 Sel elektrolitik



Rajah 6.2 Sel elektrolitik

## Sumber Elektrik

**Sumber elektrik** dalam sel elektrolisis berfungsi untuk menghasilkan arus elektrik bagi menjalankan elektrolisis. Elektrolisis tidak akan berlaku jika tiada arus elektrik yang mengalir melalui elektrolit.

## Elektrod

**Elektrod** ialah konduktor elektrik yang disambungkan pada bateri dan membolehkan arus elektrik masuk atau keluar elektrolit semasa proses elektrolisis. Elektrod yang disambung pada terminal positif sumber elektrik dikenali sebagai **anod** manakala elektrod yang disambung pada terminal negatif sumber elektrik dikenali sebagai **katod**.

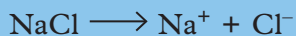
## Elektrolit

Bahan yang dapat mengalirkan arus elektrik dalam keadaan leburan atau akueus dan mengalami perubahan kimia dikenali sebagai **elektrolit**. Bahan yang tidak dapat mengalirkan arus elektrik dalam keadaan leburan atau akueus pula dikenali sebagai **bukan elektrolit**.

**Jadual 6.1** Contoh-contoh elektrolit dan bukan elektrolit

Contoh elektrolit	Contoh bukan elektrolit
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leburan plumbum(II) bromida, <math>\text{PbBr}_2</math></li> <li>• Leburan natrium klorida, <math>\text{NaCl}</math></li> <li>• Larutan natrium hidroksida, <math>\text{NaOH}</math></li> <li>• Larutan kuprum(II) sulfat, <math>\text{CuSO}_4</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naftalena, <math>\text{C}_{10}\text{H}_8</math></li> <li>• Asetamida, <math>\text{CH}_3\text{CONH}_2</math></li> <li>• Larutan glukosa, <math>\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6</math></li> <li>• Etanol, <math>\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}</math></li> </ul>

Elektrolit merupakan sebatian ion dalam keadaan leburan atau akueus yang terdiri daripada ion positif, **kation** dan ion negatif, **anion**. Contohnya, natrium klorida ialah elektrolit yang merupakan sebatian ion yang terdiri daripada ion natrium,  $\text{Na}^+$  (ion yang bercas positif) dan ion klorida,  $\text{Cl}^-$  (ion yang bercas negatif).



## Aktiviti 6.1

Melukis dan melabel struktur sel elektrolitik

**PAK -21**

• KBMM

### Arahan

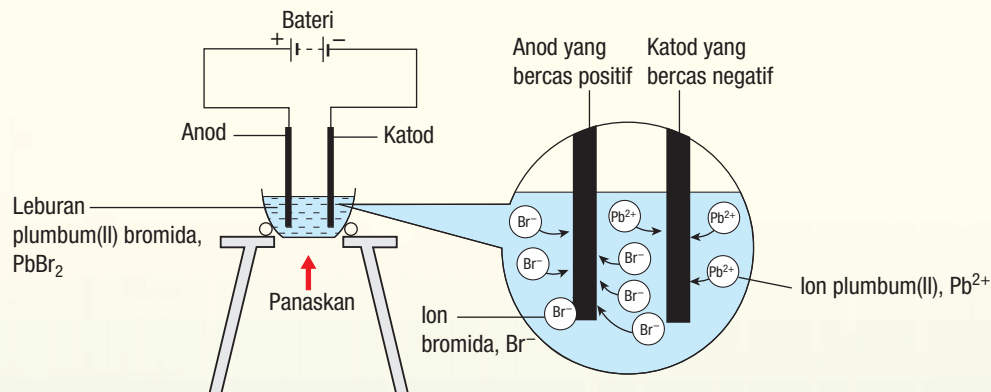
1. Jalankan aktiviti ini secara individu.
2. Lukis dan label sel elektrolitik dalam Rajah 6.1. Antara bahagian yang perlu dilabelkan termasuklah:
  - (a) anod
  - (b) katod
  - (c) elektrolit
3. Persembahkan lukisan sel elektrolitik yang berlabel tersebut kepada kelas.

## Proses Elektrolisis

Semasa proses elektrolisis,

- ion bercas positif (kation) bergerak ke katod (elektrod negatif)
- ion bercas negatif (anion) bergerak ke anod (elektrod positif)

Contohnya, sewaktu elektrolisis leburan plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$ , ion plumbum(II) yang bercas positif,  $\text{Pb}^{2+}$ , bergerak ke katod yang bercas negatif manakala ion bromida yang bercas negatif,  $\text{Br}^-$ , bergerak ke anod yang bercas positif (Rajah 6.3).



**Rajah 6.3** Pergerakan ion ke elektrod semasa elektrolisis leburan plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$

Elektrolit tidak dapat mengalirkan elektrik dalam keadaan pepejal kerana tiada ion yang bebas bergerak untuk mengalirkan elektrik.



### Eksperimen 6.1

**Tujuan:**

Untuk mengkaji proses elektrolisis sebatian ion dalam keadaan pepejal, leburan dan akueus

**Pernyataan masalah:**

Bolehkah sebatian ion dalam keadaan pepejal, leburan dan akueus menjalankan proses elektrolisis?

**Hipotesis:**

1. Sebatian ion dalam keadaan leburan dan akueus dapat menjalani proses elektrolisis.
2. Sebatian ion dalam keadaan pepejal tidak dapat menjalani proses elektrolisis.

**Pemboleh ubah:**

- (a) dimanipulasikan : Keadaan sebatian ion, iaitu pepejal, leburan atau akueus
- (b) bergerak balas : Keadaan mentol
- (c) dimalarkan : Jenis elektrod

**Bahan:**

Pepejal plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$  dan larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ ,  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$

**Radas:**

Bateri, elektrod karbon, wayar penyambung dengan klip buaya, mangkuk pijar, tungku kaki tiga, segi tiga tanah liat, penunu Bunsen, suis, bikar, mentol, sel elektrolitik, spatula dan tabung uji

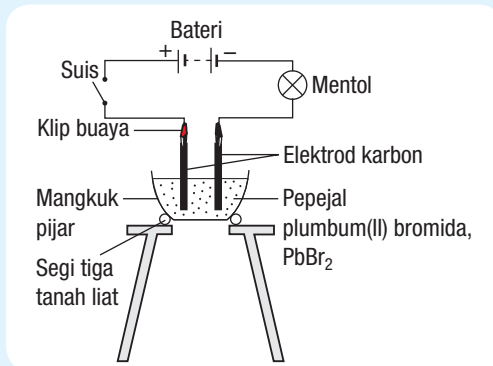
**Prosedur:****A** Elektrolisis bagi sebatian ion dalam keadaan pepejal dan leburan

Demonstrasi oleh guru (dijalankan di dalam kebuk wasap)

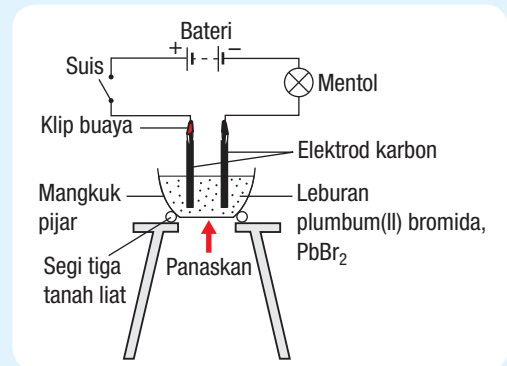
1. Masukkan serbuk pepejal plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$ , ke dalam mangkuk pijar yang kering sehingga separuh penuh.
2. Letakkan mangkuk pijar itu di atas segi tiga tanah liat pada tungku kaki tiga (Rajah 6.4).
3. Lengkapkan litar dengan menyambungkan elektrod karbon, suis, bateri dan mentol dengan wayar penyambung dan klip buaya.
4. Hidupkan suis. Perhatikan dan catat perubahan yang berlaku pada mentol.
5. Panaskan pepejal plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$ , sehingga melebur (Rajah 6.5).
6. Ulang langkah 3 dan 4.

**AWAS!**

Gas bromin merupakan gas beracun. Jangan menghidu gas bromin.



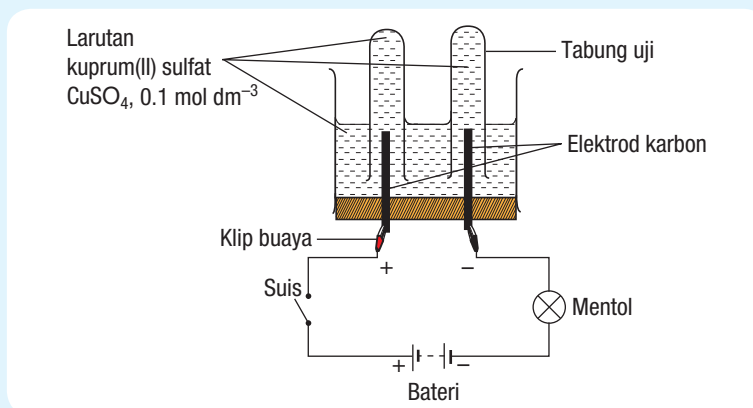
**Rajah 6.4** Elektrolisis pepejal plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$



**Rajah 6.5** Elektrolisis leburan plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$

**B** Elektrolisis bagi sebatian ion dalam keadaan akueus

1. Sediakan susunan radas dengan sel elektrolitik diisi dengan larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ ,  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga separuh penuh dan dua tabung uji yang diisi dengan larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ ,  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga penuh (Rajah 6.6).



**Rajah 6.6**

2. Hidupkan suis selama 5 minit. Perhatikan dan catat perubahan yang berlaku pada mentol.

### Pemerhatian:

Bahan	Keadaan mentol	Inferens
Pepejal plumbum(II) bromida, $\text{PbBr}_2$		
Leburan plumbum(II) bromida, $\text{PbBr}_2$		
Larutan kuprum(II) sulfat, $\text{CuSO}_4$ , $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$		

### Kesimpulan:

Adakah hipotesis diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

### Soalan:

1. Mengapakah elektrolisis bagi leburan plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$ , perlu dijalankan di dalam bekuk wasap?
2. Apakah tujuan mentol disambungkan pada sel elektrolisis?
3. Mengapakah elektrolisis tidak berlaku dalam sebatian ion yang berkeadaan pepejal?

## Faktor yang Mempengaruhi Hasil Elektrolisis

Tiga faktor yang mempengaruhi pemilihan ion untuk dinyahcas pada elektrod bagi elektrolisis larutan akueus ialah:

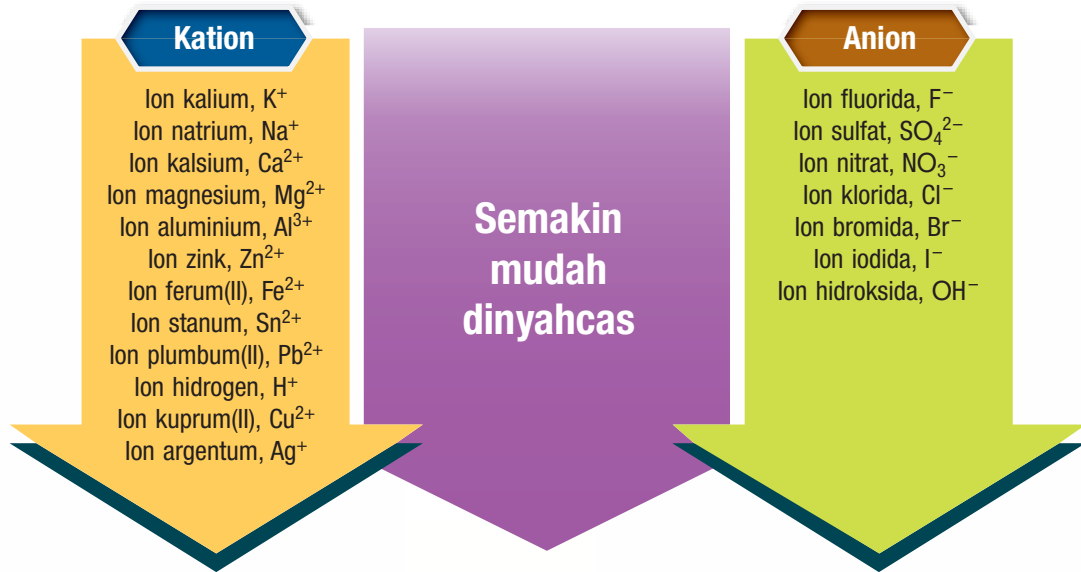
- kedudukan ion dalam siri elektrokimia
- kepekatan elektrolit
- jenis elektrod

### Info Sains

Apabila ion positif dinyahcas, ion akan menerima elektron, menjadi neutral dan membentuk atom atau molekul. Apabila ion negatif dinyahcas, ion akan menderma elektron, menjadi neutral dan membentuk atom atau molekul.

## Kedudukan Ion dalam Siri Elektrokimia

Dalam siri elektrokimia, logam-logam disusun mengikut kecenderungan atomnya untuk menderma elektron. Semakin tinggi kedudukan sesuatu logam dalam siri elektrokimia, semakin mudah atom logam tersebut menderma elektron. Rajah 6.7 menunjukkan susunan ion mengikut kecenderungannya untuk dinyahcas dalam siri elektrokimia.



**Rajah 6.7** Susunan ion mengikut kecenderungannya untuk dinyahcas dalam siri elektrokimia

Ion-ion yang berada di bahagian bawah siri elektrokimia lebih cenderung untuk dinyahcas.

### Contoh 1

#### Elektrolisis larutan natrium sulfat

- (a) Ion-ion yang hadir dalam larutan natrium sulfat semasa elektrolisis ialah ion natrium, ion sulfat, ion hidrogen dan ion hidroksida.
- (b) **Katod (elektrod negatif)**
  - (i) Menarik ion-ion positif, iaitu ion natrium dan ion hidrogen
  - (ii) Ion hidrogen dipilih untuk dinyahcas kerana ion hidrogen kurang elektropositif berbanding dengan ion natrium
  - (iii) Gas hidrogen terhasil pada katod
- (c) **Anod (elektrod positif)**
  - (i) Menarik ion-ion negatif, iaitu ion sulfat dan ion hidroksida
  - (ii) Ion hidroksida dipilih untuk dinyahcas kerana ion hidroksida kurang elektronegatif berbanding dengan ion sulfat
  - (iii) Gas oksigen terhasil pada anod

## Contoh 2

### Elektrolisis larutan kuprum(II) sulfat

- (a) Ion-ion yang hadir dalam larutan kuprum(II) sulfat semasa elektrolisis ialah ion kuprum(II), ion sulfat, ion hidrogen dan ion hidroksida.
- (b) **Katod (elektrod negatif)**
- Menarik ion-ion positif, iaitu ion kuprum(II) dan ion hidrogen
  - Ion kuprum(II) dipilih untuk dinyahcas kerana ion kuprum(II) kurang elektropositif berbanding dengan ion hidrogen
  - Kuprum terenalap pada katod
- (c) **Anod (elektrod positif)**
- Menarik ion-ion negatif, iaitu ion sulfat dan ion hidroksida
  - Ion hidroksida dipilih untuk dinyahcas kerana ion hidroksida kurang elektronegatif berbanding dengan ion sulfat
  - Gas oksigen terhasil pada anod



## Eksperimen 6.2

**Tujuan:** Untuk mengkaji kesan kedudukan ion dalam siri elektrokimia terhadap pemilihan jenis ion untuk dinyahcas pada elektrod

**Pernyataan masalah:** Bagaimanakah kedudukan ion dalam siri elektrokimia mempengaruhi pemilihan jenis ion untuk dinyahcas pada elektrod?

**Hipotesis:** Semakin rendah kedudukan ion dalam siri elektrokimia, semakin mudah ion itu dinyahcas.

**Pemboleh ubah:**

(a) dimanipulasikan : Kedudukan ion dalam siri elektrokimia

(b) bergerak balas : Hasil pada elektrod

(c) dimalarkan : Kepekatan elektrolit dan jenis elektrod

**Bahan:** Larutan magnesium nitrat,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ , larutan natrium sulfat,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  dan kayu uji

**Radas:** Bateri, elektrod karbon, wayar penyambung dengan klip buaya, sel elektrolitik, ammeter, tabung uji dan suis

Kation	Anion
$\text{K}^+$	$\text{F}^-$
$\text{Na}^+$	$\text{SO}_4^{2-}$
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{NO}_3^-$
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Cl}^-$
$\text{Al}^{3+}$	$\text{Br}^-$
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{I}^-$
$\text{Fe}^{2+}$	$\text{OH}^-$
$\text{Sn}^{2+}$	
$\text{Pb}^{2+}$	
$\text{H}^+$	
$\text{Cu}^{2+}$	
$\text{Ag}^+$	

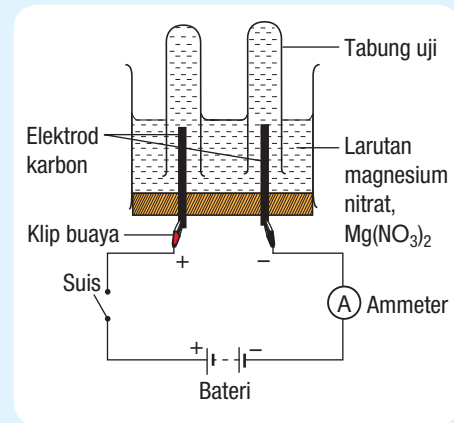
Semakin mudah dinyahcas

**Rajah 6.8** Susunan ion mengikut kecenderungannya untuk dinyahcas dalam siri elektrokimia



**Prosedur:**

1. Sediakan susunan radas dengan sel elektrolitik diisi dengan larutan magnesium nitrat,  $Mg(NO_3)_2$ ,  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga separuh penuh.
2. Isi dua tabung uji dengan larutan magnesium nitrat,  $Mg(NO_3)_2$ ,  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga penuh dan telangkupkan kedua-dua buah tabung uji tersebut dalam sel elektrolitik (Rajah 6.9).
3. Hidupkan suis. Perhatikan dan catat perubahan yang berlaku pada anod dan katod.
4. Matikan suis apabila tabung uji diisi dengan gas yang terbebas dari elektrod sehingga hampir penuh.
5. Uji gas yang terbebas dengan menggunakan kayu uji berbara dan kayu uji bernyala.
6. Perhatikan dan catat hasil ujian gas.
7. Ulang langkah 1 hingga 6 dengan menggantikan larutan magnesium nitrat,  $Mg(NO_3)_2$ , dengan larutan natrium sulfat,  $Na_2SO_4$ .



**Rajah 6.9**

**Info Sains**

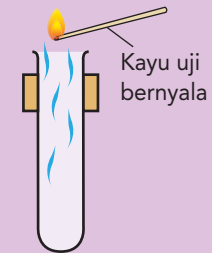
**Ujian kayu uji berbara (ujian gas oksigen)**

- Masukkan sebatang kayu uji berbara ke dalam tabung uji yang berisi gas.
- Jika kayu uji berbara bernyala semula, gas di dalam tabung uji ialah oksigen.



**Ujian kayu uji bernyala (ujian gas hidrogen)**

- Dekatkan sebatang kayu uji bernyala ke mulut tabung uji berisi gas.
- Jika gas meletup dengan bunyi 'pop', gas di dalam tabung uji ialah hidrogen.



**Pemerhatian:**

Elektrolit	Ujian gas yang terbebas pada	
	anod	katod
Larutan magnesium nitrat, $Mg(NO_3)_2$	Ujian kayu uji berbara: .....	Ujian kayu uji berbara: .....
	Ujian kayu uji bernyala: .....	Ujian kayu uji bernyala: .....
Larutan natrium sulfat, $Na_2SO_4$	Ujian kayu uji berbara: .....	Ujian kayu uji berbara: .....
	Ujian kayu uji bernyala: .....	Ujian kayu uji bernyala: .....

**Kesimpulan:**

Adakah hipotesis diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

### Soalan:

1. Namakan ion yang terkandung dalam larutan yang berikut:
  - (a) larutan magnesium nitrat,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
  - (b) larutan natrium sulfat,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
2. Berdasarkan pemerhatian anda dalam Eksperimen 6.2, namakan gas yang terhasil pada anod dan katod bagi setiap elektrolit dalam jadual di bawah.

Elektrolit	Hasil terbentuk pada	
	anod	katod
Larutan magnesium nitrat, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$		
Larutan natrium sulfat, $\text{Na}_2\text{SO}_4$		

3. Namakan ion yang dipilih untuk dinyahcas pada anod dan katod bagi setiap elektrolit dalam jadual di bawah.

Elektrolit	Ion yang dipilih untuk dinyahcas pada	
	anod	katod
Larutan magnesium nitrat, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$		
Larutan natrium sulfat, $\text{Na}_2\text{SO}_4$		

## Kepekatan Elektrolit

Kepekatan ion dalam elektrolit juga mempengaruhi pemilihan ion untuk dinyahcas. Ion negatif yang lebih pekat dalam elektrolit adalah lebih cenderung dipilih untuk dinyahcas pada anod. Namun begitu, ion positif yang dipilih untuk dinyahcas pada katod masih dipengaruhi oleh kedudukan ion positif yang berkenaan dalam siri elektrokimia.

### Contoh

#### **Elektrolisis larutan natrium klorida pekat dan larutan natrium klorida cair**

- (a) Ion-ion yang hadir dalam larutan natrium klorida pekat atau cair semasa elektrolisis adalah ion natrium, ion klorida, ion hidrogen dan ion hidroksida.
- (b) **Katod (elektrod negatif)**
  - (i) Menarik ion-ion positif, iaitu ion natrium dan ion hidrogen
  - (ii) Ion hidrogen dipilih untuk dinyahcas kerana ion hidrogen kurang elektropositif berbanding dengan ion natrium
  - (iii) Gas hidrogen terhasil pada katod
- (c) **Anod (elektrod positif)**
  - (i) Menarik ion-ion negatif, iaitu ion klorida dan ion hidroksida
  - (ii) Ion negatif yang dinyahcas pada anod dipengaruhi oleh kepekatan ion negatif dalam elektrolit seperti yang berikut:

- kepekatan ion klorida adalah lebih tinggi berbanding kepekatan ion hidroksida dalam larutan natrium klorida pekat seperti larutan natrium klorida  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$ , maka, ion klorida akan dipilih untuk dinyahcas walaupun kedudukan ion klorida adalah lebih tinggi daripada ion hidroksida dalam siri elektrokimia. Gas klorin terhasil pada anod.
- kepekatan ion klorida adalah lebih rendah berbanding kepekatan ion hidroksida dalam larutan natrium klorida cair seperti larutan natrium klorida  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$ , maka, ion hidroksida akan dipilih untuk dinyahcas kerana ion hidroksida kurang elektronegatif berbanding dengan ion klorida. Gas oksigen terhasil pada anod.

### Eksperimen 6.3

#### Tujuan:

Untuk mengkaji kesan kepekatan ion dalam elektrolit terhadap pemilihan jenis ion untuk dinyahcas pada anod

#### Pernyataan masalah:

Bagaimanakah kepekatan asid hidroklorik, HCl, mempengaruhi pemilihan jenis ion untuk dinyahcas pada anod?

#### Hipotesis:

Ion yang lebih tinggi kepekatan akan dipilih untuk dinyahcas pada anod.

#### Pemboleh ubah:

- (a) dimanipulasikan : Kepekatan ion dalam elektrolit  
 (b) bergerak balas : Hasil pada anod  
 (c) dimalarkan : Jenis elektrod

#### Bahan:

Asid hidroklorik, HCl,  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$ , asid hidroklorik, HCl,  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$  dan kayu uji

#### Radas:

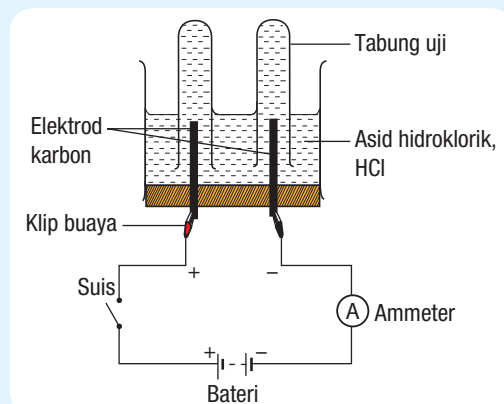
Bateri, elektrod karbon, wayar penyambung dengan klip buaya, sel elektrolitik, ammeter, tabung uji, kertas litmus dan suis

#### Prosedur:

1. Sediakan susunan radas dengan sel elektrolitik diisi dengan asid hidroklorik, HCl,  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga separuh penuh.
2. Isi dua buah tabung uji dengan asid hidroklorik, HCl,  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga penuh dan telangkupkan kedua-dua buah tabung uji tersebut dalam sel elektrolitik (Rajah 6.10).
3. Hidupkan suis. Perhatikan dan catat perubahan yang berlaku pada anod.
4. Matikan suis apabila tabung uji diisi dengan gas yang terbebas dari anod sehingga hampir penuh.

### AWAS!

Gas klorin merupakan gas beracun.



Rajah 6.10

- Uji sebarang gas yang terbebas dengan menggunakan kayu uji berbara dan kertas litmus biru dan merah lembap.
- Perhatikan dan catat hasil ujian gas.
- Ulang langkah 1 hingga 6 dengan menggantikan asid hidroklorik, HCl,  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  dengan asid hidroklorik, HCl,  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$ .

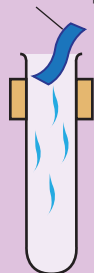


### Info Sains

#### Ujian kertas litmus biru lembap

- Dekatkan sehelai kertas litmus biru lembap ke mulut tabung uji yang berisi gas.
- Jika kertas litmus biru lembap itu menjadi merah, gas di dalam tabung uji bersifat asid.
- Jika warna kertas litmus biru lembap luntur, gas di dalam tabung uji ialah gas halogen.
- Jika kertas litmus biru lembap tidak berubah warna, gas di dalam tabung uji bersifat alkali atau neutral.

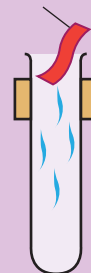
Kertas litmus biru lembap



#### Ujian kertas litmus merah lembap

- Dekatkan sehelai kertas litmus merah lembap ke mulut tabung uji yang berisi gas.
- Jika kertas litmus merah lembap itu menjadi biru, gas di dalam tabung uji bersifat alkali.
- Jika kertas litmus merah lembap tidak berubah warna, gas di dalam tabung uji bersifat asid atau neutral.

Kertas litmus merah lembap



### Pemerhatian:

Elektrolit	Ujian gas yang terhasil pada anod
Asid hidroklorik, HCl, $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$	Ujian kayu uji berbara: ..... Ujian kertas litmus biru lembap: ..... Ujian kertas litmus merah lembap: .....
Asid hidroklorik, HCl, $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$	Ujian kayu uji berbara: ..... Ujian kertas litmus biru lembap: ..... Ujian kertas litmus merah lembap: .....

### Kesimpulan:

Adakah hipotesis diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

### Soalan:

- Apakah perbezaan kepekatan antara ion klorida,  $\text{Cl}^-$ , dalam asid hidroklorik, HCl,  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  dengan ion klorida,  $\text{Cl}^-$ , dalam asid hidroklorik, HCl,  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$ ?
- Berdasarkan pemerhatian anda dalam Eksperimen 6.3, namakan hasil yang terbentuk pada anod bagi setiap elektrolit yang berikut:
  - asid hidroklorik, HCl,  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$
  - asid hidroklorik, HCl,  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$
- Namakan ion yang dipilih untuk dinyahcas pada anod bagi setiap elektrolit yang berikut:
  - asid hidroklorik, HCl,  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$
  - asid hidroklorik, HCl,  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$

## Jenis Elektrod

**Jenis elektrod** yang digunakan juga mempengaruhi pemilihan ion untuk dinyahcas seperti yang berikut:

- (a) Jika jenis logam yang digunakan sebagai anod adalah **sama** dengan jenis ion logam dalam elektrolit, maka
  - di anod, atom logam akan mengion untuk membentuk ion positif yang melarut ke dalam elektrolit
  - di katod, ion logam tersebut akan dinyahcas dan membentuk atom logam yang terenalap pada katod
  - kepekatan ion logam dalam elektrolit tidak berubah kerana kadar atom logam mengion untuk membentuk ion logam di anod adalah sama dengan kadar ion logam dinyahcas untuk membentuk atom logam lalu terenalap pada katod
- (b) Jika jenis bahan yang digunakan sebagai anod **tidak sama** dengan jenis ion logam dalam elektrolit, maka
  - atom di anod tidak akan melarut ke dalam elektrolit. Ion negatif dalam elektrolit pula dinyahcas di anod
  - di katod, ion yang kurang elektropositif akan dipilih untuk dinyahcas

### Contoh

**Elektrolisis larutan argentum nitrat dengan menggunakan:**

• **Elektrod argentum**

- (a) Ion-ion yang hadir dalam larutan argentum nitrat semasa elektrolisis adalah ion argentum, ion nitrat, ion hidrogen dan ion hidroksida.
- (b) **Katod (elektrod negatif)**
  - (i) Menarik ion-ion positif, iaitu ion argentum dan ion hidrogen
  - (ii) Ion argentum dipilih untuk dinyahcas kerana ion argentum kurang elektropositif berbanding dengan ion hidrogen
  - (iii) Argentum terenalap pada katod
- (c) **Anod (elektrod positif)**
  - (i) Membentuk ion argentum apabila atom argentum di anod mengion. Ion nitrat dan ion hidroksida tidak dinyahcaskan
  - (ii) Elektrod argentum melarut ke dalam elektrolit
- (d) Kepekatan ion argentum dalam elektrolit tidak berubah kerana kadar pengionan atom argentum di anod untuk membentuk ion argentum adalah sama dengan kadar ion argentum dinyahcas untuk membentuk atom argentum yang terenalap pada katod.

• **Elektrod karbon**

- (a) Ion-ion yang hadir dalam larutan argentum nitrat semasa elektrolisis adalah ion argentum, ion nitrat, ion hidrogen dan ion hidroksida.

- (b) **Katod (elektrod negatif)**
- Menarik ion-ion positif, iaitu ion argentum dan ion hidrogen
  - Ion argentum dipilih untuk dinyahcas kerana ion argentum kurang elektropositif berbanding dengan ion hidrogen
  - Argentum terenalap pada katod
- (c) **Anod (elektrod positif)**
- Menarik ion-ion negatif, iaitu ion nitrat dan ion hidroksida
  - Ion hidroksida dipilih untuk dinyahcas kerana ion hidroksida kurang elektronegatif berbanding dengan ion nitrat
  - Gas oksigen terhasil di anod
- (d) Kepekatan ion argentum dalam elektrolit berkurang kerana ion argentum dalam elektrolit dinyahcas untuk menjadi atom argentum yang terenalap pada katod.



## Eksperimen 6.4

**Tujuan:** Untuk mengkaji kesan jenis elektrod terhadap pemilihan jenis ion untuk dinyahcas pada elektrod

**Pernyataan masalah:** Bagaimanakah jenis elektrod mempengaruhi pemilihan jenis ion untuk dinyahcas pada anod?

**Hipotesis:**

- Jika elektrod karbon digunakan semasa elektrolisis larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ , maka ion hidroksida,  $\text{OH}^-$ , dipilih untuk dinyahcas pada anod.
- Jika elektrod kuprum digunakan semasa elektrolisis larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ , maka ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$ , terhasil pada anod.

**Pemboleh ubah:**

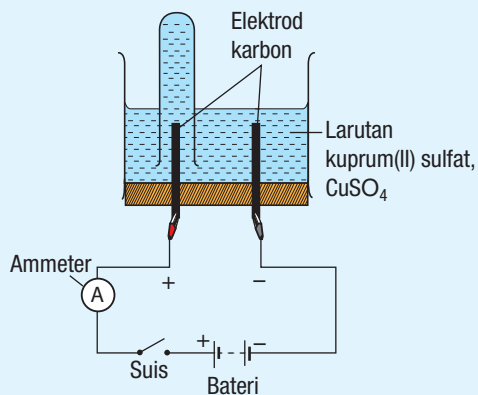
- dimanipulasikan : Jenis elektrod (karbon atau kuprum)
- bergerak balas : Hasil elektrolisis pada anod
- dimalarkan : Jenis dan kepekatan elektrolit

**Bahan:** Larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ ,  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  dan kayu uji

**Radas:** Bateri, elektrod karbon, elektrod kuprum, wayar penyambung dengan klip buaya, sel elektrolitik, ammeter, tabung uji dan suis

### Prosedur:

- Sediakan susunan radas dengan sel elektrolitik diisi dengan larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ ,  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga separuh penuh.
- Isi sebuah tabung uji dengan larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ ,  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga penuh dan telangkupkan tabung uji tersebut pada elektrod anod (Rajah 6.11).



Rajah 6.11

- Hidupkan suis selama 15 minit. Perhatikan dan catat perubahan yang berlaku pada anod.
- Uji sebarang gas yang terbebas dengan menggunakan kayu uji berbara.
- Perhatikan dan catat hasil ujian gas.
- Ulang langkah 1 hingga 4 dengan menggantikan elektrod karbon dengan elektrod kuprum.

**Pemerhatian:**

Jenis elektrod	Ujian kayu uji berbara pada anod
Elektrod karbon	
Elektrod kuprum	

**Kesimpulan:**

Adakah hipotesis diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

**Soalan:**

- Namakan ion yang hadir dalam elektrolit semasa elektrolisis dijalankan.
- Namakan ion yang dipilih untuk dinyahcas atau ion yang terhasil pada anod bagi jenis elektrod yang berikut:
  - elektrod karbon
  - elektrod kuprum

## Aplikasi Elektrolisis dalam Industri

Antara contoh aplikasi elektrolisis dalam industri termasuklah:

(a) **Pengekstrakan logam**

Anda telah mempelajari kedudukan logam dalam siri kereaktifan logam dan kaedah pengekstrakan logam daripada bijihnya semasa di Tingkatan 3. Logam seperti kalium, natrium, kalsium, magnesium dan aluminium diekstrakkan daripada bijihnya atau garamnya secara elektrolisis leburan bijih atau garam logam tersebut.

(b) **Penulenan logam**

Dalam penulenan logam, logam yang tidak tulen dijadikan sebagai anod manakala logam yang tulen dijadikan sebagai katod. Semasa proses elektrolisis, logam pada anod akan melarut ke dalam elektrolit membentuk ion. Ion ini akan bergerak ke katod untuk dinyahcas dan terenal pada katod sebagai logam tulen.

(c) **Penyaduran logam**

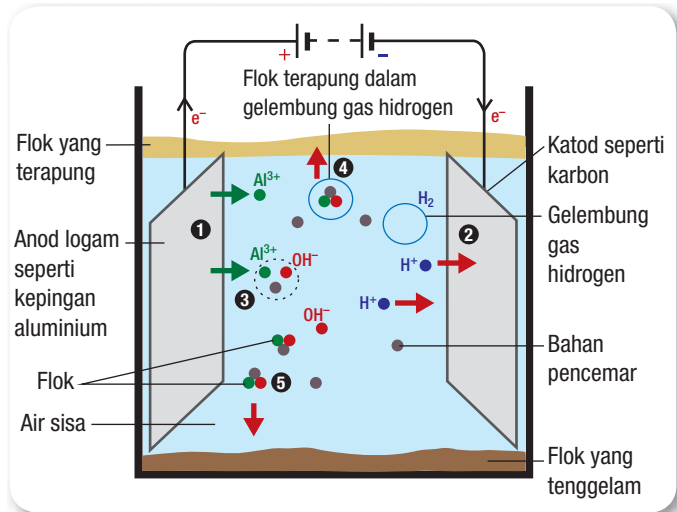
Dalam proses penyaduran logam, emas, platinum atau perak disadur pada logam lain untuk menjadikan logam itu kelihatan lebih menarik dan tahan kakisan.

(d) **Pengolahan air sisa dengan menggunakan elektro-penggumpalan (*electrocoagulation*)**

**Elektro-penggumpalan** adalah satu teknik yang inovatif untuk merawat air sisa (Rajah 6.12). Elektro-penggumpalan mengaplikasikan dua proses, iaitu elektrolisis dan penggumpalan.

• **Proses elektrolisis**

- ❶ Pada anod, elektrod logam seperti aluminium mengion dalam elektrolit untuk menghasilkan ion aluminium,  $Al^{3+}$  yang bercas positif.
- ❷ Pada katod, ion hidrogen,  $H^+$  dipilih untuk dinyahcas untuk membentuk gas hidrogen. Gelembung gas hidrogen terbebas dari katod dan naik ke permukaan air.



Rajah 6.12 Elektro-penggumpalan

• **Proses penggumpalan**

- ❸ Penggumpalan berlaku apabila ion aluminium,  $Al^{3+}$ , ion hidroksida,  $OH^-$  dan bahan pencemar dalam air sisa bergabung untuk menghasilkan gumpalan yang dikenali sebagai flok.
- ❹ Flok yang terperangkap dalam gelembung gas hidrogen yang terlepas dari katod dibawa naik ke permukaan air.
- ❺ Flok yang lain tenggelam dan berkumpul pada dasar.

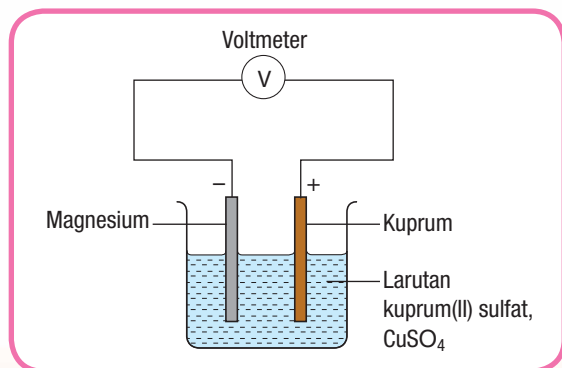
**Praktis Formatif 6.1**

1. Lukis dan label struktur sebuah sel elektrolitik.
2. Huraikan pergerakan ion ke elektrod semasa proses elektrolisis.
3. Berikan **empat** contoh aplikasi elektrolisis dalam industri.

**6.2 Sel Kimia**

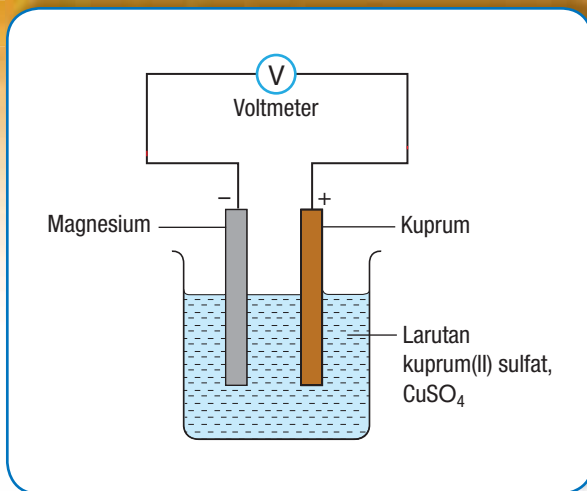
**Sel kimia ringkas** terdiri daripada dua logam berlainan yang dicelup ke dalam suatu elektrolit dan disambungkan melalui litar luar dengan wayar penyambung (Rajah 6.13).

Perhatikan sel kimia ringkas yang terdiri daripada elektrod magnesium dan kuprum seperti Rajah 6.14 dan siri elektrokimia dalam Rajah 6.15.

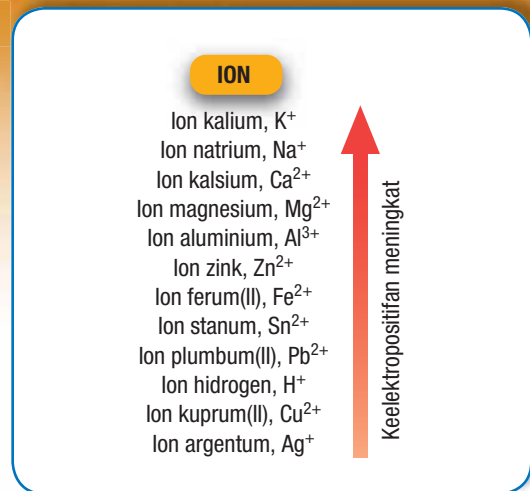


Rajah 6.13 Contoh sel kimia ringkas





Rajah 6.14 Sel kimia ringkas



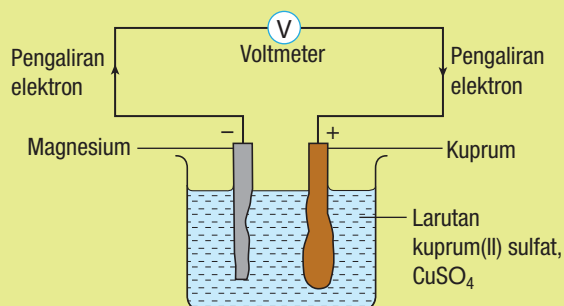
Rajah 6.15 Siri elektrokimia menunjukkan susunan ion mengikut keelektropositifan

Dengan merujuk kepada sel kimia ringkas seperti Rajah 6.14, magnesium menjadi terminal negatif dan kuprum menjadi terminal positif. Hal ini demikian kerana magnesium lebih elektropositif berbanding dengan kuprum (Rajah 6.15). Magnesium lebih mudah mendermakan elektron berbanding dengan kuprum.

- Magnesium yang mendermakan elektron membentuk ion magnesium dan larut dalam elektrolit larutan kuprum(II) sulfat.
- Magnesium bertindak sebagai terminal negatif sel kimia tersebut.
- Elektron yang terbebas akan mengalir melalui litar luar dari magnesium ke kuprum yang bertindak sebagai terminal positif sel kimia tersebut.

- Elektron dari magnesium diterima oleh ion kuprum(II) dari elektrolit dan bukannya oleh ion hidrogen kerana ion kuprum(II) kurang elektropositif berbanding dengan ion hidrogen.
- Pepejal kuprum terbentuk dan terenal pada jalur kuprum.
- Kuprum bertindak sebagai terminal positif sel kimia tersebut.

- Pergerakan elektron dari terminal negatif ke terminal positif melalui litar luar sel akan menghasilkan tenaga elektrik.
- Perubahan tenaga yang berlaku dalam sel kimia adalah dari tenaga kimia kepada tenaga elektrik.



Rajah 6.16 Tindak balas kimia dalam sel kimia dengan elektrod logam yang berlainan

## Aktiviti 6.2

PAK -21

- KBMM
- Aktiviti inkuiri

Membina sel kimia ringkas

### Bahan

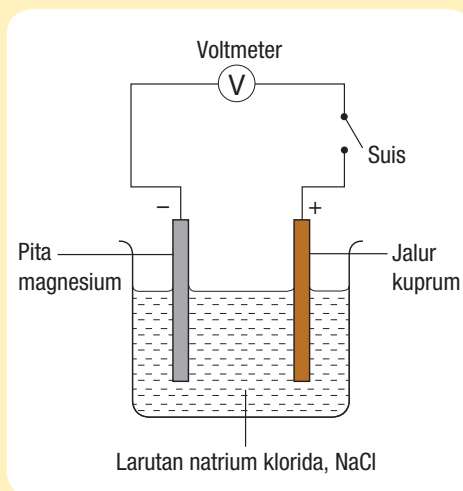
Kertas pasir, dua pita magnesium, dua jalur kuprum dan larutan natrium klorida, NaCl,  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$

### Radas

Silinder penyukat, bikar, wayar penyambung dengan klip buaya dan voltmeter

### Arahan

1. Bersihkan dua pita magnesium dan dua jalur kuprum dengan kertas pasir.
2. Sukat dan tuang  $150 \text{ cm}^3$  larutan natrium klorida, NaCl,  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  ke dalam bikar yang bersih dengan menggunakan silinder penyukat.
3. Celup pita magnesium dan jalur kuprum ke dalam larutan natrium klorida, NaCl, di dalam bikar.
4. Sambungkan pita magnesium, jalur kuprum dan voltmeter dengan wayar penyambung (Rajah 6.17).
5. Hidupkan suis. Perhatikan dan catat bacaan voltmeter.
6. Ulang langkah 1 hingga 5 dengan menggantikan pasangan pita magnesium dan jalur kuprum dengan pasangan pita magnesium dan pasangan jalur kuprum.



Rajah 6.17 Sel kimia ringkas

### Keputusan

Pasangan logam	Bacaan voltmeter (V)
Magnesium – kuprum	
Magnesium – magnesium	
Kuprum – kuprum	

## Aplikasi Konsep Sel Kimia untuk Menghasilkan Tenaga Elektrik daripada Pelbagai Sumber

Dapatkah buah-buahan atau bahagian tumbuhan lain dan air laut digunakan untuk menghasilkan tenaga elektrik? Mari jalankan Aktiviti 6.3 untuk menjanakan idea bagaimana konsep sel kimia diaplikasikan untuk menghasilkan tenaga elektrik daripada pelbagai sumber.

## Aktiviti 6.3

Menghasilkan tenaga elektrik daripada buah-buahan atau bahagian tumbuhan lain dan air laut

### PAK -21

- KBMM, STEM
- Aktiviti menjalankan projek STEM

#### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan untuk menjanakan idea bagaimana konsep sel kimia dapat diaplikasikan untuk menghasilkan tenaga elektrik daripada pelbagai sumber. Kaji pernyataan yang berikut:

Penghasilan tenaga elektrik dapat diperoleh daripada pelbagai sumber. Sebagai contoh, sel kimia ringkas ialah alat yang dapat menukarkan tenaga kimia kepada tenaga elektrik.

2. Rancang dan jalankan satu projek melalui pendekatan STEM. Bina satu sel kimia ringkas yang dapat menukarkan tenaga kimia kepada tenaga elektrik daripada pelbagai sumber seperti buah-buahan atau bahagian tumbuhan lain dan air laut.
3. Kumpulkan dan bincangkan maklumat atau cara pembinaan sel kimia ringkas yang sedia ada daripada buah-buahan atau bahagian tumbuhan lain dan air laut daripada laman web seperti yang berikut:

Laman web yang berkaitan

- (a) Tenaga elektrik yang dihasilkan daripada buah-buahan

<http://buku-teks.com/sa5057>

(Medium: bahasa Inggeris)



- (b) Tenaga elektrik yang dihasilkan daripada sayur-sayuran

<http://buku-teks.com/sa5058>

(Medium: bahasa Inggeris)



4. Bentangkan hasil reka bentuk sel kimia ringkas anda kepada kelas.

## Praktis Formatif 6.2

1. Apakah sel kimia ringkas?
2. Lukis dan label sebuah sel kimia ringkas.
3. Bagaimanakah kedudukan ion dalam siri elektrokimia menentukan terminal positif dan terminal negatif dalam sel kimia ringkas?



## Elektrokimia

Kajian dalam bidang kimia tentang hubungan kait antara fenomena kimia dengan elektrik

### Sel elektrolitik

Anod, katod, anion, kation, elektrolit dan sumber elektrik

Tenaga elektrik kepada tenaga kimia

### Proses elektrolisis

Hasil elektrolisis

dipengaruhi oleh faktor

Kedudukan ion dalam siri elektrokimia, kepekatan elektrolit dan jenis elektrod

Aplikasi dalam industri

Pengekstrakan logam, penulenan logam, penyaduran logam, pengalihan air sisa melalui elektro-pengumpulan

### Sel kimia

Elektrolit dan dua jenis logam yang berlainan

Tenaga kimia kepada tenaga elektrik

Perubahan kimia yang berlaku dalam sel

pada

Rod logam, elektrolit



## Refleksi Kendiri

Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

### 6.1 Sel Elektrolitik

- Memahami elektrolisis.
- Menjalankan eksperimen untuk mengkaji proses elektrolisis bagi sebatian ion dalam pelbagai keadaan.
- Menjalankan eksperimen bagi mengkaji faktor yang mempengaruhi hasil elektrolisis.
- Berkomunikasi mengenai aplikasi elektrolisis dalam industri.

### 6.2 Sel Kimia

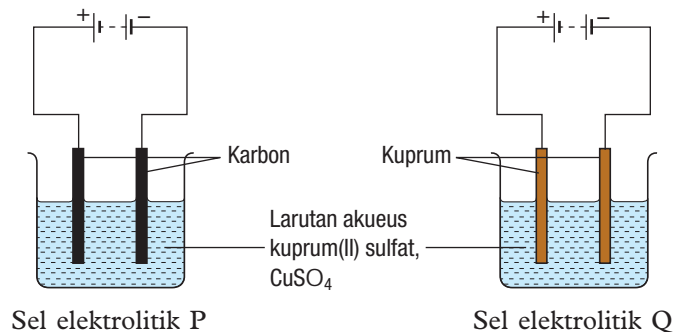
- Menerangkan perubahan tenaga dalam sel kimia ringkas.
- Menjanakan idea tentang aplikasi konsep sel kimia dalam menghasilkan tenaga elektrik daripada pelbagai sumber.



## Praktis Sumatif 6

Jawab soalan yang berikut:

1. Rajah 1 menunjukkan susunan radas untuk mengkaji elektrolisis larutan akueus kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  dengan menggunakan elektrod berlainan seperti yang ditunjukkan dalam sel elektrolitik P dan sel elektrolitik Q.



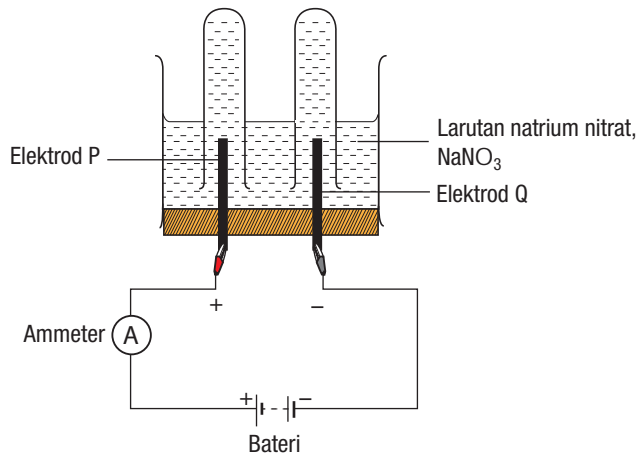
Rajah 1

- (a) Nyatakan maksud elektrolisis.
- (b) Nyatakan semua ion yang hadir dalam larutan akueus kuprum(II) sulfat.
- (c) Namakan ion yang dinyahcas pada anod dan pada katod dalam sel elektrolitik yang berikut:
  - (i) sel elektrolitik P
    - pada anod:
    - pada katod:
  - (ii) sel elektrolitik Q
    - pada anod:
    - pada katod:
- (d) Namakan **satu** contoh aplikasi elektrolisis dalam industri yang mengaplikasikan konsep elektrolisis dalam sel elektrolitik Q.

Kuiz  
<http://buku-teks.com/sa5062>



2. Rajah 2 menunjukkan susunan radas untuk mengkaji elektrolisis larutan akueus natrium nitrat,  $\text{NaNO}_3$ , dengan menggunakan elektrod karbon yang berlabel P dan Q.



Rajah 2

- (a) (i) Nyatakan semua kation yang hadir dalam elektrolit.  
(ii) Nyatakan semua anion yang hadir dalam elektrolit.
- (b) Elektrod yang manakah yang bertindak sebagai anod?
- (c) Namakan ion yang dipilih untuk dinyahcas pada:  
(i) elektrod P:  
(ii) elektrod Q:
- (d) Terangkan jawapan anda dalam 2(c)(ii) berdasarkan pemilihan ion untuk dinyahcas. 🧠
3. Rohani mendapati bahawa sebatang paku besi telah berkarat. Dengan menggunakan pengetahuan tentang elektrolisis, huraikan secara ringkas cara untuk mengelakkan pengurangan paku besi itu. 🧠



### Praktis Pengayaan

4. Anda diberi tiga biji ubi kentang, tiga batang paku besi, tiga batang rod kuprum, mentol dan dawai penyambung dengan klip buaya. Dengan menggunakan bahan-bahan tersebut, reka bentuk sel kimia ringkas dengan ciri-ciri yang berikut: 🧠
- (a) sel kimia ringkas yang dapat menyalakan mentol dengan kecerahan maksimum.  
(b) sel kimia ringkas yang tahan paling lama semasa menyalakan mentol.

# TEMA 3

## Tenaga dan Kelestarian Hidup

Teleskop *Swedish 1-m Solar*, di La Palma, Sepanyol mempunyai kanta cembung sebagai kanta objek yang berdiameter lebih kurang 1.10 m. Mengapakah ahli astronomi perlu memerhatikan angkasa lepas melalui teleskop sepanjang masa, iaitu 24 jam sehari?



Dron merupakan satu daripada alat ciptaan sains yang menjadi semakin popular. Namakan satu prinsip fizik yang diaplikasikan dalam penerbangan dron.



**Klik@Web**



Teleskop terbesar di dunia  
<http://buku-teks.com/sa5063>  
(Medium: bahasa Inggeris)

Lihat melalui teleskop secara langsung  
<http://buku-teks.com/sa5064>  
(Medium: bahasa Inggeris)



# CAHAYA DAN OPTIK

**Namakan jenis kanta yang digunakan untuk membetulkan rabun dekat dan rabun jauh.**

**Nyatakan satu kelebihan kanta air berbanding dengan kanta kaca.**

**Selain ketebalan, namakan satu faktor yang mempengaruhi panjang fokus kanta.**



**Marilah kita mengkaji**

- Pembentukan imej oleh kanta
- Peralatan optik



Penggunaan kanta dalam peralatan optik kini semakin diperluas. Contohnya, telefon yang merupakan alat komunikasi melalui audio sahaja telah dimajukan sehingga menjadi telefon pintar yang dapat berfungsi sebagai alat komunikasi audio visual dengan menggunakan kamera untuk mengambil gambar foto dan video.

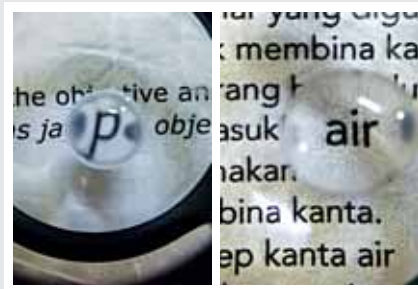


Telefon bimbit tanpa kamera



Telefon pintar dengan lima kamera

Kualiti kamera lazimnya dihubungkan dengan jenis atau kualiti kanta yang dipasangkan pada kamera tersebut. Hal ini dikatakan demikian kerana imej di dalam kamera dibentuk oleh kanta. Selain kaca dan plastik lut sinar, sebarang bahan lut sinar termasuklah air boleh digunakan untuk membina kanta. Konsep kanta air adalah seperti gambar foto di bawah.

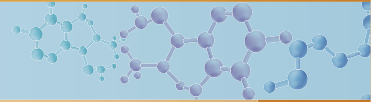


Konsep kanta air



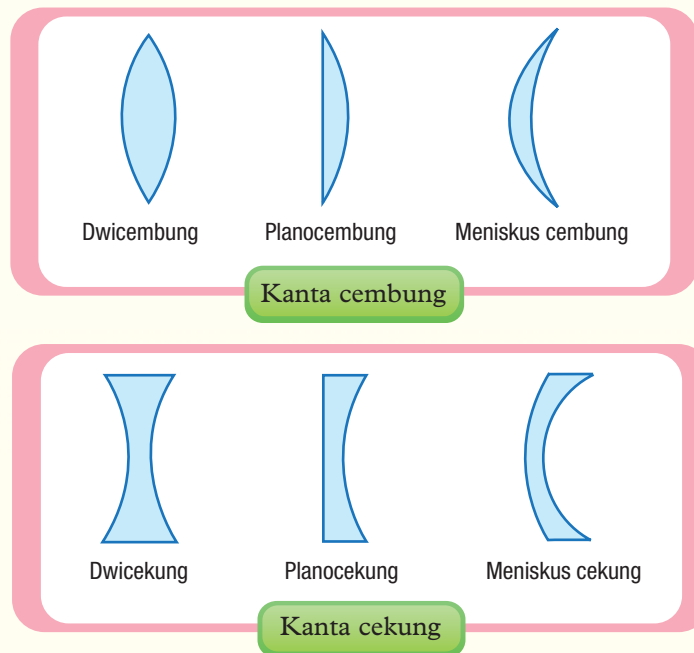
### **Kata Kunci**

- Kanta cembung
- Kanta penumpu
- Kanta cekung
- Kanta pencapah
- Titik fokus
- Panjang fokus
- Gambar rajah sinar
- Paksi utama
- Pusat optik
- Jarak objek
- Jarak imej
- Mikroskop
- Kuasa pembesaran
- Teleskop
- Pelarasan normal
- CCTV
- Kanta dalam peralatan optik



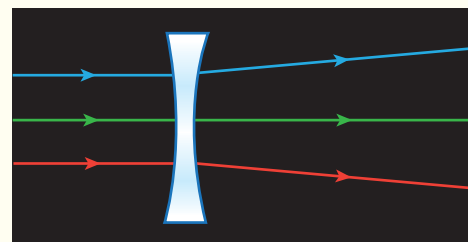
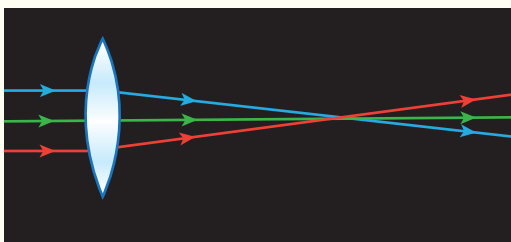
## Kanta Cembung dan Kanta Cekung

Kanta merupakan medium lut sinar seperti kaca yang mempunyai satu atau dua permukaan melengkung. Kanta dibahagikan kepada dua jenis, iaitu **kanta cembung** dan **kanta cekung** seperti Rajah 7.1.



Rajah 7.1 Kanta cembung dan kanta cekung

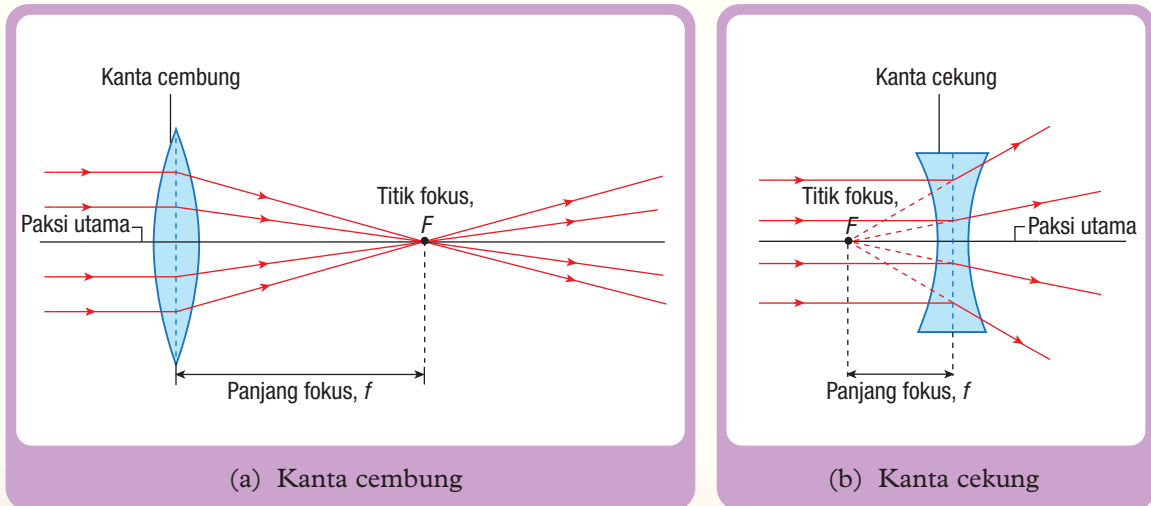
Rajah 7.2 menunjukkan lintasan sinar cahaya sebelum dan selepas melalui kanta cembung dan kanta cekung. Apakah yang berlaku kepada sinar cahaya selepas melalui kanta-kanta tersebut?



Rajah 7.2 Pembiasan sinar cahaya selepas melalui kanta cembung dan kanta cekung

Berdasarkan Rajah 7.2, sinar cahaya menumpu selepas melalui kanta cembung manakala sinar cahaya mencapah selepas melalui kanta cekung. Oleh itu, kanta cembung dikenali sebagai **kanta penumpu** dan kanta cekung dikenali sebagai **kanta pencapah**.

Bagi kanta cembung, **titik fokus,  $F$**  ialah satu titik dengan keadaan sinar cahaya tuju yang selari dengan paksi utama yang akan menumpu kepadanya selepas melalui kanta cembung (Rajah 7.3(a)).



**Rajah 7.3** Titik fokus dan panjang fokus bagi kanta cembung dan kanta cekung

Apabila sinar cahaya yang mencapah selepas melalui suatu kanta cekung diekstrapolasikan ke belakang, sinar cahaya ini akan bersilang pada suatu titik. Titik ini ialah **titik fokus,  $F$**  bagi kanta cekung tersebut (Rajah 7.3(b)).

Mari jalankan Aktiviti 7.1 untuk mengkaji beberapa sifat kanta cembung dan kanta cekung dengan penggunaan Kit Sinar Optik.

## Aktiviti 7.1

Menggunakan Kit Sinar Optik untuk:

- menunjukkan kanta cembung sebagai kanta penumpu dan kanta cekung sebagai kanta pencapah
- menentukan titik fokus bagi kanta cembung dan kanta cekung

### Bahan

Kertas putih (saiz 86 cm × 86 cm)

### Radas

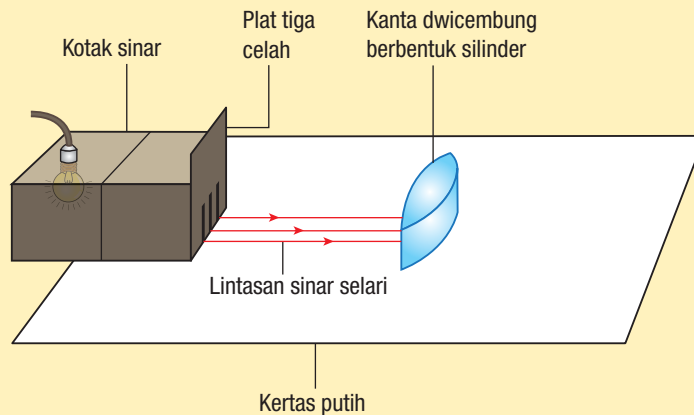
Kit Sinar Optik yang mengandungi kotak sinar, kanta dwicembung berbentuk silinder, kanta dwicekung berbentuk silinder, plat tiga celah, pembaris dan pensel

Nota: Aktiviti ini lebih sesuai dilakukan dalam keadaan yang gelap.

**PAK -21**

- KBMM
- Aktiviti inkuiri

## Arahan



Rajah 7.4

1. Sediakan susunan radas seperti Rajah 7.4.
2. Surih bentuk kanta cembung pada kertas putih dengan menggunakan pensel. Tandakan titik tengah kanta cembung, iaitu pusat optik,  $O$  pada surihan bentuk kanta tersebut.
3. Tujukan tiga sinar cahaya selari dari kotak sinar ke arah kanta cembung. Perhatikan lintasan sinar cahaya sebelum dan selepas melalui kanta cembung.
4. Buat dua tanda, satu dekat dengan kanta dan satu lagi jauh dari kanta, pada setiap lintasan sinar cahaya sebelum dan selepas melalui kanta cembung. Alihkan kanta cembung dari kertas putih.
5. Lukis garis lurus untuk menyambung dua tanda pada setiap lintasan sinar cahaya sebelum dan selepas melalui kanta cembung (Rajah 7.3(a)) dengan menggunakan pensel dan pembaris.
6. Tandakan titik persilangan tiga sinar cahaya sebagai titik fokus,  $F$  bagi kanta cembung itu.
7. Ulang langkah 1 hingga 5 dengan menggantikan kanta cembung kepada kanta cekung.
8. Ekstrapolasikan sinar cahaya yang terbias selepas melalui kanta cekung ke belakang sehingga titik persilangan (Rajah 7.3(b)).
9. Tandakan titik persilangan tiga sinar cahaya sebagai titik fokus,  $F$  bagi kanta cekung tersebut.

**Video**

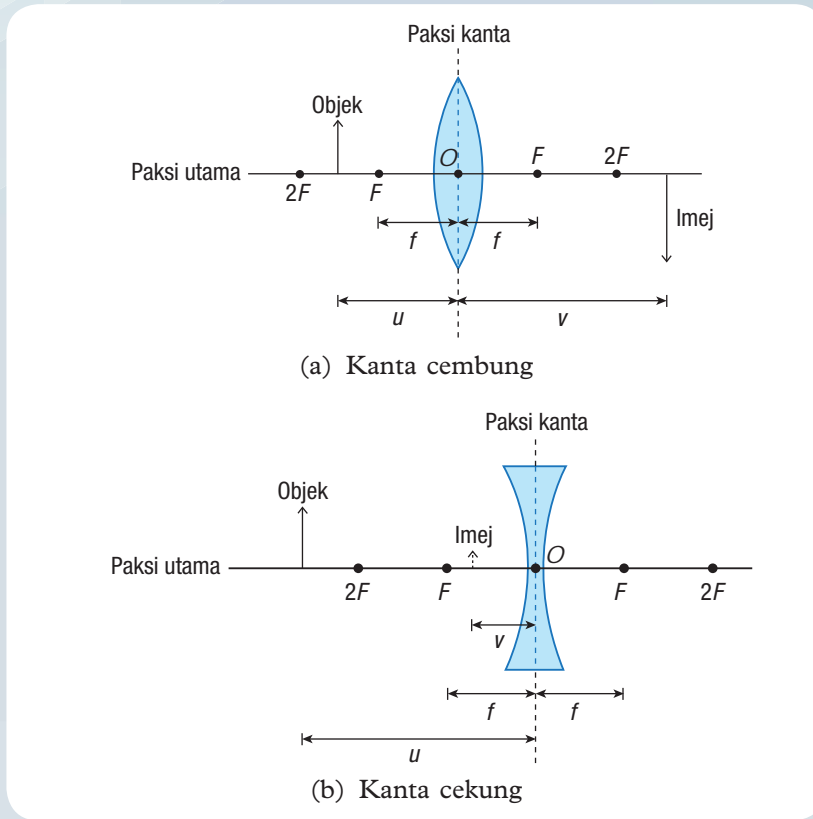
Eduweb TV:  
Fizik – kanta  
<http://buku-teks.com/sa5066>

## Soalan

1. Mengapakah aktiviti ini sesuai dilakukan dalam keadaan yang gelap?
2. Apakah yang berlaku kepada sinar cahaya selepas melalui kanta yang berikut?
  - (a) Kanta cembung
  - (b) Kanta cekung
3. Huraikan pemerhatian yang dibuat dalam aktiviti ini untuk menunjukkan ciri kanta yang berikut:
  - (a) kanta cembung sebagai kanta penumpu
  - (b) kanta cekung sebagai kanta pencacah

## Menentukan Panjang Fokus bagi Suatu Kanta Cembung

Sebelum menjalankan Aktiviti 7.2, mari kita fahami istilah-istilah optik (Jadual 7.1).

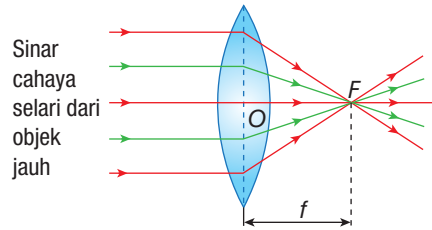


Rajah 7.5 Kanta cembung dan kanta cekung

Jadual 7.1 Istilah optik dan penerangannya

Istilah optik	Penerangan
Pusat optik, $O$	Titik pada pusat kanta. Sinar cahaya yang melalui pusat optik tidak terbias.
Paksi utama	Garis lurus yang melalui pusat optik sesuatu kanta dan titik fokus, $F$ .
Paksi kanta	Garis lurus yang menerusi pusat optik dan berserenjang dengan paksi utama.
Titik fokus, $F$ (Rujuk Rajah 7.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagi kanta cembung, titik fokus, <math>F</math> ialah titik pada paksi utama, iaitu tempat penumpuan sinar cahaya selari dengan paksi utama selepas melalui kanta.</li> <li>• Bagi kanta cekung, titik fokus, <math>F</math> ialah titik pada paksi utama, iaitu sinar cahaya selari dengan paksi utama seolah-olah mencapah dari titik ini selepas melalui kanta.</li> </ul>
Panjang fokus, $f$	Jarak antara titik fokus, $F$ dengan pusat optik.
Jarak objek, $u$	Jarak antara objek dengan pusat optik.
Jarak imej, $v$	Jarak antara imej dengan pusat optik.

Mari jalankan Aktiviti 7.2 untuk menentukan panjang fokus bagi suatu kanta cembung dengan penggunaan objek jauh melalui aplikasi konsep bahawa sinar cahaya dari objek jauh adalah selari (Rajah 7.6).



Rajah 7.6

## Aktiviti 7.2

Menentukan panjang fokus bagi suatu kanta cembung dengan penggunaan objek jauh

### Radas

Kanta cembung, pemegang kanta, skrin putih dan pembaris meter

### Arahan

1. Sediakan susunan radas seperti Rajah 7.7.
2. Halakan kanta cembung ke suatu objek jauh di sebelah luar tingkap yang terbuka.
3. Laraskan kedudukan skrin putih sehingga suatu imej yang tajam bagi objek jauh itu terbentuk pada skrin.
4. Ukur dan catat jarak antara pusat kanta cembung dengan skrin, iaitu panjang fokus,  $f$  kanta cembung tersebut dengan menggunakan pembaris meter.



Rajah 7.7

### Soalan

1. Mengapakah objek di dalam bilik makmal tidak digunakan untuk menentukan panjang fokus bagi suatu kanta cembung dalam aktiviti ini?
2. Nyatakan ciri imej yang terbentuk pada skrin putih.
3. Jika kanta cembung dalam aktiviti ini digantikan dengan kanta cekung, bolehkah panjang fokus kanta cekung dianggarkan? Terangkan jawapan anda.

PAK -21

- KBMM
- Aktiviti inkuiri

## Gambar Rajah Sinar untuk Menentukan Ciri Imej Kanta Cembung dan Kanta Cekung

Selain melakukan aktiviti dengan menggunakan radas yang sesuai seperti dalam Aktiviti 7.2, kedudukan imej dan ciri-ciri imej yang dibentuk oleh kanta cembung dan kanta cekung dapat ditentukan melalui gambar rajah sinar.

Teliti dan fahami Jadual 7.2 yang menerangkan kaedah melukis gambar rajah sinar dengan melukis dua sinar cahaya utama untuk menentukan ciri imej yang dibentuk oleh kanta cembung dan kanta cekung.

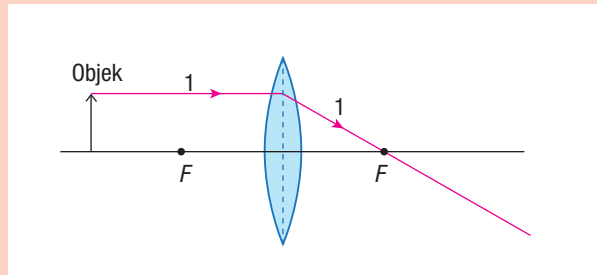
**Video**

Langkah-langkah melukis gambar rajah sinar  
<http://buku-teks.com/sa5067>

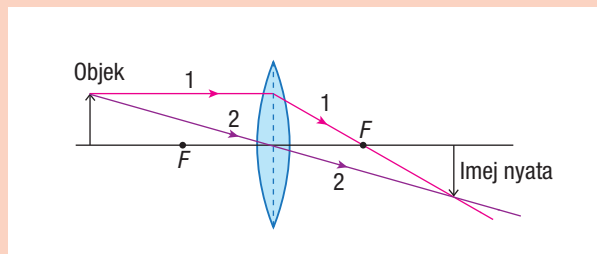
Jadual 7.2 Kaedah melukis gambar rajah sinar

**Kanta cembung**

- 1 Sinar cahaya yang selari dengan paksi utama terbias dan melalui titik fokus,  $F$ .

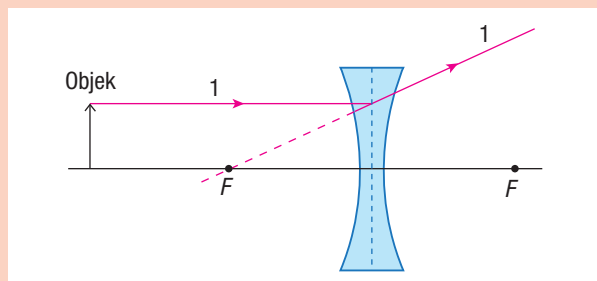


- 2 Sinar cahaya yang menuju ke pusat optik bergerak pada garis lurus melalui pusat optik tanpa terbias.

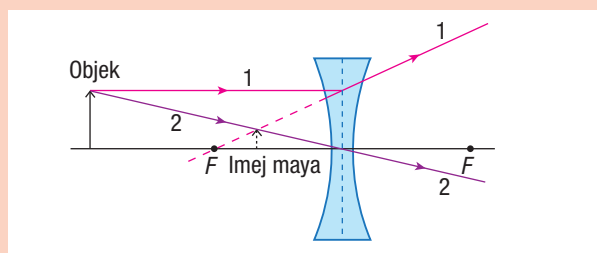


**Kanta cekung**

- 1 Sinar cahaya yang selari dengan paksi utama terbias dan seolah-olah dari titik fokus,  $F$ .

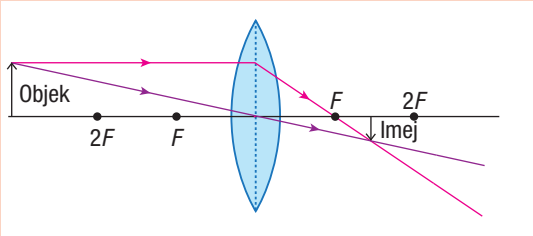
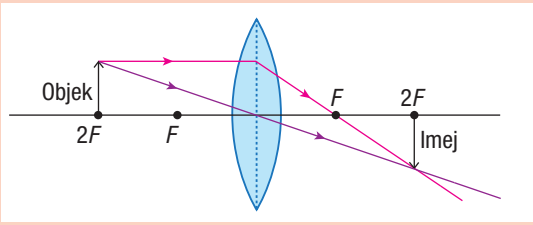
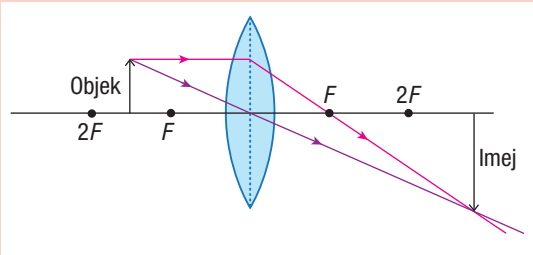
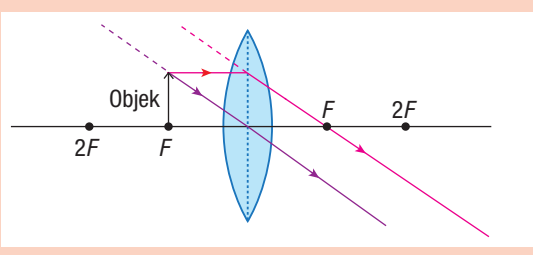
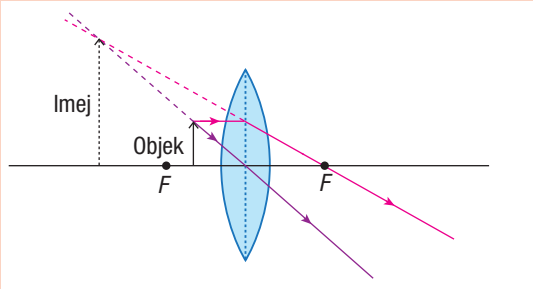


- 2 Sinar cahaya yang menuju ke pusat optik bergerak pada garis lurus melalui pusat optik tanpa terbias.



Jadual 7.3 dan 7.4 menunjukkan kedudukan objek, gambar rajah sinar, kedudukan imej dan ciri-ciri imej masing-masing bagi kanta cembung dan kanta cekung.

**Jadual 7.3** Gambar rajah sinar untuk menentukan ciri-ciri imej kanta cembung

Kedudukan objek	Gambar rajah sinar	Kedudukan imej	Ciri-ciri imej
Objek lebih jauh dari $2F$		Imej di antara $F$ dengan $2F$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nyata</li> <li>• Songsang</li> <li>• Dikecilkan</li> </ul>
Objek pada $2F$		Imej di $2F$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nyata</li> <li>• Songsang</li> <li>• Sama saiz dengan objek</li> </ul>
Objek di antara $F$ dengan $2F$		Imej lebih jauh dari $2F$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nyata</li> <li>• Songsang</li> <li>• Dibesarkan</li> </ul>
Objek pada $F$		Imej di infiniti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maya</li> <li>• Tegak</li> <li>• Dibesarkan</li> </ul>
Objek di antara $F$ dengan pusat optik  (Digunakan sebagai kanta pembesar)		Jarak imej lebih jauh dari $F$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maya</li> <li>• Tegak</li> <li>• Dibesarkan</li> </ul>



**Jadual 7.4** Gambar rajah sinar untuk menentukan ciri-ciri imej kanta cekung

Kedudukan objek	Gambar rajah sinar	Kedudukan imej	Ciri-ciri imej
Objek lebih jauh dari $2F$		Di antara pusat optik dengan titik fokus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maya</li> <li>• Tegak</li> <li>• Dikecilkan</li> </ul>
Objek di antara $F$ dengan pusat optik		Di antara pusat optik dengan titik fokus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maya</li> <li>• Tegak</li> <li>• Dikecilkan</li> </ul>

**Nota:** Ciri-ciri imej yang dibentuk oleh kanta cekung bagi **mana-mana jarak objek** ialah:

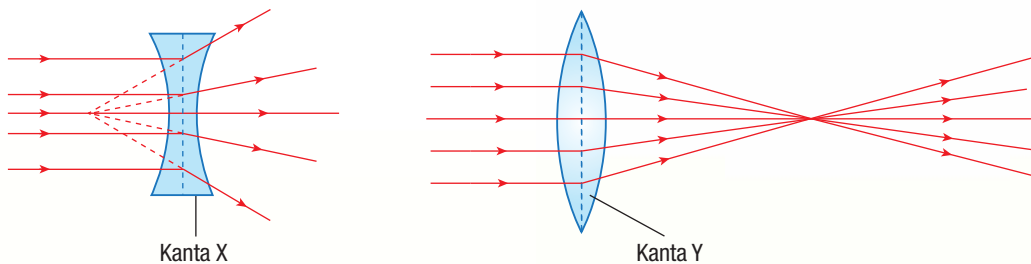
- maya
- tegak
- dikecilkan
- berada di antara objek dengan kanta cekung

**CABARAN MINDA**

Praktis pengukuran  
<http://buku-teks.com/sa5068>

### Praktis Formatif 7.1

1. Namakan jenis kanta di dalam mata manusia.
2. Rajah 1 menunjukkan dua jenis kanta.



**Rajah 1**

- (a) Namakan jenis kanta yang berikut:
  - (i) Kanta X
  - (ii) Kanta Y
- (b) (i) Kanta yang manakah berfungsi sebagai kanta pencacah?  
 (ii) Kanta yang manakah berfungsi sebagai kanta penumpu?
- (c) Tandakan titik fokus bagi kanta X dan Y dengan huruf **F**.

3. Bagaimanakah kanta cembung digunakan sebagai kanta pembesar?

## 7.2 Peralatan Optik

Kegunaan peralatan optik lazimnya dihubungkan dengan jenis imej, iaitu nyata atau maya, dan saiz imej yang dibentuk oleh kanta. Gambar rajah sinar dalam Jadual 7.3 dan 7.4 menunjukkan bahawa saiz imej yang dibentuk oleh sesuatu kanta bergantung pada kedudukan objek dari pusat kanta.



Kanta pembesar

Mikroskop

Teleskop astronomi

Gambar foto 7.1 Peralatan optik

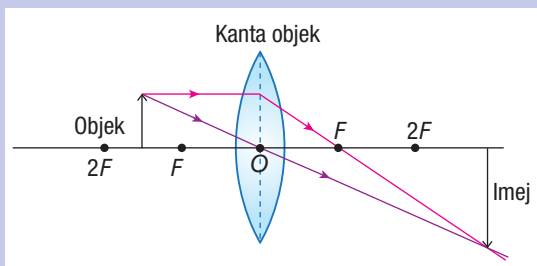
Gambar foto 7.1 menunjukkan tiga peralatan optik. Perihalkan ciri-ciri imej akhir yang dibentuk oleh tiga peralatan optik ini.

### Pembentukan Imej Akhir oleh Mikroskop



Perhatikan dua gambar rajah sinar dalam Rajah 7.8.

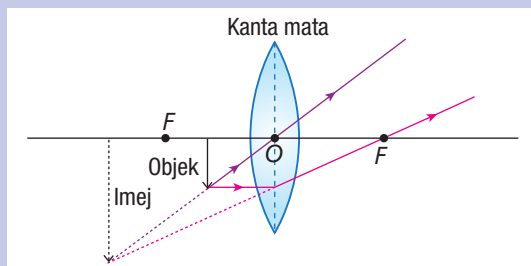
(a) Objek di antara  $F$  dengan  $2F$



Kedudukan imej: Imej lebih jauh dari  $2F$

- Ciri-ciri imej:
- Nyata
  - Songsang
  - Dibesarkan

(b) Objek di antara  $F$  dengan pusat optik,  $O$

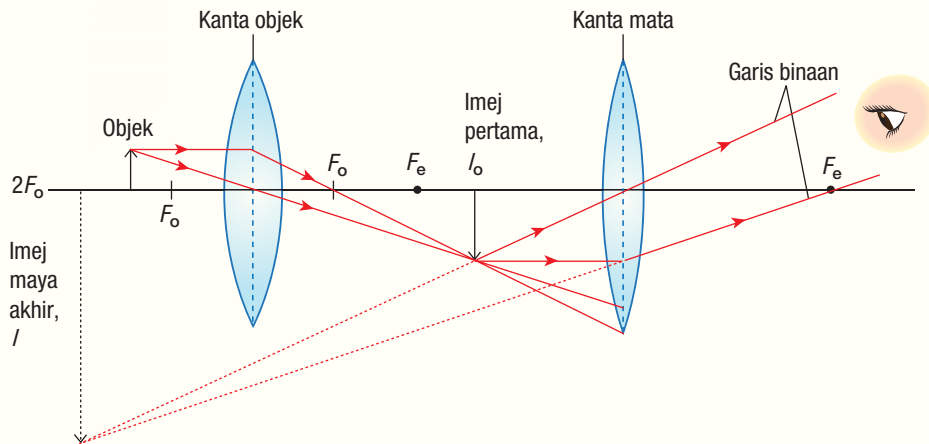


Kedudukan imej: Imej lebih jauh dari  $F$

- Ciri-ciri imej:
- Maya
  - Tegak
  - Dibesarkan

Rajah 7.8 Gambar rajah sinar bagi pembentukan imej oleh kanta objek dan kanta mata mikroskop

Berdasarkan pemahaman anda tentang dua gambar rajah sinar dalam Rajah 7.8, pembentukan imej akhir oleh mikroskop ditunjukkan dalam Rajah 7.9.



**Rajah 7.9** Gambar rajah sinar yang menunjukkan pembentukan imej akhir dalam mikroskop

## Menentukan Kuasa Pembesaran Mikroskop

Kuasa pembesaran mikroskop

= Kuasa pembesaran kanta objek  $\times$  Kuasa pembesaran kanta mata

### Contoh

Gambar foto 7.2 menunjukkan sebuah mikroskop dengan kanta mata yang mempunyai kuasa pembesaran 4 kali dan kanta objek yang mempunyai kuasa pembesaran 40 kali.



**Gambar foto 7.2**

Hitung kuasa pembesaran mikroskop.

### *Penyelesaian*

Kuasa pembesaran mikroskop

= Kuasa pembesaran kanta objek  $\times$  Kuasa pembesaran kanta mata

=  $40 \times 4$

= 160 kali



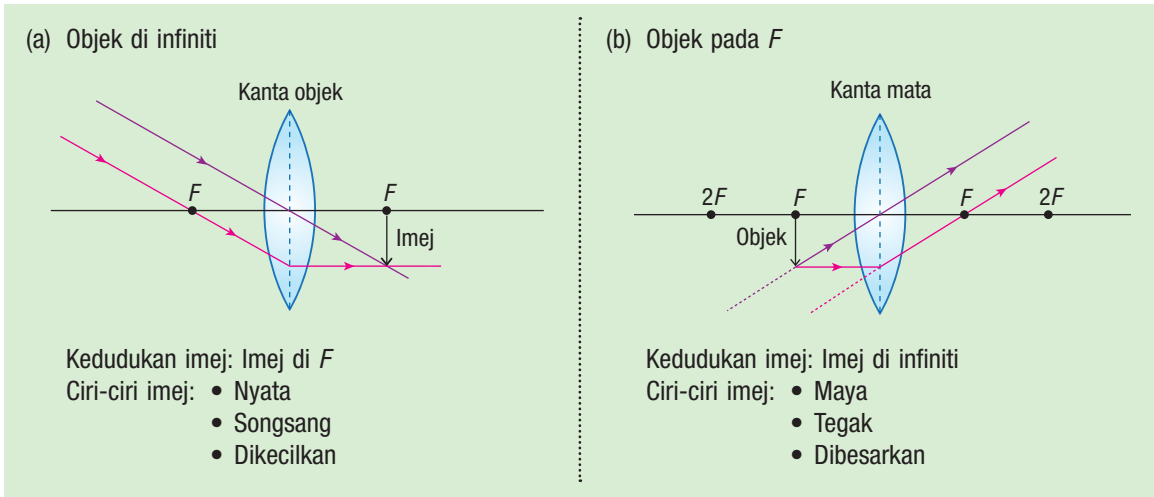
**Info Sains**

Kenal pasti kanta objek dan kanta mata mikroskop  
<http://buku-teks.com/sa5069>



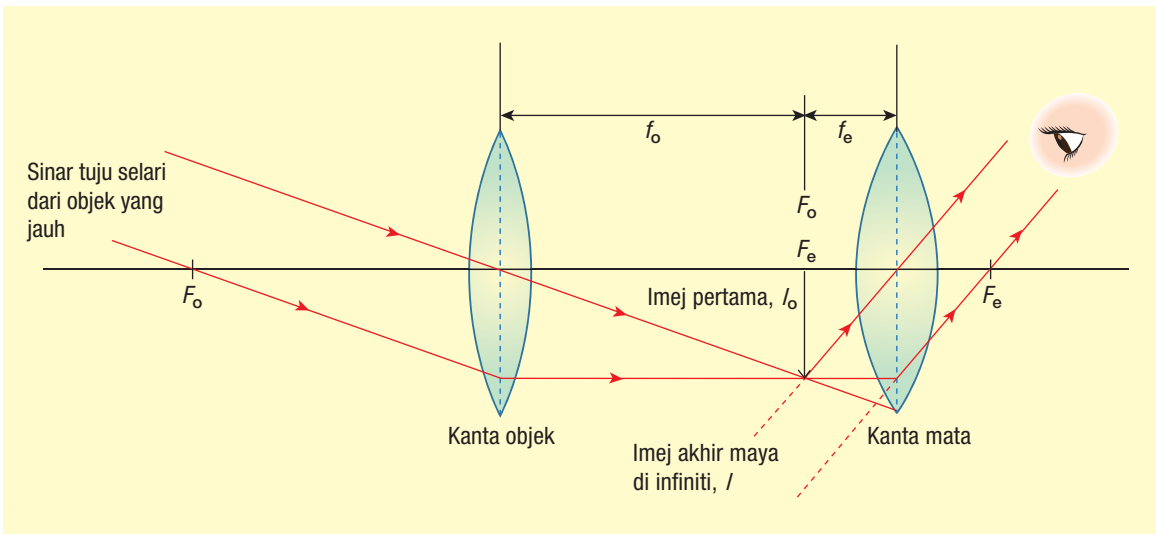
## Pembentukan Imej Akhir oleh Teleskop

Perhatikan dua gambar rajah sinar dalam Rajah 7.10.



**Rajah 7.10** Gambar rajah sinar bagi pembentukan imej oleh kanta objek dan kanta mata teleskop

Berdasarkan pemahaman anda tentang dua gambar rajah sinar dalam Rajah 7.10, pembentukan imej akhir oleh teleskop ditunjukkan dalam Rajah 7.11.



**Rajah 7.11** Gambar rajah sinar yang menunjukkan pembentukan imej akhir dalam teleskop

Pada pelarasan normal, jarak di antara kanta objek dan kanta mata =  $f_o + f_e$   
 di mana  $f_o$  = panjang fokus kanta objek,  
 $f_e$  = panjang fokus kanta mata  
 supaya imej dilihat dalam keadaan yang lebih selesa.

## Aktiviti 7.3

Membina model teleskop ringkas

### Bahan

Silinder kertas berongga dan pita selofan

### Radas

Kanta cembung dengan panjang fokus,  $f_o \geq 10$  cm, kanta cembung dengan panjang fokus,  $f_e \leq 2$  cm, pembaris, gunting atau pisau dan pensel

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang perkara yang berikut:
  - (a) jenis, saiz dan fungsi kanta yang digunakan dalam teleskop
  - (b) kriteria pemilihan kanta objek dan kanta mata teleskop yang dapat menghasilkan imej yang paling jelas dan terang
  - (c) gambar rajah sinar untuk menunjukkan pembentukan imej dalam sebuah teleskop ringkas
3. Bincangkan maklumat yang diperlukan untuk melengkapkan Borang Strategi Data K-W-L sebagai panduan untuk mereka bentuk dan membina teleskop ringkas anda. Anda boleh memuat turun dan mencetak borang tersebut daripada laman web yang diberikan di bawah.

Muat turun Borang Strategi Data K-W-L  
<http://buku-teks.com/sa5070>



### Borang Strategi Data K-W-L

Apa yang murid sudah tahu, ingin tahu dan akan tahu (carta K-W-L)

Sudah tahu (K – Know)	Ingin tahu (W – Wonder)	Akan tahu (L – Learn)

4. Buat lakaran reka bentuk teleskop ringkas.
5. Bina rekaan mengikut lakaran yang dibuat.
6. Komen tentang keberkesanan rekaan dan tambah baik rekaan yang dihasilkan.
7. Persembahkan hasil reka bentuk dan binaan teleskop kumpulan anda.

### Soalan

1. Mengapakah bahan binaan silinder yang sesuai digunakan untuk membuat model teleskop adalah legap dan bukan lut sinar ataupun lut cahaya?
2. Apakah jarak di antara kanta objek dengan kanta mata supaya imej akhir dapat dilihat dalam keadaan yang lebih selesa?
3. Apakah nama keadaan yang disebut dalam soalan 2?

### PAK -21

- KMK, KIAK, STEM
- Aktiviti menghasilkan inovasi

## Aplikasi Kanta dalam Peralatan Optik

Kamera DSLR  
(*digital single-lens reflex*)  
dengan dua kanta berbeza



Kamera litar tertutup (CCTV)  
beresolusi tinggi



Kamera pengintip di  
dalam alat keselamatan



**Gambar foto 7.3** Contoh peralatan optik yang menggunakan aplikasi kanta

Perkembangan teknologi dalam bidang optik membolehkan ketebalan kanta yang digunakan dalam peralatan optik seperti telefon pintar dan televisyen litar tertutup (*closed-circuit television*, CCTV) menjadi setebal beberapa milimeter sahaja. Kajian optik telah berjaya membina kanta rata atau *flat lens* yang setebal beberapa mikron sahaja (1 mikron = 0.001 mm). Apakah kesan kanta rata terhadap saiz dan ketebalan telefon pintar?

Panjang fokus kanta dalam kamera DSLR mempengaruhi medan penglihatan. Semakin pendek panjang fokus kanta, semakin luas medan penglihatan seperti Gambar foto 7.4.

Imej kamera yang dibentuk menggunakan kanta dengan panjang fokus 70 mm dari jarak 15 m



Imej kamera yang dibentuk menggunakan kanta dengan panjang fokus 24 mm dari jarak 15 m



**Gambar foto 7.4** Imej yang terbentuk menggunakan panjang fokus yang berbeza

## Aktiviti 7.4

Mengkaji sumbangan sains dan teknologi dalam penciptaan peralatan optik untuk membantu atau mengatasi had keupayaan deria penglihatan manusia

**PAK -21**

- KMK, KIAK, KBMM
- Aktiviti perbincangan

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang perkara yang berikut:
  - (a) penggunaan kanta pada peralatan harian seperti kamera, telefon pintar, projektor LCD, cermin mata, kanta pembesar dan CCTV
  - (b) ketebalan kanta kamera dan panjang fokus kanta kamera bagi telefon pintar
3. Bincangkan maklumat yang telah anda kumpulkan.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam bentuk persembahan multimedia.

### Info Sains

Gambar foto 7.5 menunjukkan sebuah kanta air yang diletakkan di bawah sinaran matahari.

### Video

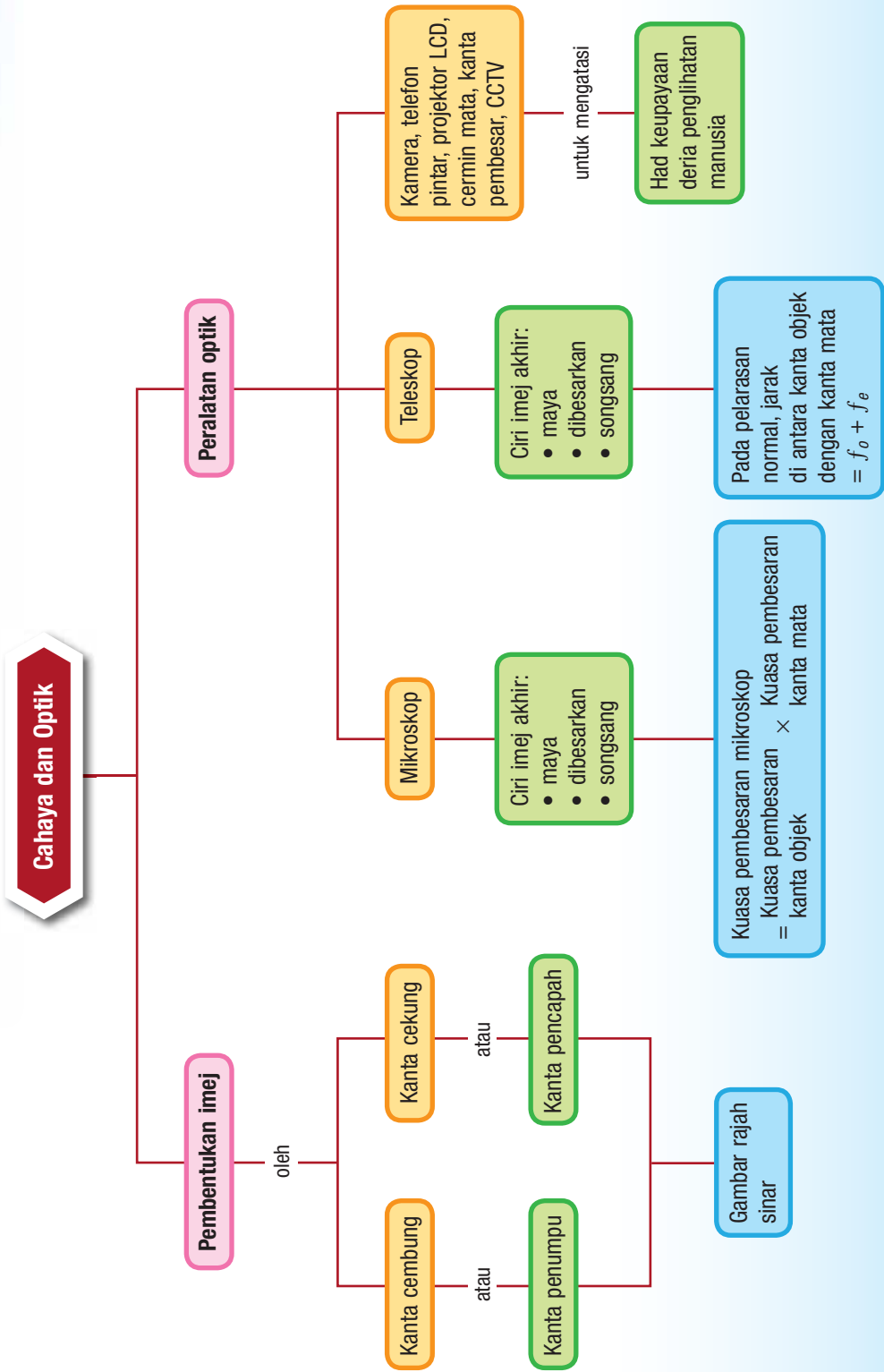
Kanta air dapat berfungsi sebagai kanta pembesar  
<http://buku-teks.com/sa5099>  
 (Medium: bahasa Inggeris)



Gambar foto 7.5 Kanta air

## Praktis Formatif 7.2

1. Nyatakan ciri-ciri imej yang dibentuk oleh kanta pembesar.
2. Teleskop X terdiri daripada kanta objek dengan panjang fokus 30 cm dan kanta mata yang mempunyai panjang fokus 5 cm.  
Berapakah jarak pemisahan di antara kanta objek dengan kanta mata apabila teleskop X berada dalam keadaan pelarasan normal? 🧠







## Refleksi Kendiri

Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

### 7.1 Pembentukan Imej oleh Kanta

- Memerihalkan kanta cembung sebagai kanta penumpu dan kanta cekung sebagai kanta pencapah.
- Menentukan panjang fokus bagi suatu kanta cembung menggunakan objek jauh.
- Menentukan ciri-ciri imej melalui gambar rajah sinar bagi imej yang dibentuk oleh kanta cembung dan kanta cekung.

### 7.2 Peralatan Optik

- Memerihalkan pembentukan imej akhir oleh teleskop dan mikroskop.
- Mereka bentuk dan membina teleskop ringkas.
- Berkomunikasi tentang aplikasi kanta dalam peralatan optik.



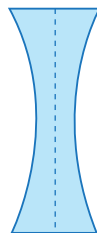
## Praktis Sumatif 7

Jawab soalan yang berikut:

1. Lukis gambar rajah sinar yang memerihalkan sifat kanta yang berikut:
  - (a) kanta cembung sebagai kanta penumpu



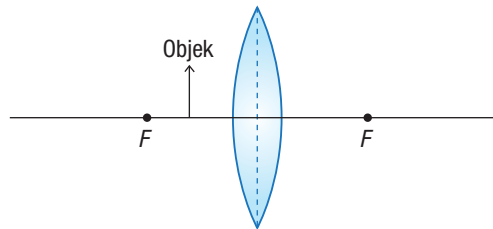
- (b) kanta cekung sebagai kanta pencapah



Kuiz  
<http://bukuteks.com/sa5071>

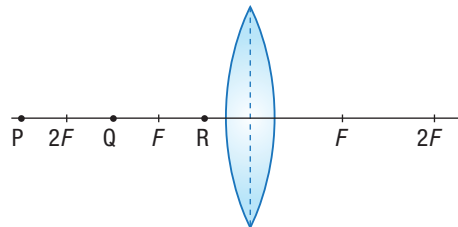


2. Rajah 1 menunjukkan suatu objek diletakkan di hadapan kanta cembung pada jarak kurang daripada panjang fokus,  $f$ .



**Rajah 1**

- (a) Lukis gambar rajah sinar dalam Rajah 1 untuk menentukan imej yang dibentuk oleh kanta cembung tersebut.
- (b) Nyatakan ciri-ciri imej yang dibentuk oleh kanta cembung dalam Rajah 1.
3. (a) Mengapakah telefon pintar mempunyai beberapa kamera?
- (b) Seorang murid menjalankan satu eksperimen untuk membentuk imej maya dengan menggunakan kanta cembung. Terangkan cara murid ini membentuk imej maya berdasarkan susunan radas seperti Rajah 2.



**Rajah 2**

- (i) Tulis pernyataan masalah.
- (ii) Nyatakan kedudukan objek (di P, Q atau R).
- (iii) Dengan menggunakan anak panah ( $\uparrow$ ) sebagai objek, lukis gambar rajah sinar untuk menunjukkan pembentukan dan kedudukan imej. Lengkapkan Rajah 2 untuk mendapatkan jawapan anda. 🧠
- (iv) Nyatakan **dua** ciri-ciri lain bagi imej yang terbentuk di 3(b)(iii).



## Praktis Pengayaan

4. Optik merupakan bidang sains tentang sifat cahaya, interaksi antara cahaya dengan bahan seperti kaca, penglihatan manusia dan alat yang menggunakan atau mengesan cahaya. Perhatikan dan fahami isi kandungan poster dalam Rajah 3.

**Kanta cembung**

Kanta cembung ini membuatkan mata saya kelihatan lebih besar. Adakah anda tahu sebabnya?

**Kanta cekung**

Kanta cekung ini membuatkan mata saya kelihatan lebih kecil. Adakah anda tahu sebabnya?

**Bagaimanakah kanta dapat membuatkan sesuatu objek itu kelihatan lebih besar atau lebih kecil?**

Kanta cembung

Imej lalat dibesarkan

Seekor lalat yang dilihat melalui sebuah kanta cembung akan kelihatan lebih besar daripada saiz sebenarnya.

Kanta cekung

Imej lalat dkecilkan

Seekor lalat yang dilihat melalui sebuah kanta cekung akan kelihatan lebih kecil daripada saiz sebenarnya.

**Kanta boleh digabungkan untuk membuat peralatan optik yang istimewa**

Rajah 3

Bagaimanakah keberkesanan poster ini dalam menerangkan konsep pembentukan imej oleh kanta dan peralatan optik dalam pembelajaran optik? 🧠

**BAB**

# 8

## **DAYA DAN TEKANAN**

**Adakah pepejal mematuhi prinsip Pascal?**

**Huraikan masalah yang timbul pada sebuah kapal terbang jika sistem hidrauliknya rosak.**



**Marilah kita mengkaji**

- Tekanan dalam bendalir



Pernahkah anda mendengar bunyi udara yang kuat dilepaskan daripada sebuah kenderaan berat seperti bas persiaran atau lori tangki minyak semasa kenderaan tersebut hendak berhenti? Apakah sistem yang beroperasi dalam kenderaan berat tersebut sehingga menghasilkan bunyi udara yang kuat ini?



Kenderaan bermotor yang ringan seperti kereta lazimnya menggunakan brek hidraulik. Kenderaan bermotor yang berat seperti bas dan lori pula menggunakan brek angin yang menghasilkan daya geseran yang lebih tinggi untuk memberhentikan gerakan kenderaan tersebut. Namun begitu, kedua-dua jenis brek hidraulik dan brek angin menggunakan sistem yang mengaplikasikan prinsip Pascal.



### **Kata Kunci**

- Tekanan dalam bendalir
- Prinsip Pascal
- Sistem tertutup
- Sistem hidraulik
- Sistem jek hidraulik
- Sistem brek hidraulik
- Brek cakera
- Brek gelendong
- Kerusi rawatan gigi
- Tiub Venturi
- Kesan Venturi
- Prinsip Bernoulli
- Daya angkat
- Bentuk aerofoil
- Kren

# 8.1

## Tekanan dalam Bendalir

### Konsep Tekanan dalam Bendalir dalam Suatu Sistem Tertutup

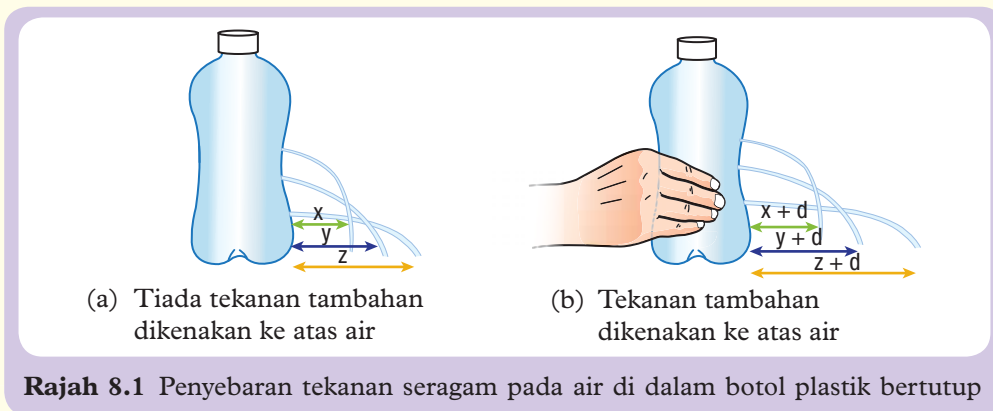
Pernahkah anda melihat alat seperti Gambar foto 8.1? Apakah alat tersebut? Alat ini beroperasi berdasarkan kesan tekanan dalam bendalir hidraulik dalam sesuatu sistem tertutup. **Sistem tertutup** merupakan suatu sistem fizikal di mana jirim tidak dapat masuk atau keluar daripada sistem tersebut. Namakan bendalir dalam alat ini.

Berdasarkan Rajah 8.1(a), air dari lubang paling bawah terpancut paling jauh berbanding dengan air dari lubang di bahagian atas disebabkan oleh tekanan dalam air.

Jika daya dikenakan ke atas permukaan air dengan memampatkan botol plastik bertutup, air dari setiap lubang akan terpancut lebih jauh dengan jarak tambahan yang sama seperti Rajah 8.1(b).



Gambar foto 8.1



Rajah 8.1 Penyebaran tekanan seragam pada air di dalam botol plastik bertutup

**Prinsip Pascal** menyatakan bahawa penyebaran tekanan yang dikenakan pada sesuatu bendalir (cecair atau gas) dalam satu sistem tertutup adalah secara seragam pada keseluruhan bendalir tersebut dan ke semua arah.

### Aktiviti 8.1

Menerangkan prinsip Pascal dengan menggunakan peralatan Pascal

#### Radas

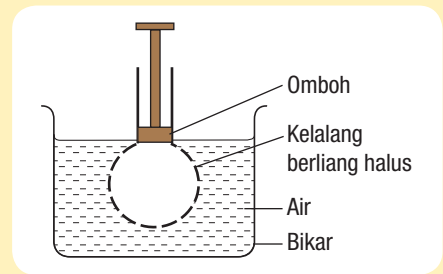
Kelang bulat berliang halus dengan omboh dan bikar yang besar

#### PAK -21

- KBMM
- Aktiviti inkuiri

**Arahan**

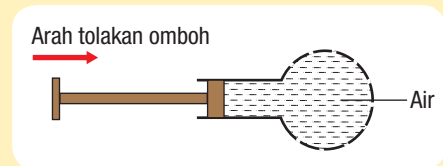
1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Sediakan susunan radas (Rajah 8.2).
3. Tarik omboh sehingga air memenuhi kelalang.
4. Keluarkan kelalang dari bikar dan tolak omboh ke dalam kelalang.
5. Perhatikan dan lakarkan arah air terpancut dari liang halus pada kelalang.



Rajah 8.2

**Soalan**

1. Bagaimanakah air yang terpancut dari kelalang melalui liang halus keluar pada semua arah? Terangkan jawapan anda.
2. Lakarkan corak air terpancut dari liang halus pada kelalang dalam Rajah 8.3.



Rajah 8.3

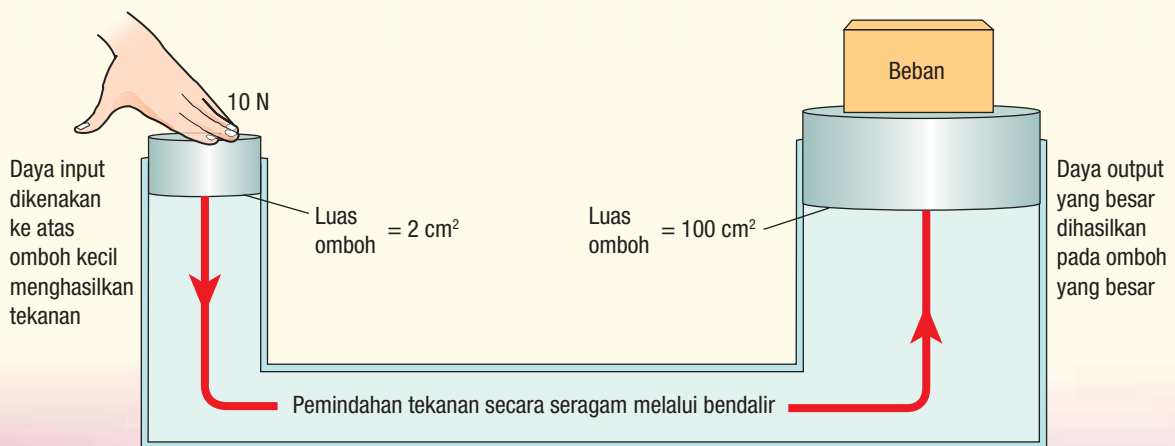
Prinsip Pascal lazimnya diaplikasikan dalam kehidupan harian seperti dalam operasi **sistem hidraulik**.

## Prinsip Operasi Sistem Hidraulik

Prinsip asas dalam sistem hidraulik ialah pemindahan tekanan ke semua arah berdasarkan prinsip Pascal.

Sistem hidraulik digunakan untuk membuat kerja berat seperti menghasilkan daya output yang besar untuk mengangkat beban yang berat.

Perhatikan dan fahamkan contoh berikut yang menunjukkan operasi sistem hidraulik. Sistem hidraulik terdiri daripada dua silinder beromboh dengan luas permukaan yang berlainan. Bendalir yang lazim digunakan ialah **air** atau **minyak** (Rajah 8.4). Air atau minyak digunakan kerana tidak mempunyai bentuk tetap dan tidak boleh dimampatkan.



Rajah 8.4 Operasi sistem hidraulik

Mengikuti prinsip Pascal, tekanan yang dikenakan oleh omboh kecil adalah sama dengan tekanan yang dihasilkan pada omboh besar.

Tekanan pada omboh kecil = Tekanan pada omboh besar

$$\frac{\text{Daya input}}{\text{Luas omboh kecil}} = \frac{\text{Daya output}}{\text{Luas omboh besar}}$$

$$\frac{10 \text{ N}}{2 \text{ cm}^2} = \frac{\text{Daya output}}{100 \text{ cm}^2}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya output} &= \frac{10 \text{ N} \times 100 \text{ cm}^2}{2 \text{ cm}^2} \\ &= 500 \text{ N} \end{aligned}$$

## Aplikasi Prinsip Pascal dalam Kehidupan Harian

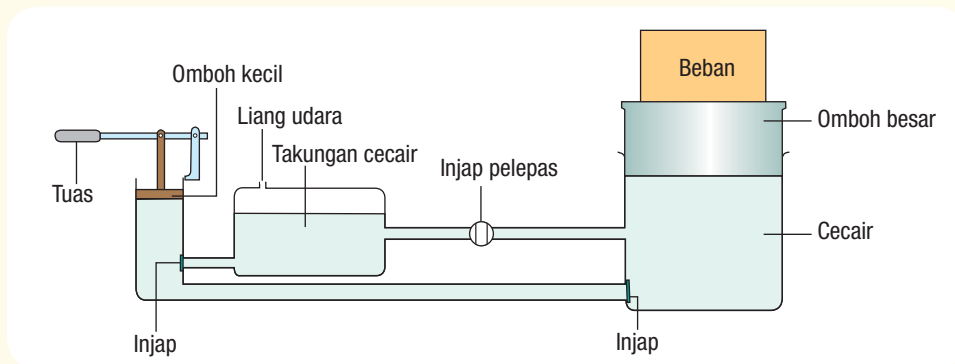
Sistem hidraulik diaplikasikan untuk melakukan kerja berat dengan menggunakan daya yang kecil. Tiga contoh aplikasi prinsip Pascal dalam kehidupan harian ialah jek hidraulik, brek hidraulik dan kerusi rawatan gigi.

### Sistem Jek Hidraulik

Jek hidraulik lazimnya digunakan untuk mengangkat beban berat seperti kereta di bengkel membaiki kereta. Cuba operasikan sebuah jek hidraulik. Rajah 8.5 menunjukkan struktur sebuah sistem jek hidraulik.



Gambar foto 8.2 Jek hidraulik



Rajah 8.5 Sistem jek hidraulik

Dalam sistem jek hidraulik, tuas ditolak ke bawah dan ke atas secara berulang-ulang untuk menolak omboh besar yang berbeban ke atas dengan injap pelepas tertutup. Sebaliknya, apabila injap pelepas terbuka, omboh besar yang berbeban akan turun kembali ke kedudukan asalnya seperti Rajah 8.6, 8.7 dan 8.8.

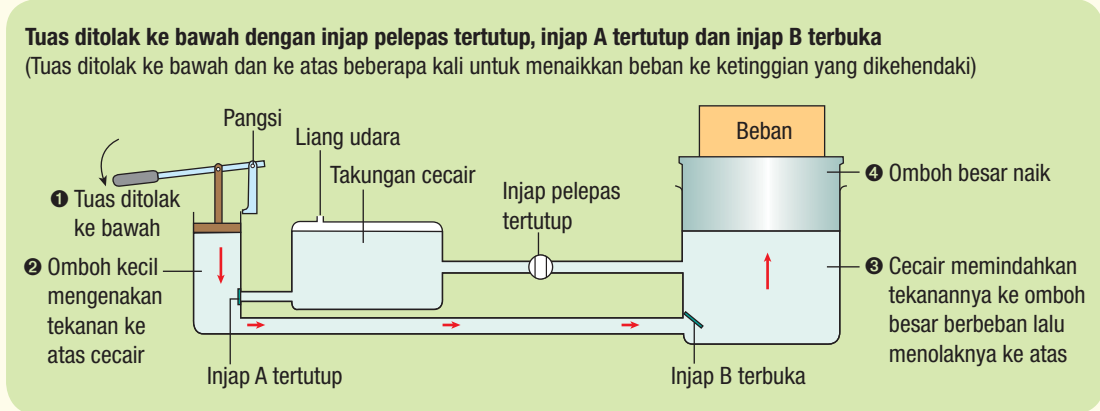
**Video**

Operasi jek hidraulik  
<http://buku-teks.com/sa5073>  
 (Medium: bahasa Inggeris)



Operasi sistem jek hidraulik:

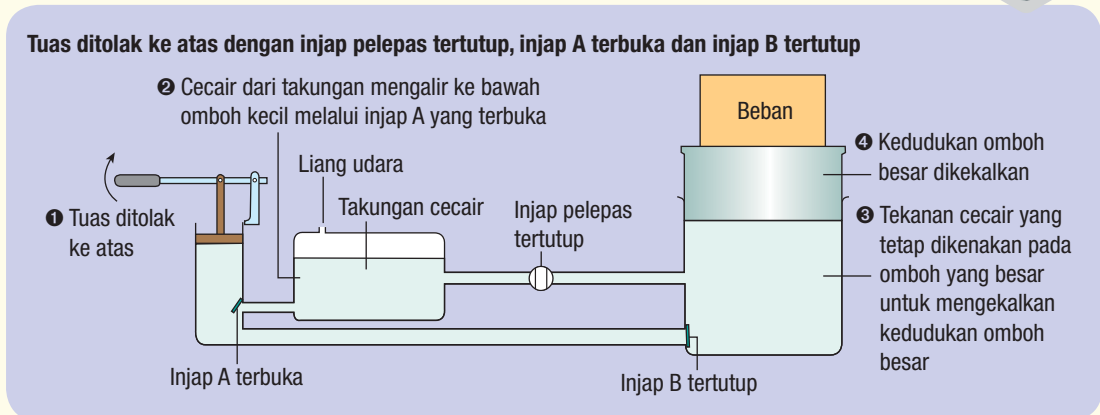
(a) Menambah ketinggian omboh besar yang berbeban



Rajah 8.6 Omboh besar dinaikkan

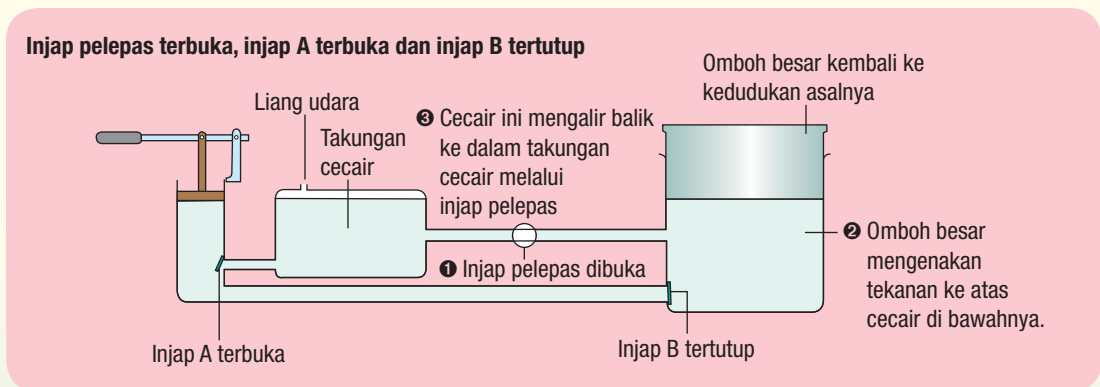


(b) Mengekalkan ketinggian atau kedudukan omboh besar



Rajah 8.7 Kedudukan omboh besar dikekalkan

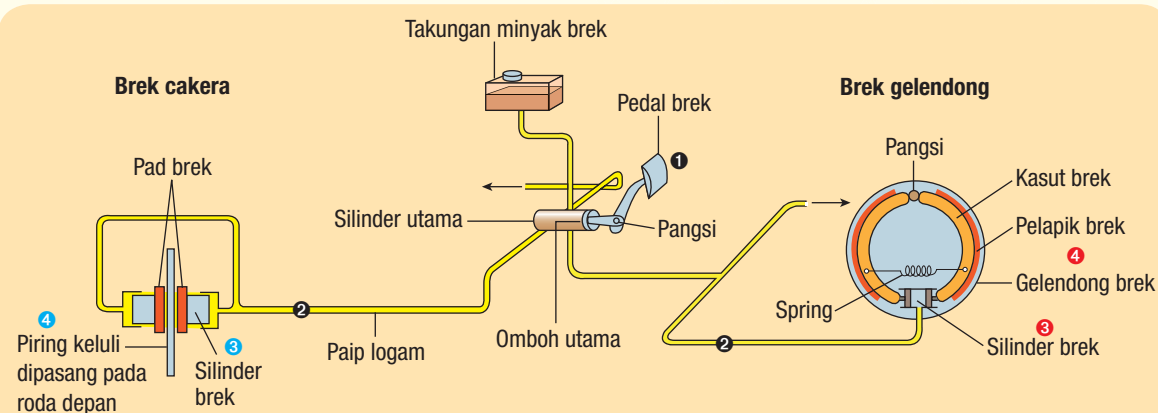
(c) Menurunkan omboh besar kembali ke kedudukan asalnya



Rajah 8.8 Omboh besar kembali ke kedudukan asalnya

## Sistem Brek Hidraulik

Brek hidraulik lazimnya digunakan untuk memperlahankan atau memberhentikan kenderaan beroda seperti kereta yang bergerak. Operasi sistem brek hidraulik adalah seperti Rajah 8.9.



Brek cakera pada roda depan	Brek gelendong pada roda belakang
1 Pedal brek yang ditekan menolak ombuh silinder utama ke dalam dan mengenakan tekanan ke atas minyak brek.	1 Pedal brek yang ditekan menolak ombuh silinder utama ke dalam dan mengenakan tekanan ke atas minyak brek.
2 Tekanan ini dipindahkan secara seragam oleh minyak brek melalui paip logam ke silinder brek pada roda depan dan belakang.	2 Tekanan ini dipindahkan secara seragam oleh minyak brek melalui paip logam ke silinder brek pada roda depan dan belakang.
3 Tekanan ini menolak ombuh dalam silinder brek yang menolak pad brek lalu tertekan ke atas piring keluli pada brek cakera.	3 Tekanan ini menolak ombuh dalam silinder brek yang menolak kasut brek lalu menekan pelapik brek pada brek gelendong.
4 Daya geseran antara pad brek dengan piring keluli memperlahankan atau memberhentikan putaran roda depan.	4 Daya geseran antara pelapik brek dengan gelendong brek memperlahankan atau memberhentikan putaran roda belakang.

Rajah 8.9 Sistem brek hidraulik dan operasinya

## Kerusi Rawatan Gigi

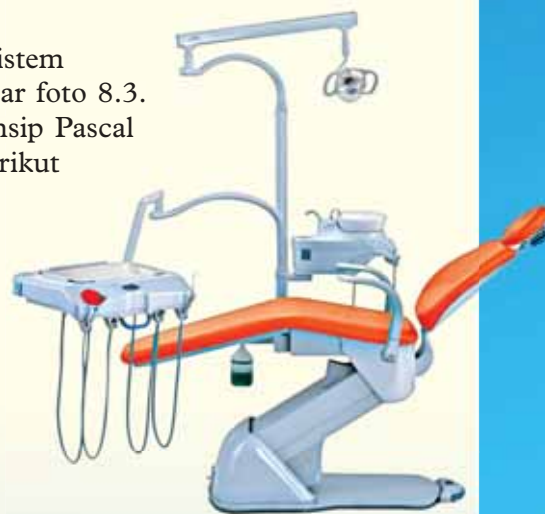
Operasi kerusi rawatan gigi dihubungkan dengan sistem hidraulik. Perhatikan kerusi rawatan gigi seperti Gambar foto 8.3. Kemudian, perhatikan dan fahamkan pula aplikasi prinsip Pascal dalam kerusi rawatan gigi seperti dalam video yang berikut atau sumber maklumat yang lain.

### Video

Adakah sistem hidraulik digunakan dalam kerusi rawatan gigi?  
<http://buku-teks.com/sa5074>  
 (Medium: bahasa Inggeris)



Aplikasi prinsip Pascal dalam kerusi rawatan gigi  
<http://buku-teks.com/sa5075>  
 (Medium: bahasa Inggeris)

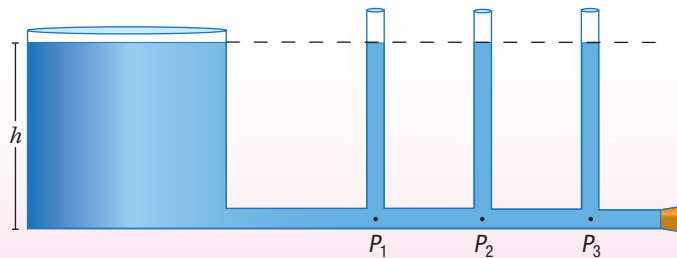


Gambar foto 8.3  
Kerusi rawatan gigi

## Hubung Kait antara Halaju Bendalir dengan Tekanan

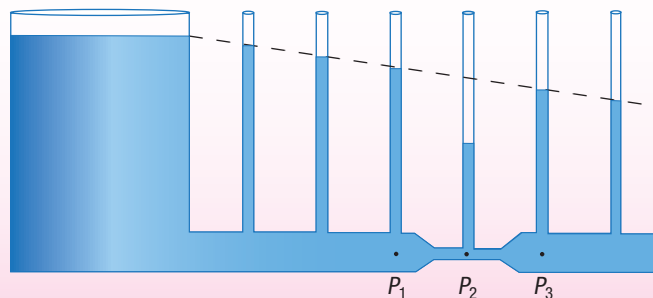
Perhatikan dan fahamkan perkaitan antara halaju bendalir dengan tekanan (Rajah 8.10 dan 8.11).

Rajah 8.10 menunjukkan bahawa tekanan bendalir di  $P_1$ ,  $P_2$  dan  $P_3$  adalah sama kerana bendalir tidak mengalir.



**Rajah 8.10** Tekanan bendalir adalah sama pada bendalir yang tidak mengalir

**Tiub Venturi** merupakan tiub tidak seragam dengan bahagian tengah lebih sempit (Rajah 8.11). Dalam Rajah 8.11, apabila bendalir mula mengalir, halaju bendalir di  $P_2$  adalah lebih tinggi daripada halaju bendalir di  $P_1$  dan  $P_3$ . Semakin sempit bahagian tiub Venturi, semakin rendah tekanan dalam bendalir yang melalui bahagian yang sempit ini. Hal ini dikenali sebagai **kesan Venturi**.



**Rajah 8.11** Kesan Venturi dan prinsip Bernoulli

Apabila bendalir melalui kawasan sempit, halaju bendalir akan meningkat dan tekanan di kawasan tersebut berkurang. Hal ini dikenali sebagai **prinsip Bernoulli**.

Video

□
□
□

Kesan Venturi dan prinsip Bernoulli

<http://buku-teks.com/sa5076>

(Medium: bahasa Inggeris)

## Aktiviti 8.2

PAK -21

- KBMM
- Aktiviti inkuiri

Menerangkan prinsip Bernoulli dengan menggunakan tiub Venturi

### Bahan

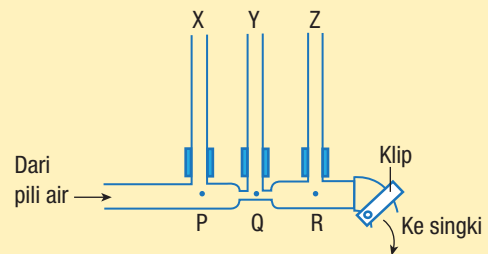
Air paip

### Radas

Tiub Venturi, tiub getah dan klip

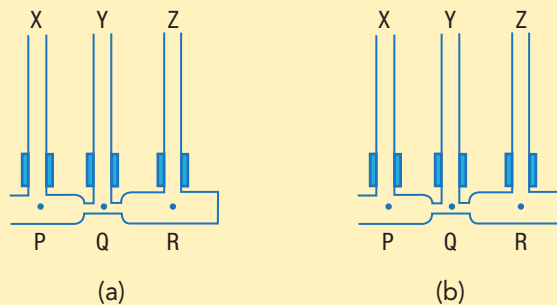
### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Sediakan susunan radas seperti Rajah 8.12.
3. Tutup klip. Kemudian buka pili dan biarkan tiub X, Y and Z diisi dengan air.
4. Perhatikan dan banding ketinggian aras air dalam tiub X, Y dan Z.
5. Lakarkan pemerhatian anda pada rajah (a).
6. Buka klip dan pili supaya air mengalir ke dalam singki melalui tiub kaca secara berterusan.
7. Ulang langkah 4. Lakarkan pemerhatian anda pada rajah (b).



Rajah 8.12

### Pemerhatian



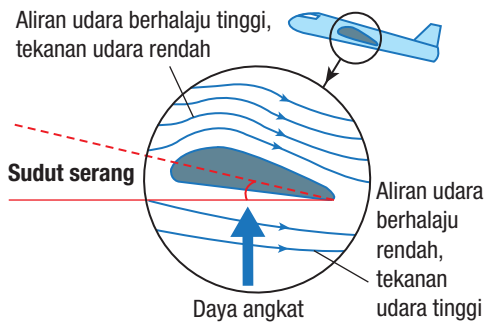
### Soalan

1. Nyatakan hubungan antara halaju bendalir dengan tekanan berdasarkan pemerhatian dalam rajah (a) dan (b).
2. Namakan kesan perubahan pada tekanan dalam bendalir yang mengalir melalui bahagian tiub Venturi yang lebih sempit.
3. Apakah prinsip yang ditunjukkan dalam pemerhatian dalam rajah (b)?

## Aplikasi Prinsip Bernoulli dalam Kehidupan Harian

**Prinsip Bernoulli** menyatakan bahawa bendalir yang bergerak dengan halaju tinggi akan menghasilkan tekanan yang lebih rendah pada kawasan tersebut.

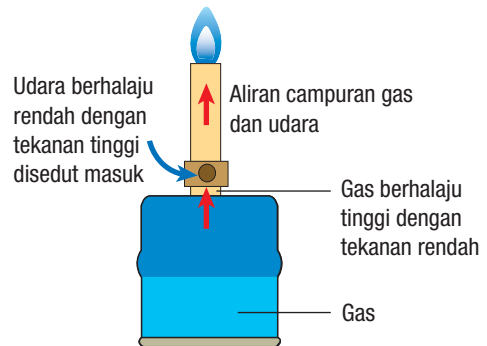
Bentuk aerofoil sayap kapal terbang



Daya angkat yang dihasilkan oleh sayap sebuah kapal terbang terhasil daripada:

- bentuk aerofoil
- sudut serang

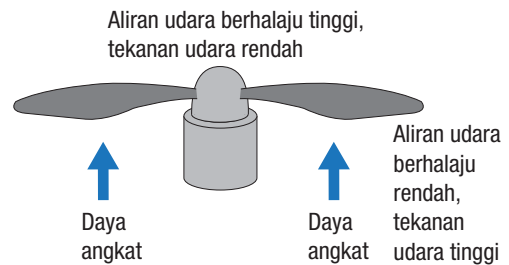
Penunu Bunsen



Helikopter



Dron



Garis keselamatan di tepi landasan stesen kereta api



Aliran udara adalah berhalaju tinggi dan tekanan udara adalah rendah di kawasan antara kereta api yang bergerak laju dengan orang yang berdiri berdekatan.

Besar kemungkinan, jika terdapat orang yang berdiri melepasi garis keselamatan, orang itu akan ditolak oleh daya ke arah kereta api yang sedang bergerak. Oleh itu, elakkan berdiri melepasi garis keselamatan.

Rajah 8.13 Prinsip Bernoulli dalam kehidupan harian

## Aktiviti 8.3

Mengkaji aplikasi prinsip Bernoulli dalam kehidupan harian

PAK -21

• KMK, KIAK, KBMM

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang aplikasi prinsip Bernoulli dalam pelbagai sukan seperti bot layar, luncur angin dan sebagainya.
3. Bincangkan maklumat yang anda kumpulkan.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam bentuk laporan.

## Aktiviti 8.4

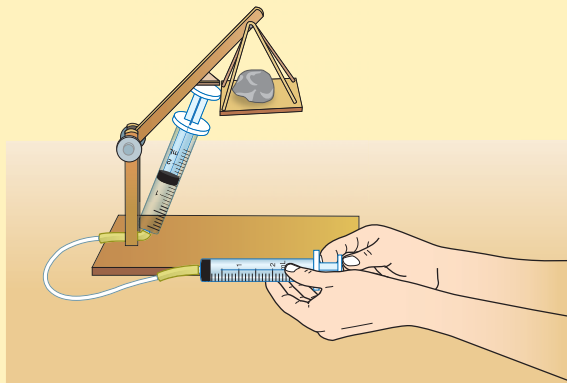
Mereka bentuk alat menggunakan prinsip tekanan dalam bendalir

PAK -21

• KBMM, KMK, STEM  
• Aktiviti menjalankan projek

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Reka bentuk satu alat seperti kren untuk mengangkat beban yang berat dengan menggunakan sistem hidraulik.
3. Persembahkan reka bentuk alat anda. Bincangkan bagaimana sistem hidraulik berfungsi dalam reka bentuk alat anda itu.

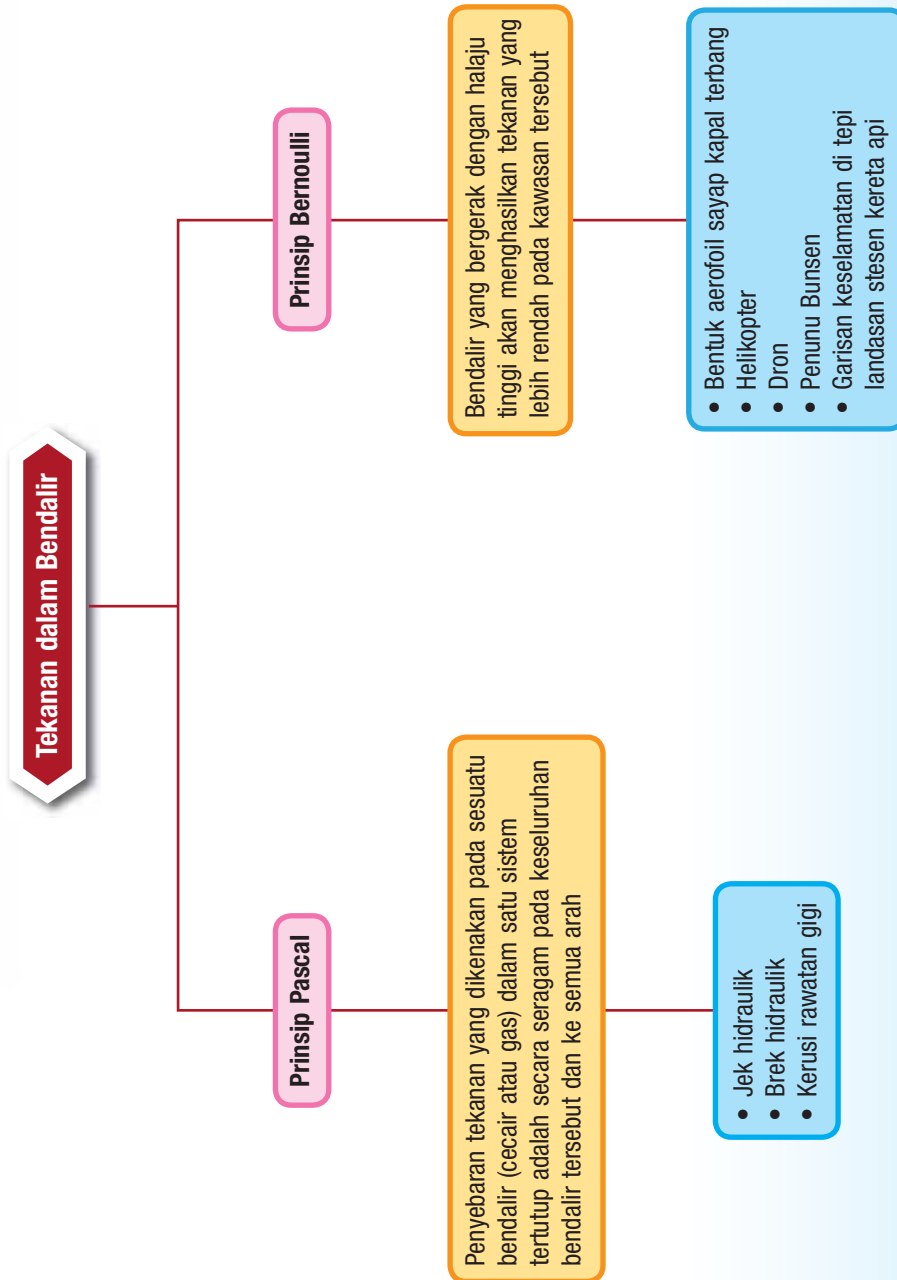


Rajah 8.14 Satu contoh reka bentuk alat

## Praktis Formatif 8.1

1. Nyatakan prinsip Pascal.
2. Nyatakan prinsip asas sistem hidraulik.
3. Berikan **tiga** contoh aplikasi prinsip Pascal dalam kehidupan harian.
4. Nyatakan prinsip Bernoulli.

# Rumusan





## Refleksi Kendiri

Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

### 8.1 Tekanan dalam Bendalir

- Menjelaskan konsep tekanan dalam bendalir dalam suatu sistem yang tertutup.
- Berkomunikasi mengenai aplikasi prinsip Pascal dalam kehidupan harian.
- Menjelaskan perkaitan antara halaju bendalir dengan tekanan.
- Berkomunikasi mengenai aplikasi prinsip Bernoulli dalam kehidupan harian.
- Mereka bentuk alat menggunakan prinsip tekanan dalam bendalir.




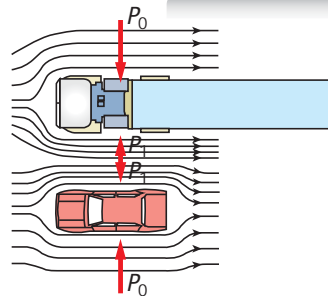
### Praktis Sumatif 8

Jawab soalan yang berikut:

Kuiz  
<http://buku-teks.com/sa5078>




1. Rajah 1 menunjukkan dua buah kenderaan yang bergerak dengan halaju yang sama dan menghasilkan dua tekanan,  $P_0$  dan  $P_1$  yang berbeza.
  - (a) Tekanan yang manakah lebih rendah?
  - (b) Terangkan jawapan anda dalam soalan 1(a).
  - (c) Mengapakah situasi dua kenderaan seperti Rajah 1 berbahaya? 



Rajah 1



### Praktis Pengayaan

2. Kerusi rawatan gigi seperti Rajah 2 merupakan aplikasi prinsip Pascal yang memainkan peranan penting untuk membantu doktor ketika memberi rawatan gigi kepada pesakitnya. Kerusi rawatan gigi perlulah mudah dilaraskan untuk keselesaan pesakit dan doktor.
  - Bina satu model kerusi rawatan gigi yang kreatif dengan cara mengaplikasikan prinsip Pascal.
  - Huraikan ciri kreatif dalam model kerusi rawatan gigi yang dibina.
  - Bincangkan dalam kumpulan anda bagaimana model kerusi rawatan gigi yang dibina itu dapat diubah suai menjadi model kerusi urut automatik. 
  - Bentangkan idea anda kepada kelas.



Rajah 2

#### Sumber rujukan:

Video membina model kerusi rawatan gigi

<http://buku-teks.com/sa5079>

(Medium: bahasa Inggeris)





# TEMA 4

## Penerokaan Bumi dan Angkasa Lepas



Apakah kaedah untuk menghantar kenderaan pelancar guna semula ke orbit Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS)? Adakah pindah secara terus atau melalui orbit pindah Hohmann?

# TEKNOLOGI ANGKASA LEPAS

**Apakah jenis orbit bagi satelit Malaysia yang mengorbit Bumi?**

**Dato' Dr. Sheikh Muszaphar Shukor Al Masrie bin Sheikh Mustapha adalah angkasawan Malaysia yang pertama membuat kajian sains di Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS). Berapa harikah beliau berada di ISS?**

**Apakah jenis orbit yang terakhir diambil oleh kenderaan pelancar yang membawa angkasawan, bahan bekalan dan peralatan satelit untuk sampai ke ISS?**



**Marilah kita mengkaji**

- Satelit
- Sistem Penentu Sejagat (*Global Positioning System, GPS*)

Malaysia antara negara pertama Asia yang melancarkan projek demonstrasi 5G



Adakah rangkaian 5G digunakan dalam telekomunikasi di Malaysia buat masa ini? Teknologi jaringan 5G bersama rangkaian satelit global nyata memberi manfaat kepada semua pihak secara meluas di seluruh dunia.

Rangkaian satelit global membolehkan pemindahan maklumat dari sesebuah negara ke negara lain di seluruh dunia manakala rangkaian 5G dapat memahami jenis data yang diminta oleh pengguna tempatan. Rangkaian 5G juga mampu beralih ke tahap kuasa lebih rendah apabila tidak digunakan, dan beralih ke tahap kuasa lebih tinggi untuk perkara seperti penstriman video berdefinisi tinggi.

Perkembangan teknologi dalam telekomunikasi ini akan meluaskan penggunaan satelit dalam kehidupan harian.

Namakan satelit kepunyaan Malaysia yang boleh digunakan dalam demonstrasi 5G dalam rantau ini.



Sumber:  
<http://buku-teks.com/sa5081>

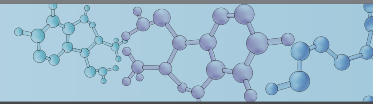


## Kata Kunci

- Jenis orbit satelit
- Orbit Rendah Bumi (LEO)
- Orbit Sederhana Bumi (MEO)
- Orbit Tinggi Bumi (HEO)
- Orbit Geosegerak (GSO)
- Orbit Geopegun (GEO)
- Apogi
- Perigi
- Ketinggian orbit
- Laju satelit
- Orbit pindah Hohmann
- Kenderaan pelancar yang digunakan sekali sahaja (ELV)
- Kenderaan pelancar guna semula (RLV)
- Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS)
- Keadaan sifar graviti
- *Space junk*
- Sistem Penentu Sejagat (GPS)
- Navigasi
- Koordinat GPS
- Format DMS
- Format DD
- Google Maps
- Waze

# 9.1

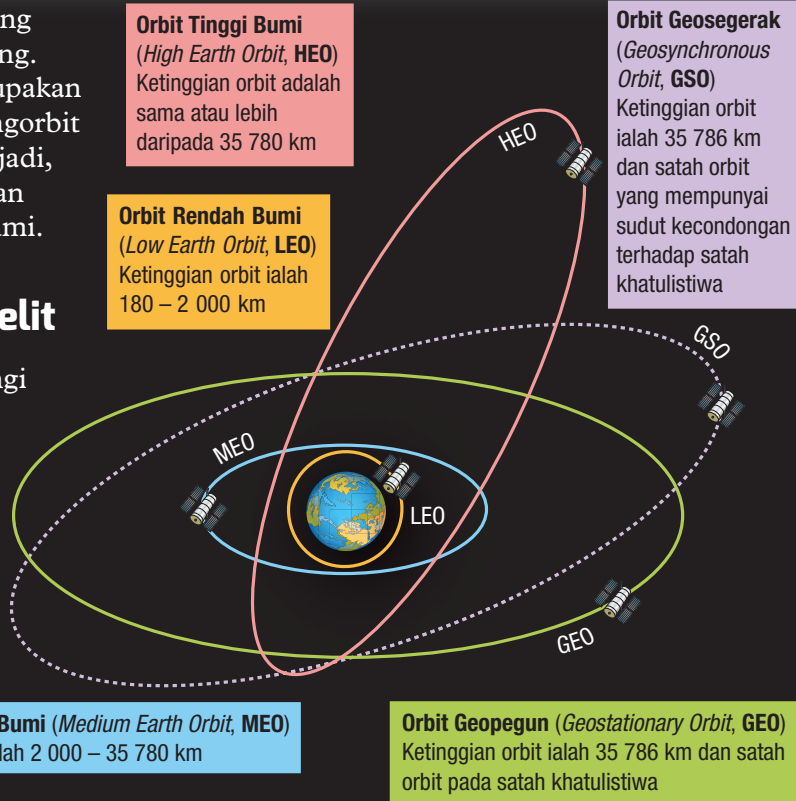
## Satelit



**Satelit** merupakan objek yang mengorbit planet atau bintang. Sebagai contoh, Bulan merupakan satelit semula jadi yang mengorbit Bumi. Selain satelit semula jadi, terdapat banyak satelit buatan manusia yang mengorbit Bumi.

### Jenis-jenis Orbit Satelit

Orbit satelit yang mengelilingi Bumi dikelaskan kepada **lima** jenis mengikut ketinggian orbit (altitud) (Rajah 9.1).



Rajah 9.1 Jenis-jenis orbit satelit

### Aktiviti 9.1

Mengumpulkan maklumat dan menerangkan jenis-jenis orbit satelit

#### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang jenis-jenis orbit satelit, iaitu LEO, MEO, HEO, GSO dan GEO.

Contoh laman web yang boleh dirujuk adalah seperti yang berikut:

Orbit geosegerak (GSO) dan orbit geopegun (GEO)  
<http://buku-teks.com/sa5083>  
(Medium: bahasa Inggeris)



Katalog jenis-jenis orbit satelit  
<http://buku-teks.com/sa5084>  
(Medium: bahasa Inggeris)



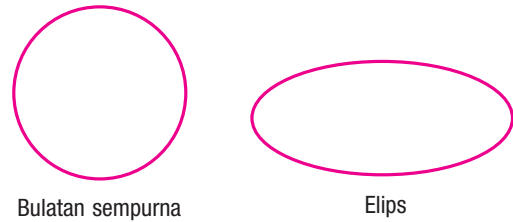
3. Bincangkan maklumat yang telah anda kumpulkan.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda kepada kelas.

#### PAK -21

- KMK
- Aktiviti perbincangan

## Bentuk-bentuk Orbit

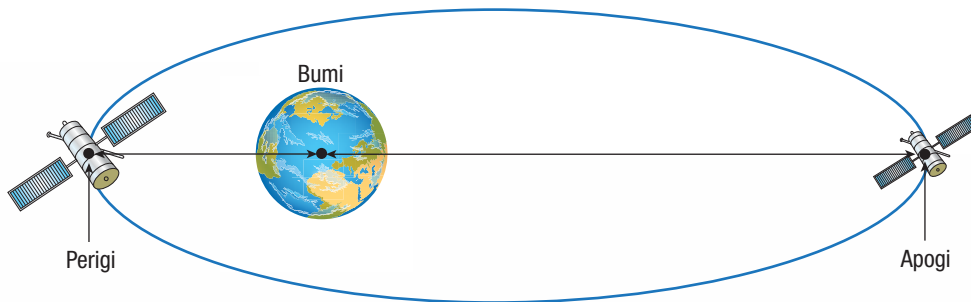
Terdapat dua bentuk orbit, iaitu bulatan sempurna dan elips (Rajah 9.2). Orbit GEO ialah contoh orbit berbentuk bulatan sempurna manakala orbit MEO dan HEO ialah contoh orbit yang berbentuk elips. Orbit LEO dan GSO berbentuk bulatan sempurna atau elips.



Rajah 9.2 Bentuk-bentuk orbit

## Apogi (Apogee) dan Perigi (Perigee) Satu Satelit dalam Orbit Elips

Bagi satelit yang membuat orbit elips, terdapat dua kedudukan yang tertentu dalam orbit tersebut, iaitu **apogi** (*apogee*) dan **perigi** (*perigee*) (Rajah 9.3).



Rajah 9.3 Apogi (*apogee*) dan perigi (*perigee*) satu satelit dalam orbit elips

**Apogi** bagi satu satelit dalam **orbit elips** merupakan **kedudukan satelit** yang **paling jauh** dari planet atau bintang yang dikelilingi oleh satelit tersebut. Bagaimanakah perigi bagi satu satelit dalam orbit elips?

## Hubungan antara Ketinggian Orbit dengan Halaju Satelit

Jenis-jenis orbit satelit, ketinggian orbit dan laju satelit adalah seperti Rajah 9.4.



Rajah 9.4 Contoh jenis satelit, ketinggian orbit dan laju satelit

Semakin tinggi orbit satelit, semakin rendah halaju satelit untuk satelit kekal dalam orbit. Hal ini dikatakan demikian kerana daya tarikan graviti terhadap satelit semakin berkurang apabila ketinggian satelit meningkat.

Apakah yang akan berlaku kepada sesebuah satelit yang sedang bergerak dalam orbit tetap jika halajunya berkurangan terlalu rendah? Bagaimanakah pula jika halajunya meningkat terlalu tinggi?

Mari jalankan Aktiviti 9.2 untuk mengenal pasti hubungan antara ketinggian orbit dengan laju satelit.

## Bijak Fikir

Layari laman web yang berikut untuk mengumpulkan maklumat tentang ketinggian atau altitud orbit satelit untuk tujuan GPS satelit.  
<http://buku-teks.com/sa5082>  
 (Medium: bahasa Inggeris)



## Aktiviti 9.2

Membuat kesimpulan hubungan antara ketinggian orbit dengan laju satelit

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang jenis atau sistem satelit, ketinggian orbit dan laju satelit yang berkenaan.
3. Jadualkan maklumat serta data ketinggian orbit dan laju satelit yang dikumpulkan.
4. Analisis data yang dikumpulkan dan buat kesimpulan terhadap hubungan antara ketinggian orbit dengan laju satelit.
5. Bentangkan kesimpulan yang dibuat oleh kumpulan anda kepada kelas.

Contoh:

Satelit	Jenis orbit satelit	Ketinggian orbit (km)	Laju satelit
	GEO		
	MEO		
ISS	LEO		

### PAK -21

- KBMM, KMK
- Aktiviti inkuiri

## Pelancaran dan Penempatan Satelit dalam Orbit

Mari jalankan Aktiviti 9.3 untuk mengetahui cara satelit dilancarkan dan ditempatkan dalam orbit secara terus atau melalui orbit pindah Hohmann.

## Aktiviti 9.3

Menerangkan cara untuk menempatkan satelit ke dalam orbit

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada tontonan klip video yang berikut untuk menerangkan cara untuk menempatkan satelit ke dalam orbit secara terus atau melalui orbit pindah Hohmann.

Lihat klip video yang berikut:

<http://buku-teks.com/sa5085>

Masa mula 5:00/10:05

Masa tamat 9:14/10:05

(Medium: bahasa Inggeris)



3. Bincangkan hasil pemerhatian selepas menonton video.
4. Bentangkan cara menempatkan satelit ke dalam orbit yang diperhatikan dalam video kepada kelas.

### Klik@Web

Pelancaran dan penempatan satelit dalam orbit

<http://buku-teks.com/sa5086>

(Medium: bahasa Inggeris)



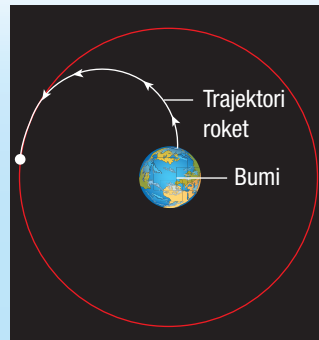
### PAK -21

- KMK
- Aktiviti inkuiri

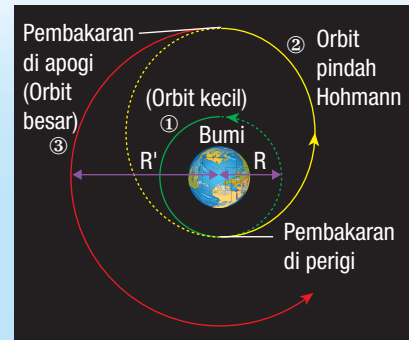
## Kaedah Menghantar Kenderaan Pelancar ke dalam Orbit



**Kenderaan pelancar** yang terdiri daripada satu atau lebih roket digunakan untuk menghantar satelit atau kapal angkasa ke angkasa lepas. Rajah 9.5 menunjukkan dua cara untuk menempatkan satelit dengan menggunakan kenderaan pelancar.



(a) Pindah secara terus ke orbit



(b) Orbit pindah Hohmann

**Rajah 9.5** Cara menghantar kenderaan pelancar ke dalam orbit

Kenderaan pelancar dibahagikan kepada **dua** jenis, iaitu:

- (a) kenderaan pelancar yang digunakan sekali sahaja (*expendable launch vehicle (ELV)*)
- (b) kenderaan pelancar guna semula (*reusable launch vehicle (RLV)*)



ELV



RLV

**Gambar foto 9.1** Pelancaran ELV dan RLV oleh NASA

Mari jalankan Aktiviti 9.4 untuk mencari maklumat tentang perbezaan antara ELV dengan RLV.

### Aktiviti 9.4

Membezakan ELV daripada RLV

#### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang perbezaan antara kenderaan pelancar yang digunakan sekali sahaja (ELV) dengan kenderaan pelancar guna semula (RLV).
3. Bentangkan perbezaan antara ELV dengan RLV dalam bentuk multimedia kepada kelas.

**PAK -21**

- KBMM, KMK
- Aktiviti inkuiri

## Fungsi Stesen Angkasa Antarabangsa

Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS) merupakan hasil usaha daripada lima agensi angkasa, iaitu NASA (Amerika Syarikat), Roscosmos (Rusia), JAXA (Jepun), ESA (Eropah) dan CSA (Kanada). Dato' Dr Sheikh Muszaphar Shukor Al Masrie bin Sheikh Mustapha adalah rakyat Malaysia yang pertama sampai di ISS.

Mari jalankan Aktiviti 9.5 bagi memahami fungsi dan kehidupan angkasawan di ISS.

**Gambar foto 9.2** Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS)



**Klik@Web**

Apakah Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS)?  
<http://buku-teks.com/sa5087>  
(Medium: bahasa Inggeris)



### Aktiviti 9.5

Memahami fungsi ISS dan kehidupan angkasawan di ISS

**PAK-21**

- KMK
- Aktiviti inkuiri

#### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada tontonan video yang berikut untuk mencari maklumat tentang stesen angkasa seperti ISS, fungsinya dan kehidupan angkasawan di stesen angkasa tersebut.

Contoh laman web yang boleh dirujuk adalah seperti yang berikut:

Fungsi ISS

<http://buku-teks.com/sa5088>  
(Medium: bahasa Inggeris)



Kehidupan angkasawan di ISS

<http://buku-teks.com/sa5091>  
(Medium: bahasa Inggeris)



Keadaan sifar graviti atau mikrograviti

<http://buku-teks.com/sa5090>  
(Medium: bahasa Inggeris)



3. Bincangkan maklumat yang telah anda kumpulkan.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda kepada kelas.



**Keadaan sifar graviti** adalah keadaan yang tiada kesan ketara daya graviti dirasakan. Contohnya, keadaan dalam aktiviti terjun udara dalaman (*indoor skydiving*) (Gambar foto 9.3). Peserta terjun udara dalaman akan terapung dalam udara dan merasai keadaan sifar graviti. Keadaan ini berlaku kerana daya tujahan yang dihasilkan oleh tiupan udara ke atas yang sangat kuat terhadap peserta tersebut adalah sama nilai dengan beratnya tetapi pada arah yang bertentangan. Oleh itu, tiada kesan ketara daya graviti dapat dirasakan.



**Gambar foto 9.3** Keadaan sifar graviti dalam aktiviti terjun udara dalaman

## Kaedah Menjejaki Stesen Angkasa

Kekerapan ISS mengorbit Bumi dalam tempoh sehari dapat dihitung dengan maklumat mengenai ketinggian orbit dan laju ISS.

### Aktiviti 9.6

Mengira kekerapan ISS mengorbit Bumi dalam tempoh sehari

#### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Gunakan data ketinggian orbit dan laju stesen angkasa ISS dalam Aktiviti 9.2 serta jejari Bumi ( $6.37 \times 10^6$  m) untuk mengira kekerapan ISS mengorbit Bumi dalam tempoh sehari.

$$\begin{aligned} \text{Tempoh orbit, } T &= \frac{\text{Panjang orbit}}{\text{Laju satelit}} \\ &= \frac{2\pi \times (\text{Ketinggian orbit} + \text{Jejari Bumi})}{\text{Laju satelit}} \end{aligned}$$

$$\text{Kekerapan ISS mengorbit Bumi dalam tempoh sehari} = \frac{86\,400 \text{ s (1 hari)}}{\text{Tempoh orbit, } T}$$

3. Bentangkan hasil kiraan kumpulan anda kepada kelas.

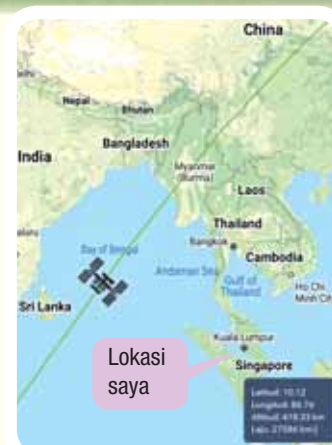
**PAK -21**

- KMK, KBMM
- Aktiviti inkuiri

## Menjejaki Kedudukan Stesen Angkasa dengan Menggunakan Aplikasi Telefon Pintar

Perhatikan dan kenal pasti kedudukan ISS dan pemerhati dalam gambar foto tangkapan skrin pada telefon pintar (Rajah 9.6).

**Rajah 9.6** Tangkapan skrin pada telefon pintar yang menunjukkan kedudukan pemerhati, ISS dan orbit ISS



## Kesan Perkembangan Pesat dalam Teknologi Angkasa Lepas

Antara kesan perkembangan pesat dalam teknologi angkasa lepas termasuklah:

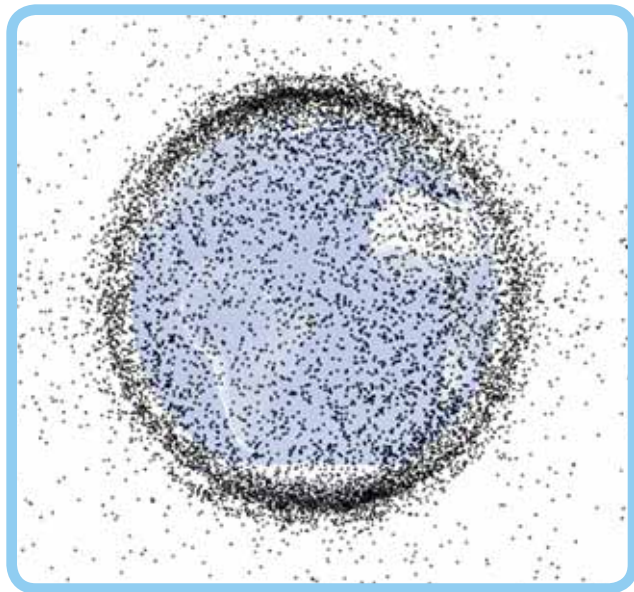
(a) **Bahan buangan di angkasa lepas (*space junk*) yang semakin bertambah**

Bahan buangan di angkasa lepas atau *space junk* merupakan satelit yang tidak berfungsi, bahagian ELV yang telah digunakan, serpihan satelit yang dihasilkan daripada perlanggaran antara satelit, roket yang habis dibakar dan sebagainya.

Menurut pemerhatian yang dibuat oleh pihak pemantau *space junk* dari NASA, 95% daripada beribu-ribu objek buatan manusia pada orbit rendah Bumi merupakan bahan buangan di angkasa lepas. Semakin banyak *space junk*, semakin tinggi risiko perlanggaran satelit dengan *space junk*. Hal ini juga menerangkan bahawa satelit cuaca, GOES, lazimnya berubah orbitnya beberapa kali supaya dapat mengelakkan perlanggaran dengan *space junk*.

(b) **Peningkatan aktiviti penyelidikan dan pembangunan**

Kemajuan dan perkembangan dalam teknologi angkasa lepas telah meningkatkan aktiviti penyelidikan dan pembangunan dalam pelbagai bidang seperti kesihatan manusia, respons terhadap perubahan dan bencana cuaca, teknologi inovatif baharu, pendidikan global dan perkembangan ekonomi angkasa lepas.



**Rajah 9.7** *Space junk* pada orbit geosegerak, GSO (Setiap titik mewakili satelit atau *space junk*)

### Aktiviti 9.7

Mengumpulkan maklumat berkaitan impak perkembangan pesat teknologi angkasa lepas

#### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang impak perkembangan pesat teknologi angkasa lepas seperti:
  - (a) pertambahan bahan buangan di angkasa lepas (*space junk*)
  - (b) peningkatan aktiviti penyelidikan dan pembangunan pelbagai bidang dalam kehidupan dan kesihatan manusia
3. Bincangkan maklumat yang telah anda kumpulkan.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda kepada kelas.

#### PAK -21

- KMK
- Aktiviti perbincangan

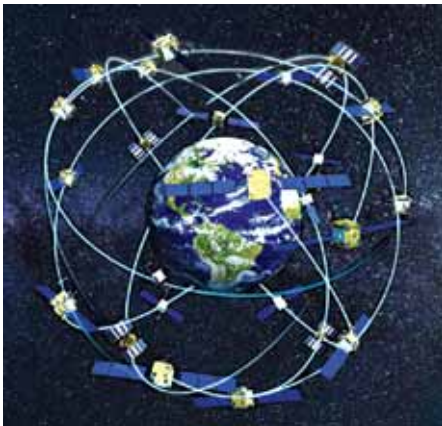
## Praktis Formatif 9.1

1. Nyatakan **lima** jenis orbit satelit.
2. (a) Lukis **satu** rajah untuk menunjukkan apogi dan perigi satu satelit dalam orbit elips.  
(b) Terangkan apogi dan perigi satu satelit dalam orbit elips.
3. Apakah hubungan antara ketinggian orbit dengan halaju satelit?
4. Apakah orbit pindah Hohmann?
5. Mengapakah angkasawan di ISS berada dalam keadaan terapung?
6. Berikan pendapat anda tentang impak pertambahan bahan buangan di angkasa lepas.

## 9.2

### Sistem Penentu Sejagat (*Global Positioning System, GPS*)

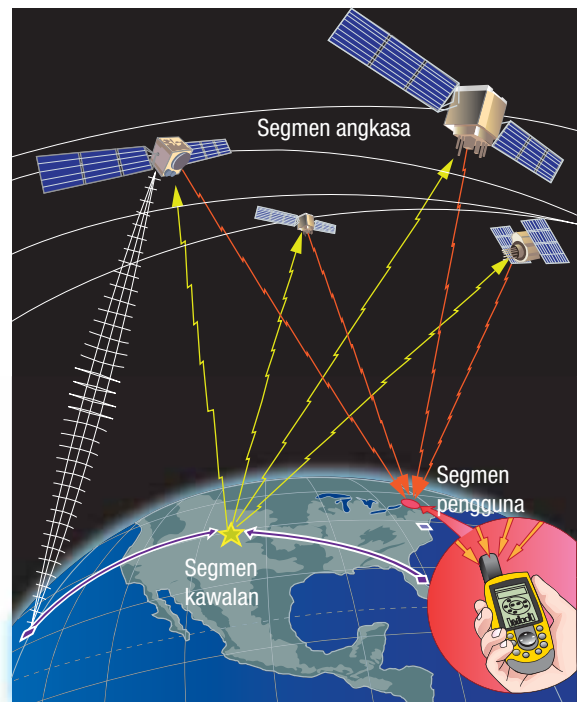
**Sistem Penentu Sejagat** (*Global Positioning System, GPS*) merupakan suatu sistem navigasi yang memberi maklumat tentang **lokasi** dan **masa** kepada penggunaanya dalam semua keadaan cuaca.



**Rajah 9.8** Ilustrasi rangkaian satelit GPS (Image © NOAA)

### Bagaimana GPS Berfungsi

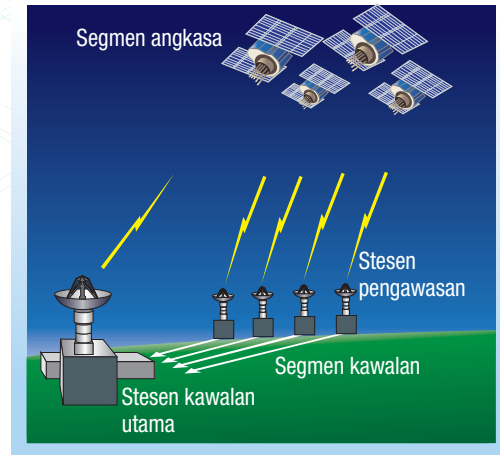
GPS terdiri daripada **tiga** segmen, iaitu segmen kawalan, segmen angkasa dan segmen pengguna.



**Rajah 9.9** Bagaimana GPS berfungsi

## Segmen Kawalan

Segmen kawalan terdiri daripada stesen kawalan utama, stesen kawalan alternatif, antena arahan dan kawalan serta stesen pengawasan. Isyarat yang diterima oleh stesen pengawasan dari satelit GPS dihantar ke stesen kawalan utama yang akan menjanakan mesej navigasi di Bumi (Rajah 9.10). Antara maklumat yang dihantar dari antena Bumi ke satelit GPS termasuklah posisi satelit GPS, faktor pembetulan waktu pada jam satelit GPS, data atmosfera dan almanak.

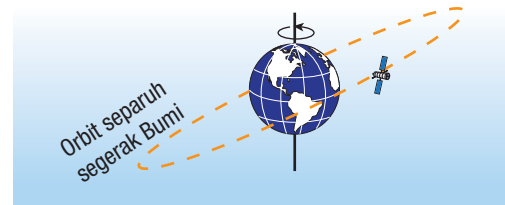


**Rajah 9.10** Segmen kawalan dan segmen angkasa dalam GPS

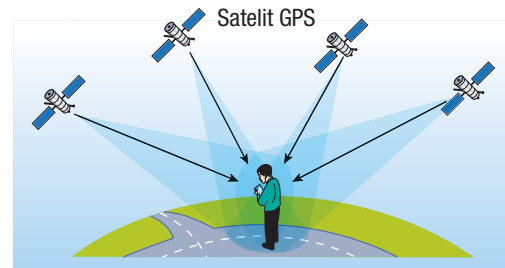
## Segmen Angkasa

GPS terdiri daripada suatu rangkaian satelit. Satelit GPS mengorbit Bumi pada ketinggian orbit 20 000 km. Orbit satelit GPS lazimnya dikenali sebagai orbit separuh segerak Bumi (*semi-synchronous Earth orbit*) (Rajah 9.11) dengan tempoh orbit lebih kurang 12 jam.

Dalam GPS, sekurang-kurangnya 4 buah satelit GPS dapat dilihat pada sudut  $15^\circ$  atau lebih daripada paksi ufuk pada setiap masa dari semua lokasi di Bumi (Rajah 9.12). Antara maklumat yang dihantar dari satelit GPS ke alat penerima GPS termasuklah posisi satelit GPS dan masa isyarat itu dihantar.



**Rajah 9.11** Orbit satelit GPS



**Rajah 9.12** Kedudukan satelit GPS dan pengguna GPS

## Segmen Pengguna

Pengguna GPS merupakan sesiapa sahaja yang menggunakan alat penerima GPS seperti telefon pintar. Lokasi bagi suatu tempat dapat ditulis dalam dua jenis format penulisan seperti yang berikut:

- Darjah, minit dan saat (DMS)
- Darjah desimal (DD)

$5^\circ 26' 25'' \text{N } 100^\circ 18' 32'' \text{E}$   
Georgetown, Pulau Pinang

**Rajah 9.13** Koordinat GPS dalam format penulisan DMS

Koordinat GPS boleh ditulis dalam dua jenis format, iaitu DMS dan DD.

**Contoh**

**Koordinat GPS:**

(a) Planetarium Negara, Kuala Lumpur

Koordinat format DMS : 3°08'22.04"N (Latitud)      101°41'22.53"E (Longitud)  
 Koordinat format DD : 3.139456      101.689593

↑  
 Nilai **positif** mewakili latitud pada hemisfera **utara**

↑  
 Nilai **positif** mewakili longitud ke **timur** Garisan Greenwich

(b) Copacabana, Rio de Janeiro

Koordinat format DMS : 22°58'14.60"S (Latitud)      43°10'56.51"W (Longitud)  
 Koordinat format DD : - 22.970722      - 43.182365

↑  
 Nilai **negatif** mewakili latitud pada hemisfera **selatan**

↑  
 Nilai **negatif** mewakili longitud ke **barat** Garisan Greenwich

Arah 'Timur' dan 'Barat' pada koordinat GPS dalam format DMS berdasarkan Garisan Greenwich.



Kalkulator bagi dua format koordinat GPS  
<http://buku-teks.com/sa5092>  
 (Medium: bahasa Inggeris)



**Aktiviti 9.8**

Mengembara dari satu lokasi ke lokasi lain dalam kawasan sekolah dengan menggunakan koordinat GPS

**PAK -21**  
 • Aktiviti inkuiri

**Arahan**

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan di kawasan sekolah yang lapang seperti padang sekolah.
2. Tandakan lima lokasi dengan jarak minimum 10 m di antara satu dengan yang lain dalam kawasan sekolah yang lapang.



3. Gunakan alat penerima GPS seperti telefon pintar untuk menentukan koordinat GPS pada lokasi tersebut.

4. Perhatikan dan catat koordinat bagi lima lokasi tersebut dalam format penulisan yang berikut:
- Darjah, minit dan saat (DMS)
  - Darjah desimal (DD)

### Keputusan

Lokasi	x (m)	Koordinat GPS dalam DMS	Koordinat GPS dalam DD
1			
2			
3			
4			
5			

### Soalan

- Mengapakah aktiviti ini dijalankan di kawasan lapang dan bukan di dalam kelas?
- Apakah tujuan utama dalam mengaplikasikan sistem koordinat GPS?
- Namakan **dua** contoh aplikasi navigasi yang menggunakan sistem koordinat GPS dalam kehidupan harian.

## Kegunaan GPS

GPS digunakan untuk tujuan navigasi dalam pelbagai jenis pengangkutan seperti pengangkutan darat, laut, udara dan angkasa lepas. Contoh aplikasi navigasi yang menggunakan koordinat GPS adalah seperti Google Maps dan Waze.



Gambar foto 9.4 Tangkapan skrin Google Maps dan Waze



## Klik@Web

Aplikasi navigasi (Animasi)  
<http://buku-teks.com/sa5093>  
 (Medium: bahasa Inggeris)



Cari Pizza (Video)  
<http://buku-teks.com/sa5094>  
 (Medium: bahasa Inggeris)



## Aktiviti 9.9

Mengkaji Sistem Penentu Sejagat (GPS)

### Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada pelbagai sumber tentang maksud GPS, bagaimana GPS berfungsi dan kegunaan GPS.
3. Bincangkan maklumat yang telah anda kumpulkan.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda kepada kelas dengan menggunakan persembahan multimedia.

**PAK -21**

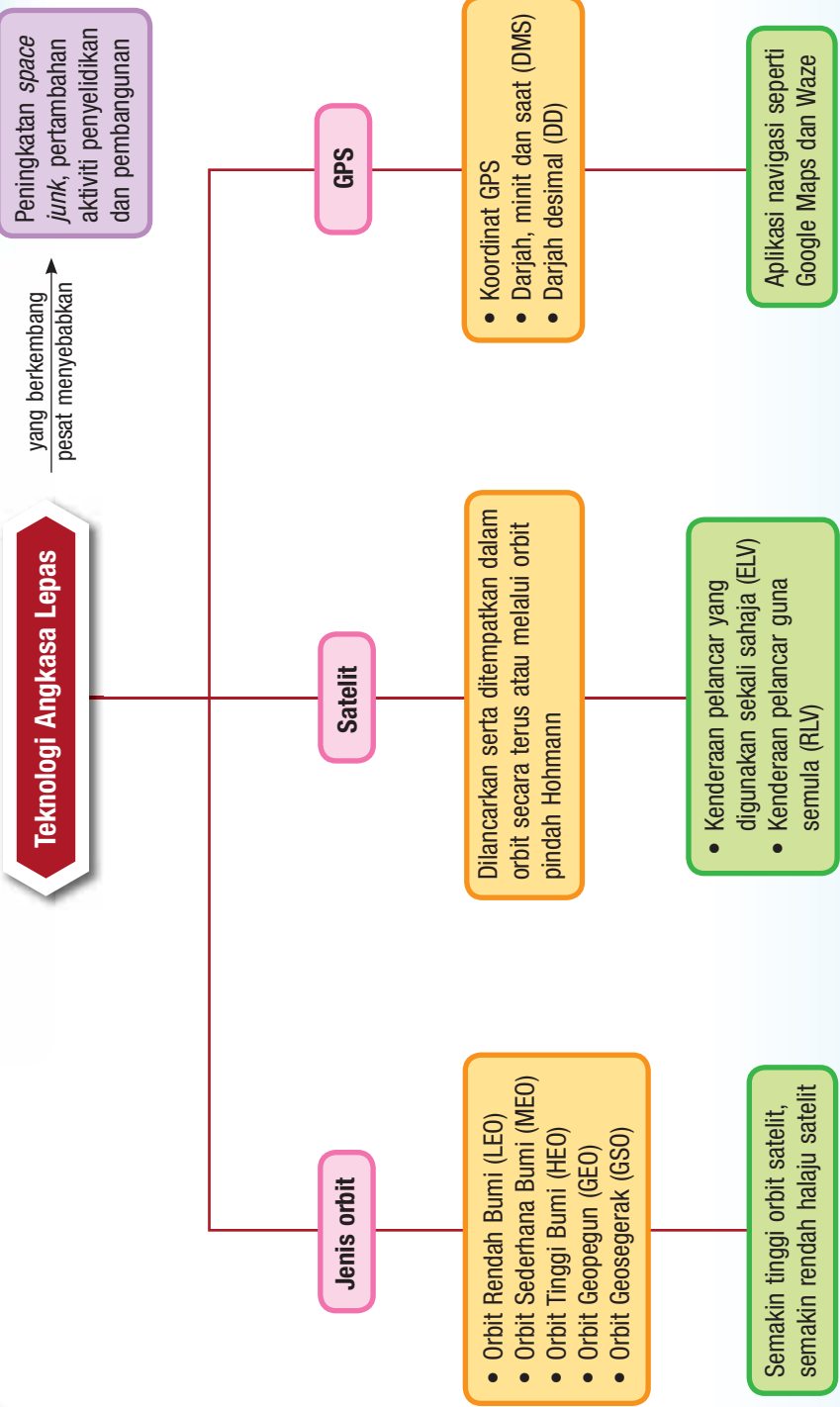
- KBMM, KMK
- Aktiviti inkuiri



Gambar foto 9.5 Alat pengesan GPS kereta

## Praktis Formatif 9.2

1. Apakah maksud Sistem Penentu Sejagat (GPS)?
2. Bagaimanakah GPS berfungsi?
3. Apakah kegunaan GPS?
4. Apakah faedah pemberitahuan tentang kemalangan jalan raya yang berlaku dalam aplikasi navigasi bagi para pengguna jalan raya tersebut?







## Refleksi Kendiri

Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

### 9.1 Satelit

- Menerangkan jenis-jenis orbit satelit.
- Menjelaskan dengan menggunakan gambar rajah apogi (*apogee*) dan perigi (*perigee*) satu satelit dalam orbit elips.
- Membuat perkaitan hubungan antara ketinggian orbit dengan laju satelit.
- Menerangkan bagaimana satelit dilancarkan dan ditempatkan dalam orbit.
- Menerangkan fungsi stesen angkasa.

- Berkomunikasi mengenai kaedah menjejaki stesen angkasa.
- Menghuraikan kesan perkembangan pesat dalam teknologi angkasa lepas.

### 9.2 Sistem Penentu Sejagat (*Global Positioning System, GPS*)

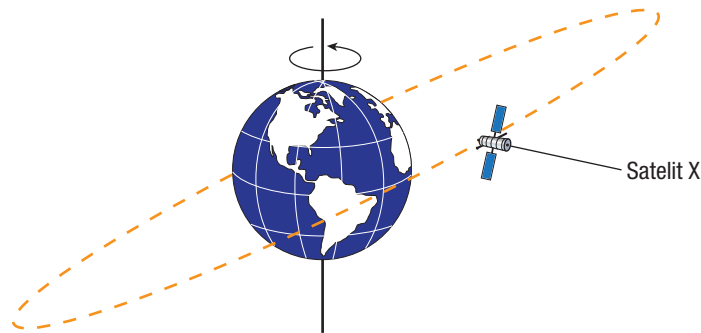
- Menjelaskan Sistem Penentu Sejagat (*Global Positioning System, GPS*).
- Mengaplikasikan sistem koordinat GPS untuk tujuan navigasi.



## Praktis Sumatif 9

Jawab soalan yang berikut:

1. Rajah 1 menunjukkan satu contoh orbit bagi satelit X yang mempunyai tempoh orbit 12 jam.



Rajah 1

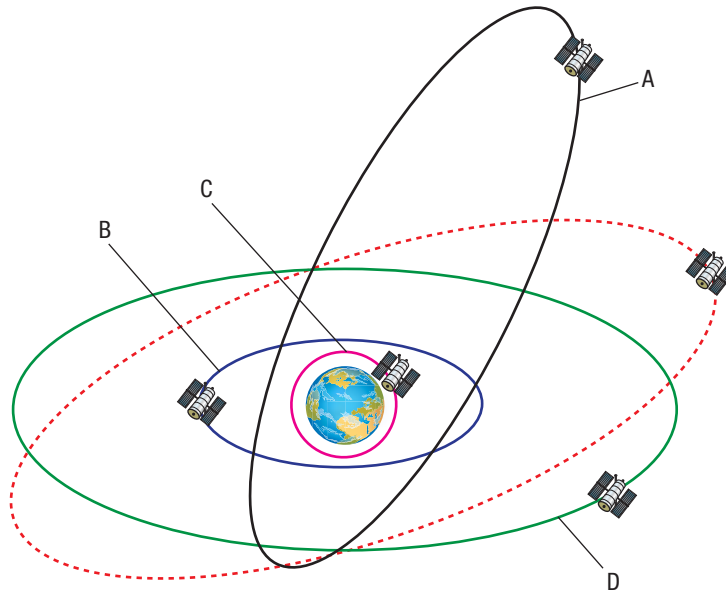
- (a) Berdasarkan Rajah 1, namakan jenis satelit X.
  - (b) Berikan **satu** contoh aplikasi satelit X.
2. (a) Nyatakan **tiga** ciri satelit GPS.
  - (b) Berikan **satu** contoh alat yang mengandungi alat penerima GPS.
  - (c) Namakan **satu** kegunaan GPS dalam kehidupan harian.
  - (d) Berikan **dua** contoh aplikasi navigasi yang menggunakan satelit GPS.

Kuiz

<http://buku-teks.com/sa5096>



3. Rajah 2 menunjukkan jenis-jenis orbit satelit yang berlabel A, B, C dan D.



Rajah 2

(a) Labelkan jenis orbit pada Rajah 2 dengan singkatan yang berikut.

GEO

HEO

LEO

MEO

(b) Berdasarkan Rajah 2, namakan jenis orbit bagi satelit GPS.



### Praktis Pengayaan

4. Jam pada satelit GPS perlu dibetulkan dari semasa ke semasa. Apakah kepentingan maklumat masa yang tepat daripada satelit GPS dalam aktiviti seharian manusia?



# Jawapan

Hanya jawapan terpilih disediakan di sini

## BAB 1 Mikroorganisma

### Praktis Sumatif 1

- (a) Semakin tinggi kepekatan antibiotik, semakin besar luas kawasan jernih.
- (i) Jenis bakteria, suhu persekitaran  
(ii) Kepekatan antibiotik
- (c) Antibiotik dapat membunuh bakteria.

2. (a)

Mempunyai dinding sel dan membran sel	Tidak mempunyai dinding sel dan membran sel
P, Q, R, T	S

- (b) Virus
- (i) Yis  
(ii) Mikroorganisma P adalah mikroorganisma berfaedah kerana digunakan untuk membuat makanan seperti roti. Mikroorganisma P bukan patogen kerana tidak menyebabkan penyakit.

## BAB 2 Nutrisi dan Teknologi Makanan

### Praktis Sumatif 2

- (a) Pengambilan daging ikan paus dapat memanaskan badan berbanding dengan makanan lain.
- (i) **Tujuan eksperimen**  
Untuk mengukur dan membandingkan nilai kalori lemak, karbohidrat dan protein
- (ii) **Mengenal pasti pemboleh ubah**
  - Pemboleh ubah dimanipulasikan: Jenis sampel makanan
  - Pemboleh ubah bergerak balas: Kenaikan suhu
  - Pemboleh ubah dimalarkan: Jisim air di dalam kalorimeter
- (iii) **Senarai bahan dan radas**
  - Bahan: Sampel lemak, karbohidrat dan protein yang berjisim 1 g, air suling dan kapas
  - Radas: Kaki retort, tabung didih, termometer, penghadang, plastisin dan jarum

## BAB 3 Kelestarian Alam Sekitar

### Praktis Sumatif 3

- (a) Sampel air sungai merupakan sampel air yang paling tercemar berbanding dengan air paip, air suling dan air kolam.  
(b) (i) Isi padu air  
(ii) Jenis sampel air  
(c) Air sungai  
(d) Semakin tinggi tahap pencemaran air, semakin singkat masa yang diambil untuk warna larutan metilena biru meluntur.
- (a) Beg kertas  
(b) Kertas mengambil masa yang lebih singkat untuk terurai.  
(c) Mikroplastik ialah kepingan plastik yang panjangnya kurang daripada 5 mm.  
(d) Botol plastik, beg plastik, bekas plastik, tekstil buatan manusia, cat (mana-mana dua)

## BAB 4 Kadar Tindak Balas

### Praktis Sumatif 4

- (a) Satu proses pertukaran bahan tindak balas untuk menghasilkan hasil tindak balas.  
(b) Ya.  
Tekanan mempengaruhi tindak balas bagi bahan tindak balas berkeadaan gas.
- (a) (i) Saiz ketulan marmar/kalsium karbonat  
(ii) Isi padu gas terkumpul  
(iii) Kepekatan asid hidroklorik, isi padu asid hidroklorik dan jisim marmar  
(b) Semakin kecil saiz marmar/kalsium karbonat, semakin meningkat kadar tindak balas.

## BAB 5 Sebatian Karbon

### Praktis Sumatif 5

- (a) Penapaian  
(b) Sebatian karbon organik  
(c) Air kapur menjadi keruh  
(d) Karbon dioksida dibebaskan dalam tindak balas di antara gula dengan yis.
- (a) Aterosklerosis  
(b) Kolesterol  
(c) Lemak tepu

- (d) 1. Kurangkan makanan berlemak  
2. Makan lemak tak tepu yang dapat merendahkan aras kolesterol dalam darah  
(mana-mana jawapan yang sesuai)

## BAB 6 Elektrokimia

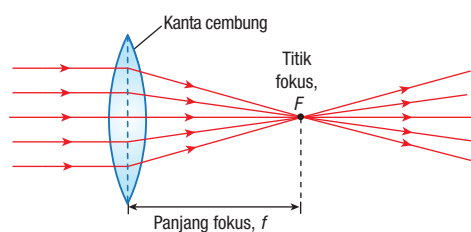
### Praktis Sumatif 6

- (a) Elektrolisis ialah proses penguraian sesuatu sebatian dalam keadaan lebur atau akueus kepada unsur zujuknya apabila arus elektrik mengalir melaluinya.  
(b) Ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$ , ion hidrogen,  $\text{H}^+$ , ion sulfat,  $\text{SO}_4^{2-}$ , ion hidroksida,  $\text{OH}^-$   
(c) (i) Pada anod: Ion hidroksida  
Pada katod: Ion kuprum(II)  
(ii) Pada anod: Tiada ion dinyahcas  
Pada katod: Ion kuprum(II)  
(d) Penulenan logam
- (a) (i) Ion natrium,  $\text{Na}^+$ , ion hidrogen,  $\text{H}^+$   
(ii) Ion nitrat,  $\text{NO}_3^-$ , ion hidroksida,  $\text{OH}^-$   
(b) Elektrod P  
(c) (i) Ion hidroksida  
(ii) Ion hidrogen  
(d) Ion natrium dan ion hidrogen bergerak ke katod. Ion hidrogen terpilih untuk dinyahcas kerana ion hidrogen kurang elektropositif berbanding ion natrium.

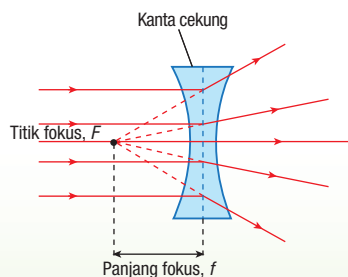
## BAB 7 Cahaya dan Optik

### Praktis Sumatif 7

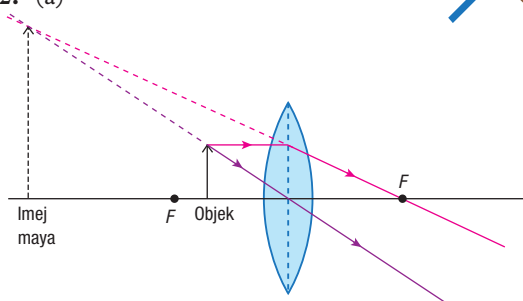
1. (a)



- (b)



2. (a)



- (b) Maya, tegak, dibesarkan  
3. (a) Menghasilkan imej dengan saiz yang berlainan dengan menggunakan kanta kamera yang mempunyai panjang fokus yang berlainan

## BAB 8 Daya dan Tekanan

### Praktis Sumatif 8

- (a)  $P_1$   
(b) Oleh sebab udara mengalir melalui kawasan yang sempit di antara dua buah kenderaan, halaju pengaliran udara bertambah dan tekanan,  $P_1$  pada kawasan yang sempit ini berkurang. Mengikut prinsip Bernoulli, apabila bendalir seperti udara melalui kawasan sempit, halaju pengaliran bendalir akan meningkat dan tekanan di kawasan tersebut berkurang.  
(c) Tekanan  $P_0$  yang lebih tinggi berbanding  $P_1$  menyebabkan kedua-dua kenderaan ditolak mendekati satu sama lain sehingga berlanggar.

## BAB 9 Teknologi Angkasa Lepas

### Praktis Sumatif 9

- (a) Satelit GPS  
(b) Untuk tujuan navigasi
- (a) • Satelit GPS ialah satelit komunikasi  
• Ketinggian orbit bagi satelit GPS ialah 20 000 km  
• Tempoh orbit bagi satelit GPS ialah 12 jam  
(b) Telefon pintar  
(c) Tujuan navigasi  
(mana-mana jawapan yang sesuai)  
(d) Google Maps, Waze



Jawapan lengkap untuk guru  
<http://buku-teks.com/sa5098>



# Peraturan Makmal dan Langkah Keselamatan

Dalam Buku Teks Sains Tingkatan 5 KSSM ini terdapat beberapa eksperimen yang perlu dijalankan di dalam makmal. Oleh itu, semua murid perlu mematuhi peraturan dan langkah keselamatan di dalam makmal untuk mengelakkan berlakunya kemalangan.

## Sebelum masuk ke dalam makmal

1. Dilarang masuk ke dalam makmal tanpa kebenaran guru.
2. Jangan bawa beg atau barang lain ke dalam makmal tanpa kebenaran guru.

## Semasa di dalam makmal

1. Buka semua tingkap dan pintu.
2. Dilarang berlari atau bermain.
3. Dilarang makan atau minum
4. Dilarang menjalankan sebarang eksperimen atau prosedur tanpa kebenaran guru.
5. Ikut semua prosedur dalam eksperimen dengan bimbingan guru.
6. Ambil langkah keselamatan seperti membaca arahan dan simbol amaran pada label botol reagen sebelum menggunakan bahan kimia di dalamnya.
7. Ambil langkah mencegah kebakaran seperti menjauhkan diri, buku, baju, rambut dan bahan-bahan lain yang mudah terbakar daripada api.

## Kecemasan

1. Ambil tahu kedudukan dan kaedah penggunaan alat pemadam kebakaran dan peti kecemasan.
2. Jika mata terkena bahan kimia, bilas mata serta-merta dengan menggunakan air yang mengalir.
3. Jika kulit atau baju anda terkena tumpahan bahan kimia, bilas dengan menggunakan air yang banyak dengan segera.
4. Jika tertelan bahan kimia, keluarkan bahan tersebut daripada mulut dan berkumur dengan air yang banyak. Laporkannya kepada guru dengan segera untuk mendapatkan rawatan perubatan.
5. Jika baju terkena api, jangan cemas, cuba gulingkan badan di atas lantai atau letakkan selimut kebakaran di atas badan untuk memadamkan api.
6. Laporkan semua kemalangan kepada guru dengan segera.

## Sebelum keluar dari makmal

1. Tutup atau padam semua bekalan air, gas dan elektrik.
2. Bersih dan kemas semua radas yang telah digunakan.
3. Kembalikan radas dan bahan kimia ke tempat asalnya.
4. Lupuskan bahan sisa eksperimen mengikut kategori.
5. Basuh tangan anda.



# Glosari

**Anion** – Ion yang bercas negatif.

**Antibiotik** – Bahan yang dihasilkan oleh kulat atau bakteria untuk membunuh atau merencatkan pertumbuhan kulat atau bakteria lain.

**Antifungal** – Bahan untuk merawat penyakit berjangkit yang disebabkan oleh kulat.

**Antiseptik** – Bahan kimia yang disapukan pada permukaan kulit manusia untuk mencegah jangkitan patogen.

**Antiviral** – Bahan untuk merawat penyakit berjangkit yang disebabkan oleh virus.

**Apogi** – Kedudukan satelit yang paling jauh dari planet atau bintang yang dikelilinginya.

**Biochemical Oxygen Demand (BOD)** – Jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisma untuk menguraikan bahan organik dalam suatu sumber air.

**Disinfektan** – Bahan kimia yang digunakan pada benda bukan hidup untuk membunuh patogen.

**Ekoenzim** – Hasil semula jadi daripada sisa pertanian yang diperoleh melalui penapaian.

**Elektrokimia** – Kajian dalam bidang kimia tentang hubungan kait antara fenomena elektrik dengan kimia.

**Expendable Launch Vehicle (ELV)** – Kenderaan pelancar yang digunakan sekali sahaja.

**Flora normal** – Mikroorganisma yang ditemukan pada organisma yang tidak menyebabkan penyakit.

**Hidrokarbon** – Sebatian karbon organik yang terdiri daripada unsur karbon dan hidrogen sahaja.

**Jejak karbon** – Jumlah karbon dioksida dibebaskan ke udara hasil daripada aktiviti manusia.

**Kation** – Ion yang bercas positif.

**Kawalan biologi** – Kaedah mengaplikasikan interaksi antara organisma seperti mangsa-pemangsa dan parasitisme untuk mengawal perosak tanaman di sesuatu habitat.

**Kesan Venturi** – Kesan atau perubahan pada tekanan dalam bendalir yang mengalir melalui bahagian tiub Venturi yang lebih sempit.

**Lemak** – Sebatian karbon organik yang mengandungi unsur karbon, hidrogen dan oksigen.

**Makronutrien** – Nutrien yang diperlukan oleh tumbuhan dalam kuantiti yang banyak.

**Malnutrisi** – Suatu keadaan yang disebabkan oleh pengambilan gizi yang tidak seimbang.

**Mikronutrien** – Nutrien yang diperlukan oleh tumbuhan dalam kuantiti yang sedikit.

**Mikroplastik** – Kepingan plastik yang panjangnya kurang daripada 5 mm.

**Nilai kalori makanan** – Jumlah tenaga yang dibebaskan daripada pengoksidaan atau pembakaran 1 g makanan dengan lengkap.

**Panjang fokus,  $f$**  – Jarak antara titik fokus,  $F$  dengan pusat optik,  $O$  suatu kanta.

**Perigi** – Kedudukan satelit yang paling dekat dengan planet atau bintang yang dikelilinginya.

**Prinsip Bernoulli** – Bendalir yang bergerak dengan halaju tinggi akan menghasilkan tekanan yang lebih rendah pada kawasan tersebut.

**Prinsip Pascal** – Penyebaran tekanan yang dikenakan ke atas bendalir secara seragam pada keseluruhan bendalir tersebut dan ke semua arah dalam sistem tertutup.

**Reusable Launch Vehicle (RLV)** – Kenderaan pelancar yang boleh diguna semula.

**Sebatian karbon organik** – Sebatian karbon yang berasal daripada benda hidup.

**Sel elektrolitik** – Sel yang dibina dengan menggunakan sumber elektrik, elektrod dan elektrolit.

**Sel kimia** – Sel yang dibina dengan menggunakan dua jenis logam yang berlainan dan elektrolit.

**Singki karbon** – Tempat semula jadi yang menyingkirkan karbon dioksida daripada udara.

**Sistem hidraulik** – Sistem yang diaplikasikan untuk membuat kerja berat dengan menggunakan daya yang kecil.

**Sistem Penentu Sejagat (Global Positioning System, GPS)** – Sistem navigasi yang memberi maklumat tentang lokasi dan masa kepada penggunaanya dalam semua keadaan cuaca.

**Tapak tangan karbon** – Aktiviti yang mengurangkan jejak karbon.

**Upcycle** – Kitar semula untuk menghasilkan produk baharu yang mempunyai nilai yang lebih tinggi daripada produk asal.



## Rujukan

- Allum, J. and Talbot, C. (2014). *Physics*. London, England: Hodder Education Group.
- Campbell, N. A., Cain, M. L., Minorsky, P. V., Reece, J. B., Urry, L. A. and Wasserman, S. A. (2018). *Biology: A Global Approach*. Harlow, England: Pearson Education Limited.
- Claybourne, A. (2004). *Introduction to Genes and DNA*. London, England: Usborne Publishing Limited.
- Cutnell, J. D. (1998). *Physics*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Giancoli, D. C. (1998). *Physics*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Limited.
- Griffith, W. T. and Brosing, J. (2012). *The Physics of Everyday Phenomena*. New York, NY: McGraw-Hill International.
- Grosvenor, M. B. and Smolin, L. A. (2000). *Nutrition: From Science to Life*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Hardwood, R. (2015). *Chemistry Coursebook*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Hill, G. and Holman, J. (2001). *Chemistry in Context*. Cheltenham, England: Nelson Thornes.
- Johnson, K. (2011). *New Physics for You*. Cheltenham, England: Nelson Thornes.
- Jones, M. and Jones, G. (2014). *Biology Coursebook*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- McMurry, J. E. and Fay, R. C. (2001). *Chemistry*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Limited.
- Parkin, T., Simpkins J., McCarthy, J. and Reffin, J. (1996). *Biology Student's Book*. Harlow, England: Longman.
- Solomon, E., Berg, L. R., and Martin, D. W. (2005). *Biology*. Belmont, CA: Brooks/Cole-Thomson Learning.
- Stone, R. H. and Cozens, A. B. (1981). *New Biology for Tropical Schools. 3rd Edition*. Harlow, England: Longman.
- Tho. L. H. (1990). *Fakta Penting Fizik Moden SPM*. Selangor, Malaysia: Penerbit Fajar Bakti.
- Tho. L. H. (1991). *Fizik Tingkatan 4 KBSM*. Selangor, Malaysia: Didika Sdn. Bhd.
- Tho. L. H. (1996). *Pure Physics Modern Certificate Guide*. Newton, Singapore: Oxford University Press.
- Tho. L. H. (2006). *Science Form 5*. Selangor, Malaysia: Asia Galaxy Sdn. Bhd.
- Tho. L. H. (2008). *Science Expression, Volume 1*. Hougang, Singapore: Panpac Education Pte. Ltd.
- Tho. L. H. (2009). *Science Expression, Volume 2*. Hougang, Singapore: Panpac Education Pte. Ltd.
- Timberlake, K. C. (2006). *Chemistry*. Harlow, England: Pearson Education Limited.
- William, G. (2011). *New Biology for You*. Cheltenham, England: Nelson Thornes.
- Williams, J. and Workman, C. (2012). *Biology*. Harlow, England: Pearson Education Limited.
- Walker, J. S. (2004). *Physics*. Harlow, England: Pearson Education Limited.

- Alkana** 148 – 149  
**Alkena** 148 – 149  
**Alkohol** 33, 35, 150 – 151, 153 – 156  
**Anion** 178 – 180  
**Antibiotik** 28, 36  
*Antifungal* 40, 41  
**Antiseptik** 33, 35, 41, 155  
**Antiviral** 40, 41  
**Apogi** 237  
**Aseptik** 33, 36, 41
- Baka yang bermutu** 66 – 67  
**Bakteria pengikat nitrogen** 62 – 63  
**Bakteria penitritan** 28, 62 – 63  
*Biochemical Oxygen Demand (BOD)* 102
- Disinfektan** 33, 35
- Eco currency* 106  
**Ekoenzim** 29 – 30  
**Elektrod** 178 – 180, 183 – 184, 189 – 190  
**Elektrokimia** 178  
**Elektrolit** 178 – 180, 186 – 187
- Flora normal** 4 – 5
- Gambar rajah sinar** 206 – 212
- Hasil tindak balas** 116, 118  
**Hidrokarbon tak tepu** 148  
**Hidrokarbon tepu** 148
- Jejak karbon** 92 – 95
- Kadar tindak balas purata** 119 – 120  
**Kadar tindak balas seketika** 121  
**Kanta cekung** 202 – 203, 205 – 209  
**Kanta cembung** 202 – 212  
**Kation** 178 – 180  
**Kawalan biologi** 74  
**Keadaan sifar graviti** 241  
**Kenderaan pelancar** 239  
**Kerusi rawatan gigi** 226  
**Kesan Venturi** 227  
**Kitar hayat** 92, 94, 96  
**Kitar karbon** 142 – 144  
**Kitar nitrogen** 62 – 65  
**Kuasa pembesaran mikroskop** 211
- Lemak tak tepu** 158  
**Lemak tepu** 158
- Makanan kesihatan** 83 – 84  
**Makronutrien** 57 – 58  
**Malnutrisi** 48, 53 – 54  
**Mikronutrien** 57 – 58  
**Mikroorganisma efektif** 103 – 104  
**Mikroplastik** 98 – 99  
**Mikroskop** 2, 4, 6, 10, 12, 14, 106, 201, 210 – 211  
**Minyak isirung sawit** 160, 162  
**Minyak sawit** 160, 162, 163, 165 – 167
- Nilai kalori** 50 – 51
- Orbit Geopegun (GEO)** 236  
**Orbit Geosegerak (GSO)** 236
- Paksi kanta** 205  
**Paksi utama** 203, 205  
**Panjang fokus** 203 – 206  
**Pendenitritan** 62 – 64  
**Pengelasan mikroorganisma** 5  
**Pelarasan normal** 212  
**Peraturan-Peraturan Makanan** 1985 84 – 85  
**Perigi** 237  
**Pinggan Sihat Malaysia** 49  
**Prinsip Bernoulli** 227, 229  
**Prinsip Pascal** 222 – 224  
**Proses Haber** 135 – 136  
**Proses Sentuh** 135 – 136
- Sabun** 16, 34, 167 – 169  
**Sebatian karbon bukan organik** 142  
**Sebatian karbon organik** 142  
**Sel kimia ringkas** 192 – 194  
**Serum bakteria** *Lactobacillus* sp. 31  
**Sistem brek hidraulik** 226  
**Sistem jek hidraulik** 224 – 225  
**Sistem Penentu Sejagat (GPS)** 243 – 247  
**Suplemen kesihatan** 47, 83 – 84
- Tapak tangan karbon** 94 – 95, 99  
**Teknologi Emisi Negatif** 106  
**Tiub Venturi** 227 – 228



Dengan ini **SAYA BERJANJI** akan menjaga buku ini dengan baiknya dan bertanggungjawab atas kehilangannya serta mengembalikannya kepada pihak sekolah pada tarikh yang ditetapkan.

<b>Skim Pinjaman Buku Teks</b>			
Sekolah _____			
Tahun	Tingkatan	Nama Penerima	Tarikh Terima
Nombor Perolehan: _____			
Tarikh Penerimaan: _____			
<b>BUKU INI TIDAK BOLEH DIJUAL</b>			

RM 9.30

ISBN 978-983-77-1851-7



9 789837 718517

FT075001