



# Ilmu Pengetahuan Alam



SMP/MTs  
KELAS  
**VIII**  
Semester 1

Hak Cipta © 2014 pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Dilindungi Undang-Undang

MILIK NEGARA  
TIDAK DIPERDAGANGKAN

*Disklaimer: Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan "dokumen hidup" yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.*

### Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Ilmu Pengetahuan Alam / Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.-- Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2014.  
vi, 214. : ilus. ; 17,6 x 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas VIII Semester 1  
ISBN 978-602-1530-62-7 (jilid lengkap)  
ISBN 978-602-1530-64 (jilid 2a)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran	I. Judul
II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan	507

Kontributor Naskah	: Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati, dan Darsono Sigit.
Penelaah	: Ismunandar, I Nyoman Marsih, I Made Padri, dan Ana Ratna Wulan.
Penyelia Penerbitan	: Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud.

Cetakan Ke-1, 2014  
Disusun dengan huruf Arial, 11 pt

## Kata Pengantar

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Bila pada jenjang SD/MI, semua mata pelajaran digabung menjadi satu dan disajikan dalam bentuk tema-tema, maka pada jenjang SMP/MTs pembelajaran sudah mulai dipisah-pisah menjadi mata pelajaran.

Sebagai transisi menuju ke pendidikan menengah, pemisahan ini masih belum dilakukan sepenuhnya bagi siswa SMP/MTs. Materi-materi dari bidang-bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, serta Ilmu Bumi dan Antariksa masih perlu disajikan sebagai suatu kesatuan dalam mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan yang utuh bagi siswa SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas VIII SMP/MTs ini disusun dengan pemikiran di atas. Bidang ilmu Biologi dipakai sebagai landasan (*platform*) pembahasan bidang ilmu yang lain. Makhluk hidup digunakan sebagai objek untuk menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam seperti objek alam dan interaksinya, energi dan keseimbangannya, dan lain-lain. Melalui pembahasan menggunakan bermacam bidang ilmu dalam rumpun ilmu pengetahuan alam, pemahaman utuh tentang alam yang dihuninya beserta benda-benda alam yang dijumpai di sekitarnya dapat dikuasai oleh peserta didik SMP/MTs.

Sebagai salah satu rumpun ilmu yang digunakan untuk mengukur kemajuan pendidikan suatu negara, pemahaman peserta didik suatu negara terhadap IPA dibandingkan secara rutin sebagaimana dilakukan melalui TIMSS (*The Trends in International Mathematics and Science Study*) dan PISA (*Program for International Student Assessment*). Melalui penilaian internasional seperti ini kita bisa mengetahui kualitas pembelajaran IPA dibandingkan dengan negara lain. Materi IPA pada Kurikulum 2013 ini telah disesuaikan dengan tuntutan penguasaan materi IPA menurut TIMSS dan PISA.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh, sehingga setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat siswa terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya secara konkret dan abstrak, dan bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah

alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggungjawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Implementasi terbatas pada tahun ajaran 2013/2014 telah mendapat tanggapan yang sangat positif dan masukan yang sangat berharga. Pengalaman tersebut dipergunakan semaksimal mungkin dalam menyiapkan buku untuk implementasi menyeluruh pada tahun ajaran 2014/2015 dan seterusnya. Walaupun demikian sebagai edisi pertama, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Mohammad Nuh

# Daftar Isi

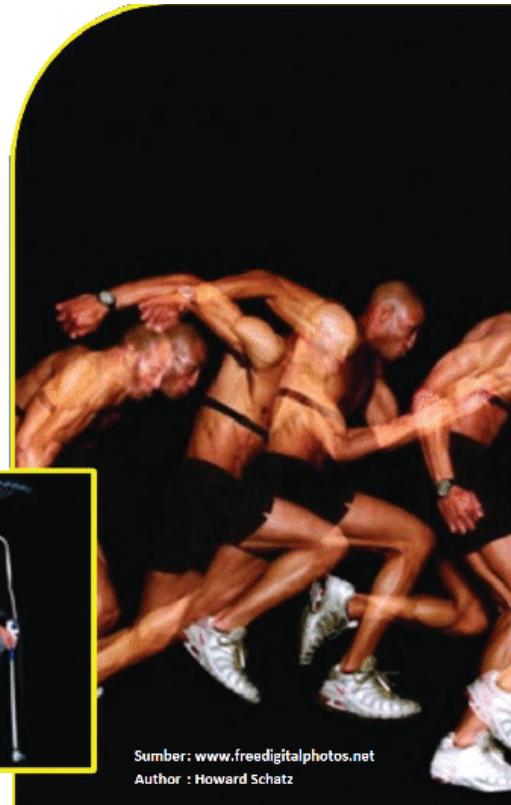
<b>Kata Pengantar .....</b>	iii
<b>Daftar Isi.....</b>	v
<b>BAB 1 Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda .....</b>	1
A. Gerak pada Makhluk Hidup .....	2
B. Gerak pada Benda .....	16
<b>BAB 2 Rangka, Otot, dan Pesawat Sederhana .....</b>	43
A. Rangka dan Otot pada Manusia .....	44
B. Pesawat Sederhana pada Kerja Otot dan Rangka Manusia .....	62
<b>BAB 3 Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi .....</b>	82
A. Struktur dan Fungsi Jaringan Akar .....	84
B. Struktur dan Fungsi Jaringan Batang .....	89
C. Struktur dan Fungsi Jaringan Daun .....	94
D. Pemanfaatan Struktur Jaringan Tumbuhan dalam Teknologi .....	101
<b>BAB 4 Sifat Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari .....</b>	108
A. Bahan Serat .....	111
B. Bahan Karet .....	115
C. Bahan Tanah Liat dan Keramik .....	118

D. Bahan Gelas .....	123
E. Bahan Kayu .....	126
<b>BAB 5 Sistem Pencernaan Makanan .....</b>	<b>136</b>
A. Makanan .....	137
B. Saluran Pencernaan Makanan .....	150
<b>BAB 6 Zat Aditif dan Adiktif .....</b>	<b>168</b>
A. Zat Aditif .....	169
B. Zat Adiktif .....	181
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>193</b>
<b>Glosarium .....</b>	<b>198</b>
<b>Indeks .....</b>	<b>208</b>

# Bab 1

# Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda

Pada bab ini kamu akan belajar tentang gerak makhluk hidup dan benda. Makhluk hidup dapat bergerak karena kemampuannya mengubah energi kimia menjadi energi gerak. Benda dapat bergerak karena mendapatkan gaya luar. Makhluk hidup dan benda tersebut memiliki pola-pola tertentu. Berdasarkan pola-pola tersebut, para ahli menyusun hukum-hukum. Hukum-hukum apakah itu, ayo pelajari bab ini dengan penuh semangat.

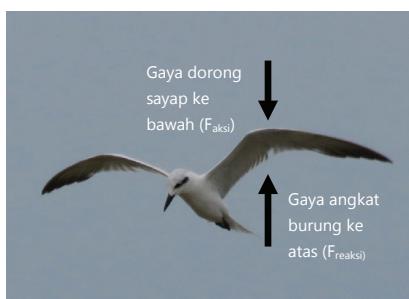


Sumber: [www.freedigitalphotos.net](http://www.freedigitalphotos.net)  
Author : Howard Schatz

## A. Gerak pada Makhluk Hidup

Manusia dan hewan memiliki perilaku gerak yang tidak jauh berbeda. Manusia dan hewan sama-sama menunjukkan gerakan-gerakan yang mudah diamati. Namun, bagaimana dengan gerak pada tumbuhan?

Tumbuhan melakukan gerakan sesuai dengan rangsang yang diperoleh. Rangsangan tersebut dapat berupa bahan kimia, suhu, gravitasi bumi, atau intensitas cahaya yang diterima. Bagaimana tumbuhan dapat dikatakan bergerak? Bagian apa saja dari tumbuhan yang dapat bergerak? Ayo pelajari bab ini dengan penuh semangat!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.1 Burung terbang



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.2 Tumbuhan putri malu



### Ayo Kita Pelajari

1. Gerak pada tumbuhan
2. Gerak pada hewan di air, di udara, dan di darat



### Istilah Penting

1. Gerak
2. Rangsang
3. Inersia
4. Elastisitas
5. Tegangan Permukaan



### Mengapa Penting?

Untuk mengetahui dan menjelaskan gerak pada makhluk hidup



### AYO TEBAK

Pernahkah kamu melihat burung yang sedang terbang bebas di udara? Bagaimana burung tersebut dapat terbang dengan stabil di udara? Apa yang mempengaruhi gerakan burung tersebut?



### AYO PIKIRKAN

Pernahkah kamu menyentuh daun putri malu? Apa yang terjadi jika daunnya disentuh? Apakah rangsangan daun putri malu hanya berupa sentuhan saja? Bagaimana jika daun putri malu tersebut dirangsang dengan panas atau dingin? Adakah perbedaan kecepatan menguncup daun putri malu tersebut? Untuk menjawab semua pertanyaan tersebut, ayo lakukan percobaan sederhana berikut!



## Ayo Kita Coba

### Pengaruh Rangsang terhadap Gerak Menutup dan Membukanya Daun Putri Malu

#### Apa yang kamu coba?

Melakukan percobaan pengaruh rangsang terhadap gerak daun putri malu.

#### Apa yang kamu duga?

1. Daun putri malu bila disentuh....
2. Daun putri malu bila diberi rangsang suhu dingin....
3. Daun putri malu bila diberi rangsang suhu panas....

#### Apa yang kamu sediakan?

1. Tumbuhan putri malu (hidup)
2. Es dibungkus plastik
3. Korek api atau lilin yang dinyalakan
4. Stopwatch (alat pengukur waktu)

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Memberi perlakuan pada putri malu sebagai berikut.
  - a. Menyentuh menggunakan ujung jari tangan pada bagian atas permukaan daun.
  - b. Menyentuh menggunakan ujung jari tangan pada tangkai daun.
  - c. Memberi suhu dingin dengan cara di bagian bawah permukaan daun diletakkan sebongkah es batu.
  - d. Memberi suhu panas di bagian bawah permukaan daun dengan menyalakan korek api atau lilin yang menyala. **Berhati-hatilah saat menggunakan korek api.**
2. Mengamati gerak daun dan batang putri malu.
3. Mencatat kecepatan respon tumbuhan terhadap rangsang menggunakan stopwatch.
4. Mengulangi langkah 1-3 sebanyak tiga kali.
5. Mencatat data pada tabel berikut.

Tabel 1.1 Pengamatan Tumbuhan Putri Malu

PERLAKUAN	WAKTU (MENIT)		
	1 Menutup	2 Menutup	3 Menutup
Disentuh pada permukaan daun			
Disentuh pada tangkai daun			
Diberi suhu dingin pada permukaan bawah daun			
Diberi suhu panas pada permukaan bawah daun			

### Apa yang dapat kamu simpulkan?

1. Bagaimana tanggapan tumbuhan ketika diberi rangsang sentuhan pada bagian atas permukaan daun?
2. Bagaimana tanggapan tumbuhan ketika diberi rangsang sentuhan pada tangkai daun?
3. Bagaimana tanggapan tumbuhan ketika diberi rangsang dingin?
4. Bagaimana tanggapan tumbuhan ketika diberi rangsang panas?
5. Bagian mana dari tumbuhan yang paling sensitif terhadap rangsang sentuhan?
6. Apakah kecepatan responnya berbeda dengan rangsangan yang berbeda?
7. Apa yang dapat kamu simpulkan berdasarkan kegiatan di atas?

Gerak menutup daun tumbuhan putri malu merupakan tanggapan terhadap rangsang. Arah menutupnya daun putri malu akibat rangsang adalah tetap. Jika daun putri malu dikenai rangsang maka akan terjadi aliran air yang menjauhi daerah yang terkena rangsang. Adanya aliran air ini menyebabkan kadar air di daerah yang terkena rangsang berkurang, sehingga tekanan turgornya mengecil. Akibatnya, daun putri malu akan menutup dan tampak seperti layu. Tekanan turgor adalah tekanan yang disebabkan oleh isi sel terhadap dinding sel pada sel tumbuhan.

Jika kita amati dengan seksama, ternyata tumbuhan juga melakukan gerakan. Meskipun gerakan pada tumbuhan cenderung lambat, namun masih dapat diamati perbedaannya. Misalnya gerakan yang muncul pada tumbuhan putri malu. Tumbuhan putri malu akan tampak menguncup saat kita menyentuhnya. Meskipun tidak ada perpindahan tempat, namun tumbuhan putri malu tersebut masih dianggap bergerak karena gerakan pada organisme tidak selalu merupakan gerak berpindah tempat. Bagaimana dengan tumbuhan lainnya? Apakah juga melakukan gerak? Bagaimana tumbuhan-tumbuhan tersebut dapat bergerak? Gerakan-gerakan seperti apa saja yang dilakukan? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, mari kita pelajari gerak pada tumbuhan berikut ini.

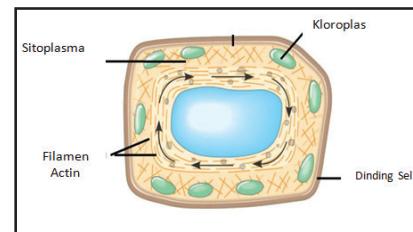
#### 1. Gerak pada Tumbuhan

Gerak pada tumbuhan dibedakan menjadi tiga macam, yaitu gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.

##### a. Gerak Endonom

Gerak pertumbuhan daun dan gerak rotasi sitoplasma (siklosis) pada sel-sel daun *Hydrilla verticillata* dapat diketahui dari gerak sirkulasi klorofil

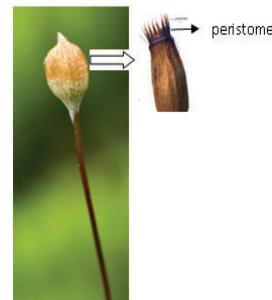
di dalam sel (perhatikan Gambar 1.3). Gerak ini terjadi secara spontan dan tidak diketahui penyebabnya, atau tidak memerlukan rangsang dari luar. Gerak yang demikian disebut **gerak endonom**. Rangsang pada gerak endonom diduga berasal dari dalam tumbuhan itu sendiri.



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.3** Gerak rotasi sitoplasma

#### b. Gerak Higroskopis

Merekahnya kulit buah-buahan yang sudah kering pada tumbuhan polong-polongan, membukanya dinding sporangium (kotak spora) paku-pakuan, membentang dan meng gulungnya gigi-gigi peristoma pada sporangium lumut adalah contoh-contoh dari gerak higroskopis (perhatikan Gambar 1.4). **Gerak higroskopis** adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengerutan yang tidak merata.



Sumber: <http://www.gettyimages.com/>  
**Gambar 1.4** Peristome lumut

#### c. Gerak Esionom

**Gerak esionom** adalah gerak tumbuhan yang disebabkan oleh adanya rangsangan dari lingkungan sekitar. Berdasarkan jenis rangsangannya, gerak esionom dapat dibedakan menjadi gerak tropisme, gerak taksis, dan gerak nasti.

##### 1) Gerak Tropisme

Gerak tumbuhan dapat diamati melalui beberapa gejala, salah satunya adalah arah tumbuh tumbuhan. Arah tumbuh tumbuhan dapat berubah karena pengaruh lingkungan. Contoh tumbuhan yang diletakkan dekat jendela batangnya tumbuh menuju cahaya. Cahaya merupakan rangsang yang datangnya dari luar tumbuhan. Gerak tumbuhan yang arah geraknya dipengaruhi arah datangnya rangsang dari luar disebut **tropisme**. Jika arah gerak tumbuhan mendekati rangsang disebut gerak **tropisme positif**, tetapi jika arah gerak tumbuhan menjauhi rangsang disebut gerak **tropisme negatif**. Berdasarkan jenis rangsangannya, gerak tropisme dibagi menjadi geotropisme (gravitropisme), hidrotropisme, tigmotropisme, kemotropisme, dan fototropisme (heliotropisme).

### a). Gerak Geotropisme

Perhatikan Gambar 1.5, pada kecambah tanaman tersebut, arah gerak akar selalu menuju pusat bumi dan arah gerak tumbuh batangnya selalu tegak ke atas menjauhi pusat bumi. Arah gerak bagian tumbuhan baik akar maupun batang tersebut karena pengaruh gravitasi. Gerak tumbuhan yang demikian disebut **geotropisme** atau **gravitropisme**.



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.5** Gerak Geotropis pada tumbuhan

### b). Gerak Hidrotropisme

Pertumbuhan akar yang selalu menuju ke sumber air disebut gerak hidrotropisme. **Hidrotropisme** adalah gerak tropisme tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan air.

### c). Gerak Tigmotropisme

Gerak membelitnya ujung batang atau ujung sulur kacang panjang dan mentimun pada tempat rambatannya disebut gerak tigmotropisme. **Tigmotropisme** adalah gerak tropisme yang diakibatkan oleh rangsang berupa sentuhan dengan rambatannya baik berupa benda mati atau tumbuhan lain. Contoh gerak tropisme dapat dilihat pada Gambar 1.6.



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.6** Gerak Tigmotropisme pada tumbuhan

### d). Gambar Fototropisme

Gambar 1.7 menunjukkan pengaruh rangsang cahaya terhadap arah tumbuh batang tumbuhan. Gerak tropisme tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan cahaya disebut gerak fototropisme atau heliotropisme. Tumbuhan yang arah tumbuhnya mendekati sumber cahaya disebut fototropisme positif sedangkan yang menjauhi cahaya disebut fototropisme negatif. Contohnya adalah gerakan ujung batang bunga matahari yang membelok menuju ke arah datangnya cahaya (fototropisme positif).



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.7** Gerak Fototropisme pada tumbuhan

### e). Gerak Kemotropisme

Penyerbukan merupakan peristiwa jatuhnya serbuk sari di kepala putik. Selanjutnya, serbuk sari akan berkecambah di kepala putik dan membentuk buluh serbuk yang akan membawa gamet jantan (*spermatozoid*) menuju gamet betina (sel telur). Gerakan buluh serbuk sari menuju sel telur pada bakal buah karena pengaruh zat gula yang dikeluarkan oleh bakal buah (zat kimia). Gerak tropisme tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan bahan kimia disebut kemotropisme. Contoh penyerbukan dapat dilihat pada Gambar 1.8.

### 2) Gerak Taksis

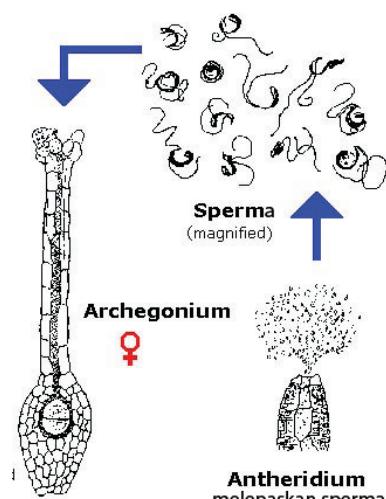
Gerak taksis adalah gerak pindah tempat seluruh bagian tumbuhan yang arahnya dipengaruhi oleh sumber rangsangan. Gerak taksis biasanya dilakukan oleh organisme bersel satu. Berdasarkan jenis rangsangannya, taksis dapat dibedakan menjadi kemotaksis dan fototaksis.

Gerak *spermatozoid* menuju sel telur pada *archegonium* tumbuhan lumut dan tumbuhan paku yang bergerak karena tertarik oleh zat gula atau protein yang dihasilkan oleh *archegonium* disebut gerak kemotaksis (Perhatikan Gambar 1.9 ) Kemotaksis adalah gerak taksis tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan berupa bahan kimia.

Gerak kloroplas ke sisi sel yang memperoleh cahaya disebut gerak fototaksis. Fototaksis adalah gerak taksis tumbuhan yang dipengaruhi rangsang berupa cahaya.



Sumber: Audesirk, dkk 1000  
Gambar 1.8 (a) serbuk sari berkecambah di kepala putik (b) buluh serbuk bergerak menuju sel telur.



Sumber: <http://www.anbg.gov.au>  
Gambar 1.9 Gerak kemotaksis pada tumbuhan

### 3) Gerak Nasti

**Nasti** adalah gerak sebagian tubuh tumbuhan akibat rangsangan dari luar, tetapi arah geraknya tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang. Berdasarkan jenis rangsangannya gerak nasti dibedakan menjadi niktinasti, fotonasti, dan tigmonasti atau seismonasti.

#### a). Gerak Niktinasti

Menguncupnya daun tumbuhan Leguminosae (kacang-kacangan) menjelang petang akibat perubahan tekanan turgor pada tangkai daun disebut gerak niktinasti (Gambar 1.10). **Niktinasti** adalah gerak nasti tumbuhan akibat rangsangan dari lingkungan yang terjadi pada malam hari.



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.10** Daun lamtoro pada siang hari ( kiri), daun lamtoro pada malam hari (kanan)

#### b). Gerak Fotonasti

Mekarnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) pada sore hari disebut gerak fotonasti. Fotonasti adalah gerak nasti tumbuhan akibat rangsangan cahaya (Gambar 1.11).



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.11** Bunga pukul empat

#### c). Gerak Seismonasti

Gerak menutupnya daun putri malu (*Mimosa pudica*) saat disentuh disebut gerak **seismonasti**. Seismonasti atau tigmonasti adalah gerak nasti tumbuhan yang dipengaruhi oleh getaran atau sentuhan (Gambar 1.12).



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.12** Tanaman Putri Malu

#### d). Gerak Termonasti

Bunga tulip selalu mekar di musim semi. Mekarnya bunga tulip tersebut disebabkan oleh suhu udara pada musim semi lebih hangat dari musim dingin. Gerak mekarnya bunga tulip pada musim semi disebut gerak termonasti. Termonasti adalah gerak nasti tumbuhan dipengaruhi oleh rangsangan yang berupa suhu (Gambar 1.13).



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.13** Bunga Tulip

### e). Gerak Nasti Kompleks

Contoh gerak tumbuhan lainnya seperti gerakan membuka dan menutupnya stomata karena pengaruh kadar air, cahaya, suhu, dan zat kimia (protein dan gula) adalah contoh gerak nasti kompleks. Nasti kompleks adalah gerakan tumbuhan akibat rangsangan yang diterima lebih dari satu macam. Dapatkah kamu menjelaskan gerak apa saja yang dimaksud dalam kasus tersebut? Jika ingin mengetahui lebih lanjut tentang gerak membuka dan menutupnya stoma pada sel tumbuhan silakan mengakses website berikut [www.howplantswork.com](http://www.howplantswork.com)



Sumber: <http://www.corbisimages.com>

Gambar 1.14 Stoma



#### Ayo Kita Coba

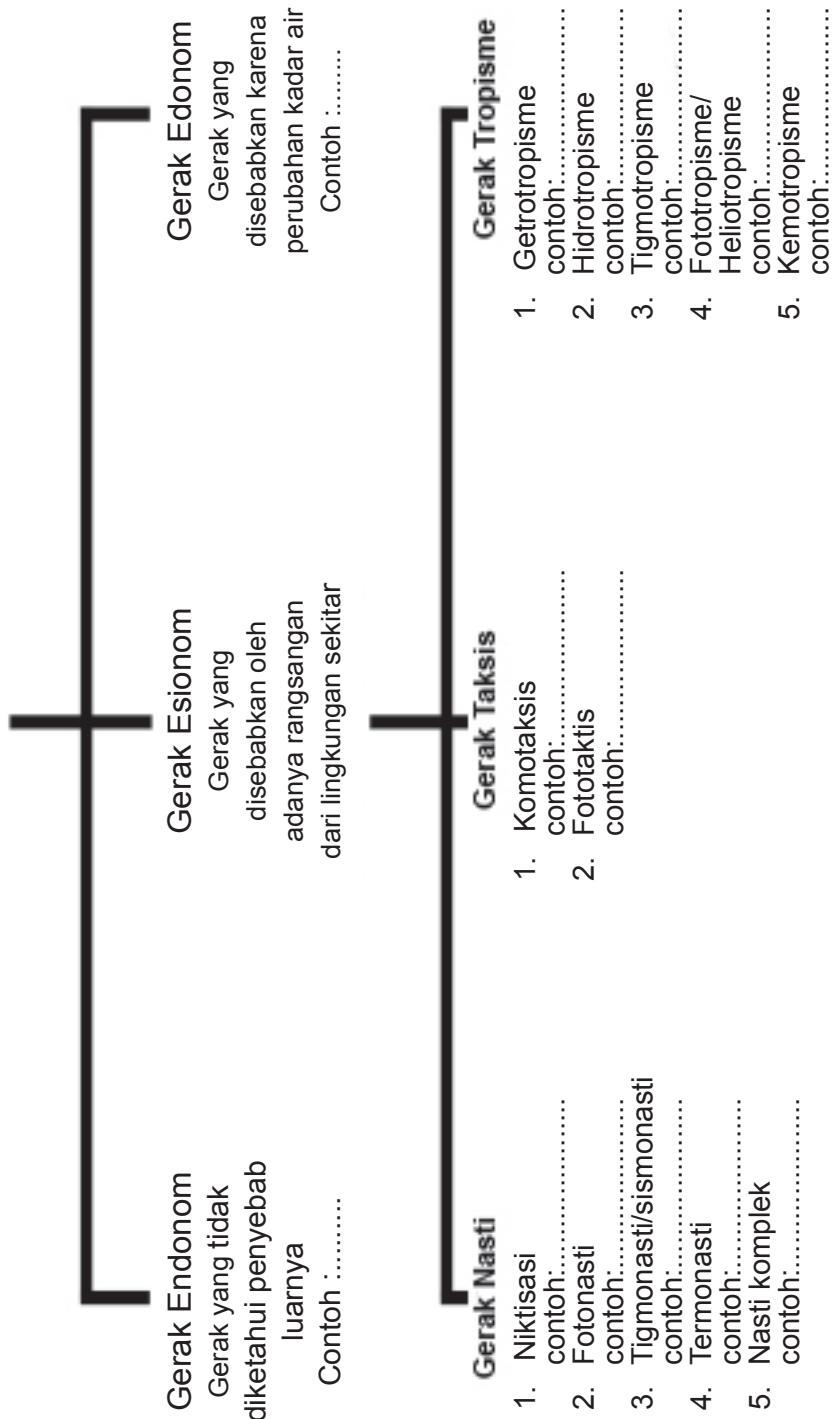
Amati tanaman yang ada di sekitarmu! Temukan 10 tanaman yang berbeda, kemudian identifikasi jenis gerakan yang dilakukan tanaman tersebut! Laporkan hasil temuanmu ke gurumu!

No	Nama Tanaman	Jenis Gerakan yang dilakukan	Bukti yang Mendukung

## Ayo Kita Selesaikan

Berilah contoh tumbuh-tumbuhan yang mengalami gerakan-gerakan pada bagan berikut!

### Gerakan pada Tumbuhan



## 2. Gerak pada Hewan

Salah satu sifat makhluk hidup adalah bergerak. Hewan bergerak dengan berbagai cara, misalnya ada hewan yang berjalan, berlari, terbang, berenang, merayap, dan lain sebagainya. Hewan bergerak untuk berbagai tujuan, antara lain untuk melindungi diri dari predator atau untuk mencari mangsa.

Tahukah kamu bahwa kecepatan gerak hewan berbeda-beda? Mengapa demikian? Untuk menjawab pertanyaan tersebut perhatikan data pada Tabel 1.2 berikut, yaitu kecepatan gerak hewan darat. Amati tabel di bawah ini!

### Ayo Kita Selesaikan

Tabel 1.2 Kecepatan Gerak Hewan Darat

	Nama Hewan	Kecepatan Gerak km/jam
	Gajah	25
	Kerbau	50
	Kuda	76
	Kijang	97
	Macan/Cheetah	112

1. Berdasarkan data pada tabel, hewan manakah yang mempunyai kecepatan gerak paling besar?
2. Mengapa hewan-hewan tersebut memiliki kecepatan gerak yang berbeda-beda? Coba analisis!
3. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari analisis data tersebut?

Coba kamu perhatikan gerak hewan darat dan hewan yang hidup di air, berbeda bukan? Hewan darat bergerak menggunakan otot dan rangkanya terutama kaki, ikan bergerak menggunakan sirip, dan burung terbang menggunakan sayap.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 1.15** Ikan berenang, burung terbang, dan kuda berlari.

### a. Gerak Hewan dalam Air

Air memiliki kerapatan yang lebih besar dibandingkan udara. Air memiliki gaya angkat yang lebih besar dibandingkan udara. Tubuh hewan yang hidup di air memiliki massa jenis yang lebih kecil daripada lingkungannya. Gaya angkat air yang besar dan massa jenis hewan yang kecil menyebabkan hewan dapat melayang di dalam air dengan mengeluarkan sedikit energi. Untuk lebih jelasnya, gaya akan kamu pelajari lebih lanjut pada bagian gerak lurus dan gaya.

Salah satu bentuk tubuh yang paling banyak dimiliki oleh hewan air adalah bentuk torpedo. Bentuk tubuh ini memungkinkan tubuh meliuk dari kiri ke kanan.

Bentuk tubuh ikan yang *streamline* berfungsi untuk mengurangi hambatan ketika bergerak di dalam air. Ekor dan sirip ekor yang lebar berfungsi untuk mendorong gerakan ikan dalam air.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 1.16** Ikan berbentuk torpedo

Tahukah kamu, ikan dapat berenang karena memanfaatkan bentuk tubuhnya yang unik? Berikut penjelasannya.

- 1) Ikan sering mengeluarkan gelembung renang yang berguna untuk mengatur gerakan naik turun.
- 2) Ikan memiliki susunan otot dan tulang belakang yang fleksibel untuk mendorong ekor ikan di dalam air.
- 3) Sebagian besar ikan menggunakan gerak tubuh ke kanan dan ke kiri dan sirip ekornya untuk menghasilkan gaya dorong ke depan.
- 4) Ikan yang bergerak dengan sirip pasangan dan sirip tengah cocok untuk hidup di terumbu karang. Jenis ikan ini tidak dapat berenang secepat ikan yang menggunakan tubuh dan sirip ekornya.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 1.17** Ikan berbentuk streamline

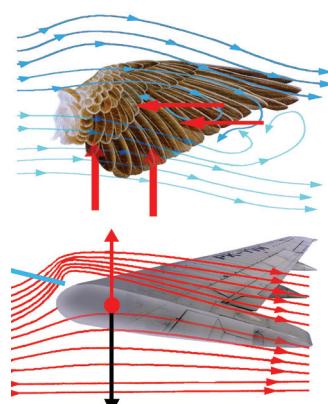


Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 1.18** Hewan yang memanfaatkan sifat tegangan permukaan air.

### Ayo Kita Pahami

Berbeda dengan ikan dan hewan yang hidup di dalam air, nyamuk seolah-olah berdiri di atas air karena memanfaatkan prinsip tegangan permukaan air. Tegangan permukaan merupakan peristiwa yang diakibatkan adanya gaya kohesi antar molekul-molekul air. Selain nyamuk, anggang-anggang juga memanfaatkan gaya tegangan permukaan untuk dapat bergerak di permukaan air.



Sumber: Malyi, M. Tanpa Tahun

**Gambar 1.19** Sayap airfoil burung

## b. Gerak Hewan di Udara

Tahukah kamu, bagaimana cara burung terbang? Hewan-hewan yang terbang di udara dengan cara yang unik. Tubuh hewan-hewan tersebut memiliki gaya angkat yang besar untuk mengimbangi gaya gravitasi. Salah satu upaya untuk memperbesar gaya angkat dengan menggunakan sayap. Prinsip yang sama diterapkan pada pesawat

terbang, khususnya pada pesawat terbang bersayap bentuk *airfoil* seperti pada Gambar 1.19.

Sayap burung memiliki susunan kerangka yang ringan, tulang dada dan otot yang kuat. Perhatikan Gambar 1.20. Bentuk sayap *airfoil* membuat udara mengalir pada bagian atas sayap lebih cepat daripada bagian bawahnya. Saat sayap dikepakkan, udara akan mengalir ke bawah. Dorongan ke bawah tersebut akan menghasilkan gaya yang berlawanan arah sehingga burung akan terangkat ke atas.



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.20** Burung terbang

### c. Gerak Hewan di Darat

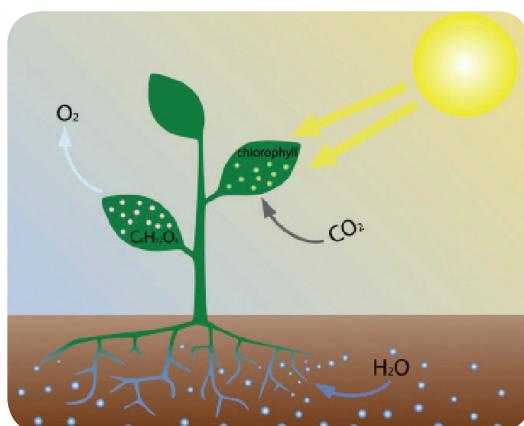
Kecenderungan hewan yang hidup di darat adalah memiliki otot dan tulang yang kuat. Otot dan tulang tersebut diperlukan untuk mengatasi **inersia** (kecenderungan tubuh untuk diam) dan untuk menyimpan energi pegas (elastisitas) untuk melakukan berbagai aktivitas. Bayangkan bagaimana bila kita berjalan. Seorang mulai berjalan dengan mendorong lantai dengan kakinya, lantai kemudian memberikan gaya balik yang sama dan berlawanan arah pada kaki orang tersebut. Gaya inilah yang menggerakkan orang tersebut ke depan. Dengan cara yang sama, seekor burung yang terbang ke depan memberikan gaya pada udara, dan udara tersebut mendorong balik sayap burung itu ke depan.

Gajah dan kerbau memiliki massa tubuh yang besar, akibatnya untuk bergerak gajah dan kerbau harus melawan inersia yang nilainya juga besar. Namun, perbedaan struktur tulang dan otot hewan tersebut masing-masing hewan menyebabkan hewan tersebut dapat bergerak lebih lincah dibanding hewan lainnya. Misalnya dengan kuda, *cheetah*, dan kijang. Ketiga hewan tersebut memiliki struktur rangka dan otot yang sangat kuat, namun kijang dan *cheetah* yang memiliki bentuk kaki yang lebih ramping sehingga kijang dan *cheetah* memiliki elastisitas yang tinggi. Bentuk kaki yang lebih ramping tersebut mengakibatkan kijang dan *cheetah* pada saat berlari lebih banyak melompat ke udara dan meluncur di udara. Gaya gesek udara yang jauh lebih kecil daripada gaya gesek permukaan tanah membuat kijang dapat berlari dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada kuda.



## Ayo Kita Pahami

Tahukah kamu, manusia dan hewan dapat bergerak karena mendapatkan energi dari mengkonsumsi tumbuh-tumbuhan?



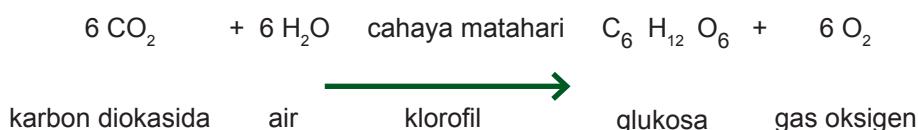
Sumber: Provost, 2012.

**Gambar 1.21** Proses fotosintesis

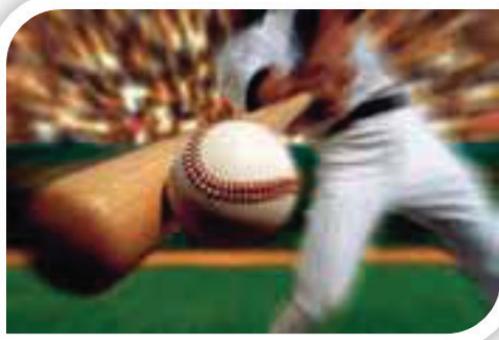
Akan tetapi, bagaimana dengan tumbuhan? Darimana tumbuhan mendapatkan energi untuk bergerak? Agar dapat bergerak, tumbuhan mendapatkan energi dari proses fotosintesis. Fotosintesis adalah proses yang terjadi pada tumbuhan, alga, dan beberapa jenis bakteri yang berklorofil menggunakan cahaya matahari, karbon dioksida, dan air untuk menghasilkan karbohidrat dan oksigen. Klorofil yaitu molekul organik yang mengandung magnesium untuk menangkap energi dari cahaya matahari.

Perhatikan gambar 1.21

Persamaan reaksi fotosintetis dituliskan sebagai berikut.



## B. Gerak pada Benda



Sumber: Dingrando, dkk 2007.

Gambar 1.22 Orang Bermain BaseBall



### Ayo Kita Pelajari!

1. Gerak lurus dan gaya
2. Gaya berat dan hukum I Newton
3. Pengaruh gaya dan hukum II Newton
4. Gaya aksi, reaksi, dan hukum III Newton



### Istilah Penting

1. Jarak
2. Perpindahan
3. Kecepatan
4. Kelajuan
5. Percepatan
6. Gaya
7. Gaya sentuh
8. Gaya tak sentuh

### Mengapa Penting?

Untuk mengetahui gerak pada benda dan memahami keteraturan geraknya dalam hukum Newton.



### AYO PIKIRKAN

Pernahkah kamu berpikir mengapa benda dapat bergerak? Apa yang menyebabkan benda dapat bergerak? Gerak seperti apa yang dilakukan oleh benda saat memperoleh gaya? Apakah lingkungan sekitar benda dapat mempengaruhi gerak benda? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, ayo lanjutkan materi kita tentang gerak benda berikut ini!



### AYO PIKIRKAN

Jika selembar kertas dan sebuah kelereng dijatuhkan bersamaan dari ketinggian yang sama, benda manakah yang tiba lebih dulu di lantai? Apakah kedua benda tersebut akan tiba di lantai dalam waktu yang sama?

Jika selembar kertas yang digulung dan sebuah kelereng kembali dijatuhkan bersamaan dari ketinggian yang sama, benda manakah yang tiba lebih dulu di lantai? Apakah kedua benda tersebut akan tiba di lantai dalam waktu yang sama?

Bagaimana jawabanmu pada kedua permasalahan di atas? Apa yang menyebabkan demikian? Agar kamu memperoleh kepastian jawaban permasalahan di atas, lakukan kegiatan berikut.



## Ayo Kita Coba

### Percobaan Gerak Lurus

#### Apa yang kamu coba?

1. Menjelaskan prinsip kerja perangkat percobaan *Ticker timer*.
2. Menjelaskan hubungan jarak tempuh dengan waktu yang teramati pada percobaan.

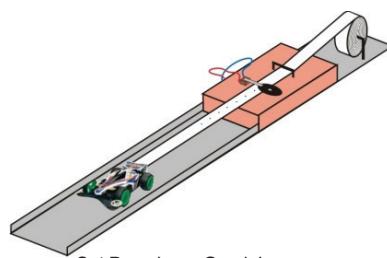
#### Apa yang kamu sediakan?

##### Peralatan

1. Mobil mainan
2. Mistar
3. *Ticker timer*

##### Bahan

Pita kertas



Set Percobaan Gerak Lurus

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Merangkai peralatan seperti pada gambar.
2. Mengoperasikan *ticker timer*.
3. Menyalakan mesin mobil mainan kemudian melepaskannya hingga menarik pita.
4. Mengukur jarak antartitik yang terbentuk pada pita kertas.
5. Mencatat data pengamatan pada tabel.

#### Apa yang dapat kamu temukan?

1. Dalam praktikum yang kamu lakukan, bagaimana prinsip kerja rangkaian percobaan?
2. Buatlah grafik hubungan antara jarak (sebagai sumbu-y) dengan waktu (sebagai sumbu-x)!
3. Buatlah grafik hubungan antara kecepatan (sebagai sumbu-y) dengan waktu (sebagai sumbu-x)!
4. Berdasarkan grafik yang telah kamu buat,  
a bagaimana bentuk hubungan antara jarak dan waktu?  
b bagaimana hubungan antara kecepatan gerak mobil dengan waktu?

#### Apa yang dapat kamu simpulkan?

### Ayo Kita Coba

Coba hitung berapa besar jarak dan perpindahan yang kamu lakukan saat melakukan perjalanan:

- 1) dari rumah ke sekolah.
- 2) dari rumah ke sekolah, kembali ke rumah.



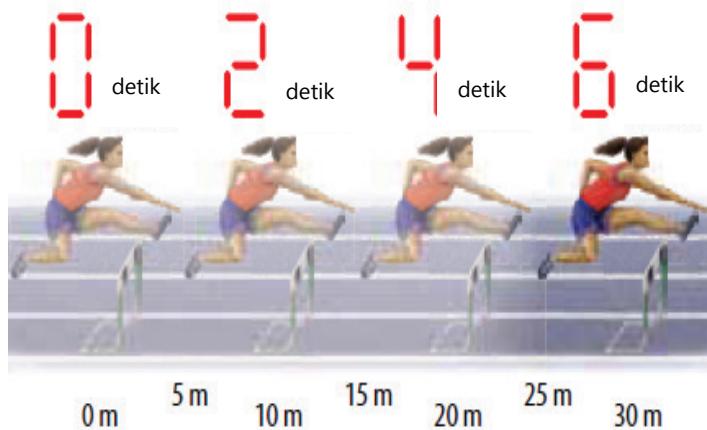
Sumber: Dingrando dkk.2007

Gambar. 1.23 Contoh lintasan rumah dan sekolah

Perhatikan Gambar 1.23. Semisal gambar tersebut adalah letak rumah, letak sekolah, dan lintasan dari rumah ke sekolahmu. Setiap hari kamu berangkat dari rumah ke sekolah kemudian kembali lagi ke rumah. Jika diukur, misalnya jarak rumah ke sekolah 2 km, maka jarak tempuh yang kamu lakukan setiap hari adalah 4 km. Namun, perpindahan yang kamu lakukan bernilai nol km. Mengapa demikian?

Ada perbedaan makna antara jarak dan perpindahan. **Jarak** merupakan panjang lintasan yang ditempuh, sedangkan **perpindahan** merupakan jumlah lintasan yang ditempuh dengan memperhitungkan posisi awal dan akhir benda, atau dengan kata lain perpindahan merupakan jarak lurus dari posisi awal sampai posisi akhir.

Sekarang pikirkan seandainya perjalanan saat kamu pergi dari rumah ke sekolah menggunakan kendaraan umum. Apakah kendaraan yang kamu tumpangi melaju dengan kecepatan tetap? Bagaimana kamu dapat mengukur besar kecepatan kendaraan yang kamu tumpangi? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, mari kita bandingkannya dengan ilustrasi berikut.



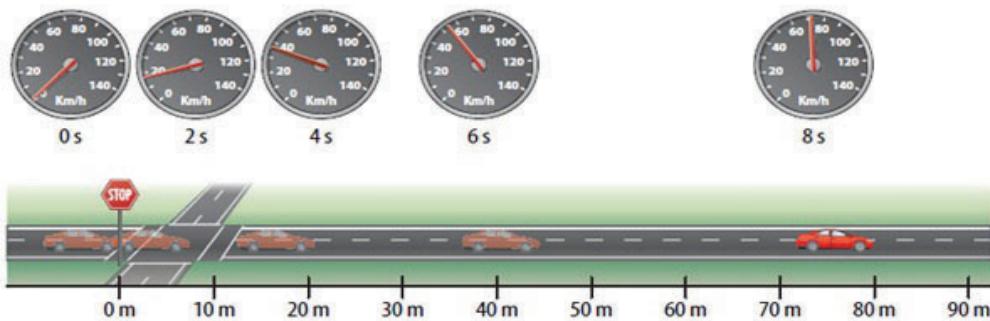
Sumber: Dingrando, dkk 2007

Gambar 1.24 Jarak dan waktu tempuh seseorang yang sedang berlari

Pada Gambar 1.24, seorang atlet berlari menempuh jarak 30 meter dalam waktu 6 detik. Dengan kata lain, atlet tersebut menempuh jarak mencapai 5 meter setiap detiknya. Jarak tertentu ( $s$ ) setiap detiknya ( $t$ ) disebut sebagai kelajuan atau secara matematis dapat ditulis ( $v$ ), dan dirumuskan sebagai:

$$v = \frac{s}{t}$$

Tahukah kamu bagaimana cara mengukur kelajuan kendaraan bermotor? Apakah benar dengan menggunakan *speedometer*? Ternyata, *speedometer* yang ada di kendaraan tidak mengukur kecepatan gerak, tetapi mengukur kelajuan. Perhatikan Gambar 1.25.



Sumber: Dingrando, dkk. 2007

**Gambar 1.25** Perubahan kelajuan pada mobil yang sedang melaju

Angka yang ditunjukkan pada *speedometer* selalu berubah-ubah. *Speedometer* ini menunjukkan kelajuan sesaat mobil yang sedang bergerak. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapatkah kamu mendefinisikan apa yang dimaksud dengan kelajuan sesaat? Berdasarkan Gambar 1.25 dapatkah kamu menentukan kelajuan sesaat mobil pada saat

2 detik, 4 detik, dan 8 detik?

Berbeda dengan *speedometer*, biasanya mobil modern menggunakan GPS (*Global Positioning System*) untuk menginformasikan letak, kecepatan, arah, dan waktu secara akurat. Pada Gambar 1.26, sebuah mobil melaju dengan GPS yang menunjukkan angka yang tetap 20 m/s atau 72 km/jam. Tahukah kamu apa artinya?



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 1.26** Perangkat GPS

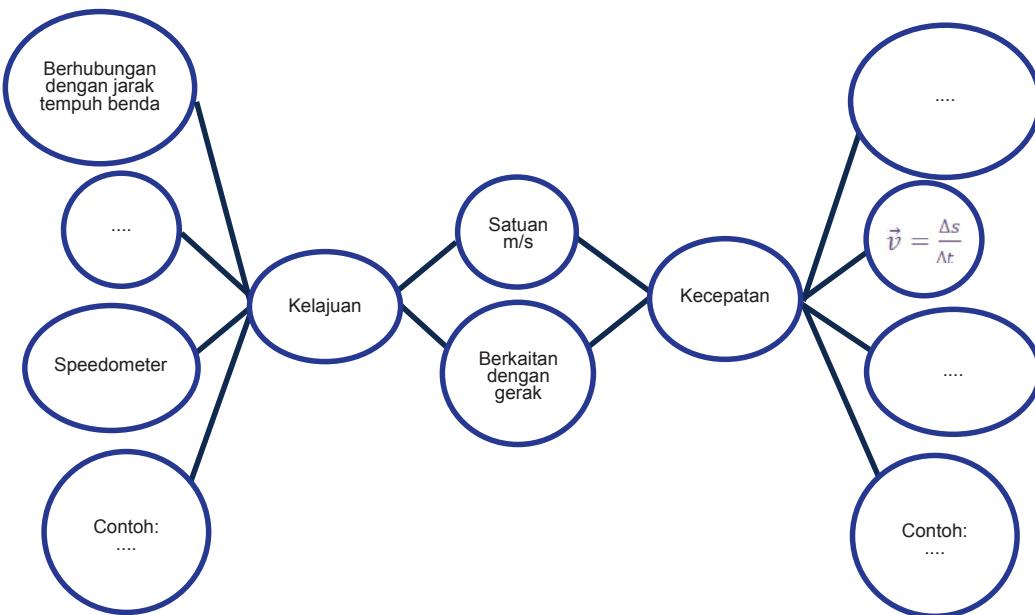
Jika kelajuan mengukur jarak tempuh, maka kecepatan ( $v$ ) mengukur perpindahan ( $\Delta s$ ) gerak benda tiap waktu ( $t$ ), jika dirumuskan adalah:

$$\vec{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Meskipun kelajuan dan kecepatan memiliki definisi konsep yang berbeda, namun pada gerak lurus kecepatan dan kelajuan memiliki nilai, simbol ( $v$ ), serta satuan yang sama (m/s).

### Ayo Kita Selesaikan

- 1) Lengkapi diagram tentang perbedaan antara kelajuan dengan kecepatan berikut!



- 2) Perhatikan tabel di bawah ini!

Tabel 1.3 waktu dan jarak tempuh bersepeda.

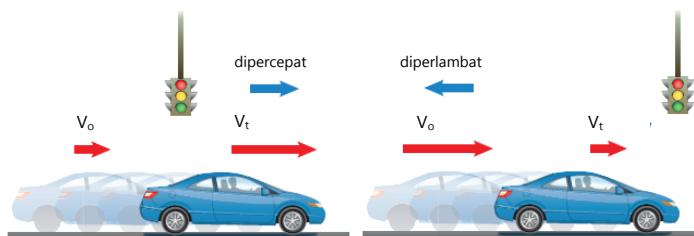
Waktu (detik)	Jarak (meter)
0	0
1	2
2	4
3	6
4	8
5	10

Tabel tersebut mendeskripsikan besarnya jarak dan waktu yang diperlukan sepeda untuk bergerak. Dengan menggunakan rumus kelajuan dan percepatan, hitunglah:

- a. kelajuan sepeda pada detik ke 2,
- b. kelajuan sepeda pada detik ke 4,
- c. kelajuan sepeda pada detik ke 5,

Kesimpulan apakah yang diperoleh dari gerak sepeda tersebut?

Sekarang, bayangkan jika kamu melakukan perjalanan dari rumah ke sekolah, kendaraan yang kamu tumpangi bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah tiap waktu. Coba perhatikan Gambar 1.27 dan 1.28.



Sumber: Nat. Geo. Soc, 2008

Gambar 1.27 Saat menjauhi lampu merah, mobil dipercepat

Sumber: Nat. Geo. Soc, 2008

Gambar 1.28 Saat mendekati lampu merah, mobil diperlambat

Gambar 1.27 dan 1.28 menunjukkan mobil yang sedang bergerak menjauhi lampu merah lalu lintas akan dipercepat, sedangkan saat mendekati lampu merah lalu lintas akan diperlambat. Percepatan atau perlambatan mobil tersebut dengan mudah dapat diamati dari adanya perubahan besar kecepatan mobil yang ditunjukkan oleh jarum *speedometer* atau angka yang muncul pada GPS.

Misalnya saat mendekati lampu lalu lintas, mobil yang awalnya bergerak dengan kecepatan sebesar 72 km/jam diperlambat hingga 0 km/jam dalam selang waktu 5 detik dengan proses perubahan seperti dalam tabel berikut.

$v_o$	$t$	$v_t$
20	0	20
	1	16
	2	12
	3	8
	4	4
	5	0

Berapakah perubahan kecepatan mobil dalam setiap detik?  
Cobalah diskusikan dengan teman sebangkumu!

Dari fakta yang ditunjukkan dapat diketahui besar perlambatan mobil sebesar  $4 \text{ m/s}^2$ . Nilai tersebut diturunkan dari persamaan berikut.

$$v_0 = 72 \text{ km/jam} = 72000 \text{ m}/3600 \text{ s} = 20 \text{ m/s}$$

$$v_t = 0 \text{ km/jam} = 0 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 5 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{5} = 4 \text{ m/s}^2$$

Karena perubahan kecepatan mobil dalam setiap detik selalu tetap, maka percepatan gerak mobil adalah tetap sehingga mobil tersebut bergerak lurus berubah beraturan (GLBB).

Percepatan benda tidak hanya berlaku pada kendaraan yang sedang bergerak secara horizontal, tetapi juga pada benda yang bergerak secara vertikal. Semua benda yang ada di permukaan bumi mengalami gaya gravitasi. Gaya gravitasi yang dimaksud adalah gaya tarik oleh bumi sehingga benda mengalami percepatan konstan sebesar  $10 \text{ m/s}^2$  (percepatan gravitasi). Pernahkah kamu mendengar cerita tentang buah apel yang jatuh ? Kejadian tersebut yang menginspirasi Newton untuk mempelajari lebih lanjut tentang gravitasi bumi.



### Ayo Kita Coba

1. Sebuah mobil yang mula-mula diam, kemudian bergerak dipercepat hingga kecepatannya menjadi  $72 \text{ km/jam}$ . Setelah bergerak selama  $30 \text{ sek}$ , percepatan yang dialami mobil tersebut adalah....
2. Buah kelapa yang sudah tua dan matang jatuh dari pohnnya. Jika percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ , berapakah kecepatan buah kelapa setelah jatuh selama  $3 \text{ detik}$ ?



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.29a Contoh gaya tak sentuh

Masih ingatkah, bahwa gaya adalah tarikan atau dorongan? Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda. Kamu tahu plastisin? Kamu dapat melempar plastisin, menghentikan lemparan (menangkap) plastisin, atau bahkan mengubah bentuk plastisin dengan memberikan gaya. Tahukah kamu, gaya apakah yang diberikan pada plastisin tersebut? Ada berapa jenis gaya yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari?



Sumber: Vare. 2013.

**Gambar 1.29b** Contoh Gaya Sentuh

Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. **Gaya sentuh** contohnya adalah gaya otot dan gaya gesek. **Gaya otot** adalah gaya yang ditimbulkan oleh koordinasi otot dengan rangka tubuh. Misalnya seseorang hendak memanah dengan menarik mata panah ke arah belakang. Berbeda dengan gaya otot, gaya gesek adalah gaya yang diakibatkan oleh adanya dua buah benda yang saling ber gesekan.

**Gaya gesek** selalu berlawanan arah dengan gaya yang diberikan pada benda. Contohnya gaya gesekan antara meja dengan lantai pada saat meja didorong. Meja yang didorong ke depan akan bergerak ke depan, namun pada waktu yang bersamaan meja juga akan mengalami gaya gesek yang arahnya berlawanan dengan arah gerak meja.

**Gaya tak sentuh** adalah gaya yang tidak membutuhkan kontak langsung dengan benda yang dikenai. Contohnya seperti saat kita mendekatkan ujung magnet batang dengan sebuah paku besi. Seketika paku besi akan tertarik dan menempel pada magnet batang. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pengaruh gaya magnet yang ditimbulkan magnet batang.

Selain gaya magnet, gaya gravitasi pada orang yang sedang terjun payung juga merupakan contoh gaya tak sentuh. Lebih lanjut tentang gaya dan interaksinya terhadap gerak benda akan dibahas pada pembahasan tentang Hukum Newton tentang gerak.

## 2. Hukum I Newton

Coba bayangkan, apa yang akan terjadi jika kamu berada di dalam mobil yang sedang melaju kencang, tiba-tiba mobil direm mendadak? Apa yang akan terjadi pada badan kamu? Badan kamu akan terhentak ke belakang, atau ke depan? Mengapa pada saat berada di dalam mobil kamu perlu mengenakan sabuk pengaman? Tahukah kamu, bahwa fenomena tersebut dipelajari oleh para ahli? Untuk memahaminya, mari kita lakukan kegiatan berikut!



## Ayo Kita Coba

### Sifat Kelembaman Suatu Benda

#### Apa yang kamu coba?

Membuktikan sifat kelembaman suatu benda.

#### Apa yang kamu duga?

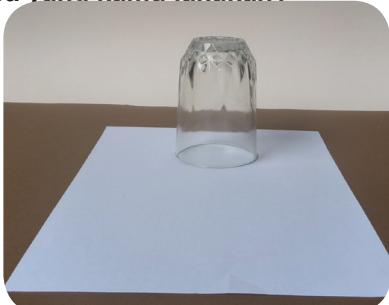
\*coret pernyataan yang tidak tepat!

Apabila kertas yang diletakkan di bawah gelas ditarik dengan cepat, maka gelas akan \*(ikut bergerak mengikuti gerak kertas) \*(tetap diam mempertahankan kedudukannya).

#### Apa yang kamu sediakan?

Kertas HVS 1 lembar dan gelas.

#### Apa yang kamu lakukan?



Set percobaan Sifat Kelembaman

1. Meletakkan selembar kertas di atas meja, kemudian meletakkan gelas di atas kertas tersebut (seperti pada gambar di samping ini).
2. Menarik kertas secara horizontal dengan perlahan. Mengamati apa yang terjadi pada gelas. Mengulangi hingga 3 kali.
3. Menarik kertas secara horizontal dengan sekali hentakan yang cepat. Mengamati peristiwa yang terjadi pada gelas. Mengulangi hingga 3 kali.

#### Jawablah pertanyaan berikut!

1. Bagaimana keadaan gelas pada saat kertas ditarik secara perlahan?
2. Bagaimana keadaan gelas pada saat kertas ditarik secara cepat?
3. Samakah hasil antara keadaan gelas, jika kertas ditarik dengan perlahan atau ditarik dengan cepat?
3. Jika hasilnya berbeda, apa yang mengakibatkan hal tersebut?

Apakah kamu menemukan fakta bahwa gelas akan tetap diam saat kertas ditarik dengan hentakan yang cepat secara horizontal? Jika kamu menemukan hal demikian, berarti hasil percobaan tersebut membuktikan bahwa benda memiliki kecenderungan untuk tetap mempertahankan keadaan diam atau geraknya, yang disebut **inersia** atau **kelembaman benda**.

Contoh lain saat kamu berada di dalam sebuah mobil yang sedang melaju kencang kemudian tiba-tiba direm juga menunjukkan inersia benda. Badan kamu akan ter dorong ke depan karena badan ingin mempertahankan geraknya ke depan. Peristiwa tersebut yang pada akhirnya memunculkan ide teknologi sabuk pengaman yang dipasang di kendaraan bermotor, khususnya mobil.

Secara umum, Newton merumuskan sifat inersia benda ke dalam rumusan Hukum I Newton yang menyatakan bahwa benda yang mengalami resultan gaya bernilai nol akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan.



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 1.30** Sabuk pengaman

### 3. Hukum II Newton

#### Ayo Kita Coba

#### Percobaan Hukum II Newton

##### Apa yang kamu coba?

1. Menganalisis hubungan antara gaya dengan percepatan benda.
2. Menganalisis hubungan antara massa dengan percepatan benda.

##### Apa yang kamu duga?

1. Bagaimana hubungan antara gaya yang dikerjakan pada benda dengan percepatan benda?
2. Bagaimana hubungan antara massa benda dengan percepatan gerak benda?

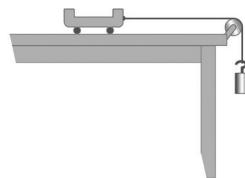
##### Apa yang kamu sediakan?

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1. Beban  | 3. Tali   |
| 2. Katrol | 4. Kereta |

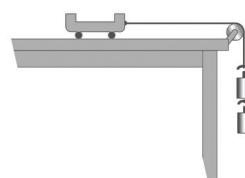
### Apa yang kamu lakukan?

Lakukan kegiatan sesuai dengan langkah percobaan berikut!

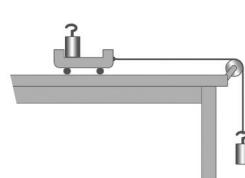
1. Merangkai kereta, katrol, tali, dan beban (100 g) seperti gambar di samping. Mengamati percepatan gerak kereta.



2. Menambahkan beban ( $2 \times 100$  g) pada rangkaian percobaan seperti pada gambar di samping! Mengamati percepatan gerak kereta.



3. Memindahkan beban (100 g) yang menggantung ke atas kereta seperti pada gambar di samping. Mengamati percepatan gerak kereta.



### Data Hasil Percobaan

No	$F = \text{Berat beban yang digantung (N)}$	$m = \text{Massa kereta + Massa beban (Kg)}$	Percepatan Kereta

Keterangan: Untuk menuliskan data percepatan benda dapat diurutkan dari yang tercepat (1), cepat (2), dan kurang cepat (3).

Jawablah pertanyaan berikut !

1. Apa yang mempengaruhi perbedaan besar percepatan sistem pada percobaan 1 dan 2?
2. Bagaimana hubungan antara gaya (berat beban yang digantung) dengan percepatan sistem berdasarkan percobaan 1 dan 2?
3. Apa yang mempengaruhi perbedaan besar percepatan sistem pada percobaan 1 dan 3?

- Bagaimana hubungan antara massa total (massa kereta + massa beban) dengan percepatan kereta berdasarkan percobaan 1 dan 3?
- Seorang pemain sepatu roda yang massanya 50 kg meluncur dengan percepatan  $4 \text{ m/s}^2$  pada saat resultan gayanya 200 N. Bagaimanakah gerakan pemain sepatu roda jika mengalami perubahan kecepatan seperti dalam tabel?

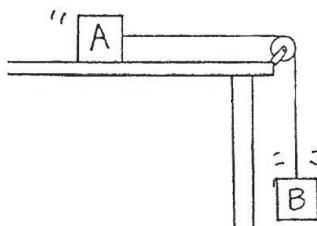
**Lengkapi tabel berikut.**

Gaya (N)	Massa (kg)	Percepatan ( $\text{m/s}^2$ )
200	50	4
100	50	.....
100	25	.....
.....	25	2
200	.....	5

- Balok A dan B dihubungkan dengan menggunakan tali dan katrol seperti pada gambar di bawah ini. Apabila massa balok A sama dengan massa balok B ( $M_A = M_B = m$ ), tentukan jawaban yang benar dari masing-masing pertanyaan di bawah ini! (Lingkari jawaban yang benar).

- Massa sistem ( $A + B$ ) adalah [m] [2m]
- Gaya yang bekerja pada sistem adalah berat balok  
[A] [B] [A+B]
- Berat balok B adalah

- [  $\frac{mg}{2}$  ] [mg] [2mg]  
d. Besar percepatan sistem adalah  
[kurang dari g] [g] [lebih besar dari g]



Ingat!

$g$  adalah percepatan gravitasi bumi yang besarnya  $10 \text{ m/s}^2$

#### Apa yang kamu simpulkan?

Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hubungan antara gaya, massa, dan percepatan benda?

Percobaan tersebut menunjukkan bahwa percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya atau  $a = \frac{F}{m}$ . Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum II Newton.

Di dalam kehidupan sehari-hari kita sering menemui fakta bahwa pada saat memindahkan balok (seperti pada Gambar 1.31) akan lebih cepat jika

gaya yang diberikan lebih besar. Hal ini dikarenakan gaya berbanding lurus dengan percepatan. Jadi, dengan gaya yang besar maka akan didapatkan percepatan yang lebih besar juga.



Gambar 1.31 Gaya untuk menarik balok

Contoh lainnya seperti saat kita memindahkan meja yang ringan akan lebih cepat daripada memindahkan almari yang berat jika kita menggunakan gaya dorong yang sama. Hal ini disebabkan massa meja lebih kecil daripada massa almari dan karena massa berbanding terbalik dengan percepatan benda. Semakin kecil massa benda, semakin besar percepatannya. Jadi, memindahkan meja yang ringan akan lebih cepat daripada memindahkan almari yang massanya lebih besar.

#### 4. Hukum III Newton

Pernahkah kamu berpikir, bagaimana sebuah roket dapat meluncur ke angkasa? Roket yang terdorong ke atas diakibatkan oleh semburan gas ke bawah (Lihatlah Gambar 1.32)! Semakin kuat semburan gas ke bawah, roket akan semakin cepat terdorong ke atas. Berdasarkan fakta tersebut, tahukah kamu, apa yang sebenarnya terjadi pada roket yang sedang diluncurkan? Gaya-gaya apa saja yang mempengaruhi gerak roket tersebut? Apakah gaya-gaya pada gerak roket saat pertama kali diluncurkan sama seperti gaya-gaya roket saat sudah lepas dari landasannya? Untuk memahami secara detail gerak roket tersebut, diskusikan pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

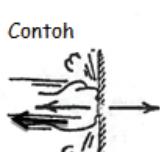


Sumber: Hans. 2013  
**Gambar 1.32 Roket**

### Ayo Kita Selesaikan

#### Pertanyaan Diskusi!

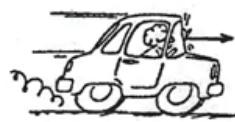
1. Perhatikan contoh-contoh pada gambar a - g disajikan pasangan gaya aksi-reaksi yang ditunjukkan dengan menggunakan anak panah (vektor gaya) dan keterangan gaya aksi-reaksi yang bekerja pada benda dituliskan masing-masing di bawah gambar. Tugasmu adalah menggambarkan anak panah untuk gaya reaksi dan menuliskan keterangan gaya reaksi yang bekerja, kemudian pada benda b sampai dengan g, dan menggambar 1 tambahan pada poin h.



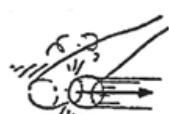
Tangan menghantam tembok  
Tembok menghantam tangan



Kepala menyundul bola  
a.....



Kaca mobil menghantam serangga  
b.....



Baseball menghantam bola  
c.....



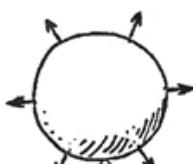
Jari memencet hidung  
d.....



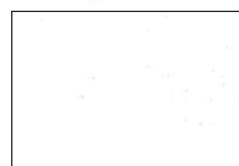
Tangan menarik bunga  
e.....



Atlet mengangkat barbel  
f.....

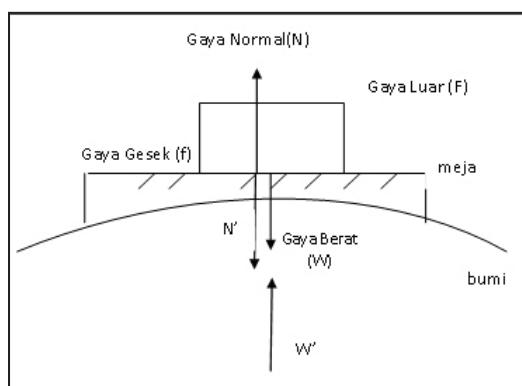


Udara di dalam balon  
menekan ke segala arah  
g.....



h.....

2. Sebuah balok diletakkan di atas meja seperti pada gambar di bawah ini. Balok diam dan memiliki berat sebesar 1 N.



$W$  = gaya pada balok oleh bumi  
 $W'$  = gaya pada bumi oleh balok  
 $f$  = gaya pada balok oleh meja  
 $f'$  = gaya pada meja oleh balok  
 $N$  = gaya pada balok oleh meja  
 $N'$  = gaya pada meja oleh balok

Berdasarkan gambar tersebut pilihlah jawaban yang benar dari pertanyaan-pertanyaan berikut!

- a. Gaya berat ( $w$ ) balok sebesar 1 N disebabkan oleh  
**[bumi] [lantai]**
- b. Lantai menahan balok dengan gaya normal  $N$  dan arah yang berlawanan dengan  $W$ . Besar  $N$   
**[sama dengan  $w$ ] [kurang dari  $w$ ] [lebih dari  $w$ ]**
- c. Karena balok berada pada keadaan seimbang (diam), maka total gaya yang bekerja pada balok adalah  
**[nol] [tidak sama dengan nol]**
- d. Nilai  $N$  sama dengan  $w$  dan  $N$  berlawanan arah dengan  $w$ , maka  $N$  dan  $w$  merupakan  
**[pasangan gaya aksi – reaksi] [bukan merupakan pasangan gaya aksi – reaksi]**

Hal tersebut dikarenakan pasangan gaya aksi – reaksi selalu bekerja pada  
**[satu benda yang sama] [dua benda yang berbeda]**

dan dapat dilihat bahwa  $N$  dan  $w$

**[keduanya bekerja pada benda yang sama] [keduanya bekerja pada benda yang berbeda]**

Hukum III Newton menyebutkan bahwa ketika benda pertama mengerjakan gaya ke benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah atau gaya aksi dan reaksi bekerja pada dua benda yang berbeda. Misalnya pada peristiwa orang berenang. Gaya aksi dari tangan ke air mengakibatkan gaya reaksi dari air ke tangan dengan besar gaya yang sama namun arah gaya berlawanan, sehingga orang tersebut akan ter dorong ke depan meskipun tangannya mengayuh ke belakang. Karena massa air jauh lebih besar daripada massa orang, maka percepatan yang dialami orang akan jauh lebih besar daripada percepatan yang dialami air. Hal ini mengakibatkan orang tersebut akan melaju ke depan.

Masih ingatkah kamu dengan peristiwa burung terbang yang dijelaskan di awal bab ini? Gerak burung terbang dapat dijelaskan dengan menggunakan hukum III Newton. Burung mengepakkan sayap ke belakang untuk memberikan gaya aksi ke udara. Udara yang massanya jauh lebih besar daripada burung, memberi gaya reaksi yang nilainya sama besar dengan gaya aksi namun berlawanan arah, sehingga mengakibatkan burung dapat melaju kencang ke depan. Lalu bagaimana gerakan burung di tempat yang hampa udara? Coba pikirkan apa yang akan terjadi pada burung, diskusikan dengan temanmu!

Setelah mempelajari materi gerak pada makhluk hidup dan benda, patut kiranya memuji ciptaan Tuhan yang sangat kompleks dan sangat detail. Kamu juga harus banyak bersyukur kepada Tuhan atas ciptaannya yang sangat sempurna. Bayangkan bagaimana jika Tuhan tidak menciptakan bumi lengkap dengan gravitasinya? Apakah mungkin kita dapat berjalan dengan aman di atas permukaan bumi?

Untuk lebih memahami konsep yang ada pada Hukum I, II, dan III Newton, lakukan kegiatan berikut bersama teman-temanmu.



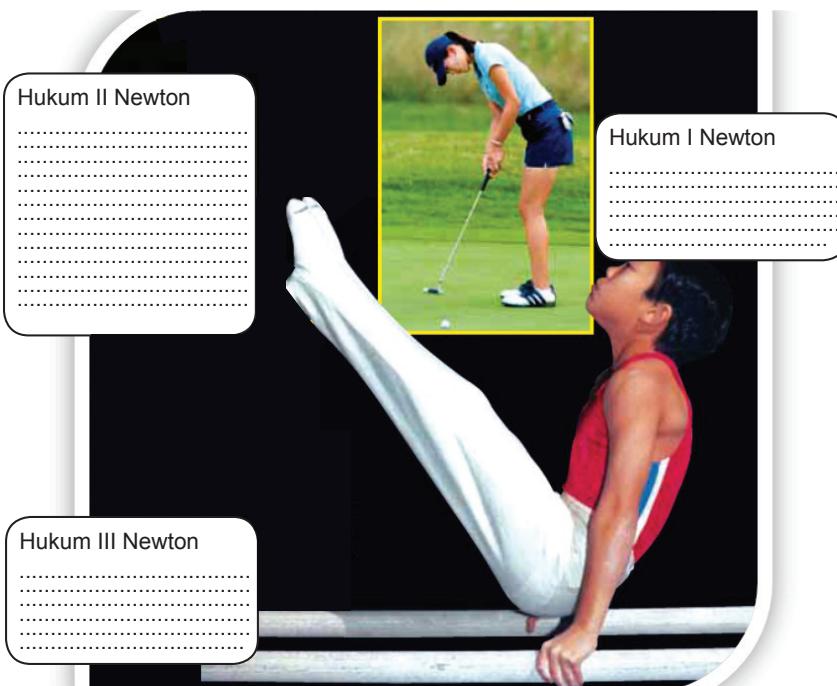
### Ayo Kita Coba

1. Lengkapi tabel berikut dengan analisis peristiwa-peristiwa yang tertera pada tabel. Centang (✓) apakah peristiwa tersebut merupakan penerapan dari Hukum I, II, atau III Newton, kemudian tuliskan alasanmu pada kolom alasan dengan baik dan benar!

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
1	Dua ekor kijang yang saling beradu kekuatan terpental akibat saling mendorong satu sama lain.				
2	Dua ekor badak jantan yang bermassa sama melakukan adu kekuatan untuk memperebutkan daerah kekuasaan. Keduanya saling mendorong dengan gaya yang sama, sehingga tidak ada satupun badak yang bergeser dari posisinya.				
3	Seekor anak badak bermain-main dengan induknya. Anak badak tersebut terpental ke belakang karena mencoba mendorong induknya dengan kuat.				
4	Seekor banteng jantan mendorong anak kijang dengan kekuatan penuh hingga terpental jauh.				
5	Seekor elang terbang bebas di udara dengan cara mengepakkan sayapnya ke bawah. Kecepatan udara yang lebih cepat di bagian atas sayap mengakibatkan elang tersebut terangkat ke atas.				

6	Seekor gajah betina mendorong anaknya ke sungai untuk minum. Gajah betina tersebut mendorong anaknya dengan hati-hati karena massa tubuhnya yang jauh lebih besar daripada massa tubuh anaknya.				
7	Seekor ikan berenang di dalam air dengan cara menggerakkan siripnya ke belakang.				
8	Seekor jerapah jantan memiliki kepala yang besar untuk menyerang jerapah jantan lainnya saat dewasa.				
9	Seekor kuda berlari dengan kecepatan konstan sambil membawa sebuah paket di punggungnya. Secara tiba-tiba kuda tersebut berhenti sehingga paket terlempar ke depan.				
10	Seorang joki kuda mengikuti kompetisi final berkuda. Pada menit terakhir kuda yang ditungganginya berhenti secara tiba-tiba, sehingga joki tersebut terjatuh ke depan.				

2. Jelaskan penerapan Hukum Newton pada kegiatan olahraga seperti basket, golf, senam lantai, sepak bola, dan lain-lain!



Sumber: Laurel, dkk., 2007

Gambar 1.33 Berbagai Gerak dalam Kegiatan Olahraga

## Refleksi

Setiap makhluk hidup ciptaan Tuhan dianugerahi kemampuan bergerak. Tumbuhan yang kita anggap terus berada di tempatnya, ternyata juga melakukan gerakan pada beberapa bagian tubuhnya. Kemampuan bergerak tersebut nampaknya berguna untuk tujuan tertentu, misalnya untuk mencari makanan, mencari tempat yang aman untuk tumbuh dan berkembang, dan untuk melindungi diri dari serangan musuh. Tidak hanya makhluk hidup, benda mati yang berada di alam juga bergerak walaupun gerakan itu disebabkan gaya luar yang bekerja pada benda tersebut. Salah satu gaya luar yang membuat benda-benda di sekitar kita bergerak adalah gaya gravitasi bumi. Gaya ini menyebabkan benda yang memiliki massa akan tertarik ke permukaan bumi jika dilepaskan dari ketinggian tertentu. Burung memiliki struktur tubuh yang khusus, sehingga burung mampu terbang dan melawan gaya gravitasi. Beberapa produk teknologi dikembangkan dengan meniru struktur tubuh burung untuk melawan gravitasi seperti yang dapat dilakukan oleh burung. Kita sepatutnya bersyukur kepada Tuhan yang telah menciptakan kesempurnaan organ tubuh pada setiap makhluk hidup sesuai dengan lingkungan hidupnya. Menurutmu, apakah gaya gravitasi menguntungkan bagi manusia? Bagaimanakah jika gaya gravitasi bumi tidak ada?



## Info Ilmuwan

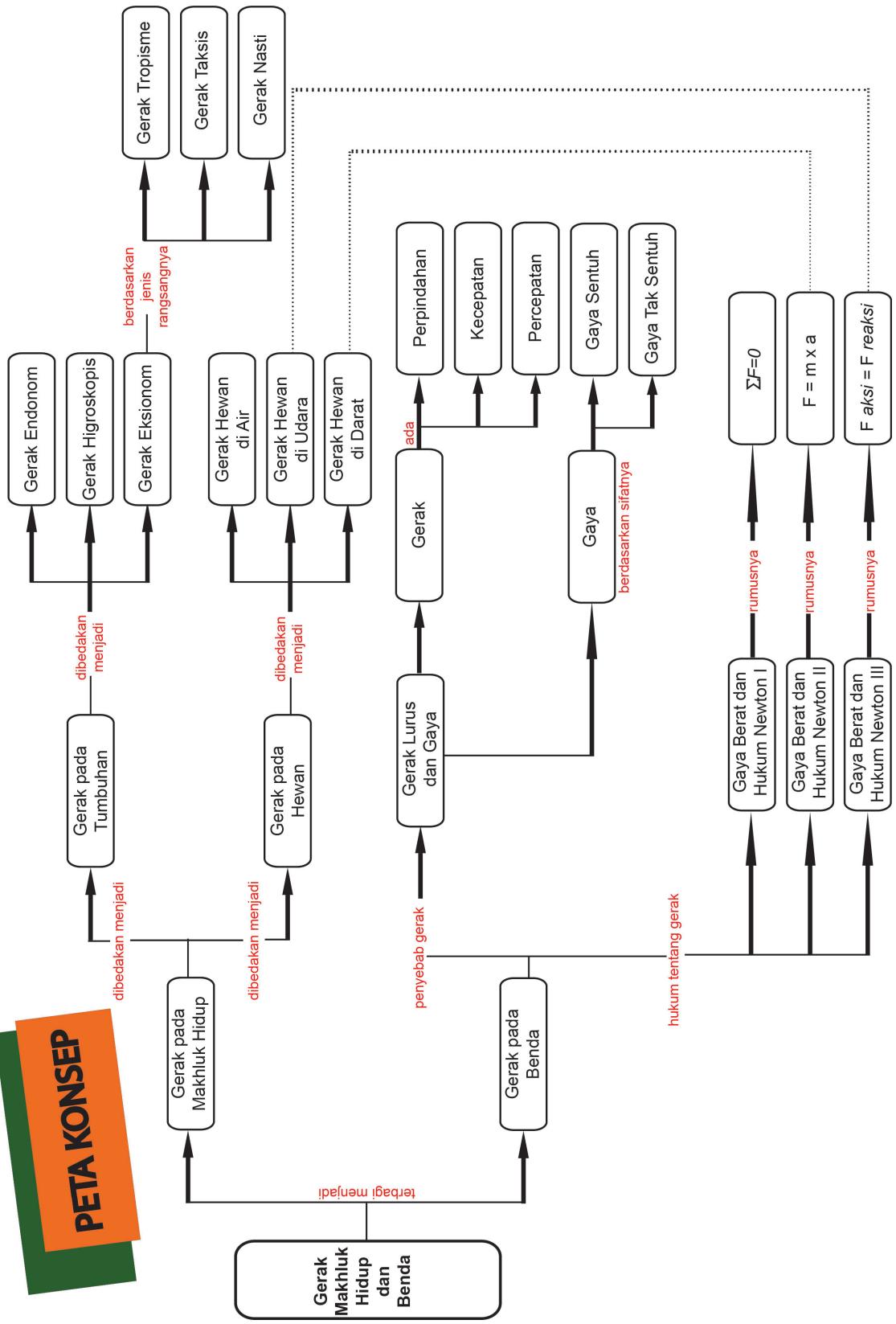
Tahukah kamu bahwa 500 tahun sebelum Isaac Newton (1643-1725 M) menemukan teori gravitasi, ada seorang ilmuwan yang sudah memikirkan tentang teori tersebut, yaitu Al-Khazini yang hidup pada abad ke-12 M. Para sejarawan sains memberinya gelar sebagai ‘Fisikawan terbesar sepanjang sejarah’. Al Khazini telah memberi kontribusi yang besar bagi perkembangan sains modern. Al Khazini menguasai astronomi, fisika, biologi, kimia, matematika, dan filsafat. Al Khazini ahli dalam bidang konstruksi, penulis buku tentang teknik pengukuran bumi (geodesi) dan konstruksi keseimbangan, kaidah mekanis, hidrostatika, fisika, teori zat padat, sifat-sifat pengungkit/tuas, dan teori gaya gravitasi. Salah satu karyanya yang terkenal adalah *Mizan al-Hikma* (*The Book of the Balance of Wisdom*). Ilmuwan lain adalah Ibnu Bajjah (1082-1138 M), yang mengembangkan berbagai ilmu. Karya Ibnu Bajjah dalam bidang fisika banyak mempengaruhi fisikawan Barat abad pertengahan seperti Galileo Galilei. Ibnu Bajjah menjelaskan tentang hukum gerakan. Menurutnya, kecepatan sama dengan gaya gerak dikurangi resistensi materi. Prinsip-prinsip yang dikemukakan tersebut menjadi dasar bagi pengembangan ilmu mekanika modern.



## Rangkuman

1. Gerak tumbuhan berdasarkan rangsangannya dibagi menjadi gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.
2. Gerak endonom (gerak spontan) adalah gerak tumbuhan yang tidak memerlukan rangsang dari luar atau tidak diketahui penyebab luarnya. Rangsangan pada gerak endonom diduga berasal dari dalam tumbuhan itu sendiri.
3. Gerak higroskopis adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh perubahan kadar air di dalam sel, sehingga terjadi pengertian yang tidak merata.
4. Gerak esionom adalah gerak tumbuhan yang disebabkan adanya rangsangan dari lingkungan sekitar.
5. Gerak esionom dibagi menjadi gerak tropisme (yang terdiri atas gerak geotropisme, hidrotropisme, tigmotropisme, fototropisme, dan kemotropisme), gerak taksis (yang terdiri atas gerak kemotaksis dan fototaksis), dan gerak nasti (yang terdiri atas gerak niktinasti, fotonasti, seismonasti, termonasti, dan nasti kompleks).
6. Hewan melakukan gerakan khas sesuai dengan habitat, adaptasi fisiologi, dan morfologinya.
7. Benda dan makhluk hidup yang bergerak dapat dijelaskan dengan hukum Newton tentang gerak.
8. Hukum I Newton membahas tentang sifat kelembaman benda yang menyatakan bahwa benda diam akan tetap diam atau benda bergerak lurus beraturan jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada benda tersebut.
9. Hukum II Newton menjelaskan tentang percepatan gerak sebuah benda sebanding dengan jumlah gaya yang diberikan dan berbanding terbalik dengan massanya atau  $a = \frac{F}{m}$ .
10. Hukum III Newton menjelaskan tentang gaya aksi-reaksi pada dua benda. Ketika benda pertama mengerjakan gaya (ke benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya) yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah atau *Faksi* = - *Faksi*.

PETA KONSEP



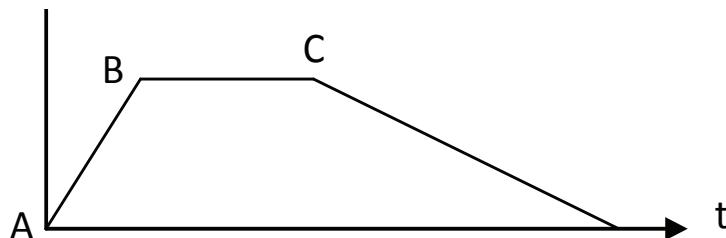


## Uji Kompetensi Bab 1

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

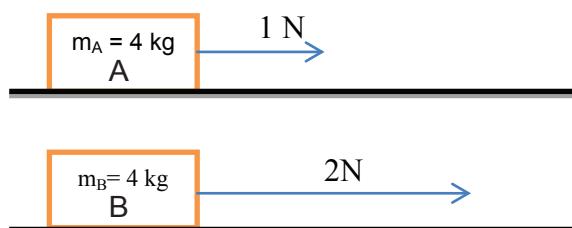
1. Gerak tumbuhan yang memerlukan rangsang berupa perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengertian yang tidak merata disebut...
  - a. gerak hidronasti
  - b. gerak hidrotropisme
  - c. gerak hidrostatis
  - d. gerak higroskopis
2. Contoh gerak tumbuhan berikut yang *bukan* merupakan contoh dari gerak nasti adalah....
  - a. menguncupnya daun tanaman Leguminosae
  - b. mekarinya bunga pukul empat
  - c. menutupnya daun putri malu
  - d. merekahnya kulit buah-buahan yang sudah kering pada tumbuhan polong-polongan
3. Perhatikan pernyataan-pertanyaan di bawah ini!
  - 1) Sebagian ikan memiliki bentuk tubuh torpedo
  - 2) Sirip diperlukan untuk melakukan berbagai manuver di dalam air
  - 3) Ekor dan sirip ikan berfungsi untuk menahan laju air
  - 4) Bentuk *stream line* tubuh ikan berfungsi untuk mengurangi hambatan di dalam airBerdasarkan pernyataan-pernyataan di atas, yang mendukung ikan untuk melakukan berbagai gerakan di dalam air adalah pernyataan nomor...
  - a. 1, 2, dan 3
  - b. 2, 3, dan 4
  - c. 3, 4, dan 1
  - d. 1, 2, dan 4
4. Berdasarkan fungsi tubuh untuk melakukan aktivitas gerak, hewan berikut yang memiliki otot paling elastis adalah....
  - a. burung
  - b. gajah
  - c. koala
  - d. kijang
5. Seseorang yang sedang mengendarai sepeda mampu menempuh jarak 5 meter dalam waktu 2.5 detik. Berdasarkan data tersebut, kecepatan anak bersepeda adalah....

- a. 12,5 m/s  
 b. 7,5 m/s  
 c. 5,0 m/s  
 d. 2,0 m/s
6. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah seperti digambarkan pada grafik berikut ini.



Garis yang menunjukkan mobil sedang mengalami gerak lurus beraturan adalah....

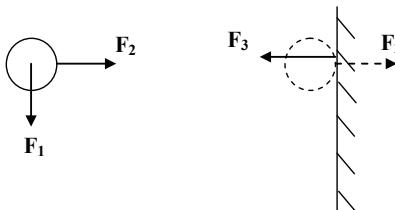
- a. A – B  
 b. B – C  
 c. C – D  
 d. D – A
7. Perhatikan gambar berikut!



Kesimpulan yang tepat berdasarkan gambar di atas adalah....

- a. balok A akan bergerak dengan percepatan yang paling besar, karena percepatan berbanding terbalik dengan gaya yang bekerja pada benda  
 b. balok B akan bergerak dengan percepatan yang paling besar, karena percepatan berbanding lurus dengan gaya yang bekerja pada benda  
 c. balok A akan bergerak dengan percepatan yang paling kecil, karena percepatan berbanding terbalik dengan gaya yang bekerja pada benda  
 d. balok B akan bergerak dengan percepatan yang paling kecil, karena percepatan berbanding lurus dengan gaya yang bekerja pada benda

8. Perhatikan gambar bola yang dilempar ke tembok akan memantul kembali seperti di bawah ini!



Berikut pasangan gaya aksi reaksi yang benar adalah....

- a.  $F_1$  dan  $F_2$ , karena bekerja pada benda yang sama dan arah gayanya saling tegak lurus
- b.  $F_1$  dan  $F_3$ , karena bekerja pada benda yang berbeda dan arah gayanya saling tegak lurus
- c.  $F_2$  dan  $F_3$ , karena bekerja pada benda yang berbeda dan arah gayanya saling berlawanan
- d.  $F_1$ ,  $F_2$ , dan  $F_3$ , karena ketiga gaya tersebut menggambarkan gerak bola

9. Perhatikan posisi burung yang sedang terbang bebas seperti pada gambar di bawah ini!

Saat terbang di udara, gerakan burung tersebut dapat dijelaskan dengan hukum ketiga Newton, yaitu dengan cara memanfaatkan sifat aliran udara. Perbandingan besarnya gaya aksi dan reaksi antara burung dengan udara yang benar adalah....



- a. sama, sehingga burung dapat terbang dengan stabil di udara
- b. berbeda, sehingga burung dapat melayang di udara
- c. sama, karena gaya yang dimilikinya melebihi besar gaya gesekan udara maka burung dapat maju ke depan
- d. berbeda, karena gaya yang dimilikinya lebih kecil dari gaya gesekan udara sehingga burung dapat maju ke depan

10. Perhatikan gambar berikut ini!

Pada kasus perenang tersebut, air mendorong maju perenang itu untuk mengatasi gesekan yang dijumpainya. Fakta tersebut disebabkan oleh....



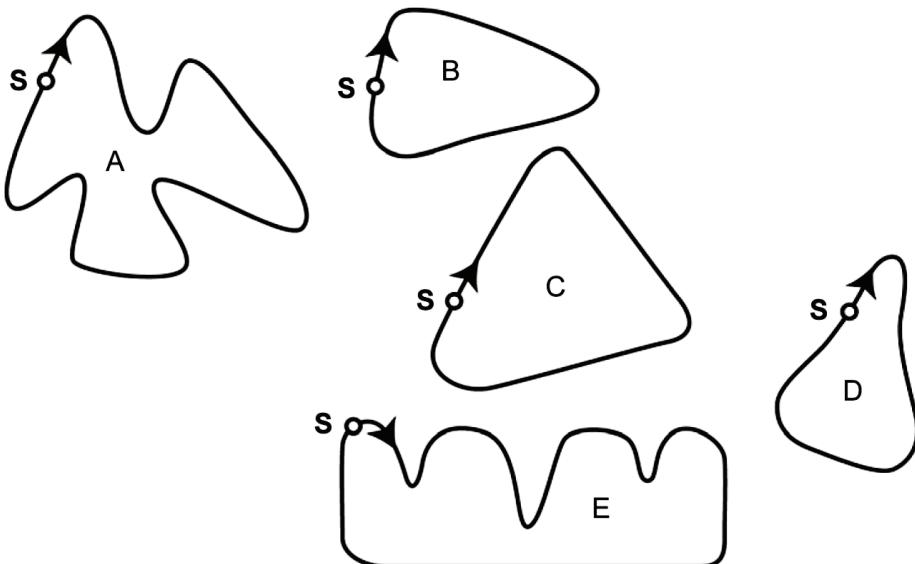
- a. besar perbandingan gaya aksi dan reaksi bekerja pada benda yang berbeda adalah tidak sama, sehingga perenang yang massanya jauh lebih kecil daripada massa satu kolam air akan mengalami percepatan lebih kecil daripada percepatan air tersebut.
  - b. besar perbandingan gaya aksi dan reaksi bekerja pada benda yang berbeda adalah tidak sama, sehingga perenang yang massanya jauh lebih kecil daripada massa sekolam air akan mengalami percepatan lebih besar daripada percepatan air tersebut.
  - c. besar perbandingan gaya aksi dan reaksi bekerja pada benda yang berbeda adalah sama, namun perenang yang massanya jauh lebih kecil daripada massa sekolam air akan mengalami percepatan lebih besar daripada percepatan air tersebut.
  - d. besar perbandingan gaya aksi dan reaksi bekerja pada benda yang sama adalah sama, namun perenang yang massanya jauh lebih kecil daripada massa sekolam air akan mengalami percepatan lebih kecil daripada percepatan air tersebut.

**B.Jawablah dengan singkat dan tepat !**

1. Jelaskan jenis gerak apa saja yang dapat dilakukan oleh tanaman putri malu!
  2. Jelaskan perbedaan prinsip gerak yang dilakukan oleh burung, ikan, dan kuda berdasarkan bentuk tubuhnya!
  3. Perhatikan gambar grafik berikut ini!



- a. Menurut kamu apa yang terjadi pada kecepatan mobil yang berada pada jarak di antara 2,6 km sampai 2,8 km?
- b. Lintasan manakah dari mobil balap yang dikendarai dengan kecepatan yang terekam pada grafik di atas?



4. Sebuah pesawat ulang alik yang berada di bulan adalah sebesar 600 N. hitung berapa berat pesawat ulang alik tersebut jika dibawa ke bumi? (Keterangan= grafitasi di bulan 1/6 grafitasi bumi)
5. Perhatikan gambar di bawah ini!



Seorang atlet meloncat dengan berat w menekan tanah di bawahnya dengan gaya yang besarnya  $F$  dan sebagai hasilnya ia melambung ke udara. Bagaimanakah besarnya gaya yang dikerjakan tanah terhadap atlet? Jelaskan!

6. Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar A dan B menunjukkan gejala gerak pada tumbuhan.

- Peristiwa gerak apakah yang terjadi pada kedua gambar tumbuhan di atas? Jelaskan!
- Gambar A menunjukkan dua macam gerak yang berbeda. Jelaskan kedua gerak tersebut!



### Tugas Proyek

#### Proyek Penerapan Konsep

##### Ke manakah Tumbuhan Akan Bergerak?

Kerjakan kegiatan berikut dalam kerja kelompok (satu kelompok 3-5 orang), dan lakukan kegiatan seperti langkah-langkah yang harus dilakukan. Konsultasikan pada guru dan pelaporan kegiatan disajikan dalam bentuk poster yang disepakati bersama.

##### Apa yang akan kamu amati?

Mengamati arah gerakan batang kecambah kacang hijau.

##### Apa yang kamu duga?

### Apa yang harus kamu persiapkan?

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 1. Kardus bekas | 3. Cutter atau pisau   |
| 2. Lakban       | 4. Kecambah kacang hijau yang tingginya ± 10 cm<br>(pilihlah tanaman yang memiliki batang tegak) |

### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lubangi salah satu sisi kardus bekas dengan menggunakan *getter* atau pisau. Diameter lubang yang harus kamu buat ± 4 cm. **Lakukan kegiatan ini dengan hati-hati. Jangan sampai cutter atau pisau yang kamu gunakan mengenai tangan kamu.** Jika kamu mengalami kesulitan, mintalah bantuan pada guru.
2. Letakkan kecambah kacang hijau ke dalam kardus yang telah kamu lubangi.
3. Buatlah gambar posisi batang kecambah kacang hijau yang telah kamu masukkan ke dalam kardus.
4. Tutuplah kardus kemudian berilah lakban berwarna hitam agar cahaya matahari tidak bisa masuk melalui celah-celah tutup kardus. Selain itu, pastikan pula hanya ada satu lubang sebagai tempat masuknya cahaya.
5. Letakkan set percobaan kamu di tempat yang terkena cahaya matahari.
6. Lakukan pengamatan terhadap posisi batang kecambah kacang hijau pada hari pertama hingga hari ke tujuh. Kemudian buatlah gambar pada buku IPA kamu, posisi batang kecambah kacang hijau yang kamu amati. **Lakukan pengamatan ini dengan cermat dan teliti.**

Gambar Hasil Pengamatan Posisi  
Batang Kecambah Kacang Hijau terhadap Lubang Cahaya



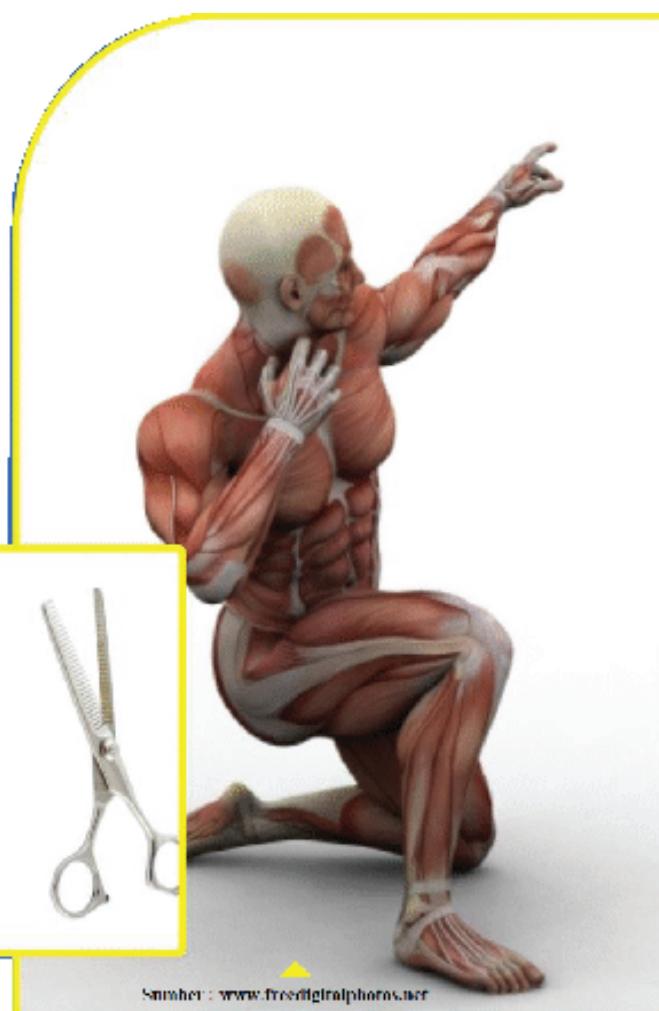
### Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan yang telah kamu lakukan, kesimpulan apa yang dapat kamu susun?

## Bab 2

# Rangka, Otot dan Pesawat Sederhana

Tahukah kamu, jika kamu melakukan gerakan, maka kamu akan melibatkan kerja rangka dan otot. Kerja rangka dan otot, digunakan sebagai prinsip kerja pesawat sederhana. Pesawat sederhana adalah alat yang dapat digunakan untuk memudahkan aktivitamu. Ada banyak pesawat sederhana yang terdapat di sekitarmu dan mungkin kamu pernah menggunakan.



Sumber: [www.freecigitalphotos.net](http://www.freecigitalphotos.net)



### Ayo Kita Pelajari

- A. Rangka dan Otot pada Manusia
- 1. Struktur dan Fungsi Rangka pada Manusia
- 2. Struktur dan Fungsi Otot pada Manusia
- 3. Kelainan pada Sistem Gerak Manusia



### Istilah Penting

Sistem rangka	Osteoblas
Tulang	Otot
Osteoklas	Sendi



### Mengapa Penting?

Agar kamu mengetahui sistem gerak yang terdapat pada tubuh manusia sehingga manusia dapat melakukan aktivitas.

## A. Rangka dan Otot pada Manusia

### 1. Struktur dan Fungsi Rangka pada Manusia

#### a. Pentingnya Rangka bagi Tubuh Manusia

Coba amati teman yang sedang duduk di sebelah kamu! Mengapa tubuh temanmu itu dapat duduk dengan tegak? Apa yang membuat tubuhnya seperti itu?

Temanmu dapat duduk dengan tegak seperti itu, karena memiliki sistem rangka. Bagi tubuh, fungsi rangka itu seperti kerangka pada sebuah bangunan. Kerangka bangunan dapat membuat sebuah bangunan berdiri dengan kokoh, seperti terlihat pada bangunan Gambar 2.1.



Sumber: Kemendikbud  
Gambar 2.1 Sebuah bangunan

## b. Fungsi Sistem Rangka bagi Tubuh Manusia

Pernahkah kamu bertanya, mengapa kamu dapat berdiri tegak? Mengapa jantung berada dalam rongga dada dan otak berada dalam tengkorak kepala?

Ada empat fungsi utama sistem rangka bagi tubuh kita, yaitu

1. memberikan bentuk dan mendukung tubuh kita;
2. melindungi organ internal atau organ dalam, misal tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru, tulang tengkorak melindungi otak;
3. tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif yang dapat menggerakkan tulang;
4. tempat dibentuknya sel darah, yaitu pada bagian sumsum tulang (jaringan lunak yang terdapat di bagian tengah tulang).



### Ayo Kita Coba

#### Mengamati Sistem Rangka pada Tubuh Manusia

##### Apa yang harus kamu persiapkan?

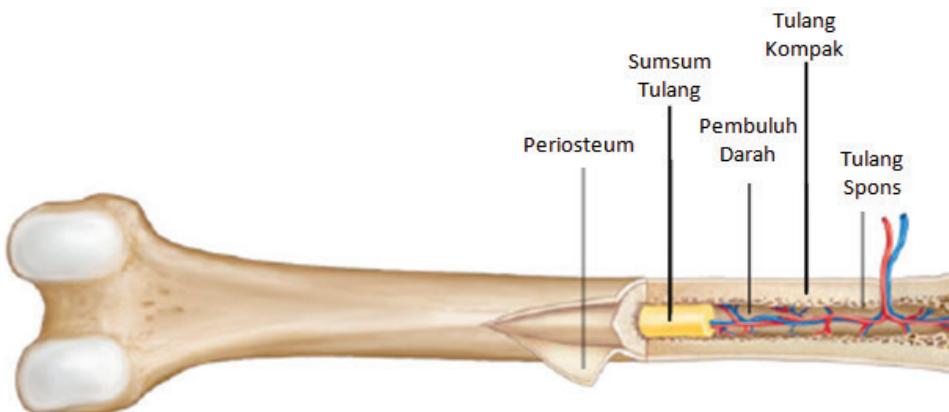
1. Model rangka atau gambar sistem rangka manusia
2. Alat tulis
3. Buku IPA

##### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lakukan pengamatan pada torso atau gambar rangka manusia!
2. Identifikasi minimal 10 macam tulang penyusun sistem rangka manusia!
3. Selain mengidentifikasi macamnya, jelaskan letak dan fungsi tulang tersebut! Bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu dalam menyelesaikan kegiatan ini.
4. Catatlah hasil pegamatanmu pada buku IPA !

### c. Struktur Tulang

Pernahkah kamu melihat model tulang paha manusia? Apakah bentuk tulang tersebut seperti pada Gambar 2.2?



Gambar 2.2 tersebut adalah tulang pipa. Tulang pipa bekerja sebagai pengungkit pada tubuh. Jika kita perhatikan Gambar 2.2, tulang tersebut ternyata tidak lurus seperti pipa, melainkan membesar pada bagian ujung-ujungnya. Bagian yang membesar tersebut dinamakan epifisis. Bagian tulang yang berada di antara epifisis dinamakan diafisis. Pada bagian epifisis berbentuk bulat serta terdapat titik-titik kasar pada bagian ujung, terdapat lekukan, tonjolan, dan lubang. Masing-masing bagian ini mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Lekukan dan tonjolan berfungsi sebagai tempat menempelnya otot. Lubang berfungsi sebagai tempat keluar masuknya pembuluh-pembuluh darah dan saraf. Antara diafisis dan epifisis terdapat cakra epifisis, yang terdiri atas tulang rawan dan mengandung osteoblas (calon osteosit). Cakra epifisis inilah yang berperan dalam proses bertambah panjangnya tulang pipa.

Pada Gambar 2.2 terlihat bahwa permukaan tulang yang panjang ditutup membran yang menempel dengan kuat, yang disebut **periosteum**. Pembuluh-pembuluh darah kecil pada periosteum membawa zat-zat makanan ke dalam tulang. Membran ini penting dalam pertumbuhan dan perbaikan tulang. Pada bagian bawah periosteum terdapat **tulang kompak** atau disebut juga tulang keras, yaitu suatu lapisan tulang yang keras dan kuat. Tulang kompak mengandung sel-sel tulang, pembuluh-pembuluh darah, zat kapur dan fosfor, serta serabut elastis. Kerasnya tulang disebabkan karena tulang mengandung zat kapur dan fosfor. Sedangkan serabut-serabut elastis mempertahankan tulang agar tetap kuat, tidak mudah rapuh atau patah.

### ✓ Ayo Kita Selesaikan

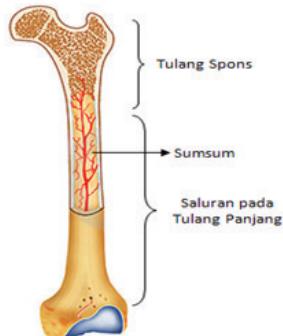
Coba pikirkan apakah tulang manusia tersusun dari materi kering seperti batu? Bagaimana dengan tulang-tulang di tubuhmu?

Ternyata, tulang-tulang di dalam tubuh adalah materi hidup. Masing-masing tulang dalam tubuhmu adalah organ hidup yang tersusun dari berbagai jaringan. Sel-sel di dalam tulang-tulang ini membutuhkan makanan dan energi seperti sel-sel lain dalam tubuhmu.

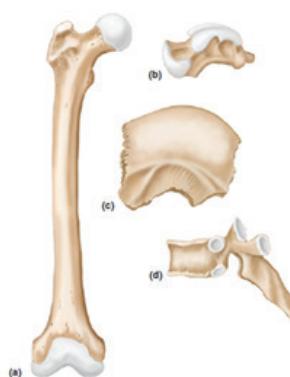
Sekarang kamu telah mengetahui bahwa tulang adalah materi hidup. Coba buktikan bahwa tulang yang terdapat pada tubuhmu adalah materi hidup! Kaitkan dengan ciri-ciri makhluk hidup yang telah kamu pelajari pada kelas VII?

**Tulang spons** dalam tulang pipa terdapat di daerah ujung tulang. Tulang spons kurang kompak dan mempunyai banyak ruang-ruang kecil terbuka yang membuat tulang menjadi ringan. Tulang panjang mempunyai lubang atau saluran yang besar. Saluran-saluran itu terdapat di tengah tulang panjang dan diisi oleh jaringan berlemak yang disebut sumsum. Agar kamu lebih memahaminya, perhatikanlah Gambar 2.3.

**Sumsum merah** berada di daerah tulang panjang bagian ujung di antara tulang spons, sedangkan sumsum kuning berada di tulang panjang bagian tengah yang sebagian besar berisi lemak. Pada orang sehat, sumsum tulang merah menghasilkan sel-sel darah merah dengan kecepatan sampai tiga juta sel per detik. Sumsum merah juga menghasilkan sel-sel darah putih dengan jumlah yang lebih sedikit.



Sumber: Mikkans. Tanpa tahun  
**Gambar 2.3** Posisi tulang spons dan sumsum pada tulang



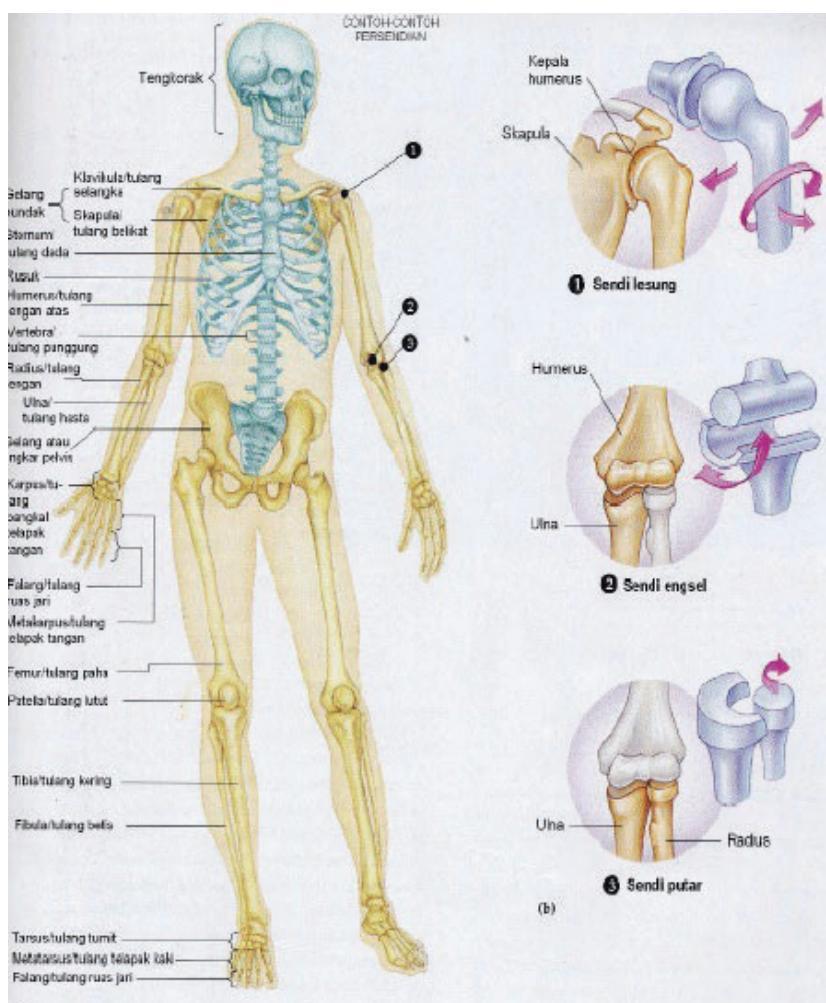
Sumber: Shier, dkk. 2010  
**Gambar 2.4** Macam tulang berdasarkan bentuk dan ukurannya (a) Tulang panjang, (b) Tulang pendek, (c) Tulang pipih, (d) Tulang tidak beraturan

Ujung tulang panjang ditutup dengan suatu lapisan jaringan tebal, lunak dan lentur, yang disebut dengan **tulang rawan (kartilago)**. Tulang rawan tersusun atas sel-sel yang dikelilingi oleh matriks protein yang dihasilkan oleh sel-sel tersebut. Selain di ujung-ujung tulang panjang, tulang rawan juga dapat ditemukan di ujung-ujung tulang rusuk, dinding saluran pernapasan, hidung, dan telinga.

#### d. Macam-macam Tulang pada Sistem Rangka Manusia

Tahukah kamu bentuk tulang yang ada pada lengan bawah, tulang jari, dan tulang pipi? Coba sekarang kamu raba tulang lengan bawah, tulang jari-jari tangan, dan tulang pipi. Kamu akan merasakan bahwa bentuk dan ukuran tulang-tulang tersebut tidak sama. Bentuk tulang manusia dibedakan menjadi empat, yaitu tulang panjang, tulang pipih, tulang pendek, dan tulang tak beraturan. Coba perhatikan Gambar 2.4.

Selanjutnya, coba hitung ada berapa jumlah tulang yang menyusun jari-jarimu. Tulang jari-jari adalah bagian dari sistem rangka manusia. Tahukah kamu tulang penyusun sistem rangka manusia terdiri atas 206 tulang dengan ukuran dan bentuk yang berbeda-beda. Agar kamu mengetahui tulang-tulang penyusun sistem rangka manusia, perhatikan Gambar 2.5!



Sumber : Dok

GMBR 2.5 Sistem Rangka



## Ayo Kita Lakukan

Sebelumnya kamu telah melakukan identifikasi tulang penyusun sistem rangka manusia. Sekarang lakukan pengklasifikasian tulang-tulang tersebut berdasarkan ukuran dan bentuknya. Agar mempermudah kerjamu, susunlah data tersebut dalam Tabel 2.1. Jangan lupa lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti agar kamu dapat melakukan klasifikasi dengan tepat.

**Tabel 2.1** Klasifikasi Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukuran

No.	Nama Tulang	Jenis Tulang			
		Tulang Panjang	Tulang Pipih	Tulang Pendek	Tulang Tak Beraturan

### e. Perkembangan Tulang

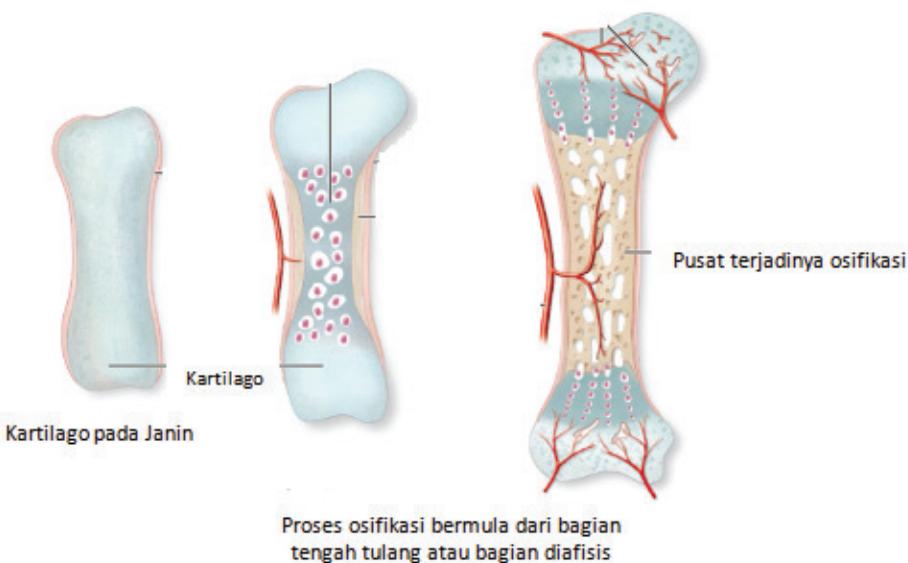
Meskipun tulang yang ada di tubuh kita merupakan suatu benda yang keras, tetapi tulang itu bukan suatu benda yang memiliki ukuran tetap. Beberapa bulan sebelum kamu dilahirkan, tulang kamu tersusun dari **kartilago (tulang rawan)**. Secara bertahap, tulang rawan akan rusak dan digantikan oleh tulang yang keras. Akan tetapi, pada perkembangannya tidak semua tulang rawan pada tubuh manusia akan digantikan oleh tulang keras. Contohnya tulang telinga, tulang hidung ataupun tulang rawan penyusun persendian. Tulang-tulang tersebut akan tetap menjadi tulang rawan sampai manusia menjadi tua.

Pada saat janin (calon bayi yang masih ada di dalam kandungan), hampir semua tulang yang terdapat pada tubuh merupakan tulang rawan. Seiring dengan perkembangan janin dan setelah kelahiran, tulang rawan tersebut berkembang menjadi tulang keras. Agar kamu dapat memahami proses osifikasi dengan baik, perhatikanlah Gambar 2.6. Proses perubahan tulang rawan menjadi tulang keras disebut dengan penulangan atau **osifikasi**. Bagaimanakah proses tersebut berlangsung?

Proses osifikasi berawal dari tulang rawan. Tulang rawan bentuknya mirip dengan tulang dewasa. Tulang rawan memiliki rongga yang terisi oleh osteoblas (sel-sel pembentuk tulang). Selanjutnya, osteoblas akan membentuk osteosit (sel-sel tulang). Proses osifikasi dimulai dari bagian tengah tulang rawan dan kemudian meluas ke seluruh arah sesuai dengan

pertumbuhan tulang rawan. Diantara jaringan tulang yang terbentuk terdapat pembuluh darah. Pembuluh darah ini akan membawa mineral seperti kalsium sehingga tulang yang terbentuk menjadi keras.

Selain mengalami osifikasi, tulang juga mengalami **fusi** atau **penggabungan**. Pada saat kamu baru lahir, jumlah seluruh tulang yang ada pada sistem rangkamu adalah lebih dari 300 tulang. Seiring bertambahnya usia, beberapa tulang akan mengalami fusi atau mengalami pertumbuhan bersama-sama. Oleh karena itu, ketika kamu sudah dewasa, jumlah tulang pada sistem rangka sebanyak 206 tulang.



Sumber: Reece, dkk. 1999

**Gambar 2.6** Proses Osifikasi Tulang

#### f. Hubungan Antartulang

Sebelum kamu mempelajari materi selanjutnya, coba sekarang kamu berdiri, kemudian lakukan gerakan sesuka hatimu! Namun demikian, berhati-hatilah dalam melakukannya. Menurutmu, mengapa kamu dapat melakukan berbagai macam gerakan? Bandingkan gerakan lengan atas dengan tulang belakangmu. Apakah tulang belakangmu dapat digerakkan ke segala arah? Berbagai macam gerak yang kamu lakukan tersebut dapat terjadi karena ada hubungan antartulang atau artikulasi. Selanjutnya perhatikan gambar tengkorak pada Gambar 2.7. Apakah hubungan antartulang pada tulang tengkorak dapat digerakkan? Ternyata tidak semua hubungan antartulang dapat digerakkan. Kalau kamu perhatikan hubungan antartulang pada manusia dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut.

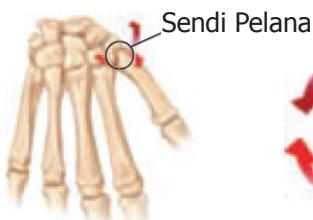
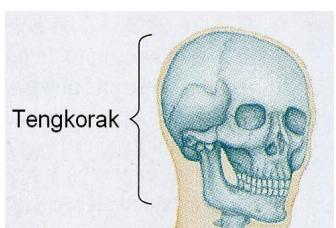
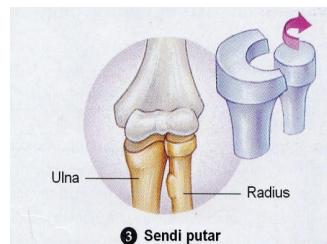
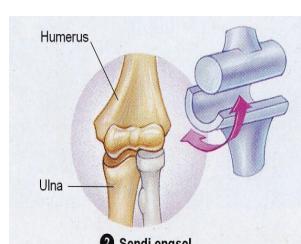
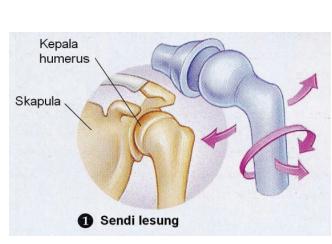
- 1) Hubungan antartulang yang tidak memungkinkan adanya gerakan yang disebut **sinartrosis**. Contohnya, hubungan antartulang pada tengkorak yang dihubungkan oleh jaringan ikat atau sutura. Pada saat kamu baru lahir terdapat jarak atau ruang antara tulang-tulang tengkorak, fungsinya memungkinkan otak kita bertambah ukurannya. Dalam waktu yang tidak terlalu lama jaringan ikat akan menggabungkan tulang satu dengan tulang yang lainnya sehingga tidak memungkinkan adanya gerakan satunya tulang pada tengkorak yang dapat digerakkan adalah rahang bawah. Contoh lain dari tipe persendian ini adalah sendi yang terdapat pada tulang pinggul.
- 2) Hubungan antartulang yang menimbulkan sedikit gerakan yang disebut **amfiartrosis**. Contohnya, hubungan antartulang pada tulang belakang (vertebra) oleh tulang rawan.
- 3) Hubungan antartulang yang memungkinkan gerakan yang disebut **diartrosis** atau persendian. Persendian inilah yang memungkinkan kamu dapat menggerakkan pangkal lengan atas, lutut, bahkan ibu jari tanganmu.

#### g. Tipe Persendian

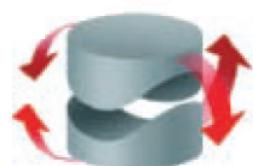
Kamu telah mempelajari hubungan antartulang. Salah satu jenis hubungan tulang yaitu diartrosis atau persendian.

Pada sistem gerak kita terdapat beberapa tipe persendian. Berbagai macam sistem persendian tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.7.

##### 1) Sendi peluru/sendi lesung

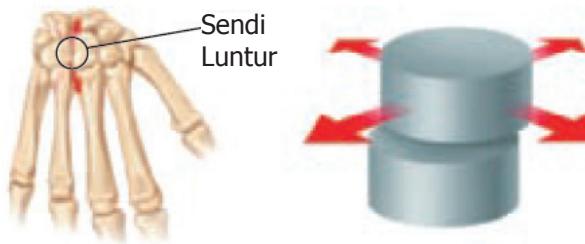


Sendi Luntur



Sendi Pelana

Gambar 2.7 Berbagai macam sistem persendian



**Gambar 2.8** Tipe Persendian Manusia

Sendi ini menghubungkan antara satu tulang yang mempunyai satu ujung bulat yang masuk ke ujung tulang lain yang berongga seperti mangkok. Sendi ini dapat membentuk gerakan paling bebas di antara sendi-sendi lain. Contoh sendi peluru adalah sendi antara tulang pinggul dengan tulang paha, antara tulang lengan atas dengan tulang belikat. Dengan adanya sendi ini memungkinkan tulang-tulang tersebut dapat diayunkan ke arah mana pun.

### 2) Sendi engsel

Tipe sendi ini mempunyai gerakan satu arah, ada yang ke depan dan ada yang ke belakang seperti engsel pintu. Contoh sendi engsel yaitu sendi-sendi pada siku, lutut, dan jari. Sendi ini memiliki ruang gerak yang lebih sempit dibandingkan sendi peluru.

### 3) Sendi putar

Tipe persendian ini memiliki prinsip kerja ujung tulang satu yang berfungsi sebagai poros dan ujung tulang yang lain berbentuk cincin yang dapat berputar pada poros tersebut. Contohnya adalah persendian yang terdapat di antara tulang tengkorak dengan tulang leher. Sendi tersebut memungkinkan kepala kita dapat memutar, mengangguk serta menggeleng.

Sendi adalah pertemuan antara dua tulang atau lebih. Sendi tidak mudah terlepas jika digunakan karena pertemuan antara dua tulang tersebut diikat oleh ligamen. Selain itu, ligamen juga berfungsi agar sendi kita dapat bergerak dengan fleksibel. Ligamen adalah jaringan berbentuk pita yang tersusun dari serabut-serabut tali yang mengikat tulang yang satu dengan tulang yang lain pada sendi. Pada bagian ujung tulang kita tertutup oleh kartilago. Fungsi kartilago (tulang rawan) ini adalah menjaga agar tidak terjadi benturan atau gesekan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain yang dihubungkan oleh persendian.



Sumber: Berwald, dkk. 2007

**Gambar 2.8** Komponen penyusun sendi

### ✓ Ayo Kita Selesaikan

Sekarang kamu telah mengetahui berbagai macam sendi pada sistem gerak kita. Menurutmu, apakah semua tulang yang dihubungkan oleh persendian itu dapat digerakkan?

#### 4) Sendi pelana

Sendi ini merupakan pertemuan antara dua tulang yang berbentuk seperti pelana. Sendi ini dapat menggerakkan tulang ke dua arah, yaitu muka-belakang dan ke samping. Contoh sendi ini adalah pada pangkal ibu jarimu.

#### 5) Sendi geser

Sendi ini menghubungkan antara dua tulang yang memiliki permukaan yang datar. Prinsip kerja sendi ini adalah satu bagian tulang bergerak menggeser di atas tulang lain. Sendi geser juga memungkinkan tulang bergerak ke depan dan ke belakang. Contoh sendi geser berada pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pergelangan kaki dan di antara tulang belakang. Sendi ini merupakan sendi yang paling sering digunakan dalam melakukan aktivitas sehari-hari, misalnya mengambil buku, naik tangga, makan serta beberapa aktivitas lainnya.



### Ayo Kita Lakukan

#### Mengidentifikasi Sendi-Sendi yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari

##### Apa yang harus kamu siapkan?

Buku tulis dan alat tulis

##### Apa yang akan kamu lakukan?

Lakukan kegiatan ini bersama dengan teman satu kelompokmu!

1. Mintalah salah satu anggota kelompokmu untuk melakukan beberapa aktivitas di bawah ini!
  - a. Menggigil serta menganggukkan kepala.
  - b. Memutar pergelangan tangan.
  - c. Memegang pensil dan menulis.
  - d. Berlari.
  - e. Meluruskan tangan dan kemudian membengkokkan tangan ke atas.
2. Bersama dengan teman satu kelompokmu, identifikasilah sendi-sendi yang berperan dalam setiap aktivitas tersebut! Dalam menyelesaikan tugas ini berbagilah tugas dengan teman satu kelompokmu. Selain itu, perhatikan setiap gerakan yang dilakukan oleh temanmu dengan cermat agar kamu dapat mengidentifikasi sendi-sendi yang bekerja pada setiap aktivitas dengan tepat.
3. Catat hasil identifikasi dan hasil diskusimu pada buku IPA.

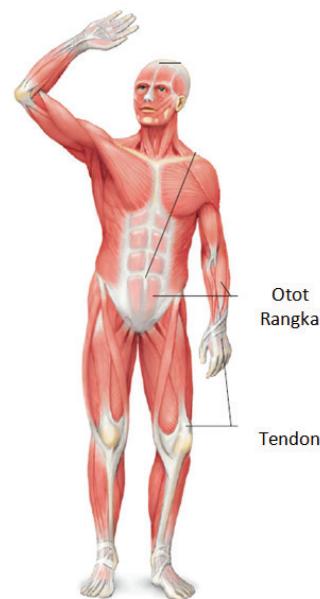
## 2. Struktur dan Fungsi Otot pada Manusia

Sebelumnya kamu telah mempelajari tentang struktur dan macam-macam tulang penyusun rangka manusia. Coba sekarang kamu pikirkan, apakah tulang-tulang penyusun rangka tubuh manusia dapat digerakkan tanpa adanya bagian lainnya? Agar kamu dapat menjawab pertanyaan tersebut simaklah pembahasan berikut ini!

### a. Fungsi Otot

Tanpa otot, tulang, dan sendi tubuhmu tidak memiliki kekuatan untuk bergerak. Otot adalah penggerak bagian-bagian tubuh, sehingga otot disebut alat gerak aktif. Hampir 35 hingga 40 persen massa tubuh adalah jaringan otot, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.

Cobalah perhatikan, setiap saat selalu ada gerakan yang terjadi di tubuhmu, gerakan tersebut terjadi karena adanya kerja dari otot. Otot adalah jaringan yang dapat berkontraksi (mengkerut) dan relaksasi (mengendur). Pada saat berkontraksi otot menjadi lebih pendek, dan pada saat berrelaksasi otot menjadi lebih panjang. Proses kontraksi ini mengakibatkan bagian-bagian tubuhmu bergerak. Pada kontraksi ini diperlukan energi.



Sumber: Reece, dkk. 2012.

Gambar 2.9 Otot pada manusia

AYO  
TEBAK

Seluruh tubuh orang yang ada pada Gambar 2.9 ditutupi oleh suatu jaringan. Jaringan ini dapat memungkinkan manusia untuk menggerakkan anggota tubuhnya. Jaringan apakah yang dimaksud?

## Ayo Kita Lakukan

### Mengamati Diameter Otot

#### Apa yang harus kamu siapkan?

1. Meteran (yang biasa digunakan oleh penjahit), jika kamu tidak memilikinya, boleh menggunakan tali rafia, tali pita, atau benang dengan panjang 50 cm.
2. Alat tulis
3. Buku tulis

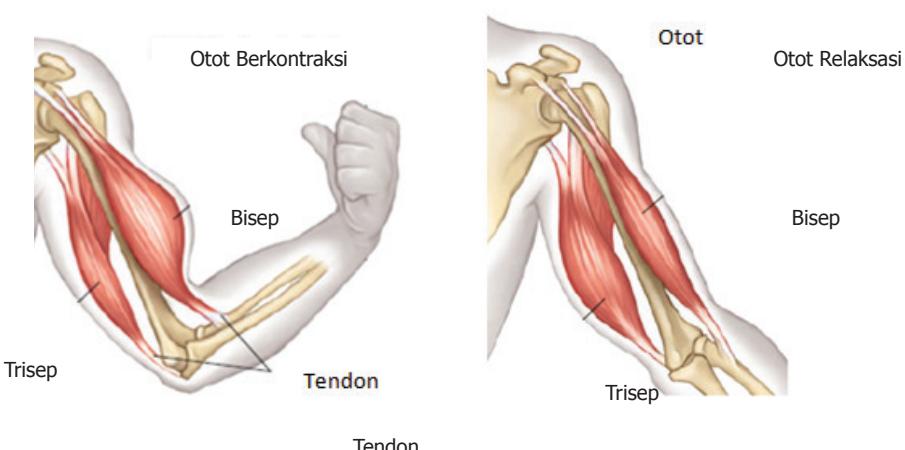
#### Apa yang akan kamu lakukan?

1. Duduklah bersama dengan teman satu kelompokmu!
2. Luruskan tanganmu di atas meja dengan santai! Mintalah temanmu melingkarkan pita meteran pada lengan atasmu untuk mengukur besarnya lengan atasmu! Catatlah hasilnya pada tabel! Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.
3. Kepalkan tanganmu selanjutnya bengkokkan tanganmu ke atas! Ukurlah kembali besar lengan atasmu! Lakukan pengukuran di tempat yang sama dengan langkah 2. Catatlah hasilnya pada tabel! Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.

#### Jawablah pertanyaan berikut ini, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!

1. Adakah perubahan diameter otot lengan atas saat diluruskan dan dibengkokkan? Jelaskan!
2. Jika terjadi perubahan diameter, bagaimanakah perubahannya serta apakah yang sebenarnya terjadi pada ototmu?
3. Tulislah kesimpulan atas pengamatan yang telah kamu lakukan!

Pada kegiatan Ayo Kita Coba “Mengamati Diameter Otot” yang telah kamu



Sumber: Reece, dkk. 2012

Gambar 2.10 Kondisi otot pada saat berkontraksi dan relaksasi

lakukan dapat diketahui bahwa diameter otot lengan kamu dapat membesar dan mengecil ketika digerakkan. Diameter lengan kamu membesar terjadi karena otot lengan dalam keadaan kontraksi. Pada saat melakukan kontraksi, otot akan memadat dan memendek, sehingga pada saat diukur diameter otot akan lebih besar. Sebaliknya, pada saat otot dalam keadaan relaksasi, otot akan memanjang, sehingga pada saat diukur diameter otot akan lebih kecil. Perhatikan Gambar 2.10.

Kegiatan percobaan yang telah kamu lakukan adalah salah satu kegiatan yang melibatkan otot yang bekerja di bawah kesadaran. Coba pikirkan gerakan apa yang dapat dilakukan oleh tubuhmu yang melibatkan otot tersebut! Tuliskan hasilnya di buku catatanmu!

**Otot yang bekerja di bawah kesadaran** adalah otot yang kerjanya dikendalikan secara sadar, artinya kamu dapat mengendalikan apakah harus atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Contohnya, kerja otot-otot pada saat kamu makan, menulis, berlari serta aktivitas-aktivitas lainnya yang dilakukan secara sadar.

**Otot yang bekerja di luar kesadaran** adalah otot yang tidak dapat kamu kendalikan secara sadar. Prinsip kerja otot ini tidak dapat dikendalikan, artinya kamu tidak dapat mengendalikan apakah menggerakkan atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Otot-otot tersebut bekerja sepanjang hari, sepanjang hidup di luar kesadaran. Contoh dari aktivitas otot ini antara lain aktivitas jantung untuk selalu memompa darah ke seluruh tubuh, aktivitas otot-otot lambung untuk mencerna makanan secara mekanik.

Sekarang kamu telah mengetahui prinsip kerja dari otot. Kamu harus banyak bersyukur kepada Tuhan karena Tuhan telah menciptakan otot-otot tersebut sehingga seluruh aktivitas tubuh dapat bekerja terus tanpa harus kamu kendalikan. Bayangkan jika Tuhan tidak menciptakan otot-otot tersebut, maka kamu tidak akan dapat tidur dengan pulas karena kamu harus mengontrol otot jantung agar tetap dapat memompa darah ke seluruh tubuh selama kamu tidur.



## Ayo Kita Coba

### Mengamati Otot Jantung, Otot Rangka, dan Otot Polos

#### Apa yang harus kamu siapkan?

1. Preparat awetan otot jantung, otot rangka, dan otot polos
2. Mikroskop
3. Buku dan alat tulis

Jika di sekolah kamu tidak tersedia preparat awetan otot jantung, otot rangka, dan otot polos serta mikroskop mintalah kepada gurumu untuk menyediakan gambar otot jantung, otot rangka, dan otot polos.

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Lakukan pengamatan pada preparat awetan atau gambar yang telah disediakan. Hal yang perlu kamu amati adalah bentuk sel dari masing-masing jenis otot. Lakukan kegiatan pengamatan ini dengan cermat dan teliti, agar kamu dapat mengidentifikasi perbedaan dari ketiga jenis otot ini.
2. Gambarlah hasil pengamatanmu kemudian berikan keterangan pada bagian-bagian otot yang tampak.

#### Jawablah pertanyaan berikut ini, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!

1. Sebutkan perbedaan dari ketiga jenis otot yang telah kamu amati!
2. Berdasarkan percobaan yang telah kamu lakukan, kesimpulan apa yang dapat kamu tarik?

#### b. Tiga Jenis Jaringan Otot

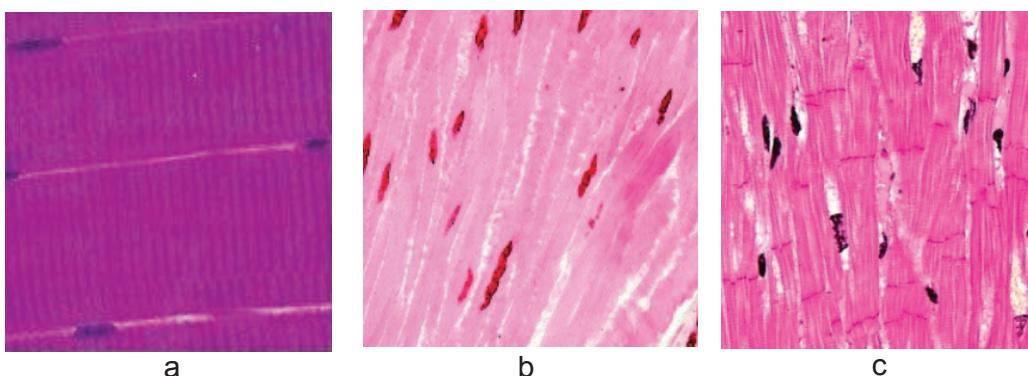
Coba ingat kembali tentang kerja otot saat kamu menulis, otot lambung serta otot jantung. Ketiga otot tersebut mempunyai struktur yang berbeda, sehingga dikelompokkan dalam jaringan otot yang berbeda pula.

Ada tiga jenis jaringan otot di dalam tubuhmu, yaitu otot rangka, otot polos, dan otot jantung (Gambar 2.11). Agar kamu mengetahuinya, simaklah penjelasan berikut ini!

#### 1) Otot Rangka

**Otot Rangka** adalah otot yang paling banyak di dalam tubuh. Jika diamati di bawah mikroskop, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang, sehingga otot ini juga disebut dengan otot lurik. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. **Tendon** adalah

pita tebal, berserabut, dan liat yang melekatkan otot pada tulang. Otot rangka tergolong otot sadar. Kamu bisa mengontrol penggunaan otot ini. Kamu bisa menentukan kapan berjalan dan kapan tidak. Otot rangka cenderung cepat berkontraksi dan cepat lelah. Agar kamu mengetahui struktur otot rangka yang melekat pada tendon, perhatikan Gambar 2.11a.



Sumber: Gartner, 2005

Gambar 2.11 Tiga jenis otot pada tubuh manusia

## 2) Otot Polos

**Otot polos** terdapat pada dinding organ dalam seperti lambung usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot ini berbentuk gelendong dan memiliki sebuah inti pada tiap selnya. Perhatikan Gambar 2.11 b

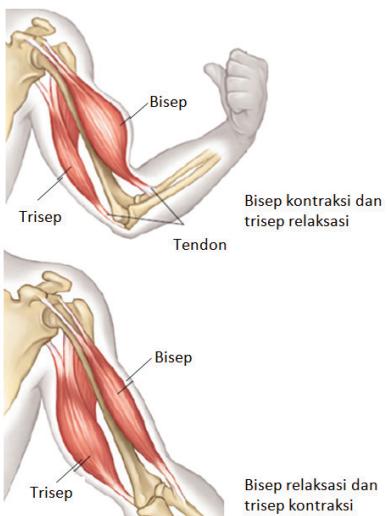


### Ayo Kita Selesaikan

Coba sekarang kamu angkat kursi dengan menggunakan tangan kananmu. Kemudian sekarang lakukan hal yang sama tetapi menggunakan tangan kirimu. Apa yang kamu rasakan ketika mengangkat kursi dengan tangan kiri dan tangan kanan? Mengapa demikian?

## 3) Otot Jantung

**Otot jantung** hanya ditemukan di jantung. Otot jantung juga tergolong otot tidak sadar. Otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka namun, otot jantung mirip otot polos karena tergolong otot tidak sadar. perhatikan gamabar 2.11 C! Otot jantung berkontraksi sekitar 70 kali per menit sepanjang hari selama hidupmu. Kamu mengetahui bahwa otot jantung berkontraksi pada saat jantung berdenyut. Otot ini tidak dapat dikontrol oleh kemauan sadarmu.



Sumber: Reece, dkk, 2012

**Gambar 2.12** Mekanisme kerja dari otot bisep dan otot trisep

### INFO IPA

Tahukah kamu bahwa ternyata otot kita juga ada yang bekerja secara berlawanan. Maksudnya pada saat melakukan sebuah gerakan meskipun gerakan itu dilakukan secara bersamaan tetapi proses kontraksi dan relaksasi antara otot satu dengan otot lainnya berlangsung secara berlawanan. Agar kamu lebih memahami maksud dari pernyataan di atas, perhatikan Gambar 2.12! Pada gambar tersebut terlihat bahwa pada saat tangan dilipat, otot bisep berkontraksi sedangkan otot trisep relaksasi. Sebaliknya, pada saat tangan direntangkan, otot bisep relaksasi sedangkan otot trisep berkontraksi.

### 3. Kelainan pada Sistem Gerak Manusia

Pernahkah kamu melihat orang yang memakai kursi roda? Salah satu penyebab orang memakai kursi roda karena orang tersebut mengalami fraktura (patah tulang) pada bagian kakinya, sehingga orang tersebut tidak dapat berjalan dengan normal. Fraktura adalah salah satu jenis kelainan yang terjadi pada sistem gerak manusia.

Macam-macam kelainan yang terjadi pada sistem gerak manusia

#### a. Riketsia

Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D yang berfungsi membantu penyerapan kalsium dan fosfor, sehingga proses pengerasan tulang terganggu. Penyakit ini terjadi pada anak-anak. Riketsia menyebabkan tulang kaki tumbuh membengkok seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13. Penyembuhan dan pencegahan dari penyakit ini dengan penambahan kalsium, fosfor, dan vitamin D ke dalam menu makan. Vitamin D dapat diperoleh dari makanan, suplemen.



Sumber: Dimitri, dkk, 2007

**Gambar 2.13** Bentuk kaki penderita riketsia

Seseorang yang berusia 1-70 tahun membutuhkan vitamin D sebanyak 15Mg/hari. Seseorang yang berusia 71 tahun ke atas membutuhkan vitamin D sebanyak 20 Mg/hari.

Mengapa vitamin D dapat diaktifkan dengan bantuan sinar matahari pagi melalui berjemur?

Karena melalui paparan sinar matahari pagi selama 10-15 menit, sinar ultraviolet dari matahari akan dapat membantu tubuh mengaktifkan pro vitamin D menjadi vitamin D. Vitamin D aktif akan dapat meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfor di dalam tubuh, sehingga akan menambah jumlah kalsium dan fosfor dalam darah. Bertambahnya kadar vitamin D dalam tubuh dapat membantu meningkatkan penyerapan kalsium, sehingga dapat menolong perbaikan tulang penderita riketsia.

#### b. Osteoporosis

**Osteoporosis** disebabkan karena kekurangan kalsium. Osteoporosis umumnya terjadi pada orang dewasa. Pada orang yang sudah tua biasanya menghasilkan lebih sedikit hormon, sehingga osteoblast sebagai pembentuk tulang kurang aktif dan massa tulangpun jadi berkurang. Tulang yang kekurangan kalsium akan menjadi rapuh dan mudah patah.

#### c. Fraktura (Patah Tulang)

Meskipun kuat dan lentur, tulang-tulang dapat patah. Salah satu penyebab terjadinya patah tulang karena tulang mengalami benturan yang keras, misalnya pada saat kecelakaan atau jatuh dari tempat yang tinggi. Patahnya tulang disebut **fraktura**. Fraktura dapat dibedakan menjadi fraktura tertutup dan fraktura terbuka. Fraktura tertutup terjadi jika tulang patah tetapi bagian ujung yang patah tidak menembus kulit. Fraktura terbuka terjadi jika ujung tulang yang patah keluar menembus kulit.

#### d. Arthritis

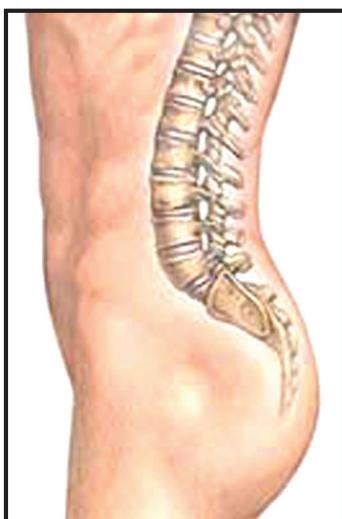
**Arthritis** adalah penyakit sendi. Penderita penyakit ini mempunyai tulang rawan pada sendi yang rusak. Kerusakan ini menyebabkan sendi menjadi sakit dan bengkok seperti pada Gambar 2.13. Kadang-kadang sendi yang terkena arthritis tidak dapat digerakkan. Rematik adalah salah satu bentuk arthritis. Penyebab terjadinya arthritis masih belum diketahui dengan pasti. Menghindari infeksi yang akut dan mengonsumsi makanan yang seimbang dapat mengurangi terjadinya arthritis.



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 2.14** Tangan penderita arthritis

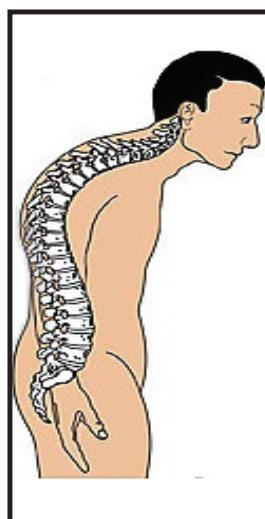
### e. Lordosis, Kifosis, dan Skoliosis

Tulang belakang normal manusia tidak lurus benar. Dilihat dari samping, susunan tulang belakang membentuk beberapa lengkungan. Pada bagian dada, tulang belakang membentuk lengkungan cembung menghadap belakang. Pada bagian pinggang, susunan tulang belakang membentuk lengkungan cembung menghadap depan. Bentuk tulang belakang mempengaruhi bentuk tubuh kita. Cobalah amati bentuk badan teman laki-laki saat berdiri dan dilihat dari samping! Bagaimana bentuknya? Tulang belakang dapat mengalami kelainan. Tiga kelainan tulang belakang yang umum terjadi adalah lordosis, kifosis, dan skoliosis.



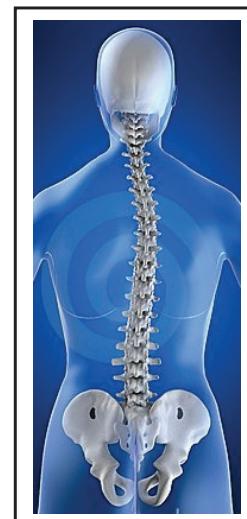
Sumber: Rolland. 2011

**Gambar 2.15** Tulang belakang penderita lordosis



Sumber: Legger. 2010

**Gambar 2.16** Tulang belakang penderita kifosis



Sumber: Eraxion. 2007

**Gambar 2.17** Tulang belakang penderita skoliosis

#### 1) Lordosis

Lordosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan ke arah depan di bagian pinggang, seperti ditunjukkan Gambar 2.15. Orang yang mengalami kelainan ini pinggangnya terlihat lebih menonjol ke depan. Lordosis dapat disebabkan karena perut penderita yang terlalu besar (misalnya karena hamil atau kegemukan), riketsia, atau karena kebiasaan yang salah.

#### 2) Kifosis

Kifosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan di bagian dada ke arah belakang, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.16. Penderita kifosis tubuhnya terlihat bungkuk. Kifosis dapat disebabkan karena penyakit (misalnya TBC dan riketsia) atau kebiasaan duduk yang salah.

### 3) Skoliosis

Skoliosis adalah melengkungnya tulang belakang ke arah samping, seperti ditunjukkan Gambar 2.17. Skoliosis dapat disebabkan oleh penyakit polio atau kebiasaan posisi duduk yang salah.

## B. Pesawat Sederhana pada Kerja Otot dan Rangka Manusia

Pada tubuh manusia berlaku prinsip-prinsip kerja pesawat sederhana. Prinsip-prinsip tersebut kemudian ditiru dan dimodifikasi untuk mendesain berbagai macam peralatan yang memudahkan kerja manusia. Ketika kerja dipermudah, artinya energi yang dikeluarkan lebih sedikit. Energi dan kerja (usaha) dinyatakan dalam satuan Joule (Newton meter). Kerja atau usaha didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya dengan jarak, sehingga dapat dituliskan dengan rumus berikut.

$$W = F \cdot S$$

di mana:  $W$  = Usaha (Joule)

$F$  = Gaya (Newton)

$S$  = Jarak (Meter)

Usaha dapat bernilai nol apabila gaya yang dikerjakan pada benda tidak mengakibatkan perpindahan tempat. Besarnya usaha yang dilakukan per satuan waktu disebut dengan daya atau power ( $P$ ). Daya secara matematis dituliskan sebagai berikut.

di mana:  $P$  = Daya (Watt)

$W$  = Usaha (Joule)

$t$  = Waktu (Sekon)

Pada saat manusia melakukan aktivitas, manusia selalu berupaya untuk melakukannya dengan usaha dan daya yang sekecil-kecilnya. Oleh karena itu, manusia menggunakan pesawat sederhana untuk membantu melakukan aktivitasnya.

### 1. Jenis Pesawat Sederhana

Agar kamu dapat memahami pentingnya pesawat sederhana bagi kehidupan sehari-hari lakukanlah aktivitas pada kegiatan “Ayo Kita Coba” yang berjudul “Mengidentifikasi Manfaat Pesawat Sederhana”. Menurut pendapatmu, aktivitas-aktivitas tersebut lebih mudah dilakukan dengan menggunakan alat bantu atau dengan tangan saja?

**Mengidentifikasi Manfaat Pesawat Sederhana**

**Apa yang harus kamu persiapkan?**

### Ayo Kita Coba

1. Alat tulis
2. Kertas

#### Apa yang harus kamu lakukan?

Lakukan pengamatan terhadap berbagai macam aktivitas yang sering dilakukan oleh orang-orang di sekitarmu.

No	Jenis Kegiatan	Alat Bantu yang digunakan	Jenis Pesawat Sederhana
1	Memotong Kertas	Alat Pemotong Kertas	Tuas Jenis Kedua
2	Menggunting Rumput	Gunting	Tuas Jenis Pertama
3	Memotong Daging		
4	Mencabut Paku	Catut	
5	Mengerek Bendera		
dan seterusnya hingga 15 aktivitas			

Berdasarkan percobaan yang telah kamu lakukan, dapat diketahui bahwa manfaat dari pesawat sederhana adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia. Berikut ini akan disebutkan beberapa jenis pesawat sederhana yang ada di sekitarmu. Selain itu, akan dijelaskan pula keuntungan mekanik dari penggunaan pesawat sederhana.

#### a. Katrol

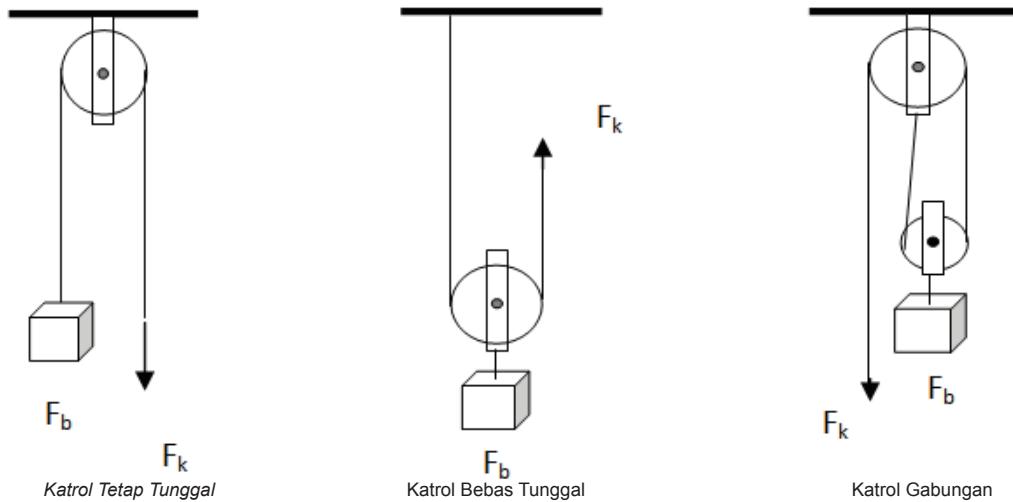
Tahukah kamu bagaimana seseorang dapat mengambil air dari sumur yang dalam dengan menggunakan timba (lihat Gambar 2.18). Hal ini karena orang tersebut memanfaatkan katrol tetap yang berfungsi untuk mengubah arah gaya. Jika tali yang terhubung pada katrol ditarik ke bawah, maka secara otomatis timba berisi air akan terkerek ke atas. Keuntungan mekanik katrol tetap sama dengan 1. Jadi, katrol tetap tunggal tidak menggandakan gaya kuasa atau dengan kata lain gaya kuasa sama dengan gaya beban.

Penerapan katrol dalam kehidupan sehari-hari biasa divariasi sehingga membentuk katrol bebas maupun katrol majemuk. Variasi tersebut dimaksudkan untuk mempermudah pekerjaan yang dilakukan. Agar lebih memahami variasi katrol secara lebih lanjut, perhatikan Gambar 2.19!



Sumber: Kemdikbud. 2014  
**Gambar 2.18** Contoh katrol tetap

Berbeda dengan katrol tetap, kedudukan katrol bebas berubah dan tidak dipasang di tempat tertentu. Biasanya katrol bebas diletakkan di atas tali

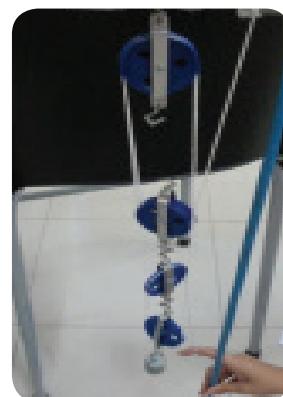


Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 2.19** Beberapa jenis katrol

beban. Katrol bebas berfungsi untuk melipatkan gaya, sehingga gaya pada kuasa yang diberikan untuk mengangkat benda menjadi setengah dari gaya beban. Katrol jenis ini biasanya ditemukan di pelabuhan yang digunakan untuk mengangkat peti kemas. Keuntungan mekanik dari katrol bebas lebih besar dari 1. Pada kenyataannya nilai keuntungan mekanik dari katrol bebas tunggal adalah 2. Hal ini berarti bahwa gaya kuasa 1 N akan mengangkat beban 2 N.

Agar gaya kuasa yang diberikan pada benda semakin kecil, maka diperlukan katrol majemuk. Katrol majemuk merupakan gabungan dari katrol tetap dan katrol bebas yang dirangkai menjadi satu sistem yang terpadu. Katrol majemuk biasa digunakan dalam bidang industri untuk mengangkat benda-benda yang berat. Keuntungan mekanik dari katrol majemuk sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 2.20** Katrol majemuk

## b. Roda Berporos



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.21 Gear sepeda adalah contoh roda berporos

Kamu tentunya sudah tidak asing lagi dengan sepeda, bahkan sebagian besar di antara kamu pasti pernah menggunakannya. **Gear** pada sepeda adalah salah satu contoh pesawat sederhana yang tergolong roda berporos.

Roda berporos adalah pesawat sederhana yang memiliki dua roda dengan ukuran berbeda yang berputar bersamaan. Gaya kuasa biasanya bekerja pada roda yang besar, gaya beban bekerja pada roda yang lebih kecil.

Roda berporos memiliki fungsi untuk mempercepat gaya. Selain gear sepeda, contoh penerapan pesawat sederhana jenis roda berporos adalah kursi roda, mobil, dan sepatu roda.

## c. Bidang Miring

Contoh dari bidang miring selain tangga adalah sekrup dan pisau. Bidang miring merupakan bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut tertentu sehingga dapat memudahkan gerak benda. Keuntungan mekanik bidang miring dapat dihitung dengan membagi jarak kuasa dengan jarak beban.



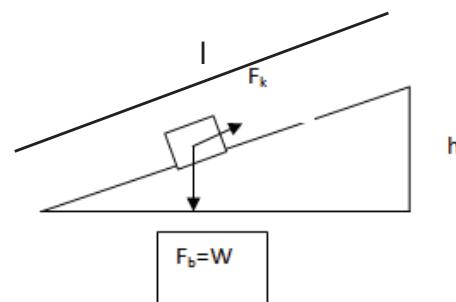
Sumber: Eyesee10. 2010

Gambar 2.22 Sekrup adalah contoh bidang miring.

$$KM = \frac{\text{Gaya Beban}}{\text{Gaya Kuasa}}$$

$$KM = \frac{\text{Panjang Bidang Miring}}{\text{Ketinggian}} = \frac{l}{h}$$

KM (Keuntungan Mekanik)



#### d. Pengungkit

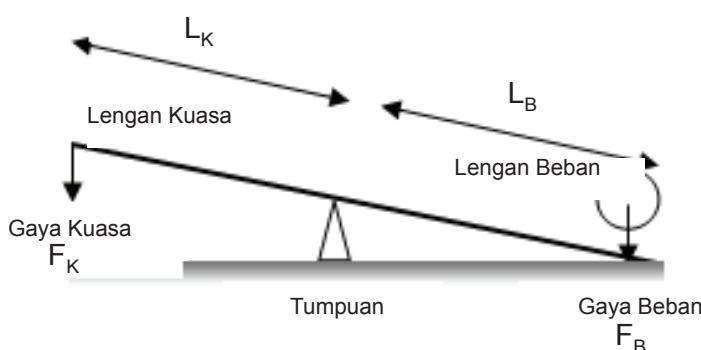
Pengungkit merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh alat-alat yang merupakan pengungkit antara lain gunting, linggis, jungkat-jungkit, pembuka botol, pemecah biji kenari, sekop, koper, pinset, dan sebagainya. Tabel 2.3 menjelaskan berbagai macam jenis pengungkit yang dikelompokkan berdasarkan variasi letak titik tumpu, lengan kuasa, dan lengan beban.

Pengungkit dapat memudahkan usaha dengan cara menggandakan gaya kuasa dan mengubah arah gaya. Agar kita dapat mengetahui besar gaya yang dilipatgandakan oleh pengungkit maka kita harus menghitung keuntungan mekaniknya. Cara menghitung keuntungan mekaniknya dengan membagi panjang lengan kuasa dengan panjang lengan beban. Panjang lengan kuasa adalah jarak dari tumpuan sampai titik bekerjanya gaya kuasa. Panjang lengan beban adalah jarak dari tumpuan sampai dengan titik bekerjanya gaya beban.



#### Ayo Kita Selesaikan

Beni dan ayahnya sedang bermain jungkat-jungkit di taman kota. Ketika tumpuan berada di tengah-tengah jungkat-jungkit, Beni tidak dapat mengangkat ayahnya. Bagaimanakah caranya agar Beni dan ayahnya dapat berjungkat-jungkit?



Gambar 2.23 Posisi lengan kuasa dan lengan beban

Apabila  $F_b \times L_b = F_k \times L_k$ , maka

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{L_k}{L_b}$$

Keterangan :

$KM$  : keuntungan mekanik

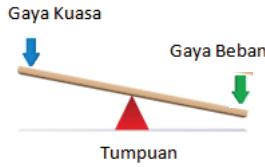
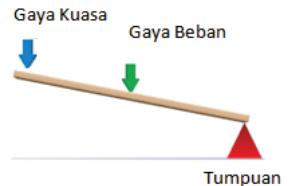
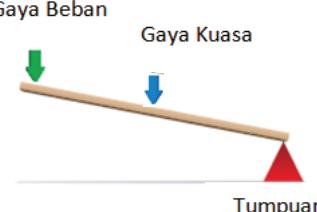
$F_b$  : gaya beban

$F_k$  : gaya kuasa

$L_k$  : lengan kuasa

$L_b$  : lengan beban

**Tabel 2.2** Jenis Pengungkit yang Dikelompokkan Berdasarkan Letak Titik Tumpu, Lengan Kuasa, dan Lengan Beban

Jenis pengungkit	Penerapan dalam kehidupan	Konsep fisika pengungkit
Jenis Pertama		
Jenis Kedua		
Jenis Ketiga		



## Ayo Kita Lakukan

### Mengidentifikasi Keuntungan Mekanik Pengungkit

Jika terdapat dua orang yang memiliki berat badan berbeda, yaitu gemuk dan kurus ingin bermain jungkat-jungkit, di manakah posisi yang dapat diduduki orang yang gemuk jika orang yang kurus duduk di ujung kiri? Coba jawab pertanyaan ini dengan bantuan kegiatan berikut.

#### Apa yang harus kamu persiapkan?

Set percobaan pengungkit seperti pada gambar.

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah set percobaan seperti pada gambar
2. Tentukan sisi yang bertindak sebagai kuasa dan bertindak sebagai beban
3. Gantungkan beban gantung pada sisi beban dan beban gantung lain pada sisi kuasa.
4. Aturlah jaraknya antara beban dan kuasa hingga posisinya seimbang.
5. Lakukan langkah 2-4 sebanyak 5 kali dengan menambah berat beban ( $F_b$ ), tetapi letak beban ( $L_b$ ) dan berat kuasa ( $F_k$ ) tetap. Amati dan catat datanya pada tabel pengamatan.

**Tabel** Data Hasil Pengamatan

No	$F_b$ (N)	$L_b$ (m)	$F_k$ (N)	$L_k$ (m)	$F_b \times L_b$ (J)	$F_k \times L_k$ (J)		
1								
2								
3								
4								
5								

Keuntungan mekanik tuas adalah perbandingan besarnya gaya beban dengan gaya kuasa. Tuliskan pada buku IPA mu persamaannya dari data yang telah dicatat di tabel!



### Ayo Kita Lakukan

Keuntungan mekanik adalah bilangan yang menunjukkan berapa kali pesawat menggandakan gaya. Dapatkah kamu menghitungnya?

Caranya dengan menghitung besar perbandingan gaya beban dengan gaya kuasa yang diberikan pada benda. Berikut adalah persamaan matematisnya:

$$KM = \frac{\text{Gaya Beban}}{\text{Gaya Kuasa}} = \frac{F_B}{F_K}$$

Akan tetapi, tidak semua pesawat sederhana dapat menggandakan gaya. Contohnya adalah katrol tetap tunggal. Katrol ini berfungsi mengubah arah gaya. Oleh karena itu, pada katrol tersebut hanya memiliki keuntungan mekanik sebesar 1. Hal ini disebabkan karena gaya kuasa besarnya sama seperti gaya beban.



### Ayo Kita Lakukan

#### Mengidentifikasi Pesawat Sederhana yang Ada di Rumah

##### Apa yang harus kamu persiapkan?

Buku IPA dan alat tulis.

##### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Identifikasilah minimal 10 macam alat-alat yang termasuk pesawat sederhana yang ada di rumahmu.
2. Catatlah hasilnya di buku IPA mu.



## Ayo Kita Coba

### Membuat Sekrup Sederhana

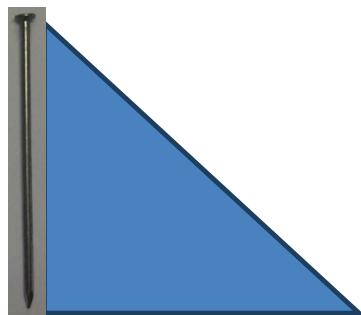
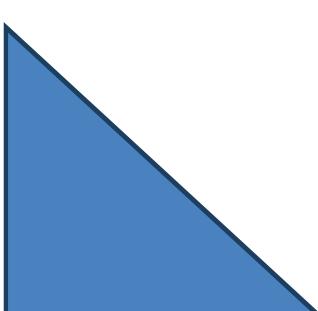
(Membuktikan Bawa Sekrup adalah Salah Satu Contoh Bidang Miring)

#### Apa yang harus kamu persiapkan?

1. Paku besar.
2. Kertas berbentuk segitiga siku-siku.

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Meletakkan paku besar di atas kertas segitiga (perhatikan Gambar 2.23)
2. Gulunglah paku tersebut hingga mencapai ujung kertas! Amati bentuk kertas



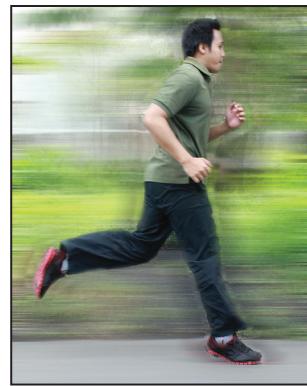
Gambar 2.23 Kiri: Kertas berbentuk segitiga; Kanan: Posisi kertas dan paku

pada bagian sisi gulungan.

3. Berdasarkan pengamatannya, buatlah kesimpulan yang berkaitan dengan bidang miring!

## 2. Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Otot dan Rangka Manusia

Perhatikan Gambar 2.24. Gambar tersebut menunjukkan seorang atlet yang sedang berlari. Cermati otot dan rangka yang bekerja pada atlet tersebut pada saat berlari. Apa kaitannya dengan pesawat sederhana? Otot dan rangka bekerja bersama-sama pada saat seseorang melakukan gerakan. Hal ini seperti setiap bagian yang terdapat pada sepeda akan bekerja bersama-sama ketika sepeda tersebut bergerak.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.24 Seorang atlet sedang berlari

Pada saat kamu melakukan suatu aktivitas, otot, tulang, dan sendi akan bekerja bersama-sama. Prinsip kerja ketiganya seperti sebuah pengungkit, di mana tulang sebagai lengan, sendi sebagai titik tumpu, dan kontraksi atau relaksasi otot memberikan gaya untuk menggerakkan bagian tubuh.

### Ayo Kita Selesaikan

Kegiatan A: mengangkat beban dengan tangan terlentang (tidak memanfaatkan kerja sendi yang ada di antara lengan atas dan lengan bawah).

Kegiatan B: mengangkat beban dengan kondisi tangan terlipat (memanfaatkan kerja sendi yang ada di antara lengan atas dan lengan bawah).

Mengapa kegiatan B lebih ringan dilakukan bila dibandingkan dengan kegiatan A?

Prinsip apakah yang sebenarnya berlaku pada aktivitas B?

**Ketika kelas pengungkit dapat ditemukan pada tubuh manusia. Pada gambar di bawah ini tampak seorang pemain bulutangkis bersiap untuk memukul kok.**



#### **Pengungkit Jenis I**

Titik tumpu berada diantara kuasa beban. Hal ini terjadi ketika pemain tenis menggunakan otot leher untuk menengadahkan kepala

#### **Pengungkit Jenis II**

Beban berada di antara titik tumpu dan kuasa. Kondisi ini terjadi ketika otot betis pemain tenis mengangkat beban tubuhnya dengan bertumpu pada jari kakinya

#### **Pengungkit Jenis III**

Kuasa terletak di antara titik tumpu dan beban. Kondisi ini terjadi ketika pemain tenis menegangkan otot lengan dan bahu

Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 2.25** Visualisasi pengungkit pada tubuh manusia

## Refleksi

Rangka manusia merupakan salah satu karya Tuhan yang menciptakan tubuh kita. Fungsi rangka pada manusia dapat kamu lihat seperti halnya rangka baja yang membangun suatu bangunan, sehingga bangunan tersebut dapat berdiri tegak. Keistimewaan rangka yang kita miliki adalah kemampuannya untuk memperbaiki diri saat tulang mengalami keretakan atau patah tulang, hal ini yang tidak bisa terjadi pada rangka baja secanggih apapun di dunia. Rangka tulang yang bekerja sama dengan sistem otot tidak hanya membuat tubuh kita dapat berdiri tegak, tetapi juga memungkinkan kita untuk bergerak, berjalan, berlari, bahkan mengangkat beban yang melebihi berat tubuhmu sendiri. Bayangkan betapa kuat dan sempurnanya ciptaan Tuhan pada tulangmu. Manusia kemudian meniru prinsip kerja rangka dan otot manusia dalam membuat pesawat sederhana. Mungkin kamu memungkiri keajaiban ciptaan Tuhan pada tulang dan ototmu? Bagaimana caranya agar tulang dan ototmu tetap tetap sehat dan terjaga?



## Info Ilmuwan

Kamu pernah melihat orang yang kaki atau tangannya digips karena mengalami patah tulang? Tahukah kamu siapa penemu gips? Penemunya adalah Al-Zahrawi atau Albucasis (936-1013 M). Al -Zahrawi merupakan seorang dokter dan ahli bedah dari Andalusia. Menurut Al-Zahrawi, jika terdapat tulang yang bergeser maka tulang tersebut harus ditarik supaya kembali tempatnya semula, sedangkan untuk masalah tulang yang lebih gawat seperti patah, maka tulang tersebut harus digips.

Pada topik yang terkait pesawat sederhana, tahukah kamu, ide pertama dari pesawat sederhana berasal dari seorang filsuf Yunani sekitar abad ke-3 sebelum masehi, yaitu Archimedes (sekitar 287 SM-212 SM). Archimedes mempelajari tiga macam pesawat sederhana: katrol, pengungkit, dan sekrup. Archimedes menemukan rumusan untuk mencari keuntungan mekanik pada pengungkit. Para ilmuwan Yunani sendiri akhirnya mendefinisikan lima macam pesawat sederhana (tidak termasuk bidang miring) dan mereka dapat menghitung keuntungan mekanik semua alat-alat tersebut (meski perhitungan untuk bajai dan sekrup tidak terlalu akurat dikarenakan gaya gesek yang besar). Ilmuwan berikutnya adalah Al Jazari (1136-1206 M), seorang tokoh besar di bidang mekanik dan industri yang menemukan konsep robotika modern. Al Jazari mengembangkan prinsip hidrolik untuk menggerakkan mesin yang kemudian hari dikenal sebagai mesin robot. Dalam bukunya, Al Jazari begitu detail memaparkan instruksi untuk mendesain, merakit, dan membuat sebuah mesin. AlJazari mendapat julukan sebagai Bapak *Modern Engineering* berkat temuan-temuannya yang banyak mempengaruhi rancangan mesin-mesin modern saat ini.

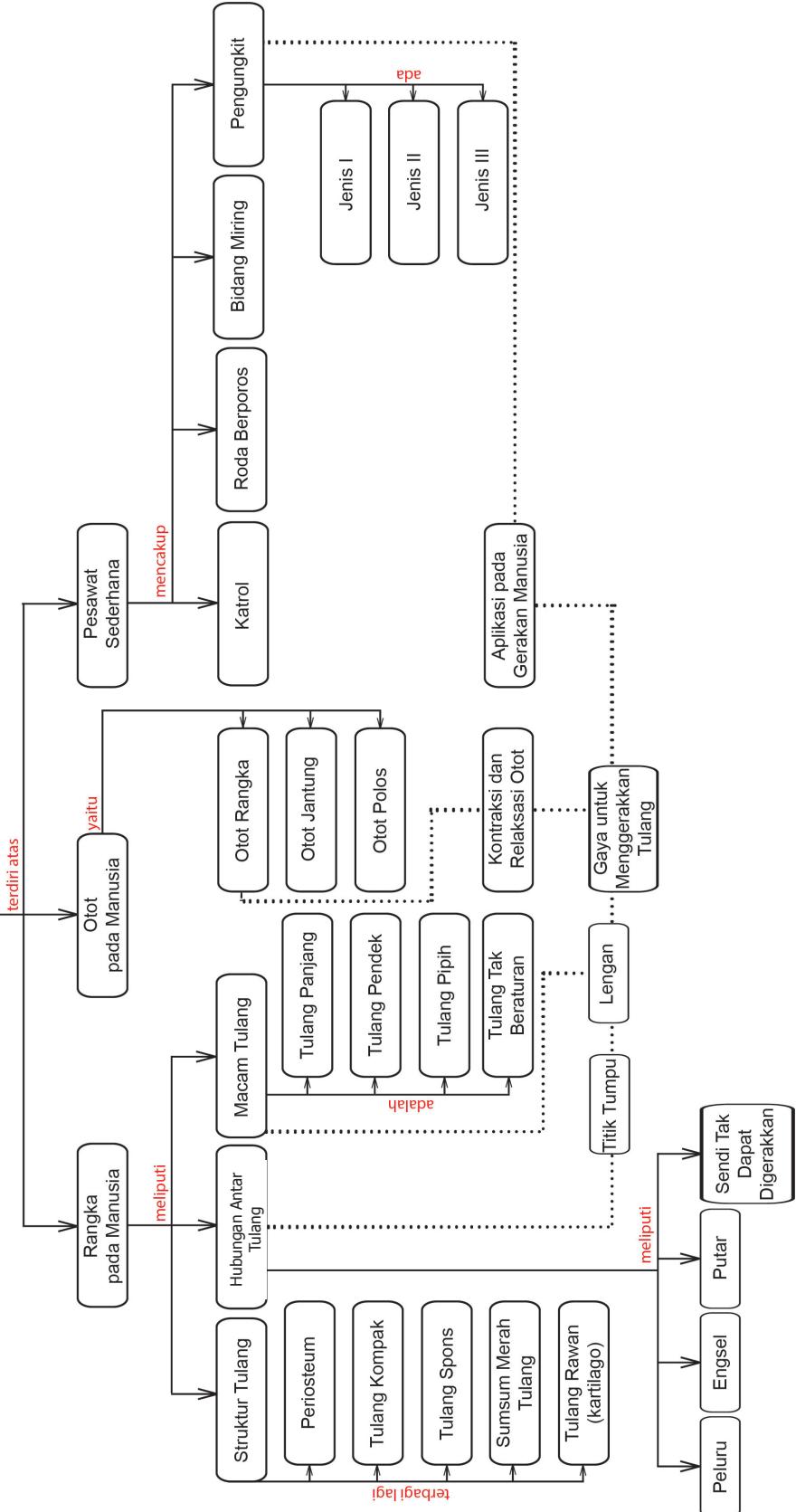


## Rangkuman

1. Rangka tubuh membantu manusia berdiri dengan tegak, seperti halnya rangka pada bangunan.
2. Tulang terdiri atas tulang rawan dan tulang keras, Tulang keras memiliki struktur yang beragam yakni tulang kompak dan tulang spons yang di dalamnya terdapat sumsum merah dan sumsum kuning.
3. Manusia memiliki sejumlah + 206 tulang yang memiliki struktur dan fungsi yang berbeda-beda.
4. Pada tahap awal perkembangannya, manusia memiliki tulang berupa tulang rawan yang dalam perkembangannya menjadi tulang keras melalui proses osifikasi.
5. Manusia dapat melakukan berbagai macam gerakan karena dilengkapi dengan adanya sendi yang beragam yakni: sendi engsel, sendi lesung, sendi putar, sendi geser, sendi pelana, dan sendi yang tidak dapat digerakkan.
6. Tubuh manusia terdiri atas 35-40% otot yang berfungsi untuk menggerakkan tulang dan persendian yang memungkinkan adanya pergerakan.
7. Jaringan otot terdiri atas otot rangka, otot polos, dan otot jantung. Otot rangka dapat dikendalikan secara sadar, otot polos dan otot jantung tidak dapat dikendalikan secara sadar.
8. Koordinasi otot dan tulang memiliki kesesuaian dengan prinsip pesawat sederhana. Alat-alat dalam kehidupan yang mengikuti prinsip pesawat sederhana terdiri atas katrol, roda berporos, bidang miring, dan pengungkit.
9. Pengungkit terdiri atas tiga jenis, yaitu jenis pertama yang titik tumpunya terletak di antara beban dan kuasa, jenis kedua dan jenis ketiga yang titik tumpunya yang sama-sama terdapat di bagian ujung.

## PETA KONSEP

### RANGKA, OTOT, DAN PESAWAT SEDERHANA





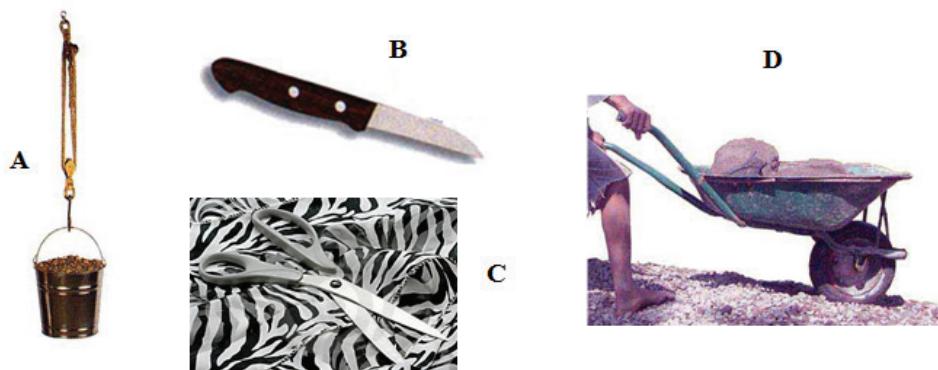
## Uji Kompetensi Bab 2

### A. Pilihlah jawaban yang benar!

1. Salah satu bagian penyusun tulang yang menghasilkan sel-sel darah merah dan sel-sel darah putih adalah ....
  - a. kartilago
  - b. periosteum
  - c. tulang kompak
  - d. sumsum merah tulang
2. Salah satu fungsi sistem rangka adalah melindungi organ internal. Pada tubuh manusia tulang yang melindungi paru-paru, dan otak secara berturut-turut adalah tulang ....
  - a. rusuk dan tulang tengkorak
  - b. tengkorak dan tulang rusuk
  - c. belakang dan tulang tengkorak
  - d. belakang dan tulang rusuk
3. Berikut ini merupakan fungsi dari sistem rangka, **kecuali** ....
  - a. alat gerak aktif, sehingga tulang dapat bergerak
  - b. tempat utama menyimpan kalsium dan fosfor
  - c. memberikan bentuk pada tubuh dan mendukung tubuh
  - d. melindungi organ internal
4. Berikut ini merupakan contoh otot yang bekerja secara sadar dan tidak sadar yang disebutkan secara berturut-turut adalah ....
  - a. otot jantung dan otot gastronemius
  - b. otot jantung dan otot dahi
  - c. otot jantung dan otot trisep
  - d. otot bisep dan otot jantung
5. Tipe persendian yang terdapat pada rahang adalah ....
  - a. sendi geser
  - b. sendi pelana
  - c. sendi putar
  - d. sendi engsel

6. Berikut ini yang bukan merupakan prinsip pesawat sederhana ....
- melakukan kerja
  - memperbesar massa beban
  - mempermudah kerja
  - memperbesar gaya

Perhatikan gambar di bawah ini! Gambar berikut sebagai acuan untuk menjawab pertanyaan nomor 7 dan 8.



7. Alat yang termasuk ke dalam golongan bidang miring adalah ....

- A
- B
- C
- D

8. Alat yang termasuk ke dalam golongan roda berporos adalah ....

- A
- B
- C
- D

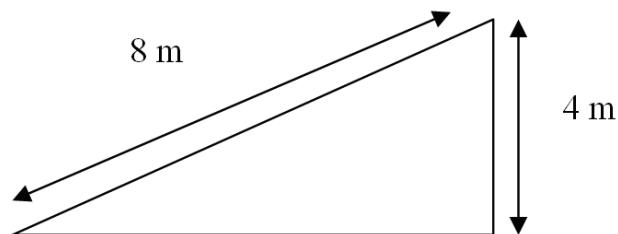
9. Perhatikan gambar di samping!



Prinsip kerja tangan anak pada gambar koper tersebut sama dengan prinsip kerja pengungkit jenis ....

- pertama
- kedua
- ketiga
- keempat

10. Berikut merupakan gambaran skematis tangga yang ada di rumah Toni. Panjang tangga tersebut adalah 8 meter, sedangkan ketinggiannya adalah 4 meter.

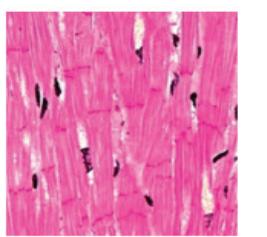


Keuntungan mekanik dari penggunaan tangga tersebut adalah ....

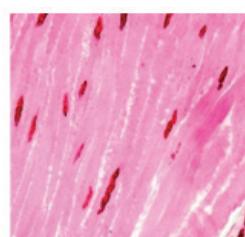
- a.  $\frac{1}{2}$  c. 4  
b. 2 d. 8

**B. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!**

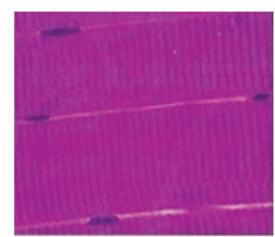
1. Perhatikan gambar ketiga jenis otot manusia berikut ini!



a.



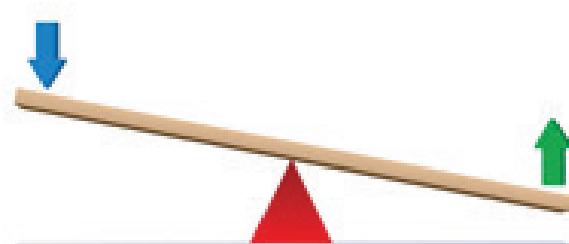
b



C.

Jelaskan nama masing-masing otot tersebut, lokasi dalam tubuh manusia serta sebutkan satu (1) ciri yang nampak dari otot tersebut!

2. Perhatikan gambar berikut ini!



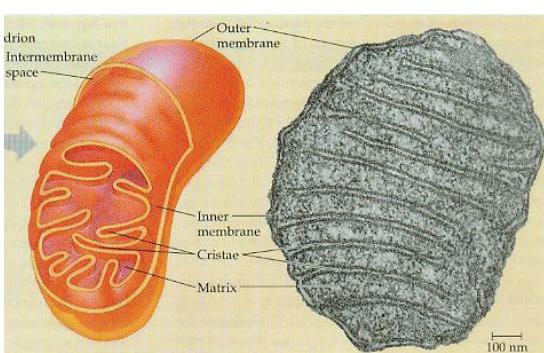
Termasuk pengungkit jenis berapakah gambar di atas? Mengapa demikian? Sebutkan dua contoh benda yang ada di sekitar kamu yang menggunakan prinsip kerja pengungkit tersebut!

3 .



Identifikasilah minimal 3 (tiga) jenis sendi yang bekerja pada atlet pada gambar tersebut!

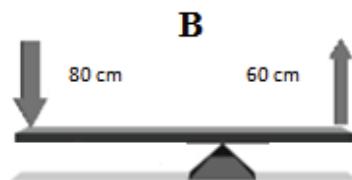
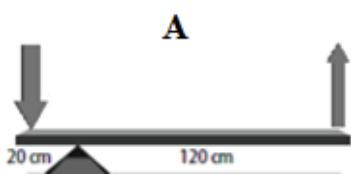
4



Gambar di samping merupakan gambar mitokondria. Mitokondria merupakan salah satu organel yang terdapat di dalam sel yang berfungsi untuk menghasilkan energi. Energi ini dimanfaatkan oleh tubuh untuk melakukan berbagai macam aktivitas, misalnya untuk kontraksi

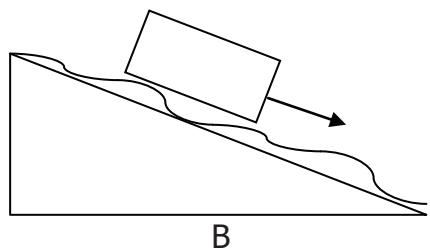
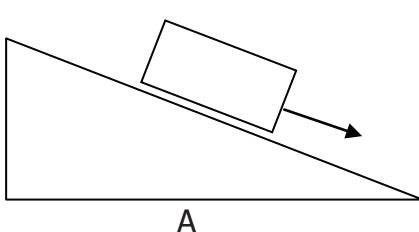
otot sehingga manusia dapat bergerak. Menurut pendapatmu, mengapa jumlah mitokondria pada sel otot lebih banyak daripada jumlah mitokondria pada sel lainnya?

5. Perhatikan dua gambar pengungkit di bawah ini!

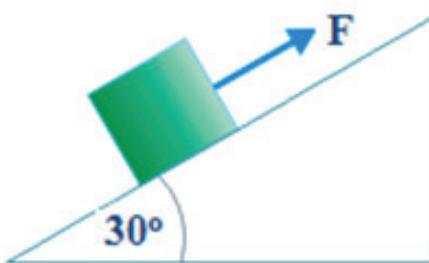


Pengungkit manakah yang lebih membutuhkan sedikit energi jika digunakan?

6. Perhatikan gambar berikut.



- a. Bandingkan kecepatan pergerakan balok pada kedua bidang miring tersebut di atas, jika massa kedua balok sama!
  - b. Apabila kedua balok ingin ditarik ke arah atas, bagaimana cara mempermudah pergerakannya?
  - c. Gaya apa sajakah yang bekerja pada Gambar A dan B?
7. Massa balok 4 kg, percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ . Koefisien gesek statis dan kinetis adalah 0,4 dan 0,2. Jika besar gaya  $F$  adalah 40 Newton, apakah balok diam atau bergerak? Jika balok bergerak, tentukan (a) resultan gaya yang mempercepat balok (b) besar dan arah percepatan balok!



### C. Pemecahan Masalah

**Bacalah teks di bawah ini dan jawablah pertanyaannya!**

Delapan belas persen dari pemain olahraga yang berusia 8 tahun sampai 12 tahun telah mengalami cedera tumit. Tulang rawan pergelangan kaki pemain sepak bola tidak merespon dengan baik terhadap benturan, dan 25% dari profesional telah mengakui bahwa tulang rawan pergelangan kaki merupakan bagian yang mudah cedera. Tulang rawan sendi lutut bila rusak dapat diperbaiki, namun jika tidak dilakukan perawatan pada masa kanak-kanak (10-12 tahun), dapat menyebabkan osteoarthritis prematur. Tulang pinggul juga tidak luput dari kerusakan yaitu berupa patah tulang akibat jatuh atau tabrakan.

Menurut penelitian, pemain sepak bola yang telah bermain selama lebih dari sepuluh tahun memiliki *Outgrowths* (pertumbuhan abnormal) tulang baik pada tibia atau tumit. Hal ini adalah apa yang dikenal sebagai "soccer player's foot", yaitu suatu kelainan yang disebabkan oleh sepatu dengan sol pada bagian pergelangan kaki yang terlalu fleksibel. Jika sepatu terlalu kaku, maka akan membatasi gerakan. Jika terlalu fleksibel, akan meningkatkan risiko cedera dan keseleo. Sebuah sepatu olahraga yang baik harus memenuhi empat kriteria sebagai berikut.

1. Sepatu harus memberikan perlindungan eksterior, melindungi kaki dari benturan bola atau pemain lain, mengatasi ketidakrataan di tanah, dan menjaga kaki hangat dan kering bahkan ketika udara dingin dan hujan.
2. Sepatu harus mendukung kaki, khususnya sendi pergelangan kaki untuk menghindari keseleo, pembengkakan, dan masalah lain, yang bahkan dapat mempengaruhi lutut.
3. Sepatu juga harus memberikan pemain dengan stabilitas yang baik sehingga mereka tidak terpeleset di tanah basah atau selip pada permukaan yang terlalu kering.
4. Sepatu harus meredam guncangan, terutama yang dialami voli dan bola basket pemain yang selalu melompat.

Untuk menghindari kondisi sepele tapi menyakitkan seperti lecet atau bahkan *athlete's foot* (infeksi jamur), sepatu harus menguapkan keringat dan harus mencegah kelembaban. Bahan yang ideal untuk ini adalah kulit karena terbukti tahan air sehingga mencegah air masuk ke dalam sepatu ketika hujan.

### Pertanyaan

1. Apa maksud penulis menampilkan fenomena seperti dalam teks ini?
2. Salah satu bagian dari artikel ini mengatakan, "Sebuah sepatu olahraga yang baik harus memenuhi empat kriteria". Jelaskan empat kriteria tersebut!
3. Perhatikan kalimat dalam artikel, yang disajikan dalam dua bagian berikut.

### Bagian 1

Untuk menghindari kondisi sepele tetapi menyakitkan seperti lecet atau bahkan *athlete's foot* (infeksi jamur)....

## **Bagian 2**

....sepatu harus dapat menguapkan keringat dan harus mencegah kelembaban.

Apa hubungan antara bagian pertama dan kedua dari kalimat tersebut?



### **Tugas Proyek**

#### **Mengidentifikasi Kelainan atau Penyakit pada Sistem Gerak**

#### **Apa yang harus kamu persiapkan?**

Buku, kertas HVS (1 – 2 lembar), dan alat tulis

#### **Apa yang harus kamu lakukan?**

1. Bersama dengan anggota kelompokmu identifikasilah satu jenis kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang terjadi pada orang-orang di sekitarmu! Carilah informasi dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik. Apabila memungkinkan pergilah ke Puskesmas atau Rumah Sakit untuk mendapatkan informasi yang lebih banyak.
2. Tulislah brosur tentang upaya yang dapat kamu lakukan untuk menjaga kesehatan rangka tubuhmu! Kaitkan dengan zat gizi yang dapat diperoleh dari makanan yang kamu konsumsi serta kaitkan pula dengan perilaku sehari-hari. Bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu serta gunakan pula kreativitasmu untuk menyusun brosur ini!
3. Jika telah selesai, tempelkan brosurmu di mading kelasmu agar dapat dibaca oleh temanmu yang lain.

# Bab 3

## Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi

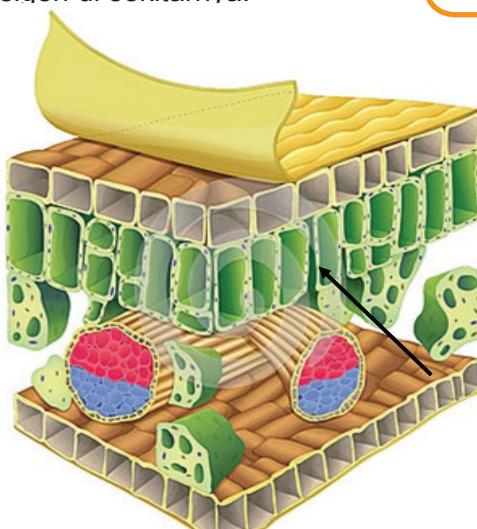
Lihatlah gambar di samping! Gambar tersebut menunjukkan struktur yang kokoh bukan? Gambar tersebut adalah gambar permukaan daun yang dapat kamu temui di sekelilingmu.

Banyak struktur tumbuhan yang dijadikan inspirasi dalam membangun gedung-gedung terkenal di dunia, salah satunya seperti pada gambar di bawah. Gambar gedung *Teater Esplanade* yang ada di Singapura sungguh unik. Bangunan seperti bentuk durian dirancang untuk menyesuaikan cahaya yang masuk ke dalam ruangan, agar cahaya tersebut yang masuk tetap terkontrol, sehingga menjaga kondisi perabotan yang ada di dalam gedung.



Sumber: <http://forum.kompas.com>

Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang berperan dalam menyediakan oksigen dan karbohidrat bagi manusia dan hewan. Oksigen dibutuhkan oleh manusia dan hewan untuk bernapas, sedangkan karbohidrat dibutuhkan sebagai sumber energi bagi tubuh. Oksigen dan karbohidrat dihasilkan tumbuhan melalui proses fotosintesis. Kamu akan merasa sejuk ketika berteduh di bawah pohon pada siang hari karena banyaknya kandungan oksigen di sekitarnya.



Sumber: Blue Ring Media Pty Ltd, tanpa tahun  
**Gambar 3.1** Anatomi daun



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 3.2.** Berbagai tumbuhan

### Ayo Kita Pelajari

Struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan

1. Struktur dan fungsi jaringan akar
2. Struktur dan fungsi jaringan batang
3. Struktur dan fungsi jaringan daun

Pemanfaatan struktur jaringan tumbuhan dalam teknologi



### Istilah Penting

1.Kutikula

- 7.selpenjaga
- 2.Pembuluh vaskuler
- 3.Selulosa
- 4.Klorofil
- 5.Stomata
- 6.Monokotil
- 8.angisperma
- 9.xilem
- 10.floem
- 11.dikotil
- 12.kambium.



### Mengapa Penting?

Karena tumbuhan menyediakan makanan dan oksigen untuk kehidupan di bumi



Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang mampu membuat makanannya sendiri (autotrof). Tahukah kamu pada jaringan manakah terjadi proses pembuatan makanan itu? Untuk mengetahui salah satu tempat terjadinya pembuatan makanan coba perhatikan Gambar 3.1 pada bagian yang ditunjuk dengan tanda panah. Jaringan apakah itu?



Apa kamu pernah mengamati tumbuhan yang ada di sekitarmu? Kamu dapat menemukan tumbuhan di sekitar rumah, di halaman sekolah, bahkan di tepi jalan. Apakah semua tumbuhan yang kamu temukan mempunyai akar, batang, dan daun? Bagaimana struktur organ-organ pada tumbuhan? Adakah hubungan antara struktur dan fungsi organ-organ tersebut? Kamu akan menemukan jawabannya pada bab ini.

Tubuh tumbuhan paku dan tumbuhan berbiji memiliki beberapa organ yang menyusun tubuhnya, masing-masing organ memiliki fungsi tertentu yang membantu tumbuhan untuk dapat hidup. Organ apa sajakah yang ada pada tumbuhan? Untuk mengetahui organ pada tumbuhan coba kamu lakukan kegiatan berikut.



### Ayo Kita Coba

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bersama kelompokmu, identifikasilah organ-organ tumbuhan pada gambar di bawah ini!
2. Tuliskan nama organ dan fungsinya pada abjad yang ditunjuk!

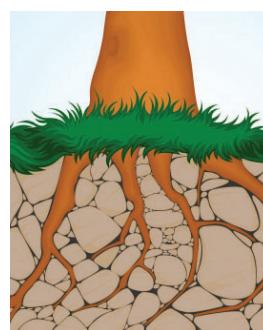


- |                         |   |       |
|-------------------------|---|-------|
| A. Nama Organ<br>Fungsi | : | ..... |
| B. Nama Organ<br>Fungsi | : | ..... |
| C. Nama Organ<br>Fungsi | : | ..... |

Organ pada tumbuhan paku dan tumbuhan berbiji terdiri atas akar, batang, dan daun. Organ merupakan kumpulan dari sejumlah jaringan dan bersama-sama melaksanakan fungsi tertentu. Jaringan adalah sekelompok sel dengan fungsi dan struktur yang sama. Coba kamu ingat kembali tentang unit terkecil dari tumbuhan berupa sel!

## A. Struktur dan Fungsi Jaringan Akar

Perhatikan Gambar 3.3! Apakah bagian terbesar dari tumbuhan ini? Mungkin kamu akan menebak bagian yang terbesar adalah batang atau cabang. Apakah kamu melihat akarnya? Pada tumbuhan



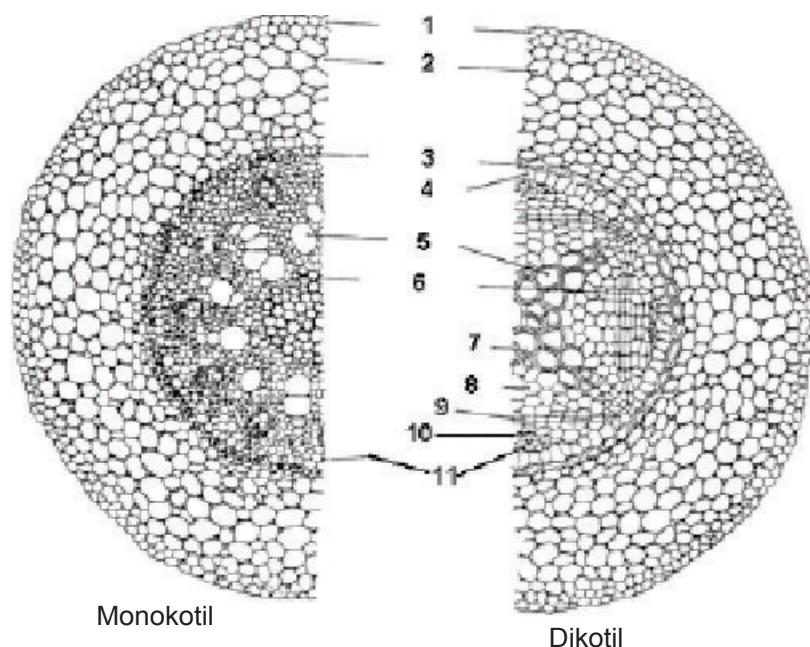
Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 3.3** Struktur akar

tertentu luas perakaran lebih besar dibandingkan luas kanopi atau mahkotanya, seperti pada Gambar 3.3. Pohon yang tinggi memiliki akar yang begitu banyak.

Akar pada tumbuhan berfungsi sebagai jangkar, melindungi tumbuhan dari tiupan angin atau arus air. Oleh karena itu, akar mampu mendukung bagian tumbuhan lainnya.

Apakah kamu dapat membedakan antara akar dan batang? Menurutmu rimpang jahe, kunyit, dan lengkuas termasuk akar atau batang? Struktur akar berbeda dengan batang. Batang memiliki ruas dan buku, sedangkan akar tidak memiliki ruas dan buku. Buku merupakan tempat melekatnya daun dan tunas, ruas adalah bagian batang diantara dua buku. Berdasarkan perbedaan tersebut, apakah pada akar akan tumbuh tunas?

Akar memiliki fungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tempat tumbuhnya atau tanah, menyerap air dan garam-garam mineral terlarut dalam tanah, serta membantu menegakkan batang. Pada beberapa tumbuhan akar juga berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan, misalnya karbohidrat atau zat tepung. Bagaimana struktur jaringan yang menyusun organ akar? Coba perhatikan gambar irisan melintang dari organ akar pada kelompok tumbuhan angiospermae pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Sumber: Sulisetijono, dkk. 2014

**Gambar 3.4** Struktur jaringan penyusun pada akar (kiri dikotil, kanan monokotil )

1. epidermis; 2. korteks;
3. endodermis; 4. perikel;
5. xilem;
6. parenkim
7. xilem primer;
8. xilem sekunder;
9. kambium;
10. floem sekunder
11. floem primer

Akar tumbuhan dikotil maupun monokotil bila dilakukan irisan melintang tampak bagian-bagian (daerah) atau jaringan-jaringan penyusun dari luar ke dalam sebagai berikut. Epidermis, korteks, dan silinder pusat. Jaringan terluar akar adalah epidermis. Sel-sel epidermis tersusun rapat satu dengan yang lain, tanpa ruang antarsel. Dinding selnya tipis sehingga mudah ditembus air. Epidermis dapat termodifikasi menjadi bulu-bulu akar yang berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan. Bagian kedua berupa daerah korteks yang berisi jaringan-jaringan parenkim. Jaringan parenkim terdiri atas lapisan-lapisan sel berdinding tipis. Susunan sel tidak rapat sehingga banyak ruang antarsel untuk pertukaran gas. Korteks juga berfungsi untuk tempat penyimpanan cadangan makanan. Lapisan terdalam dari korteks disebut endodermis. Lapisan endodermis tersusun atas selapis sel yang menjadi pembatas antara korteks dan silinder pusat. Pada endodermis ditemukan bentukan seperti pita yang disebut pita kaspari yang berfungsi sebagai pengatur jalannya larutan yang diserap dari tanah masuk ke silinder pusat.

Di sebelah dalam endodermis terdapat daerah silinder pusat atau stele. Silinder pusat tersusun atas jaringan pembuluh pengangkut dan jaringan-jaringan pendukung lainnya seperti periselik dan parenkim empulur. Sel-sel periselik berfungsi untuk membentuk cabang akar. Berkas-berkas pembuluh pengangkut terdiri atas xilem dan floem. Xilem atau pembuluh kayu berfungsi untuk mengangkut air dari akar melalui batang ke daun. Floem atau pembuluh tapis berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.

Susunan silinder pusat terdiri dari periselik dan berkas pengangkut. Di sebelah dalam terdapat berkas xilem dan floem. Berkas floem terpisah berseling dengan xilem. Tipe berkas pengangkut yang demikian disebut radial. Xilem membentuk bangunan seperti bintang. Pada akar monokotil xilem membentuk bangunan bintang yang berlengan banyak yaitu lebih dari 12 lengan. Pada dikotil xilem membentuk bangunan seperti bintang namun jumlahnya 2 sampai 6 lengan. Pada akar dikotil antara xilem dan floem terdapat kambium. Kambium, merupakan jaringan yang selalu membelah. Pembelahan ke arah luar akan membentuk floem sekunder, pembelahan ke arah dalam membentuk xilem sekunder. Jaringan terdalam pada akar adalah parenkim empulur. Pada akar tumbuhan dikotil parenkim empulur sedikit berkembang bahkan tidak ada. Pada akar monokotil parenkim empulur berkembang dengan baik. Keberadaan parenkim empulur pada akar dikotil dan monokotil dapat kamu amati pada irisan melintang akar. Pada irisan melintang akar dikotil kamu akan menemukan parenkim empulurnya sedikit bahkan tidak ada. Pada akar monokotil kamu akan menemukan jaringan empulur yang banyak.



## Ayo Kita Coba

### Pengamatan struktur morfologi dan anatomi akar tumbuhan

Judul kegiatan : Pengamatan akar tumbuhan

#### Apa yang kamu perlukan?

1. Mikroskop
2. Silet
3. Nampan
4. Kecambah kacang tanah umur 7 hari
5. Kecambah jagung umur 7 hari
6. Pipet tetes
7. Air

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Amatilah bentuk akar pada kecambah kacang tanah dan kecambah jagung.
2. Identifikasilah, apakah akar yang diamati termasuk akar serabut atau akar tunggang?
3. Buatlah sayatan melintang pada akar dari tumbuhan kacang tanah dan jagung menggunakan silet! **Usahakan irisan setipis mungkin dan berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu.**
4. Letakkan sayatan akar pada kaca benda yang terpisah yang telah ditetes dengan air. Letakkan sayatan akar tersebut pada kaca benda yang terpisah.
5. Tutuplah kedua kaca benda tersebut dengan kaca penutup.
6. Amatilah kedua preparat yang telah dibuat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 kali.
7. Gambarkan bagian-bagian yang teramat dan beri keterangan.
8. Bandingkan struktur jaringan pada organ akar yang kamu amati dengan gambar yang ada pada buku.
9. Catatlah data pengamatan pada tabel berikut.

Isikan data pengamatan kamu!

Organ tumbuhan yang diamati	Gambar morfologi akar	Sistem Perakaran (serabut/tunggang)	Gambar anatomi akar *
Akar kacang tanah			
Akar jagung			

\* Berikan keterangan bagian-bagian penyusunnya

### Ayo Pikirkan

1. Jaringan apa sajakah yang menyusun akar?
2. Sebutkan perbedaan jaringan yang menyusun akar pada tumbuhan kacang tanah dan jagung!

Coba simpulkan hasil pengamatanmu!

Tumbuhan monokotil seperti padi, jagung, dan rumput memiliki sistem perakaran serabut. Akar serabut biasanya memiliki struktur akar yang tipis dan menyebar. Sebaliknya, pada tumbuhan dikotil seperti pada kacang tanah dan mangga memiliki sistem perakaran tunggang. Perhatikan Gambar 3.5.



(a)



(b)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 3.5.** Sistem perakaran a) akar serabut dan b) akar tunggang

Akar pada beberapa tumbuhan tidak hanya berfungsi memperkuat tumbuhan dan menyerap air serta mineral saja, tetapi akar juga mengalami modifikasi sehingga memiliki fungsi tertentu. Misalnya akar talas berfungsi untuk tempat penyimpanan cadangan makanan dan akar anggrek berfungsi sebagai akar napas, seperti pada Gambar 3.6. Pada wortel dan lobak akar tunggang berfungsi menyimpan cadangan makanan yang akan digunakan tumbuhan selama pembungaan dan pembentukan buah. Oleh karena itu, wortel dan lobak akan dipanen sebelum pembungaan. Sekarang coba carilah akar-akar lain yang mengalami modifikasi!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 3.6.** Akar yang termodifikasi pada tumbuhan anggrek

### Ayo Kita Coba

Lakukan observasi secara kelompok

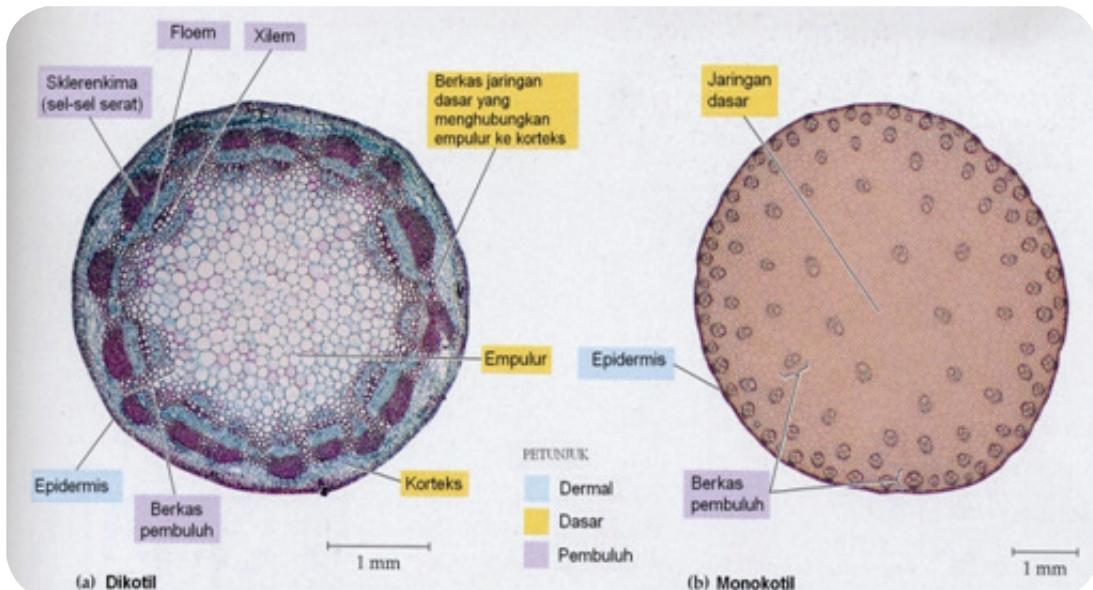
Carilah berbagai informasi (informasi didapat dari buku, pengamatan tumbuhan di sekitar, internet, majalah atau koran) akar yang mengalami modifikasi struktur dan fungsinya sehingga memiliki fungsi tambahan bagi tumbuhan. Datalah setiap informasi yang kamu dapat.

Tabel Data Hasil Observasi

No.	Tumbuhan	Bentuk/struktur akar	Fungsi modifikasi akar	Sumber informasi

Carilah informasi secara akurat dan jelas!

## B. Struktur dan Fungsi Jaringan Batang



Sumber. Dokumen Kemendikbud dan Reece, dkk. 1999

Gambar 3.7 Perbedaan batang dikotil dan monokotil

Pada umumnya tumbuhan yang kamu lihat memiliki batang yang berdiri tegak di atas tanah serta mendukung cabang, daun, dan bunga. Tempat melekatnya daun dan tunas pada batang adalah buku (*nodus*) dan batang di antara dua buku disebut ruas (*internodus*).

Anatomi batang tumbuhan monokotil dan dikotil memiliki ciri masing-masing. Perhatikan Gambar 3.7 yang menunjukkan ciri yang berbeda antara jaringan penyusun batang monokotil dan dikotil!

Seperti halnya pada akar, batang bila diiris melintang menunjukkan bagian-bagian (daerah) atau jaringan-jaringan penyusun dari luar ke dalam tersusun sebagai berikut: epidermis, korteks, dan silinder pusat. Jaringan terluar dari batang, yaitu epidermis. Pada batang dikotil dewasa, epidermis akan rusak dan digantikan oleh periderm (jaringan gabus).

Periderm memiliki kambium gabus atau felogen. Felogen membelah ke arah luar membentuk felem dan ke arah dalam membentuk feloderm.

Di bawah epidermis terdapat daerah korteks. Daerah korteks tersusun oleh jaringan parenkim. Pada batang dikotil lapisan kortek yang paling dalam adalah jaringan endodermis. Biasanya sel-selnya mengandung amilum. Berbeda dengan pengamatan secara anatomis pada akar, pada batang endodermis dan perikambium tidak tampak jelas. Pada monokotil tidak ditemukan endodermis. Bagian terdalam dari batang, yaitu silinder pusat atau stele. Silinder pusat terdiri atas tiga bagian, yaitu perikambium, jaringan pengangkut, dan empulur. Pada dikotil berkas pengangkut tersusun dalam lingkaran. Berkas pengangkutnya bertipe kolateral terbuka atau bikolateral. Kolateral terbuka, yaitu antara xilem dan floem terdapat kambium. Tipe berkas pengangkut berkolateral memiliki susunan xilem yang diapit oleh floem luar dan floem dalam, anatar xilem dan floem luar terdapat kambium. Berkas pengangkut pada batang monokotil tersusun tersebar dan bertipe kolateral tertutup, yaitu antara xilem dan floem tidak ada berkas. Berkas floem atau

### Ayo Kita Pahami

Penelitian dapat menentukan umur pohon dengan melihat lingkaran tahun yang terbentuk. Lingkaran tahun terbentuk karena aktivitas pembelahan sel-sel kambium yang dipengaruhi oleh musim. Pada musim penghujan air banyak tersedia, sehingga aktivitas sel-sel kambium meningkat, namun keadaan sebaliknya terjadi pada musim kemarau. Perbedaan inilah yang menyebabkan terbentuknya lingkaran tahun. Usia dapat diketahui dengan menghitung jumlah lingkaran yang ditemukan pada batang. Pada Gambar 3.7 ada 4 lingkaran tahun yang nampak, berarti usia pohon tersebut adalah 4 tahun.



Gambar 3.8. Lingkaran tahun

pembuluh tapis adalah berkas pengangkut yang mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Berkas xilem atau pembuluh kayu tersusun dari berbagai jenis sel, yaitu sel serat dan sel-sel pembentuk pembuluh angkut xilem. Sel-sel itu mengalami penebalan dinding, sehingga selain berfungsi untuk mengangkut air dan zat hara dari akar ke daun, xilem juga akan berfungsi sebagai jaringan penguat. Seperti halnya pada akar, bagian terdalam batang juga tersusun atas empulur batang.

Pada tumbuhan dikotil, di antara floem dan xilem dibatasi oleh kambium. Jaringan kambium mempunyai sifat selalu membelah dan menyebabkan batang bertambah besar. Tahukah kamu lingkaran tahun pada batang? Lingkaran tahun ini menunjukkan aktivitas kambium yang dapat digunakan untuk menghitung umur dari tumbuhan ini. Coba carilah informasi, mengapa lingkaran tahun dapat digunakan untuk menghitung umur tumbuhan!

Untuk memahami struktur jaringan yang menyusun batang, coba lakukan kegiatan berikut ini.

### ✓ Ayo Kita Pahami

Tahukah kamu lingkaran tahun pada batang? Lingkaran tahun ini menunjukkan aktivitas kambium yang juga berfungsi untuk menghitung umur dari tumbuhan ini. Coba pahami kolom ayo kamu pahami!

### ✓ Ayo Kita Coba

#### Pengamatan Struktur Morfologi dan Anatomi Batang Tumbuhan

**Judul kegiatan :** Pengamatan organ pada batang tumbuhan

**Apa yang kamu perlukan ?**

- |                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| 1. Mikroskop           | 6. Metilen biru atau pewarna biru |
| 2. Silet               | pakaian/makanan yang sudah        |
| 3. Nampan              | diencerkan                        |
| 4. Batang kacang tanah | 7. Kaca benda dan kaca penutup    |
| 5. Batang jagung       | 8. Pipet tetes                    |
|                        | 9. Air                            |
|                        | 10. Kertas usap/kertas tisu       |

**Apa yang kamu perlukan?**

1. Amati bentuk batang pada kacang tanah dan jagung!
2. Identifikasi batang yang diamati! Apakah berkayu?
3. Buatlah sayatan melintang pada batang dari tumbuhan kacang tanah dan jagung dengan silet. **Usahakan irisan setipis mungkin dan berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu.**

- Letakkan sayatan batang pada kaca benda berbeda yang telah ditetesi air
- Tutuplah kedua kaca benda tersebut dengan kaca penutup.
- Teteskan zat warna di salah satu sisi kaca penutup dan letakkan kertas isap atau tisu di sisi yang berlawanan untuk menyedot air.
- Amati kedua preparat menggunakan mikroskop dengan pembesaran 40 kali.
- Gambarkan bagian-bagian yang teramat dan beri keterangan.
- Bandingkan struktur jaringan batang yang kamu amati dengan gambar yang ada pada buku.
- Catatlah data pengamatan pada tabel.

Organ tumbuhan yang diamati	Jenis Batang (berkayu/tidak)	Gambar anatomi batang
Batang kacang tanah		Berikan keterangan, jaringan penyusun akar (tunjukkan jaringan)
Batang jagung		

\* Berikan keterangan bagian-bagian penyusunnya

Jawablah Pertanyaan Berikut.

- Jaringan apa sajakah yang menyusun batang?
- Sebutkan perbedaan morfologi batang pada tumbuhan kacang tanah dan jagung!
- Sebutkan perbedaan jaringan yang menyusun batang pada tumbuhan kacang tanah dan jagung!

Coba simpulkan hasil pengamatanmu!

Fungsi batang, selain untuk menopang tubuh tumbuhan, juga mengarahkan posisi daun agar memperoleh cahaya matahari yang cukup. Batang merupakan organ utama yang berfungsi dalam transportasi air dan zat makanan. Bagaimana transpor yang terjadi pada tumbuhan? Untuk membuktikannya lakukan kegiatan berikut.



## Ayo Kita Coba

### Penyelidikan Transportasi pada Tumbuhan

#### Apa yang perlu kamu siapkan?

Pewarna makanan (warna merah atau biru), air, 3 botol selai atau gelas air mineral, dan 3 batang tumbuhan pacar air.

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Tuangkan air setinggi 5 cm dan campur dengan pewarna makanan pada masing-masing botol selai atau gelas air mineral. Berhati-hatilah ketika menuang pewarna, karena dapat mengotori pakaianmu.
2. Letakkan sebatang tumbuhan pacar air, pada masing-masing botol selai.  
(Satu botol selai air tanpa diberi pewarna)
3. Biarkan selama 2 jam.
4. Setelah melakukan percobaan, jawablah pertanyaan berikut ini!
  - a. Apakah yang terjadi pada tumbuhan pacar air itu?
  - b. Jaringan apa yang berperan pada peristiwa tersebut?
  - c. Mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi?



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 3.9.** Perangkat percobaan

Beberapa batang memiliki fungsi tambahan, misalnya pada kunyit dan kentang. Rimpang kunyit dan umbi kentang sebenarnya adalah batang yang memiliki fungsi tambahan sebagai tempat penyimpan cadangan makanan. Sebagai bukti bahwa rimpang kunyit dan umbi kentang adalah batang, lihatlah gambar 3.10. Cobalah jelaskan dengan kalimatmu sendiri!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 3.10.** Batang yang termodifikasi pada kentang (kiri) dan batang pada tumbuhan kunyit (kanan)





### Ayo Kita Lakukan

Perhatikan Gambar 3.10! Kentang merupakan modifikasi dari batang. Kunyit merupakan modifikasi dari batang dan daun. Sebagai modifikasi dari batang, pada kentang dan kunyit terdapat ruas dan buku. Pada buku tersebut memungkinkan tumbuhnya tunas. Pada buku kunyit ditemukan sisik sebagai ciri dari adanya modifikasi daun.

Coba sekarang kamu lakukan observasi di lingkungan sekitar kamu. Carilah batang-batang yang memiliki fungsi tambahan! Kemudian isi data yang kamu temukan pada tabel data pengamatan.

Carilah berbagai informasi (dari buku, internet, koran, majalah) untuk melengkapi data mengenai batang tumbuhan yang struktur dan fungsinya telah termodifikasi. Tuliskan setiap informasi yang kamu dapat pada tabel berikut ini.

**Tabel** Data Hasil Observasi

No.	Tumbuhan	Fungsi tambahan	Informasi yang diperoleh (dari buku/internet/pengamatan)

## C. Struktur dan Fungsi Jaringan Daun

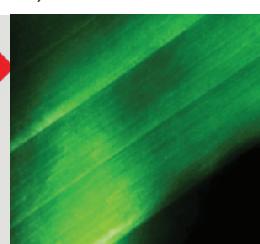
Daun merupakan organ tumbuhan yang menempel pada batang. Daun berfungsi sebagai tempat melakukan fotosintesis. Setiap tumbuhan memiliki bentuk, ukuran, dan warna daun yang khas untuk mencirikan tumbuhan tersebut. Melalui pengamatan, kamu dapat membedakan antara daun dikotil dan monokotil. Pada tumbuhan dikotil memiliki peruratan memata jala, sedangkan pada tumbuhan monokotil memiliki peruratan daun yang sejajar atau melengkung, seperti pada Gambar 3.11 dan 3.12.



Pembesaran 10 X dengan modifikasi

Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 3.11** Peruratan memata jala pada daun dikotil (talas)

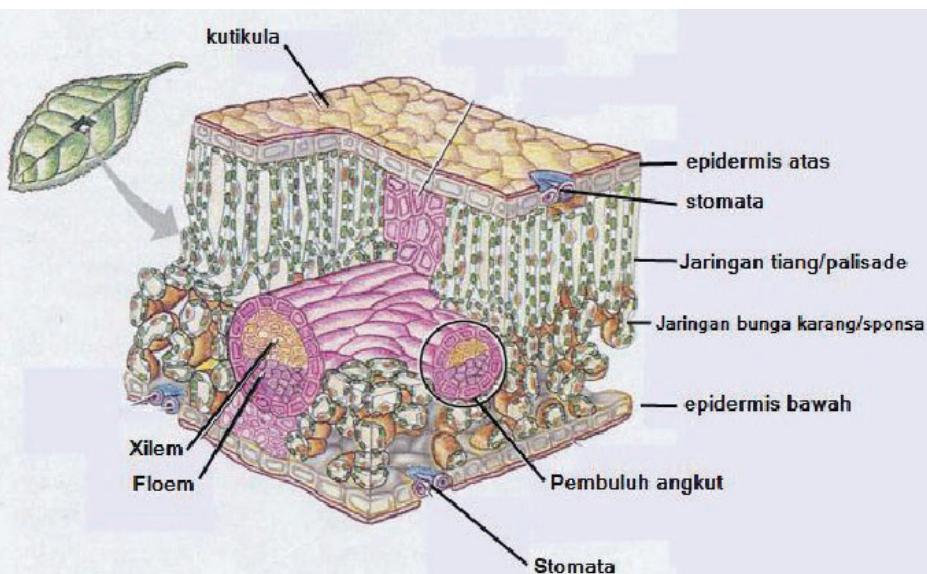


Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 3.12** Peruratan daun sejajar pada monokotil (tumbuhan pisang)

Bagaimana struktur anatomi daun, sehingga dapat melaksanakan fungsi fotosintesis dan pertukaran zat? Setiap struktur daun tersusun dari lapisan-lapisan sel yang menyusunnya. Lihat pada Gambar 3.13! Pada permukaan atas dan bawah daun terdapat lapisan tipis sel yang disebut dengan epidermis yang berfungsi untuk melindungi daun. Pada beberapa tumbuhan, daun dilapisi oleh lapisan kutikula serupa lilin.

Epidermis tersusun oleh selapis sel yang dinding selnya mengalami penebalan dari kitin (kutikula) atau kadang lignin. Kutikula ini berfungsi untuk mencegah terjadinya penguapan air yang terlalu besar pada daun. Epidermis terletak di bagian atas dan bawah daun. Epidermis pada beberapa tumbuhan mengalami modifikasi menjadi berbagai bentuk lain, misalnya menjadi stomata, trikoma, dan sel kipas, sehingga memiliki fungsi tambahan.



Sumber: Campbell, 1999

**Gambar 3.13.** Struktur jaringan penyusun anatomi daun secara skematis

Stomata berfungsi untuk keluar masuknya udara. Stomata banyak ditemukan pada permukaan daun. Stomata terdiri atas lubang yang diapit oleh dua sel penutup. Pada lapisan di bawah jaringan epidermis ditemukan adanya jaringan mesofil, merupakan jaringan parenkim (jaringan dasar). Mesofil terletak di antara epidermis atas dan epidermis bawah. Mesofil pada daun dikotil berdiferensiasi menjadi dua parenkim.

1. Parenkim palisade atau jaringan tiang yang terdiri atas sel-sel berbentuk silinder, tersusun rapat, dan mengandung banyak kloroplas.
2. Parenkim spons atau jaringan bunga karang yang tersusun dari sel-sel yang tidak teratur, tersusun renggang, dan mengandung lebih sedikit kloroplas.

Mesofil pada monokotil tidak berdefensiasi menjadi jaringan tiang dan jaringan bunga karang, tetapi tersusun atas sel parenkim yang struktur dan ukurannya seragam. Di bawah jaringan mesofil ditemukan adanya berkas pengangkut pada daun dan membentuk bangunan yang kompleks yang disebut tulang daun. Berkas pengangkut terdiri atas xilem dan floem. Xilem berfungsi untuk



Klorofil ( $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ) atau zat hijau daun akan memberi warna hijau pada daun tumbuhan. Molekul klorofil adalah molekul utama yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis, karena klorofil ini berfungsi dalam menyerap cahaya merah, biru, dan ungu, serta memantulkan cahaya hijau dan sedikit kuning.

mengangkut air dan mineral dari tanah, sedangkan floem berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan. Untuk mengetahui struktur daun lakukan kegiatan berikut.



### Ayo Kita Coba

#### Struktur Jaringan pada Daun Tumbuhan

##### Apa yang perlu kamu siapkan?

1. Mikroskop
2. Kaca benda dan kaca penutup
3. Silet
4. Pipet tetes
5. Nampan
6. Air
7. Tumbuhan *Rhoeo discolor* (daun) seperti Gambar 3.14.



##### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah sayatan melintang daun *Rhoeo discolor* dengan menggunakan silet!   
**Usahakan irisan setipis mungkin dan berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu.**
2. Letakkan sayatan daun pada kaca benda yang telah ditetes dengan air.
3. Tutuplah kaca benda tersebut dengan kaca penutup.
4. Amatilah preparat yang telah dibuat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 kali.
5. Gambarkan bagian-bagian yang teramat dan beri keterangan.

##### Gambar Hasil pengamatan

Nama bahan amatan	Gambar anatomi jaringan penyusun daun dan beri keterangan
daun <i>Rhoeo discolor</i>	

**Ayo kamu pikirkan!**

1. Jaringan apa sajakah yang menyusun daun?
2. Pada jaringan manakah fotosintesis berlangsung?
3. Mengapa fotosintesis terjadi pada jaringan tersebut?

**Coba simpulkan hasil pengamatanmu!**



**Ayo Kita Coba**

**Menyelidiki Adanya Fotosintetis**

**Apa yang perlu kamu siapkan?**

1. Gelas kimia besar 1 buah (gelas becker)
2. Gelas kimia kecil atau tabung reaksi 1 buah
3. Daun singkong (dapat juga tumbuhan lain)
4. Iodium (Iod KI) secukupnya
5. Alumunium foil 1 buah
6. Cawan petri
7. Alkohol secukupnya
8. Air secukupnya
9. Pembakar spiritus 1 buah
10. Kaki tiga
11. Penjepit

**Apa yang kamu lakukan?**

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan!
2. Pada sore hari tutuplah sebagian daun ketela pohon atau daun tumbuhan lain dengan menggunakan alumunium foil atau kertas timah. Petiklah daun setelah ditutup selama 6 - 12 jam (seperti pada Gambar 3.15).



(1)



(2)



(3)



(4)

**Gambar 3.15.** Rangkaian percobaan fotosintesis

3. Bukalah aluminium foil yang menutupi daun.
4. Rebuslah air pada gelas kimia terlebih dahulu, ketika sudah mendidih masukkan daun sampai layu lebih kurang 13 menit (perebusan dilakukan untuk mematikan sel-sel pada daun).
5. Tiriskan dan masukkan daun tersebut ke dalam gelas ukur kecil yang sudah diberi alkohol. Pencelupan ke dalam alkohol bertujuan untuk melarutkan klorofil sehingga daun berwarna pucat.
6. Letakkan alkohol pada meja yang berbeda dengan meja praktikum, agar jauh dari sumber api. Pada waktu akan mematikan pembakar spiritus jangan dititiup, tetapi dilakukan dengan menutupkan spiritus dengan penutupnya.
7. Masukkan gelas kimia kecil atau tabung reaksi yang berisi alkohol tersebut ke dalam gelas becker besar yang berisi air yang sudah dipanaskan!
8. Tunggu sampai warna alkohol menjadi hijau tua dan warna daun menjadi hijau muda!
9. Setelah itu, letakkan di wadah dan teteskan iodium pada daun tersebut!
10. Amatilah perbedaan yang tampak pada daun yang ditutup dan terbuka tersebut!
11. Lakukan setiap langkah kerja dengan cermat dan hati-hati!

#### **Ayo Kamu Pikirkan!**

1. Bagaimanakah warna daun yang ditutup (tidak mengalami fotosintesis) setelah ditetesi yodium? Bandingkan dengan warna daun yang tidak ditutup!
2. Daun yang ditetesi yodium menjadi berwarna hitam, hal ini menunjukkan adanya amilum. Daun manakah yang mengandung amilum?
3. Tulislah laporan hasil percobaanmu pada kertas folio, lalu kumpulkan kepada guru untuk diperiksa!

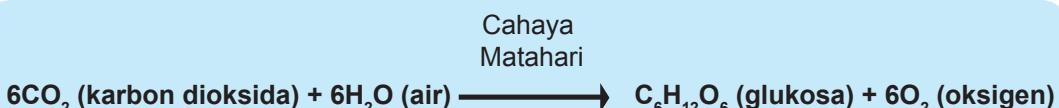
Coba bayangkan betapa hebatnya Tuhan menciptakan tumbuhan, sinar matahari, air, udara, dan merancang segala proses yang terjadi yang sangat bermanfaat bagi kehidupanmu.

Sama halnya dengan proses memasak, fotosintesis juga memerlukan bahan. Bahan untuk fotosintesis adalah molekul air ( $H_2O$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Pada proses fotosintesis akan membentuk glukosa (molekul gula) dan menghasilkan oksigen. Secara kimiawi, proses fotosintesis dapat dituliskan dengan reaksi berikut ini.

### Ayo Kita Pahami

**Di manakah terjadi fotosintesis ?**

Fotosintesis ini terjadi di dalam kloroplas yang terdapat pada jaringan palisade dan spons di daun tumbuhan.



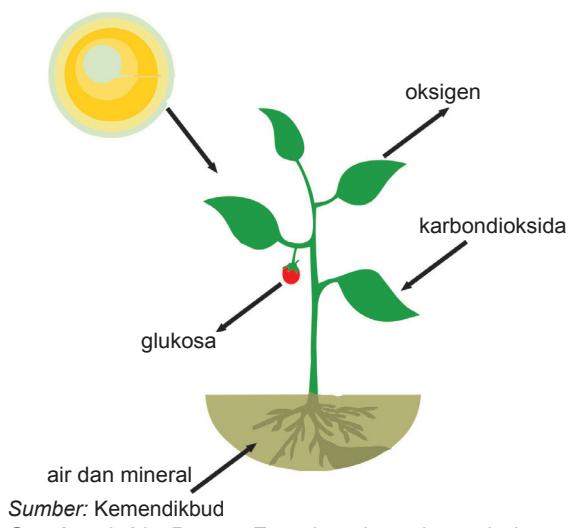
Apakah benar dalam proses fotosintesis dihasilkan oksigen dan glukosa? Ingatkah pada waktu kelas VII, kamu pernah melakukan penyelidikan *Ingeuhouz* dengan melihat fotosintesis pada tumbuhan *Hidrylla sp*? Ternyata gelembung-gelembung yang dihasilkan adakah oksigen. Nah apakah benar dalam proses fotosintesis dihasilkan glukosa? Coba amati data pengamatan praktikum kamu.

Proses fotosintesis terjadi dalam dua tahap, yaitu tahap pertama yang disebut dengan reaksi terang dan tahap kedua yang disebut dengan reaksi gelap. Pada beberapa reaksi kimia dalam tahap reaksi terang membutuhkan adanya cahaya yang diserap oleh pigmen klorofil. Cahaya yang diserap ini akan memecah air menjadi 2 molekul  $O_2$  (oksigen) dan  $H_2$  (hidrogen).

Oksigen akan dikeluarkan oleh tumbuhan melalui stomata. Hidrogen ( $H_2$ ) akan dipakai oleh tumbuhan untuk reaksi gelap pada proses fotosintesis. Carilah info dari berbagai sumber, bagaimanakah terjadinya reaksi gelap pada proses fotosintesis!

Apa pentingnya melakukan fotosintesis?

Fotosintesis berperan dalam menyediakan makanan untuk semua organisme. Organisme fotosintetik menggunakan karbon dioksida dan melepaskan oksigen yang dibutuhkan oleh semua organisme termasuk manusia untuk tetap hidup. Sebanyak 90% oksigen yang ada di atmosfer merupakan hasil fotosintesis. Jadi, peristiwa fotosintesis penting untuk keberlangsungan makhluk hidup di bumi.



Gambar 3.16 . Proses Fotosintesis pada tumbuhan

## D. Pemanfaatan Struktur Jaringan Tumbuhan dalam Teknologi

Kamu sudah mempelajari bagaimana struktur jaringan yang menyusun organ yang terdapat pada tumbuhan. Setiap tumbuhan memiliki struktur yang disesuaikan dengan fungsinya. Kamu sudah mengetahui bukan? Ada berbagai teknologi yang meniru makhluk hidup. Misalnya, pada helikopter yang meniru prinsip kerja pada capung, pembangkit listrik tenaga surya meniru prinsip daun, atau pesawat yang meniru prinsip kerja dari burung. Kalau kondisi rumah kira-kira meniru organ apa? Kalau susunan batu bata rumah dibuat meniru jaringan apa? Apakah kondisi rumah dibuat meniru organ akar dan susunan batu rumah meniru jaringan kambium? Coba diskusikan beberapa pemanfaatan teknologi di lingkunganmu, dengan meniru struktur tumbuhan.

### Refleksi

Betapa besar peran tumbuhan bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi ini. Tumbuhan ‘menelan’ hal-hal yang mungkin tidak kamu sukai, seperti panasnya sinar matahari dan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Kamu pasti merasa berat jika harus berdiri lama di bawah terik matahari dan kamu dapat pingsan jika terlalu banyak menghirup gas  $\text{CO}_2$ . Namun, tidak demikian halnya dengan tumbuhan yang memiliki struktur daun yang sangat kompleks dan klorofilnya yang dapat memanfaatkan sinar matahari untuk mengubah  $\text{CO}_2$  dan air menjadi zat gula dan gas Oksigen ( $\text{O}_2$ ) melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis ini dibutuhkan bagi setiap makhluk hidup untuk bertahan hidup. Maha Besar Tuhan, tidak ada ciptaan-Nya yang sia-sia di muka bumi ini. Hal-hal yang mungkin tidak kamu sukai tadi, dapat jadi sangat bermanfaat setelah diproses oleh makhluk hidup lain seperti halnya proses fotosintesis pada tumbuhan, bukan? Apa yang terjadi seandainya tidak ada tumbuhan di muka bumi? Mengapa duduk di bawah pohon rindang saat cuaca panas, akan terasa menyegarkan?

Banyak fenomena alam yang ditiru oleh para ilmuwan. Salah satunya, teknologi pembangkit listrik tenaga surya dibuat dengan meniru prinsip daun yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi kimia, sehingga dapat menjadi alternatif sumber energi yang sangat bermanfaat. Masih banyak fenomena lain yang dapat kamu pelajari, oleh karena itu teruslah belajar dari alam karena belum ada yang dapat menandingi kecanggihan ciptaan Tuhan, sehingga kamu akan lebih bersyukur dan menghargai lingkungan sekitar.



### Info Ilmuwan

Tahukah kamu, ada banyak ahli yang berperan dalam pengembangan ilmu tentang tumbuhan, di antaranya berikut ini. Robert Brown (1773-1858 M), seorang yang berkebangsaan Inggris, pada tahun 1831 melaporkan bahwa sel-sel epidermis tumbuhan, serbuk sari, dan kepala putik mengandung suatu struktur yang konstan yang disebut inti. Pada tahun 1938, Mathias J. Schleiden (1804-1882 M), seorang ahli pengetahuan berkebangsaan Jerman, melaporkan bahwa tubuh tumbuhan tersusun atas sel. Sebenarnya para ilmuwan telah mempelajari ilmu tentang tumbuhan sejak belasan abad yang lalu. Salah satu ilmuwan tersebut adalah Said Al Asma'i (740-831 M) yang hasil pengamatannya dibukukan dengan judul buku *An-Nabat was Syajar* (buku tentang tumbuhan dan pepohonan). Ilmuwan lain adalah Ad-Dinawari (828-896 M), penulis buku *Botany and Agriculture* yang menobatkan Ad-Dinawari sebagai pendiri botani atau ilmu tumbuh-tumbuhan. Selain para ilmuwan tersebut, ada Al-Baitar (1190-1248 M), yang dikenal sebagai ahli botani (tumbuhan) dan farmasi (obat-obatan) pada abad pertengahan. Sumbangsih utama Al-Baitar adalah buku *al-Jami fi al-Adwiya al-Mufrada*. Buku ini sangat populer dan merupakan buku paling terkemuka mengenai tumbuhan dan kaitannya dengan ilmu pengobatan.

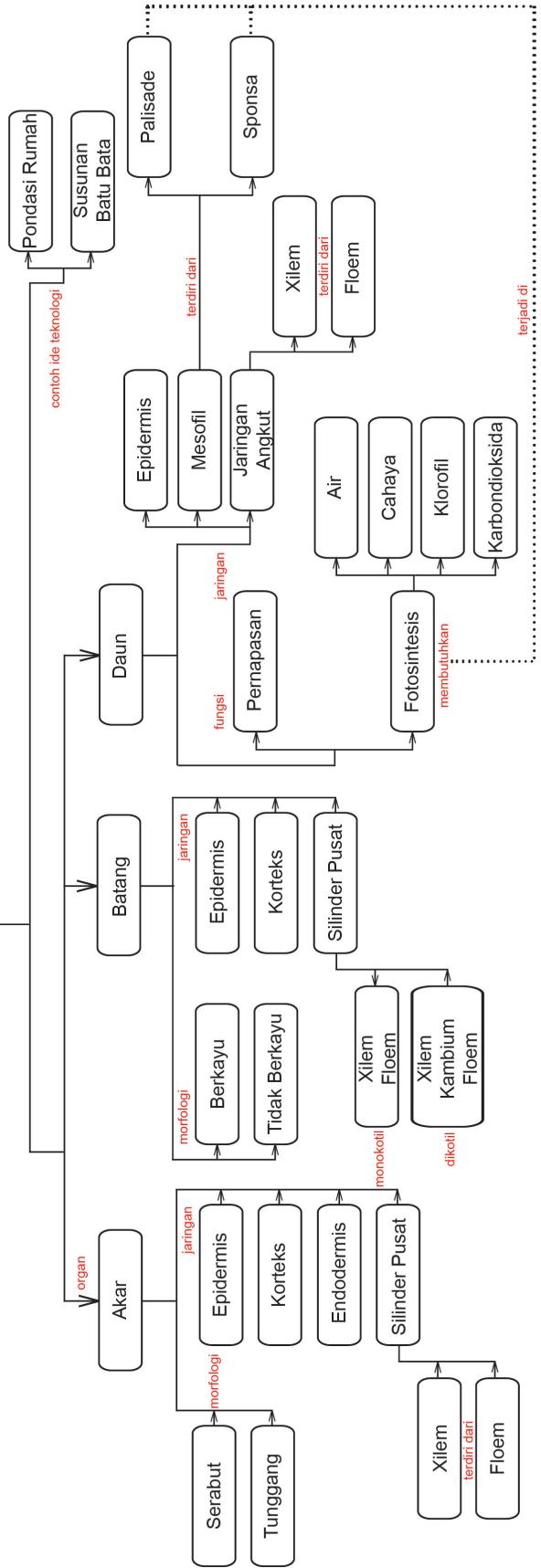


### Rangkuman

1. Tumbuhan terdiri atas tiga bagian utama yaitu akar, batang, dan daun.
2. Akar pada tumbuhan berfungsi sebagai jangkar yang menjaga tumbuhan dari tiupan angin dan arus air.
3. Secara anatomi, bagian-bagian akar meliputi epidermis, korteks, endodermis, dan silinder pusat.
4. Batang tumbuhan merupakan sumbu tumbuhan yang mendukung cabang, daun, dan bunga.
5. Batang dikotil dan monokotil memiliki perbedaan, yaitu batang dikotil memiliki kambium sementara batang monokotil tidak memiliki kambium.
6. Berkas pengangkut yang dijumpai pada tumbuhan ada dua macam yakni xilem yang mengangkut air dan mineral serta floem yang mengangkut hasil fotosintesis tumbuhan.
7. Daun tumbuhan memiliki beberapa macam jaringan, yakni epidermis, palisade, spons, dan pengangkut yang dilengkapi suatu struktur yang disebut stomata.
8. Daun berfungsi sebagai organ fotosintetik karena memiliki sel-sel parenkim yang berisi kloroplas sehingga dapat menghasilkan bahan berupa glukosa.
9. Struktur tumbuhan banyak diaplikasikan dalam teknologi. Contoh gedung Teater Esplanade yang berada di Singapura diilhami oleh bentuk buah durian.

# PETA KONSEP

Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan, serta Pemanfaatannya dalam Teknologi





## Uji Kompetensi Bab 3

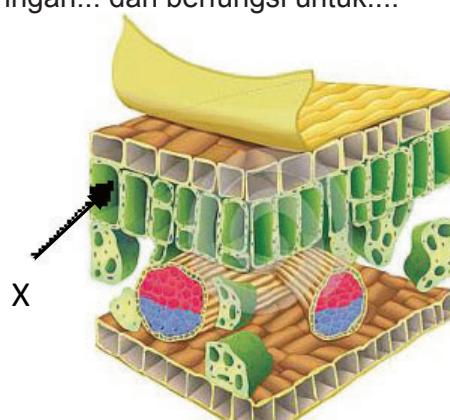
### A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Rambut atau bulu akar hanya terdapat pada bagian akar yang masih muda yang merupakan penonjolan atau diferensiasi dari jaringan....
  - a. epidermis
  - b. endodermis
  - c. korteks
  - d. silinder pusat
2. Umur pohon dapat dilihat dari garis-garis yang menunjukkan hasil kegiatan dari suatu masa pertumbuhan, garis-garis itu disebut....
  - a. felogen
  - b. xilem
  - c. parenkim kayu
  - d. lingkaran tahun
3. Perbedaan berkas pengangkut pada batang monokotil dengan batang dikotil adalah....
  - a. berkas pengangkut pada dikotil tersusun tidak beraturan
  - b. berkas pengangkut pada monokotil tersusun beraturan
  - c. berkas pengangkut pada dikotil dipisahkan oleh kambium
  - d. berkas pengangkut dikotil tidak memiliki kambium

#### 4 Perhatikan Gambar berikut.

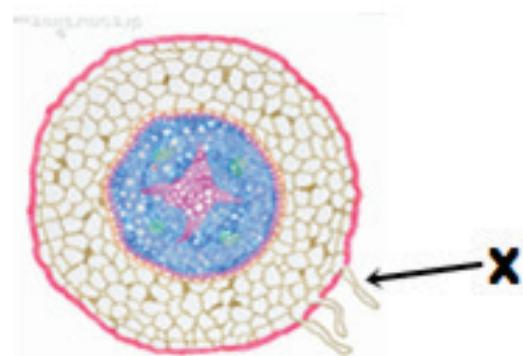
Jaringan yang ditunjukkan oleh huruf X merupakan salah satu jaringan penyusun daun, jaringan X disebut jaringan... dan berfungsi untuk....

- a. palisade, berperan dalam pengangkutan air
- b. palisade, berperan dalam fotosintesis
- c. sponsa, berperan dalam pengangkutan air
- d. sponsa, berperan dalam fotosintesis



5. Perhatikan gambar anatomi akar di samping! Berdasarkan gambar, fungsi dari struktur X adalah....

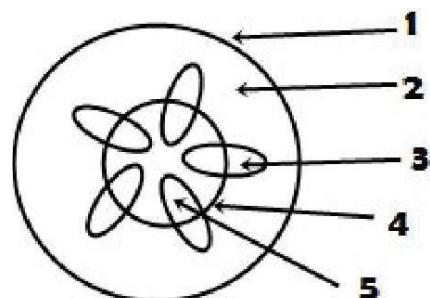
- a. Memperluas daerah penyerapan air dan unsur hara dari tanah
- b. Melindungi akar ketika menembus tanah
- c. Mengangkut air dan unsur hara dari tanah
- d. Menopang pohon untuk tetap dapat berdiri



6. Perhatikan gambar di bawah !

Bagian yang berfungsi sebagai jaringan pengangkut ditunjukkan pada bagian bernomor....

- a. 1 dan 3      c. 3 dan 4
- b. 2 dan 5      d. 3 dan 5



7. Berikut ini, bagian-bagian akar yang dilalui oleh air tanah secara berturut-turut adalah....

- a. epidermis bulu akar – parenkim – endodermis – xilem akar
- b. epidermis bulu akar – endodermis – parenkim – xilem akar
- c. epidermis bulu akar – kambium – parenkim – xilem akar
- d. kulit luar – kambium –endodermis – xilem akar

8. Sehelai daun ditutupi sebagian dengan kertas timah, lalu diletakkan di tempat yang terkena cahaya matahari selama 24 jam. Daun tersebut kemudian dipetik dan dilakukan uji iodium pada permukaan atas daun. Proses tersebut merupakan cara untuk....

- a. mengetahui bahwa hasil fotosintesis adalah amilum
- b. mengetahui bahwa amilum terdapat pada seluruh bagian daun
- c. mengetahui bahwa klorofil diperlukan dalam fotosintesis
- d. mengetahui bahwa pada fotosintesis terbentuk gas oksigen

9. Struktur daun yang berfungsi sebagai tempat pembuatan makanan dan tempat pertukaran udara dalam tumbuhan secara berturut-turut adalah....
- jaringan palisade dan stomata
  - jaringan sponsa dan epidermis
  - jaringan palisade dan xilem
  - jaringan sponsa dan floem
10. Jaringan yang berfungsi menyebarluaskan hasil fotosintesis ke seluruh bagian adalah....
- rambut akar
  - epidermis
  - endodermis
  - floem

**B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut !**

- Berdasarkan hasil pengamatan kamu pada saat mengamati struktur anatomi batang pada kacang tanah dan jagung, jawablah pertanyaan berikut.
  - Jelaskan perbedaan struktur jaringan dari kedua batang tersebut!
  - Berdasarkan ciri-cirinya, termasuk kelompok tumbuhan apakah jagung dan kacang tanah?
- Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana yang dilakukan oleh tumbuhan. Sebutkan 3 faktor yang mempengaruhi proses fotosintesis?
- Akar pada tumbuhan berfungsi sebagai penopang tumbuhan untuk tumbuh, namun pada beberapa tumbuhan akar termodifikasi membentuk fungsi khusus. Sebutkan 3 macam jenis akar yang termodifikasi disertai dengan contoh tumbuhannya!
- Pada suatu pengamatan percobaan tentang fotosintesis ditemukan data sebagai berikut. Setelah ditetesi iodium, dampaknya seperti gambar dibawah ini.



- a. Jelaskan pada bagian daun yang mana terjadi fotosintesis dan buktikan berdasarkan data pengamatan tersebut!
  - b. Apa fungsi dari memasukan daun yang akan diuji pada air yang mendidih?
  - c. Apa fungsi dari penggunaan alkohol dalam proses pengujian daun yang mengalami fotosintesis?
5. Tumbuhan membutuhkan berbagai bahan untuk fotosintesis. Salah satunya adalah air yang bergerak dari akar sampai ke ujung daun tetap.
- a. Bagaimanakah cara air yang diserap dari tanah dapat sampai ke daun paling atas?
  - b. Bagian tubuh tumbuhan manakah yang berperan?

## Bab 4

# Sifat Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-Hari

Pernahkah kamu berpikir, mengapa alat-alat bengkel terbuat dari besi, piring dan mangkok di rumah terbuat dari kaca, serta pakaian seragamu dari kain?

Bahan-bahan di sekitar kita memiliki sifat dan karakteristik yang khusus dan unik, sehingga kita dapat memanfaatkannya sesuai dengan kebutuhan kita.

Dalam bab ini akan dibahas sifat bahan-bahan di sekitar kita dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.



Coba perhatikan benda-benda yang ada di sekitarmu! Terbuat dari bahan apakah baju yang kamu pakai, pensil dan tempat pensilmu, serta cangkir yang kamu gunakan untuk minum? Tahukah kamu, bahwa benda yang kamu gunakan sehari-hari terbuat dari berbagai macam bahan? Adakah benda-benda sekelilingmu yang terbuat dari logam? Nah, kalau kamu perhatikan berbagai benda yang kamu gunakan sehari-hari, ada yang terbuat dari bahan logam dan nonlogam. Bahan logam, dapat dibedakan lagi menjadi bahan logam besi dan nonbesi. Logam besi merupakan logam yang mengandung besi (Fe) sebagai unsur utamanya. Contohnya, mesin kendaraan bermotor dan mesin pabrik. Logam nonbesi merupakan bahan yang mengandung sedikit atau tanpa besi. Contohnya, alumunium untuk peralatan masak, tembaga untuk alat-alat listrik, dan nikel untuk bahan campuran uang logam.



A



B



C



D



E



F

Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 4.1** Berbagai barang dalam kehidupan sehari-hari Baju (A), Pistil dan mortar (B), Sandal (C), Gelas (D), Kursi (E), Rangka atap besi (F)



### Ayo Kita Pelajari

Sifat bahan dan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari



### Istilah Penting

1. Polimer alami
2. Polimer sintetis
3. Keramik
4. Gelas



### Mengapa Penting?

Mengetahui fungsi dan peran serat untuk membuat bahan yang kita inginkan

### AYO

### TEBAK

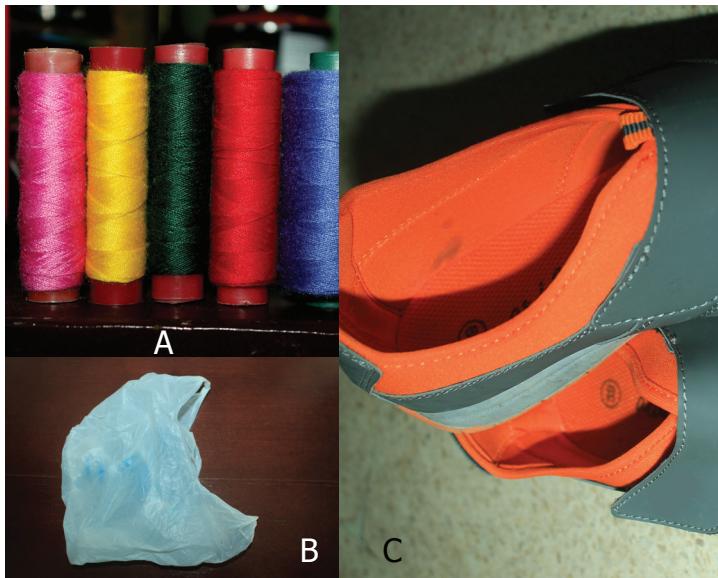
Lihatlah Gambar 4.1 berbagai macam peralatan yang biasa kamu gunakan di rumah atau di sekolah. Menurutmu, peralatan yang ada pada gambar di samping ini terbuat dari bahan apa sajakah?



### AYO

### PIKIRKAN

Dalam kehidupan sehari-hari, kita menggunakan berbagai macam alat. Alat-alat yang kita pakai itu terbuat dari berbagai macam bahan yang berbeda-beda. Bahan tersebut ada yang termasuk bahan sintetis. Perhatikan bahan yang digunakan untuk membuat barang pada gambar di samping. Apakah termasuk bahan alami atau bahan sintetis?



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 4.2** Berbagai barang keperluan sehari-hari  
Benang (A), Plastik (B), Sepatu (C)

Baju dan pensil terbuat dari bahan nonlogam. Bahan nonlogam dibedakan menjadi: polimer, keramik, gelas, bahan biologi atau biomaterial, dan lain sebagainya. Polimer tersusun dari gabungan beberapa monomer. Monomer adalah kelompok kecil molekul yang dapat dirangkaikan menjadi polimer. Salah satu contoh monomer adalah molekul glukosa. Ketika monomer-monomer glukosa bersatu, akan dapat terbentuk selulosa. Dengan demikian, selulosa adalah polimer. Pernahkah kamu membandingkan kain katun dengan plastik? Kedua bahan tersebut adalah polimer. Kain katun terbuat dari kapas sehingga digolongkan ke dalam polimer alami. Plastik dihasilkan melalui sintesis kimia sehingga digolongkan ke dalam polimer sintetis.

Barang yang ada di sekitar kita juga ada yang terbuat dari keramik. Keramik adalah barang dari tanah liat yang dibakar, seperti gerabah, genteng, porselin dan sebagainya. Selain berbagai benda yang telah disebutkan tadi, kamu akan menemukan benda-benda yang terbuat dari gelas maupun kayu.

Pada bab ini kamu akan belajar sifat bahan dan kegunaan beberapa bahan seperti serat, karet, kayu, keramik, dan gelas. Bahan lain seperti plastik (polimer sintetis) dan logam akan kamu pelajari pada kelas IX.

## A. Bahan Serat

Pernahkah kamu mendengar istilah serat? Istilah serat sering dikaitkan dengan sayur-sayuran, buah-buahan, dan tekstil. Sayuran dan buah-buahan merupakan makanan berserat tinggi yang sangat baik bagi sistem pencernaan makanan. Serat juga digunakan sebagai bahan baku tekstil (bahan pembuat pakaian). Pernahkah kamu menyobeknyobek kain perca (sisa bahan pembuat pakaian)? Bila kain perca disobek-sobek, maka ‘anyaman’ kain jadi rusak dan kamu akan mendapatkan bentukan seperti benang yang disebut serat. Secara kimiawi serat adalah suatu polimer.

Berdasarkan asal bahan penyusunnya serat dikelompokkan menjadi serat alami (polimer alami) dan serat sintetis (polimer sintetis). Bahan serat alami diperoleh dari tumbuhan, hewan, dan mineral. Serat tumbuhan diperoleh dari selulosa tumbuhan, misalnya dari kapas, kapuk, dan rami. Contoh tekstil dari selulosa adalah katun dan linen. Serat hewan berupa serat protein dapat diperoleh dari rambut domba, benang jala yang dihasilkan oleh laba-laba, dan kepompong ulat sutera. Contoh tekstil dari serat protein yaitu wol dan sutera. Serat mineral, umumnya dibuat dari mineral asbestos.

Serat sintetis merupakan serat yang dibuat oleh manusia, bahan dasarnya tidak tersedia secara langsung dari alam. Contoh kain yang terbuat dari serat sintetis adalah rayon, polyester, dakron dan nilon.

Pemanfaatan tekstil dari berbagai macam serat didasarkan pada ciri-ciri seratnya antara lain kehalusan, kekuatan, daya serap, dan kemuluran atau elastisitas. Salah satu cara untuk menentukan ciri dari bahan serat dapat dilakukan dengan analisis pembakaran. Namun, analisis pembakaran ini harus dilakukan dengan hati-hati. Kamu tidak dianjurkan melakukan sendiri analisis dengan cara membakar bahan tekstil, mungkin gurumu yang akan mendemonstrasikannya.

Tahukah kamu mengapa orang Indonesia lebih suka memakai baju dari katun, linen, dan sutera; sedangkan penduduk di negara subtropis lebih suka memakai baju dari wol? Pertanyaan tersebut dapat kamu jawab dengan mempelajari ciri-ciri serat berikut.

Bahan tekstil dari selulosa (kapas) memiliki karakteristik: bahan terasa dingin dan sedikit kaku, mudah kusut, mudah menyerap keringat, rentan



Sumber: <http://www.architechtaria.com>

Gambar 4.3. Berbagai barang terbuat dari serat

terhadap jamur. Serat kapas mudah terbakar, kalau terbakar nyalanya berjalan terus, berbau seperti kertas, dan meninggalkan abu berwarna kelabu. Serat linen dibandingkan dengan katun mempunyai ciri lebih halus, lebih kuat, berkilau lembut, kurang elastis, mudah kusut, tidak tahan seterika panas. Serat linen mudah terbakar, bila terbakar nyalanya berjalan terus, berbau seperti kertas terbakar, dan meninggalkan abu berwarna kelabu.

Serat sutera mempunyai ciri-ciri berkilau, sangat bagus dan lembut, tidak mudah kusut, sangat halus, kekuatannya tinggi, dan kurang tahan terhadap sinar matahari. Mempunyai daya serap cukup tinggi, tidak mudah berjamur, sukar terbakar, cepat padam, berbau seperti rambut terbakar, bekas pembakaran berbentuk abu hitam, bulat, dan mudah dihancurkan.

Serat wool, mempunyai ciri agak kuat, tidak berkilau, keriting, kekenyalan tinggi, elastisitas tinggi, dan merupakan penahan panas yang baik, tahan terhadap jamur dan bakteri. Pada pembakaran terbentuk gumpalan hitam dan berbau rambut terbakar.

Serat asbes umumnya mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, daya mulurnya sangat rendah, hanya sedikit menyerap air, sangat tahan panas dan api, dan tahan cuaca. Serat asbes merupakan pengantar listrik dan panas yang jelek, sehingga mineral asbes banyak dimanfaatkan untuk pelapis kabel listrik, sarung tangan, dan tirai.

Serat nilon mempunyai ciri sangat kuat, ringan dan berkilau, elastisitas sangat kuat, tidak mudah kusut, tahan terhadap serangan jamur dan bakteri. Nylon tidak tahan panas, mudah terbakar, meleleh bila dibakar, berbau khas, serta meninggalkan bentuk pinggiran keras yang berwarna cokelat.

Serat polyester mempunyai ciri elastisitasnya tinggi sehingga tidak mudah kusut, tahan terhadap sinar matahari, tahan suhu tinggi, daya serap air yang rendah, tahan terhadap jamur, bakteri, dan serangga. Apabila dibakar polyester mudah terbakar, tetapi apinya cepat padam, meninggalkan tepi yang keras dan berwarna cokelat muda.

Penggunaan bahan-bahan alami dan sintetis dapat dicampurkan untuk memperbaiki kualitas bahan. Contoh tekstil dari bahan serat campuran adalah TC (*Tetoron Cotton*) campuran dari polyester dan katun, dan TR (*Tetoron Rayon*) campuran dari polyester dan rayon. Ciri dari tekstil ini kurang dapat menyerap keringat dan agak panas di badan, tidak susut dan mengembang, apabila dibakar akan menghasilkan abu dan arang.

Cobalah buat tabel ciri-ciri serat yang sudah kamu pelajari tersebut, agar kamu lebih mudah membandingkannya. Bisakah kamu membuat tabel yang praktis untuk belajar tentang serat?



Serat alami, contohnya sutera, kapas, dan wol merupakan bahan baku pembuatan kain. Serat alami wol dan sutera apabila dibakar menimbulkan bau seperti rambut, sedangkan kapas apabila dibakar berbau seperti kayu terbakar dan abu sisa pembakaran berupa serbuk berwarna abu-abu.

Serat sintetis, contohnya rayon, dakron, nilon, dan akrilik merupakan bahan baku pembuatan sarung tangan yang tebal, kaos kaki, baju, kain parasut, tali tambang, benang jahit, karpet, jok mobil, terpal hujan, dan baju tahan air. Serat sintetis bila dibakar menimbulkan bau seperti plastik terbakar dan sisa pembakaran berupa gumpalan warna hitam.

### ✓ Ayo Kita Lakukan

#### Mengidentifikasi Ciri-ciri Serat

##### Apa yang kamu lakukan?

1. Bekerjalah dengan kelompokmu!
2. Kumpulkan 5 macam potongan-potongan kain perca yang terbuat dari bahan serat yang berbeda-beda berukuran lebih kurang 2 X 5 cm.
3. Beri nomor pada potongan bahan serat tersebut.
4. Teliti dan identifikasi sifat fisik bahan tersebut satu per-satu dengan cara berikut.
  - a. Rabalah potongan-potongan bahan tersebut untuk melihat kehalusan/kelembutan bahan.
  - b. Perhatikan permukaan potongan-potongan bahan untuk mengidentifikasi kemengkilapannya.
  - c. Remas-remaslah dengan tanganmu potongan-potongan bahan tersebut untuk melihat kekusutannya.
  - d. Tarik-tariklah potongan bahan itu untuk melihat elastisitasnya.
  - e. Celupkan secara pelan-pelan ke dalam gelas berisi air, mulailah dari ujung potongan bahan. Untuk melihat daya serap terhadap air, hitunglah waktu yang diperlukan untuk membasahi potongan kain sepanjang 2 cm.
  - f. Tarik-tariklah potongan bahan yang basah untuk melihat kekuatannya.
5. Catat data yang kamu peroleh ke dalam Tabel 4.1 dengan memberi tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan sifat fisiknya.

**Tabel 4.1** Sifat-sifat Fisik Bahan dari Serat Alam dan Sintetis

Sifat Fisik Serat	Nomor kain dari bahan serat									
	1		2		3		4		5	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Lembut										
Mengkilap										
Tahan kusut										
Elastisitas										
Daya Serap										
Kuat										

6. Perhatikan bila gurumu melakukan demonstrasi membakar potongan-potongan bahan serat di atas nyala lilin. Bagaimanakah bau dan bentuk sisa pembakaran?
7. Catat data yang kamu peroleh ke dalam Tabel No.4.5 dengan memberi tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan sifat fisiknya.

**Tabel 4.2** Sifat-Sifat Bahan dari Serat Alam dan Sintetis Apabila Dibakar

Sifat Fisik Serat	Nomor Barang dari Bahan Serat				
	1	2	3	4	5
Bau rambut terbakar					
Bau kayu terbakar					
Bau plastik terbakar					
Sisa berbentuk serbuk					
Sisa berbentuk gumpalan					

Berdasarkan data pada Tabel 4.5, kerjakan tugas berikut.

1. Kelompokkan bahan-bahan yang termasuk serat alami dari selulosa.
2. Tuliskanlah sifat-sifat fisik produk dari serat alami (kapas).
3. Kelompokkan bahan-bahan yang termasuk serat alami dari sutera atau wol.
4. Tuliskanlah sifat-sifat fisik produk dari serat alami (wol dan sutera).
5. Kelompokkan bahan-bahan yang termasuk serat sintetis dari nilon dan polyester.
6. Tuliskanlah sifat-sifat fisik produk dari serat sintetis (nilon dan polyester).

## B. Bahan Karet



Gambar 4.4 Barang-barang terbuat dari karet

Siapa di antara kamu ada yang sudah mengetahui pohon karet? Disebut pohon karet karena tanaman ini menghasilkan karet. Menurut sejarahnya pohon karet berasal dari lembah Amazon Brasilia dengan nama ilmiah *Hevea brasiliensis*. Pohon karet baru masuk ke Asia pada tahun 1876 M, setelah Inggris menyelundupkan biji karet dari Brazilia untuk dikembangkan di Taman Botani Inggris dan negara-negara jajahannya termasuk Malaysia. Tahukah kamu bahwa Indonesia merupakan negara penghasil karet terbesar kedua, setelah Thailand? Karet dihasilkan oleh pohon karet berupa getah seperti susu yang disebut lateks. Lateks diperoleh dengan cara menyadap, yaitu dengan menyayat kulit pohon atau pada bagian kortex tumbuhan (Gambar 4.8).



### Ayo Kita Pelajari

Pada sub bab ini kamu mempelajari tentang karet dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari



### Istilah Penting

1. Lateks
2. Karet alam
2. Karet sintetis



### Mengapa Penting?

Pada bagian ini kamu akan belajar tentang pengolahan bahan sintetis dan penggunaan produknya secara benar, juga tidak mengganggu kesehatan manusia.



Sumber: Grant cochrane, 2013

Gambar 4.5 Seorang penyadap karet



Sumber: Grant cochrane, 2013

Gambar 4.6 Hasil penyadapan lateks karet



Sumber: Bridgestone Corp, 2013

Gambar 4.7 Karet sintetik

Secara kimiawi karet alam adalah senyawa hidrokarbon yang merupakan polimer alam hasil penggumpalan lateks alam dan merupakan makromolekul polisioprena ( $C_5H_8$ ) $n$ .

Karet alam memiliki banyak sifat unggul. Karet alam memiliki daya elastis atau daya lenting yang baik, plastisitas yang baik, mudah pengolahannya, tidak mudah aus (tidak mudah habis karena gesekan), dan tidak mudah panas. Sifat

unggul lain dari karet alami adalah memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan, tahan hentakan yang berulang-ulang, serta daya lengket yang tinggi terhadap berbagai bahan. Dalam bidang industri, karet alam memiliki peran yang sangat besar. Contohnya adalah ban pesawat terbang dan ban mobil balap dibuat dari bahan baku utama karet alam murni.

#### ✓ Ayo Kita Pahami

Tahukah kamu bahwa pada karet alami menyebabkan alergi pada orang tertentu? Lateks mengandung 2-3% protein. Sebagian orang alergi terhadap protein lateks. Gejalanya bisa ringan sampai berat, tergantung pada jenis alergi yang terjadi. Umumnya, alergi lateks menunjukkan gejala ringan seperti gatal, ruam pada kulit, bersin, keluar ingus, dan batuk. Pada sebagian orang, alergi ini bisa menunjukkan gejala yang berat seperti sesak napas, dada sesak, tekanan darah rendah, kebingungan, pusing, susah berbicara, mual dan muntah, denyut jantung lemah. Bila menunjukkan gejala-gejala alergi yang berat tersebut, sebaiknya segera ke dokter. Upaya yang tepat untuk mencegah alergi adalah menghindari penyebab alergi.

Karet sintetis terbuat dari bahan baku yang berasal dari minyak bumi, batu bara, minyak, gas alam, dan acetylene. Banyak dari karet sintetis adalah kopolimer, yaitu polimer yang terdiri dari lebih dari satu jenis monomer. Karet sintetis dapat diubah susunannya sehingga diperoleh sifat yang sesuai dengan kegunaannya. Karet sintetis dapat digunakan untuk berbagai keperluan, bahkan dapat menggantikan fungsi karet alam. Karet sintetis mempunyai beberapa keunggulan dibanding karet alam yaitu tahan terhadap suhu tinggi/panas, minyak, pengaruh udara, dan kedap gas. Karet sintetis memiliki banyak jenis. Berikut beberapa jenis karet sintetis dengan sifat dan kegunaannya.

1. NBR (*Nytrile Butadiene Rubber*). NBR memiliki ketahanan yang tinggi terhadap minyak, digunakan dalam pembuatan pipa karet untuk bensin dan minyak, membran, seal, gaskot, serta peralatan lain yang banyak dipakai dalam kendaraan bermotor.
2. CR (*Chloroprene Rubber*), CR dengan ciri tahan terhadap nyala api, digunakan sebagai bahan pipa karet, pembungkus kabel, seal, gaskot, dan sabuk pengangkut.
3. IIR (*Isobutene Isoprene Rubber*), IRR mempunyai sifat kedap air, digunakan untuk bahan ban bermotor, pembalut kawat listrik, pelapis bagian dalam tangki, tempat penyimpanan lemak dan minyak.

 **Ayo Kita Coba**

### Mengidentifikasi Bahan Karet Alami dan Buatan

#### Apa yang kamu siapkan?

1. Lima macam benda yang terbuat dari karet (balon karet, gelang karet, bola bekel, dot bayi, karet penghapus atau benda dari bahan karet)
2. 100 cc minyak tanah
3. Botol selai ukuran 200 cc

#### Apa yang kamu lakukan

1. Bekerjalah dengan kelompokmu!
2. Kumpulkan 5 macam barang bekas yang terbuat dari bahan karet (misalnya: karet penghapus, karet gelang, bola bekel, dot bayi, balon karet, dan bahan lain yang terbuat dari karet yang ada di sekitarmu).
3. Teliti dan identifikasi sifat bahan tersebut satu-per satu dengan cara berikut.
  - a. Ukurlah masing-masing bahan dengan alat ukur yang sesuai, misalnya dengan penggaris, meteran atau jangka sorong. Catat masing-masing bahan pada Tabel 4.10
  - b. Rendamlah bahan-bahan tersebut ke dalam botol selai yang berisi minyak tanah selama 6 jam. Hati-hati dalam melakukan kegiatan ini, dan jauhkan dari api.
4. Catat data yang kamu peroleh ke dalam Tabel 4.3

**Tabel 4.10 Data Pengamatan Identifikasi Karet Alam dan Sintetis**

No.	Nama Bahan	Ukuran Sebelum Direndam	Ukuran Sesudah Direndam
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Jawablah!

1. Setelah bahan-bahan tersebut direndam minyak tanah apakah ukurannya berubah?
2. Bahan-bahan apa sajakah yang ukurannya berubah? Mengapa demikian?
3. Bahan-bahan apa sajakah yang ukurannya tidak berubah? Mengapa demikian?
4. Berdasarkan data tersebut, apa saja yang termasuk bahan karet alami? dan bahan apa saja yang tergolong karet sintetis?

## C. Bahan Tanah Liat dan Keramik



**Gambar 4.8** Berbagai produk tanah liat

Coba perhatikan piring yang kamu pakai, pot bunga dari tembikar, serta vas bunga dari keramik. Apakah kamu pernah berpikir bahwa benda-benda tadi berasal dari bahan yang sama yaitu tanah liat? Kita banyak menggunakan barang pecah belah yang terbuat dari bahan lempung atau tanah liat dalam kehidupan kita sehari-hari. Tanah liat merupakan bahan



### Ayo Kita Pelajari

Pada sub bab ini kamu mempelajari tentang keramik dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari



### Kosakata

1. Terakota
2. Gerabah
3. Keramik
4. Porselin
5. Semen

dasar yang dipakai dalam pembuatan keramik. Secara kimiawi tanah liat termasuk hidrosilikat alumina. Sifat fisik tanah liat yaitu plastis bila keadaan basah, keras bila kering, dan bila dibakar menjadi padat dan kuat.

Secara umum barang-barang yang dibuat dari tanah liat dinamakan keramik. Namun, saat ini tidak semua keramik berasal dari tanah liat. Keramik dibedakan menjadi dua kelompok yaitu keramik tradisional yang bahan bakunya dari tanah liat dan keramik halus atau keramik teknik yang bahan bakunya dari oksida-oksida logam atau logam, seperti: oksida logam ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgO}$ , dan lainnya). Keramik halus ini penggunaanya sebagai elemen pemanas, semikonduktor, komponen turbin, dan pada bidang medis.

Berdasarkan komposisi tanah liat dan suhu pembakarannya, keramik tradisional dibedakan menjadi tembikar (*terakota*), gerabah (*earthenware*), keramik batu (*stoneware*), dan porselin (*porcelain*).

Terakota atau tembikar adalah produk yang bahan bakunya dari tanah liat dengan pembakaran sekitar  $1000^\circ\text{C}$ . Gerabah adalah produk yang bahan bakunya dari tanah liat dengan pembakaran  $1200^\circ\text{C}$ . Bahan baku keramik batu adalah tanah liat dengan campuran bahan lain diantaranya kuarsa dan air, dibakar sampai suhu  $1200^\circ\text{C}-2000^\circ\text{C}$ . Porselin dibuat dari bahan yang mirip dengan keramik tetapi baru mulai matang pada pembakaran  $15000^\circ\text{C}$ . Berikut beberapa contoh produk yang terbuat dari bahan baku tanah liat.

1. Batu bata merah, genting, lubang angin angin hiasan genting, merupakan jenis produk terakota atau tembikar.
2. Kendi, gentong, cobek, tutup pengukus, pot bunga, dan celengan dari tanah liat merupakan jenis produk gerabah.
3. Mangkuk sayur, piring, cangkir, tatakan, dan teko merupakan produk jenis keramik.
4. Tegel, perlengkapan saniter (bak pencuci, bak mandi), dan isolator listrik merupakan produk jenis porselin.



Gambar 4.9. Batu bata



Sumber: Malt Banks, 2011

Gambar 4.10. Genting pada atap rumah

Kualitas terakota, gerabah, dan keramik lebih rendah dari porselin. Secara kasat mata sulit membedakan kualitas produk tanah liat dari tembikar sampai porselin, karena yang membedakan adalah komposisi kandungan mineral dari bahan dan tingkat pembakarannya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk

membedakan tingkat pembakarannya adalah mengetahui perbedaan suara dari suatu keramik yang telah dibakar. Makin nyaring suara suatu keramik disentuh atau dipukul, maka makin tinggi juga suhu pembakarannya.

Tanah liat menjadi bahan utama dari produk gerabah. Selain produk gerabah, tanah liat juga dapat dibuat menjadi bahan pembuat keramik. Saat ini keramik dapat dibuat dengan bahan tanah liat yang sudah dalam bentuk kemasan siap pakai, dikenal dengan *Ready mix*.

Peralatan yang diperlukan untuk membuat keramik, antara lain mixer digunakan untuk mengaduk bahan keramik, glasir yang berfungsi mengkilapkan, cetakan gypsum, penggiling glasir, rak pengering, pencelup glasir, dan oven atau tungku pemanas.



Sumber: Sira Anamwong, 2013  
**Gambar 4.11** Produk keramik

## 1. Teknik Pembuatan Keramik

Pembuatan keramik umumnya dilakukan dengan tiga teknik pembentukan keramik, yaitu:

- pembentukan tangan langsung (*hand building*).
- teknik putar (*throwing*), dan
- teknik cetak (*casting*).

## 2. Secara umum langkah-langkah pembuatan keramik sebagai berikut.

- Tahap pembentukan, yaitu tahap pengubahan tanah liat plastis menjadi benda-benda yang dikehendaki.
- Pengeringan, bertujuan untuk menghilangkan air yang terikat pada badan keramik.
- Pembakaran, yaitu proses mengubah bahan yang rapuh menjadi bahan yang padat, keras, dan kuat.
- Glasir, untuk melapisi permukaan keramik melalui proses pengeringan. Glasir merupakan material yang terdiri atas beberapa bahan tanah atau batuan silikat yang akan membuat permukaan keramik seperti gelas yang mengkilap.



Sumber: Frans. H, Tanpa tahun  
**Gambar 4.12**  
Penuangan adonan keramik

- e. Tahap pelukisan untuk memberikan hiasan dengan motif-motif yang menarik.
- f. Pembakaran kembali dalam oven dengan suhu lebih kurang  $800^{\circ}\text{C}$
- g. Pengemasan sesuai permintaan.



**Gambar 4.13** Mencetak gentong

### ✓ Ayo Kita Pahami

1. Tanah liat merupakan bahan utama pembuatan benda seperti terakota, gerabah, keramik, dan porselin.
2. Bahan tambahan keramik tradisional seperti kuarsa, kaolin, feldspar dipakai untuk pembuatan benda seperti terakota, gerabah, keramik, dan porselin.
3. Bahan keramik halus meliputi: oksida logam  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgO}$  atau logam lainnya.
4. Terakota dan gerabah terbuat dari tanah liat dan dibakar pada suhu dan lama bervariasi. Terakota dibakar pada suhu sekitar  $900^{\circ}\text{-}1000^{\circ}\text{C}$ , dan gerabah dibakar pada suhu sekitar  $1200^{\circ}\text{C}$ .
5. Keramik batu dibakar pada suhu  $1200^{\circ}\text{-}1300^{\circ}\text{C}$  (waktu bervariasi).
6. Porselin dibakar pada suhu lebih dari  $1350^{\circ}\text{-}1500^{\circ}\text{C}$  (waktu bervariasi).
7. Keramik dan porselin dibuat dari variasi tanah liat, antara lain (*clay*), pasir, dan *feldspar*.

### ✓ Ayo Kita Coba

#### Mengidentifikasi Kualitas Produk Tanah Liat

##### Apa yang kamu siapkan?

1. Lima barang yang merupakan produk tanah liat yang ada di sekitar kamu misalnya cangkir, piring, vas bunga, pot bunga, tembikar, gerabah, keramik, atau yang lain.
2. Pensil

### Apa yang kamu lakukan

1. Bekerjalah dengan kelompokmu!
2. Teliti dan identifikasi sifat bahan yang kamu bawa satu-per satu dengan cara berikut.
  - a. Ketuklah barang-barang tersebut pelan-pelan.
  - b. Dengarkan kenyaringan suara yang ditimbulkan.
- Hati-hati dalam melakukan kegiatan ini, jangan sampai barang kamu pecah.
5. Catat data yang kamu peroleh ke dalam Tabel 4.4

**Tabel 4.4** Data Pengamatan Identifikasi Kualitas Produk Tanah Liat.

No.	Nama Barang	Kenyaringan Suara		
		rendah	sedang	tinggi
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Dari kelima barang tersebut barang nomor berapa yang suaranya paling tinggi?
2. Sebaliknya, dari kelima barang tersebut barang nomor berapa yang suaranya paling rendah?
3. Buatlah kesimpulan berdasarkan data yang kamu peroleh!

## D. Bahan Gelas

Apakah kamu sering menggunakan peralatan rumah tangga yang terbuat dari gelas seperti cangkir, gelas minum, dan botol kecap? Pernahkah kamu berpikir terbuat dari apa gelas tersebut? Mengapa produk tertentu harus dikemas dalam gelas? Pertanyaan itu akan terjawab setelah kamu mempelajari materi ini.

Tahukah kamu, gelas atau kaca yang kamu gunakan sehari-hari sudah digunakan oleh masyarakat prasejarah sejak zaman paleotikum (zaman batu). Sejarah pembuatan kaca memang masih diperdebatkan, namun penggunaan kaca alami yang disebut obsidian tidak diragukan lagi.

Obsidian adalah produk sampingan alami dari letusan gunung berapi berupa benda yang tajam, mengkilap dengan warna hitam, orange, abu-abu, atau hijau. Obsidian merupakan benda yang sangat berharga bagi masyarakat prasejarah dan digunakan untuk membuat alat-alat dari batu. Menurut catatan sejarah, kaca sudah diproduksi sejak tahun 4 SM (Sebelum Masehi) yaitu dengan bahan pasir kuarsit yang dipanaskan sampai meleleh kemudian dibiarkan dingin, dan terbentuklah benda keras yang tembus pandang.

Coba perhatikan Gambar 4.14. Barang-barang tersebut terlihat bening, tembus pandang, dengan permukaan halus. Coba bandingkan dengan barang dari bahan keramik! Bagaimana bedanya?

Gelas merupakan benda padat, dan strukturnya berbeda dengan keramik. Gelas merupakan senyawa kimia dengan susunan yang kompleks, diperoleh dengan pembekuan lelehan melalui pendinginan. Bahan baku pembuatan kaca ada dua kelompok yaitu (1) bahan yang dibutuhkan dalam jumlah besar meliputi pasir silika, soda abu, batu kapur, *feldspar* dan pecahan gelas (*cullet*), dan (2) bahan yang dibutuhkan dalam jumlah kecil meliputi natrium sulfat, natrium bikroma, selenium dan arang. Pasir silika, batu kapur dan *feldspar* sangat melimpah di Indonesia.

Gelas adalah produk yang bersifat bening, tembus pandang secara optik, dengan kekerasan yang cukup. Gelas bersifat sangat rapuh, mudah pecah



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 4.14** Perabotan dari gelas



Sumber: Dokumen Kemendikbud  
**Gambar 4.15** Gelas kemasan obat

menjadi pecahan yang tajam, mudah dimodifikasi bentuknya dengan proses kimia atau pemanasan, sehingga memiliki sifat estetika atau keindahan yang tinggi. Coba perhatikan Gambar 4.15. Mengapa produk-produk tertentu seperti obat-obatan, bahan kimia di laboratorium sekolah, dan parfum dikemas dalam gelas?

Gelas aman digunakan sebagai kemasan karena beberapa sifat unggul berikut.

1. Kedap terhadap air, gas, bau-bauan dan mikroorganisme.
2. Tidak dapat bereaksi dengan barang yang dikemas (bahan kimia).
3. Dapat didaur ulang.
4. Dapat ditutup kembali setelah dibuka.
5. Tembus pandang sehingga isinya dapat dilihat.
6. Memberikan nilai tambah bagi produk (nilai estetika).
7. Kaku dan kuat sehingga dapat ditumpuk tanpa mengalami kerusakan.
8. Gelas dapat disimpan dalam jangka waktu panjang tanpa mengalami kerusakan.

Keunggulan sifat-sifat gelas tersebut memungkinkan produk-produk gelas digunakan untuk menunjang kebutuhan sehari-hari meliputi barang setengah jadi maupun produk gelas yang siap jadi. Contoh produk barang setengah jadi adalah lempengan kaca, pipa kaca, benda kaca berongga untuk bahan membran dan penyaring, dan benda kebutuhan rumah tangga. Produk gelas yang siap pakai meliputi perabotan rumah tangga (piring gelas, cangkir gelas, botol gelas, dan lainnya), peralatan laboratorium (tabung reaksi, pipa kaca, beker gelas, kaca pembesar, dan lainnya), bahan bangunan atau industri seperti kaca jendela, bola lampu, lampu gantung, genting kaca, dan aksesoris seperti manik-manik.



### Ayo Kita Pahami

Kaca terbuat dari silikon oksida (pasir), kapur, soda, dan oksida logam. Oksida logam yang ditemukan di sebagian besar kaca jendela adalah natrium, kalsium, magnesium, dan aluminium. Lampu mobil dan kaca tahan panas tertentu mengandung boron oksida. Jenis kaca berbeda memiliki karakteristik fisik yang berbeda. Salah satu sifat fisik kaca adalah densitas atau kepadatan. Kepadatan adalah massa persatuan volume.

Rumus

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan :

p = Massa Jenis ( $\text{kg/m}^3$  atau  $\text{g/cm}^3$ )

m = Massa benda (kg atau gram)

v = Volume benda ( $\text{m}^3$  atau  $\text{cm}^3$ )

Karena jenis kaca berbeda mengandung kombinasi oksida logam berbeda, mereka memiliki kepadatan berbeda. Kepadatan zat tetap konstan, tidak peduli berapa ukuran substansinya.



### Ayo Kita Coba

#### Mengidentifikasi Kepadatan Kaca

##### Apa yang kamu sediakan?

1. 6 macam pecahan kaca/gelas bekas (A, B, C, D, E, dan F)
2. 20 cc air
3. Gelas ukur
4. Pinset (penjepit)
5. Timbangan

##### Apa yang kamu lakukan?

1. Timbanglah pecahan kaca, catatlah massanya. Hati-hati saat memegang pecahan kaca, gunakan pinset untuk memegangnya.
2. Tempatkan air 20 cc ke dalam gelas ukur
3. Masukkan pecahan kaca ke dalam gelas ukur menggunakan pinset. Catatlah volume baru pada gelas ukur.
4. Hitung volume pecahan kaca (volume baru – 20 cc)
5. Hitung kepadatan kaca (massa: volume)
6. Rekamlah datanya pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Kepadatan Kaca

Jenis Kaca	Kepadatan Kaca		
	Massa	Volume	Kepadatan
A			
B			
C			
D			
E			
F			

##### Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Berdasarkan data pada tabel di atas apakah ada pecahan kaca yang mempunyai kepadatan sama?
2. Bila ada pecahan gelas dengan kepadatan yang sama, apa artinya?

## E. Bahan Kayu

Coba perhatikan perabotan kayu yang ada di sekitarmu seperti meja, kursi, papan tulis, sendok kayu, dan lain sebagainya. Mengapa barang barang tersebut terbuat dari bahan kayu? Apakah jenis kayu untuk bahan tiang rumah sama dengan jenis kayu untuk sendok kayu? Nah, pertanyaan-pertanyaan itu akan kamu temukan jawabannya setelah kamu belajar tentang sifat dan kegunaan kayu.

Perhatikan tumbuhan yang ada di sekitarmu! Kamu akan menemukan kelompok tumbuhan batang basah yang disebut *herbaceus* dan tumbuhan batang berkayu yang disebut *ignosus*. Selanjutnya, kelompok tumbuhan batang berkayu dibedakan antara perdu dan pohon. Nah, pada umumnya kayu yang digunakan sebagai bahan untuk berbagai keperluan diperoleh dari kelompok tumbuhan berkayu berupa pohon.

Kayu digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari peralatan masak seperti sendok kayu, perabot (meja, kursi), bahan bangunan (pintu, jendela, rangka atap), bahan kertas, alat transportasi (perahu), dan banyak lagi. Kayu juga dapat dimanfaatkan sebagai hiasan-hiasan rumah tangga, aksesoris, dan cindera mata.

Kayu dimanfaatkan untuk berbagai keperluan karena mengandung komponen penting yaitu selulosa, lignin, dan senyawa ekstraktif (senyawa tertentu yang dapat diambil dari kayu). Selulosa merupakan senyawa polimer turunan dari glukosa, dapat mencapai 70% dari berat kayu. Selulosa merupakan bahan utama pembuatan kertas dan tekstil. Lignin merupakan komponen pembentuk kayu, meliputi 18-28% berat kayu. Secara kimiawi, kayu keras dan kayu lunak dibedakan pada jumlah dan jenis lignin yang terkandung di dalamnya. Senyawa ekstraktif dapat berupa zat warna, getah, resin, lilin, dan lainnya, yang jumlah dan jenisnya tergantung spesies pohonnya. Senyawa ekstraktif ini memiliki manfaat seperti melindungi kayu dari hama. Senyawa ekstraktif merupakan salah satu dari hasil hutan nonkayu.

Pemanfaatan kayu disesuaikan dengan sifat-sifatnya. Kayu dari jenis pohon yang berbeda mempunyai sifat yang berbeda. Pengenalan atas sifat-sifat akan sangat membantu dalam menentukan jenis-jenis kayu untuk tujuan penggunaan tertentu. Berikut beberapa sifat kayu.

### 1. Bobot dan Berat Jenis

Bobot suatu jenis kayu bergantung pada kandungan zat kayu, jumlah pori-pori, zat ekstraktif, dan kadar air. Bobot kayu ditunjukkan dengan berat jenis

(BJ) kayu, dan dipakai sebagai patokan kualitas kayu. Berdasarkan berat jenisnya, kayu digolongkan menjadi empat, yaitu: sangat berat dengan  $BJ > 90$ ; berat dengan  $BJ 0,75-0,90$ ; sedang dengan  $BJ 0,60-0,75$ ; dan ringan dengan  $BJ < 60$ . Berat jenis berhubungan dengan kekuatan kayu. Pada umumnya makin tinggi BJ kayu, kayu tersebut semakin kuat pula.

## 2. Keawetan

Keawetan adalah daya tahan kayu terhadap serangan hama dan penyakit perusak kayu, misalnya serangga dan jamur. Keawetan kayu disebabkan kandungan senyawa ekstraktif di dalam kayu. Kayu jati memiliki senyawa ekstraktif tectoquinon, kayu ulin mengandung silika. Kedua jenis kayu tersebut memiliki tingkat keawetan yang tinggi.

## 3. Warna

Kayu yang beraneka warna macamnya disebabkan oleh zat pengisi warna dalam kayu yang berbeda-beda. Warna kayu juga dipengaruhi oleh posisinya dalam batang, umur pohon dan lingkungan. Kayu dari pohon yang tua warnanya lebih gelap dari kayu yang masih muda meskipun jenisnya sama. Kayu kering warnanya berbeda dengan kayu basah.

## 4. Tekstur

Tekstur adalah ukuran relatif serat kayu, yang teksturnya kasar, sedang, dan halus. Arah serat adalah alur-alur yang terdapat pada permukaan kayu terhadap sumbu batang. Arah serat dapat dibedakan menjadi serat lurus, serat berpadu, serat berombak, serta terpilin dan serat diagonal (serat miring).

## 5. Kesan Raba

Kesan raba adalah kesan yang diperoleh pada saat meraba permukaan kayu (kasar, halus, licin, dingin, berminyak, dan lainnya). Kesan raba tiap jenis kayu berbeda-beda tergantung dari tekstur kayu, kadar air, dan kadar zat ekstraktif dalam kayu.

## 6. Bau dan Rasa

Bau dan rasa kayu mudah hilang bila kayu lama tersimpan di udara terbuka. Beberapa jenis kayu mempunyai bau yang merangsang. Untuk menyatakan bau kayu tersebut, sering digunakan bau sesuatu benda yang umum dikenal misalnya bau bawang (kayu kulim) dan bau zat penyamak (kayu jati).

## 7. Nilai Dekoratif

Nilai dekoratif berhubungan dengan keindahan. Nilai dekoratif kayu tergantung dari pola penyebaran warna, arah serat, tekstur, dan pemunculan pola-pola tertentu.

## 8. Kekerasan atau Densitas

Kekerasan kayu berhubungan langsung dengan bobot kayu. Kayu-kayu yang keras juga termasuk kayu yang berat. Kayu-kayu yang ringan termasuk kayu yang lunak. Berdasarkan kekerasannya kayu digolongkan menjadi dua, yaitu kayu lunak (*soft wood*) dan kayu keras (*hard wood*). Kayu lunak yaitu kayu yang berasal dari tumbuhan yang berdaun seperti jarum misalnya pinus. Ciri fisik kayu lunak memiliki lubang pori-pori besar. Kayu keras berasal dari tumbuhan yang daunnya lebar misalnya jati dan mahoni. Ciri fisik kayu keras adalah serat kayunya berbentuk bulat telur atau spiral, dan ikatan antarpori-porinya lebih kuat.

### Ayo Kita Pahami

Salah satu sifat fisik kayu yang penting adalah kekerasan atau densitas. Jenis kayu dengan densitas yang tinggi berarti lebih keras. Kesulitan mengerjakan kayu dengan densitas tinggi adalah ketika proses pengamplasan. Kayu dengan densitas tinggi akan lebih cepat menghabiskan permukaan amplas. Kemudahan mengerjakan kayu dengan densitas tinggi adalah pada waktu *finishing* terutama *finishing* yang menggunakan warna. Kayu densitas tinggi tidak menyerap terlalu banyak material *finishing* sehingga dalam beberapa lapis sudah bisa menutup permukaan serat kayu dengan warna seperti yang diinginkan.

Densitas diukur dalam satuan kg/m<sup>3</sup>. Rata-rata densitas kayu yang ada adalah sekitar 320 - 720 kg/m<sup>3</sup>. Ada beberapa jenis kayu yang sangat lunak hingga

160 kg/m<sup>3</sup> dan paling tinggi kekerasan kayu pada level 1.000 kg/m<sup>3</sup>.

$$\text{Densitas Kayu} = \frac{\text{Berat (kg)}}{\text{Volume (m}^3\text{)}}$$



## Ayo Kita Coba

### Mengidentifikasi Kekerasan Kayu

#### Apa yang kamu siapkan?

1. 5 macam potongan kayu berbentuk balok, kubus atau persegi panjang.  
Masing-masing potongan beri tanda dengan huruf (A, B, C, D, E)
2. Timbangan
3. Penggaris

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Ukurlah dengan penggaris (panjang, lebar, dan tinggi) masing-masing potongan kayu dengan teliti.
2. Hitunglah volume masing-masing potongan kayu.
3. Timbanglah dengan teliti massa masing-masing potongan kayu.
4. Catatlah data pada tabel yang disediakan.
5. Hitunglah densitas masing-masing potongan kayu menggunakan rumus pada kolom "Ayo Kita Pahami".

**Tabel 4.6 Data hasil pengamatan**

Sampel	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Massa (g)	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )
A						
B						
C						
D						
E						

#### Jawablah pertanyaan berikut

1. Potongan kayu manakah yang mempunyai densitas paling tinggi? Apa artinya?
2. Potongan kayu manakah yang mempunyai densitas paling rendah? Apa artinya?
3. Bila ada potongan kayu yang densitasnya sama, apa artinya?

## Refleksi

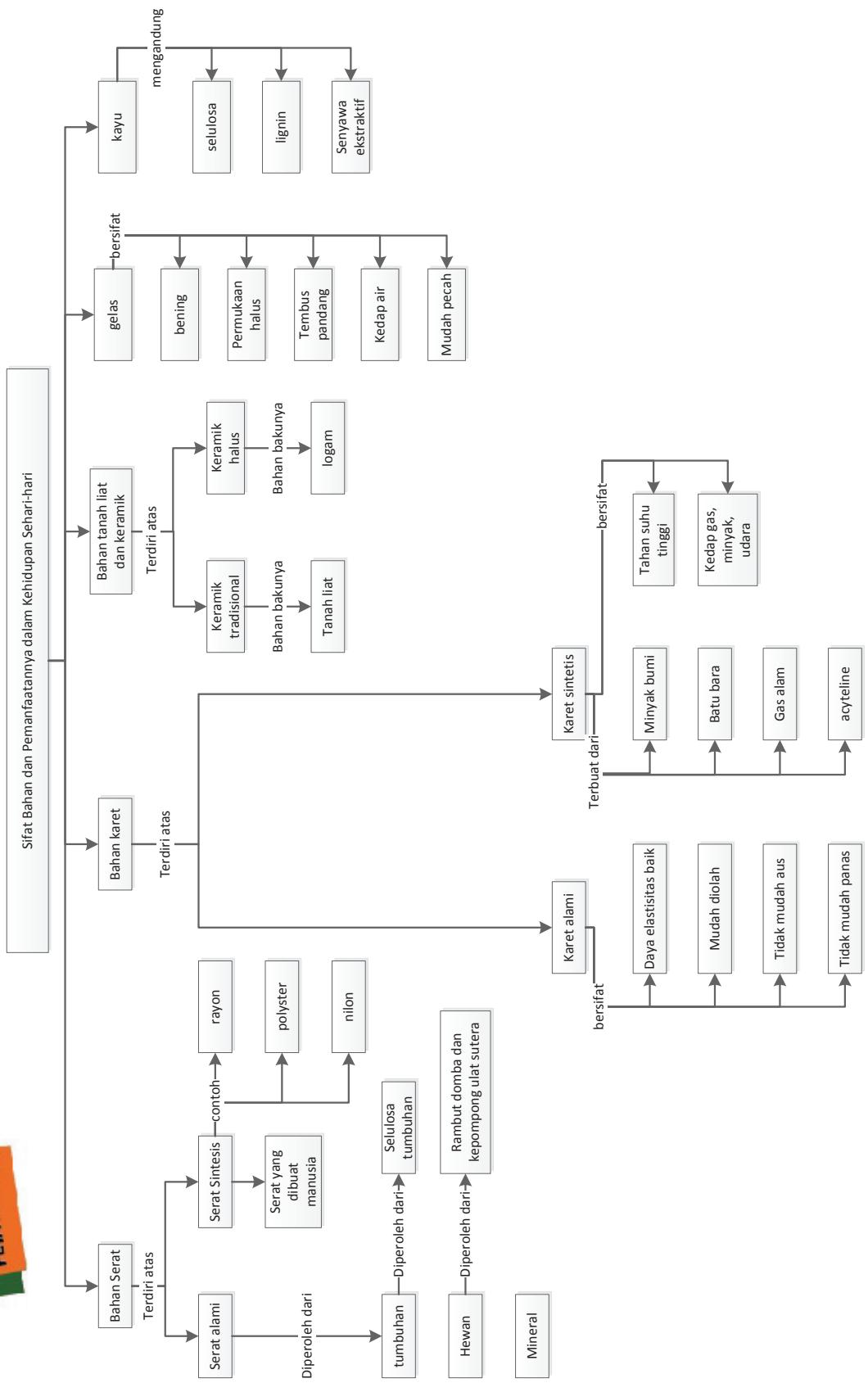
Coba buka tas sekolahmu. Barang apa saja yang bisa kamu temukan? Kamu mungkin akan menemukan buku tulis, pensil, ballpoint, karet penghapus, baju olah raga atau botol minuman. Dari mana semua bahan tersebut berasal? Semua bahan tersebut berasal dari olahan materi-materi yang ada di alam. Tentunya ini merupakan anugerah Tuhan yang menyiapkan bumi dengan berbagai isinya untuk kebutuhan makhluk yang hidup di dalamnya. Namun tidak semua bahan bisa dimanfaatkan secara langsung dari alam. Kita harus mengolah beberapa bahan dari alam untuk dijadikan bahan lain sehingga dapat dimanfaatkan. Seperti halnya pohon karet yang getahnya bisa dimanfaatkan untuk membuat berbagai jenis ban karet, alas sepatu, atau karet gelang yang biasa kamu gunakan untuk bermain. Apakah kamu sudah memanfaatkan semua bahan-bahan tersebut dengan benar? Apakah sudah menggunakan buku tulismu dengan benar? Apakah kamu sudah membuang sampah plastik dengan benar? Apa yang terjadi jika kamu membuang sampah plastik sembarangan?

Salah satu cara yang dapat kamu lakukan untuk mensyukuri nikmat Tuhan akan berbagai materi yang telah disiapkan di alam ini adalah dengan menjaga alam itu sendiri. Misalnya penghematan dalam penggunaan kertas untuk mengurangi penebangan pohon; membuang sampah secara terpisah antara kertas, plastik, dan sampah organik, sehingga dapat dimanfaatkan kembali dan tidak merusak lingkungan.

## Info Ilmuwan

Tahukah kamu, Democritus (460 SM – 370 SM) adalah seorang ilmuwan sekaligus filsuf Yunani yang pada mulanya mengemukakan bahwa setiap materi terdiri atas atom. Dari pengamatannya ini beliau menyatakan bahwa ada sesuatu yang menyusun benda, di mana sesuatu tersebut berukuran sangat kecil dan tidak dapat dibagi-bagi lagi. Beliau juga menyatakan bahwa sesuatu tersebut juga tidak dapat dihancurkan. Ilmuwan lain terkait bahan dan sifatnya, adalah Jabir bin Hayyan (720 M-813 M), yang dikenal sebagai Bapak Kimia Modern. Banyak temuan Jabir, di antaranya peralatan dibidang kimia yang terbuat dari kaca dan logam, beberapa cara yang efektif untuk memurnikan logam dan mencampur baja untuk keperluan industri serta menjaga besi dari karat, cara pembuatan tinta dari sulfite besi yang dicampur emas sehingga bisa mengganti air emas (yang mahal harganya) untuk membuat tulisan dari tinta emas, cara-cara dalam mewarnai kulit, membuat pernis, mengeraskan kain tenun, dan berbagai cara untuk keperluan sehari-hari lainnya yang menggunakan bahan-bahan kimia. Selain itu, dikenal juga ilmuwan bernama Al-Zahrawi (936-1013 M), yang telah menemukan lebih dari 200 peralatan bedah, di antaranya jarum bedah, pisau bedah (*scalpel*), sendok bedah (*surgical spoon*), pengaitbedah(*surgical hook*), dan sebagainya. Al-Zahrawi juga menemukan peralatan bedah yang digunakan untuk memeriksa dalam uretra, alat untuk memindahkan benda asing dari tenggorokan, dan alat untuk memeriksa telinga. Kontribusi Al-Zahrawi bagi dunia kedokteran khususnya bedah hingga kini tetap dikenang dunia.

## PETA KONSEP





## Uji Kompetensi Bab 4

### Bagian 1

1. Baju seragam bagi tenaga lapangan yang bekerja di bawah terik matahari, yang banyak mengeluarkan keringat, dan bekerja siang malam, maka diperlukan baju yang terbuat dari bahan....
  - a. Polyester
  - b. Serat wool
  - c. Serat kapas
  - d. Serat nilon
2. Ban kendaraan yang beroperasi di hutan belantara, tanahnya berawa, jalannya berliku, memerlukan kekuatan ban yang tahan selip, tahan goresan dengan bebatuan, tahan terhadap tekanan beban yang berat. Ban kendaraan tersebut sangat cocok bila dibuat dari bahan....
  - a. Karet sintetis jenis NBR
  - b. Karet sintetis jenis CR
  - c. Karet sintetis jenis IIR
  - d. Karet alami
3. Industri tenun di masyarakat peternak domba memproduksi baju hangat yang terbuat dari bahan bulu domba. Bahan tersebut merupakan....
  - a. Serat protein hewan
  - b. Serat protein tumbuhan
  - c. Wol dari protein tumbuhan
  - d. Kapas dari protein hewan
4. Aneka industri tekstil di masyarakat pedalaman umumnya jika membuat kostum budaya adatnya diwajibkan menggunakan bahan baku 100% dari serat alami. Serat tersebut berasal dari....
  - a. Nilon, rambut, wol
  - b. Kapas, rambut, polyester
  - c. Kapas, rambut, nilon
  - d. Kapas, rambut, wol
5. Baru-baru ini ditemukan bahan serat dengan karakteristik lembut, mengkilat, tidak mudah kusut, kurang tahan terhadap sinar matahari, daya serap yang bagus, tidak mudah berjamur, dan apabila dibakar

berbau seperti rambut. Berdasarkan karakteristik-karakteristik tersebut, dapat disimpulkan bahwa bahan tersebut adalah....

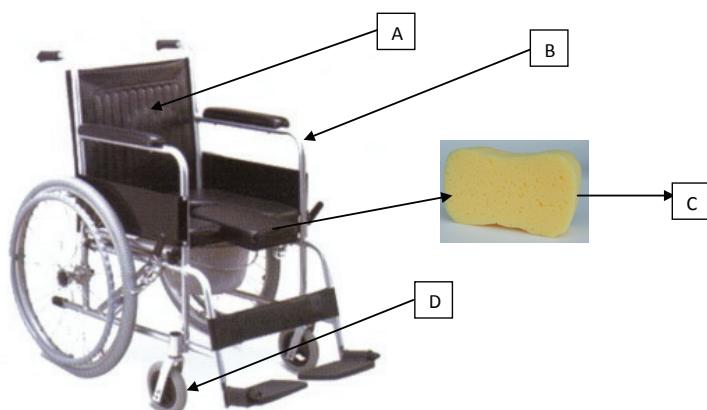
- a. Serat sutera
  - b. Serat kapas
  - c. Serat linen
  - d. Serat wol
6. Ciri kayu yang memiliki densitas tinggi di antaranya adalah....
- a. Memiliki lubang pori-pori yang lebar dan gaya ikat antar pori-pori yang kuat
  - b. Memiliki lubang pori-pori yang lebar dan gaya ikat antar pori-pori yang lemah
  - c. Memiliki lubang pori-pori yang kecil dan gaya ikat antar pori-pori yang kuat
  - d. Memiliki lubang pori-pori yang kecil dan gaya ikat antar pori-pori yang lemah
7. Suatu jenis karet memiliki sifat daya elastis yang baik, daya aus yang tinggi, dan tidak mudah panas, perekat yang baik, dan diperoleh dari lateks pohon karet. Jenis karet apakah ini?
- a. Karet sintetis
  - b. Karet alami
  - c. Karet campuran
  - d. Karet daur ulang
8. Pembuatan karet alam dilakukan dengan cara:
- a. Penyulingan daun karet
  - b. Penyulingan biji karet
  - c. Penyadapan getah karet
  - d. Penyadapan minyak karet
9. Gelas kaca yang kita pakai untuk minum sebenarnya terbuat dari bahan apa?
- a. Tanah liat yang dibuat transparan
  - b. Batu kapur yang dibuat transparan
  - c. Pasir Kaca yang dibuat transparan
  - d. Semen yang dibuat transparan
10. Mengapa pada pembuatan keramik perlu proses pembakaran?
- a. Untuk mengubah tekstur bahan
  - b. Untuk menurunkan kadar air pada bahan
  - c. Untuk menurunkan massa bahan
  - d. Untuk menaikkan kerenggangan pori bahan

## Bagian 2

1. Menurut kamu lebih baik menggunakan karet alam ataukah karet sintetis bila ditinjau dari ketersediaan bahannya?
2. Menurut kamu kombinasi bahan karet apakah yang bisa dipakai sehingga dapat menghasilkan bahan baru yang memiliki sifat lentur tapi kuat?
3. Jelaskan sifat-sifat serat alami yang kamu ketahui!
4. Menurut kamu apa kelemahan keramik bila dibandingkan dengan plastik?
5. Uraikan pendapatmu mengapa karet digunakan sebagai bahan utama pembuatan ban?
6. Jelaskan pengaruh suhu pemanasan terhadap sifat keramik yang dihasilkan!
7. Bila kita ingin membuat suatu alat yang memiliki sifat tahan panas tetapi ringan, maka alternatif bahan apa yang dapat digunakan? Jelaskan alasan kamu!
8. Mengapa suhu pemanasan yang dilakukan pada pembuatan keramik bervariasi?
9. Menurut pendapat kamu bagaimanakah ciri alat yang terbuat dari bahan-bahan yang termasuk serat, keramik, karet, dan plastik?
10. Identifikasi perbedaan mendasar karakteristik bahan serat, karet, tanah liat (keramik), gelas, dan kayu!

## Bagian 3

1. Perhatikan gambar kursi roda di bawah ini. Sebutkan nama jenis bahan yang ditunjuk oleh tanda panah. Setelah itu, jelaskan sifat bahan tersebut dan analisalah alasan pabrik menggunakan bahan tersebut guna mendukung fungsi kursi roda secara keseluruhan.



2. Karet alami memiliki daya elastis atau daya lenting yang baik, plastisitas yang baik, mudah pengolahannya, tidak mudah aus (tidak mudah habis karena gesekan), dan tidak mudah panas. Karet sintetis memiliki sifat yang khas yaitu tahan terhadap suhu tinggi/panas, minyak, pengaruh udara, dan kedap gas.
  - a. Berdasarkan uraian di atas, kemukakan permasalahan yang dapat ditimbulkan dengan penggunaan karet sintetis secara berlebihan.
  - b. Rancanglah sebuah percobaan untuk membedakan antara karet alam dengan karet sintetis!
3. Cermati bacaan di bawah ini!

### Fakta tentang Sampah Plastik

Diperkirakan 6.4 juta ton sampah masuk ke laut setiap tahunnya di seluruh dunia (disadur dari data National Academy of Sciences). Perkiraan lainnya juga mengatakan sebanyak 8 juta potong sampah masuk ke laut setiap harinya. Lebih dari 80% sampah plastik di seluruh dunia langsung dibuang ke tempat sampah yang akhirnya ke laut tanpa di daur ulang. 90% dari seluruh sampah di laut adalah plastik. Lebih dari 1 juta binatang laut mati akibat plastik setiap tahunnya. Setiap tahun rata-rata orang menghabiskan 700 kantong plastik. Supermarket di seluruh dunia memberikan lebih dari 17 miliar kantong plastik setiap tahunnya. Setiap tahun diperlukan 12 juta barel minyak serta 14 juta pohon untuk membuat semua plastik. Sampah plastik terbanyak adalah botol dan pembungkus plastik sebanyak 56% dimana 3/4 berasal dari perumahan. Orang Amerika menggunakan 2.5 juta botol plastik per jam.

- a. Buatlah rumusan masalah terkait fakta tentang sampah plastik pada bacaan di atas!
- b. Berdasarkan rumusan masalah yang kamu susun, coba kamu jelaskan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjawab masalah tersebut!



### Tugas Proyek

Buatlah ide desain rancangan alat/benda yang memanfaatkan bahan karet, serat, kaca, plastik, kayu, logam, atau kombinasinya sehingga dapat menjadi sebuah alat/benda yang berguna dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya pemanfaatan karet, plastik, dan logam sebagai bahan dasar pembuatan kursi roda yang berguna bagi orang sakit yang sulit berjalan. Gambarkan ide desain rancangan alat/benda yang kamu rancang selebar kertas manila, kemudian tempelkan pada majalah dinding di kelas kamu. Jangan lupa tuliskan bahan-bahan yang kamu pakai, dan fungsi setiap bahan yang kamu gunakan untuk menyusun alat/benda tersebut, dan fungsi dari alat/benda yang kamu rancang.

# Bab 5

## Sistem Pencernaan Makanan

Makanan adalah kebutuhan pokok makhluk hidup. Orang Indonesia memiliki ragam makanan yang sangat banyak. Banyak jenis masakan khas yang berbeda satu dengan lainnya, yang bahan penyusunnya juga berbeda-beda. Namun bahan makanan pokok kamu hampir sama, yaitu jagung, nasi, singkong atau sagu. Bahan-bahan ini berfungsi sebagai sumber karbohidrat yang memasok energi utama tubuhmu.



Sumber : [www.dreamstime.com](http://www.dreamstime.com)

## A. Makanan

Mengapa kamu harus makan? Ketika kamu lapar, apa yang akan kamu lakukan? Mungkin kamu akan segera makan, kecuali sedang berpuasa. Apa yang kamu makan? Mungkin kamu akan memilih makanan berdasarkan seleramu, atau memilih makanan berdasarkan nilai gizinya. Banyak orang lebih mementingkan rasa daripada kandungan gizi makanan yang dimakan. Sepotong roti tawar akan mudah kamu santap, namun hanya memberikan beberapa nutrisi yang kamu butuhkan. Nutrisi dalam makanan memberikan energi serta bahan untuk perkembangan, pertumbuhan, dan perbaikan sel.



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 5.1** Anak makan roti



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 5.2** Aneka makanan untuk memenuhi zat gizi harian



### Ayo Kamu Pelajari

1. Kebutuhan energi
2. Enam jenis nutrisi
3. Fungsi setiap jenis nutrisi

### Istilah Penting



1. Nutrisi
2. Karbohidrat
3. Lemak
4. Protein
5. Vitamin
6. Mineral



### Mengapa Penting?

Kamu dapat memilih makanan yang sehat jika kamu mengetahui nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh



Makanan memegang peran penting dalam kelangsungan hidup manusia. Ingatkah kamu gizi seimbang? Makanan sehat harus mencukupi komponen gizi seimbang. Tahukah kamu bahan apa sajakah yang termasuk komponen gizi seimbang itu?



## Ayo Kita Coba

### Mengidentifikasi Bahan Makanan pada Produk Kemasan

#### Apa yang kamu sediakan?

1. Kemasan produk mie instan.
2. Beberapa kemasan produk makanan ringan yang kamu sukai.

#### Apa yang kamu lakukan?

Bekerjalah dengan teman satu kelompokmu.

- a. Amati bagian komposisi bahan makanan yang ada pada produk yang kamu bawa!
- b. Tuliskan apa saja bahan-bahan yang menyusun produk tersebut!
- c. Tentukan kandungan zat makanan apa yang ada pada tiap bahan penyusun produk tersebut!

Masukkan data kamu pada **Tabel 5.1** di bawah ini!

Nama Produk	Nama Bahan Utama Penyusun Produk yang Tertera pada Kemasan	Kandungan Zat Makanan

Cukupkah makanan-makanan instan tersebut untuk memenuhi gizi harian kamu? Bagaimana caranya agar kamu dapat memenuhi kebutuhan gizi harianmu?

## 1. Kebutuhan Energi



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.3 Makanan yang berfungsi sebagai sumber energi

Apakah fungsi energi bagi tubuhmu? Tubuhmu membutuhkan energi untuk setiap kegiatan, seperti detak jantung, kedipan kelopak mata, dan mengangkat barang. Tubuhmu juga menggunakan energi untuk mempertahankan suhu tubuh normal sekitar 37°C. Energi ini berasal dari makanan yang kamu makan. Jumlah energi yang dibutuhkan oleh tubuh untuk beraktivitas diukur dalam satuan kalori. Sama halnya pada tubuh, jumlah energi yang tersedia dalam makanan juga diukur dalam satuan kalori. **Satu kalori (Cal) menunjukkan jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan 1°C suhu dari 1 g air.** Jumlah kalori pada sepotong roti berbeda dengan jumlah kalori pada sepiring nasi dan 1 buah pisang. Hal ini dapat terjadi karena jenis makanan yang berbeda akan mengandung jumlah kalori yang berbeda pula.

## 2. Enam Jenis Nutrisi

Makanan yang kamu konsumsi seharusnya tidak hanya sekedar mengenyangkan, tetapi harus mengandung nutrisi atau gizi. **Nutrisi** atau **gizi** adalah zat yang dibutuhkan makhluk hidup sebagai sumber energi, mempertahankan kesehatan, pertumbuhan, dan keberlangsungan fungsi pada setiap jaringan dan organ tubuh secara normal. Sebenarnya, makanan yang kamu konsumsi sehari-hari harus mengandung enam jenis nutrisi, yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air. Karbohidrat, lemak, dan protein dibutuhkan dalam jumlah yang cukup banyak, sedangkan vitamin dan mineral dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang hanya sedikit.

Karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin merupakan nutrisi organik yang mengandung karbon. Sebaliknya, nutrisi anorganik seperti air dan mineral tidak mengandung karbon. Makanan yang mengandung karbohidrat, lemak, dan protein perlu dicerna atau dipecah terlebih dahulu oleh tubuh, sedangkan air, vitamin, dan mineral dapat diserap langsung oleh sel-sel tubuh.

Tahukah kamu kandungan nutrisi dalam menu makananmu sehari-hari? Kandungan nutrisi dalam bahan makanan dapat diketahui dengan

menggunakan indikator uji makanan atau reagen. Tabel 5.2 menunjukkan jenis reagen untuk mengetahui nutrisi dalam bahan makanan. Tabel 5.2 tersebut dapat kamu jadikan patokan untuk menentukan kandungan bahan yang terkandung pada sampel makanan yang kamu uji. Misalnya, bahan makanan yang mengandung amilum jika diuji dengan larutan lugol akan berubah warna menjadi biru tua.

### 3. Karbohidrat

Bacalah kandungan nutrisi pada label beberapa bungkus biskuit! Kamu akan melihat jumlah karbohidrat yang tertulis pada bungkus biskuit lebih tinggi daripada jumlah nutrisi lainnya. Setiap molekul karbohidrat terbuat dari karbon, hidrogen, dan oksigen. Karbohidrat adalah sumber utama energi bagi tubuhmu. Satu gram karbohidrat menghasilkan 4,0 – 4,1 kilokalori (kkal). Tiga jenis karbohidrat adalah gula, pati, dan serat. Gula disebut karbohidrat sederhana. Contoh makanan yang mengandung gula antara lain buah-buahan, madu, dan susu. Dua jenis karbohidrat lainnya, yaitu pati dan serat disebut karbohidrat kompleks. Pati ditemukan dalam kentang dan makanan yang terbuat dari biji-bijian. Serat, seperti selulosa ditemukan di dinding sel tumbuhan. Makanan seperti roti gandum atauereal, kacang-kacangan, kacang polong, sayuran, dan buah-buahan lainnya merupakan sumber serat yang baik. Serat tidak dapat dicerna oleh saluran pencernaan makanan manusia, sehingga dikeluarkan sebagai feses. Dengan demikian, serat bukan merupakan sumber energi bagi tubuh manusia.



Sumber: Pat138241 (2012)

**Gambar 5.4** Pemeriksaan kadar gula darah

Bicara tentang karbohidrat, pasti kamu teringat bahwa mengonsumsi karbohidrat terlalu berlebihan dapat menyebabkan penyakit gula atau diabetes. Hati-hati dengan diabetes, menurut WHO 246 juta orang di dunia mengidap diabetes. Jumlah ini menunjukkan hampir 6% dari populasi orang dewasa di dunia. Karena besarnya jumlah penderita diabetes, maka diabetes disebut "*The Silent Epidemic*". Penyebab utama peningkatan penderita diabetes adalah gaya hidup. Olahraga dan pengaturan pola makan

dapat mengurangi atau menunda timbulnya diabetes lebih dari 50%. Gambar 5.4 merupakan alat pengecek kadar gula dalam darah.

#### 4. Lemak

Lemak atau lipid diperlukan tubuh karena berfungsi menyediakan energi sebesar 9 kilokalori/gram; melarutkan vitamin A, D, E, K dan dapat menyediakan asam lemak esensial bagi tubuh manusia. Selama proses pencernaan, lemak dipecah menjadi molekul yang lebih kecil, yaitu asam lemak dan gliserol.

Lemak merupakan unit penyimpanan yang baik untuk energi. Kelebihan energi dari makanan yang kamu makan diubah menjadi lemak dan disimpan untuk digunakan dilain waktu. Berdasarkan struktur kimianya, lemak dibedakan menjadi lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Lemak tak jenuh biasanya cair pada suhu kamar. Minyak nabati dan lemak yang ditemukan dalam biji merupakan contoh dari lemak tak jenuh. Lemak jenuh biasanya padat pada suhu kamar dan ditemukan dalam daging, susu, keju, minyak kelapa, dan minyak kelapa sawit. Lemak jenuh dapat meningkatkan kolesterol darah yang dapat menyebabkan penyakit jantung dan stroke.



#### Ayo Kita Coba

##### Mengidentifikasi Bahan Makanan yang Mengandung Lemak

###### Langkah Kegiatan

1. Kumpulkan jenis makanan nasi, singkong, roti, kue, keripik kentang, kacang, buah-buahan, sayuran, dan daging.
2. Secara terpisah, hancurkan bahan makanan dengan pistil dan mortar.
3. Tempatkan makanan pada sehelai kertas minyak (bahan layang-layang), kemudian lipat sehingga kertas membungkus makanan secara sempurna (hati-hati jangan sampai kertas tersebut robek).
4. Beri label kertas dengan nama masing-masing makanan (janganlah mencicipi makanan tersebut).
5. Biarkan selama 30 menit.
6. Ambil dua lembar kertas, satu lembar diberi tanda A dan yang lain diberi tanda B. Kertas A ditetes dengan minyak, dan kertas B ditetes air.
7. Bandingkan kertas A dan B tempat makanan.

###### Analisis

Gunakan tes ini untuk menentukan kandungan lemak pada makanan. Tanda berminyak berarti makanan mengandung lemak, sedangkan tanda basah berarti makanan mengandung air.

## 5. Protein

Protein dibutuhkan sebagai penghasil energi. Protein juga berfungsi untuk pertumbuhan dan mengganti sel-sel tubuh yang rusak, pembuat enzim dan hormon, serta pembentuk antibodi. Protein merupakan molekul besar yang terdiri atas sejumlah asam amino. Asam amino terdiri atas karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan kadang-kadang ada belerang.

Protein yang kamu makan dapat berasal dari hewan (protein hewani) dan tumbuhan (protein nabati). Bahan makanan yang mengandung protein hewani antara lain daging, ikan, telur, susu, dan keju. Bahan makanan yang mengandung protein nabati adalah kacang kedelai, kacang hijau, dan kacang-kacangan lainnya. Kacang kedelai sebagai bahan baku tempe dan tahu merupakan salah satu sumber protein terbaik. Pada Gambar 5.5 kamu dapat melihat beberapa sumber protein.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.5 Beberapa sumber protein

Tahukah kamu kandungan nutrisi dalam menu makanan sehari-hari? Kandungan nutrisi dalam bahan makanan dapat diketahui dengan menggunakan indikator uji makanan atau reagen. Tabel 5.2 menunjukkan jenis reagen untuk mengetahui nutrisi dalam bahan makanan.

**Tabel 5.2 Berbagai Jenis Reagen**  
untuk Mengetahui Nutrisi dalam Bahan Makanan

Bahan	Jenis Reagen	Hasil
Amilum	Lugol/ Kalium Iodida	Larutan berwarna biru tua
Gula	Benedik/ Fehling A dan B	Larutan berwarna biru kehijauan, kuning sampai merah bata
Protein	Millon/ Biuret	Larutan berwarna merah muda sampai ungu

Sumber:<http://www.sciencecompany.com/food-chemistry-experiments-W151.aspx>



## Ayo Kita Lakukan

### Uji Nutrisi pada Makanan

#### Apa yang akan kamu teliti?

Menguji kandungan nutrisi dalam bahan makanan.

#### Apa yang kamu duga?

#### Apa yang kamu sediakan?

- Tabung reaksi (satu tabung per sampel uji)
- Penjepit tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Termometer
- Mortar dan pistil
- Pipet tetes
- Gelas kimia
- Kertas label
- Air panas
- Kaki tiga
- Pembakar spiritus
- Larutan bahan makanan yang akan diuji (beberapa bahan makanan yang diduga mengandung pati, gula, dan protein)

#### Apa tujuan kamu meneliti?

##### I. Uji Bahan Makanan yang Mengandung Karbohidrat

Reagen Kalium Iodida (KI) atau lugol dapat digunakan untuk menguji bahan makanan yang mengandung karbohidrat. Reagen ini berwarna orange. Setelah sampel yang diuji ditetes reagen KI, akan terjadi perubahan warna. Apabila sampel berubah warna menjadi biru tua, berarti bahan makanan tersebut mengandung karbohidrat.

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Sediakan 10 gram bahan makanan yang akan diuji (nasi, ubi, telor, putih telur, susu, atau bahan makanan lain yang mudah ditemukan).
2. Hancurkan bahan makanan yang akan diuji dengan mortar dan pistil.
3. Tambahkan air untuk memudahkan penghancuran.
4. Masukkan masing-masing 2 mL ekstrak makanan ke dalam tabung reaksi.
5. Beri label masing-masing tabung reaksi sesuai dengan nama sampel larutan uji.
6. Tetesilah masing-masing bahan makanan tersebut dengan reagen KI.
7. Catat warna dasar atas bahan makanan dan warna dasar reagen KI.
8. Perhatikan perubahan warna yang terjadi!

##### II. Uji Bahan Makanan yang Mengandung Gula

Reagen Benedict digunakan untuk menguji bahan makanan yang mengandung gula. Reagen ini berwarna biru jernih. Setelah sampel yang diuji ditetes reagen Benedict, akan terjadi perubahan warna. Apabila sampel berubah warna menjadi biru kehijauan

atau kuning atau merah bata berarti bahan makanan tersebut mengandung gula. Bergantung pada kadar gula dalam sampel.

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Lakukan langkah yang sama seperti kegiatan uji kandungan karbohidrat!
2. Tambahkan 10 tetes larutan Benedict ke dalam masing-masing tabung reaksi!
3. Catat warna dasar bahan makanan dan warna reagen Benedict!
4. Panaskan tabung reaksi ke dalam gelas kimia yang berisi air bersuhu 40°-50°C selama lima menit. Perhatikan, jangan arahkan mulut tabung reaksi kepada temanmu, dan gunakan penjepit tabung reaksi saat memindahkan tabung reaksi. Pastikan pula kamu meminta gurumu melihat rangkaian percobaanmu sebelum kamu menyalakan apinya.
5. Perhatikan perubahan warna yang terjadi!

### III. Uji Bahan Makanan yang Mengandung Protein

Reagen biuret digunakan untuk mengetahui adanya kandungan protein pada bahan makanan. Reagen biuret berwarna biru. Ketika bereaksi dengan protein akan berubah warna menjadi merah muda sampai ungu.

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Lakukan langkah yang sama seperti kegiatan uji kandungan karbohidrat.
2. Tambahkan 10 tetes larutan biuret ke dalam masing-masing tabung reaksi.
3. Catat warna dasar bahan makanan dan warna reagen biuret.
4. Dengan menggunakan pipet, secara hati-hati tambahkan 3 tetes reagen biuret untuk masing-masing tabung. Kocok perlahan-lahan untuk mencampur.
5. Jangan terlalu kuat dalam mengocok untuk mencegah campuran tumpah ke luar tabung, usahakan campuran bahan uji dan biuret jangan sampai terkena tangan secara langsung.

#### Ayo Kita Selesaikan

#### Apakah camilan yang kamu makan itu sehat?

Kebanyakan dari kamu makan tiga kali setiap hari ditambah dengan camilan ringan. Kebutuhan energi dan nutrisi 20% berasal dari camilan. Pada umumnya, kamu lebih suka memilih camilan berupa keripik atau permen daripada buah-buahan dan sayuran. Meskipun camilan pada umumnya cepat untuk disantap dan rasanya lezat, namun kandungannya cukup tinggi.

### Mengidentifikasi masalah

Pada tabel di bawah ini tertera beberapa camilan yang populer di kalangan anak-anak dan remaja, serta rata-rata jumlah lemak yang terkandung di dalamnya.

**Tabel 5.3** Kandungan Lemak pada Beberapa Jenis Makanan

Jenis makanan	Kandungan lemak Per 100/g
Permen	12 g
Camilan renyah	42 g
Jagung	4 g
Keripik kentang	10 g
Kue dari tepung	1 g

1. Perhatikan data pada tabel di atas! Apa yang dapat kamu simpulkan tentang camilan berlemak tersebut? Camilan apa yang sering kamu makan? Camilan apa yang paling sedikit kandungan lemaknya?
2. Camilan renyah merupakan makanan ringan yang tidak sehat karena kandungan lemaknya yang tinggi. Carilah solusi agar camilan renyah menjadi makanan yang sehat!

## 6. Vitamin

Masih ingatkah kamu bahwa vitamin dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit? Walaupun dibutuhkan dalam jumlah sedikit, namun harus tetap ada, karena diperlukan untuk mengatur fungsi tubuh dan mencegah beberapa penyakit. Vitamin dikelompokkan menjadi dua, yaitu vitamin yang larut dalam air (vitamin B dan C) dan vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K). Khusus vitamin D dapat terbentuk ketika kulit terkena sinar matahari, karena di dalam tubuh ada pro vitamin D. Tabel 5.4 menunjukkan bahan makanan yang mengandung vitamin.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 5.6** Aneka makanan sumber vitamin

**Tabel 5.4** Jenis Vitamin, Sumber, dan Manfaatnya

Vitamin	Manfaat	Sumber	Contoh Gambar
Vitamin A	Menjaga kesehatan mata, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, pertumbuhan tulang dan menguatkan gigi	Susu, telur, hati, sayuran berwarna oranye seperti wortel, ubi jalar, labu, dan buah-buahan	
Vitamin B	Mengatur fungsi tubuh, membantu untuk menghasilkan sel darah merah	Gandum, makanan laut, daging, telur, produk susu seperti susu asam, sayuran berdaun hijau, dan kacang	
Vitamin C	Membentuk kolagen, membantu menjaga kesehatan jaringan tubuh seperti gusi dan otot, serta membantu tubuh melawan infeksi	Buah jeruk, stroberi, jambu biji, cabai, tomat, brokoli, dan bayam	
Vitamin D	Menguatkan tulang dan gigi, membantu tubuh menyerap kalsium pembentuk tulang	Kuning telur, minyak ikan, dan makanan yang diperkaya seperti susu, susu kedelai, dan sari buah jeruk	
Vitamin E	Sebagai antioksidan dan membantu melindungi sel atas kerusakan, penting bagi kesehatan sel-sel darah merah	Minyak sayur, kacang-kacangan, sayuran berdaun hijau, alpukat, gandum, dan biji-bijian	
Vitamin K	Membantu pembekuan darah serta meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tulang	Alpukat, anggur, sayuran hijau, produk susu seperti susu asam, umbi-umbian, biji-bijian, dan telur	

### ✓ Ayo Kita Lakukan

#### Menemukan Vitamin C pada Buah

Vitamin C banyak ditemukan pada buah dan sayuran. Tiap-tiap jenis buah memiliki kadar vitamin C yang berbeda-beda. Untuk mengetahui kadar vitamin C pada masing-masing jenis buah lakukan kegiatan berikut ini.

##### Apa yang kamu teliti?

Sari buah apa yang mengandung kadar vitamin C yang paling tinggi?

### **Apa yang kamu duga?**

Urutan kadar vitamin C mulai dari yang paling tinggi sampai dengan yang paling rendah, yaitu....

### **Apa yang kamu sediakan?**

- Empat tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- 2% iodium tinctur
- Pipet
- Pengaduk kayu
- Timbangan
- Gelas
- Tepung maizena
- Empat jenis sari buah  
sari buah jambu,  
sari buah jeruk,  
sari buah tomat, dan sari buah mangga

### **Apa tujuan kamu meneliti?**

Mengamati kandungan vitamin C pada beberapa jenis sari buah.

### **Keselamatan kerja**

1. Jangan mencicipi salah satu sari buah.
2. Iodium dapat menodai kulit dan pakaian.
3. Bila terkena mata dapat menyebabkan iritasi.
4. Beritahukan gurumu jika terjadi tumpahan bahan.

### **Apa yang kamu lakukan?**

1. Beri tanda empat tabung reaksi A-D.
2. Isi masing-masing tabung reaksi 5 mL dengan sari buah yang berbeda.
3. Larutkan 0,3 g tepung maizena dalam 50 mL air.
4. Tambahkan 5 mL larutan maizena ke masing-masing tabung reaksi, aduk sampai rata.
5. Teteskan iodium tinctur ke tabung reaksi A-D sambil diaduk. Catat jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk mengubah sari buah sampai berubah menjadi ungu.
6. Ulangi langkah ke 5 sampai 3 kali.

Catatan:

Semakin banyak jumlah tetesan iodium tinctur yang digunakan untuk mengubah warna menjadi ungu, maka semakin banyak pula kandungan vitamin C.

Apa yang kamu amati ?

Tabel 5.5 Data Hasil Percobaan

Tabung Reaksi	Macam Sari Buah	Tetes Iodine yang Dibutuhkan untuk Mengubah Warna			Rata-rata
		1	2	3	
A	jambu biji				
B	jeruk				
C	tomat				
D	mangga				

Apa yang dapat kamu simpulkan?

1. Berdasarkan jumlah tetesan iodium tinctur, urutkan sari buah yang mengandung vitamin C, dari yang paling rendah sampai dengan yang paling tinggi!
2. Berdasarkan hasil penyelidikan kamu, apa yang dapat kamu sarankan pada penderita sariawan?

## 7. Mineral

Tubuhmu memerlukan sekitar 14 jenis mineral, diantaranya kalsium, posfor, potasiun, sodium, besi, iodium, dan seng. Mineral merupakan nutrisi yang sedikit mengandung atom karbon. Satu jenis makanan yang kamu konsumsi ternyata dapat mengandung lebih dari satu jenis zat gizi, misalnya pada susu terkandung protein, lemak, dan mineral berupa kalsium.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 5.7** Telur, susu dan keju merupakan bahan makanan sumber mineral



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 5.8** Aneka sayur dan buah sebagai bahan makanan sumber mineral.

Mineral berfungsi untuk proses pembangunan sel, membantu reaksi kimia tubuh, mengangkut oksigen ke seluruh tubuh, serta pembentukan dan pemeliharaan tulang. Beberapa mineral dibutuhkan tubuhmu dalam jumlah yang sangat sedikit, meskipun sebagian yang lain cukup banyak. Berbagai mineral yang dibutuhkan tubuh, manfaat dan sumbernya dapat dicermati pada Tabel 5.4.

**Tabel 5.4** Berbagai Mineral yang Dibutuhkan Tubuh

Mineral	Kegunaan	Sumber
<b>Kalsium</b>	Pembentukan tulang dan gigi, serta kerja otot dan syaraf	Telur, sayuran hijau, kedelai
<b>Posfor</b>	Kerja otot dan pembentukan tulang-gigi	Daging, gandum, keju
<b>Potassium</b>	Keseimbangan air dalam sel, mempercepat hantaran rangsang pada syaraf dan kerja otot	Pisang, kentang, kacang, daging, dan jeruk
<b>Sodium</b>	Keseimbangan cairan dalam jaringan tubuh, dan mempercepat hantaran rangsang pada syaraf	Daging, susu, keju, garam, dan wortel
<b>Besi</b>	Bahan utama penyusunan hemoglobin pada darah merah	Daging merah, kacang, bayam, dan telur
<b>Iodium</b>	Kerja kelenjar tiroid dan merangsang metabolisme	Ikan laut, garam dan beriodium
<b>Seng</b>	Kekebalan tubuh, kesehatan mata, menghambat virus, mengurangi risiko kanker, kesehatan organ vital laki-laki, dan mempercepat penyembuhan luka.	Kacang-kacangan, biji-bijian, dan gandum

## 8. Air

Apakah kamu pernah berolahraga pada siang hari yang panas tanpa membawa sebotol air? Apa yang kamu rasakan? Kamu mungkin merasa haus, selanjutnya kamu akan mencari air minum. Air penting bagi tubuh kamu untuk menjaga kelangsungan hidup. Kamu lebih dapat menahan lapar daripada menahan haus. Mengapa? Karena sel-sel tubuh kamu membutuhkan air untuk beraktivitas. Di samping itu, nutrisi yang masuk ke tubuh kamu tidak dapat digunakan oleh sel-sel tubuhmu bila tidak terlarut dalam air.

Sekitar 60 - 80% komponen sel tubuh makhluk hidup adalah air. Tubuh dapat kehilangan air ketika bernapas, berkeringat, buang air besar dan buang air kecil. Kehilangan air tersebut harus segera diganti dengan minum air sebanyak 2 liter atau 8 gelas sehari. Namun, minum air bukan satu-satunya cara untuk memasok sel-sel dengan air, karena tanpa kamu sadari makanan yang kamu makan mengandung banyak air. Contoh, apel mengandung 80 persen air dan daging mengandung 66 persen air.

Air dibutuhkan oleh tubuh sebagai pembentuk sel dan cairan tubuh, pengatur suhu tubuh, pelarut zat-zat gizi lain dan pembantu proses pencernaan makanan, pelumas dan bantalan, media transportasi, serta media pengeluaran sisa metabolisme.

Perlu diingat bahwa air yang jernih belum tentu sehat. Mengapa?

## B. Saluran Pencernaan Makanan



Sumber: Dream designs, 2012

Gambar 5.8 Sistem Pencernaan pada Manusia



### Ayo Kamu Pelajari

1. Pencernaan mekanik dan pencernaan kimia.
2. Organ pencernaan dan fungsinya
3. Organ pencernaan tambahan
4. Enzim-enzim pencernaan



### Istilah Penting

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 1. Organ pencernaan   | 4. Gerak peristaltik |
| 2. Pencernaan mekanik | 5. Enzim             |
| 3. Pencernaan kimia   |                      |



### Mengapa Penting?

Proses pencernaan makanan dalam sistem pencernaan makanan menghasilkan makanan siap diserap oleh sel-sel dalam tubuh.

Masih ingatkah kamu bahwa makanan diperlukan oleh tubuh untuk memasok energi? Makanan diproses dalam tubuh melalui empat tahap, yaitu: ingesti, digesti (pencernaan),吸收 (penyerapan), dan defekasi (pengeluaran). Pada saat makanan masuk ke dalam mulut, proses pencernaan dimulai. Pencernaan merupakan proses memecah makanan menjadi molekul yang lebih kecil, sehingga dapat diserap oleh tubuh melalui pembuluh darah. Selanjutnya, molekul makanan dari darah masuk ke dalam sel melintasi membran sel. Molekul yang tidak digunakan dan tidak dibutuhkan oleh tubuh akan dikeluarkan dari tubuh melalui sistem ekskresi seperti keringat dan urin. Makanan yang tidak tercerna akan dibuang melalui anus berupa feses, proses ini disebut defekasi.

Pencernaan makanan terbagi atas dua macam, yaitu pencernaan mekanik dan pencernaan kimiawi. Pencernaan mekanik terjadi ketika makanan dikunyah, dicampur, dan diremas. Pencernaan mekanik contoh terjadi di dalam mulut, yaitu pada saat makanan dihancurkan oleh gigi. Pencernaan kimia terjadi ketika reaksi kimia yang menguraikan molekul besar



Sumber: Dokumen Kemendikbud  
Gambar 5.9 Makan

makanan menjadi molekul yang lebih kecil. Pencernaan kimiawi pada proses pencernaan biasanya dilakukan dan dibantu oleh enzim-enzim pencernaan, seperti enzim amilase yang terdapat pada mulut.

## 1. Organ Pencernaan Utama



Sumber: Pustekkom, 2008

Gambar 5.10 Skema sistem pencernaan pada manusia

Sistem pencernaan manusia terdiri atas organ utama berupa saluran pencernaan dan organ aksesoris (tambahan). Saluran pencernaan merupakan saluran yang dilalui bahan makanan, dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum, dan berakhir di anus seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.10.

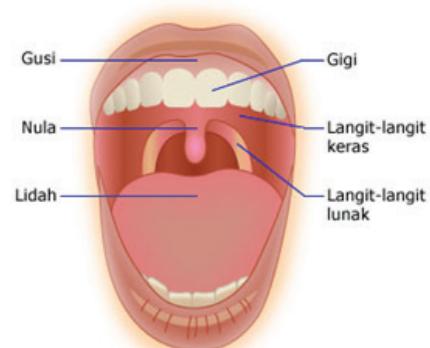
Lidah, gigi, kelenjar saliva, hati, kantung empedu, dan pankreas merupakan organ aksesoris yang membantu pencernaan mekanik dan kimiawi. Kelenjar pencernaan adalah organ aksesoris yang mengeluarkan

enzim untuk membantu mencerna makanan. Untuk lebih jelasnya akan kamu pelajari sistem pencernaan yang meliputi saluran pencernaan dan organ aksesoris sebagai berikut.

### a. Mulut

Masih ingatkah kamu bahwa pencernaan *ingesti* terjadi di mulut? Di dalam rongga mulut, terdapat gigi, lidah, dan kelenjar air liur (*saliva*). **Air liur** mengandung mukosa (lendir), senyawa antibakteri dan enzim amilase. Gambar 5.11 menunjukkan rongga mulut dan bagian-bagiannya. Pencernaan makanan di rongga mulut terjadi secara mekanik dan kimiawi.

Coba pikirkan, bagian mulut apakah yang berperan dalam pencernaan secara mekanik? Apakah di mulut terjadi pencernaan kimiawi? Jelaskan jawabanmu!



Sumber: Pustekkom, 2008

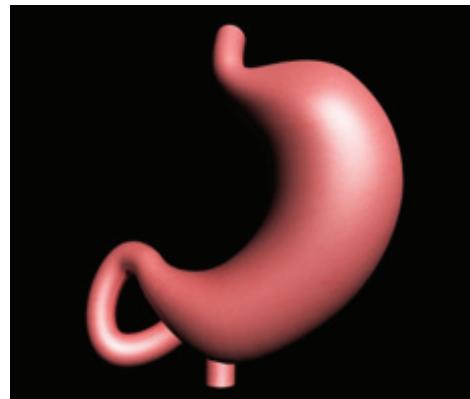
Gambar 5.11 Rongga Mulut

### b. Kerongkongan (*Esofagus*)

Setelah melalui rongga mulut, makanan yang berbentuk bolus akan masuk ke dalam tekak (faring). Faring adalah saluran yang memanjang dari bagian belakang rongga mulut sampai ke permukaan kerongkongan (*esofagus*). Pada pangkal faring terdapat katup pernapasan yang disebut epiglotis. Epiglotis berfungsi untuk menutup ujung saluran pernapasan (laring) agar makanan tidak masuk ke saluran pernapasan. Setelah melalui faring, bolus menuju ke esofagus (kerongkongan). Otot kerongkongan berkontraksi sehingga menimbulkan gerakan meremas yang mendorong bolus ke dalam lambung. Gerakan otot kerongkongan ini disebut gerakan **peristaltik**.

### c. Lambung

Setelah dari *esophagus*, makanan masuk ke lambung. Di dalam lambung terjadi pencernaan mekanik dan kimia. Secara **mekanik** otot lambung berkontraksi mengaduk-aduk bolus. Secara kimiawi bolus tercampur dengan getah lambung yang mengandung HCl, enzim pepsin, dan renin. Setelah melalui proses pencernaan selama 2-4 jam bolus menjadi bahan berwarna kekuningan yang disebut *kimus* (*bubur usus*). Kimus akan masuk sedikit demi sedikit ke dalam usus halus.

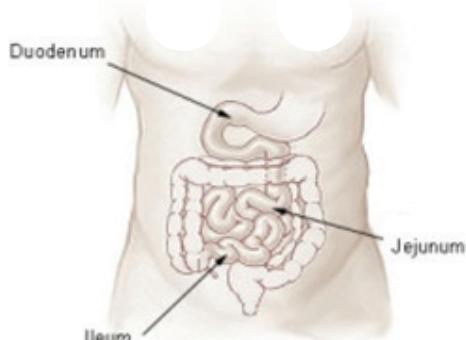


Sumber: Pustekkom Depdiknas, 2008

Gambar 5.12 Lambung

### d. Usus Halus

Kimus telah sampai di usus halus. Usus halus memiliki panjang 4-7 meter. Usus halus terdiri atas tiga bagian, yaitu usus dua belas jari (*duodenum*), usus tengah (*jejunum*), dan usus penyerapan (*ileum*). Pada duodenum terdapat saluran yang terhubung dengan kantung empedu dan pankreas. Cairan pankreas mengandung enzim lipase, amilase, dan tripsin. Lipase akan bekerja mencerna lemak, amilase akan mencerna amilum, dan tripsin akan mengubah protein menjadi polipeptida. Cairan empedu juga bekerja mengemulsiikan lemak pada kimus dengan cara mengubah lemak menjadi larut dengan air.



Sumber: Wikimedia, 2013

Gambar 5.13 Struktur anatomi usus halus dan bagian-bagiannya

Pankreas juga menghasilkan hormon insulin yang berfungsi menurunkan kadar gula darah. Selanjutnya, pencernaan makanan dilanjutkan di *jejunum*. Pada bagian ini terjadi pencernaan terakhir sebelum zat-zat makanan diserap. Selanjutnya, penyerapan zat-zat makanan terjadi di *ileum*.

Glukosa, vitamin yang larut dalam air, asam amino, dan mineral setelah diserap oleh vili usus halus akan dibawa oleh pembuluh darah kemudian diedarkan ke seluruh tubuh, sedangkan asam lemak, gliserol, dan vitamin yang larut dalam lemak setelah diserap oleh vili usus halus akan dibawa oleh pembuluh getah bening dan akhirnya masuk ke dalam pembuluh darah.



### Ayo Kita Coba

#### Model Penyerapan di Usus Halus

##### Apa yang kamu persiapkan?

1. Kain katun ukuran 25 x 25 cm.
2. Kain handuk ukuran 25 x 25 cm
3. Wadah tempat menampung air

##### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Rendam kedua potong kain ke dalam mangkuk berisi air selama 30 detik.
2. Ambil kedua kain atas mangkuk, siram kedua kain dengan air atas keran (air mengalir) selama satu menit.
3. Peras setiap kain ke wadah yang berbeda.
4. Ukurlah jumlah air yang tertampung .

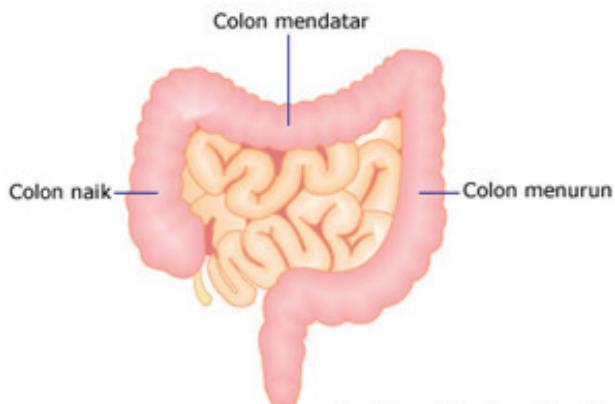
##### Analisis

1. Kain apakah yang menyerap air lebih banyak? Mengapa?
2. Bandingkan permukaan kain handuk dengan permukaan dalam usus halus?

Struktur usus manusia yang berkelok-kelok, baik bagian luar maupun bagian dalam, berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan. Semakin luas bidang permukaan bagian dalam usus, maka vili yang berperan dalam proses penyerapan juga akan semakin baik.

### e. Usus Besar

Usus besar atau kolon memiliki panjang ± 1 meter dan terdiri atas kolon (mendarat) *ascendens*, kolon (menurun) *transversum*, kolon *descendens*, dan berakhir pada anus. Di antara usus halus dan usus besar terdapat usus buntu (*sekum*). Pada ujung sekum terdapat tonjolan kecil yang disebut umbai cacing (*appendiks*) yang berisi sejumlah sel darah putih yang berperan dalam imunitas.



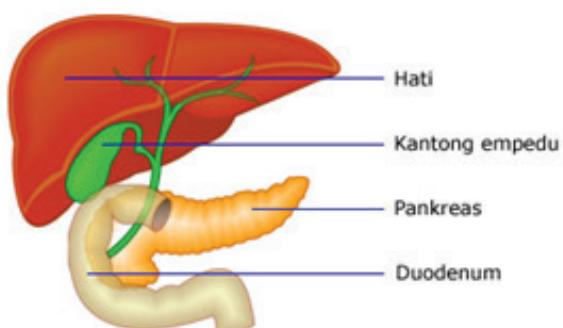
Sumber: Pustekkom Depdiknas, 2008

Gambar 5.14 Usus besar pada manusia

Bahan makanan yang sampai pada usus besar merupakan zat-zat sisa. Zat-zat sisa berada dalam usus besar selama 1 sampai 4 hari. Zat sisa tersebut terdiri atas sejumlah besar air dan bahan makanan yang tidak dapat tercerna, misalnya selulosa. Usus besar berfungsi mengatur kadar air pada sisa makanan. Bila kadar air pada sisa makanan terlalu banyak, maka dinding usus besar akan menyerap kelebihan air tersebut. Sebaliknya, bila sisa makanan kekurangan air, maka dinding usus besar akan mengeluarkan air dan mengirimnya ke sisa makanan. Di dalam usus besar terdapat bakteri *Escherichia coli* yang membantu membusukkan sisa-sisa makanan tersebut. Bakteri *Escherichia coli* mampu membentuk vitamin K dan B12. Sisa makanan yang tidak terpakai oleh tubuh beserta gas-gas yang berbau disebut tinja (feses) akan dikeluarkan melalui anus.

## 2. Organ Pencernaan Tambahan

Sistem pencernaan manusia tidak hanya terdiri atas organ pencernaan utama saja, tetapi juga terdapat organ pencernaan tambahan berupa kelenjar-kelenjar pencernaan. Kelenjar ini berperan membantu dalam mencerna makanan. Kelenjar pencernaan berfungsi menghasilkan enzim-enzim yang digunakan dalam membantu pencernaan makanan secara kimiawi. Organ pencernaan tambahan ditunjukkan pada Gambar 5.16



Pustekkom Depdiknas © 2008

Sumber: Pustekkom Depdiknas, 2008

Gambar 5.15

Beberapa Kelenjar Pencernaan.

### 3. Enzim-Enzim Pencernaan

Proses pencernaan makanan pada manusia tidak dapat dilepaskan dari enzim. Enzim adalah sejenis protein yang mempercepat laju reaksi kimia dalam tubuh. Enzim-enzim pencernaan dihasilkan oleh kelenjar pencernaan. Pada Tabel 5.5 berikut ini merupakan nama-nama enzim yang berperan dalam sistem pencernaan makanan dan sumbernya.

Tabel 5.5 Organ Pencernaan, Enzim yang Dihasilkan, dan Fungsinya

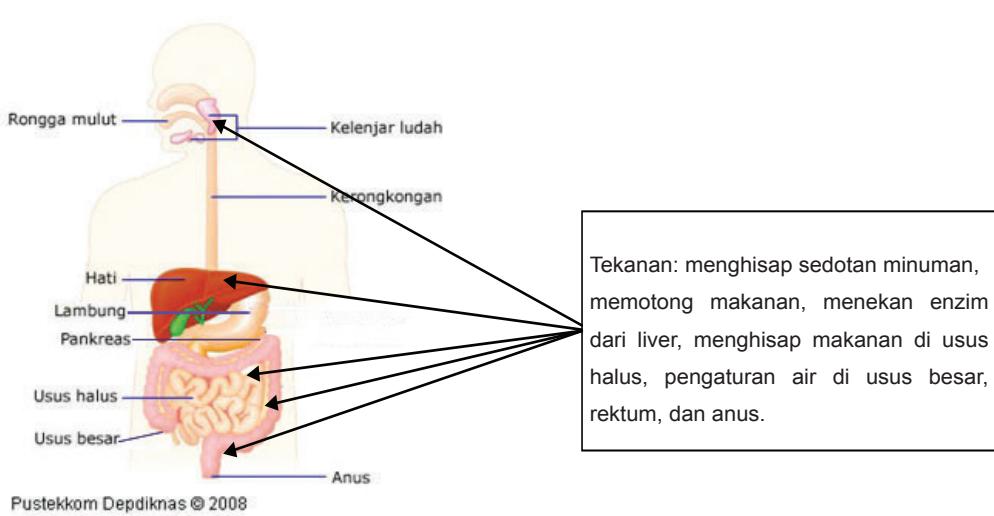
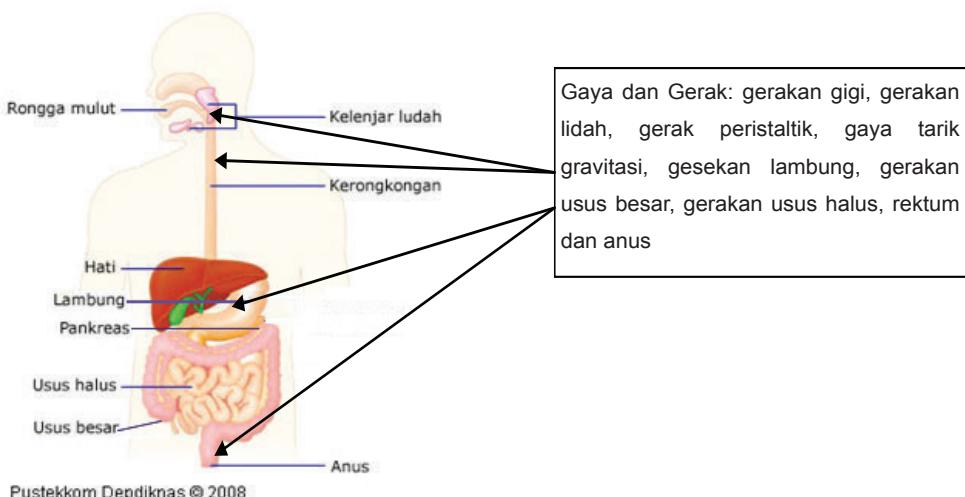
Organ Tempat Pencernaan	Penghasil Getah	Getah/ Enzim yang Dihasilkan	Fungsi
Mulut	Kelenjar saliva	Amilase, mucus/ lendir, air	Memecah pati (amilum) menjadi maltosa
Lambung	Dinding lambung	Asam lambung (HCl)	Membunuh bakteri, membantu pepsin, melarutkan mineral
		Enzim Renin	Mengubah kaseinogen menjadi kasein
		Enzim Pepsin	Mengubah protein menjadi proteosa, pepton dan polipeptida
Usus halus	Pankreas	Enzim Karbohidrase Pankreas	Mencerna amilum menjadi maltosa atau disakarida lainnya
		Enzim Lipase Pankreas	Mengubah emulsi lemak menjadi asam lemak dan gliserol.
		Enzim Tripsin	Mengubah protein menjadi polipeptida
		Enzim Amilase Pankreas	Mengubah amilum menjadi disakarida (maltosa)
		Enzim Enterokinase	Mengubah Tripsinogen menjadi Tripsin yang digunakan dalam saluran pankreas
	Dinding usus halus	Enzim Maltase	Mengubah Maltosa menjadi Glukosa
		Enzim Laktase	Mengubah Laktosa menjadi Glukosa dan Galaktosa
		Enzim Sukrase	Mengubah Sukrosa menjadi Glukosa dan Fruktosa
		Enzim Peptidase	Mengubah Polipeptida menjadi Asam Amino
		Enzim Lipase	Mengubah lemak menjadi asam lemak dan Gliserol
	Hati	Empedu	Mengemulsikan lemak

## ✓ Ayo Kita Lakukan

### Pencernaan Mekanis

- Di bagian manakah, sistem gaya dan gerak dapat diterapkan pada sistem pencernaan manusia?
- Di bagian manakah, perubahan energi dapat diterapkan pada sistem pencernaan manusia?
- Di bagian manakah, sistem tekanan dapat diterapkan pada sistem pencernaan manusia?

Urutan jalur pencernaan makanan pada manusia diawali dari mulut, selanjutnya melewati kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan terakhir anus. Proses fisika yang terjadi pada sistem pencernaan makanan, meliputi gaya dan percepatan; energi/ kalor dan tekanan.



## Mengidentifikasi Masalah

Setelah kamu perhatikan gambar di atas, isilah tabel “Peristiwa Fisika pada Sistem Pencernaan”!

Diskusikan bersama teman kamu peristiwa-peristiwa fisika yang terjadi pada sistem pencernaan!

Tabel 5.6 Peristiwa Fisika pada Sistem Pencernaan

No.	Organ Pencernaan	Peristiwa Fisika		
		Prinsip Gaya dan Percepatan	Prinsip Perubahan Energi	Prinsip Tekanan
1.	mulut			
2.	kerongkongan			
3.	lambung			
4.	usus halus			
5.	usus besar			
6.	anus			

### ✓ Ayo Kita Lakukan

#### Pencernaan Kimiawi

Di dalam rongga mulut terjadi pencernaan mekanik dan kimiawi. Pencernaan kimiawi dibantu saliva atau air liur. Nasi yang kamu kunyah di rongga mulut setelah 5 menit akan terasa manis? Mengapa hal itu terjadi? Kamu akan menemukan jawabannya setelah melakukan percobaan berikut ini.

**Apa yang akan kamu teliti?**

**Apakah air liur akan mengubah zat tepung (amilum) menjadi zat gula (maltosa)?**

**Apa yang kamu duga?**

**Apa yang kamu sediakan?**

- Amilase (atas air liur atau ekstrak kecambah kacang hijau)
- Pati atau kanji 1 sendok makan
- Kapas
- Air kran 1 gelas
- Gelas ukur
- Pengaduk
- Pipet tetes 3 buah
- Sendok plastik
- Lampu spiritus
- Kaki tiga
- Larutan iodium untuk uji zat tepung
- Larutan Benedict untuk uji zat gula
- Pelat tetes
- Tabung reaksi 1

### Apa tujuan penelitianmu?

- Membandingkan (secara kualitatif) perubahan zat tepung menjadi zat gula dengan interval waktu yang berbeda.
- Menyimpulkan berapa lama mengunyah yang baik?
- Menggunakan hasil laboratorium, menyimpulkan mengapa makanan harus dikunyah dalam mulut lebih lama.

### Keselamatan kerja

Pakailah sarung tangan atau bungkus tangan kamu dengan kantung plastik agar tidak terkena air liur.

### Apa yang kamu lakukan?

Mengumpulkan enzim amilase atas kecambah kacang hijau. Hancurkan  $\frac{1}{2}$  gelas kecambah kacang hijau yang telah ditambah  $\frac{1}{4}$  gelas air menggunakan pistil dan mortal. Setelah halus, saring bahan tersebut dengan menggunakan saringan teh. Larutan yang sudah kamu peroleh ini merupakan sumber enzim amilase.

1. Persiapkan membuat larutan kanji (lem pati).
  - a. Masukan 1 sendok makan pati/kanji dalam satu gelas air. Tambahkan sekitar 100 mL air dalam gelas. Panaskan gelas dengan lampu spiritus dan aduk terus sampai cairan mengental (transparan), kemudian dinginkan!
  - b. Tempatkan pelat tetes di atas kertas putih, sehingga kamu dapat mengamati perubahan warna dengan jelas.
  - c. Masukkan 5 mL larutan kanji dalam tabung reaksi pada suhu kamar, kemudian segera tambahkan 0,5 mL amilase. Aduk dengan cepat dan merata. Catat waktunya! Masukkan campuran larutan kanji-amilase ke dalam cekungan pelat tetes dan beri tanda dengan No 1 s.d 8. Pada menit ke- 1 tetesi cekungan pelat tetes nomor 1 dengan larutan iodium, selanjutnya setiap selang waktu satu menit ditetesi cekungan pelat tetes yang lain dengan larutan iodium.
2. Catat perubahan warna atas pelat tetes 1 sampai dengan no 8.
  - a. Pada cekungan pelat tetes No. berapakah yang warnanya paling gelap? Mengapa? Jelaskan!
  - b. Pada cekungan pelat tetes No. berapakah yang warnanya paling terang? Mengapa? Jelaskan!
  - c. Setelah 5 menit masukkan larutan kanji-amilase ke tabung reaksi, tetesi dengan larutan Benedict. Amati perubahan warna pada dasar tabung reaksi!

### Apa yang dapat kamu simpulkan dan jelaskan!

Mengapa kamu harus benar-benar mengunyah makanan?

### Apa yang akan kamu komunikasikan?

Buatlah tulisan tentang manfaat mengunyah makanan untuk kesehatan dan tempel tulisan tersebut di majalah dinding.

## Refleksi

Apakah kamu merasa lapar dan lemas saat telat makan? Ternyata, rasa lapar merupakan salah satu peringatan alami atas tubuh yang menunjukkan bahwa tubuh kamu sedang membutuhkan energi. Kamu dapat menambah energi kembali dengan cara makan. Makan merupakan salah satu ciri makhluk hidup untuk dapat beraktivitas dan bertahan hidup. Apa yang terjadi di dalam sistem pencernaanmu sehingga kamu dapat merasa kenyang dan kembali berenergi setelah makan? Banyak proses yang dilalui oleh makanan yang kamu makan, dari ukuran makanan yang besar sampai makanan tersebut diuraikan menjadi sekecil mungkin sampai dibawa oleh darah dan diedarkan ke seluruh tubuh. Semua itu dilakukan oleh sistem pencernaan makanan dan sistem-sistem yang lain karena sistem dalam tubuh tidak dapat berdiri sendiri. Oleh karena itu, bersyukurlah kepada Tuhan karena kamu diberi tubuh yang sehat sehingga semua sistem dalam tubuh bekerja dengan baik. Bersyukurlah atas nikmat Tuhan karena kamu dapat menjaga kesehatan sistem pencernaan tubuh, karena tidak ada proses pencernaan yang lebih sempurna daripada proses pencernaan melalui sistem pencernaan ciptaan Tuhan. Bagaimana cara menjaga sistem pencernaan agar tetap sehat? Apakah baik jika kamu makan dalam jumlah yang terlalu banyak dan tidak sesuai dengan aktivitas tubuh?



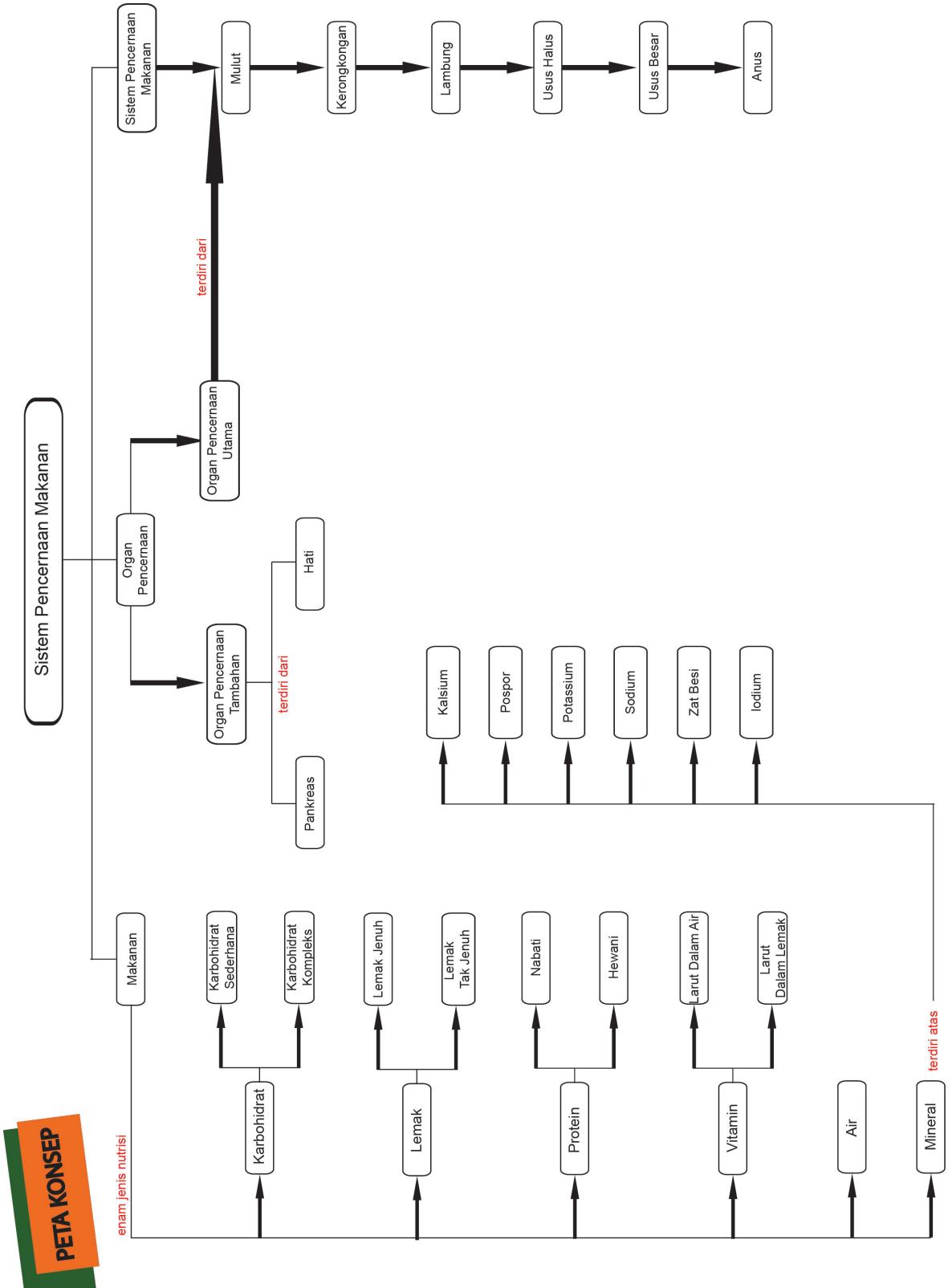
## Info Ilmuwan

Kamu pernah merasakan perut mual? Semoga tidak pernah? Ahli yang membedakan antara mual di usus kecil dengan gangguan usus besar adalah Ar-Razi (854-923 M), seorang guru besar dalam ilmu kedokteran. Ar-Razi juga berhasil menemukan benang jahit untuk operasi yang terbuat dari bahan selaput hewan. Ilmuwan lain terkait dengan sistem pencernaan makanan adalah Ivan Petrovich Pavlov (1849-1936 M), ia adalah seorang fisiolog, psikolog, dan dokter dari Rusia. Pavlov memulai risetnya dalam topik sistem pencernaan dan peredaran darah. Eksperimen dan karya yang membuat Pavlov memiliki reputasi di bidang psikologi bermula dari studi tentang pencernaan. Pavlov meneliti proses pencernaan pada anjing, khususnya hubungan timbal balik antara air ludah dan kerja perut. Dalam penelitian tersebut ia melihat bahwa seekor anjing akan mengeluarkan air liur sebagai respon atas munculnya makanan. Nampaknya kedua hal tersebut berkaitan erat dengan refleks dalam sistem saraf otonom. Tanpa air liur, perut tidak membawa pesan untuk memulai pencernaan.



## Rangkuman

1. Makanan memiliki peran yang penting bagi kehidupan manusia sebagai sumber energi dan bahan penyusun tubuh manusia.
2. Kebutuhan energi manusia dinyatakan dalam satuan kalori. Satu kalori itu menunjukkan jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 g air sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ .
3. Karbohidrat adalah sumber energi utama pada tubuh yang sumbernya dapat berasal dari nasi, roti, sagu, atau kentang.
4. Lemak merupakan salah satu komponen yang penting bagi tubuh karena dapat melarutkan beberapa macam vitamin dan merupakan cadangan energi yang paling baik. 1 gram lemak mengandung kalori sebesar 9 kilokalori.
5. Protein berperan sebagai penghasil energi, pembangun massa tubuh, dan pembentuk enzim, antibodi, serta hormon.
6. Vitamin merupakan bahan yang wajib ada dalam bahan makanan walaupun dalam jumlah yang sedikit karena vitamin berperan untuk mengatur fungsi tubuh dan mencegah beberapa macam penyakit.
7. Mineral dan air berperan dalam berbagai reaksi kimia dalam tubuhmu, dan berdasarkan jumlah kebutuhannya keduanya termasuk dalam mikronutrien.
8. Organ pencernaan manusia terdiri dari saluran pencernaan dan organ pencernaan tambahan. Saluran pencernaan adalah organ-organ yang dilewati oleh bahan makanan yang terdiri dari mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum, dan anus. Organ pencernaan tambahan berupa organ-organ penghasil enzim yaitu hati, empedu, dan pankreas.





## Uji Kompetensi Bab 5

### A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Bahan makanan yang dikonsumsi setiap hari harus mengandung sejumlah besar bahan....
  - a. karbohidrat dan protein
  - b. lemak dan air
  - c. air dan mineral
  - d. protein dan mineral
2. Ketika melakukan uji makanan dengan biuret, tampak muncul warna ungu pada bahan makanan. Hal ini menunjukkan....
  - a. makanan mengandung lemak
  - b. makanan tidak mengandung karbohidrat
  - c. makanan mengandung cukup air
  - d. makanan mengandung protein
3. Ketika Risa membeli makanan di warung, penjualnya membungkus dengan menggunakan kertas, ternyata pada kertas tampak noda yang membuat kertas jadi terlihat transparan. Hal ini bisa terjadi karena....
  - a. makanan tersebut sudah kadaluarsa karena mengubah sifat kertas
  - b. lemak dalam makanan tersebut mengubah sifat kertas
  - c. karbohidrat dari makanan bereaksi dengan kertas
  - d. kertas tidak cocok untuk pembungkus makanan berprotein tinggi
4. Seseorang yang hanya mengkonsumsi nasi saja dalam menu makanannya menjadi tidak sehat, karena....
  - a. dalam jumlah banyak nasi akan merusak sistem pencernaan
  - b. nasi tidak mengandung cukup karbohidrat untuk aktivitas normal tubuh
  - c. nasi tidak mengandung cukup protein dan lemak untuk tubuh
  - d. nasi termasuk bahan yang tidak dapat dicerna dengan sempurna
5. Pada saat masa pertumbuhan sebaiknya seorang anak mendapat asupan bahan makanan yang banyak mengandung....

- a. karbohidrat
  - b. lemak
  - c. protein
  - d. mineral
6. Saat berpuasa kadar gula dalam darah menjadi rendah. Makanan yang paling cocok untuk segera memulihkan kondisi tubuh adalah....
- a. buah kurma
  - b. putih telur
  - c. kuning telur
  - d. daging
7. Sistem pencernaan yang melakukan gerak peristaltik pertama adalah...
- a. mulut
  - b. lambung
  - c. kerongkongan
  - d. usus
8. Organ pencernaan yang bersifat sangat asam, bertugas untuk membunuh bakteri dan mencerna protein adalah....
- a. mulut
  - b. lambung
  - c. usus halus
  - d. usus besar
9. Pencernaan pada tubuh manusia meliputi pencernaan...
- a. mekanik dan kimiawi
  - b. mekanik dan biologis
  - c. biologis dan kimiawi
  - d. kimiawi dan enzimatis
10. Proses pemecahan karbohidrat dalam tubuhmu terjadi pada...
- a. mulut dan lambung
  - b. lambung dan usus halus
  - c. usus halus dan usus besar
  - d. mulut dan usus halus

**B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!**

1. Bahan apa sajakah yang terkandung dalam bahan makanan berikut?  
Sebutkan!
- a. Keju.
  - b. Putih telur
  - c. Singkong
  - d. Jeruk

3. Mengapa setiap hari manusia harus makan nasi, singkong, atau sagu?
4. Suatu bahan makanan ketika diuji dengan biuret memunculkan warna ungu, ketika diuji dengan lugol tidak terjadi perubahan warna, dan ketika diuji dengan Benedick memunculkan warna merah bata. Mengandung bahan apakah makanan tersebut? Berikan contoh makanan tersebut!
5. Sebutkan urutan saluran pencernaan dari awal hingga akhir! Mengapa waktu yang diperlukan makanan untuk dicerna pada tiap organ pencernaan berbeda-beda? Jelaskan!
6. Makanan yang dikonsumsi seseorang dapat mengandung bakteri. Untuk mencegah berkembangnya bakteri tersebut, organ apakah yang dapat membunuh bakteri tersebut? Bagaimana cara kerja organ tersebut?
7. Mengapa pencernaan memerlukan enzim?
8. Apabila seseorang makan daging ayam, organ apakah yang paling berperan untuk mencerna bahan makanan tersebut secara kimiawi?
9. Mengapa struktur usus halus yang memiliki vili lebih efektif saat menyerap bahan makanan?
10. Apa perbandingan pencernaan makanan secara mekanis dan kimiawi?
11. Bagaimana kegiatan dalam usus besar dapat membantu mempertahankan homeostasis?
12. Roti tawar, nasi, dan sagu mengandung zat tepung. Mengapa roti atau nasi atau sagu terasa manis setelah lima menit di mulut kamu tanpa dikunyah? Jelaskan!
13. Apa yang akan terjadi pada beberapa zat makanan dalam kimus jika pankreas tidak mengeluarkan getahnya ke dalam usus halus?

## C. Pemecahan Masalah

### 1. Masalah Kebutuhan Energi

Petunjuk

- a. Baca teks awal sebelum kamu menjawab pertanyaan, jika ada kesalahan teks, silakan bertanya kepada gurumu.
- b. Kamu harus melakukannya sendiri dengan memecahkan masalah menurut langkah-langkah yang diberikan.
- c. Tulis jawaban kamu hanya pada buku tulis atau pada kertas.
- d. Kamu tidak diperkenankan menggunakan kalkulator, buku matematika, dan internet.

Tabel Kebutuhan Energi Sehari-hari

Umur (Tahun)	Aktivitas	Kebutuhan Energi	
		Laki-laki	Perempuan
18-29	Ringan	10660	8360
	Sedang	11080	8780
	Berat	14420	9820
30-59	Ringan	10450	8570
	Sedang	12120	8990
	Berat	14210	9790
$\geq 60$	Ringan	8780	7500
	Sedang	10240	7940
	Berat	11910	8740

Tabel Tingkat Aktivitas menurut Pekerjaan

Ringan	Sedang	Berat
Penjual dalam ruangan	Guru	Pekerja bangunan
Pegawai kantor	Penjual di luar ruangan	Buruh
Ibu rumah tangga	Perawat	Olah ragawan

Dhayu adalah pelompat tinggi berusia 19 tahun. Suatu malam, Dhayu diundang oleh beberapa temannya untuk makan di warung. Perhatikan daftar menu makanan di warung tersebut.

Daftar Menu

MENU		Perkiraan Energi Per porsi (Kal)
Sayur	Sup tomat	355
	Sup jamur	585
	Sayur bayam	335
Lauk Pauk	Ayam bakar	795
	Ayam goreng	960

	Martabak	920
Buah	Durian	1380
	Melon	565

Dhayu menyimpan catatan apa yang dia makan setiap hari. Sebelum makan malam pada hari itu makanan yang telah dimakan totalnya 7520 kJ. Dhayu tidak ingin total asupan energi yang masuk kurang atau melebihi 500 kJ dari jumlah yang disarankan sehari-hari.

### Pertanyaan

- Bantu Dhayu untuk mengambil keputusan! Bila Dhayu membeli “MENU dengan HARGA SPESIAL”, apakah sudah sesuai dengan kebutuhan energi yang dianjurkannya?
- Bapak Badu seorang guru yang berusia 45 tahun. Berikan saran kepada Bapak Badu, berapa jumlah asupan energi yang diperlukan sehari-hari?

### 2. Diet Cokelat

Sebuah artikel surat kabar menceritakan kisah seorang siswa 14 tahun, bernama Meilani, yang melakukan “diet cokelat”. Meilani mengaku tetap sehat, dengan berat badan stabil, yaitu 50 kg. Meilani makan 90 batang cokelat seminggu dan menghindari semua makanan lain. Selain itu setiap lima hari Meilani makan makanan yang terbuat dari tepung. Seorang ahli gizi berkomentar: “seseorang dapat hidup dengan pola makan seperti ini karena lemak dari cokelat memberikan energi, namun tidak mendapatkan gizi seimbang”. Cokelat mengandung beberapa mineral dan nutrisi, tetapi tidak mengandung cukup vitamin. Meilani dapat mengalami masalah kesehatan yang serius di kemudian hari”.

Kandungan Nutrisi atas 100 gr cokelat

Protein	Lemak	Karbohidrat	Mineral		Vitamin			Total Energi
			Kalsium (mg)	Besi (mg)	A	B (mg)	C	
5	32	51	50	4	-	0,20	-	2142

### Pertanyaan

- Misalkan setiap batang cokelat yang dimakan Meilani memiliki berat 100 gram. Berdasarkan tabel di atas setiap batang cokelat (100 gram) mengandung 32 gram lemak dan memberikan 2142 kJ energi. Ahli gizi mengatakan “Lemak memberi energi untuk hidup”. Jika Meilani makan

- 100 gram cokelat, apakah semua energi ( 2142 kJ ) berasal atas 32 gram lemak? Jelaskan jawaban kamu dengan menggunakan data dari tabel .
- b. Para ahli gizi mengatakan bahwa "Meilani" ... tidak mendapatkan cukup vitamin C. Salah satu vitamin yang hilang dalam cokelat adalah vitamin C. Meilani dapat mengkompensasi kekurangan vitamin C dengan mengkonsumsi makanan yang mengandung persentase vitamin C yang tinggi "makanan yang tepat setiap lima hari".

Berikut adalah daftar jenis makanan :

- 1) ikan,
- 2) buah,
- 3) beras,
- 4) sayur-sayuran.

Manakah dua jenis makanan dari daftar di atas yang kamu sarankan pada Meilani untuk memberikan kesempatan mengkompensasi kekurangan vitamin C?



### Tugas Proyek

1. Lambung menghasilkan asam lambung (HCl) atau bersifat asam. Penderita maag dianjurkan mengkonsumsi obat yang mengandung antasida. Antasida bersifat basa, sehingga dapat menetralkan asam lambung. Lakukan kegiatan yang membuktikan, bahwa obat yang mengandung antasida dapat menetralkan asam lambung. Bila kamu mengalami kesulitan, tanyakan pada gurumu!
2. Buat laporan dengan sistematika berikut.
  - a. Bahan dan alat yang diperlukan.
  - b. Cara kerja.
  - c. Data.
  - d. Kesimpulan.

# Bab 6

## Zat Aditif dan Zat Adiktif

Permen yang kamu gemari saat kecil, makanan kemasan dan minuman kemasan lainnya, ternyata dalam proses pembuatannya ada penambahan zat-zat. Zat-zat tersebut mulai dari pemanis, pewarna bahkan mungkin pengawet.

Pernahkah kamu melihat orang yang suka sekali minum kopi? Bahkan ada orang yang mengaku pusing bila tidak minum kopi. Nampaknya orang tersebut sudah ketagihan minum kopi. Zat apakah yang ada dalam kopi yang membuat seseorang dapat mengalami ketagihan? Pada bab ini kamu akan belajar tentang zat-zat tersebut di atas yang merupakan zat aditif dan adiktif.



Sumber : [www.freedigitalphotos.net](http://www.freedigitalphotos.net)

## A. Zat Aditif



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 6.1** Permen karet dalam toples dan jelly aneka warna

Apakah kamu menyukai makanan berwarna mencolok? Apakah zat warna pada makanan tersebut diperlukan oleh tubuh? Sebenarnya, bahan yang ditambahkan ke dalam makanan bertujuan untuk meningkatkan kualitas, keawetan, kelezatan, dan kemenarikan makanan. Selain itu, ada pula bahan yang ditambahkan pada makanan sebagai pewarna, pemutih, pengatur keasaman, penambah zat gizi dan anti penggumpal. Bahan tambahan pada makanan tersebut dinamakan, zat aditif. Zat aditif yang umum digunakan masyarakat, antara lain garam dapur, rempah-rempah, asam cuka, dan lain-lain.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 6.2** Jelly, kopi, minuman yang mengandung bahan aditif dan adiktif



### Ayo Kamu Pelajari

1. Macam-macam zat aditif alami dalam makanan dan minuman
2. Macam-macam zat aditif buatan dalam makanan dan minuman
3. Efek dari zat aditif buatan dalam makanan dan minuman



### Istilah Penting

1. Zat aditif alami
2. Zat aditif buatan



### Mengapa Penting ?

Kamu akan dapat memutuskan bahan makanan apa saja yang aman dan tidak aman jika dikonsumsi.

### AYO TEBAK

Setiap hari kamu selalu makan dan minum untuk menjaga kesehatan tubuhmu. Menurut kamu bahan makanan dan minuman apa sajakah yang aman bagi tubuhmu? Adakah bahan makanan dan minuman yang tidak baik untuk kesehatan tubuhmu tetapi kamu sering mengonsumsinya?



## AYO PIKIRKAN

Apakah ketika pulang sekolah, kamu sering bertemu dengan penjual makanan atau minuman? Bagaimana penampilan makanan dan minuman tersebut? Pada umumnya makanan dan minuman tersebut sangat menarik. Apakah makanan dan minuman tersebut aman untuk dikonsumsi? Pada bab ini kamu akan mempelajari zat aditif dan zat adiktif. Setelah mempelajari bab ini, kamu akan memperoleh banyak informasi yang menarik mengenai penggunaan bahan aditif dan adiktif. Selanjutnya, kamu dapat menentukan bahan yang aman atau tidak aman untuk dikonsumsi. Bahkan, kamu akan mengetahui bahwa ada bahan tambahan makanan yang bila ditambahkan secara berlebihan oleh produsennya dapat dikenai sanksi hukuman oleh negara.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 6.3** Penjual jajanan di gerbang sekolah



### Ayo Kita Coba

- Bawalah minimal 5 jenis kemasan makanan yang kamu suka!
- Bacalah komposisi bahan makanan yang tertera pada bagian belakang kemasan tersebut!
- Tuliskan bahan aditif apa saja yang ada pada produk-produk yang kamu bawa!
- Tentukan tiap-tiap jenis bahan tersebut termasuk bahan aditif alami atau buatan!

## 1. Bahan Pewarna



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 6.4** Pewarna alami



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 6.5** Pewarna sintetis

Pernahkah kamu membeli kue atau minuman dengan warna mencolok? Terbuat dari apakah warna tersebut? Apakah zat warna yang digunakan pada makanan tersebut berasal dari tumbuhan? Perhatikan kedua gambar di atas. Gambar 6.4 menunjukkan sayur-sayuran yang berwarna-warni. Warna yang diperoleh dari sayuran adalah pewarna alami. Gambar 6.5 menunjukkan pewarna buatan atau sintetis. Pewarna makanan sintetis dibuat dari berbagai macam bahan. Pelajari kegiatan “Ayo Kamu Lakukan” untuk mengetahui adanya pewarna alami atau buatan pada makanan atau minuman.

### a. Pewarna Alami

Pewarna alami adalah pewarna yang dapat diperoleh dari alam, misalnya dari tumbuhan dan hewan. Banyak sekali bahan-bahan di sekitarmu yang dapat dipakai sebagai pewarna alami. Daun suji dan daun pandan dipakai sebagai pewarna hijau pada makanan. Selain memberi warna hijau, daun pandan juga memberi aroma harum pada makanan. Kakao sering digunakan untuk memberikan warna cokelat pada makanan. Pewarna alami mempunyai keunggulan, yaitu umumnya lebih sehat untuk dikonsumsi daripada pewarna buatan. Namun, pewarna makanan alami memiliki beberapa kelemahan, yaitu cenderung memberikan rasa dan aroma khas yang tidak diinginkan, warnanya mudah rusak karena pemanasan, warnanya kurang kuat (pucat), dan macam warnanya terbatas.



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 6.6** Makanan berwarna

**Tabel 6.1** Contoh Bahan Pewarna Alami

No	Warna yang Diinginkan	Contoh Sumber
1.	Biru	Buah murbei, buah anggur
2.	Kuning	Kunyit
3.	Orange	Wortel
4.	Hijau	Daun suji
5.	Cokelat	Kakao, karamel
6.	Merah	Buah naga
7.	Hitam	Arang (tidak dianjurkan)

Sumber: Natural colouring Agen [www.vscht.cz/lam/new/banc.pdf](http://www.vscht.cz/lam/new/banc.pdf)

## b. Pewarna Buatan

Saat ini, sebagian besar orang lebih senang menggunakan pewarna buatan untuk membuat aneka makanan yang berwarna. Bahan pewarna buatan dipilih karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pewarna alami, yaitu harganya murah, praktis dalam penggunaan, warnanya lebih kuat, macam warnanya lebih banyak, dan warnanya tidak rusak karena pemanasan. Penggunaan bahan pewarna buatan untuk makanan harus melalui pengujian yang ketat untuk kesehatan konsumen.

Pewarna yang telah melalui pengujian keamanan dan yang diijinkan pemakaian untuk makanan dinamakan *permitted colour* atau *certified colour*. Penggunaan pewarna buatan secara aman sudah begitu luas digunakan masyarakat sebagai bahan pewarna dalam produk makanan. Namun, di masyarakat masih sering ditemukan penggunaan bahan pewarna buatan yang tidak sesuai dengan peruntukannya.

Contoh penggunaan pewarna sintetis yang tidak sesuai peruntukannya adalah penggunaan pewarna tekstil untuk makanan yang dapat membahayakan kesehatan konsumen. Pewarna tekstil dan pewarna cat tidak boleh digunakan sebagai pewarna makanan karena pewarna cat dan tekstil biasanya mengandung logam-logam berat, seperti arsen, timbal, dan raksa yang bersifat racun bagi tubuh konsumennya.

Tabel 6.2 contoh pewarna buatan yang diijinkan dan yang tidak diijinkan untuk digunakan sebagai pewarna makanan yang telah ditetapkan di negara.



Sumber: Arvin balaraman, 2013

**Gambar 6.7** Makanan berperwarna

**Tabel 6.2** Pewarna yang diijinkan dan Pewarna yang tidak diijinkan

No	Pewarna yang diijinkan	Pewarna yang tidak diijinkan		
1	Biru berlian	Auramine	Fast Yellow AB	Orange G
2	Cokelat HT	Orange RN	Black 7984	Magenta
3	Eritrosin	Metanil Yellow	Ponceau SX	Chrysoine
4	Hijau FCF	Chocolate Brown FB	Oil Yellow AB	Sudan 1
5	Hijau S	Alkanet	Guinea Green B	Orange GGN
6	Indigotin	Orchil and Orcein	Burn Umber	Violet 6 B
7	Karmoisin	Oil Orange SS	Ponceau 6R	Citrus Red No. 2

8	Kuning FCF	Fast Red E	Oil Yellow OB	
9	Kuning Kuinolin	Butter Yellow	Indanthrene Blue RS	
10	Merah Alura	Ponceau 3 R	Chrysoidine	

Sumber: SK Menteri Kesehatan RI No. 239/MenKes/Per/V/85

## 2. Pemanis



Sumber: Dokumen Kemdikbud (A), super trooper, 2012(B), rakracatda torsap,2012 (C)

**Gambar 6.8** Gula pasir (A), Pemanis buatan yang biasa pada minuman(B), pemanis buatan yang biasa pada kue aneka warna (C)

Pemanis dipakai untuk menambah rasa manis yang lebih kuat pada bahan makanan. Pemanis alami yang umum dipakai adalah gula pasir, gula kelapa, gula aren, gula lontar, dan bit. Senyawa yang membuat rasa manis pada gula tersebut adalah sukrosa.

Selain pemanis alami, ada juga beberapa pemanis buatan yang dapat menjadi alternatif untuk menambah rasa pada makanan. Pemanis buatan ini antara lain aspartam, sakarin, asesulfam kalium, dan siklamat.

Rasa manis pada makanan dan minuman seperti pada Gambar 6.8 dibuat dengan menggunakan pemanis alami dan pemanis buatan. Pemanis alami dan pemanis buatan tidak selalu dapat dibedakan oleh lidah kamu, terutama oleh orang-orang yang tidak terlalu peka dengan rasa pemanis buatan.

Pemanis buatan merupakan produk pangan yang manis seperti gula pada umumnya, namun rendah kalori. Pemanis buatan diproduksi untuk dikonsumsi orang yang ingin mengurangi asupan gula tinggi kalori, namun tetap terasa manis, khususnya bagi penderita kencing manis. Berikut contoh pemanis buatan yang dapat ditemukan di pasaran.

**a. Aspartam**

Pernahkah kamu minum teh atau minuman lain yang diberi pemanis dari gula jagung? Gula jagung mengandung aspartam. Aspartam adalah jenis gula rendah kalori yaitu sekitar 4 kkal (= 4.000 kalori; 17 Joule = 17 kJ) per gram. Walaupun Aspartam adalah jenis gula rendah kalori, tingkat kemanisannya 160-200 kali dari gula pasir. Keunggulan lain Aspartam antara lain rasa manisnya mirip gula, tanpa rasa pahit, dan tidak merusak gigi. Penggunaan Aspartam pada makanan atau minuman telah disetujui oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan Indonesia (BPOM).

**b. Sakarin**

Sakarin adalah pemanis buatan yang tidak berkalori. Sakarin dibuat dari garam natrium. Asam sakarin berbentuk bubuk kristal putih, tidak berbau dan sangat manis. Sakarin mempunyai tingkat kemanisan 200-500 kali dari rasa manis sukrosa (gula pasir).

Sakarin dan aspartam sering digunakan di industri minuman kaleng atau kemasan. Keunggulan sakarin, yaitu tidak bereaksi dengan bahan makanan, sehingga makanan yang ditambah dengan sakarin tidak mengalami kerusakan dan harganya murah. Kelemahan sakarin adalah mudah rusak bila dipanaskan sehingga mengurangi tingkat kemanisannya. Selain itu, sakarin kerap kali menimbulkan rasa pahit. Penggunaan sakarin yang berlebihan dapat membahayakan kesehatan tubuh manusia, misalnya menimbulkan kanker.

Pemakaian pemanis buatan di Indonesia diatur oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI No 208/Menkes/Per/1V/85 tentang pemanis buatan dan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 722/Menkes/Per/1X/88 tentang bahan tambahan pangan. Peraturan Menteri tersebut menyatakan bahwa pada makanan atau minuman olahan khusus yang berkalori rendah dan untuk penderita penyakit diabetes melitus kadar maksimum sakarin yang diperbolehkan adalah 300 mg/kg bahan makanan/minuman .

**c. Kalium Asesulfam**

Kalium Asesulfam memiliki tingkat kemanisan sekitar 200 kali dari kemanisan gula pasir. Kelebihan kalium Asesulfam adalah mempunyai sifat stabil pada pemanasan dan tidak mengandung kalori.

**d. Siklamat**

Siklamat merupakan pemanis buatan yang diijinkan untuk digunakan pada produk makanan dan minuman dengan dosis yang telah ditetapkan oleh BPOM. Siklamat merupakan garam natrium dari asam siklamat. Siklamat memiliki tingkat kemanisan sekitar 30 kali dari rasa manis gula pasir. Siklamat memberikan rasa manis tanpa menimbulkan rasa pahit,

sehingga pemanis ini banyak dipakai oleh masyarakat. Pemanis ini tidak dimetabolisme oleh tubuh manusia sehingga siklamat yang ditambahkan pada makanan tidak memberikan suplai energi bagi tubuh manusia.

Penggunaan siklamat secara berlebihan dapat mengganggu kesehatan. Pada dosis berlebih, siklamat dapat memicu munculnya kanker kandung kemih, mutasi, dan cacat lahir. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No 722/Menkes/Per/1X/88 kadar maksimum asam siklamat yang diperbolehkan dalam makanan berkcalori rendah dan untuk penderita diabetes melitus adalah 3g/kg bahan makanan/minuman, sedangkan menurut WHO batas konsumsi harian siklamat yang aman adalah 11 mg/kg berat badan.

### **Ayo Kita Lakukan**

#### **Menyelidiki Pewarna pada Makanan yang Aman bagi Tubuh**

Pastikan pewarna pada makanan yang kamu konsumsi adalah pewarna yang aman.

##### **Apa yang harus disiapkan?**

1. Bahan makanan berpewarna yang akan diuji (saus tomat, cincau, cendol dan lain-lain) masing-masing 50 gram.
2. Air 50 mL
3. Pistil dan mortar
4. Pipet
5. Benang wol
6. Kaki tiga
7. Kawat kasa
8. Pemanas bunsen/lampu spiritus
9. Gelas kimia
10. Deterjen

##### **Apa yang harus dilakukan?**

1. Campurkan 50 gram bahan makanan yang akan diuji dengan 50 mL air, kemudian haluskan.
2. Masukkan masing-masing bahan makanan yang akan diuji ke dalam gelas kimia yang berbeda.
3. Celupkan beberapa potongan benang wol ke dalam masing-masing gelas kimia.
4. Panaskan masing-masing gelas kimia dengan pemanas bunsen/lampu spiritus. Pastikan kaki 3, kawat kasa, dan gelas kimia tersusun dengan benar. Berhati-hatilah saat menyalakan Bunsen. Gunakan sarung tangan tahan panas untuk mengangkat gelas kimia yang telah dipanaskan.

- Dinginkan sampai benar-benar dingin.
- Ambil benang wol yang telah dicelupkan pada larutan bahan makanan. Cucilah benang wol tersebut dengan deterjen.
- Bandingkan hasilnya dalam tabel dengan memberi tanda centang (V) sesuai dengan hasil pengamatan. Pewarna makanan yang aman dikonsumsi akan hilang dari benang saat benang dicuci.

No	Jenis Bahan	Warna Hilang	Warna tidak Hilang
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

#### Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan data pengamatan, buatlah kesimpulan yang menyatakan jenis-jenis bahan makanan yang menggunakan pewarna aman atau tidak aman.

### 3. Pengawet



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 6.9** Bolu kukus berjamur (kiri) roti tawar (kanan)

Perhatikan kondisi kedua makanan pada Gambar 6.9! Menurut pendapat kamu, makanan mana yang masih layak dikonsumsi? Bolu kukus pada Gambar 6.9 sebelah kiri berjamur karena sudah kadaluwarsa atau sudah lewat masa pengawetannya. Pengawetan bahan makanan diperlukan untuk menjaga kualitas bahan makanan dalam kurun waktu tertentu. Tujuan pengawetan

makanan adalah untuk mempertahankan kondisi lingkungan pada bahan makanan, untuk mencegah perkembangan mikroorganisme atau mencegah terjadinya reaksi kimia tertentu yang tidak diinginkan dalam makanan. Berikut ini beberapa hal yang menyebabkan kerusakan pada bahan pangan.

- a. Kerusakan bahan pangan karena pertumbuhan mikroba seperti jamur atau bakteri. Makanan yang telah terkena mikroba akan menimbulkan bahaya jika dikonsumsi karena mikroba tersebut ada yang menghasilkan racun. Kerusakan makanan akibat mikroba disebut kerusakan mikrobiologi.
- b. Kerusakan bahan pangan yang disebabkan oleh benturan (tertekan dan jatuh). Kerusakan bahan pangan ini disebut kerusakan mekanis.
- c. Kerusakan bahan pangan karena proses fisik, antara lain karena penyimpanan dalam gudang yang lembab, pendinginan, atau pemanasan. Kerusakan bahan pangan ini disebut kerusakan fisik.
- d. Kerusakan bahan pangan oleh serangga dan tikus. Kerusakan ini disebut kerusakan biologis. Kerusakan biologis juga dapat disebabkan pematangan yang dilakukan oleh enzim yang terdapat pada bahan itu sendiri. Contoh kerusakan biologis adalah kerusakan (pembusukan) pada buah dan sayur.
- e. Kerusakan karena reaksi kimia antarsenyawa dalam makanan atau reaksi kimia dengan lingkungan penyimpanan. Contohnya minyak yang berbau tengik disebut kerusakan kimiawi.

Daya tahan bahan makanan dapat diperpanjang melalui pengawetan bahan pangan. Pengawetan bahan makanan dapat dilakukan secara fisik, kimia, dan biologi. Pengawetan bahan makanan secara fisik dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu pemanasan, pendinginan, pembekuan, pengasapan, pengalengan, pengeringan, dan penyinaran. Pengawetan secara biologis dapat dilakukan dengan fermentasi atau peragian, dan penambahan enzim, misalnya enzim papain dan enzim *bromelin*. Pengawetan secara kimia dapat dilakukan dengan penambahan bahan pengawet yang diijinkan. Pengawet yang diijinkan oleh Badan POM Indonesia adalah sebagai berikut.

**Tabel 6.3 Bahan Pengawet yang Dijijinkan oleh Badan POM Indonesia**

No	Nama Bahan Pengawet	No	Nama Bahan Pengawet	No	Nama Bahan Pengawet
1	Asam benzoat	10	Metil p-hidroksi benzoat	19	Kalium nitrit
2	Kalsium benzoat	11	Kalium benzoat	20	Natrium propionat

3	Asam propinat	12	Natrium bisulfit	21	Kalium propionat
4	Kalsium propionat	13	Kalium bisulfit	22	Natrium sulfit
5	Asam sorbat	14	Natrium metabisulfit	23	Kalium sorbat
6	Kalsium sorbat	15	Kalium metabisulfit	24	Nisin
7	Belerang dioksida	16	Natrium nitrat	25	Kalium sulfit
8	Natrium benzoat	17	Kalium nitrat	26	Propil p-hidroksi-benzoat
9	Etil p-hidroksi benzoat	18	Natrium nitrit		

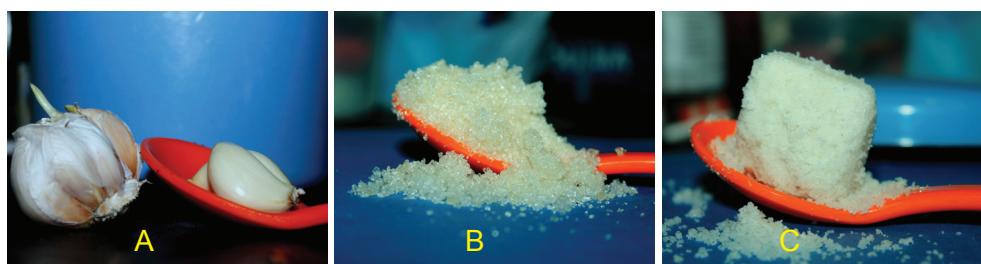
#### 4. Penyedap Makanan

Penyedap makanan adalah bahan tambahan makanan yang tidak menambah nilai gizi. Penyedap makanan sebagai penguat rasa protein, penurun rasa amis pada ikan, dan penguat aroma buah-buahan. Berikut diuraikan beberapa contoh penyedap makanan.

##### a. Penyedap Rasa

Penyedap rasa adalah bahan tambahan makanan yang digunakan untuk meningkatkan cita rasa makanan. Penyedap rasa ada yang diperoleh dari bahan alami maupun sintetis.

Penyedap rasa alami dapat berupa bawang putih, gula, garam dapur, udang, teri atau ebi, dan kaldu ayam atau sapi. Penyedap rasa sintetis yang sering digunakan adalah *Monosodium glutamat* (MSG). MSG dibuat dari fermentasi tetes tebu oleh bakteri. Bakteri membentuk bahan yang dinamakan asam glutamat. Asam glutamat ini kemudian akan diolah sehingga menjadi *Monosodium glutamat* (MSG) yang sering digunakan untuk penguat rasa protein.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

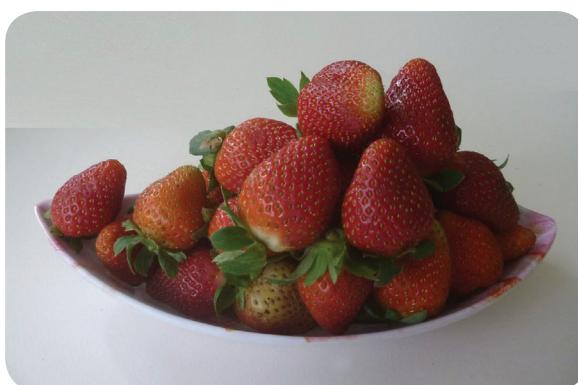
Gambar 6.10 Bawang putih (A), gula (B), garam dapur (C)

### Ayo Kita Diskusikan

Penggunaan MSG secara berlebihan dapat menyebabkan penyakit yang disebut *Chinese food syndrome* yang gejalanya dapat berupa rasa pusing dan mual. Bagaimana alternatif solusinya agar ibu-ibu mengurangi penggunaan MSG namun masakan tetap terasa enak? Lakukan analisis pada bahan pengganti peran MSG yang tidak berbahaya bagi kesehatan.

#### b. Pemberi Aroma

Pemberi aroma adalah zat yang memberikan aroma tertentu pada makanan. Penambahan zat pemberi aroma dapat menyebabkan makanan memiliki daya tarik tersendiri untuk dinikmati.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 6.11** Stroberi dan anggur sebagai alternatif pemberi aroma

Zat pemberi aroma ada yang bersifat alami dan sintesis. Zat pemberi aroma yang berasal dari bahan segar atau ekstrak dari bahan alami, misalnya dari ekstrak buah strawberry, ekstrak buah anggur, minyak atsiri atau vanili disebut pemberi aroma alami. Pemberi aroma yang merupakan senyawa sintetis, misalnya amil kaproat (aroma apel) amil asetat (aroma pisang ambon), etil butirat (aroma nanas), vanilin (aroma vanili), dan metil antranilat (aroma buah anggur) disebut pemberi aroma sintetis. Selain merupakan salah satu contoh bahan makanan yang menggunakan zat pemberi aroma.



## Ayo Kita Lakukan

**Apakah zat aditif dalam makanan dan minuman bermanfaat bagi kesehatan kamu?**

Berbagai jajanan di sekitar kamu yang tidak menarik mungkin kandungan gizinya tinggi. Agar jajanan lebih menarik, memiliki rasa yang lebih enak, serta awet dapat ditambahkan zat aditif alami atau buatan.

### Mengidentifikasi Masalah

1. Kumpulkan sebanyak mungkin bekas bungkus/pengemas makanan dan minuman yang terdapat keterangan tentang komposisi kandungan bahan bakunya!
2. Isilah kolom yang tersedia, dengan memberikan data atau informasi penggunaan zat aditif untuk makanan dan minuman yang dijual di lingkungan kamu.
3. Diskusikanlah bersama teman kamu untuk mengisi tabel di bawah ini:

**Tabel 6.4** Kegunaan Zat Aditif Alami/ Buatan, Nama Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman, Dampak Negatif dan Pencegahannya

No	Kegunaan Zat Aditif	Nama Zat Aditif	Dampak Negatif	Pencegahan
1.	Penguat rasa			
2.	Pemanis			
3.	Pengawet			
4.	Pewarna			
5.	Pengental			
6.	Antioksidan			
7.	Pemutih			
8.	Pengatur keasaman			
9.	Zat gizi			
10.	Anti gumpal			

### Ayo Kita Pahami

Kamu sudah banyak belajar tentang bahan aditif pada makanan dan minuman. Ada bahan aditif yang bergizi dan bahan yang tidak bergizi bagi tubuh. Bahan aditif jika digunakan di luar ketentuan batas amannya dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi penggunanya. Contoh bahan aditif yang tidak aman jika digunakan secara berlebihan, diantaranya pemanis, penyedap rasa, pewarna dan pengawet.

## B. Zat Adiktif

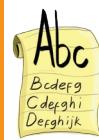


Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 6.12** Kopi, rokok, dan cokelat



### Ayo Kita Pelajari

1. Zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika
2. Narkotika
3. Psikotropika



### Istilah Penting

1. Adiktif
2. Narkotika
3. Psikotropika



### Mengapa Penting?

Kamu akan dapat mengetahui bahan adiktif dan efeknya bagi kesehatan tubuh manusia

### Ayo Kita Cermati

#### Bacalah cuplikan berita dari salah satu situs di internet berikut!

indosiar.com, Banjarmasin-Sindikat pengedar narkoba di Banjarmasin, Kalimantan Selatan, berhasil disergap petugas kepolisian. Seorang bandar narkoba bernama Robi, ditangkap di rumahnya di Komplek Manunggal Jaya, berikut barang bukti 5 gram sabu-sabu.

Penangkapan terhadap Robi warga Komplek Manunggal Jaya, Banjarmasin, ini dilakukan petugas Unit Narkoba Poltabes Banjarmasin, setelah menerima informasi dari masyarakat tentang transaksi narkoba yang dilakukan tersangka dengan bandar lainnya. Mengetahui kedatangan petugas, tersangka sempat mengelak dan membantah bahwa ia pengedar narkoba. Namun setelah dilakukan penggeledahan petugas menemukan dua paket sabu-sabu seberat 5 gram.

Robi yang berprofesi sebagai tukang servis elektronik ini kemudian digelandang ke kantor polisi. Dari keterangan tersangka, petugas kepolisian dipimpin Wakasat Reskrim AKP Himawan, keesokan harinya melakukan pengembangan dengan mendatangi sebuah rumah yang berlokasi di Jalan Raga Buana, Komplek Herlina, Kayu Tangi, Banjarmasin.

(Albert Roni/Sup)

Analisislah mengapa orang yang mengedarkan narkoba tersebut harus ditangkap? Apa sebenarnya kerugian penggunaan narkoba sehingga pelaku pengedarnya harus diamankan oleh pihak yang berwenang?

Adakah di antara kamu yang gemar minum kopi atau teh? Kopi mengandung kafein, sedangkan teh mengandung *theine* yang merupakan zat adiktif. Kopi dan teh mengandung bahan yang membuatmu memiliki kecenderungan untuk mengulang mengkonsumsi kembali. Zat adiktif dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu (1) zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika, (2) zat adiktif narkotika, dan (3) zat adiktif psikotropika.

Contoh zat adiktif kelompok kesatu yang ada pada bahan, antara lain teh, kopi, rokok, minuman beralkohol, inhalan (lem, aerosol, pengharum ruangan, dan gas), obat bius, dan lain-lain. Contoh zat adiktif kelompok dua antara lain cандu, heroin, kokain, morfin, *lisesic acid diethylamid*, dan ganja. Contoh zat adiktif kelompok ketiga antara lain ekstasi, sabu-sabu, diazepam, dan LSD (Lysergic Acid Diethylamide).

### 1. Zat Aditif Bukan Narkotika dan Psikotropika

Zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika sering kamu jumpai dalam kehidupan sehari-hari, bahkan kamu juga sering mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung bahan tersebut. Bahan makanan atau minuman yang mengandung zat adiktif yang kamu kenal antara lain pada kopi, teh, dan cokelat. Berikut ini adalah bahan yang mengandung zat adiktif nonpsikotropika yang ada di sekitar kamu.

#### a. Kafein dalam Teh

Kamu tentu sudah sering mengonsumsi teh. Tahukah kamu teh termasuk ke dalam kelompok bahan yang mengandung zat adiktif karena mengandung *theine* dan kafein. Itulah sebabnya sebagian dari kamu menjadi terbiasa mengonsumsi teh setiap hari. Teh aman dan baik untuk dikonsumsi dalam jumlah tidak berlebihan. Teh juga mengandung kafein, teofillin, dan teobromin dalam jumlah sedikit.

#### b. Kafein dalam Kopi

Kopi adalah minuman yang terbuat dari biji kopi yang telah disangrai dan dihancurkan menjadi bubuk kopi. Kopi memiliki kandungan kafein yang lebih tinggi dari teh. Umumnya kopi dikonsumsi orang dengan tujuan agar mereka



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 6.13** Es teh mengandung theine



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 6.14** Kebun teh



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
**Gambar 6.15** Kopi mengandung kafein

tidak mengantuk. Kopi dapat membuat orang tidak mengantuk karena kafein dalam kopi dapat meningkatkan respons kewaspadaan pada otak.

Meskipun bahan adiktif dalam kopi tidak dianjurkan untuk dikonsumsi secara berlebihan, tetapi kopi memiliki manfaat pada beberapa terapi kesehatan. Kopi dapat mencegah penyakit Parkinson, kanker usus, kanker lambung, dan kanker paru-paru. Dalam beberapa kejadian, kopi dapat menjadi obat untuk sakit kepala, tekanan darah rendah, dan obesitas.

### c. Nikotin

Rokok dibuat dari daun tembakau melalui proses tertentu dan telah dicampur dengan bunga cengkeh serta berbagai macam bahan aroma. Rokok mengandung nikotin dan tar. Nikotin dapat menyebabkan orang menjadi berkeinginan untuk mengulang dan terus menerus merokok.

Merokok dapat menyebabkan dampak yang merugikan bagi organ-organ tubuh, baik organ luar maupun organ dalam. Pengaruh pada organ luar dapat berupa perubahan warna gigi dan kulit, sedangkan pengaruh pada organ dalam dapat memicu kanker paru-paru.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 6.16** Rokok  
mengandung tar dan nikotin

## 2. Zat Adiktif Narkotika

Narkotika merupakan zat adiktif yang sangat berbahaya dan penggunaannya dilarang di seluruh dunia. Menurut Undang-Undang yang berlaku, pengertian narkotika adalah zat atau obat yang berasal dari tanaman atau bukan tanaman, baik sintetis maupun semi sintetis yang dapat menyebabkan penurunan atau perubahan kesadaran, hilangnya rasa, mengurangi sampai menghilangkan rasa nyeri, dan dapat menimbulkan ketergantungan. Narkotika dapat dibedakan ke dalam golongan-golongan tertentu.



Sumber: Grant cochrane (2013)  
**Gambar 6.17** Tanaman kokain

Tahukah kamu contoh-contoh narkotika? Bahan-bahan yang termasuk narkotika ada banyak. Bahan-bahan ini, misalnya opium, kokain, ganja, heroin, dan amphetamin. Menyimpan bahan-bahan ini adalah suatu bentuk pelanggaran hukum apalagi menggunakannya. Sanksi kurungan penjara dapat menjadi ancamannya.



Sumber: Paul (2010)  
**Gambar 6.18** Daun ganja

### 3. Zat Adiktif Psikotropika



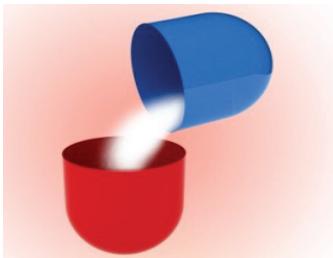
**Gambar 6.19** Peralatan pemakai narkotika

Kelompok zat adiktif ketiga adalah psikotropika. Psikotropika merupakan zat atau obat baik alamiah maupun sintetis yang bukan merupakan narkotika, yang berkhasiat psikoaktif, berpengaruh selektif pada saraf pusat yang menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku seseorang. Zat psikotropika dapat menurunkan aktivitas otak atau merangsang susunan saraf pusat dan menimbulkan kelainan perilaku, disertai halusinasi, ilusi, gangguan cara berpikir, dan perubahan alam perasaan.



Sumber: Grant cochrane, 2011  
**Gambar 6.20** Peralatan pemakai psikotropika

Penggunaan psikotropika juga dapat menyebabkan ketergantungan serta berefek merangsang pemakainya. Pemakaian zat psikotropika yang berlebihan dapat menyebabkan kematian. Contoh psikotropika, antara lain ekstasi, sabu-sabu, diazepam, dan LSD. Coba carilah informasi melalui media tentang pengelompokan bahan-bahan psikotropika.



Sumber: Danillo Rizuti, 2011

**Gambar 6.21** Psikotropika dalam kapsul



Sumber: Voraorn, 2013

**Gambar 6.22** Psikotropika dalam bentuk pil

### Refleksi

Sudah banyak orang yang terjerat pengaruh buruk narkotika dan obat-obatan terlarang (narkoba). Narkoba sudah menyentuh setiap lapisan masyarakat, baik miskin, kaya, pegawai kantor, pengangguran, para artis dan siswa sekolah seperti kamu. Sudah banyak anak-anak usia sekolah yang terjerat dengan pengaruh negatif narkoba sehingga masa depan mereka hancur. Awalnya mungkin orang hanya ingin coba-coba atau sekadar melarikan diri dari masalah yang dihadapi. Namun, beberapa saat kemudian narkoba akan mulai menggerogoti tubuh dan pikiran. Pengguna narkoba akan sering merasakan sakit kepala, mata merah, gangguan pencernaan, tidak dapat konsentrasi saat belajar atau bekerja, sering melamun, sakit-sakitan, bahkan dapat berakibat kematian. Tuhan telah menganugerahi tubuh yang sempurna pada setiap orang, sehingga sudah menjadi kewajibanmu untuk menjaga agar tubuh tetap sehat. Salah satunya dengan tidak mengonsumsi narkoba dan bahan-bahan yang dapat merusak tubuh. Jika kamu menghadapi masalah yang berat lebih baik berkonsultasi dengan orangtua, guru, teman dan yang paling baik adalah berdoa dan memohon petunjuk kepada Tuhan. Jangan pernah mencoba menyelesaikan masalah dengan narkoba, karena dengan narkoba tidak akan menyelesaikan masalah namun hanya akan memulai masalah baru. Jangan tergoda ajakan teman atau siapapun untuk mencoba narkoba. Bagaimana caramu agar terhindar dari bahaya narkoba?



### Info Ilmuwan

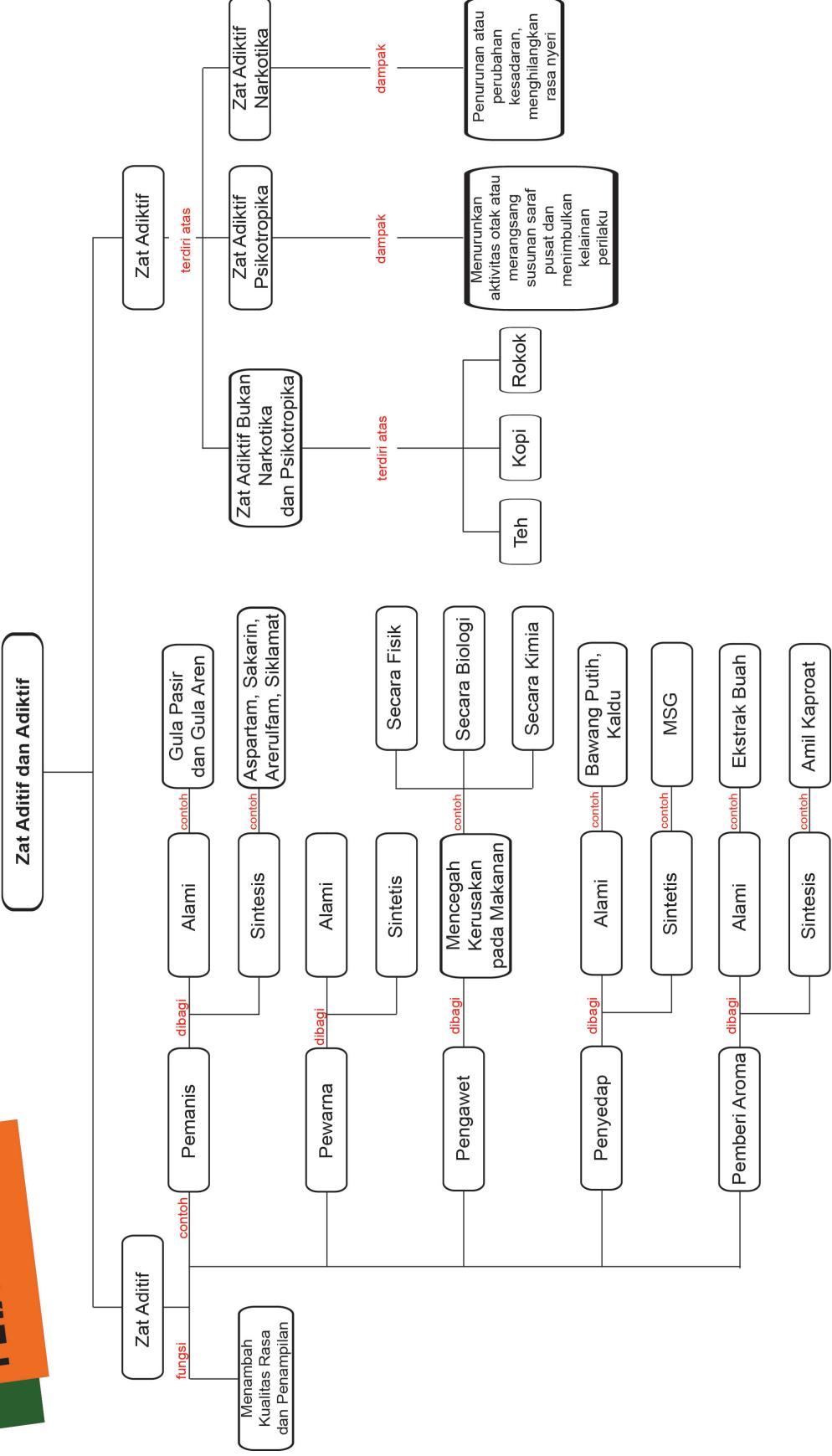
Tahukah kamu, betapa banyak hal yang ditemukan oleh Al-Zahrawi? Pada Bab 4, kamu telah mengetahui sebagian karyanya. Ilmuwan yang hidup 936-1013 M ini, selain ahli dalam ilmu bedah, orthopedi, ophthalmologi, farmakologi, serta ilmu kedokteran secara umum, Al-Zahrawi juga berjasa dalam bidang kosmetika. Sederet produk kosmetika seperti deodorant, hand lotion, pewarna rambut yang berkembang hingga kini juga hasil pengembangannya. Al-Zahrawi juga menemukan praktik anastesi (mati rasa) dalam proses pembedahan. Anastesi yang ia temukan mendasari penemuan anastesi modern dan penggunaan senyawa psikotropika. Pada zaman itu sebelum melaksanakan operasi, Al-Zahrawi memberikan si pasien suatu obat bius yang terbuat dari tumbuhan, sehingga ia tidak sadar. Psikotropika yang dikenal pada waktu itu adalah opium. Kemudian, Friedrich Wilhelm Adam Sertürner(1783 –1841 M) mengisolasi morfin dari getah buah Pavaper somniverum. Morfin merupakan narkotika yang diisolasi dari opium, yang dikenal juga dengan sebutan candu, heroin, dan putau. Opium mengandung lebih dari dua puluh macam senyawa. Pada waktu itu, morfin digunakan oleh para tentara untuk menghilangkan rasa sakit karena luka atau menghilangkan rasa nyeri pada penderita kanker.



## Rangkuman

1. Zat aditif adalah zat yang ditambahkan pada makanan dan minuman untuk meningkatkan kualitas, keawetan, kelezatan, dan kemenarikan makanan dan minuman.
2. Bahan aditif ada yang bersifat alami dan buatan. Bahan aditif dapat berupa bahan pewarna, pemanis, pengawet, dan penyedap.
3. Penggunaan bahan aditif buatan harus menggunakan bahan yang diijinkan oleh pemerintah dan tidak melebihi jumlah maksimal yang diijinkan. Penggunaan bahan aditif alami lebih aman dibandingkan bahan aditif buatan.
4. Zat adiktif merupakan bahan makanan atau minuman yang dapat menimbulkan kecanduan pada penggunanya. Zat adiktif dibedakan menjadi zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika, zat adiktif narkotika, dan zat adiktif psikotropika.
5. Contoh zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika adalah kafein dalam teh dan kopi, dan nikotin pada rokok. Contoh zat adiktif narkotika adalah heroin, kokain, dan morfin. Contoh zat adiktif psikotropika adalah ekstasi, sabu-sabu, diazepan, dan LSD.
6. Bahan makanan dan minuman yang mengandung bahan adiktif, misalnya teh dan kopi memiliki manfaat bagi kesehatan apabila digunakan dalam jumlah yang tidak berlebihan.
7. Bahan-bahan adiktif yang termasuk kelompok narkotika tidak boleh digunakan karena memiliki efek yang sangat membahayakan bagi penggunanya. Menyimpan atau menggunakan bahan yang tergolong narkotika merupakan suatu bentuk pelanggaran hukum yang dapat mengakibatkan pelakunya mendapat sanksi pidana.
8. Beberapa macam bahan adiktif yang tergolong psikotropika masih boleh dipergunakan sebagai obat, namun penggunaannya dalam pengawasan yang ketat oleh pemerintah.

# PETA KONSEP





## Uji Kompetensi Bab 6

### A. Pilihlah salah satu jawaban yang tepat!

1. Berikut ini yang merupakan contoh bahan aditif berupa pewarna buatan yang diijinkan adalah...
  - a. hijau FCF
  - b. auramine
  - c. orange RN
  - d. metanil Yellow
2. Bahan pewarna yang disarankan untuk dipakai dalam produk makanan dan minuman adalah....
  - a. pewarna alami karena lebih mudah diperoleh dari pewarna buatan
  - b. pewarna buatan karena pewarna buatan lebih mudah dibeli di toko
  - c. pewarna alami karena tidak memiliki efek samping dalam penggunaan dengan skala besar
  - d. pewarna buatan karena tidak akan menimbulkan penyakit apapun meski dipakai dalam jumlah banyak
3. Pengawet digunakan dalam pembuatan bahan makanan, karena....
  - a. mempermudah dalam pengemasan untuk pendistribusian
  - b. mencegah reaksi kimia tertentu pada bahan makanan
  - c. membantu proses penumbuhan berbagai mikroorganisme pada bahan makanan
  - d. mencegah makanan dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu
4. Pemanis buatan yang tidak mengandung kalori dianjurkan untuk dikonsumsi para penderita penyakit tertentu yang ingin menikmati rasa manis secara aman. Penyakit tersebut diantaranya adalah....
  - a. kanker
  - b. tekanan darah tinggi
  - c. diabetes melitus
  - d. diabetes insipidus
5. Monosodium glutamat (MSG) memiliki rasa yang khas tetapi penggunaannya harus dibatasi. Bahan campuran yang dapat menggantikan rasa dari MSG adalah....

- a. garam dan serbuk lada
  - b. gula dan asam
  - c. garam dan asam
  - d. gula dan garam
6. Efek umum yang dapat ditimbulkan dari mengonsumsi teh adalah....
- a. kepala pusing
  - b. sering buang air kecil
  - c. tangan dan kaki kesemutan
  - d. tekanan darah naik
7. Banyak orang menjadi kecanduan setelah meminum kopi, karena kopi....
- a. mengandung bahan adiktif yang termasuk psikotropika
  - b. mengandung bahan yang bersifat menurunkan kerja sistem saraf pusat
  - c. mengandung bahan adiktif bukan narkotika dan psikotropika berupa kafein
  - d. sangat nikmat dikonsumsi karena rasanya yang manis
8. Ikan adalah salah satu jenis makanan yang memiliki kandungan protein tinggi. Akan tetapi, ikan mudah sekali busuk jika tidak segera diolah. Berikut ini cara pengawetan ikan yang tepat adalah ....
- a. pendinginan, pengasapan, dan penambahan enzim
  - b. pengeringan, pembekuan, dan penambahan gula
  - c. pendinginan, pengalengan, dan penambahan garam
  - d. pengalengan, pengeringan, dan penambahan enzim
9. Gejala psikis orang yang menggunakan opium adalah....
- a. timbul masalah pada kulit hidung dan mulut
  - b. mual, muntah, dan konstipasi atau sembelit
  - c. mulut kering dan warna muka berubah
  - d. menimbulkan semangat
10. Hal yang harus dilakukan oleh seseorang yang sudah terlanjur kecanduan psikotropika adalah....
- a. mengatasinya dengan menahan diri dari menggunakan bahan tersebut meskipun ada rasa sakit yang berlebihan
  - b. datang ke rumah sakit tertentu untuk mendapat terapi penghentian penggunaan psikotropika

- c. menggunakan bahan lain identik narkoba tapi tidak berbahaya, sehingga rasa sakit akibat kecanduan akan hilang
- d. mengurangi dosis penggunaan psikotropika sesuai keinginan dirinya sendiri

**B. Jawablah soal berikut dengan benar!**

1. Sebutkan 5 contoh bahan aditif yang biasa ditambahkan pada makanan!
2. Jelaskan apa dampak negatif dan positif konsumsi teh dan kopi!
3. Mengapa narkotika dan psikotropika dilarang peredarnya? Jelaskan jawaban kamu!
4. Bagaimana upaya pemerintah dalam rangka mengurangi peredaran narkoba di Indonesia?
5. Menurut pendapatmu bagaimana caranya agar seseorang dapat berhenti dari menggunakan narkoba, padahal gejala kecanduan narkoba sangat menyakitkan?
6. Seperti halnya bahaya narkoba, bahaya merokok pada kesehatan sangat banyak sekali, pada bungkusnya saja sudah tertera dengan jelas berbagai penyakit berbahaya yang dapat disebabkan oleh sebatang rokok. Uraikan dampak negatif rokok terhadap aspek kesehatan.

**C. Kerjakan tugas berikut dengan benar!**

Suatu uji bahan pewarna makanan dilakukan pada produk makanan yang dijual di pinggir jalan. Berdasarkan hasil uji laboratorium, ternyata beberapa jenis produk mengandung pewarna yang tidak diijinkan yaitu pewarna tekstil. Menurut pendapat kamu:

1. Bagaimana kelayakan produk tersebut sebagai bahan makanan?
2. Bagaimanakah solusi yang dapat ditempuh oleh siswa, badan POM, dan kepolisian agar tidak terjadi penyalahgunaan bahan seperti ini?

#### D. Kerjakan tugas berikut dengan benar!

Perhatikan tabel kandungan beberapa jenis produk makanan di bawah ini!

Jenis produk makanan	Kandungan zat aditif			
K	sakarin	guinea green B	belerang dioksida	oil yellow OB
L	natrium benzoat	orange GGN	gula aren	Siklamat
M	enzim papain	Ebi	orange GGN	Anggur
N	daun pandan	gula bit	natrium benzoat	kaldu ayam
O	natrium benzoat	MSG	daun suji	oil yellow AB

Berdasarkan tabel di atas, jawablah pertanyaan berikut.

- Tentukan 1 jenis produk makanan yang paling tidak layak dikonsumsi! Jelaskan jawaban kamu!
- Tentukan 1 jenis produk makanan yang paling layak dikonsumsi? Jelaskan jawaban kamu!
- Untuk jenis makanan yang paling tidak layak dikonsumsi, berikan alternatif bahan pengganti yang menurut kamu aman untuk dikonsumsi!
- Jelaskan efek penggunaan zat aditif bagi kesehatan tubuh!



#### Tugas Proyek

- Kumpulkan sebanyak mungkin informasi baik dari media cetak, maupun media elektronik yang berkaitan dengan dampak penggunaan zat adiktif-psikotropika.
- Pisahkan informasi tersebut kedalam kelompok permasalahan :
  - zat adiktif bukan narkoba dan psikotropika,
  - zat narkoba,
  - zat psikotropika.
- Selanjutnya buatlah ringkas dan analisis dari permasalahan tersebut, kemudian isikan hasilnya ke dalam tabel berikut.

**Tabel Macam Zat Adiktif-Psikotropika**

No	Kegunaan zat adiktif-psikotropika	Jenis makanan minuman yang ditambah zat adiktif, psikotropika	Nama zat adiktif, psikotropika	Zat adiktif, psikotropika alami, buatan	Bahan baku zat adiktif, psikotropika	Dampak negatif	Alternatif pencegahan penggunaan zat adiktif-psikotropika
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

4. Diskusikan bersama teman kamu tentang
  - a. dampak penggunaan zat adiktif, psikotropika yang berlebihan, dan dalam waktu lama bagi kesehatan;
  - b. pencegahan dampak negatif penggunaan zat adiktif-psikotropika bagi generasi muda;
  - c. simpulkan dampak negatif zat adiktif-psikotropika bagi kesehatan!
5. Presentasikan hasil kerja kamu di depan kelas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Axelrood, P. dkk. 2005. "Physical Changes to Matter", dalam Matter. Scientist in Residence Program.
- Berwald, J. dkk. 2007. *Focus on Life Science Grade 7*. Ohio : McGraw-Hill Companies.
- Campbell. 1999. *Biologi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Cullen, J. Tanpa tahun. *Student Laboratory Notebook 2nd Edition Junior Certificate Science Solutions*.
- Dimitri, Paul. dkk. 2007. *Rickets*. Elcevier Ltd.
- Dingrando, L. dkk. 2007. *Focus on Physical Science*. New York: McGraw–Hill Companies
- Dwidjoseputro. 1986. *Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Erlangga.
- Eddleman, S. 2007. *CPO Focus on Life Science*. New Hampshire: Delta Education LLC.
- Feather, R. M., dan Zike, D. 2005. *Astronomy*. Ohio : McGraw-Hill Companies.
- Gartner, Leslie P. 2005. *Color Atlas of Histology. 4th Edition*. Lippincott Williams & Wilkins
- Gembong, T. 2005. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Harter, P. dkk. 1996. *Life Science*. La Alameda Press.
- <http://aiirm59.blogspot.com/2012/05/makalah-zat-adiktif-dan-psikotropika.html> Diunduh pada tanggal 19 November 2013.
- [http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR.\\_PEND.TEKNIK\\_SIPIL/195306261981011-E.\\_KOSASIH\\_DANASASMITA/SK11.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND.TEKNIK_SIPIL/195306261981011-E._KOSASIH_DANASASMITA/SK11.pdf) Diunduh pada tanggal 2 Maret 2014
- <http://forum.kompas.com/properti/212222-bangunan-terinspirasi-dari-tumbuhan-print.html>. Diunduh pada tanggal 5 September 2013
- <http://mel-rizky.blogspot.com/2011/11/analisis-sabun.html>. Diunduh pada tanggal 19 November 2013.

<http://mkes/presentasi-rokok-dan-bahayanya.pdf>. Diunduh pada tanggal 26 September 2013

<http://obatpenyakitkronisdannonkronis.wordpress>. Diunduh pada tanggal 18 November 2013.

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1002/1/132305100.pdf>  
Diunduh pada tanggal 5 September 2013

<http://rjphysio.co.nz/articles/Lordosis.pdf>. Diunduh tanggal 15 November 2013

<http://setiono774.blogspot.com/2010/11/mekanisme-membuka-dan-menutup-stomata.html> Diunduh pada tanggal 19 November 2013.

[http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Materi 1. PENGANTAR PENGAWETAN MAKANAN\\_0.pdf](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Materi%201.%20PENGANTAR%20PENGAWETAN%20MAKANAN_0.pdf). Diunduh pada tanggal 25 September 2013

<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/drs-ketut-ima-ismara-mpd-.pdf> Diunduh pada tanggal 25 September 2013

[http://webs.morton709.org/elementary/4th/science/web-based-projects/ States%20of%20Matter%20Unit.pdf](http://webs.morton709.org/elementary/4th/science/web-based-projects/States%20of%20Matter%20Unit.pdf) Diunduh pada tanggal 30 Februari 2014

<http://www.corbisimages.com> tanggal 20 Januari 2014

<http://www.anbg.gov.au> Diunduh tanggal 20 Januari 2014

<http://www.architechtaria.com> Diunduh tanggal 5 Januari 2014

<http://www.dreamstime.com> Diunduh tanggal 11 Agustus 2013

<http://www.excellup.com> Diunduh pada tanggal 28 Februari 2014

<http://www.file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR...E.../SK11.pdf> Diunduh pada tanggal 2 Maret 2014

<http://www.freedigitalphotos.net> Diunduh tanggal 11 Agustus 2013

<http://www.gettyimages.com/> Diunduh tanggal 20 Januari 2014

<http://www.medicinenet.com/osteoporosis>. Diunduh pada tanggal 18 November 2013.

[http://www.oxygen.org.au/downloads/New\\_StS\\_FS/The\\_effects\\_of\\_smoking\\_on\\_the\\_body.pdf](http://www.oxygen.org.au/downloads/New_StS_FS/The_effects_of_smoking_on_the_body.pdf) Diunduh pada tanggal 15 September 2013.

<http://www.pustakasekolah.com/organ-pada-tumbuhan.html#ixzz2l9Ryus4z>.  
Diunduh pada tanggal 11 November 2013

<http://www.republika.co.id> Diunduh tanggal 26 Januari 2014

<http://www.sciencea-z.com> Diunduh pada tanggal 1 Maret 2014

<http://www.sedl.org/scimath/pasopartners/pdfs/matter.pdf> Diunduh pada tanggal 29 Februari 2014

<http://www.tentangkayu.com/2008/01/wood-density-kekerasan-kayu.html>  
Diunduh pada tanggal 2 Maret 2014

[http://www.warintekjogja.com/warintek/warintekjogja/warintek\\_v3/datadigital/bk/piringkera](http://www.warintekjogja.com/warintek/warintekjogja/warintek_v3/datadigital/bk/piringkera)

<http://www.webmd.com/vitamins-supplements/ingredientmono-997-BLACK%20TEA.aspx?activeIngredientId=997&activeIngredientName=BLACK%20TEA>. Diunduh pada tanggal 18 November 2013.

<http://www.zakapedia.com/2013/03/faktor-yang-mempengaruhi-fotosintesis.html>. **Diunduh** tanggal 18 November 2013.

<https://www.georgiastandards.org/Frameworks/Pages/BrowseFrameworks/Science.aspx> Diunduh pada tanggal 29 Februari 2014

Laporan kontrol peredaran Narkotika Internasional Maret 2013. InternationalNarcotics Control Strategy Report Volume I Drug and Chemical ControlUnited State.

Lee, B. H. 2013. *Real Science Odyssey Biology 2 Teacher Guide*. Pandia Press

Longhurst, M. L. Tanpa tahun. *The Search for Water Cycle Teacher's Edition*.

Malcome. 1990. *Ringkasan Biologi*. Bandung: Ganeca Exact.mik.pdf.  
Diunduh pada tanggal 17 September 2013.

Mulyaningsih, F. 2008. *Mencegah dan Mengatasi Osteoporosis dengan Berolahraga*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

National Geography

Nelson, P. C. 2002. *Biological Physics: Energy, Information, Life*. [www.physics.upenn.edu/~pcn/](http://www.physics.upenn.edu/~pcn/)

Parravano, C. dkk. 2006. *BSCS Biology A Molecular Approach*. Ohio: McGraw-Hill Companies.

- Pradhan, B. dkk. 2012. *Teacher's Manual Class VI*. Bhutan: Department of Curriculum Research and Development, Ministry of Education.
- Purjiyanta, E. dkk. 2007. *IPA Terpadu untuk SMP Kelas VIII*. Jakarta: Erlangga.
- Rahman, Tanpa Tahun. *Nutrisi dan Energi Tumbuhan*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. Diakses tanggal 10 November 2013.
- Reece, J. B. dkk. 1999. *Biology 5th Edition*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Reece, Jane B. dkk. 2012. *Biology 7th Edition*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings
- Russell, A. 2004. *Primary Science for the Caribbean*. Cheltenham: Nelson Thornes Ltd.
- Saxena, M.S. dkk. 2012. *Science Class 10*. Bhopal: Madhya Pradesh Rajya Shiksha Kendra.
- Shier, D. dkk. 2010. *Hole's Human Anatomy & Physiology 12th Edition*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Simmons, N. 2004. *Science Success: Teacher Guide Supporting Student Science Fair projects*. Bay Area Science and Engineering Fair (BASEF).
- Singh, V.P. dkk. tanpa tahun. *Learning by Doing Science Activity Book Class VIII*. Delhi: Central Board of Secondary Education.
- Spice, J. E. dkk. 1972. *Physical Science Teachers' Guide The Basic Course Sections 1 to 7*. Harmondsworth: Penguin Books.
- Sulisetijono. dkk. 2014. *Bahan Ajar Struktur dan Perkembangan 1*. Malang: Universitas Negeri Malang
- Tim Penulis. 2002. *Physics*. Busch Garden.
- Tim Penulis. 2003. *Andrew Lost Science Resource Kit*. Random House Children's Books
- Tim Penulis. 2003. *BSCS Biology A Human Approach Second Edition*. Iowa: Kendall/ Hunt Publishing Company.
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *FitzSimons Wood*. Comhairle Contae County Council.
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Glencoe Chemistry Matter and Change*. Ohio: McGraw-Hill Companies.

- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Life Science*. Houston: Arte Publico Press.
- Tim Penulis. Tanpa Tahun. *Life Science*. Ohio : McGraw-Hill Companies.
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Reading Essentials for Biology an Interactive Student Textbook*. Ohio: McGraw-Hill Companies.
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Science Notebook Life Science*. Ohio: McGraw-Hill Companies.
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Young Scientist Activity Book Class VIII Sample Pages*. EduHeal Foundation Learning for Life.
- UU No.35 tahun 2009 tentang Narkotika.
- Wardlaw, Gordon M. dan Jeffrey S. Hampl.2007. *Perspective in Nutrition*. New York: Mc GrawHills Company.
- [www.akfarsam.ac.id](http://www.akfarsam.ac.id). Diunduh pada tanggal 18 November 2013.
- [www.astti.or.id/media/library/604cd429c80ddec6c1cd2642d5bba73b.pdf](http://www.astti.or.id/media/library/604cd429c80ddec6c1cd2642d5bba73b.pdf)  
Diunduh pada tanggal 2 Maret 2014.
- [www.google.com/staff.uny.ac.id](http://www.google.com/staff.uny.ac.id). Diunduh pada tanggal 18 November 2013.
- [www.keramik88.com](http://www.keramik88.com). Diunduh tanggal 15 September 2013.
- Zink-Sharp, Audrey. 2008. *Wood Magic*. Virginia: Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute ang State University.

## GLOSARIUM

<b>Absorbsi</b>	Proses penyerapan
<b>Airfoil</b>	Bentuk dari suatu sayap pesawat yang dapat menghasilkan gaya angkat ( <i>lift</i> ) atau efek aerodinamika ketika melewati suatu aliran udara
<b>Akar</b>	Organ tumbuhan vaskuler yang berperan menyerap air dan mineral dari dalam tanah
<b>Akar tunggang</b>	Akar vertikal utama yang berkembang dari akar embrionik dan memunculkan akar cabang
<b>Amilase</b>	Enzim untuk mencerna amilum
<b>Amilum</b>	Pati, merupakan gabungan (polimer) glukosa
<b>Amphetamin</b>	Bahan perangsang sistem saraf pusat yang dapat meningkatkan energi
<b>Anatomi</b>	Struktur suatu organisme, ilmu yang mempelajari struktur organisme
<b>Angiosperma</b>	Tumbuhan berbunga, yang membentuk biji di ovarium
<b>Anorganik</b>	Bahan yang tidak diperoleh dari makhluk hidup
<b>Antasida</b>	Bahan yang menetralkan pH dalam lambung
<b>Antioksidan</b>	Bahan yang mencegah terjadinya proses oksidasi
<b>Asam amino</b>	Senyawa organik penyusun protein
<b>Aseptis</b>	Bebas mikroba
<b>Autotrof</b>	Organisme yang memperoleh makanan organik tanpa memakan organisme lain atau zat yang berasal dari organisme lain
<b>Batang</b>	Organ tumbuhan vaskuler yang terdiri atas sistem nodus dan internodus yang silih berganti
<b>Benedik</b>	Reagen untuk menguji keberadaan gula
<b>Bernapas</b>	Pertukaran udara pada paru-paru melalui mekanisme inhalasi dan ekshalasi
<b>Bidang miring</b>	Salah satu Jenis pesawat sederhana yang memiliki bidang kemiringan tertentu

<b>Biuret</b>	Reagen untuk menguji keberadaan protein
<b>Butadiene Rubber (BR)</b>	Salah satu jenis karet sintetik
<b>Certified colour</b>	Bahan pewarna yang diijinkan untuk digunakan
<b>Chloroprene Rubber (CR)</b>	Salah satu jenis karet sintetik
<b>Daun</b>	Organ fotosintetik utama dari tumbuhan vaskuler
<b>Defekasi</b>	Proses pengeluaran sisa pencernaan
<b>Diabetes melitus</b>	Kelainan endokrin dengan gejala berupa ketidakmampuan untuk mempertahankan kadar glukosa yang ditandai dengan adanya glukosa pada urin, penyakit dengan kadar gula darah tinggi
<b>Diazepam</b>	Bahan yang dipakai untuk merelaksasi tubuh
<b>Digesti</b>	Proses pencernaan bahan makanan
<b>Dikotil</b>	Tumbuhan berbunga yang memiliki dua daun lembaga, dua kotiledon
<b>Duodenum</b>	Usus 12 jari; usus yang terletak antara lambung dengan jejunum
<b>Elastis</b>	Mudah berubah bentuk tapi mudah kembali ke bentuk semula
<b>Empedu</b>	Zat yang dihasilkan oleh organ hati yang membantu proses pencernaan dan penyerapan lemak
<b>Empulur</b>	Jaringan dasar yang terletak di dalam jaringan vaskuler pada batang
<b>Emulsi</b>	Kondisi lemak yang larut dalam air
<b>Endotelium</b>	Lapisan sel pipih sederhana yang melapisi lumen pembuluh darah
<b>Energi</b>	Kemampuan untuk melakukan kerja
<b>Enterokinase</b>	Enzim yang mengubah tripsinogen menjadi tripsin

<b>Enzim</b>	Molekul protein kompleks yang berperan mempercepat reaksi dalam tubuh
<b>Epidermis</b>	Sistem jaringan dermis tumbuhan tak berkayu, biasanya terdiri atas selapis tunggal sel-sel yang tersusun rapat
<b>Esofagus</b>	Saluran yang menghantarkan makanan melalui gerak peristaltis dari faring ke lambung
<b>Ethilene Propilene Rubber (EPR)</b>	Salah satu jenis karet sintetik
<b>Ekstasi</b>	Zat adiktif psikotropika yang menimbulkan halusinasi pada penggunanya
<b>Faring</b>	Daerah pada kerongkongan manusia yang merupakan tempat persilangan saluran udara dan saluran makanan
<b>Fehling A dan B</b>	Reagen untuk menguji kadar gula
<b>Feldspar</b>	Bahan mineral yang mengandung aluminium silikat dari bahan kalsium atau barium, atau kalium, atau natroium
<b>Feses</b>	Zat buangan dari saluran pencernaan
<b>Floem</b>	Jaringan tumbuhan vaskuler yang terdiri atas sel-sel hidup yang tersusun menjadi saluran-saluran memanjang yang mengangkut gula dan nutrien organik lain ke seluruh bagian tumbuhan
<b>Fotosintesis</b>	Proses kimia yang menggunakan cahaya matahari, karbondioksida, dan air untuk menghasilkan glukosa dan oksigen
<b>Gentong</b>	Bak penampungan air yang terbuat dari tanah liat yang dibakar
<b>Gerabah</b>	Peralatan yang terbuat dari tanah liat yang dibakar
<b>Gimnosperma</b>	Tumbuhan vaskuler yang memiliki biji terbuka, tidak terbungkus
<b>Glasir</b>	Lapisan keras pada keramik dan mengkilap
<b>Gliserol</b>	Cairan kental tidak berwarna dan tidak berbau, rasanya manis dapat bercampur dengan air dan alkohol yang diperoleh dari lemak hewani atau nabati atau fermentasi glukosa

<b>Grana</b>	Tumpukan tilakoit yang berselubung membran dalam kloroplas, berfungsi dalam reaksi terang fotosintesis
<b>Gypsum</b>	Mineral keras untuk pembuatan semen
<b>HCl</b>	Asam klorida; Asam yang diproduksi oleh lambung
<b>Heroin</b>	Bubuk kristal putih yang dihasilkan morfin; jenis narkotika yang memabukkan
<b>Ileum</b>	Usus penyerapan; usus yang terletak antara jejunum dan kolon
<b>Imunitas</b>	Daya tahan tubuh
<b>Inersia</b>	Kelembaman; kecenderungan benda untuk tetap mempertahankan keadaannya
<b>Ingesti</b>	Proses memasukkan bahan makanan
<b>Insulin</b>	Hormon yang dipakai untuk menurunkan kadar gula darah
<b>Isobutene Isopropene Rubber (IIR)</b>	Salah satu jenis karet sintetik
<b>Isolator</b>	Bahan yang tidak bisa atau sulit melakukan perpindahan muatan listrik atau panas
<b>Isoprene rubber (IR)</b>	Salah satu jenis karet sintetik
<b>Jaringan</b>	Kelompok sel yang terintegrasi dengan kesamaan fungsi, struktur, atau keduanya
<b>Jaringan adiposa</b>	Jaringan ikat yang membungkus tubuh dan berperan sebagai cadangan bahan bakar, mengandung sel-sel penyimpan lemak yang disebut sel-sel adiposa
<b>Jaringan Otot</b>	Jaringan yang terdiri atas sel-sel otot panjang yang dapat berkontraksi saat dirangsang oleh impuls saraf
<b>Jejunum</b>	Usus kosong; usus yang terletak antara duodenum dan ileum
<b>Kafein</b>	zat adiktif yang tergolong pada bukan narkotika dan psikotropika; terdapat pada teh atau kopi
<b>Kalium iodida</b>	Reagen untuk menguji kadar amilum
<b>Kalori</b>	Satuan panas untuk menaikkan suhu temperatur 1 gram air sebesar 1 derajat Celsius

<b>Kandung empedu</b>	Organ tubuh yang menyimpan cairan empedu
<b>Kanker</b>	Penyakit yang terjadi karena pembelahan sel yang tidak terkendali
<b>Karbohidrat</b>	Senyawa organik karbon, hidrogen, dan oksigen
<b>Karbon</b>	Zat arang
<b>Katrol</b>	Salah satu jenis pesawat sederhana
<b>Kendi</b>	Tempat air minum yang terbuat dari tanah liat yang dibakar
<b>Kerongkongan</b>	Bagian tubuh berupa saluran dari mulut ke perut
<b>Klorofil</b>	Pigmen hijau yang terletak di dalam kloroplas
<b>Kloroplas</b>	Organel pada tumbuhan yang menggunakan cahaya matahari untuk mendorong sintesis senyawa organik dari karbon dioksida dan air.
<b>Kokain</b>	Zat adiktif narkotika yang diekstrak dari daun koka
<b>Kolesterol</b>	Molekul lemak yang ditemukan pada membran sel dan disirkulasikan dalam plasma darah
<b>Kolon</b>	Usus besar yang berfungsi menyerap air dari feses
<b>Kolon ascendens</b>	Bagian usus besar yang naik
<b>Kolon Decendens</b>	Bagian usus besar yang turun
<b>Kolon transversum</b>	Bagian usus besar yang mendatar
<b>Kontaminasi</b>	Pencemaran
<b>Korteks</b>	Jaringan dasar yang terletak diantara jaringan vaskular dan jaringan dermis pada akar atau batang tumbuhan
<b>Laktase</b>	Enzim yang mencerna laktosa menjadi glukosa dan galaktosa
<b>Lemak</b>	Lipid yang tersusun atas tiga asam lemak yang bertautan dengan satu molekul gliserol; disebut juga triasilglicerol atau trigliserida
<b>Limbah</b>	Sampah
<b>Lipase</b>	Enzim pencerna lemak
<b>Logam</b>	Mineral tidak tembus pandang dan berperan sebagai penghantar panas dan listrik

<b>LSD</b>	Zat adiktif psikotropika yang dapat menimbulkan halusinasi
<b>Lugol</b>	Reagen untuk menguji kadar amilum
<b>Maltase</b>	Enzim yang mencerna maltosa menjadi glukosa
<b>Meristem</b>	Jaringan tumbuhan yang tetap embrionik sepanjang hidup tumbuhan; bagian dari tumbuhan yang terus aktif membelah
<b>Mesofil</b>	Jaringan dasar daun, diapit epidermis atas dan bawah, yang memiliki fungsi sebagai organ fotosintesis
<b>Metabolisme</b>	Keseluruhan reaksi kimia suatu organisme, terdiri dari jalur katabolik dan jalur anabolik yang mengatur material dan sumber energi sel
<b>Mikroba</b>	Makhluk hidup bersel satu dan berukuran mikroskopis
<b>Millon</b>	Reagen untuk menguji kadar amilum
<b>Mineral</b>	Benda padat homogen bersifat tak organik yg terbentuk secara alamiah dan mempunyai komposisi kimia tertentu
<b>Minyak bumi</b>	Bahan tambang cair sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar
<b>Minyak nabati</b>	Minyak yang diambil dari tumbuhan
<b>Molekul</b>	Butir terkecil dari senyawa kimia yang dapat memperlihatkan sifat-sifat senyawa tersebut
<b>Monokotil</b>	Tumbuhan berbunga yang memiliki satu daun lembaga atau satu kotiledon
<b>Monosodium glutamat (MSG)</b>	Bahan tambahan makanan berfungsi menambah cita rasa
<b>Mortar dan pistil</b>	Ulekan, tempat dan batang untuk melumatkan bahan
<b>Narkotika</b>	Zat adiktif yang dapat menimbulkan kecanduan pada penggunanya
<b>Nikotin</b>	Zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika, zat racun dalam tembakau
<b>Nutrisi</b>	Proses pemberian makan atau mendapat makanan; Makanan yang mengandung gizi
<b>Nytrike Butadiene Rubber (NBR)</b>	Salah satu jenis karet sintetik

<b>Obesitas</b>	Penyakit kegemukan; penimbunan lemak yang berlebihan pada badan
<b>Opium</b>	Getah buah Papaver Sommiferum yang belum masak dan dikeringkan; mempunyai daya memabukkan
<b>Organ</b>	Pusat terspesialisasi dari fungsi tubuh yang tersusun atas beberapa jenis jaringan berbeda
<b>Organik</b>	Bahan yang berasal dari makhluk; dalam ilmu kimia diartikan sebagai semua bahan yang mengandung unsur karbon (C)
<b>Organisme uniseluler</b>	Makhluk hidup bersel satu
<b>Otak</b>	Organ sistem saraf pusat tempat informasi diolah dan diintegrasikan
<b>Otot</b>	Jaringan dalam tubuh manusia dan hewan yang berfungsi sebagai alat gerak aktif yang menggerakkan tulang
<b>Otot jantung</b>	Otot yang bekerja khusus untuk memompa darah pada jantung; jaringan otot yang sanggup berkontraksi secara terus-menerus tanpa henti
<b>Otot polos</b>	Otot yang berbentuk gelendong, terletak pada organ dalam
<b>Otot rangka</b>	Otot yang bertanggung jawab atas pergerakan sadar tubuh; disebut juga otot lurik
<b>Pencernaan kimia</b>	Pencernaan yang mengubah sifat kimia bahan makanan dengan enzim
<b>Pencernaan mekanik</b>	Pencernaan yang mengubah bentuk fisik bahan makanan
<b>Pengungkit</b>	Tuas, jenis pesawat sederhana yang berfungsi mempermudah usaha
<b>Penyakit parkinson</b>	Penyakit saraf kronis yang ditandai dengan gemetaran dan melemahnya otot
<b>Pepsin</b>	Enzim yang mencerna protein menjadi pepton
<b>Peptidase</b>	Enzim yang mencerna protein menjadi asam amino
<b>Peristaltik</b>	Gelombang kontraksi berturut-turut pada saluran pencernaan
<b>Permitted colour</b>	Bahan pewarna yang diijinkan untuk

	digunakan
<b>Pertukaran gas</b>	Pengambilan molekul oksigen dari lingkungan dan pelepasan karbondioksida ke lingkungan
<b>Pesawat sederhana</b>	Alat-alat yang dapat memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas
<b>Pewarna alami</b>	Bahan pewarna yang langsung diambil dari alam
<b>Pewarna buatan</b>	Bahan pewarna yang dibuat di pabrik dengan proses tertentu
<b>Pewarna cat</b>	Bahan pewarna yang dipakai untuk membuat cat
<b>Pewarna tekstil</b>	Bahan pewarna yang dipakai pada produk-produk tekstil
<b>Plastik</b>	Kumpulan zat organik yg stabil pada suhu biasa
<b>Plastik fenolik</b>	Jenis plastik yang tahan panas
<b>Polimerisasi</b>	Reaksi kimia penggabungan komponen-komponen sederhana
<b>Polipeptida</b>	Gabungan asam amino rantai pendek
<b>Protein</b>	Kelompok senyawa organik bernitrogen dengan bobot molekul tinggi
<b>Protein hewani</b>	Protein yang berasal dari hewan
<b>Protein nabati</b>	Protein yang berasal dari tumbuhan
<b>Psikoaktif</b>	Suatu bahan atau zat yang bekerja secara selektif terutama pada otak sehingga dapat menimbulkan perubahan perilaku, emosi, dan persepsi
<b>Psikotropika</b>	Zat adiktif yang dapat bersifat alamiah atau sintetis yang dapat menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku
<b>Rambut akar</b>	Penjuluran kecil sel epidermis akar, tumbuh tepat di belakang tudung akar dan meningkatkan luas permukaan untuk penyerapan air dan mineral
<b>Rangka</b>	Kumpulan tulang-tulang
<b>Reagen</b>	Bahan yang dipakai dalam reaksi kimia
<b>Rektum</b>	Tempat feses yang siap dikeluarkan

<b>Renin</b>	Enzim pencerna kasein pada susu
<b>Sabu-sabu</b>	Zat adiktif psikotropika yang menimbulkan halusinasi
<b>Saliva</b>	Air liur
<b>Saluran pengumpul</b>	Bagian ginjal tempat penampungan sementara urin
<b>Sampel</b>	Contoh
<b>Sel</b>	Bagian terkecil dari makhluk hidup
<b>Selulosa</b>	Polimer glukosa yang terdapat pada tumbuhan yang menyusun dinding sel tumbuhan
<b>Senescence</b>	Proses penuaan atau pelayuan
<b>Serat</b>	Sel atau jaringan serupa benang atau pita panjang, berasal dari hewan atau tumbuhan (ulat, batang pisang, daun nanas, kulit kayu, dsb)
<b>Sistem pencernaan</b>	Sistem untuk penghancuran dan penyerapan makanan
<b>Sitoplasma</b>	Bagian sel yang terbungkus membran sel
<b>Stele</b>	Jaringan vaskular dari batang atau akar
<b>Stomata (tunggal, stoma)</b>	Modifikasi epidermis yang merupakan celah sebagai tempat pertukaran gas antara lingkungan dan bagian dalam tumbuhan
<b>Streamline</b>	Bentuk tubuh untuk mempermudah hewan atau benda bergerak
<b>Styrene Butadiene Rubber (SBR)</b>	Salah satu jenis karet sintetik
<b>Sukrase</b>	Enzim yang mencerna sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa
<b>Tar</b>	Komponen pada sisa asap rokok sesudah komponen nikotin dan cairan dihilangkan, bersifat karsinogenik
<b>Tekanan turgor</b>	Tekanan yang disebabkan oleh masuknya air ke dalam sel
<b>Tembikar</b>	Salah satu jenis barang pecah belah
<b>Tengkorak</b>	Kumpulan tulang pada bagian kepala yang melindungi otak.
<b>Terakota</b>	Tembikar yang tidak dilapisi glasir
<b>Termometer</b>	Alat pengukur suhu

<b>Toksin</b>	Racun
<b>Tripsin</b>	Enzim pencerna protein
<b>Usus besar</b>	Bagian usus yang mengatur kadar air pada feses
<b>Usus kecil/ usus halus</b>	Bagian pencernaan yang berfungsi menyerap sari-sari makanan
<b>Usus buntu</b>	Bagian usus yang berujung buntu
<b>Vertex</b>	Titik pada permukaan cermin
<b>Vili</b>	Tonjolan pada usus halus
<b>Vitamin</b>	Zat penting yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan
<b>Xilem</b>	Jaringan tumbuhan vaskular yang terdiri atas sel-sel mati berbentuk tabung yang mengantarkan sebagian besar air dan mineral dari akar ke seluruh bagian tumbuhan
<b>Zat adiktif</b>	Bahan yang dapat menimbulkan kecanduan bagi pemakainya
<b>Zat aditif</b>	Bahan tambahan pada makanan

**A**

**Absorbsi**  
**Aerodinamis (streamline)**  
**Akar**  
**Amil asetat**  
**Amilase**  
**Amilum**  
**Amphetamin**  
**Anorganik**  
**Antasida**  
**Antioksidan**  
**Arsen**  
**Asam amino**  
**Asam urat**  
**Aseptis**  
**Asesulfam potassium**  
**Aspartam**

**B**

**Bahan alami**  
**Bahan pewarna**  
**Batang**  
**Belerang**  
**Beling**  
**Benedik**  
**Besi**  
**Bidang miring**  
**Biji**  
**Biuret**  
**Butadiene Rubber (BR)**

**C**

**Camilan**  
**Certified colour**  
**Chloroprene rubber**  
**D**  
**Daun**  
**Daya lenting**  
**Dermis**  
**Diafragma**  
**Diastol**

**Diazepam**  
**Diuretik**  
**Digesti**  
**Duodenum**

**E**  
**Ekolokasi**  
**Ekskresi**  
**Empedu**  
**Elastis**  
**Emulsi**  
**Empulur**  
**Enzim**  
**Epidermis**  
**Ethilene propilene rubber (EPR)**  
**Etil butirat**

**F**  
**Faring**  
**Fehling A dan B 1**  
**Feldspar**  
**Floem**  
**Fotonasti**  
**Fotosintesis**  
**Fototaksis**  
**Fototropisme/heliotropisme**

**G**  
**Ganja**  
**Gaya aksi**  
**Gaya reaksi**  
**Genting**  
**Gentong**  
**Gerabah**  
**Getah lambung**  
**Gigi**  
**Glasir**  
**Gliserol**

**G**  
**Gypsum**  
**Gaya**  
**Gaya aksi**  
**Gaya gesek**  
**Gaya reaksi**  
**Gaya sentuh**  
**Gaya tak sentuh**

**Gerak endonom**  
**Gerak esionom**  
**Gerak higroskopis**  
**Gerak nasti**  
**Gerak taksis**  
**Gerak tropisme**  
**Glukosa**

**H**  
**Hati**  
**HCL**  
**Heroin**  
**Hidrogen**  
**Hidrotropisme**

**I**  
**Ileum**  
**Imunitas**  
**Inersia**  
**Ingesti**  
**Insulin**  
**Iodium**  
**Isobutene isopropene rubber (IIR)**  
**Isoprene rubber (IR)**

**J**  
**Jaringan**  
**Jaringan adiposa**  
**Jaringan otot**  
**Jaringan palisade**  
**Jaringan pengangkut**  
**Jaringan sponsa**  
**Jejunum**

**K**  
**Kandung empedu**  
**Kafein**  
**Kalium iodida**  
**Kalori**  
**Kalsium**  
**Kambium**  
**Karbohidrat**  
**Karbon**  
**Karet**  
**Katrol**  
**Kecepatan**  
**Kelajuan**

**Kemotaksis**  
**Kemotropisme**  
**Kendi**  
**Kerongkongan**  
**Kimus**  
**Klorofil**  
**Kokain**  
**Kolesterol**  
**Kolon ascendens**  
**Kolon descendens**  
**Kolon transversum**  
**Kopi**  
**Korteks**

**L**

**Laktase**  
**Lambung**  
**Lemak**  
**Lidah**  
**Lipase**  
**Logam**  
**LSD**  
**Lugol**

**M**

**Makan**  
**Maltase**  
**Meristem**  
**Mesofil**  
**Metabolisme**  
**Millon**  
**Mineral**  
**Minyak nabati**  
**Molekul**  
**Monokotil**  
**Monosodium glutamat (MSG)**  
**Morfologi**  
**Mortar dan pistil**  
**Mulut**

**N**

**Narkotika**  
**Nasti kompleks**  
**Nikotin**  
**Nikti taksis**  
**Nutrisi**  
**NytriKE Butadiene Rubber (NBR)**

O  
Obesitas  
Oksigen  
Opium  
Organ  
Organik  
Organis meuniseluler  
Osmosis  
Otot jantung  
Otot polos  
Otot rangka  
Oven

P  
Parenkim  
Pasir kaca  
Pecah belah  
Pemanis  
Pemberi aroma  
Pembiasan cahaya  
Pembuluh kayu  
Pencernaan kimia  
Pencernaan mekanik  
Pengawet  
Pengungkit  
Penyakit parkinson  
Penyedap rasa  
Pepsin  
Peptidase  
Percepatan  
Percepatan gravitasi  
Peristaltik  
Permitted colour  
Perpindahan  
Pesawat sederhana  
Pewarna alami  
Pewarna buatan  
Pewarna cat  
Pewarna tekstil  
Plastik  
Plastik fenolik  
Plastik polietilena  
Plastik polipropilena  
Plastik polistirena  
Plastik polivinil klorida  
Plastisitas

**Polimerisasi**  
**Polipeptida**  
**Polisakarida**  
**Porselin**  
**Pospor**  
**Potassium**  
**Protein**  
**Protein hewani**  
**Protein nabati**  
**Psikoaktif**  
**Psikotropika**

**R**  
**Raksa**  
**Rambut akar**  
**Rangka**  
**Reagen**  
**Reaksi kimia**  
**Rekontaminasi**  
**Rektum**  
**Renin**  
**Rokok**

**S**  
**Sabu-sabu**  
**Sakarin**  
**Saliva/air liur**  
**Saluran eustachius**  
**Sampel**  
**Sayap air foil**  
**Seismonasti/ tigmonasti**  
**Sel**  
**Selulosa**  
**Senescence**  
**Serat**  
**Sistem pencernaan**  
**Sitoplasma**  
**Sodium**  
**Spons**  
**Stapes**  
**Stele**  
**Steril**  
**Stomata (tunggal, stoma)**  
**Styrene butadiene rubber (SBR)**  
**Suhu**  
**Sukralosa**  
**Sukrase**

**T**  
**Tanah liat**  
**Tar**  
**Teh**  
**Tekanan turgor**  
**Tembikar**  
**Tengkorak**  
**Terakota**  
**Termometer**  
**Termonasti**  
**Tigmotropisme**  
**Timbal**  
**Toksin**  
**Trikoma**  
**Tripsin**  
**Tulang**

**U**  
**Usus besar**  
**Usus buntu**  
**Usus kecil/usus halus**

**V**  
**Vanili**  
**Vili**  
**Vitamin**

**X**  
**Xilem**

**Z**  
**Zat adiktif**  
**Zat aditif**