

**SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017**

**KOMPETENSI PROFESIONAL**

**MATA PELAJARAN : GURU KELAS SD**

**UNIT III : ILMU PENGETAHUAN ALAM**



Penulis

Dr. Suryanti, M.Pd.

Prof. Dr. Endang Widi Winarni, M.Pd.

Drs. Kartono, M.Pd.

Prof. Dr. H. Pattabundu, M.Ed.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
2017**

# BAB I

## MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGAN

### A. Kompetensi Inti

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran IPA.

### B. Kompetensi Dasar

Setelah bab ini diharapkan peserta dapat mengetahui interaksi makhluk hidup dan lingkungannya baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun indikator pencapaian kompetensi (IPK) sebagai berikut:

1. Menelaah beberapa gejala alam biotik.
2. Menelaah beberapa gejala alam abiotik.
3. Menganalisis interaksi gejala abiotik dan biotik
4. Menganalisis ketergantungan hewan dan manusia terhadap tumbuhan

### C. Uraian Materi

#### 1. Gejala Alam Biotik

Mari kita perhatikan gambar di samping. Apa saja yang dapat anda amati dari gambar tersebut? Kita akan sepakat bahwa paling kurang ada dua kelompok yang bisa diamati yakni kelompok makhluk yang hidup (**lingkungan biotik**) dan kelompok makhluk yang tak hidup (**lingkungan abiotik**).



Sumber: [www.ipapedia.web.id/2015/09/gejala-alam-biotik-dan-abiotik.html](http://www.ipapedia.web.id/2015/09/gejala-alam-biotik-dan-abiotik.html)

Gambar 1.1. Ekosistem

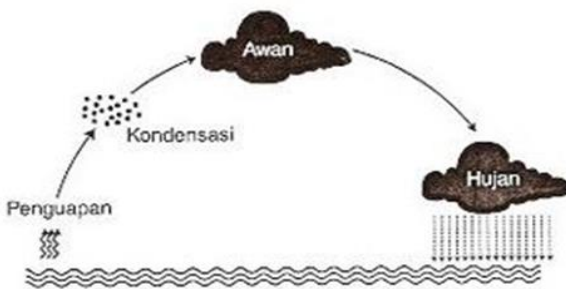
Jika dicermati maka Anda akan melihat bahwa yang termasuk lingkungan biotik adalah pohon, rerumputan, dan rusa. Sedangkan yang termasuk lingkungan abiotik adalah tanah, air, dan batu-batuan. Isilah Tabel 1.1 berikut ini.

**Tabel 1.1 Contoh lingkungan biotik dan lingkungan abiotik.**

| No. | Lingkungan Biotik | No. | Lingkungan Abiotik |
|-----|-------------------|-----|--------------------|
| 1   |                   | 1   |                    |
| 2   |                   | 2   |                    |
| 3   |                   | 3   |                    |
| 4   |                   | 4   |                    |
| 5   |                   | 5   |                    |
| 6   |                   | 6   |                    |
| 7   |                   | 7   |                    |

Komponen biotik dan komponen abiotik mempunyai ciri-ciri tertentu yang dapat kita amati. Ciri-ciri tersebut disebut gejala alam yang berdasarkan objeknya, gejala alam dapat dibedakan menjadi dua gejala alam biotik dan gejala alam abiotik. Gejala alam biotik meliputi hal-hal yang berkaitan dengan makhluk hidup, misalnya fotosintesis, respirasi, pencernaan makanan, pertumbuhan makhluk hidup, dan lain-lain.

## 2. Gejala Alam Abiotik



Gambar 1.1. Contoh Gejala Alam Abiotik pada Air

Gejala alam abiotik berkaitan dengan sifat fisik dan kimia di luar makhluk hidup, contohnya hujan, pelapukan, erosi, ledakan, dan sebagainya. Beberapa karakteristik atau sifat gejala alam abiotik antara lain: wujud, bentuk, dan ukuran. Selanjutnya kita cermati salah satu

komponen abiotic seperti pada gambar. Air akan mengalami gejala alam berupa menerima suhu tinggi sehingga terjadi penguapan yang menjadi awan. Apabila awan sudah terkumpul, penurunan suhu akan menimbulkan pengembunan. Pengembunan akan mengubah awan kembali menjadi air melalui hujan. Dengan demikian, gejala alam yang diterima oleh air terdiri dari kenaikan suhu, penguapan, terbentuk awan, penurunan suhu, pengembunan, hujan, dan kembali menjadi air. Diskusikan dalam kelompok bagaimana kejadian hujan asam sulfat pada suatu daerah!

### 3. Interaksi Peristiwa Alam Biotik dan Abiotik

Saling mempengaruhi antara alam biotik dan abiotik biasa disebut juga saling ketergantungan. Banyak hal dalam kehidupan nyata sehari-hari yang menunjukkan saling pengaruh tersebut. Biji yang diletakkan di atas tanah dapat tumbuh menjadi makhluk hidup (biotik), jika faktor abiotik temperatur sesuai dan tanah tempatnya berada cukup. Keadaan akan berbeda jika temperatur sangat panas atau sangat dingin serta tanah yang gersang maka kemungkinan biji tidak akan tumbuh dengan baik. Dalam hal ini faktor abiotik sangat berpengaruh terhadap faktor alam biotik. Selanjutnya, silahkan Anda mengisi tabel berikut ini dan tentukan faktor apa yang lebih berpengaruh dalam interaksi biotik dan abiotik. Berikan tanda centang (V) pada kolom yang sesuai.

**Tabel 1.2. Pengaruh Alam Biotik dan Biotik**

| No. | Gejala/ Peristiwa Alam                           | Biotik →<br>Abiotik | Abiotik →<br>Biotik | Biotik →<br>Biotik | Abiotik →<br>Abiotik |
|-----|--|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| 1.  | Lumut tumbuh dibatuan sehingga terjadi pelapukan |                     |                     |                    |                      |
| 2.  | Fotosintesis pada tumbuhan                       |                     |                     |                    |                      |
| 3.  | Respirasi pada manusia                           |                     |                     |                    |                      |
| 4.  | Respon tumbuhan terhadap cahaya                  |                     |                     |                    |                      |
| 5.  | Metamorfosis pada kupu-kupu                      |                     |                     |                    |                      |
| 6.  | Perkarataan pada besi                            |                     |                     |                    |                      |
| 7.  | Pengendapan lumpur di sungai                     |                     |                     |                    |                      |
| 8.  | Mentega yang mencair                             |                     |                     |                    |                      |
| 9.  | Benalu tumbuh di pohon lain                      |                     |                     |                    |                      |

### 4. Ketergantungan Manusia dan Hewan terhadap Tumbuhan Hijau

Tumbuhan hijau mampu melakukan fotosintesis menghasilkan oksigen. Selain digunakan oleh tumbuhan, sebagian oksigen dilepaskan ke udara di lingkungan sekitarnya. Oksigen dihirup oleh manusia dan hewan pada saat bernapas. Tanpa tumbuhan hijau, oksigen lama-kelamaan akan habis jika digunakan terus oleh manusia dan hewan. Namun, tumbuhan selalu menyediakan oksigen di alam. Jadi, manusia dan hewan membutuhkan tumbuhan hijau agar oksigen tetap tersedia di alam. Tumbuhan hijau juga merupakan sumber energi bagi hewan dan manusia, oleh sebab itu tumbuhan hijau digolongkan sebagai makhluk hidup ototrof dan berperan

sebagai produsen. Selain manusia, hewan juga memperoleh sumber energi dari tumbuhan hijau. Hewan *herbivora* (hewan pemakan tumbuhan) bergantung secara langsung kepada tumbuhan. Apabila tidak ada tumbuhan, jenis-jenis hewan tersebut akan mati kelaparan. Akibatnya, jumlah jenis-jenis hewan herbivora akan semakin berkurang. Peristiwa ini akan menyebabkan hewan-hewan *karnivora* (hewan pemakan daging) menjadi kekurangan bahan makanan. Jadi, hewan-hewan karnivora secara tidak langsung juga bergantung kepada tumbuhan. Demikian juga untuk makhluk hidup golongan *omnivora* (pemakan tumbuhan dan hewan lain). Gejala alam yang menggambarkan ketergantungan hewan dan manusia terhadap tumbuhan hijau adalah adanya rantai makanan dan jaring-jaring makanan dalam suatu ekosistem. Berikan satu contoh ekosistem. Identifikasilah komponen-komponen biotik yang ada di dalamnya. Susunlah beberapa rantai makanan yang terjadi di dalam ekosistem tersebut. Berdasarkan susunan beberapa rantai makanan tersebut, gambarlah jaring-jaring makanan dalam ekosistem tersebut.

## **BAB II**

### **STRUKTUR, FUNGSI, DAN SISTEM KEHIDUPAN MAKHLUK HIDUP**

#### **A. Kompetensi Inti**

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran IPA.

#### **B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi**

Setelah unit ini diharapkan peserta memahami struktur, fungsi, dan gangguan sistem kehidupan tumbuhan, hewan, dan manusia. Adapun indikator Pencapaian kompetensi (IPK) sebagai berikut:

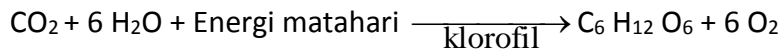
1. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi fotosintesis pada tumbuhan hijau.
2. Menganalisis gangguan proses fotosintesis pada tumbuhan hijau.
3. Menganalisis sistem pencernaan makanan pada manusia .
4. Menganalisis penyakit/gangguan pada sistem pencernaan makanan pada manusia.
5. Menganalisis sistem pernafasan pada manusia.
6. Menganalisis penyakit/gangguan pada sistem pernafasan pada manusia.
7. Menganalisis pengaruh pencemaran lingkungan terhadap sistem pernafasan pada manusia.

#### **C. Uraian Materi**

##### **1. Fotosintesis Pada Tumbuhan**

Dalam dunia tumbuhan proses produksi oksigen merupakan bagian dari proses fotosintesis. Untuk dapat memahami proses tumbuhan menghasilkan oksigen, marilah kita pelajari proses fotosintesis berikut ini. Fotosintesis adalah suatu proses pembuatan makanan oleh tumbuhan menggunakan bahan berupa air dan karbon dioksida dengan bantuan cahaya. [Fotosintesis](#) terjadi pada struktur sel daun yang disebut kloroplas. Kloroplas mengandung klorofil, yaitu pigmen hijau yang berfungsi menyerap energi dari cahaya. Proses sintesis dikenal juga sebagai “proses asimilasi” atau proses penyusunan senyawa kompleks dan senyawa anorganik. Dalam proses penyusunan tersebut diperlukan energi. Apabila energi diperoleh dari proses-proses

kimia, misalkan pada bakteri maka proses tersebut kita namakan *kemosintesis*. Sedangkan apabila energi yang diperlukan tersebut diperoleh dari energi cahaya, kita sebut sebagai proses fotosintesis. Persamaan reaksi kimia pada proses fotosintesis yaitu:



Terjadinya proses sintesis, diperlukan beberapa komponen bahan baku yang harus ada gas yaitu CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O (air), cahaya matahari dan klorofil. Dalam proses fotosintesis dihasilkan karbohidrat dan oksigen (O<sub>2</sub>).

#### **a. Faktor CO<sub>2</sub> (karbondioksida)**

CO<sub>2</sub> yang terdapat di dalam udara dengan kadar ± 0,03 % per satuan volume. Gas CO<sub>2</sub> akan masuk ke dalam uap air yang ada pada permukaan sel-sel jaringan pagar (sel polisade) dan sel bunga karang. Jika kadar CO<sub>2</sub> di udara meningkat, maka kecepatan proses fotosintesis akan meningkat juga. Dalam keadaan matahari terik (intensitas tinggi) tetapi CO<sub>2</sub> rendah, maka proses fotosintesis akan terhambat.

#### **b. Faktor H<sub>2</sub>O (air)**

Air yang diperlukan untuk sintesis makanan oleh tumbuhan dapat diperoleh dari tanah. Air dalam tanah yang umumnya mudah diserap oleh akar tumbuhan yaitu air kapiler tanah. Air tersebut merupakan air yang terdapat diantara butir-butir tanah. Jenis akar yang berfungsi mengambil air dan garam tanah, yaitu bulu-bulu akar atau rambut-rambut akar.

#### **c. Faktor Cahaya**

Peran cahaya dalam proses fotosintesis sangat besar, yaitu sebagai sumber energi. Menurut Planck dan Eisnteen cahaya terdiri atas partikel-partikel kecil yang disebut foton, yaitu mempunyai sifat materi dan gelombang. Foton memiliki energi yang dikenal sebagai kuantum. Cahaya matahari yang kita lihat yaitu merupakan cahaya putih yang tersusun dari tujuh macam spectrum cahaya. Tidak semua spectrum cahaya berperan dalam fotosintesis. Jika intensitas cahaya meningkat maka laju fotosintesis juga meningkat. Tetapi jika intensitas cahaya melebihi kadar tertentu, bahkan akan menghambat kegiatan fotosintesis.

#### **d. Faktor Klorofil**

Proses fotosintesis tidak dapat terjadi jika tidak ada klorofil. Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah tenaga cahaya matahari menjadi tenaga kimia. Klorofil terdapat dalam kloroplas. Kloroplas banyak kita jumpai di dalam daun. Pada tanaman tinggi kita jumpai dua macam klorofil, yaitu (1) Klorofil-a dengan rumus kimia  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ , warna hijau tua dan klorofil-b dengan rumus kimia  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ , warna hijau muda. Dua jenis klorofil tersebut paling kuat menyerap cahaya merah (panjang gelombang 600-700 nm), yang paling sedikit diserap adalah cahaya hijau (panjang gelombang 500-600 nm).

Dari reaksi fotosintesis di atas, dapat diketahui bahwa proses tersebut menghasilkan karbohidrat dan oksigen. Sebagian gas oksigen hasil fotosintesis digunakan untuk pernapasan tumbuhan. Sisanya dibebaskan ke udara. Oksigen tersebut digunakan oleh makhluk hidup lainnya untuk bernapas. Diskusikan dalam kelompok, gejala abiotik dan biotik yang dapat mengganggu proses fotosintesis.

## **2. Sistem Pernafasan pada Manusia**

Udara bersih merupakan salah satu kebutuhan penting bagi manusia. Tanpa udara kita tidak bisa hidup. Salah satu unsur dalam udara yang diperlukan oleh manusia adalah oksigen ( $O_2$ ). Manusia menghirup oksigen dan mengeluarkan karbondioksida. Tumbuhan melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan oksigen. Pernapasan artinya menghirup dan menghembuskan napas. Oleh karena itu, bernapas diartikan sebagai proses memasukkan udara dari lingkungan luar ke dalam tubuh dan mengeluarkan udara sisa dari dalam tubuh ke lingkungan. Sementara, respirasi (*respiration*) berarti proses pembakaran (oksidasi) senyawa organik (bahan makanan) di dalam sel sehingga diperoleh energi. Saluran pernapasan manusia terdiri dari:

- a. Nares Anterior yaitu saluran-saluran di dalam lubang hidung bermula di vestibulum (rongga hidung).
- b. Rongga hidung merupakan tempat pertama dilalui udara dari luar.



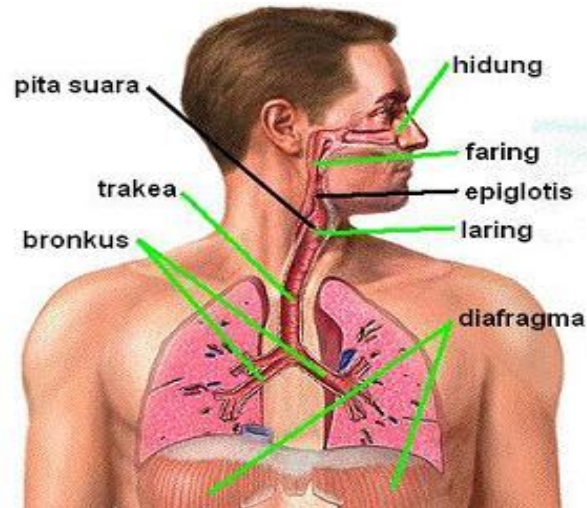
- c. Faring yaitu pipa berotot yang terletak dari dasar tengkorak sampai persambungan esophagus.
- d. Laring (pangkal tenggorokan).
- e. Trakea (tersusun 16-20 tulang rawan).
- f. Bronkus, terdiri dari bronkus kiri dan kanan.
- g. Paru-paru, terdiri dari paru-paru kanan (3 gelambir) dan paru-paru kiri (2 gelambir).

Trakea atau batang tenggorokan kira-kira 9 cm trakea bercabang menjadi 2 bronkus, trakea tersusun atas 16-20 berupa cincin tulang rawan:

- a. Pangkal tenggorokan berhubungan dengan faring dan trakea yang terdiri dari tulang rawan yaitu jakun, epiglottis, dan tulang rawan krikoid.
- b. Trakea atau batang tenggorokan tersusun atas 3 lapisan:
  - 1) Lapisan luar terdiri atas jaringan ikat.
  - 2) Lapisan tengah terdiri atas otot polos dan cincin tulang rawan.
  - 3) Lapisan dalam terdiri atas jaringan epitel bersilia yang merupakan tempat pembunuhan makrofag yang tidak tersaring oleh bulu-bulu hidung dan disalurkan ke alveolus.
- c. Bronkus berjumlah satu pasang, yang satu menuju paru-paru kanan dan yang satu lagi menuju paru-paru kiri`

Energi yang dihasilkan dari respirasi sangat menunjang untuk melakukan beberapa aktifitas, misalnya, mengatur suhu tubuh, pergerakan, pertumbuhan dan reproduksi. Oleh karena itu, kegiatan pernapasan dan respirasi sebenarnya saling berhubungan.

Pertukaran gas pada pernafasan antara oksigen dan karbondioksida terjadi di dalam alveoli terlihat pada gambar berikut:



sumber: <http://dedisetiawan.com/mengenal-sistem-pernafasan-pada-manusia>

Gambar 2.1 Struktur pernafasan pada manusia

#### a. Pernafasan dada

**Inspirasi:** Udara masuk melalui hidung, kondisi otot-otot tulang rusuk berkontraksi dan tulang rusuk terangkat, sehingga volume dada membesar dan tekanan udara dada turun. Selanjutnya paru-paru mengembang jika tekanan udara lebih rendah dari tekanan Atmosfer maka udara masuk ke paru-paru.

**Ekspirasi:** Otot-otot rusuk berelaksasi dan otot rusuk bagian dalam berkontraksi dan tulang-tulang rusuk turun sehingga rongga dada menyempit jika tekanan udara dada naik maka paru-paru mengecil dan jika tekanan paru-paru lebih tinggi dari Atmosfer maka udara keluar dari paru-paru.

#### b. Pernafasan Perut

**Inspirasi:** Udara masuk melalui hidung kondisi diafragma menjadi datar dan rongga dada membesar sehingga paru-paru mengembang, jika tekanan udara paru-paru turun maka udara masuk paru-paru.

**Ekspirasi:** Diafragma kembali cembung dan rongga dada menyempit, jika tekanan udara paru-paru naik maka udara keluar dari paru-paru.

Pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida yang dimaksud yakni mekanisme pernafasan eksternal dan internal.

##### 1) Pernafasan Eksternal

Ketika kita menghirup udara dari lingkungan luar, udara tersebut akan masuk ke dalam paru-paru. Udara masuk yang mengandung oksigen tersebut akan diikat

darah melalui difusi. Pada saat yang bersamaan, darah yang mengandung karbondioksida akan dilepaskan ke udara. Proses pertukaran oksigen ( $O_2$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ) antara udara dan darah dalam alveolus dinamakan pernapasan eksternal.

Saat sel darah merah (eritrosit) masuk ke dalam kapiler paru-paru, sebagian besar  $CO_2$  yang diangkut berbentuk ion bikarbonat ( $HCO_3^-$ ). Dengan bantuan enzim karbonat anhidrase, karbondioksida ( $CO_2$ ) dan air ( $H_2O$ ) yang tinggal sedikit dalam darah akan segera berdifusi keluar. Seketika itu juga, hemoglobin tereduksi, melepaskan ion-ion hidrogen ( $H^+$ ) sehingga hemoglobin (Hb)-nya juga ikut terlepas. Kemudian, hemoglobin akan berikatan dengan oksigen ( $O_2$ ) menjadi oksihemoglobin (disingkat  $HbO_2$ ).

## **2) Pernafasan Internal**

Berbeda dengan pernapasan eksternal, proses terjadinya pertukaran gas pada pernapasan internal berlangsung di dalam jaringan tubuh. Proses pertukaran oksigen dalam darah dan karbondioksida tersebut berlangsung dalam respirasi seluler. Setelah oksihemoglobin ( $HbO_2$ ) dalam paru-paru terbentuk, oksigen akan lepas, dan selanjutnya menuju cairan jaringan tubuh. Oksigen tersebut akan digunakan dalam proses metabolisme sel. Proses masuknya oksigen ke dalam cairan jaringan tubuh juga melalui proses difusi. Proses difusi ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan oksigen dan karbondioksida antara darah dan cairan jaringan. Tekanan oksigen dalam cairan jaringan lebih rendah dibandingkan oksigen yang berada dalam darah. Oleh karena itu, oksigen dalam darah mengalir menuju cairan jaringan. Sementara itu, tekanan karbondioksida pada darah lebih rendah daripada cairan jaringan. Akibatnya karbondioksida yang terkandung dalam sel-sel tubuh berdifusi ke dalam darah. Karbondioksida yang diangkut oleh darah dan sebagian kecil karbondioksida akan berikatan bersama hemoglobin membentuk karboksi hemoglobin ( $HbCO_2$ ).

## **3. Jenis- Jenis Penyakit dan Kelainan Pada Sistem Respirasi**

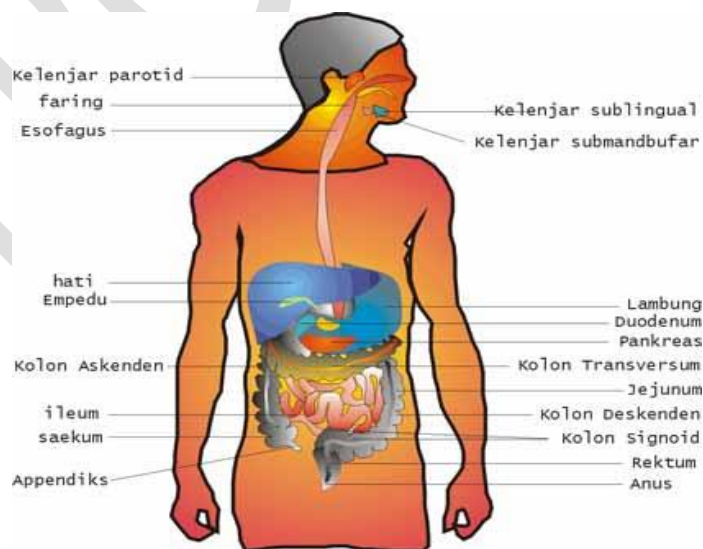
- a. Asfiksi : gangguan pengangkutan oksigen ke jaringan. Penyebab asfiksi antara lain:

- 1) Alveolus terisi air karena tenggelam atau terisi cairan limfa karena pneumonia menyebabkan berkurangnya pemasukan oksigen.
- 2) Hemoglobin mengikat karbonmonoksida atau mengikat asam sianida karena keracunan sehingga kurang dapat mengangkut oksigen afinitas Hb terhadap CO lebih besar daripada terhadap O<sub>2</sub>
- b. Penyempitan saluran nafas karena polip dan amandel, polip : pembengkakan kelenjar limfa di rongga hidung sedangkan amandel pembengkakan kelenjar limfa di tekak.
- c. Berbagai macam radang alat pernafasan:
  - 1) Sinusitis : radang di sebelah atas rongga hidung
  - 2) Rinitis : radang di hidung
  - 3) Bronkitis : radang di bronkus
  - 4) Pleuritis : radang di pleura
  - 5) Pneumonia : radang paru-paru
- d. Penyumbatan di rongga faring atau laring karena difteri laringitis atau tetanus (kejang otot rahang).
- e. Pada orang yang kena shock pusat syaraf pernafasannya terhentinya sehingga gerakan pernafasan terhenti, walaupun jantung masih berdenyut.
- f. Tuberkulosis (TBC) yaitu paru-paru yang berbintil kecil karena infeksi mycobacterium tuberculosis.
- g. Kanker paru-paru: pembengkakan pada paru- paru di duga kanker paru-paru dapat disebabkan rokok dan faktor lain.
- h. Keracunan gas dapat disebabkan keracunan gas CO, amoniak dan gas klor.
- i. Penyempitan atau penyumbatan saluran nafas, dapat disebabkan oleh pembengkakan kelenjar limfa, misalnya polip (di hidung) dan amandel (di tekak) yang menyebabkan penyempitan saluran pernafasan sehingga menyebabkan kesan wajah bodoh dan sering disebut wajah adenoid.penyempitan ini dapat terjadi pula karena saluran pernafasannya yang menyempit pada asma bronkiale.
- j. Anthrakosis yaitu kelainan pada alat pernafasan yang disebabkan oleh masuknya debu tambang jika yang masuk debu silikat disebut silokosis.

- k. Tonsilitis yaitu radang karena infeksi oleh bakteri tertentu pada tonsil. Gejalanya yaitu tenggorokan sakit, sulit menelan, suhu tubuh naik, demam, dan otot-otot terasa sakit.
- l. Asma yaitu gangguan pada rongga saluran pernafasan yang diakibatkan oleh kontraksi otot polos pada trakea, hal ini mengakibatkan penderita sukar bernafas.
- m. Influenza disebabkan oleh virus yang menimbulkan radang pada selaput mukosa di saluran pernafasan.

#### 4. Sistem Pencernaan pada Manusia

Kesehatan manusia sangat dipengaruhi oleh pola makan sehari-hari. Agar manusia tetap sehat maka sangat dianjurkan mengkonsumsi makanan bergizi dan seimbang. Seimbang mengandung arti seimbang antara jenis-jenis makanan dan jumlah kebutuhan. Proses pencernaan pada manusia merupakan suatu proses yang melibatkan organ-organ pencernaan dan kelenjar-kelenjar pencernaan. Proses pencernaan, organ-organ pencernaan, dan kelenjar pencernaan merupakan sistem. Marilah kita pelajari alat-alat pencernaan yang terdiri atas saluran pencernaan yang memanjang mulai dari mulut hingga ke anus dan kelenjar pencernaan.



sumber:<http://ezzahhidayati.blogspot.com/2011/05/bab-v-sistem-pencernaan-makanan.html>

Gambar 2.2 Struktur pencernaan makanan pada manusia

## **a. Saluran pencernaan**

Saluran pencernaan atau alat-alat pencernaan terdiri dari mulut (rongga mulut), tekak, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus.

### **1) Rongga Mulut**

Pada rongga mulut makanan mulai dicernakan baik secara mekanis maupun secara kimiawi. Pencernaan secara mekanis dikunyah oleh gigi dan lidah. Pencernaan secara kimiawi dilakukan oleh kelenjar air ludah (glandula salivales).

### **2) Lidah (Lingua)**

Dalam proses pencernaan lidah mempunyai beberapa fungsi penting, yaitu (1) membantu mengaduk makan yang ada di dalam rongga mulut, (2) membantu mendorong makanan pada waktu menelan, (3) mempertahankan makanan agar berada di antara gigi-gigi atas dan bawah saat makanan dikunyah, (4) sebagai indra pengecap.

### **3) Tekak (Faring)**

Tekak (faring) merupakan bagian belakang mulut yang sekaligus merupakan bagian atas tenggorokan. Pada faring terdapat lubang yang terletak dibagian yang menuju tenggorokan. Lubang ini disebut glotis. Glotis mempunyai klep yang disebut epiglotis. Epiglotis bersifat lentur dan berfungsi untuk mencegah makanan masuk ke dalam saluran pernapasan. Hal tersebut dapat terjadi dengan cara epiglottis menutup saluran pernapasan sehingga makanan masuk ke dalam kerongkongan. Panjang faring kira-kira 7 cm. Makanan yang sudah dicerna kemudian akan masuk ke dalam kerongkongan.

### **4) Kerongkongan (Esofagus)**

Kerongkongan merupakan saluran panjang ( $\pm$  25 cm) yang tipis sebagai jalan bolus dari mulut menuju ke lambung. Pada kerongkongan tidak terjadi proses pencernaan. Masuknya makanan dari kerongkongan ke lambung disebabkan oleh *gerak peristaltik*. Gerak peristaltik dapat terjadi karena adanya kontraksi otot secara bergantian pada lapisan otot polos yang tersusun secara memanjang dan melingkar.

## **5) Lambung (Ventrikel)**

Lambung adalah bagian dari saluran pencernaan berupa kantung besar terletak dalam rongga perut di sebelah bawah tulang rusuk terakhir agak ke kiri. Di dalam lambung, makanan dicerna secara kimiawi dengan bantuan enzim yang disebut pepsin. Pepsin berperan mengubah protein menjadi pepton. Saat terjadi proses pencernaan pada lambung, otot-otot dinding lambung berkontraksi. Hal tersebut menyebabkan makanan akan tercampur dan teraduk dengan enzim serta asam klorida. Secara bertahap, makanan akan menjadi berbentuk bubur atau kim. Kemudian, makanan yang telah mengalami pencernaan akan bergerak sedikit demi sedikit ke dalam usus halus.

Di dalam lambung terdapat asam klorida (HCl) atau getah lambung atau asam lambung yang menyebabkan lambung menjadi asam. Asam lambung dihasilkan oleh dinding lambung. Asam lambung memiliki beberapa fungsi berikut: (1) mengaktifkan beberapa enzim yang terdapat dalam getah lambung, misalnya pepsinogen diubah menjadi pepsin, (2) mengasamkan lambung sehingga dapat membunuh kuman yang ikut masuk ke lambung, (3) mengatur membuka dan menutupnya katup antara lambung dan usus dua belas jari, dan (4) merangsang sekresi getah usus.

## **6) Usus Halus (Intestinum Tenue)**

Usus halus bentuknya berkelok-kelok yang panjangnya sekitar 8,25 meter, lebar 25 mm dengan banyak lipatan yang disebut vili atau jonjot-jonjot usus. Vili berfungsi memperluas permukaan usus halus sehingga berpengaruh terhadap proses penyerapan sari makanan ke dalam peredaran darah. Usus halus terbagi menjadi tiga bagian, yaitu: (1) usus dua belas jari (deudenum) panjangnya sekitar 0,25 m, (2) usus kosong (yeyenum) panjangnya sekitar 7 m, dan (3) usus penyerapan (ileum) panjangnya sekitar 1 m. Pencernaan yang terjadi di dalam usus halus bersifat pencernaan kimiawi. Di dalam usus halus terdapat vili yang berfungsi menyerap sari-sari makanan. Penyerapan terdapat bagian yang disebut vili. Vili banyak mengandung pembuluh darah sebagai sarana transportasi. Selama di usus halus, semua molekul pati dicernakan lebih sempurna menjadi molekul-molekul glukosa. Molekul-molekul protein dicerna menjadi molekul-

molekul asam amino. Molekul lemak dicerna menjadi molekul gliserol dan asam lemak. Getah pankreas yang berasal dari pankreas mengalir melalui saluran pankreas masuk ke usus halus. Dalam getah pancreas terdapat tiga macam enzim, yaitu lipase yang membantu dalam pemecahan lemak, tripsin membantu dalam pemecahan protein, dan amilase membantu dalam pemecahan pati.

#### **7) Usus Besar (intestinum Crassum)**

Usus besar terdiri atas usus tebal (kolon) dan poros usus (rektum). Makanan yang kita makan tidak semuanya diserap oleh ileum. Makanan yang tidak diserap ini akan masuk ke dalam kolon dan di dalam kolon, sisa makanan akan dibusukkan oleh bakteri *Escherichia coli* yang terdapat di dalam kolon.

#### **8) Anus**

Anus adalah lubang yang merupakan muara akhir dari saluran pencernaan. Dinding anus terdiri atas dua lapis otot, yaitu otot lurik dan otot polos. Otot lurik yaitu lapisan otot yang langsung membatasi lubang anus, sedangkan otot polos yaitu yang terdapat di dalamnya.

#### **b. Gangguan Pada Sistem Pencernaan Manusia**

Gangguan pada sistem pencernaan makanan dapat disebabkan oleh pola makan yang salah, infeksi bakteri, dan kelainan alat pencernaan. Gangguan-gangguan ini adalah diare, sembelit, tukak lambung, peritonitis, kolik, sampai pada infeksi usus buntu (apendisitis).

**1)** Diare merupakan gangguan yang disebabkan infeksi pada kolon. Infeksi ini terjadi karena bakteri tertentu (misalnya *E.coli*, *V.cholerae*, dan *Aeromonas* sp.) atau sebab-sebab lain misalnya stress dan makanan tertentu. Hal tersebut mengganggu proses penyerapan air sehingga feses keluar dalam bentuk cair. Mekanisme diare apabila kim dari lambung mengalir ke usus halus terlalu cepat maka feses banyak mengandung air. Diare dalam waktu lama menyebabkan hilangnya air dan garam-garam mineral, sehingga terjadi dehidrasi.



## **2) Konstipasi (Sembelit)**

Sembelit terjadi jika kim masuk ke usus halus bergerak sangat lambat. Akibatnya, air terlalu banyak diserap usus, maka feses menjadi keras dan kering. Sembelit disebabkan karena kurang mengkonsumsi makanan yang berupa tumbuhan berserat dan banyak mengkonsumsi daging.

## **3) Tukak Lambung/maag (Ulkus)**

Mag adalah peradangan yang terjadi pada dinding lambung. Hal tersebut disebabkan asam (HCl) yang dihasilkan lambung terlalu banyak sehingga mengikis dinding lambung. Tukak lambung menyebabkan berlubangnya dinding lambung sehingga isi lambung jatuh di rongga perut. Tukak lambung dapat pula disebabkan oleh infeksi bakteri jenis tertentu.

PLPG 2011

## **BAB III**

### **ENERGI DAN PERUBAHANNYA**

#### **A. Kompetensi Inti**

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

#### **B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi**

Kompetensi Dasar: Memanfaatkan konsep-konsep dan hukum-hukum ilmu pengetahuan alam dalam berbagai situasi kehidupan sehari-hari.

Indikator Pencapaian kompetensi (IPK) sebagai berikut.

1. Mengklasifikasi materi berdasarkan ciri-ciri yang dapat diamati
2. Mengklasifikasi perubahan materi
3. Menerapkan prinsip-prinsip hukum kekekalan energi dan kemudahan melakukan usaha dengan pesawat sederhana
4. Menerapkan prinsip pemuatan zat dalam kehidupan sehari-hari
5. Menerapkan pengaruh kalor dalam perubahan wujud zat
6. Menerapkan perpindahan kalor dalam kehidupan sehari-hari
7. Menerapkan sifat-sifat cahaya dalam kehidupan sehari-hari
8. Menganalisis manfaat lensa bagi kehidupan manusia
9. Menerapkan konsep kelistrikan dan kemagnetan dalam kehidupan sehari-hari
10. Menerapkan konsep energi dan daya listrik dalam kehidupan sehari-hari

#### **C. Uraian Materi**

##### **1. Materi dan Perubahannya**

Semua benda yang ada di sekitar kita tersusun atas materi. Materi merupakan segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang. Materi berdasarkan wujudnya dibedakan menjadi zat padat, cair, dan gas. Buatlah daftar benda-benda yang sering Anda gunakan sehari-hari. Klasifikasikan benda-benda tersebut. Ketika Anda mengklasifikasikan benda-benda tersebut, langkah-langkah yang Anda lakukan adalah 1) mengamati karakteristik/sifat benda; 2) mengamati persamaan dan

perbedaan sifat benda tersebut; 3) memasukkan benda-benda yang memiliki persamaan sifat dalam satu kelompok; dan 4) memberi nama yang sesuai pada setiap kelompok.

Materi dapat berubah. Perubahan materi ada 2 yakni perubahan fisika dan



perubahan kimia. Perubahan fisika adalah perubahan materi/zat yang tidak menghasilkan zat baru, hanya terjadi perubahan wujud.

Perubahan kimia adalah perubahan materi/zat yang menghasilkan zat baru. Carilah contoh perubahan fisika dan kimia yang ada di sekitar Anda.

## 2. Gaya dan Tekanan

**Gaya** adalah suatu tarikan atau dorongan yang dikerahkan sebuah benda terhadap benda lain. Besar gaya diukur dengan **neraca pegas**, diukur dalam satuan **newton (N)**. Berdasarkan sumbernya, ada gaya otot, gaya pegas, gaya mesin, gaya listrik, gaya magnet, dan gaya gravitasi. Gaya otot adalah gaya yang dihasilkan oleh kontraksi dan relaksasi berbagai otot, misalnya kontraksi otot bisep dan relaksasi otot trisep lengan menimbulkan gaya (untuk mengangkat barbel, misalnya). Gaya pegas dihasilkan oleh benda-benda elastis, misalnya pegas dan karet. Gaya mesin dihasilkan oleh mesin atau pesawat. Gaya listrik dihasilkan oleh muatan listrik, misalnya sisir plastik sehabis digunakan untuk menyisir rambut kering dapat menarik kertas-kertas kecil. Gaya magnet dihasilkan oleh magnet terhadap benda-benda yang dapat ditarik magnet (misalnya besi dan nikel). Gaya gravitasi berupa tarik menarik antar benda, gaya ini relatif sangat kecil, sehingga gaya gravitasi yang kita rasakan adalah gaya gravitasi dari Bumi terhadap benda-benda (walaupun sebenarnya antar benda juga terjadi tarik menarik, namun gaya tersebut sangat kecil).

### **Gaya Sentuh dan Gaya Tak Sentuh**

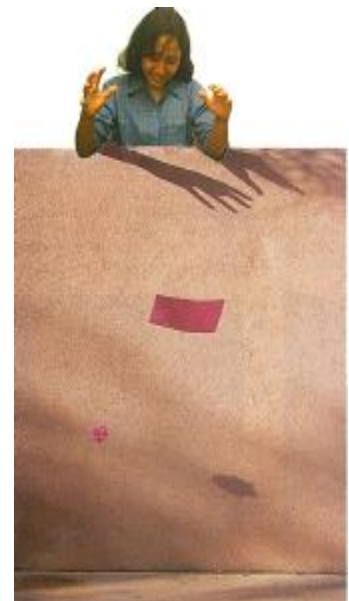
Pada saat Anda mendorong meja, Anda harus menyentuh meja itu untuk mengerahkan gaya kepadanya. Demikian pula jika Anda hendak melontarkan batu dengan menggunakan ketapel. Gaya otot pada saat Anda mendorong meja dan gaya pegas pada saat Anda melontarkan batu dengan ketapel termasuk *gaya sentuh*. Disebut gaya sentuh karena sebuah benda yang memberikan gaya harus menyentuh benda lain yang dikenai gaya tersebut. Jika Anda melepaskan kapur dari ketinggian tertentu, maka kapur itu akan jatuh ke bawah, ditarik oleh gaya gravitasi Bumi. Gaya gravitasi termasuk *gaya tak sentuh*, karena tanpa harus melalui sentuhan kapur dan bumi. Gaya listrik dan gaya magnet adalah contoh-contoh lain gaya tak sentuh.

### **Akibat Gaya terhadap Benda**

Misalkan Anda menendang bola. Anda mengerahkan gaya terhadap bola. Bola yang mula-mula diam, setelah Anda tendang menjadi bergerak. Jadi *gaya dapat mengubah kecepatan benda*. Jika Anda menekan plastisin, tangan itu memberikan gaya kepada plastisin itu. Bagaimana bentuk tanah plastisin setelah ditekan? Ternyata *gaya juga dapat menyebabkan bentuk benda berubah*.

### **Gaya Gravitasi dan Hambatan Udara**

Setiap benda yang berada di permukaan bumi mendapatkan gaya gravitasi bumi, yang berarti terjadi tarik menarik antara bumi dengan benda-benda di permukaan bumi. Gaya gravitasi bumi inilah yang membuat Anda tetap "melekat" di permukaan bumi dan tidak melayang ke angkasa. Gaya gravitasi bumi juga mengakibatkan atmosfer tetap tertahan di sekitar permukaan bumi. Gaya gravitasi bumi ini dikenal juga dengan istilah berat. Berat **tidak** bersatuan kg (seperti dalam istilah sehari-hari), namun bersatuan newton (N), seperti halnya satuan gaya yang lain. Gaya gravitasi (berat) inilah yang menyebabkan setiap benda yang jatuh akan



**Gambar 3.1.** Dua kertas satu diremas berbentuk bola dilepas dari ketinggian sama.

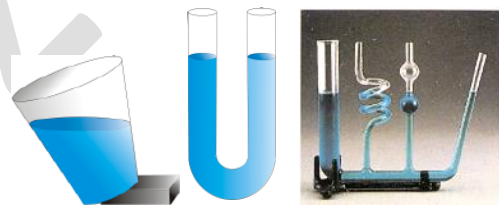
Sumber: koleksi pribadi

menuju ke bumi dengan kecepatan yang terus bertambah atau dipercepat. Percepatan oleh gravitasi bumi dikenal dengan percepatan gravitasi ( $g$ ) yang besarnya di permukaan bumi **sama** untuk setiap benda, yakni  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Jadi, misalnya jika Anda menjatuhkan kelereng dan bola tolak peluru dari ketinggian yang sama, keduanya akan sampai di tanah dalam waktu bersamaan, karena keduanya memperoleh percepatan yang sama (walaupun berat keduanya berbeda). Bagaimana jika Anda menjatuhkan dua kertas yang beratnya sama, namun yang satu diremas berbentuk bola sedangkan yang satu tetap dalam bentuk helaian? Seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.1, ternyata kertas helaian jatuh lebih lambat dibandingkan dengan kertas berbentuk bola. Kedua kertas ini tetap mendapatkan percepatan gravitasi yang sama ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ), namun sebenarnya ada gaya lain yang bekerja pada kertas, yakni gaya hambatan udara. Gaya ini timbul akibat adanya gesekan udara dengan benda-benda yang bergerak. Semakin luas permukaan benda, gaya hambatan udara juga semakin besar. Semakin cepat sebuah benda, gaya hambatan udara juga semakin besar. Kertas helaian pada Gambar 3.1 mendapatkan hambatan udara yang lebih besar, menyebabkan kertas helaian tersebut jatuh lebih lambat dibandingkan dengan kertas yang digumpalkan. Gaya hambatan udara menjadi masalah dalam merancang benda bergerak, seperti mobil, kereta api, dan pesawat terbang. Upaya memperkecil gaya itu dilakukan dengan memperkecil luasan yang menerima udara dan memperhalus permukaan yang menerima udara. Walaupun demikian, hambatan udara juga bermanfaat. Bayangkan bagaimana kepala Anda bila tertimpa air hujan yang tidak mendapatkan hambatan udara. Air hujan akan menimpa kepala Anda dengan kecepatan seperti kecepatan pesawat jet. Akan tetapi, karena adanya hambatan udara, air hujan jatuh dengan kecepatan yang tidak terlalu besar.

### **Tekanan Udara dan Zat Cair**

Gaya yang bekerja pada sebuah benda menyebabkan benda tersebut mendapatkan tekanan. *Tekanan* didefinisikan sebagai gaya yang bekerja tiap satuan luas permukaan. Dalam sistem internasional, tekanan bersatuan pascal (Pa), dengan  $1 \text{ pascal} = 1 \text{ newton/m}^2$ , dan  $1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa}$ . Satuan lain tekanan yang sering

digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah atmosfer (atm). Udara menghasilkan tekanan, karena adanya benturan molekul-molekul zat tersebut terhadap dinding wadahnya. Tekanan atmosfer di atas permukaan laut besarnya 1 atm atau 10130 kPa. Jika punggung Anda seluas  $0,5 \text{ m}^2$ , gaya akibat tekanan atmosfer terhadap punggung Anda setara dengan berat 1 mobil yang menindih punggung Anda. Namun Anda tidak merasakan tekanan atmosfer ini, karena tekanan tersebut telah diseimbangkan oleh cairan dalam tubuh Anda. Semakin tinggi suatu tempat, tekanan atmosfernya semakin kecil. Jika Anda mengendarai mobil menuju daerah pegunungan, Anda merasa tidak nyaman dengan telinga Anda, karena tekanan udara di dalam telinga lebih besar daripada tekanan udara luar. Dengan melakukan gerakan mengunyah (atau membuka dan menutup mulut berulang-ulang), sebagian udara di dalam telinga akan keluar, tekanan udaranya menjadi sama dengan tekanan udara luar, dan Anda merasa nyaman kembali. Jika kita menyelam semakin dalam, telinga kita menjadi semakin sakit. Hal ini terjadi karena air menghasilkan tekanan yang semakin besar bila kedalaman air bertambah. Oleh karena itu, bendungan dan penahan air lainnya didesain dengan bagian dalam/bawah lebih tebal daripada bagian yang atas. *Titik-titik di dalam suatu zat cair yang kedalamannya sama mempunyai tekanan yang sama.* Oleh karena itu, permukaan zat cair akan mendatar, bagaimanapun posisi wadah zat cair itu (Gambar 3.2)



**Gambar 3.2.** Permukaan suatu zat cair dalam bejana akan datar, bagaimanapun bentuk bejana itu.

### Hukum Archimedes

Jika Anda di dalam kolam renang, Anda merasa seperti tidak memiliki berat. Jika Anda perlahan-lahan naik keluar dari kolam, tubuh Anda seperti bertambah berat. Pada saat di dalam kolam renang tersebut, Anda mendapatkan gaya apung. **Gaya apung** adalah gaya ke atas yang dikerahkan fluida (zat cair atau gas) benda yang dibenamkan ke dalam fluida tersebut. Benda akan tenggelam jika gaya apung lebih kecil dari gaya berat. Jika gaya apung sama dengan gaya berat, benda akan terapung

atau melayang di dalam fluida. Gaya apung disebut juga gaya Archimedes. Menurut hukum Archimedes, *besar gaya apung sama dengan berat fluida yang didesak benda.*

### Hukum Pascal

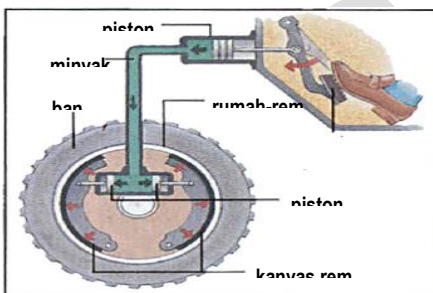
Jika Anda menginginkan pasta gigi keluar dari wadahnya, Anda akan menekan wadah pasta gigi tersebut, *pada bagian mana saja.* Saat Anda tekan, pasta gigi keluar (Gambar 3.4). Hal seperti ini telah dirumuskan dalam hukum Pascal: *tekanan pada fluida akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar.*

Hukum Pascal diterapkan secara luas, misalnya: dongkrak hidrolik (yang ada minyaknya, bukan yang berulir), rem

mobil dan sepeda motor (rem "cakram" yang ada minyaknya). Gambar 3.5 menunjukkan bekerjanya hukum Pascal.



**Gambar 3.4.** Tekanan pada bagian belakang pasta gigi ke segala arah, sehingga pasta gigi keluar dari bagian depan wadah.



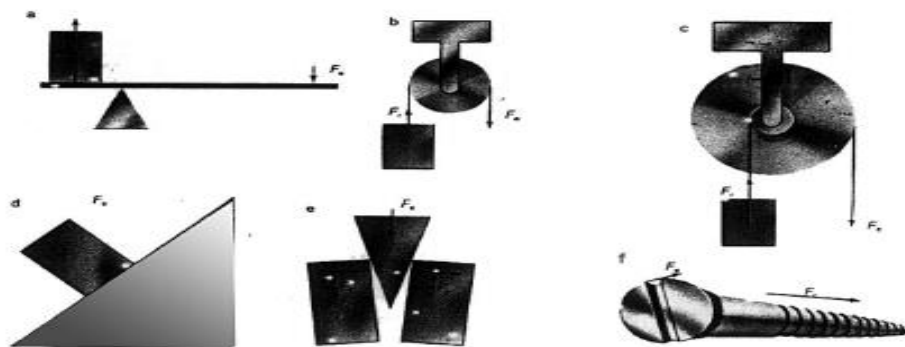
**Gambar 3.5.** Bila pedal rem diinjak, piston atas menekan minyak rem, tekanan tersebut diteruskan oleh minyak rem sehingga menekan piston bawah. Piston bawah menekan kanvas rem, sehingga kanvas menggesek rumah rem atau cakram rem.

### 3. Energi

Jika Anda tidak sarapan, agak siang kemudian Anda merasakan lemas, tidak mampu bekerja, "tidak berenergi". *Energi* adalah kemampuan untuk melakukan kerja/usaha. Energi dapat muncul dalam berbagai bentuk, misalnya energi kinetik (energi karena gerak benda), energi potensial gravitasi (energi karena posisi ketinggian benda), energi potensial pegas (misalnya batu pada ketapel yang teregang), energi potensial kimia (misalnya pada makanan), energi panas, energi listrik, energi cahaya, dan energi nuklir. Dalam sistem internasional, energi diukur dalam satuan joule, disingkat J. Untuk energi panas dan energi kimia yang tersimpan dalam makanan, dalam kehidupan sehari-hari digunakan satuan kalori

atau Kalori (1 Kalori = 1000 kalori), dan 1 joule = 0,24 kalori. Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain, misalnya saat Anda menyalakan kompor, Anda mengubah bentuk energi potensial kimia dalam minyak menjadi energi panas. Contoh lain, saat Anda menjatuhkan batu dari ketinggian, Anda mengubah energi potensial gravitasi batu itu menjadi energi kinetik. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa *energi dapat berubah bentuk, namun tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan*. Matahari merupakan sumber energi utama di bumi.

**Pesawat** atau **mesin** adalah peralatan yang memudahkan kerja/usaha. Pesawat *tidak* membuat usaha/kerja menjadi *lebih kecil*, hanya lebih mudah. Pesawat ada yang rumit dan ada yang sederhana. Sebagian pesawat dijalankan oleh motor listrik atau motor bakar; sebagian lagi dijalankan oleh manusia. **Pesawat sederhana** adalah peralatan yang melakukan usaha dengan hanya satu gerakan. Terdapat 6 jenis pesawat sederhana, yakni pengungkit (tuas), katrol, roda dan poros, bidang miring, baji, dan sekrup (Gambar 3.6).



Gambar 3.6. Enam jenis pesawat sederhana: (a) pengungkit, (b) katrol, (c) roda dan poros, (d) bidang miring, (e) baji, (f) sekrup.

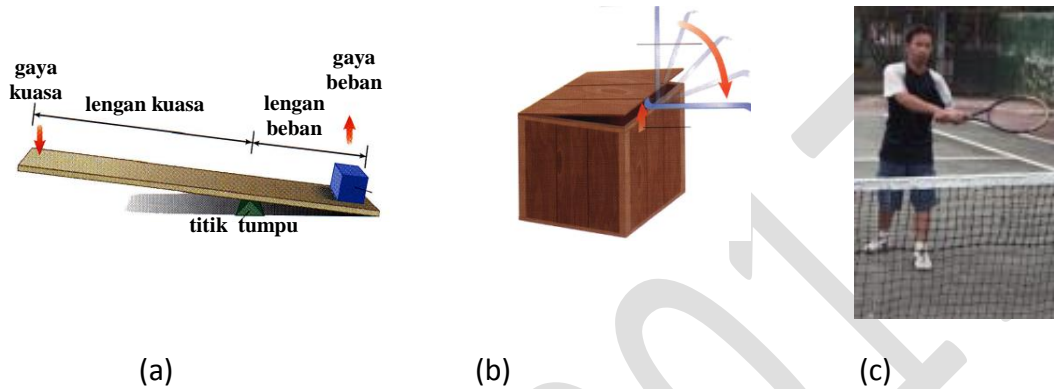
Jika Anda membuka tutup botol, mendayung, atau mengayunkan raket, Anda telah menggunakan pengungkit atau tuas. **Pengungkit** adalah batang yang dapat berputar terhadap titik tetap. Titik tetap pada pengungkit disebut **titik tumpu**. Bagian pengungkit yang dikenai gaya kuasa disebut **titik kuasa**. Bagian pengungkit yang mengerjakan gaya beban disebut **titik beban** (Gambar 3.7a). Pengungkit memudahkan kerja kita dengan dua macam cara: membuat gaya yang kita kerahkan



(gaya kuasa) menjadi kecil (Gambar 3.7b) atau memperpendek lintasan kerja kita (Gambar 3.7c).

Keuntungan Mekanik (KM) pengungkit merupakan perbandingan gaya beban dengan gaya kuasa yang diberikan:

$$KM = \frac{\text{gaya beban}}{\text{gaya kuasa}} = \frac{\text{panjang lengan kuasa}}{\text{panjang lengan beban}}$$



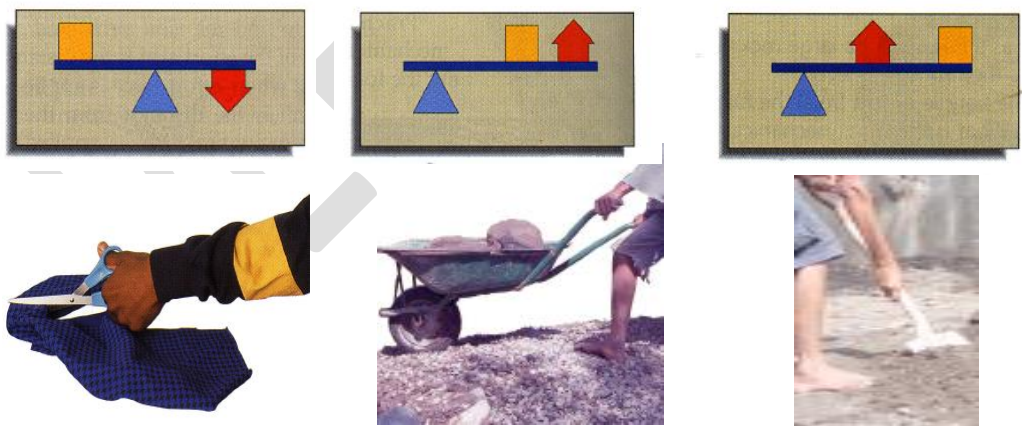
(a)

(b)

(c)

**Gambar 3.7.** (a) Posisi titik-titik pada pengungkit, (b) pengungkit yang mempermudah kerja dengan membuat gaya kuasa lebih kecil dari gaya beban, (c) pengungkit yang mempermudah kerja dengan memperpendek lintasan kerja.

Berdasarkan posisi titik tumpu, titik kuasa, dan titik beban, terdapat tiga jenis pengungkit, ditunjukkan Gambar 3.8.



(a)

Pengungkit jenis pertama: titik tumpu terletak di antara titik kuasa dan titik beban.

(b)

Pengungkit jenis kedua: titik beban terletak di antara titik tumpu dan titik kuasa.

(c)

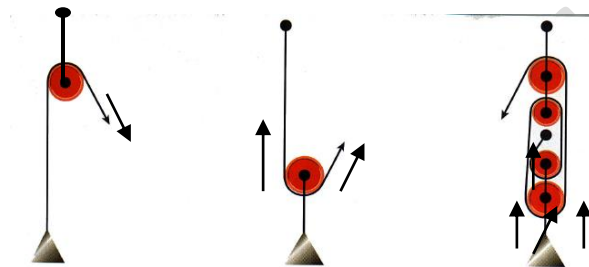
Pengungkit jenis ketiga: titik kuasa terletak di antara titik tumpu dan titik beban.

**Gambar 3.8.** Berbagai jenis pengungkit

*Katrol* adalah roda beralur dengan sebuah tali atau rantai yang lewat pada alur itu. Katrol dapat tetap atau bebas. Katrol tetap dilekatkan pada sesuatu yang tidak bergerak, misalnya atap, dinding, atau pohon. Katrol tetap, seperti yang digunakan orang pada puncak tiang bendera, dapat mengubah arah gaya kuasa. Keuntungan mekanik katrol tetap sama dengan 1. Jadi, katrol tetap tunggal tidak menggandakan gaya kuasa. Keuntungan mekanik pada katrol:

$$KM = \frac{\text{gaya beban}}{\text{gaya kuasa}} = \text{jumlah tali yang menahan beban}$$

Anda perhatikan jenis katrol dan keuntungan mekaniknya, pada Gambar 3.9.



(a) katrol tetap,  $KM = 1$  (b) katrol bebas,  $KM = 2$  (c) katrol kombinasi,  $KM = 4$

**Gambar 3.9.** Katrol tetap, katrol bebas, dan katrol kombinasi

#### 4. Suhu dan Kalor

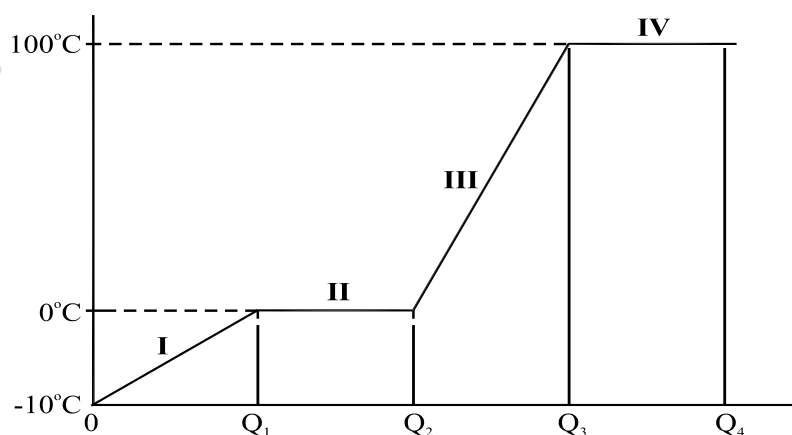
Suhu atau temperatur merupakan tingkat (derajat) panas dinginnya benda. Benda yang bersuhu tinggi belum tentu memiliki energi panas yang lebih banyak daripada benda yang suhunya rendah. Indera perasa kita dapat merasakan panas dinginnya benda, namun bukan pengukur suhu yang handal. Sebagai contoh, pada saat siang hari yang panas, Anda menyalakan kipas angin listrik. Saat udara berhembus, anda merasakan lebih sejuk. Padahal, kipas tidak membuat udara lebih dingin, hanya membuat udara bergerak. Suhu diukur dengan termometer. Termometer zat cair berupa gelas bening dengan tabung pipa kapiler di dalamnya, dan bagian bawah pipa berupa pampung zat cair (biasanya digunakan raksa). Jika suhu naik, maka zat cair memuai, sehingga permukaannya naik. Jika suhu turun, maka zat cair menyusut, sehingga permukaannya turun. Dengan mencocokkan permukaan zat cair dengan goresan skala yang ada di kaca, kita dapat menentukan suhunya. Skala suhu yang umum digunakan adalah skala Celsius. Di permukaan laut, suhu air yang sedang membeku adalah  $0^{\circ}\text{C}$ , dan air mendidih  $100^{\circ}\text{C}$ . Anda perhatikan, suhu

adalah *tingkat panas*, bukan *banyaknya energi panas*. Misalkan air satu liter bersuhu  $80^{\circ}\text{C}$  dibagi menjadi dua dalam wadah yang berbeda, energi panas air pada tiap wadah memang setengah dari semula, namun suhu air pada masing-masing wadah tetap  $80^{\circ}\text{C}$ . Secara umum, naiknya suhu benda menyebabkan benda itu memuai, dan benda akan menyusut jika suhunya turun. Anda perhatikan, memuai bukan berarti ada penambahan zat pada benda, namun jarak antar molekul benda itu bertambah besar. Besarnya pemuaian bergantung pada panjang mula-mula, jenis benda, dan kenaikan suhu benda. Tembaga lebih mudah memuai dibandingkan besi. Batang besi dan tembaga yang dilekatkan dengan erat membentuk bimetal. Bila suhu naik, maka terjadi pemuaian pada kedua batang itu, namun tembaga lebih panjang. Akibatnya bimetal akan melengkung, lihat Gambar 3.10.



**Gambar 3.10.** Pelengkungan bimetal pada suhu tinggi dan rendah

Kalor merupakan jumlah energi panas benda yang berpindah. Kalor, sebagai salah satu bentuk energi, memiliki satuan joule atau kalori. Kalor dapat menyebabkan kenaikan suhu zat atau perubahan wujud pada zat. Jika sebuah zat diberi kalor, maka suhu zat itu akan naik (jika tidak terjadi perubahan wujud); dan sebaliknya, jika zat melepas panas, maka suhu zat akan turun (jika tidak terjadi perubahan wujud). Kalor juga dapat menyebabkan perubahan wujud zat. Sebagai contoh, seongkah es jika dipanaskan akan mencair, seperti pada Gambar 3.11.



**Gambar 3.11** Grafik perubahan wujud es menjadi uap air

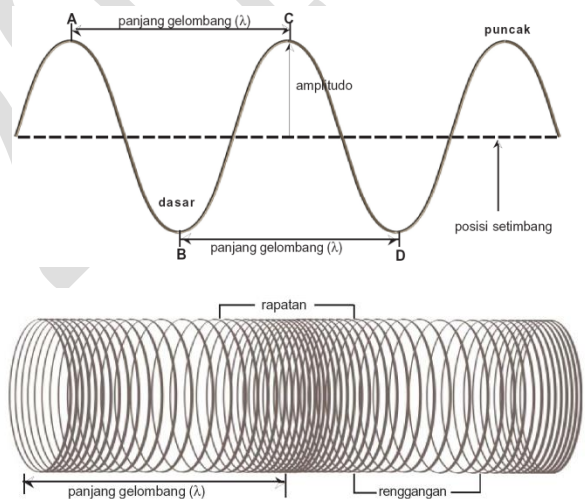
Garis I menunjukkan es pada suhu  $-10^{\circ}\text{C}$  mengalami kenaikan suhu sampai suhu  $0^{\circ}\text{C}$ , diperlukan energy sebesar  $Q_1 = m.c.\Delta t$ , di mana  $Q_1$  = energy kalor (Joule, kal),  $m$  = massa es (kg, gr), dan  $\Delta t$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ). Garis II menunjukkan es pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  sampai es meleburnya semuanya menjadi air pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ . Kalor yang diperlukan untuk melebur sebesar  $Q_2 = m \cdot L$ , di mana  $m$  = massa air dan  $L$  = kalor lebur es. Garis III menunjukkan air pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  mengalami kenaikan suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , diperlukan energi sebesar  $Q_3 = m.c.\Delta t$ . Garis IV menunjukkan keadaan air pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  berubah menjadi uap air pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , kalor yang diperlukan sebesar  $Q_4 = m \cdot L$  di mana  $m$  = massa air dan  $L$  = kalor lebur uap air. Pada saat terjadi perubahan wujud, suhu zat tetap. Kalor berpindah dari benda satu ke benda lain dengan cara konduksi (sentuhan), konveksi (aliran), dan radiasi (pancaran). Konduksi adalah perpindahan kalor akibat dari dua benda yang bersentuhan. Konveksi adalah perpindahan kalor akibat gerak medium. Radiasi adalah perpindahan kalor tanpa memerlukan medium. Berikan contoh masing-masing perpindahan kalor tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

## 5. Gelombang, Bunyi, dan Optika

### Gelombang

Gelombang adalah usikan yang merambat melalui medium. Sebagai contoh, bila Anda melempar kerikil ke dalam kolam, maka akibat jatuhnya kerikil akan terjadi gangguan pada air, dan gangguan itu merambat ke segala arah dalam bentuk gelombang. Pada saat gelombang tersebut merambat,

hanya energi gelombangnya yang berpindah tempat, namun airnya (sebagai medium) tidak ikut merambat, namun hanya bergerak turun naik saja. Berdasarkan perlunya medium, gelombang ada dua macam, yakni gelombang mekanik (gelombang yang memerlukan medium) dan gelombang elektromagnetik (gelombang yang tidak memerlukan medium). Gelombang air, gelombang pada tali, gelombang bunyi, merupakan contoh gelombang mekanik. Gelombang elektromagnetik misalnya gelombang radio, cahaya, dan sinar-X. Berdasarkan arah getar mediumnya, terdapat gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan



**Gambar 3.12.** (a) Ciri-ciri gelombang transversal, (b) Ciri-ciri gelombang longitudinal

arah rambat, misalnya gelombang pada tali. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getar sejajar dengan arah rambat, misalnya gelombang pada pegas yang ditepuk. Gelombang transversal merambat dalam bentuk bukit dan lembah gelombang, gelombang longitudinal merambat dalam bentuk rapatan dan renggangan.

Gelombang dicirikan oleh amplitudo, periode, frekuensi, panjang gelombang, dan cepat rambatnya. Amplitudo gelombang adalah simpangan terbesar gelombang dari posisi setimbangnya. Periode gelombang menyatakan waktu yang diperlukan oleh satu gelombang (*satu bukit dan satu lembah gelombang* atau *satu rapatan dan satu renggangan*) untuk melintas, bersatuan sekon. Frekuensi gelombang menyatakan jumlah gelombang yang melintas tiap sekon, bersatuan hertz (Hz). Panjang gelombang adalah jarak satu bukit ke bukit gelombang berikutnya atau jarak satu rapatan ke rapatan berikutnya, bersatuan meter (m).

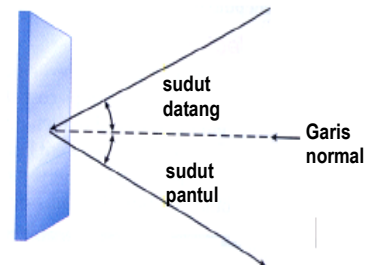
## **Bunyi**

Bunyi berasal dari suatu benda yang bergetar (misalnya gong dipukul), merambat dalam bentuk gelombang, hingga akhirnya sampai ke telinga. Bunyi tidak dapat merambat melalui ruang hampa, namun dapat merambat melalui zat padat, cair, maupun gas. Bunyi dicirikan oleh *kuat bunyi* dan *nada bunyi*. Kuat bunyi merupakan keras lemahnya bunyi. Jika gong dipukul pelan, akan menghasilkan bunyi lemah dan sebaliknya bila dipukul keras akan menghasilkan bunyi keras. Jadi, kuat bunyi berhubungan dengan energi gelombang bunyi. Nada bunyi merupakan tinggi rendahnya bunyi. Cobalah Anda senandungkan solmisasi: do, re, mi, fa, sol, la si, do. Nada re lebih rendah daripada nada mi, fa, sol. Nada si lebih tinggi dari nada la, sol, fa. Nada bunyi berkaitan dengan frekuensi gelombang bunyi. Nada rendah menunjukkan frekuensi gelombang bunyinya juga rendah. Nada tinggi menunjukkan frekuensi gelombang bunyinya juga tinggi. Telinga manusia memiliki keterbatasan, yakni hanya mampu mendengar bunyi pada frekuensi antara 20 Hz hingga 20.000 Hz (disebut audiosonik). Bunyi di bawah 20 Hz disebut infrasonik, sedangkan di atas 20.000 Hz disebut ultrasonik. Hewan-hewan tertentu, seperti anjing, lumba-lumba, dan kelelawar dapat mendengar ultrasonik. Anjing, gajah, dan jengkerik dapat

mendengar infrasonik. Bunyi dapat dipantulkan. Pemantulan bunyi menghasilkan gaung, jika bunyi pantul hampir bersamaan dengan bunyi asli. Gaung umumnya mengganggu, sehingga gedung-gedung yang baik dirancang untuk tidak menghasilkan gaung dengan membuat dinding dan langit-langit tidak hanya memantulkan bunyi pada arah tertentu (misalnya dibuat bertonjolan) atau dengan menyerap bunyi (misalnya dindingnya berlapis bahan lunak). Pemantulan bunyi menghasilkan gema, jika bunyi pantul didengar setekah bunyi asli. Di pegunungan atau perbukitan, sering menimbulkan gema, akibat dari pemantulan bunyi oleh dinding-dinding perbukitan.

### Cahaya

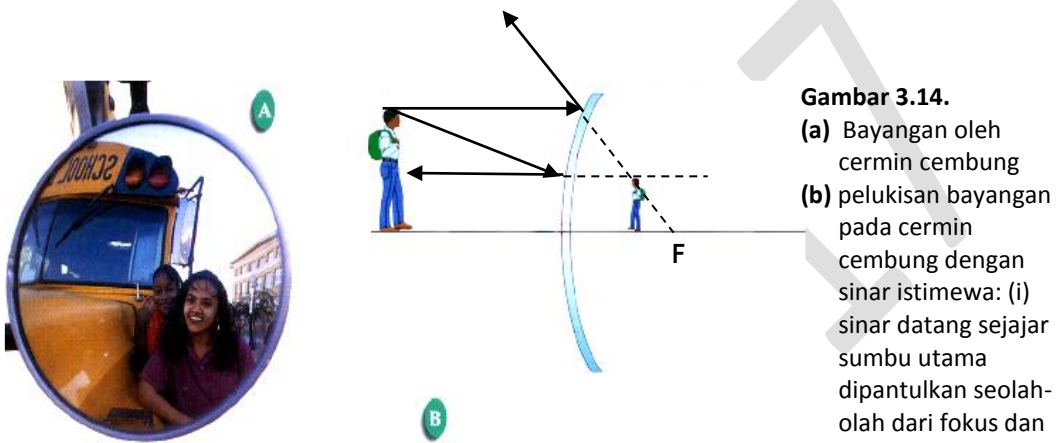
Seperti telah dijelaskan di depan, cahaya adalah gelombang elektromagnetik. Dari sumber cahaya, cahaya merambat lurus, tidak berhenti kecuali mengenai penghalang. Lilin yang menyala pada siang hari tampak lebih redup daripada malam hari tidak berarti pada siang hari cahaya dari lilin tidak sampai ke mata, namun karena kecerahan lilin kalah dengan kecerahan matahari. Kita dapat melihat sebuah benda, karena benda itu memancarkan cahaya sehingga cahaya dari benda itu sampai ke mata (misalnya kita melihat lampu neon yang menyala), atau karena cahaya dari sumber cahaya dipantulkan oleh benda tersebut dan cahaya pantul tersebut sampai ke mata kita. Jika benda tidak tembus cahaya (benda gelap) menghalangi cahaya ke mata kita, maka akan timbul bayang-bayang. Sebagai contoh, bila kita melihat bulan saat gerhana.



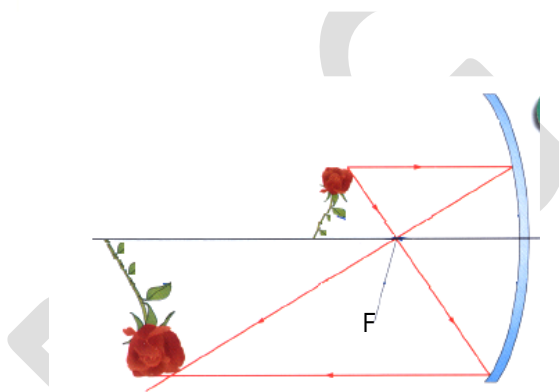
Gambar 3.13. Pemantulan

Cermin merupakan benda yang dirancang untuk memantulkan cahaya. Cermin umumnya dibuat dari lembaran logam yang mengkilat, kemudian dilapisi kaca di atasnya (atau kaca dilekati dengan logam yang mengkilat). Terdapat tiga jenis cermin, yakni cermin datar, cermin cembung, dan cermin cekung. Cermin datar menghasilkan bayangan maya (dapat dilihat, namun tidak dapat ditangkap layar), tegak, dan sama besar. Cermin cembung menghasilkan bayangan maya, tegak, dan

diperkecil. Cermin cembung umumnya digunakan untuk spion mobil. Bayangan yang dihasilkan cermin cekung bergantung letaknya. Jika benda terletak di dekat cermin sampai dengan fokus cermin, bayangan yang terjadi maya, tegak, diperbesar. Jika benda terletak antara titik fokus hingga dua kali panjang fokus, bayangan yang terjadi nyata (selain dapat dilihat juga dapat ditangkap layar), terbalik diperbesar. Jika benda terletak lebih jauh dari dua kali panjang fokus, bayangan yang terjadi bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil.



**Gambar 3.14.**  
**(a)** Bayangan oleh cermin cembung  
**(b)** pelukisan bayangan pada cermin cembung dengan sinar istimewa: (i) sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah dari fokus dan

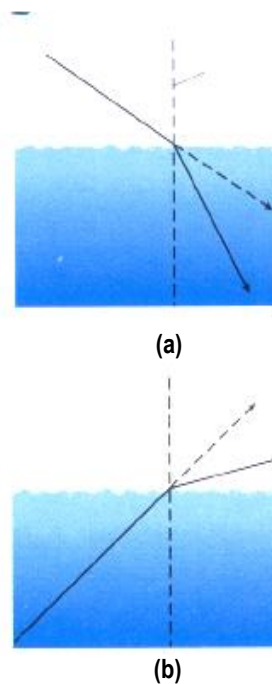


**Gambar 3.15.** Lukisan pembentukan bayangan oleh cermin cekung dengan sinar istimewa: (i) sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan menuju fokus, dan (ii) sinar datang menuju fokus dipantulkan sejajar sumbu utama cermin.

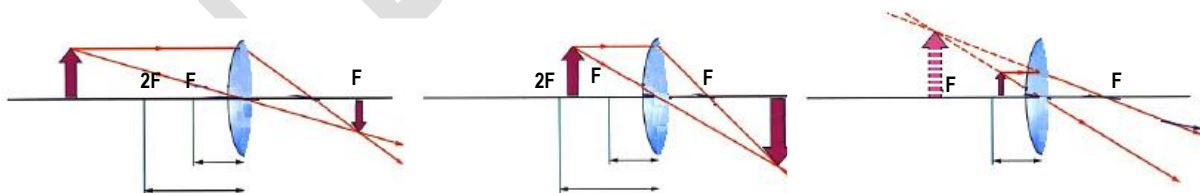
Cahaya dapat mengalami pembiasan. Pembiasan cahaya terjadi bila cahaya melewati batas dua medium yang berbeda kerapatannya (misalnya udara dengan air), ditandai dengan pembelokan cahaya pada bidang batas tersebut.



Lensa merupakan bidang lengkung yang dapat membiaskan cahaya. Terdapat dua macam lensa, yakni lensa cekung dan lensa cembung. Cahaya akan dibiaskan menyebar oleh lensa cekung, namun dibiaskan mengumpul oleh lensa cembung. Pembiasan cahaya oleh lensa menghasilkan bayangan. Bayangan yang terjadi pada lensa cekung bersifat maya, tegak, diperkecil. Sedangkan bayangan yang terjadi pada lensa cembung bergantung pada letak benda terhadap lensa. Jika benda terletak antara lensa sampai dengan titik fokusnya, bayangan yang terbentuk bersifat maya, tegak, diperbesar. Jika benda terletak di antara titik fokus hingga jarak dua kali jarak fokus lensa, bayangan yang terjadi bersifat nyata, terbalik, dan diperbesar. Jika benda terletak lebih jauh dari dua kali jarak titik fokus lensa, bayangan yang terbentuk nyata, terbalik, diperkecil.



**Gambar 3.16.** Pembiasan cahaya  
 (a) Bila cahaya datang dari udara menuju air, maka pada bidang batas udara dan air, sinar cahaya tersebut membelok mendekati garis normal.  
 (b) Bila cahaya datang dari air menuju udara, maka pada bidang batas air dan udara, sinar cahaya tersebut membelok menjauhi garis normal.



**Gambar 3.17.** Lukisan pembentukan bayangan pada lensa cembung menggunakan dua sinar istimewa: (i) sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan menuju titik fokus, dan (ii) sinar melalui pusat lensa tidak dibiaskan

### Kegiatan

#### Penampakan Uang Logam

#### Prosedur

1. Letakkan uang logam pada dasar sebuah cangkir yang tidak tembus cahaya.
2. Melangkahlah mundur sampai tepat uang logam tersebut tidak tampak.



3. Mintalah teman Anda untuk menuangkan air sedikit demi sedikit sampai uang logam terlihat kembali.

#### **Analisis**

1. Jelaskan mengapa uang logam yang tadinya tidak tampak setelah dituangi air tampak kembali?
2. Lukislah lintasan cahaya dari uang logam ke mata Anda setelah dituangi air.

#### **Alat Optik**

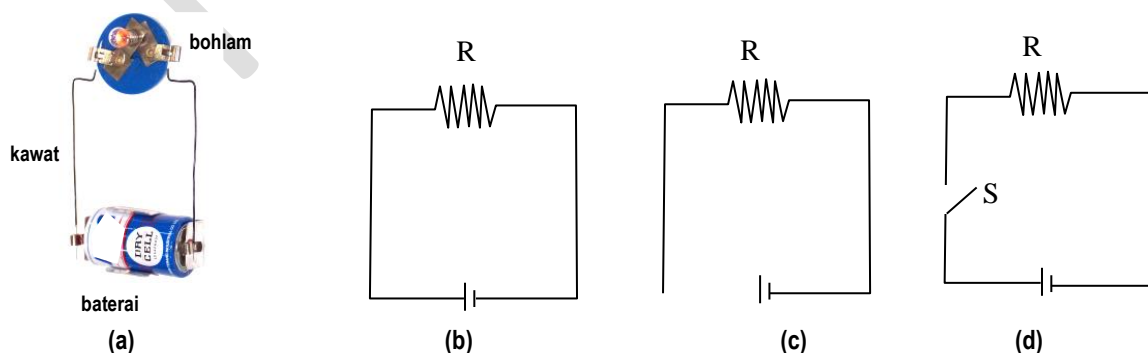
Alat optik merupakan alat yang memanfaatkan sifat cahaya, hukum pemantulan, dan hukum pembiasan cahaya untuk membentuk bayangan suatu benda. Macam-macam alat optik meliputi mata, lup, mikroskop, kacamata, periskop, dan teleskop. Mata merupakan satu-satunya alat optik yang dimiliki manusia. Tidak semua mata manusia dapat membentuk bayangan tepat pada retina. Hal ini terjadi karena daya akomodasi mata sudah berkurang, sehingga titik jauh atau titik dekat mata sudah bergeser. Keadaan mata yang demikian ini disebut dengan cacat mata. Cacat mata secara umum dibedakan menjadi a) miopi (rabun jauh), b) hipermetropi (rabun dekat), c) presbiopi (mata tua), dan astigmatisme. Miopi adalah kondisi mata yang tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya jauh. Penderita miopi titik jauhnya lebih dekat daripada tak terhingga dan titik dekatnya kurang dari 25 cm. Penderita ini dapat ditolong dengan menggunakan kacamata lensa cekung (negatif). Hipermetropi merupakan cacat mata di mana mata tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya dekat. Titik dekatnya lebih jauh daripada titik dekat mata normal. Penderita ini dapat ditolong dengan menggunakan kacamata lensa cembung (positif). Presbiopi (mata tua) merupakan salah satu cacat mata. Pada mata presbiopi, titik dekatnya lebih jauh daripada titik dekat mata normal dan titik jauhnya lebih dekat daripada titik jauh mata normal. Penderita cacat mata ini dapat ditolong dengan menggunakan kacamata lensa rangkap. Astigmatisme adalah cacat mata di mana kelengkungan selaput bening atau lensa mata tidak merata sehingga berkas cahaya tidak dapat terpusat dengan sempurna. Cacat mata astigmatisme ini tidak dapat membedakan garis-garis tegak dan garis-garis mendatar secara bersama-sama. Penderita ini dapat dibantu dengan

menggunakan kaca mata berlensa silinder. Lup (kaca pembesar) adalah alat optik yang terdiri dari atas sebuah lensa cembung, yang digunakan untuk melihat benda-benda kecil agar tampak lebih besar. Mikroskop merupakan alat optik yang terdiri dari dua lensa cembung, yang digunakan untuk melihat benda-benda berukuran sangat kecil. Untuk melihat benda-benda yang sangat jauh dapat digunakan teropong.

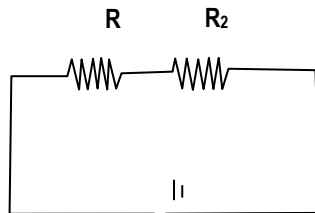
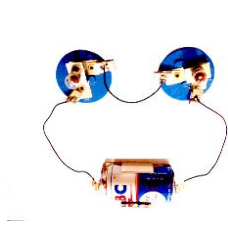
## 6. Kelistrikan dan Kemagnetan

### Rangkaian Listrik

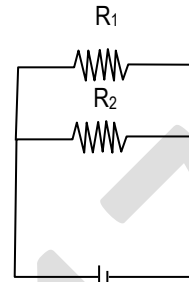
Jika Anda menggosokkan sisir ke rambut kering, sisir tersebut mampu menarik potongan kertas-kertas kecil. Sisir tersebut mendapat muatan listrik. Saat kertas menyentuh sisir, muatan listrik berpindah dari sisir ke kertas. Mampukah sisir yang digosokkan ke rambut ini menyalakan bohlam? Untuk menyalakan bohlam, diperlukan muatan listrik yang mengalir secara terus menerus. Aliran muatan listrik ini disebut arus listrik. Untuk menimbulkan arus listrik, diperlukan sumber tegangan listrik dan membentuk rangkaian tertutup. Sumber tegangan listrik adalah alat yang menghasilkan beda tegangan listrik. Contoh sumber tegangan listrik antara lain baterai, aki, dan stop kontak (dari PLN). Gambar 3.18 menunjukkan gambar rangkaian listrik. Arus akan timbul dalam rangkaian tertutup. Dalam rangkaian terbuka, tidak timbul arus listrik. Dalam kehidupan sehari-hari, *saklar* berfungsi untuk menutup dan membuka rangkaian listrik. Bohlam memiliki hambatan listrik, yang memungkinkan energi listrik diubah menjadi energi bentuk lain, yakni energi cahaya dan panas.



**Gambar 3.18.** (a) Contoh rangkaian listrik, (b) Diagram rangkaian listrik tertutup, (c) Diagram rangkaian listrik terbuka, (d) Diagram rangkaian listrik dengan saklar (S).



Gambar 3.19a. Rangkaian seri. Cirinya hanya ada satu jalan arus, sehingga besarnya arus listrik (kuat arus) di mana-mana besarnya sama. Jadi, jika kedua lampu serupa, maka keduanya akan menyala sama terang.



Gambar 3.19b. Rangkaian paralel. Cirinya ada percabangan arus, dan beda potensial tiap hambatan sama besar. Rangkaian listrik PLN umumnya menggunakan rangkaian ini.

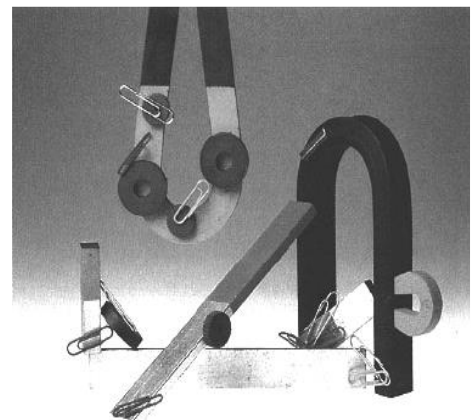
Jika Anda mempunyai lebih dari satu hambatan, misalnya dua lampu, Anda dapat merangkainya secara seri (Gambar 3.19a) atau paralel (Gambar 3.19b)

### Daya dan Energi Listrik

Energi listrik diperoleh dari sumber tegangan yang terpasang. Energi yang dikeluarkan digunakan untuk memindahkan muatan dari satu ujung ke ujung lainnya. Energi listrik ( $W$ ) =  $V \cdot I \cdot t$ , dengan  $V$  = beda potensial (volt);  $I$  = kuat arus (ampere);  $t$  = waktu (detik); dan  $W$  = energi (Joule). Daya merupakan energi tiap satuan waktu, atau  $P = W/t = V \cdot I$ . Daya satuannya Joule/detik = watt.

### Kemagnetan

Lebih dari 2000 tahun yang lalu, orang Yunani yang hidup di suatu daerah di Turki yang dikenal sebagai Magnesia menemukan batuan yang dapat menarik benda-benda



Gambar 3.20. Magnet dibuat dalam berbagai ukuran dan bentuk, meliputi magnet batang, tapal kuda, cakram, dan jarum.

yang mengandung besi. Karena batu tersebut ditemukan di Magnesia, orang Yunani memberi nama batu tersebut **magnet**. **Kemagnetan** adalah suatu sifat zat yang teramati sebagai suatu gaya tarik atau gaya tolak antara kutub-kutub tidak senama atau senama. Gaya magnet tersebut paling kuat di dekat ujung-ujung atau **kutub-kutub magnet** tersebut.

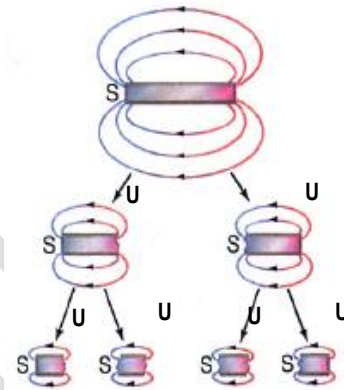
Semua magnet memiliki dua kutub magnet yang berlawanan, utara (U) dan selatan (S). Apabila sebuah magnet batang digantung maka magnet tersebut berputar secara bebas, kutub utara akan menunjuk ke utara.

Secara sederhana kita dapat mengelompokkan bahan-bahan menjadi dua kelompok. Pertama adalah bahan magnetik, yaitu bahan-bahan yang dapat ditarik oleh magnet. Contoh bahan magnetik: besi, kobal, dan nikel. Kedua adalah bahan bukan magnetik, yaitu bahan-bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet, contohnya kayu, plastik, dan aluminium.

Beberapa bahan, seperti besi lunak, mudah dibuat menjadi magnet. Tetapi bahan tersebut mudah kehilangan kemagnetannya. Magnet yang dibuat dari bahan besi lunak seperti itu disebut **magnet sementara**. Magnet lain dibuat dari bahan yang sulit dihilangkan kemagnetannya. Magnet demikian disebut **magnet tetap**.

Magnet dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran meliputi magnet batang, tapal kuda, dan cakram seperti diperlihatkan pada **Gambar 3.20**. Semua magnet mempunyai sifat-sifat tertentu. Setiap magnet, bagaimanapun bentuknya, mempunyai dua ujung di mana pengaruh magnetiknya paling kuat. Dua ujung tersebut dikenal sebagai **kutub magnet**.

Kutub magnet yang bila digantung menunjuk arah utara disebut kutub utara (U), dan sebaliknya disebut kutub selatan (S). Jika dua magnet saling didekatkan, mereka saling mengerahkan gaya, yaitu gaya magnet. **Gaya magnet**, seperti gaya listrik, terdiri dari tarik-menarik dan tolak-menolak. Jika dua kutub utara saling didekatkan, kedua kutub tersebut akan tolak-menolak. Demikian juga



**Gambar 3.21.** Tidak memandang berapa kali sebuah magnet dipotong menjadi dua, tiap-tiap potongan tetap mempertahankan sifat-sifat kemagnetannya.

halnya jika dua kutub selatan saling didekatkan. Namun, jika kutub utara utara salah satu magnet didekatkan ke kutub selatan magnet lain, kutub-kutub tersebut akan tarik-menarik. Aturan untuk kutub-kutub magnet tersebut berbunyi: **Kutub-kutub senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama akan tarik-menarik.** Magnet dapat dibuat dengan cara menggosok besi dengan magnet (dengan arah gosokan tetap), mendekatkan besi kepada magnet, dan adanya arus listrik pada kawat. Di sekitar kawat berarus timbul gejala kemagnetan, sehingga dapat menyimpangkan jarum kompas yang berada di dekatnya. Kemagnetan oleh arus listrik ini dapat ditingkatkan dengan membuat kawat dalam bentuk lilitan dan meletakkan besi lunak di dalam lilitan itu (sebagai inti/teras). Jika Anda pernah menggunakan kompas, Anda mengetahui bahwa jarum kompas selalu menunjuk ke arah utara. Jarum kompas merupakan sebuah magnet. Ia mempunyai sebuah kutub utara dan sebuah kutub selatan. Kutub utara jarum kompas menunjuk ke Kutub Utara Bumi. Dimanakah tepatnya letak kutub utara tersebut?

Seperti yang telah Anda pelajari, kutub-kutub magnet yang senama tolak-menolak dan kutub-kutub magnet yang tak-senama tarik-menarik.

Sehingga kutub magnet Bumi ke arah mana kutub utara sebuah kompas menunjuk harus merupakan kutub selatan magnetik. Dengan kata lain, kutub utara sebuah jarum kompas menunjuk ke arah kutub utara Bumi, yang sebenarnya merupakan kutub selatan magnet Bumi. Hal yang sama berlaku untuk kutub selatan Bumi, yang sebenarnya merupakan kutub utara magnet.



**Gambar 3.22.** Jarum kompas menunjuk arah utara

## DAFTAR PUSTAKA

- Diah Aryulina, Choirul Muslim, Salfinaf Manaf, dan Endang Widi Winarni. 2016. *Biologi SMA*. Jakarta: Esis Erlangga.
- Djamhur Winatasasmita. 1996. *Fisiologi Hewan dan Tumbuhan*. Jakarta: Universitas Terbuka
- Giancoli, 2001, *Fisika I*, Jakarta : Erlangga.
- Giancoli, 2001, *Fisika II*, Jakarta : Erlangga.
- Kemal Adyana Kurnadi. 2001. *Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia 2*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Nana Djumhana,dkk. 2006. *Konsep Dasar Biologi Untuk SD*. Bandung: UPI Press
- Suryanti dan Widodo, Wahono. 2009. *Konsep Dasar IPA \_ Fisika*. Surabaya: University Press Unesa
- [http://www.crayonpedia.org/mw/MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGANNYA 4.1 BUDI WAHYONO](http://www.crayonpedia.org/mw/MAKHLUK_HIDUP_DAN_LINGKUNGANNYA_4.1_BUDI_WAHYONO).
- <http://dedisetiawan.com/mengenal-sistem-pernafasan-pada-manusia>.
- [http://jashomineblog.blogspot.com /2012/02/ saling-ketergantungan-antara-makhluk.html](http://jashomineblog.blogspot.com/2012/02/saling-ketergantungan-antara-makhluk.html).
- <Http://biologi.blogsome.com/2011/01/05/sistem-pencernaan-pada-manusia/>
- <Http://ezzahhidayati.blogspot.com/2011/05/bab-v-sistem-pencernaan-makanan.html>