

Nur Kuswanti Rahardjo Sifak Indana Wasis Rinie Pratiwi P

Contextual Teaching and Learning

# Ilmu Pengetahuan Alam

Sekolah Menengah Pertama



Ilmu Pengetahuan Alam Sekolah Menengah Pertama **Kelas IX**



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

**Kelas IX**  
**Edisi 4**



Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-undang

## Contextual Teaching and Learning

# ILMU PENGETAHUAN ALAM

Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah  
**Kelas IX Edisi 4**

|                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
| Penulis               | : Nur Kuswanti<br>Rahardjo<br>Sifak Indana<br>Wasis<br>Rinie Pratiwi P<br>Muslimin Ibrahim | A. D. Duran Corebima<br>Muhammad Amin<br>Mohamad Nur<br>Arif Hidayat<br>Budi Jatmiko<br>Eko Hariadi |
| Ilustrasi, Tata Letak | : Direktorat Pembinaan SMP   |   |
| Perancang Kulit       | : Direktorat Pembinaan SMP   |   |

Buku ini dikembangkan Direktorat Pembinaan SMP

Ukuran Buku : 21 x 30 cm

500.7  
CON

Contextual Teaching and Learning Ilmu Pengetahuan Alam: Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah Kelas IX Edisi 4/Nur Kuswanti,...[et. al.].--Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

Xii, 296 hlm.: illus.; 30 cm

Bibliografi: hlm. 283

Indeks.

ISBN

1. Ilmu Pengetahuan Alam-Studi dan Pengajaran I. Judul

II. Rahardjo III. Indana, Sifak IV. Wasis V. Pratiwi, Rinie P,

VI. Ibrahim, Muslimin VII. Corebima, A. D. Duran VIII. Amin, Muhammad

IX. Nur , Mohamad X. Hidayat, Arif XII. Jatmiko, Budi

XIII. Hariadi , Eko

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan  
Departemen Pendidikan Nasional  
Tahun 2008

## KATA SAMBUTAN

Salah satu upaya untuk melengkapi sumber belajar yang relevan dan bermakna guna meningkatkan mutu pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP), Direktorat Pembinaan SMP mengembangkan buku pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam untuk siswa kelas VII, kelas VIII, dan kelas IX. Buku pelajaran ini disusun berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi, No. 23 Tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan, dan berdasarkan kriteria buku pelajaran yang dikembangkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan.

Buku pelajaran ini merupakan penyempurnaan dari bahan ajar kontekstual yang telah dikembangkan Direktorat Pembinaan SMP dalam kaitannya dengan kegiatan proyek peningkatan mutu SMP. Bahan ajar tersebut telah diujicobakan ke sejumlah SMP di provinsi Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, dan Gorontalo sejak tahun 2001. Penyempurnaan bahan ajar menjadi buku pelajaran yang bernuansa pendekatan kontekstual dilakukan oleh para pakar dari beberapa perguruan tinggi, guru, dan instruktur yang berpengalaman di bidangnya. Validasi oleh para pakar dan praktisi serta uji coba empiris ke siswa SMP telah dilakukan guna meningkatkan kesesuaian dan keterbacaan buku pelajaran ini.

Buku pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan, dan dinyatakan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai buku pelajaran di SMP. Sekolah diharapkan dapat menggunakan buku pelajaran ini dengan sebaik-baiknya sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan kebermaknaan pembelajaran. Pada akhirnya, para siswa diharapkan dapat menguasai semua Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar secara lebih mendalam, luas serta bermakna, kemudian dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

Saran perbaikan untuk penyempurnaan buku pelajaran ini sangat diharapkan. Terimakasih setulus-tulusnya disampaikan kepada para penulis yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku pelajaran ini, baik pada saat awal pengembangan bahan ajar, ujicoba terbatas, maupun penyempurnaan sehingga dapat tersusunnya buku pelajaran ini. Terimakasih dan penghargaan juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terwujudnya penerbitan buku pelajaran ini.

Jakarta, Juli 2008

Direktur Pembinaan SMP

# Pendahuluan

## Salam IPA

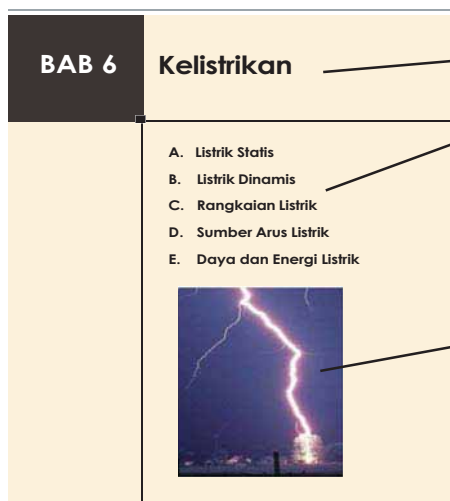
Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan YME, sehingga Buku IPA untuk SMP/MTs kelas IX ini dapat diselesaikan sesuai standar isi (SI) yang telah ditetapkan dalam Permendiknas RI Nomor 23 Tahun 2006. Buku IPA ini ditulis untuk membantu siswa mencapai kompetensi yang ditargetkan. Karena berbasis kompetensi, buku ini tidak hanya memperhatikan penguasaan konsep, tetapi secara utuh juga membangun sikap dan keterampilan proses siswa.

Tiga hal yang sangat diperhatikan selama penulisan buku IPA ini adalah:

- buku dirancang untuk mendukung pembelajaran kontekstual. Karena alasan tersebut, setiap konsep dihubungkan dengan situasi dunia nyata yang dihadapi siswa. Tugas-tugas yang diberikan senantiasa dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari siswa.
- buku dirancang untuk menciptakan proses pembelajaran yang konstruktivis. Karena itu berbagai konsep tidak langsung dideskripsikan dalam buku, tetapi harus ditemukan siswa melalui berbagai aktivitas, misalnya kegiatan penyelidikan, lab mini, dan lain-lain.
- mengedepankan paradigma pembelajaran melalui *penemuan*, bukan *pembuktian*. Itulah sebabnya, dalam buku ini siswa harus melakukan berbagai kegiatan terlebih dulu baru mendiskusikan hasilnya untuk menemukan konsep. Bukan memahami konsep dulu baru kemudian melakukan pembuktian secara praktik.

Anak-anak, agar buku ini dapat membantu kalian dalam belajar IPA, kalian harus memperhatikan berbagai bagian/fitur yang ada di dalam buku. Lakukanlah berbagai kegiatan atau tugas yang ada dalam bagian-bagian tersebut. Jangan hanya membaca uraian/deskripsi materi, karena hal tersebut tidak akan menghasilkan pemahaman yang utuh.

Di bawah ini, ditampilkan berbagai fitur/bagian yang ada dalam buku dan tujuan fitur tersebut dimunculkan. Bacalah secara cermat agar kalian dapat menggunakan buku ini secara benar.



### Judul bab dan Subbab

Judul bab dan subbab menunjukkan cakupan materi sesuai standar isi.

### Gambar di awal bab

Gambar ini dimaksudkan sebagai *epitome* untuk menarik siswa sehingga mereka termotivasi untuk mempelajari buku. Gambar tersebut juga mencerminkan isi bab.



### Peta Konsep

Menggambaran kaitan berbagai konsep yang akan dipelajari siswa dalam bab yang bersangkutan. Peta konsep membantu siswa membangun pemahaman yang utuh.

Peta Konsep Bab



### Pengantar bab

Narasi di awal bab dimaksudkan untuk menggiring siswa pada cakupan bab. Narasi diupayakan berangkat dari situasi kehidupan yang dialami siswa. Narasi tersebut sekaligus menyiratkan kompetensi yang akan dicapai siswa.

## BAB 1

## Pengukuran

Pernahkah kamu pergi ke penjahit? Bagaimana seorang penjahit dapat membuatkan baju seseorang dengan ukuran yang tepat? Kamu pernah pergi ke toko kelontong? Bagaimana penjual dapat melayani barang-barang yang diperlukan oleh pembeli dengan takaran yang sesuai? Kamu pernah mengikuti atau menonton lomba lari? Bagaimanakah menentukan pemenangnya secara tepat? Semua peristiwa di atas terkait dengan kegiatan pengukuran.

Pada bab ini, kamu akan mendiskusikan dan melakukan berbagai kegiatan pengukuran dengan menggunakan alat-alat ukur yang sesuai. Kamu juga akan mempelajari berbagai besaran beserta satuannya.

### Kegiatan Penyelidikan

#### Merancang Alat Ukur Sendiri

1. Gunakan sesuatu yang ada di kelasmu sebagai alat pengukur panjang, misalnya buku, pensil, tangkai, atau benda-benda lain yang mudah kamu dapatkan.
2. Bersama temanmu, ukurlah panjang bangku, lebar ruangan kelas atau jarak dua benda yang ada di dekatmu dengan menggunakan alat-alat pengukur panjang yang telah kamu peroleh. Catatlah hasilnya dan buatlah nama satuan ukurannya menurutmu sendiri.
3. Sekarang, mintalah salah seorang temanmu untuk melakukan pengukuran yang sama dengan menggunakan alat-alat pengukur panjang yang dia temukan sendiri. Jangan lupa, dia juga harus mencatat hasilnya beserta satuan ukuran yang dia buat sendiri.

### Kegiatan Penyelidikan

Kegiatan ini untuk mengeksplorasi temuan awal berkaitan dengan isi bab. Temuan awal tersebut secara konseptual akan ditindaklanjuti melalui kegiatan *hands-on* dan *minds-on* yang ada dalam buku, membaca deskripsi materi, dan tugas-tugas lain sehingga siswa menemukan konsep secara utuh.



### Jurnal IPA

Di dalam Jurnal IPA-mu, jelaskan mengapa penggunaan ukuran-ukuran baku dalam kegiatan pengukuran penting sekali.



Sumber: Dok. Penulis.

### Jurnal IPA

Berisi tugas kepada siswa untuk menuliskan pendapat, tanggapan, atau opininya tentang sesuatu berkaitan dengan kegiatan penyelidikan. Jurnal IPA ditulis siswa sebelum melakukan pembahasan dengan guru, karena itu benar-benar menunjukkan cakrawala pemikiran siswa yang otentik.

### Besaran Pokok dan Besaran Turunan

Pada subbab sebelumnya kamu telah melakukan kegiatan pengukuran, yaitu kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran lain sejenis yang dipakai sebagai satuan. Besaran yang dapat diukur dan memiliki satuan disebut *besaran fisika*, contoh: panjang, massa, dan waktu; sedangkan yang tidak dapat diukur dan tidak memiliki satuan tidak termasuk besaran fisika, misalnya: sedih, cinta, dan kesetiaan. Besaran fisika, yang selanjutnya disebut besaran, dibedakan menjadi dua, **besaran pokok** dan **besaran turunan**.

Berdasar hasil Konferensi Umum mengenai Berat dan Ukuran ke-14 tahun 1971, Sistem Internasional disusun mengacu pada tujuh besaran dasar di bawah ini:

Tabel 1.2 Besaran dan Satuan dasar SI

| Besaran dasar     | Satuan   | Simbol |
|-------------------|----------|--------|
| Panjang           | meter    | m      |
| Massa             | kilogram | kg     |
| Waktu             | sekon    | s      |
| Kuat arus listrik | ampere   | A      |
| Suhu              | kelvin   | K      |
| Jumlah zat        | mole     | mol    |
| Intensitas cahaya | candela  | cd     |

Sumber: Dok. Penulis

Tujuh besaran dasar pada Tabel 1.2 disebut *besaran pokok*, yaitu besaran yang satuannya didefinisikan sendiri berdasarkan hasil konferensi Internasional mengenai berat dan ukuran. Sedangkan besaran-besaran lain yang diturunkan dari besaran pokok, misalnya: volume, massa jenis, kecepatan, gaya, usaha, dan masih banyak lagi disebut *besaran turunan*.

Pada bagian selanjutnya, kamu akan melakukan kegiatan dan diskusi tentang empat besaran pokok yaitu: *panjang, massa, waktu, suhu* dan satu besaran turunan yaitu *volume*. Besaran-besaran tersebut selalu kita temui dalam kehidupan sehari-hari.

Kata-kata IPA  
Besaran pokok  
Besaran turunan  
Massa  
Waktu  
Volume  
Kilogram  
Sekon  
Suhu

### Kata-kata IPA

Merupakan kumpulan kata-kata penting yang ada dalam bab dan harus dipahami oleh siswa.

### Deskripsi materi

Uraian materi diupayakan berangkat dari hasil kegiatan atau mengorganisir pengetahuan awal siswa. Bila siswa hanya membaca deskripsi materi tanpa melakukan fitur-fitur yang lain, maka tidak akan terbangun pemahaman yang utuh.



### Penggunaan Matematika

#### Soal Latihan

1. Suhu cairan diukur dengan termometer fahrenheit menunjukkan skala 122 °F. Berapakah suhu cairan tersebut bila dinyatakan dalam skala celsius dan kelvin?
2. Pada suhu berapakah pembacaan skala termometer celsius sama dengan pembacaan skala termometer fahrenheit?

#### Soal contoh:

Suhu sebuah benda 15°C bila diukur dengan termometer skala celsius. Berapakah suhu benda tersebut bila diukur menurut skala fahrenheit dan kelvin?

Diketahui:  $T_{\text{benda}} = 15^{\circ}\text{C}$

Ditanya:  $T (\text{fahrenheit}) = ?$   $T (\text{kelvin}) = ?$

Penyelesaian:

$$T_f = \frac{9}{5} (15) + 32$$

$$= 59^{\circ}\text{F}$$

$$T = (15 + 273) \text{ K}$$

$$= 288 \text{ K}$$

### Volume

Kaleng besar dan kaleng kecil bila dipergunakan untuk menampung air, kemampuannya tentu berbeda. Kaleng yang besar pasti dapat menampung air lebih banyak. Hal di atas terkait dengan besarnya ruangan yang terisi oleh materi, biasanya disebut volume. Suatu benda bila volumenya lebih besar, dapat menampung materi lebih banyak dibanding benda lain yang volumenya lebih kecil.

Volume merupakan besaran turunan, yang disusun oleh besaran pokok *panjang*. Volume benda padat yang bentuknya teratur, misalnya balok, seperti yang ditunjukkan Gambar 1.10 dapat ditentukan dengan mengukur terlebih dulu panjang, lebar dan tingginya kemudian mengalikan. Bila kamu mengukur panjang, lebar, dan tinggi balok menggunakan satuan sentimeter (cm), maka

### Soal contoh

### dan soal latihan

Soal contoh untuk membantu siswa menyelesaikan tugas-tugas pemecahan masalah. Soal latihan untuk menguji apakah siswa mampu melakukan pemecahan masalah untuk kasus yang berbeda.



## Bagaimana Temperatur Mempengaruhi Organisme?

Satu faktor abiotik yang sangat mempengaruhi organisme dalam lingkungan adalah temperatur. Pada eksperimen ini, kamu akan memeriksa bagaimana perubahan temperatur mempengaruhi ikan mas.

### Kegiatan

Berisi kegiatan eksperimen untuk menemukan konsep dengan melibatkan berbagai keterampilan proses sains. Siswa juga dilatih untuk mengubah dan mengontrol variabel eksperimen.

#### Masalah

Bagaimana pengaruh temperatur terhadap pernapasan ikan mas?

#### Apa yang Kamu Perlukan

2 gelas kimia 250 ml  
Pengukur waktu (stop watch/jam)  
Es batu  
Jaring ikan kecil  
Ikan mas dalam suatu akuarium  
Kertas label  
Termometer



#### Apa yang harus kamu lakukan

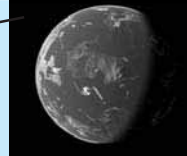
- Isilah kedua gelas kimia dengan air akuarium dan gunakan jaring untuk memindahkan ikan mas. Berilah label pada satu gelas kimia dengan label percobaan dan gelas yang lain dengan label kontrol.
- Gunakan termometer untuk mengukur temperatur air pada kedua gelas.
- Perhatikan penutup insang ikan. Penutup insang membuka dan menutup saat ikan bernapas. Hitunglah berapa kali penutup insang membuka selama satu menit.
- Ulangilah langkah ketiga sebanyak dua kali dan catat datamu.
- Secara perlahan-lahan ambillah sepotong es batu (kecil) dan masukkan ke dalam gelas percobaan sampai termometer menunjukkan  $10^{\circ}\text{C}$  di bawah temperatur pada langkah

### Kaitan dengan Astronomi

#### Mengukur jarak benda-benda langit

Para ilmuwan telah menemukan bahwa cahaya merambat dengan laju 299.792.500 meter persekon. Sekitar tahun 1970-an, astronot Amerika berhasil memasang reflektor (alat pemantul) cahaya di bulan. Kemudian, cahaya laser dengan intensitas yang sangat kuat dipancarkan dari bumi menuju bulan. Di bulan cahaya dipantulkan oleh reflektor sehingga merambat kembali ke bumi. Waktu yang dibutuhkan cahaya laser sejak meninggalkan bumi hingga kembali lagi dicatat dengan akurat, maka jarak antara bumi dan bulan dapat ditentukan, yaitu sekitar 378.000.000 meter.

Para ahli astronomi telah menetapkan satuan pengukuran khusus untuk menyatakan jarak benda-benda di ruang angkasa, yaitu *tahun cahaya*. Satu tahun cahaya sama dengan jarak yang ditempuh oleh cahaya selama satu tahun, bila dinyatakan dalam satuan SI kira-kira sama dengan 9.500.000.000.000 meter atau 9,5 triliun kilometer. Jarak galaksi Andromeda kira-kira 2 juta tahun cahaya dari galaksi kita.



Sumber: www.google.com.

Jarak bumi dan matahari sekitar 150.000.000.000 meter, digunakan sebagai ukuran baku dan disebut 1 Satuan Astronomi (SA).

### Kaitan dengan bidang ilmu yang lain

Untuk memantapkan pemahaman siswa dengan cara menerapkan pengetahuan/keterampilan yang telah dicapai pada situasi lain yang lebih luas.

#### Lab Mini 1.1

##### Mengukur Panjang

- Amatilah gambar di bawah ini! Menurut pengamatanmu, lingkaran dalam manakah yang berdiameter lebih panjang, X atau Y?



- Dengan menggunakan penggaris, ukurlah diameter lingkaran dalam gambar X dan Y! Catatlah hasil pengukuranmu dalam tabel pengamatan!
- Bandingkan hasil pengamatan dan hasil

panjang tiruan dari meter standar, seperti terlihat pada Gambar 1.3.

Selain meter, panjang juga dinyatakan dalam satuan-satuan yang lebih besar atau lebih kecil dari meter dengan cara menambahkan awalan-awalan seperti tercantum dalam Tabel 1.1. Berdasar tabel tersebut

1 kilometer (km) = 1000 meter (m)  
1 sentimeter (cm) = 1/100 meter (m) atau 0,01 m

dan sebaliknya, diperoleh:

1 m = 1/1000 km = 0,001 km  
1 m = 100 cm = 1000 mm



### Lab Mini

Berisi percobaan untuk menemukan konsep. Siswa melakukan keterampilan proses tetapi tidak melakukan perubahan variabel.

### Intisari Subbab



1. Apakah yang dimaksud dengan:
  - a. besaran pokok?
  - b. besaran turunan?
2. Lakukanlah pengubahan satuan berikut:
  - a. 250 cm menjadi meter
  - b. 4.5 dm<sup>3</sup> menjadi mililiter
  - c. 25 liter menjadi cm<sup>3</sup>
  - d. 41°F dinyatakan dalam skala Celcius
3. Jelaskan, mengapa volume termasuk besaran turunan!
4. Mengapa dibuat satuan-satuan standar, misalnya: satu kilogram standar, satu meter standar, dan satu sekon standar? Bila pengetahuan dan teknologi semakin maju, mungkinkah satuan standar yang kita gunakan sekarang diperbaharui? Jelaskan!



### Bina Keterampilan

Membuat peta konsep

Buatlah peta konsep tentang besaran dan satuan dengan mencantumkan istilah-istilah berikut:

|                 |         |          |
|-----------------|---------|----------|
| besaran pokok   | volume  | meter    |
| besaran         | panjang | massa    |
| besaran turunan | sekon   | kilogram |
| meter kubik     | waktu   |          |

### Intisari Subbab

Berisi pertanyaan dan tugas yang harus diselesaikan untuk mereviu pengetahuan dan keterampilan yang telah dibangun selama mempelajari subbab tertentu. Bagian ini sekaligus dapat difungsikan sebagai bahan refleksi diri sebelum siswa mempelajari subbab berikutnya.



### Rangkuman



#### A. Pengertian Pengukuran

1. Mengukur pada hakikatnya adalah membandingkan suatu besaran dengan besaran sejenis yang dipakai sebagai satuan.
2. Satuan pengukuran baku memiliki nilai tetap dan disepakati oleh semua orang sehingga dapat dipakai sebagai pembanding.
3. Sistem satuan yang berlaku di seluruh dunia adalah sistem satuan Internasional (SI). Satuan SI dasar dapat diperbesar atau diperkecil dengan menambahkan awalan: *kilo* (k) artinya 1000 kali, *hecto* (h) artinya 100 kali, *deka* (da) artinya 10 kali, *desi* (d) artinya 1/10 kali, *seni* (c) artinya 1/100 kali, *mili* (m) artinya 1/1000 kali dan *mikro* (μ) artinya 1/1000000 kali.

#### B. Besaran dan Satuan

1. Besaran mengandung dua komponen, yaitu: *nilai* dan *satuan*. Besaran dibedakan menjadi dua, yaitu: *besaran pokok* dan *besaran turunan*.
2. Besaran pokok memiliki satuan yang didefinisikan sendiri dan disepakati dalam Konferensi Internasional tentang Berat dan Ukuran. Contohnya: panjang satuannya meter, massa satuannya kilogram dan waktu satuannya sekon.
3. Besaran turunan disusun dari besaran-besaran pokok, karena itu satuannya juga dibentuk oleh satuan-satuan besaran penyusunnya. Contoh: volume satuannya meter kubik (m<sup>3</sup>) disusun dari besaran pokok panjang.

### Rangkuman

Berisi intisari bab, sebagai sarana untuk membantu siswa memahami materi secara utuh.



## Evaluasi

Berisi pertanyaan atau tugas untuk:

- **Reviu Perbendaharaan Kata**, menjodohkan konsep dengan pengertiannya.
- **Pengecekan konsep**, melalui soal-soal bentuk pilihan ganda.
- **Pemahaman konsep**, melalui soal-soal bentuk uraian.
- **Berpikir Kritis**, melalui soal bentuk uraian atau pemecahan masalah yang menuntut kemampuan berpikir lebih tinggi.
- **Pengembangan keterampilan**, antara lain membuat tabel, merancang dan melaksanakan eksperimen, membuat peta konsep, melakukan tugas proyek, penggunaan matematika, dan lain-lain. Pengembangan keterampilan juga dimaksudkan sebagai tindak lanjut bagi siswa sehingga dapat menggunakan pengetahuan yang telah dimiliki untuk menyelesaikan tugas yang lebih kompleks.

Untuk merefleksi apakah jawaban/pekerjaanmu sudah benar, cocokkan dengan jawaban soal terpilih yang ada di bagian belakang buku ini.



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut dengan pernyataan di sampingnya.

- |                    |  |
|--------------------|--|
| a. satuan baku     | 1. Jarak antara dua titik  |
| b. panjang         | 2. Satuan Internasional untuk waktu                              |
| c. massa           | 3. Disepakati dan diterima oleh semua orang sebagai pembandingan |
| d. waktu           | 4. Selang antara dua kejadian                                    |
| e. besaran turunan | 5. Memiliki satuan baku $m^3$                                    |
| f. meter           | 6. Satuan Internasional untuk massa                              |
| g. suhu            | 7. Jumlah materi dalam suatu benda                               |
| h. sekon           | 8. Satuan Internasional untuk panjang                            |
| i. volume          |  |

### Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau pernyataan yang dapat melengkapi kalimat berikut!

- |   |   |
|---|---|
| 1. Hasil pengukuran selalu mengandung<br>a. nilai saja<br>b. satuan saja<br>c. nilai dan satuan<br>d. faktor pengali dan satuan | 9. Suhu air mendidih diukur dengan termometer Fahrenheit menunjukkan skala $194^{\circ}\text{F}$ . Bila diukur dengan termometer Celsius akan menunjukkan skala<br>a. $105^{\circ}\text{C}$<br>b. $100^{\circ}\text{C}$<br>c. $90^{\circ}\text{C}$<br>d. $80^{\circ}\text{C}$ |
| 2. Contoh satuan dalam SI adalah ....<br>a. kaki<br>b. galon<br>c. sekon<br>d. ons  |   |
| 3. Faktor pengali seperseribu pada satuan SI disebut:<br>a. kilo<br>b. senti<br>c. desi<br>d. mili                              |   |
| 4. Sistem pengukuran yang dipergunakan oleh ilmuwan di seluruh dunia adalah...<br>a. Sistem Standar<br>b. Sistem Inggris        |   |

### Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan lengkap dan tuliskan dalam buku latihammu!

10. Mengapa dunia sains menggunakan satuan-satuan pengukuran SI?
11. Jelaskan, bagaimana mengubah satuan panjang dari satuan SI satu ke satuan SI

### Berpikir Kritis

16. Ada beberapa obat cair yang harus dikocok dulu sebelum diminum. Apa tujuan anjuran tersebut? Jelaskan

### Pengembangan Keterampilan

17. Kamu punya tiga larutan jernih tidak berwarna dengan volume yang sama, yaitu A, B, dan C. Kamu tambahkan tiga tetes larutan indikator fenolftalein pada masing-masing larutan. Larutan A dan B tetap jernih tidak berwarna, tetapi larutan C berubah menjadi merah. Bila kamu tambahkan larutan C ke dalam larutan A, campuran larutan menjadi jernih tidak berwarna. Bila kamu tambahkan larutan C ke dalam larutan B, maka campuran larutan berwarna merah. Apa yang dapat kamu inferensikan dari masing-masing larutan tersebut? Mana dari larutan yang mempunyai pH 7?

Tiada gading yang tak retak. Kelemahan yang masih ada dalam buku ini menjadi tanggungjawab kami untuk memperbaikinya. Mohon kritik dan saran yang bersifat membangun, demi kesempurnaan buku ini di waktu yang akan datang. Semoga buku ini membantu siswa dan memberi kemudahan bagi guru. Terima kasih.

*Salam IPA*

*Penulis*

# Daftar Isi

|   |     |
|---|-----|
| Kata Pengantar .....  | iii |
| Pendahuluan .....   | v   |
| Daftar Isi .....  | xi  |
| <br><b>Bab 1      Sistem Ekskresi</b>                                 |     |
| Peta Konsep .....   | 2   |
| A. Struktur Alat Ekskresi Pada Manusia .....                          | 4   |
| B. Kelainan dan Penyakit Sistem Ekaskresi .....                       | 13  |
| Rangkuman .....   | 16  |
| Evaluasi .....  | 16  |
| <br><b>Bab 2      Sistem Reproduksi Manusia</b>                       |     |
| Peta Konsep .....   | 20  |
| A. Struktur Alat Reproduksi .....                                     | 22  |
| B. Gangguan Sistem Reproduksi .....                                   | 32  |
| Rangkuman .....   | 36  |
| Evaluasi .....  | 37  |
| <br><b>Bab 3      Sistem Koordinasi, Regulasi, dan Indera Manusia</b> |     |
| Peta Konsep .....   | 40  |
| A. Sistem Koordinasi dan Regulasi .....                               | 42  |
| B. Sistem Indera .....  | 55  |
| B. Gangguan Kesehatan pada Sistem Koordinasi, Regulasi, dan Indera    | 64  |
| Rangkuman .....   | 67  |
| Evaluasi .....  | 68  |
| <br><b>Bab 4      Kelangsungan Hidup Organisme</b>                    |     |
| Peta Konsep .....   | 72  |
| A. Adaptasi, Seleksi Alam, dan Perkembangbiakan .....                 | 74  |
| B. Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup .....                           | 90  |
| Rangkuman .....   | 106 |
| Evaluasi .....  | 107 |
| <br><b>Bab 5      Bioteknologi</b>                                    |     |
| Peta Konsep .....   | 111 |
| A. Peranan Bioteknologi Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia ..       | 112 |
| B. Penerapan Bioteknologi Sehari-hari .....                           | 118 |
| Rangkuman .....   | 127 |
| Evaluasi .....  | 127 |

|              |                                     |     |
|--------------|-------------------------------------|-----|
| <b>Bab 6</b> | <b>Kelistrikan</b>                  |     |
|              | Peta Konsep .....                   | 132 |
| A.           | Listrik Statis .....                | 135 |
| B.           | Listrik Dinamis .....               | 144 |
| C.           | Rangkaian Listrik .....             | 155 |
| D.           | Sumber Arus Listrik .....           | 164 |
| E.           | Daya dan Energi Listrik .....       | 170 |
|              | Rangkuman .....                     | 176 |
|              | Evaluasi .....                      | 176 |
| <b>Bab 7</b> | <b>Kemagnetan</b>                   |     |
|              | Peta Konsep .....                   | 182 |
| A.           | Pengaruh Magnet .....               | 186 |
| B.           | Induksi Elektromagnet .....         | 208 |
|              | Rangkuman .....                     | 226 |
|              | Evaluasi .....                      | 227 |
| <b>Bab 8</b> | <b>Tata Surya</b>                   |     |
|              | Peta Konsep .....                   | 232 |
| A.           | Galaksi, Rasi, dan Tata Surya ..... | 235 |
| B.           | Bumi dan Bulan .....                | 246 |
| C.           | Satelit Buatan .....                | 257 |
| D.           | Bumi Kita .....                     | 262 |
| E.           | Atmosfer Bumi .....                 | 271 |
|              | Rangkuman .....                     | 279 |
|              | Evaluasi .....                      | 281 |
|              | Daftar Pustaka .....                | 283 |
|              | Glosarium .....                     | 284 |
|              | Indeks .....                        | 290 |
|              | Jawaban Soal Terpilih .....         | 293 |

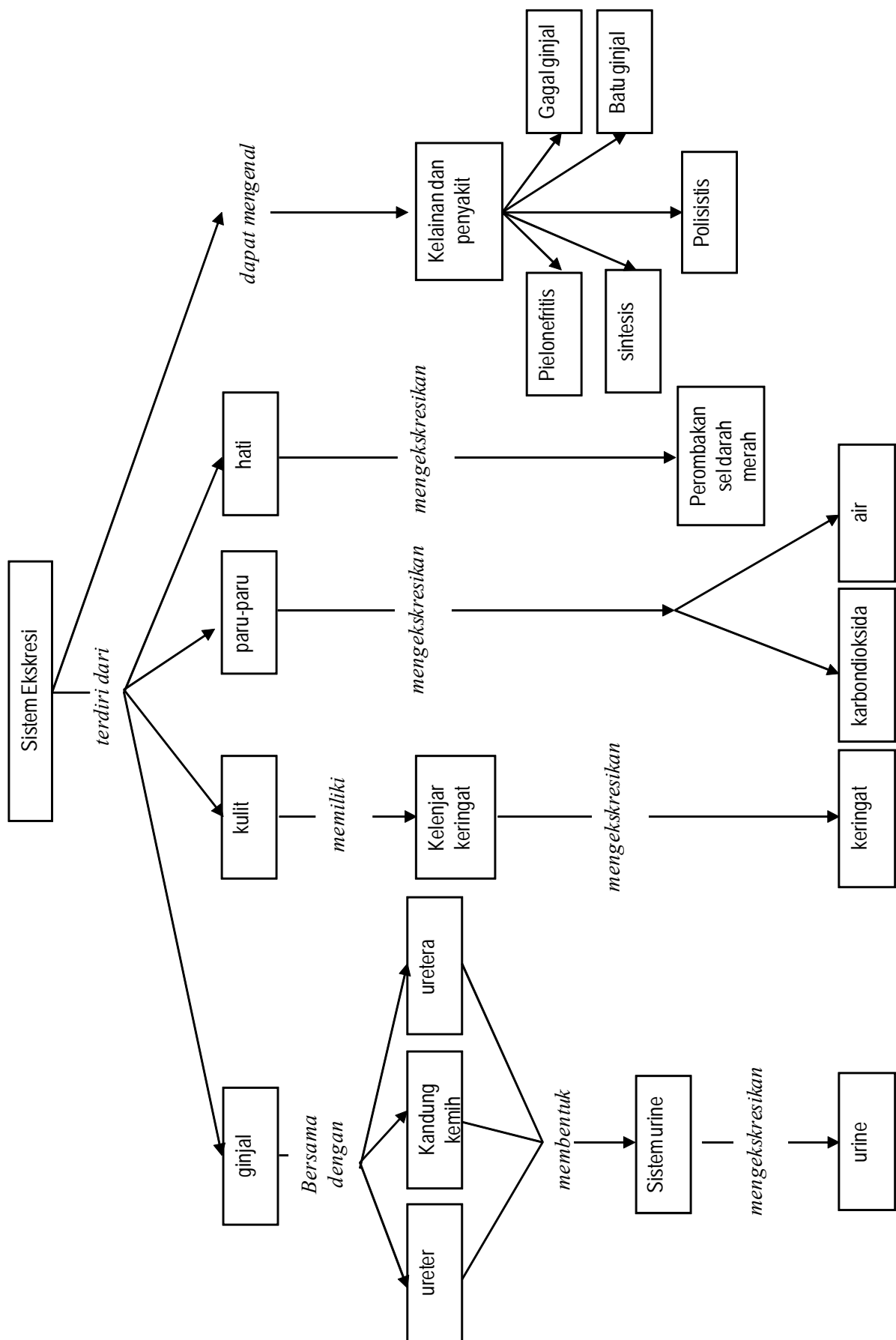
# BAB 1

## Sistem Ekskresi

- A. Struktur Alat Ekskresi pada Manusia
- B. Kelainan dan Penyakit Sistem Pengeluaran



## Peta Konsep Sistem Ekskresi





# BAB 1

## Sistem Ekskresi Pada Manusia

Darahmu mengandung berbagai zat sisa metabolisme. Zat-zat ini adalah senyawa-senyawa kimia yang tidak dibutuhkan oleh tubuh. Apabila zat-zat sisa ini tidak segera dibuang bisa menjadi racun dalam jaringan tubuhmu. Proses membuang zat sisa metabolisme ini disebut **sistem ekskresi**. Pada bab ini kamu akan mempelajari berbagai organ tubuh manusia yang berfungsi membuang sisa metabolisme. Selain itu, kamu akan mempelajari berbagai penyakit dan kelainan pada organ tersebut. Kamu akan mengawalinya dengan kegiatan sederhana mempelajari fungsi ginjal.

### Kegiatan Penyelidikan



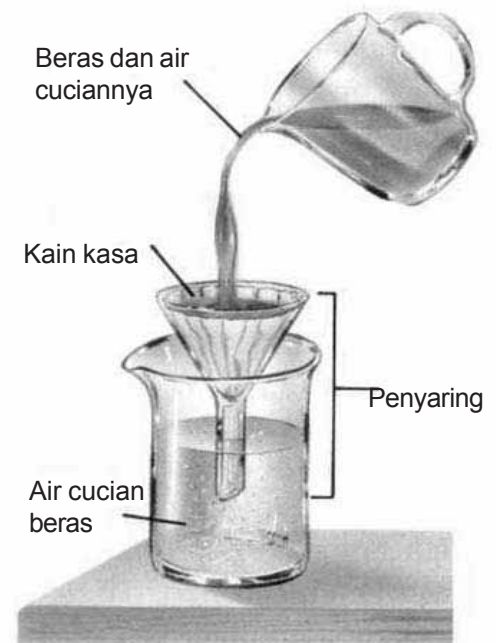
Apa fungsi ginjal?

Alat dan bahan

- Dua buah gelas kimia 250 ml
- Corong
- Kain kasa yang tidak tembus butiran beras
- Satu genggam beras dan air cucianya

Langkah kerja

1. Susunlah model yang menunjukkan mekanisme kerja ginjal sebagaimana ditunjukkan gambar di samping.
2. Taruh segenggam beras ke wadah kemudian tambahkan air 100 ml.
3. Tuangkan campuran beras dan air ke corong yang telah dipasang kain kasa.
4. Perhatikan apa yang terjadi!



### Jurnal IPA

Dalam model ini beras dan air cucian digunakan sebagai model darah dalam arteri ginjal; corong dan kain kasa sebagai glomerulus, dan air cucian beras dalam gelas piala yang telah disaring sebagai model cairan hasil penyaringan (urin primer) dalam simpai Bowman. Berdasarkan kegiatan tersebut, jelaskan bagaimana bagian ginjal bekerja!

# Struktur Alat Ekskresi Pada Manusia

Kata-kata IPA  
Ekskresi  
Tekanan osmosis  
Osmoregulasi

Proses metabolisme tubuh menghasilkan zat-zat sampah seperti karbondioksida, amonia, urea, asam urat, atau bahkan air. Zat-zat sampah ini apabila dibiarkan menumpuk di dalam tubuh akan meracuni dan berbahaya bagi tubuh. Untuk menghindari masalah akibat zat-zat sampah ini, zat-zat tersebut harus dikeluarkan dari sel, jaringan, kemudian tubuh. Proses pengeluaran zat-zat sampah ini dari sel, jaringan, dan tubuh disebut ekskresi. Proses pengeluaran (ekskresi) ini hampir selalu melibatkan proses osmoregulasi, suatu proses untuk memelihara tekanan osmosis dalam tubuh manusia dan hewan dalam menghadapi kondisi lingkungan

Bagian tubuh yang digunakan untuk melakukan osmoregulasi pada setiap macam hewan adalah bervariasi.

- Hewan sederhana (hewan berpori/porifera) bagian tubuh yang digunakan untuk mengatur konsentrasi cairan tubuhnya cukup dengan proses difusi dan osmosis langsung melalui membran sel
- Hewan bersel satu (misalnya Amoeba, Paramecium), bagian tubuh yang digunakan dalam osmoregulasi adalah vakuola kontraktil melalui mekanisme difusi dan osmosis.
- Hewan darat, osmoregulasi terjadi melalui organ pengeluaran (ekskresi), berupa ginjal. Dalam hal ini ginjal berperan sebagai organ ekskresi dan osmoregulasi.
- Hewan vertebrata dan invertebrata air (amfibi, ikan, serangga) fungsi osmoregulasi melalui organ khusus seperti insang, kulit, bahkan usus.

## Ginjal,

Salah satu sistem pengeluaran pada manusia adalah sistem urin. Sistem urin manusia tersusun dari ginjal, ureter, kantung kemih, dan uretra (lihat Gambar 1.1). Sistem urin berfungsi sebagai berikut:

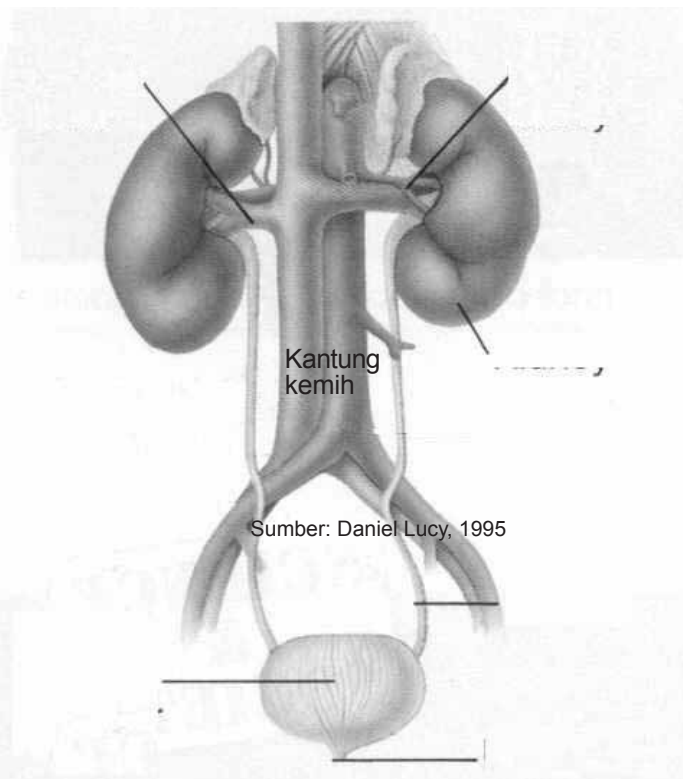
- Menyaring zat-zat sampah metabolisme dari darah;

- b. Mengontrol volume darah, yaitu dengan mengeluarkan kelebihan air yang dihasilkan sel-sel tubuh. Mempertahankan jumlah air dalam darah penting untuk memelihara tekanan darah agar gerakan gas, dan pengeluaran zat sampah padat tetap normal.
- c. Memelihara keseimbangan konsentrasi garam-garam tertentu. Garam-garam ini harus ada dalam konsentrasi tertentu untuk kelangsungan kegiatan sel.

Organ utama sistem urin adalah sepasang ginjal. Organ ini berwarna merah coklat, berbentuk seperti biji kacang merah. Letak ginjal di daerah pinggang, tepatnya di perut bagian belakang dan dilindungi tulang-tulang rusuk. Ginjal menyaring darah yang telah mengandung zat sisa metabolisme dari sel-sel tubuh.

Vena ginjal

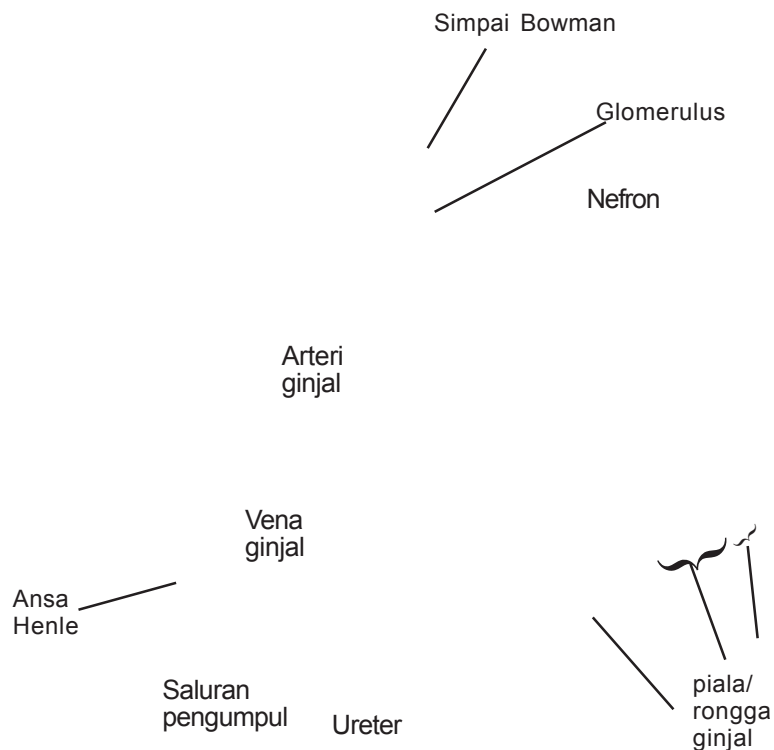
Arteri ginjal



Ginjal

Ureter

Uretra



**Gambar 1.2**  
 Penampang membujur ginjal manusia  
 Sumber: Daniel Lucy, 1995

Seluruh darah dalam tubuh melewati ginjal berkali-kali dalam sehari. Gambar 1.1 dan 1.2 memperlihatkan susunan ginjal. Kedua gambar tersebut menunjukkan bahwa darah memasuki ginjal melalui arteri ginjal. Selanjutnya darah meninggalkan ginjal melalui vena ginjal.

Ginjal terdiri atas dua lapisan. Lapisan luar disebut korteks, sedangkan lapisan dalam disebut medula. Sebuah ginjal tersusun atas kurang lebih satu juta nefron. Nefron adalah unit penyaring terkecil ginjal. Satu nefron

tersusun atas glomerulus, Simpai Bowman, saluran berkelok-kelok, Ansa Henle, dan saluran pengumpul ginjal. Air, gula, garam, dan zat sampah dari darah masuk ke nefron. Saat masuk nefron, darah bertekanan tinggi. Darah dengan cepat mengalir ke kapiler dalam nefron. Kumpulan kapiler dalam nefron disebut glomerulus (jamak = glomeruli) yang ditemukan di bagian korteks. Perhatikan Gambar 1.3. Karena tekanan darah yang tinggi maka air, glukosa, vitamin, asam amino, protein berukuran kecil, urea, asam urat, garam, dan ion akan menembus kapiler masuk ke bagian nefron yang disebut Simpai Bowman. Simpai Bowman adalah bangunan berbentuk mangkuk yang melingkupi glomerulus. Dalam proses ini sel-sel darah dan sebagian besar protein tidak bisa menembus dinding kapiler karena terlalu besar. Akibatnya sel-sel darah dan protein tertinggal dalam kapiler.

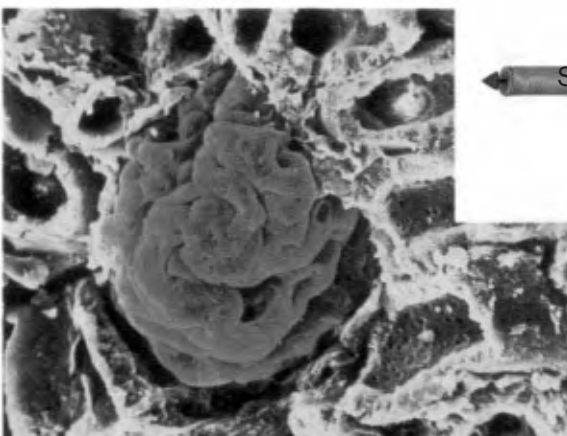
Cairan dalam Simpai Bowman mengalir ke saluran berkelok-kelok dan Ansa Henle. Ansa Henle adalah saluran sempit berbentuk U. Selama cairan berada di sepanjang saluran-saluran ini, sebagian besar ion, air, dan semua glukosa, asam amino, dan protein berukuran kecil diserap kembali ke dalam aliran darah. Proses penyerapan kembali zat-zat yang masih dipergunakan tubuh ini disebut reabsorpsi. Molekul kecil seperti air diserap kembali ke

kapiler secara difusi. Difusi merupakan gerakan molekul zat dari tempat yang berkonsentrasi tinggi ke tempat yang berkonsentrasi rendah. Zat lain misalnya ion, dikembalikan ke kapiler dengan cara transport aktif. Transport aktif adalah gerakan molekul dari satu larutan ke larutan lain dengan menggunakan energi.

Kapiler-kapiler yang berisi zat yang diserap kembali kemudian bersatu membentuk vena kecil. Vena-vena kecil bersatu membentuk vena ginjal. Vena ginjal mengembalikan darah yang sudah disaring ke sistem peredaran.

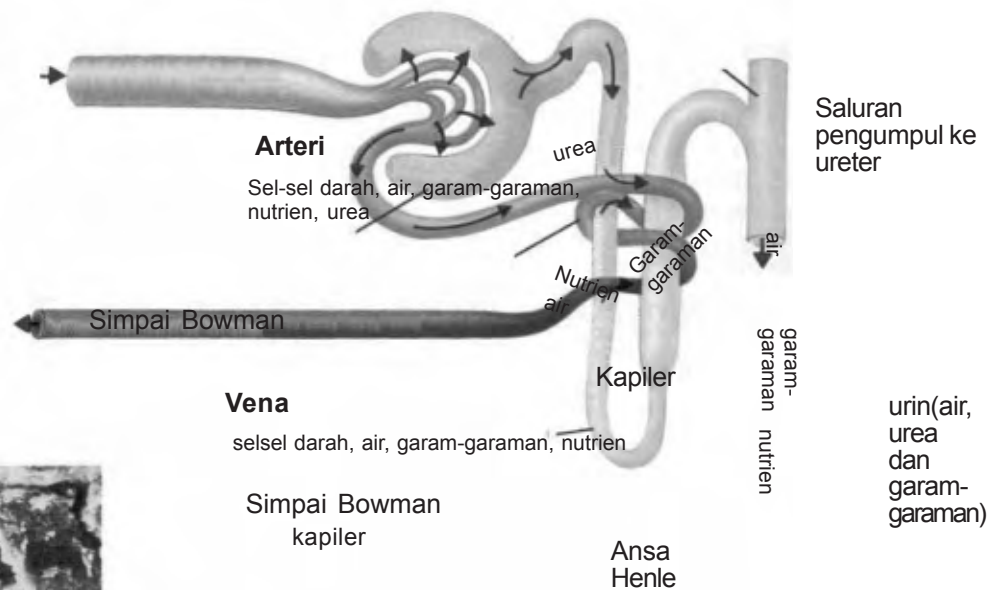
Di samping peristiwa di atas, di dalam saluran pengumpul terjadi proses lain yaitu masuknya zat-zat sampah dari pembuluh darah. Zat-zat sampah merupakan zat sampah yang masih tersisa di dalam pembuluh darah saat filtrasi. Dengan proses ini urin di dalam saluran pengumpul lebih pekat lagi.

Sesudah penyerapan kembali, cairan yang tersisa dalam saluran merupakan cairan zat sisa (disebut urin) yang mengandung garam dan zat sampah lain. Urin kemudian mengalir ke saluran pengumpul ginjal yang terletak di bagian medula. Keseluruhan proses penyingkiran cairan



Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 1.4**  
Glomerulus



Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 1.3**

Penyaringan dan penyerapan kembali (reabsorpsi) dalam nefron.



Urin dalam masing-masing saluran pengumpul mengalir ke suatu daerah berbentuk seperti cerobong asap, yang disebut pelvis atau piala ginjal. Saluran ini kemudian berlanjut ke ureter. Ureter adalah saluran yang berpangkal dari ginjal menuju kantung kemih. Kantung kemih adalah kantung berotot yang menyimpan urin. Dalam kantung kemih urin disimpan sementara hingga dikeluarkan dari tubuh; selanjutnya urin disalurkan ke uretra untuk dialirkan ke luar tubuh. Jumlah urin yang keluar tergantung pada jumlah cairan yang diminum dan volume cairan yang dikeluarkan. Orang dewasa rata-rata menghasilkan urin sekitar 1 liter tiap hari. Untuk lebih memahami bagian-bagian ginjal lakukan Kegiatan 1.1.



## Pengamatan Bagian-bagian apa yang bisa dilihat pada ginjal kambing?

*Ginjal adalah organ yang sangat penting dalam pembuangan sisa metabolisme yang berupa zat racun yang tidak dapat dilakukan oleh organ ekskresi lain. Salah satunya adalah urea sebagai sisa metabolisme asam amino (penyusun protein). Urea ini hanya dapat dikeluarkan melalui ginjal. Ginjal juga menyaring zat sampah lain dari aliran darah. Untuk mengetahui struktur yang terkait dengan fungsi ginjal, kita lakukan kegiatan berikut:*

### Langkah kerja

1. Ambil ginjal kambing. Jika masih tertutup lemak, lepaskan lemak dengan hati-hati.
2. Belah ginjal dengan pisau dengan arah membujur.
3. Gunakan kaca pembesar (lup) untuk mengamati susunan bagian dalam ginjal. Bandingkan ginjal tersebut dengan carta atau model ginjal yang ada di kelas atau laboratorium! Gambar dan beri keterangan tentang bagian-bagian yang kamu lihat dalam buku catatanmu. Terangkan mengapa ginjal berwarna merah! Jelaskan susunannya!

### Analisis

1. Korteks ginjal tersusun atas nefron. Apa fungsi nefron?
2. Lapisan medula ginjal terdiri dari saluran-saluran yang kemudian bergabung membentuk ureter. Apa peran saluran-saluran tersebut?
3. Di samping menyaring zat buangan dari darah, apa fungsi lain ginjal?

## Organ Pengeluaran Lain

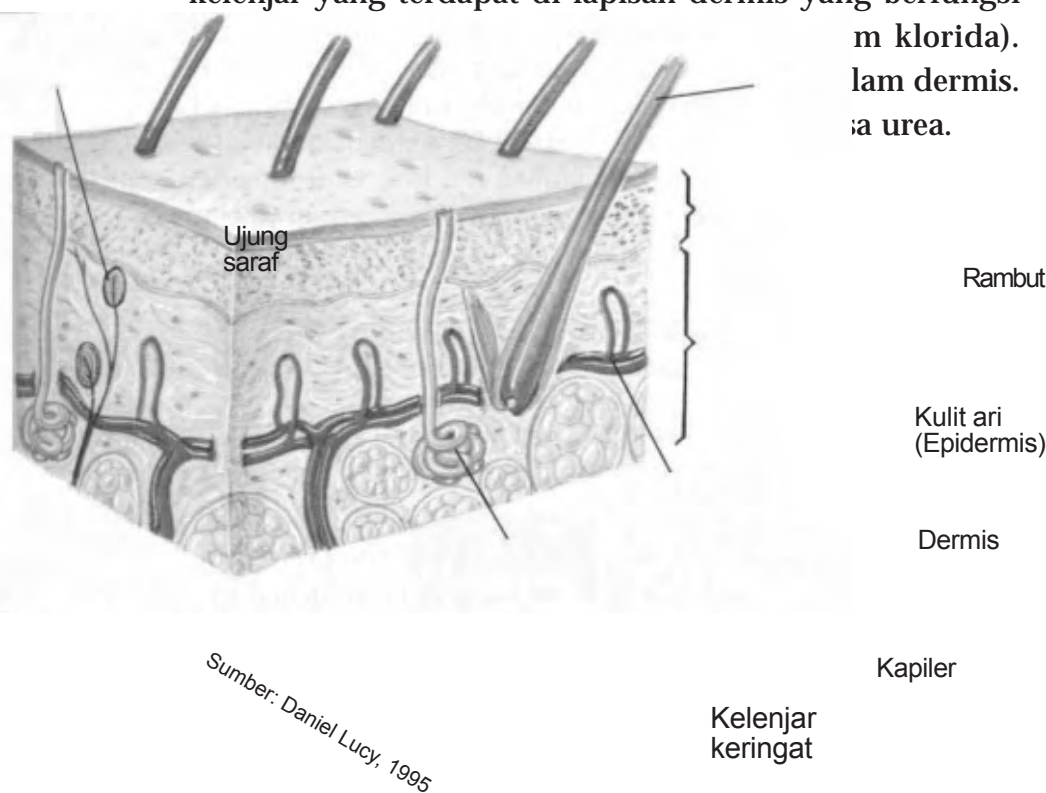
Untuk mengeluarkan zat-zat sisa metabolisme di samping sistem urin, terdapat organ pengeluaran lain, yaitu kulit, paru-paru, dan hati.

### Kulit

Perhatikan Gambar 1.5! Kulit adalah organ terluas tubuh. Kulit hanya beberapa milimeter tebalnya, tersusun dari dua lapisan jaringan, yaitu kulit ari (epidermis) dan kulit jangat (dermis). Epidermis merupakan lapisan permukaan kulit. Epidermis tersusun dari berlapis-lapis sel. Sel-sel terluar adalah sel-sel mati. Beribu-ribu sel ini lepas setiap waktu. Sebagai penggantinya, sel-sel baru dihasilkan pada dasar epidermis.

Dermis adalah lapisan jaringan di bawah epidermis. Lapisan ini lebih tebal daripada epidermis dan berisi pembuluh darah, saraf, kelenjar minyak, dan kelenjar keringat.

Sebagai bagian dari sistem pengeluaran, kulit mempunyai kelenjar keringat. Kelenjar keringat adalah kelenjar yang terdapat di lapisan dermis yang berfungsi m klorida). lam dermis. ia urea.



**Gambar 1.5**  
Susunan kulit manusia.

## Lab Mini 1.1

### Apakah keringat mengandung air?

Ambil selembar kertas kobalt klorida dan catat warnanya! Teteskan satu tetes air pada kertas tersebut! Amati dan catat warnanya! Sela-ma tiga menit, melompat-lompatlah dengan semangat! Selanjutnya bertepuk tanganlah! Letakkan kertas kobalt klorida di antara dua telapak tangan! Apa warnanya? Tempelkan kertas kobalt klorida pada kulitmu! Amati warnanya dan bandingkan dengan warna yang kamu peroleh di telapak tangan. Apa yang dapat kamu simpulkan tentang penyebaran kelenjar keringat di tanganmu? Apakah keuntungan adanya kelenjar keringat di telapak tangan?

Adanya kelenjar keringat juga merupakan bagian dari cara untuk mempertahankan panas tubuh agar suhunya tetap. Ketika tubuh menjadi panas, pembuluh darah melebar. Pori-pori kulit terbuka dan mengeluarkan keringat. Cairan keringat keluar dari kulit. Selama keringat menguap tubuh terasa dingin, karena panas tubuh dipinjam untuk menguapkan keringat. Bagaimana cara membuktikan bahwa keringat mengandung air,? Lakukan Lab Mini 1.1. Samakah penyebaran kelenjar keringat di seluruh tubuhmu, lakukan Kegiatan 1.2 untuk mengetahuinya.

### Paru-paru

Paru-paru termasuk organ pengeluaran karena udara pernapasan yang dikeluarkan mengandung karbondioksida dan air yang dihasilkan dari kegiatan sel. Keluarnya air bisa dilihat ketika kamu bernapas dalam udara dingin berupa kabut. Setiap hari tubuh melepaskan kurang lebih 350 ml air dalam bentuk uap air melalui sistem pernapasan. Untuk membuktikan adanya air dan karbondioksida lakukan Kegiatan 1.3.

### Hati

Hati ikut berperan dalam sistem pengeluaran karena sel-sel hati berfungsi sebagai tempat perombakan sel-sel darah merah dan menguraikan hemoglobin sehingga menghasilkan zat warna empedu (bilirubin). Zat warna empedu ini dikeluarkan ke dalam urin dan feses. Hati juga berperan dalam pembentukan urea dari amonia, yang kemudian dikeluarkan lewat ginjal bersama urin.



## Eksperimen

### Menentukan penyebaran kelenjar keringat

Kelenjar keringat adalah kelenjar yang khusus ditemukan di kulit yang mengeluarkan zat sampah sisa metabolisme.

## Pendahuluan ●

Tugasmu dalam kegiatan ini adalah untuk merancang cara menentukan penyebaran kelenjar keringat.

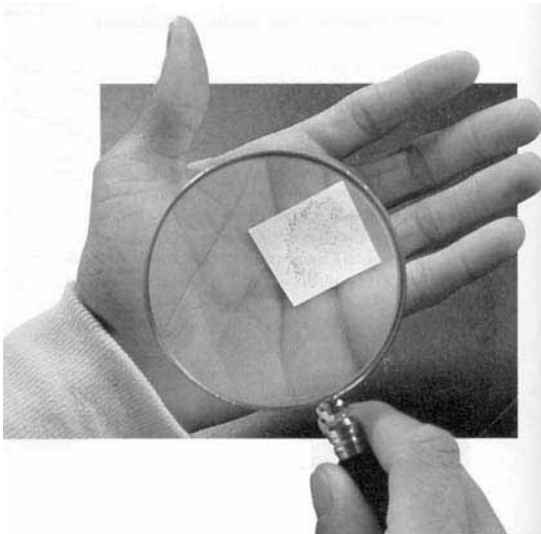
### Alat dan bahan

Kelompokmu akan menggunakan

- larutan iodium 2 %
- kertas HVS
- kaca pembesar (lup)

### Langkah kerja

1. Oleskan larutan iodium tinktur 2% selebar 1 x 1 cm di atas kulit salah satu telapak tangan!
2. Dengan menggunakan ibu jari tangan lain, pegang kertas HVS selebar 2 x 2 cm di atas noda iodium selama satu atau dua menit!



3. Angkat kertas tersebut dan amati dengan lup. Kamu akan melihat titik-titik ungu atau hitam. Masing-masing titik menunjukkan satu kelenjar keringat. Hitung jumlah titik hitam atau ungu pada kertas HVS seluas 1 cm<sup>2</sup>.
4. Pilih tempat lain untuk membuat noda iodium, misalnya punggung tangan atau telapak tangan, untuk mengungkap penyebaran kelenjar keringat. Ulangi langkah kerja No. 1 sampai No. 3.

### Kesimpulan

1. Berapa jumlah titik yang kamu amati untuk setiap sentimeter persegi pada telapak tangan?
2. Kertas HVS mengandung amilum atau zat tepung. Apa yang menyebabkan munculnya titik ungu atau hitam pada kertas HVS?
3. Dari pengamatanmu, bandingkan penyebaran kelenjar keringat di daerah tubuh yang berbeda.

### Langkah selanjutnya

Jika uji ini dikerjakan di permukaan punggung tangan. Coba dan hitunglah jumlah titik yang bisa dilihat. Bagaimana pendapatmu tentang temuan ini?



## Eksperimen

### Karbondioksida dan air sebagai hasil pernapasan

*Kelenjar keringat adalah kelenjar yang khusus ditemukan di kulit yang mengeluarkan zat sampah sisa metabolisme.*

#### Alat dan bahan

Dua buah gelas kimia 250 ml

Sedotan limun

Air kapur

Kaca

#### Langkah Kerja

1. Buatlah air kapur dengan cara memasukkan satu genggam kapur padat ke dalam satu liter air, kemudian aduk sampai rata! Agar partikel kapur mengendap, diamkan larutan tersebut selama satu hari! Ambillah air jernih di atas endapan kapur dan catat tingkat kejernihannya!
2. Sediakan dua buah gelas piala 250 ml! Beri tanda gelas piala satu dengan angka I dan gelas piala lain dengan angka II! Isi masing-masing gelas piala dengan air

kapur sebanyak 100 ml! Catat kejernihan atau warna air kapur dalam masing-masing gelas kimia dalam tabel pengamatan.

3. Hembuskan nafas ke dalam air dari gelas piala I melalui sedotan limun! Gelas piala II tanpa diberi hembusan nafas. Amati perubahan warna yang terjadi pada gelas piala. Bandingkan hasil reaksi tersebut! Apa yang dapat kamu simpulkan dari percobaan ini?
4. Ambil selembar kaca dan hembuskan nafas ke permukaan kaca. Apa yang dapat kamu lihat?
5. Berdasarkan hasil dari kedua percobaan di atas, zat apa saja yang dikeluarkan dari paru-paru?

**Catatan:** Karbondioksida bersifat mengeruhkan air kapur.

### Intisari Subbab



1. Jelaskan bagaimana ginjal mengeluarkan zat-zat sampah dan mempertahankan keseimbangan garam-garam tubuh!
2. Mengapa kulit, paru-paru, dan hati juga disebut sebagai organ-organ pengeluaran?
3. Apa yang terjadi ketika organ-organ sistem urin tidak bekerja?
4. Terangkan mengapa proses penyerapan kembali zat-zat tertentu di dalam ginjal sangat penting?
5. Jelaskan fungsi sistem urin!



# Kelainan dan Penyakit Sistem Ekskresi

## B



Apa yang terjadi ketika organ-organ sistem urin seseorang tidak bekerja dengan baik? Zat-zat sampah yang tidak dikeluarkan akan menumpuk dan menjadi racun di dalam sel-sel tubuh. Selain itu, air juga akan tertimbun dan menyebabkan pembengkakan kaki. Air ini dapat juga menumpuk di sekitar jantung. Bila terjadi gangguan pengeluaran air bisa terjadi ketidakseimbangan jumlah garam-garam tubuh. Ketidakseimbangan ini ditanggapi tubuh dengan mengembalikan keseimbangannya. Jika masih juga tidak terjadi keseimbangan, ginjal dan organ-organ lain bisa rusak. Mengapa demikian?

Terdapat beberapa kelainan/penyakit yang diakibatkan oleh kelainan struktur maupun fungsi sistem ekskresi, antara lain nefrosis, nefritis, sistisis, polisistik, dan gagal ginjal

### Kata-kata IPA

Nefrosis  
Nefritis glomerulus  
Pielonefritis  
Sistisis  
Polisistik

## Nefrosis

Nefrosis adalah kondisi di mana membran glomerulus bocor, menyebabkan sejumlah besar protein keluar dari darah menuju urin. Air dan natrium berakumulasi dalam tubuh menyebabkan edem, khususnya di bagian pergelangan kaki, kaki, perut, dan mata. Nefrosis umumnya terjadi pada anak-anak.

## Nefritis glomerulus

Nefritis glomerulus adalah radang membran filtrasi glomerulus di dalam korpuskulum renalis. Penyebab radang secara umum adalah reaksi alergi terhadap racun yang dilepaskan oleh bakteri streptococcus yang menginfeksi bagian tubuh lain, khususnya tenggorokan. Penyakit ini ditandai dengan kenaikan permeabilitas membran filtrasi dan akumulasi sel-sel darah putih di daerah membran filtrasi. Akibatnya, sejumlah besar protein plasma memasuki urin. Keberadaan protein plasma meningkatkan tekanan osmotik filtrat urin, sehingga volume urin meningkat dan menyebabkan gagal ginjal.

## Pielonefritis

Pielonefritis adalah radang seluruh bagian ginjal. Kerusakan ini sering dimulai dengan infeksi bakteri pada pelvis ginjal dan kemudian melebar ke bagian utama ginjal.

## Sistitis

Sistitis adalah radang kantung kemih terutama bagian mukosa dan sub mukosa. Sistitis bisa disebabkan oleh infeksi bakteri, zat kimia, atau luka.

## Penyakit polistik

Penyakit ini bisa disebabkan karena kerusakan sistem saluran ginjal yang merusak nefron dan menghasilkan pembesaran seperti kiste (benjolan) sepanjang saluran ini. Kerusakan ginjal ini umumnya bersifat menurun.

## Batu ginjal

Batu ginjal merupakan batu yang terbentuk dari asam urat, kalsium, fosfat, asam oksalat dan lain-lain yang terbentuk di dalam ginjal. Terbentuknya batu ginjal bisa disebabkan karena urin terlalu pekat dan kurang minum. Batu ini bisa juga terbentuk di dalam kantung kemih maupun ginjal itu sendiri.

## Gagal ginjal

Ginjal bisa kehilangan fungsinya sehingga tidak bisa mengeluarkan zat-zat sisa metabolisme dari dalam tubuh, bahkan zat-zat yang masih bisa dipergunakan tubuh seperti glukosa dan protein bisa ikut keluar tubuh. Gejala ini disebut gagal ginjal. Kelainan ini bisa disebabkan karena kondisi yang mengganggu fungsi ginjal. Gagal ginjal yang akut menyebabkan penumpukan urea di dalam darah dan asidosis (darah bersifat lebih asam). Kerusakan ginjal ini bisa disebabkan oleh nefritis glomerulus yang parah, atau bisa juga disebabkan oleh penyumbatan saluran ginjal. Racun tertentu yang dihasilkan dari proses industri menyebabkan nekrosis (kerusakan sel) epitel nefron. Gagal ginjal yang parah disebabkan oleh kerusakan yang permanen pada banyak nefron, sehingga nefron-nefron tersebut tidak berfungsi. Kerusakan ini ditandai dengan ketidakmampuan ginjal untuk mengeluarkan hasil ekskresi,

retensi, pembengkakan karena akumulasi cairan tubuh, kenaikan kandungan kalium, asidosis, keracunan zat sampah, dan berakhir pada kematian.

Orang yang menderita kerusakan ginjal secara serius masih bisa menyaring darahnya dengan ginjal buatan. Proses ini disebut cuci darah atau dialisis. Dalam dialisis darah dipompa ke dalam saluran yang mengandung larutan garam yang mirip dengan plasma darah. Zat sampah berdifusi dari saluran yang mengandung darah dan dibersihkan oleh larutan garam. Darah bersih yang tertinggal dikembalikan ke dalam vena. Seseorang yang hanya mempunyai satu ginjal masih bisa menggunakan ginjal tersebut secara normal. Satu ginjal yang sehat dapat mengerjakan pekerjaan dua ginjal.

Bagaimana cara memelihara agar ginjal kita tetap sehat? Minumlah banyak air putih. Dengan meminum banyak air, urin menjadi encer sehingga mempermudah kerja ginjal untuk pengeluaran zat yang tidak dipergunakan tubuh. Encernya urin juga memperkecil terbentuknya batu ginjal dan timbulnya infeksi. Untuk memantapkan pemahamanmu tentang gagal ginjal lakukan Lab Mini 1.2.

### Lab Mini 1.2

#### Bagaimana gejala gagal ginjal?

Ambillah masing-masing satu genggam beras dalam wadah yang berbeda. Cucilah beras itu dengan air bersih! Ambil dua buah saringan kecil, satu sarungan utuh, dan saringan lain berlubang lebih besar dari besarnya satu butir beras. Buanglah air cucian beras dengan menyaringnya! Apa yang terjadi pada penyaringan itu?



## Intisari Subbab



1. Jelaskan bagaimana ginjal mengeluarkan zat-zat sampah dan mempertahankan keseimbangan garam-garam tubuh!
2. Jelaskan fungsi sistem urin!
3. Penerapan: Terangkan mengapa proses penyerapan kembali zat-zat tertentu di dalam ginjal sangat penting?
4. Apa yang terjadi ketika organ-organ sistem urin tidak bekerja?
5. Mengapa kulit, paru-paru, dan hati juga disebut sebagai organ-organ pengeluaran?
6. Sebutkan paling sedikit empat penyakit dan kelainan ginjal!
7. Mengapa kita disarankan untuk banyak-banyak minum air putih?



## Rangkuman



1. Upaya untuk memelihara tekanan osmosis dalam tubuh manusia dan hewan dalam menghadapi kondisi lingkungan disebut osmoregulasi.
3. Salah satu sistem pengeluaran pada manusia adalah sistem urin. Sistem urin manusia tersusun dari ginjal, ureter, kantung kemih, dan uretra
4. Untuk mengeluarkan zat-zat sisa metabolisme di samping sistem urin, terdapat organ pengeluaran lain, yaitu kulit, paru-paru, dan hati.



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| a. Osmoregulasi      | j. Medula ginjal |
| b. Korteks ginjal    | k. Nefron        |
| c. Kantung kemih     | l. Glomerulus    |
| d. Epidermis         | m. Pielonefritis |
| e. Kelenjar keringat |                  |
| f. Simpai Bouwman    |                  |
| g. Ansa Henle        |                  |
| h. Nefrosis          |                  |
| i. Nefritis          |                  |

1. Kumpulan kapiler darah dalam nefron.
2. Proses pengaturan tekanan osmotik sel atau tubuh.
3. Saluran sempit berbentuk “U” pada ginjal.
4. Proses pengeluaran sisa-sisa metabolisme.
5. Lapisan jaringan di bawah epidermis
6. Saluran yang menghubungkan ginjal dengan kandung kemih.
7. Zat warna empedu.
8. Kebocoran pada membran glomerulus.

---

## Pengecekan Konsep

---

1. Berikut ini adalah alat ekskresi, kecuali:
  - a. ginjal
  - b. kulit
  - c. hati
  - d. usus besar
2. Urutan yang benar pada sistem urine manusia adalah
  - a. ginjal - ureter - uretra - kandung kemih
  - b. ginjal - uretra - ureter - kandung kemih
  - c. ginjal - kandung kemih - uretra - ureter
  - d. ginjal - ureter - kandung kemih - uretra
3. Unit penyaring terkecil ginjal disebut:
  - a. neuron
  - b. glomerulus
  - c. ansa henle
  - d. nefron
4. Proses penyerapan kembali cairan tubuh disebut ...
  - a. resitasi
  - b. absorpsi
  - c. reabsorpsi
  - d. filtrasi
5. Organ ekskresi yang mampu mengeluarkan sisa metabolisme berupa urea adalah ...
  - a. hati dan ginjal
  - b. kulit dan hati
  - c. paru paru dan kulit
  - d. kulit dan ginjal
6. Penyakit yang berakibat masuknya sejumlah besar protein tubuh lewat urin adalah ...
  - a. nefritis
  - b. sistitis
  - c. pielonefritis
  - d. gagal ginjal
7. Urin manusia mengandung zat berikut ini, kecuali ...
  - a. garam
  - b. air
  - c. albumin
  - d. urea

---

## Pemahaman Konsep

---

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan ekskresi.
2. Jelaskan bagaimana ginjal mampu melakukan
3. Mengapa kulit, paru, hati juga disebut sebagai alat ekskresi?

---

## Berfikir Kritis

---

1. Mengapa kita disarankan minum air putih minimal 2 liter perhari? Apa keuntungannya?
2. Mengapa bila di tempat bersuhu dingin kita relatif lebih sering buang air kecil?

---

## Pengembangan Keterampilan

---

1. Membuat dan menggunakan Tabel. Buatlah suatu tabel yang terdiri dari dua kolom! Kolom pertama tulislah fase metamorfosis kupu. Pada kolom kedua, fase metamorfosis belalang. Apakah keduanya menunjukkan proses metamorfosis yang sama? Bila tidak jelaskan perbedaannya.
2. Membaca. Carilah bacaan di majalah atau buku-buku sumber lain yang menceritakan tentang kegagalan fungsi ginjal. Buatlah karangan dengan bahasamu sendiri untuk menceritakan usaha-usaha apa saja yang bisa kita lakukan untuk merawat kesehatan ginjal kita?
3. Menjelaskan berdasarkan peta konsep. Pelajarilah peta konsep yang ada di awal bab. Buatlah uraian singkat yang menjelaskan peta konsep tersebut.





## BAB 2

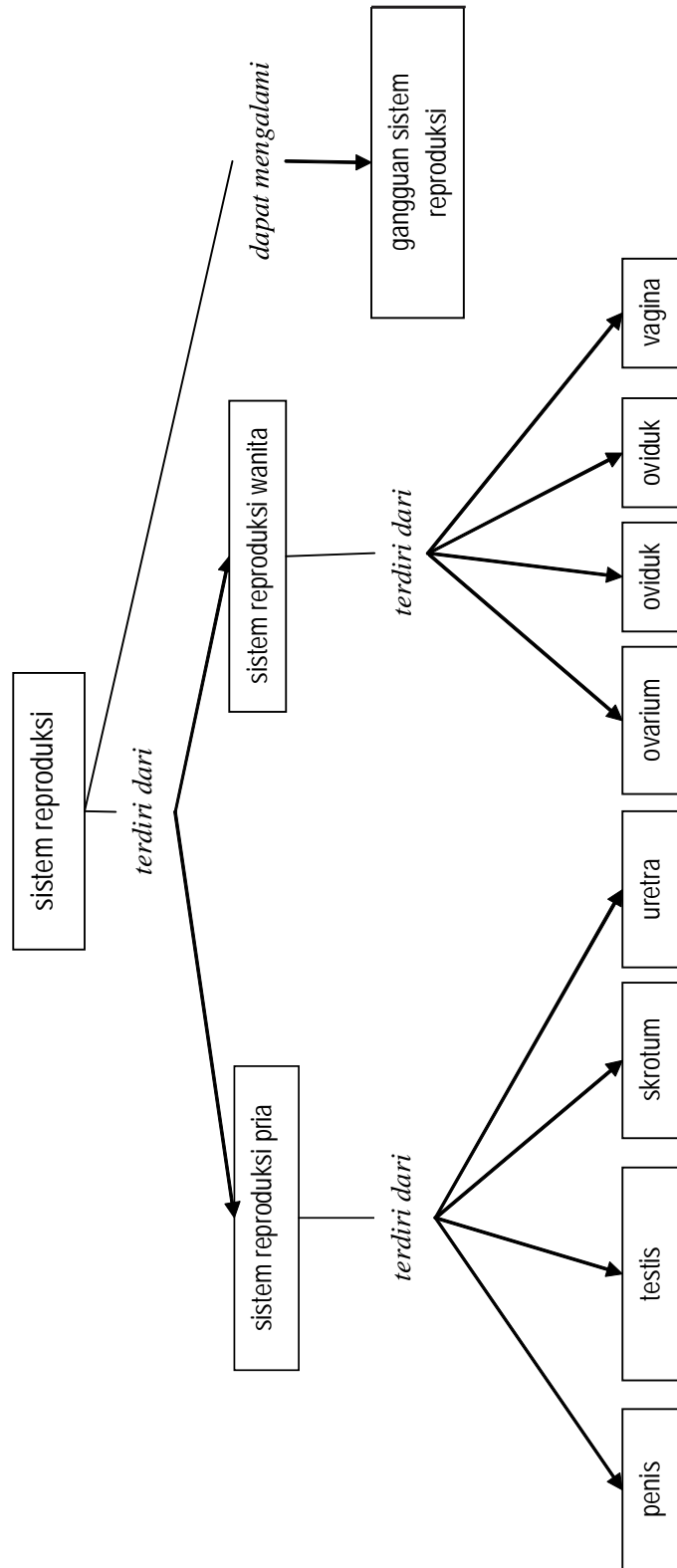
# Sistem Reproduksi Manusia

A. Struktur Alat Reproduksi

B. Gangguan Sistem Reproduksi



# Peta Konsep Sistem Reproduksi Manusia



Setiap makhluk hidup akan bereproduksi untuk kelangsungan jenisnya. Demikian juga dengan manusia, mengalami reproduksi untuk kelangsungan hidupnya. Pertambahan jumlah manusia melalui proses reproduksi. Agar proses reproduksi dapat berlangsung dengan baik haruslah didukung dengan struktur organ reproduksi dan proses fisiologis yang sempurna. Apa yang terjadi andaikata struktur organ reproduksi tersebut tidak sempurna? Apa yang terjadi jika proses fisiologisnya juga tidak sempurna? Pada bab ini kamu akan mempelajari struktur alat reproduksi manusia dan gangguan yang dapat terjadi. Ikutilah Kegiatan Penyelidikan berikut untuk melihat upaya-upaya manusia menjaga kesehatan reproduksi dan perawatan balita yang ada di sekitar kita.

## Kegiatan Penyelidikan



### Mencari Informasi Tentang Masalah Reproduksi Manusia dari Lingkungan

1. Pergilah ke Puskesmas terdekat di sekitar tempat tinggalmu.
2. Mohonlah ijin pada kepala Puskesmas untuk mencari data di unit Balai Kesehatan Ibu dan Anak(BKIA)
3. Tanyakan pada petugas tentang pelayanan kesehatan apa yang diberikan pada ibu dan balita?
4. Tanyakan pula maslah-masalah kesehatan reproduksi apa yang ditangani oleh BKIA.
5. Bila ada brosur atau informasi tentang upaya pencegahan penyakit, mintalah dan pelajari.



## Jurnal IPA

Di dalam Jurnal IPAmu, buatlah laporan tentang masalah reproduksi manusia, upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan reproduksi, dan perawatan terhadap balita.



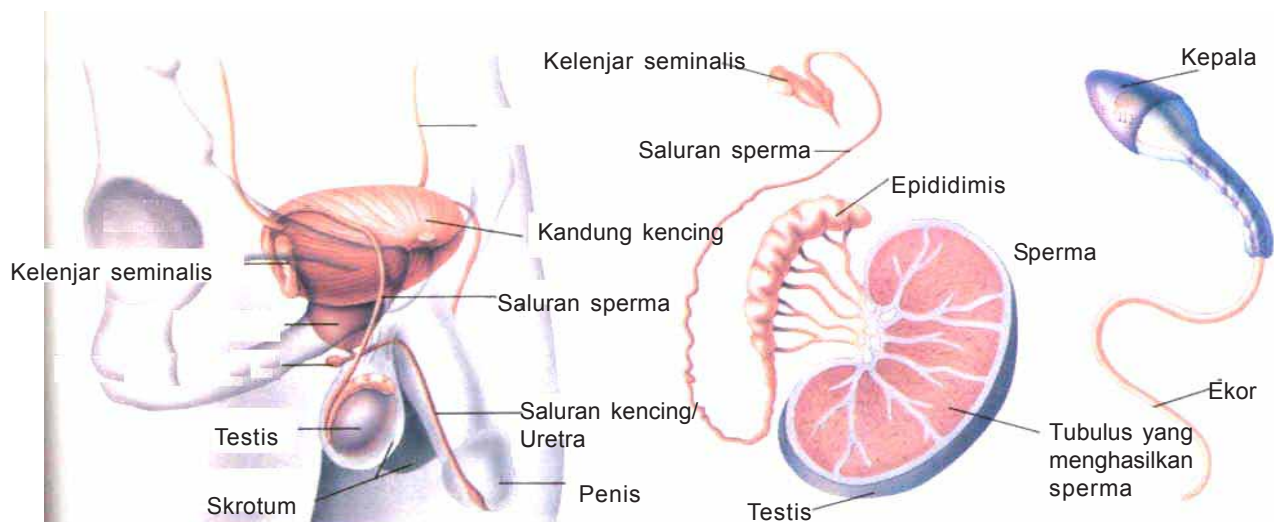


## Sistem Reproduksi Pria

Sistem perkembangbiakan pria tersusun dari organ luar yang terdiri dari penis dan skrotum. Perhatikan Gambar 2.1. Penis berfungsi sebagai organ perkembangbiakan dan saluran kencing. Di samping penis terdapat kantung yang disebut skrotum yang di dalamnya terdapat testis. Selama masa pubertas, dua testis mulai menghasilkan sperma, yaitu sel kelamin jantan. Sperma mempunyai struktur sebagai sel-sel tunggal yang tersusun dari kepala dan ekor. Ekor berfungsi untuk menggerakkan sperma, sedangkan kepala sperma mengandung informasi genetik. Skrotum juga berfungsi untuk membantu mengatur suhu yang sesuai untuk produksi sperma.

### Kata-kata IPA

Testis  
Sperma  
Ovarium  
Ovulasi  
Uterus  
Kembar Identik  
Kembar Fraternal



Sumber : Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.1**

Alat-alat pada sistem reproduksi pria.

Beberapa organ lain juga membantu dalam reproduksi yaitu untuk pengangkutan dan penyimpanan sperma di dalam tubuh. Setelah sperma dihasilkan dari testis, akan ditampung dalam epididimis. Selanjutnya diangkut melalui saluran yang melingkari kandung kemih. Di samping kandung kemih terdapat kelenjar yang disebut kelenjar seminal, tempat mencampur sperma dengan cairan yang membantu sperma bergerak. Campuran antara sperma dan cairan ini disebut semen. Semen meninggalkan tubuh melalui uretra, yaitu saluran yang sama untuk mengalirkan urine ke luar tubuh. Namun demikian antara semen dan air kencing tidak pernah tercampur. Otot yang berada di belakang kandung kencing berkontraksi untuk mencegah urine keluar dari uretra saat sperma dikeluarkan dari dalam tubuh.

Secara ringkas organ reproduksi pria yang berkaitan dengan fungsinya dapat disusun seperti Tabel 2.1 berikut

**Tabel 2.1**  
**Susunan organ dan fungsi organ reproduksi pria**

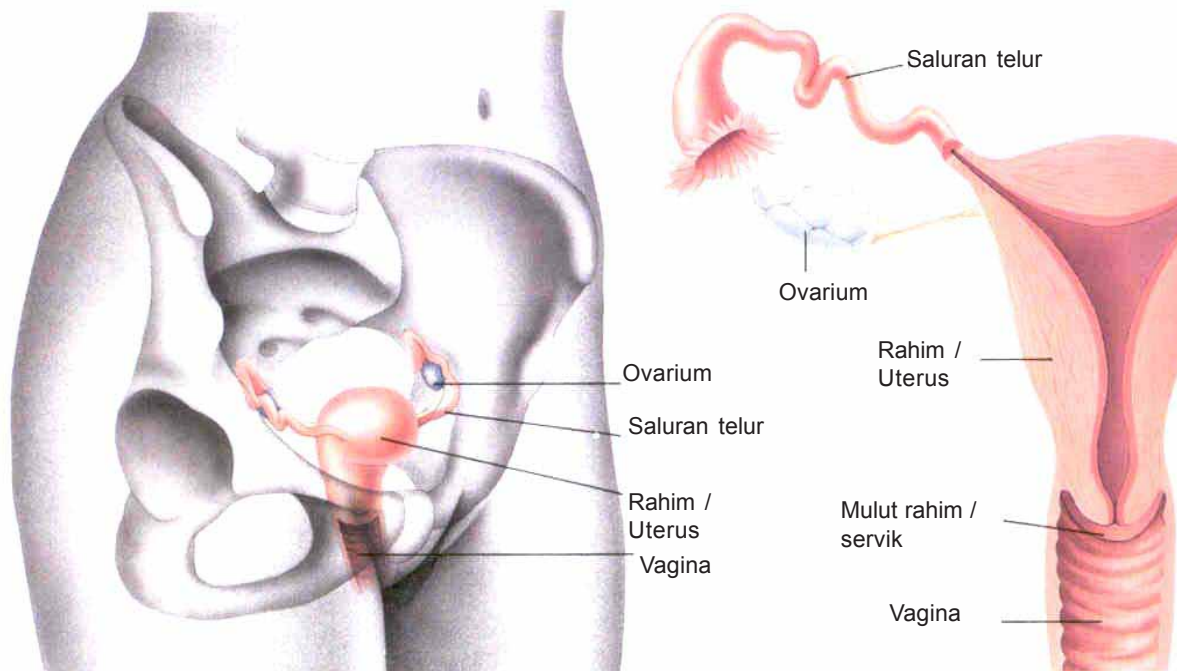
| Organ              | Fungsi   |
|--------------------|--|
| Testis             | Menghasilkan sperma melalui meiosis            |
| Skrotum            | Membungkus testis                              |
| Penis              | Menyalurkan sperma ke dalam vagina             |
| Saluran sperma     | Menyalurkan sperma dari testis ke uretra       |
| Vesikula Seminalis | Menampung Sperma                               |
| Uretra             | Menyalurkan sperma dan urine ke luar tubuh     |
| Kelenjar Seminal   | Menghasilkan cairan agar sperma mudah bergerak |



## Sistem reproduksi wanita

Saat wanita memasuki masa pubertas, sel telur mulai tumbuh dalam organ seksual yaitu sepasang ovarium. Berbeda dengan pria, organ reproduksi wanita merupakan organ internal, karena berada di dalam tubuh (**Gambar 2.2**) Ovarium terletak dalam rongga badan bagian bawah. Kira-kira tiap satu bulan ovarium menghasilkan sebuah sel telur yang masak. Proses ini disebut **ovulasi**. Dua ovarium tersebut saling bergantian menghasilkan telur tiap bulan.

Telur yang dihasilkan masuk ke dalam saluran telur (**Gambar 2.2**). Jika dibuahi oleh sperma, sel telur akan terus berada di dalam saluran telur. Rambut-rambut getar yang ada di saluran telur membantu sel telur untuk bergerak menuju uterus (rahim). Uterus ini mempunyai struktur berongga, bentuknya seperti buah jambu air, dan merupakan organ yang penuh dengan otot. Dindingnya menebal bila didalamnya terdapat sel telur yang telah dibuahi atau zigot yang tumbuh dan berkembang. Bagian bawah dari uterus berhubungan dengan bagian luar tubuh melalui adanya tabung berotot yang disebut vagina. Vagina ini juga disebut saluran kelahiran, sebab sebagai tempat lewatnya bayi saat lahir. **Gambar 2.2** menunjukkan struktur organ reproduksi wanita!



Sumber: Sumber : Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.2**  
Alat-alat pada sistem reproduksi wanita.

Secara ringkas, organ reproduksi wanita yang berkaitan dengan fungsinya dapat disusun seperti pada Tabel 2.2 .

**Tabel 2.2**  
**Susunan organ dan fungsi reproduksi wanita**

| Organ   | Fungsi                                       |
|---------|--|
| Ovarium | Menghasilkan sel telur                       |
| Oviduk  | Menyalurkan telur dari ovarium ke uterus     |
| Uterus  | Tempat pertumbuhan sel telur yang dibuahi    |
| Vagina  | Menerima sel-sel sperma dan jalan lahir bayi |

## Siklus menstruasi

Satu sel telur dihasilkan oleh satu ovarium setiap 28 hari. Apa yang mengendalikan siklus tersebut ? Beberapa perubahan dalam sistem reproduksi dikendalikan oleh hormon. Hormon merupakan cairan kimia yang dihasilkan oleh tubuh untuk mengendalikan proses-proses metabolisme dalam tubuh.

Perubahan yang terjadi tiap bulan pada organ reproduksi wanita disebut siklus menstruasi. Siklus menstruasi pada seorang wanita terjadi setiap periode tertentu, misalnya 28 hari. Namun demikian siklus menstruasi tersebut sangat bervariasi untuk tiap individu, yaitu berkisar antara 20-40 hari.

Perubahan-perubahan yang terjadi selama menstruasi menyangkut pemasakan sel telur dan penebalan dinding rahim guna menerima sel telur yang telah dibuahi . Jika sel telur di dalam ovarium masak, dinding rahim menebal.

Lebih kurang pada hari ke 14 dari siklus menstruasi yang 28 hari, sel telur dihasilkan dari ovarium, dan dikenal sebagai proses



Sumber : Daniel Lucy, 1995

### **Gambar 2.3**

Foto mikroskopis menunjukkan sel telur yang dihasilkan oleh ovarium, dan akan memulai perjalanan melewati saluran telur.

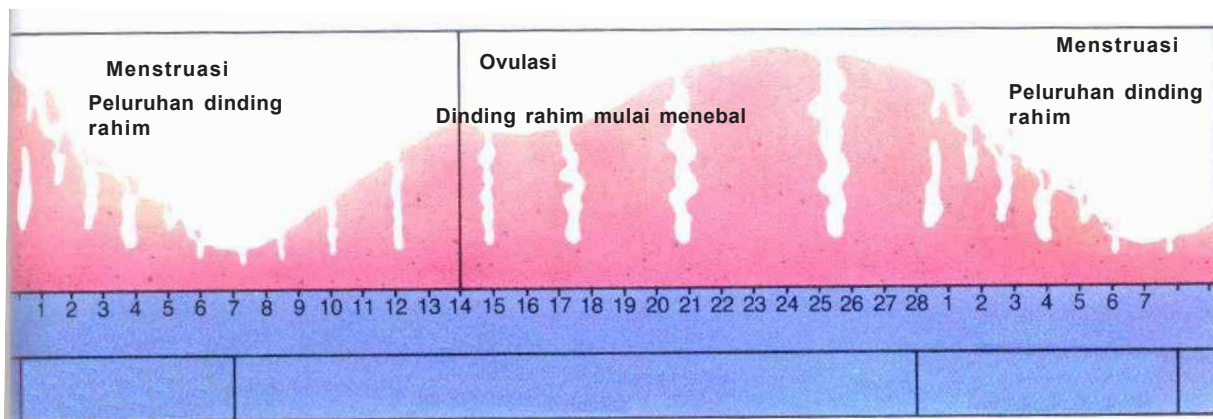
ovulasi. Sel telur tersebut tetap hidup selama 24-48 jam, dan bergerak sepanjang saluran telur menuju ke rahim atau uterus. Sel telur tersebut dapat dibuahi bila terdapat sperma yang hidup dalam saluran telur selama 48 jam sesudah atau sebelum ovulasi. Jika sel telur tersebut tidak dibuahi di dalam saluran telur, maka akan luruh (rusak). Dinding rahim akan luruh dan terjadi pendarahan. Peristiwa tersebut terjadi setiap bulan, dan dikenal sebagai menstruasi. Lamanya menstruasi berlangsung selama 4-6 hari. **Gambar 2.4** memperlihatkan perubahan-perubahan selama siklus menstruasi.

Saat menstruasi berlangsung, sel telur yang lain mulai mengalami pemasakan. Rahim juga mulai menebal sebagai persiapan menerima sel telur lain tersebut.

Menstruasi mulai terjadi saat organ perkembangbiakan seorang gadis mulai masak. Pada sebagian besar gadis, menstruasi pertama terjadi pada usia 8-13 tahun, dan terus berlanjut sampai usia 45-55 tahun. Pada usia 50-an siklus menstruasi menjadi tidak teratur dan berhenti untuk selamanya, peristiwa ini disebut menopause.

**Gambar 2.4**

Siklus menstruasi diawali pada hari pertama menstruasi. Ovulasi terjadi kira-kira pada hari 14 dari siklus menstruasi yang 28 hari.



Sumber : Daniel Lucy, 1995



## Menafsirkan Gambar

Masalah :

Apa yang terjadi di dalam uterus selama siklus menstruasi ?

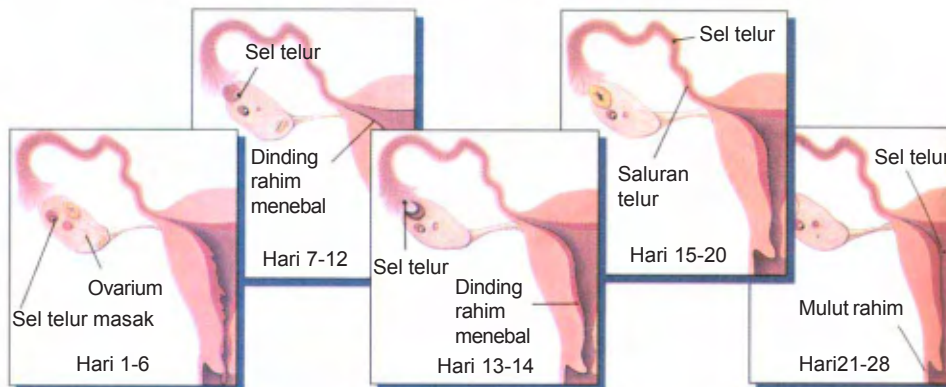
**Apa yang kamu perlukan ?**

Kertas dan pensil

**Apa yang harus kamu lakukan ?**

1. Gambar berikut ini merupakan penjelasan dari bahasan tentang menstruasi.
2. Pelajarilah diagram tersebut beserta keterangan yang menunjangnya.
3. Gunakan informasi yang terdapat pada bahasan tentang menstruasi dan diagram yang berupa tabel untuk menjawab pertanyaan berikut.

| Hari  | Keadaan rahim                     | Hal yang terjadi                |
|-------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1-6   | peluruhan dinding                 | menstruasi                      |
| 7-12  | dinding mulai menebal             | sel telur masak dalam ovarium   |
| 13-14 | dinding semakin tebal             | ovulasi                         |
| 15-28 | dinding pada kondisi paling tebal | sel telur bergerak menuju rahim |



### Analisis

1. Gambar tersebut menyajikan data tentang apa?
2. Apa kaitan diagram yang tertera dalam kegiatan ini dengan Gambar 1.9 di halaman sebelumnya?
3. Pada hari ke berapa dalam siklus menstruasi dinding rahim dalam keadaan paling tebal?

**Data dan Pengamatan!**



### Kesimpulan dan penerapan

4. Pada umumnya siklus menstruasi terjadi selama berapa hari?
5. Pada umumnya menstruasi terjadi selama berapa hari?
6. Apa perbedaan dari tiap-tiap gambar diagram?
7. Kira-kira pada hari ke berapa sel telur dihasilkan dari ovarium pada siklus menstruasi yang 28 hari?
8. Pada hari seberapa dinding rahim mengalami penebalan?
9. Mengapa proses menstruasi tersebut disebut siklus?
10. Kira-kira ovulasi terjadi berapa hari sebelum menstruasi?
11. Tafsirkan diagram yang ada untuk menjelaskan tentang siklus menstruasi. Tulislah jawabanmu dalam bentuk karangan yang terdiri dari empat paragraf.



Sumber : Daniel Lucy, 1995

#### Gambar 2.5

Hanya satu sperma yang dapat membuahi sel telur.

## Fertilisasi

Sejak dimunculkannya teori sel pada tahun 1939, ilmuwan mengetahui bahwa manusia berkembang dari sebutir sel telur yang telah dibuahi oleh sperma. Peleburan sperma dengan sel telur dikenal sebagai proses fertilisasi, atau pembuahan.

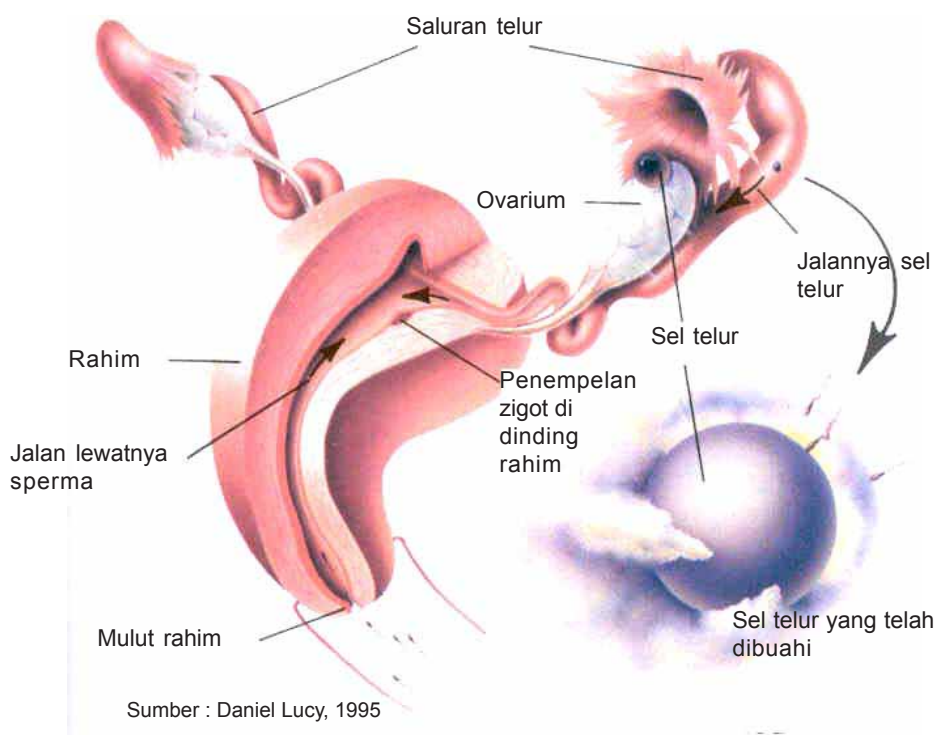
Sperma ditampung dalam vagina, selanjutnya bergerak melalui uterus menuju saluran uran telur. Sementara itu umumnya hanya sebutir telur yang dihasilkan, sedangkan jumlah sperma yang tertampung berkisar antara 200-300 juta. Dari sekian banyak sperma, hanya satu yang dapat membuahi sel telur (**Gambar 1.10**). Setelah sebuah sperma dapat menembus permukaan luar sel telur saat proses fertilisasi, sel telur segera menyusun penghalang kimiawi. Artinya sel telur dilapisi oleh senyawa-senyawa

tertentu sehingga jutaan sperma yang lain tidak ikut membuahi sel telur tersebut. Saat sel telur dengan sperma menyatu pada proses fertilisasi, zigot yang terbentuk mempunyai 46 kromosom dalam intinya.

Fertilisasi antara sel telur dan sperma terjadi di dalam saluran telur, dan menghasilkan zigot (**Gambar 1.11**). Zigot akan bergerak dari saluran telur ke uterus. Sejalan dengan waktu, zigot mengalami pembelahan sel. Setelah kurang lebih 7 hari, kumpulan sel-sel yang berbentuk bola hasil pembelahan zigot akan tertanam dalam dinding uterus. Sebelum zigot tertanam, dinding uterus telah lebih dahulu menebal yang siap menerima zigot. Di dalam uterus zigot akan tumbuh selama 9 bulan sampai saat bayi dilahirkan.

Untuk manusia maupun hewan-hewan tertentu yang perkembangan embrionya terjadi di dalam tubuh induk betina, ada periode sebelum kelahiran yang disebut periode **gestasi** atau kehamilan. Sementara jaringan, organ dan sistem tubuh berkembang,

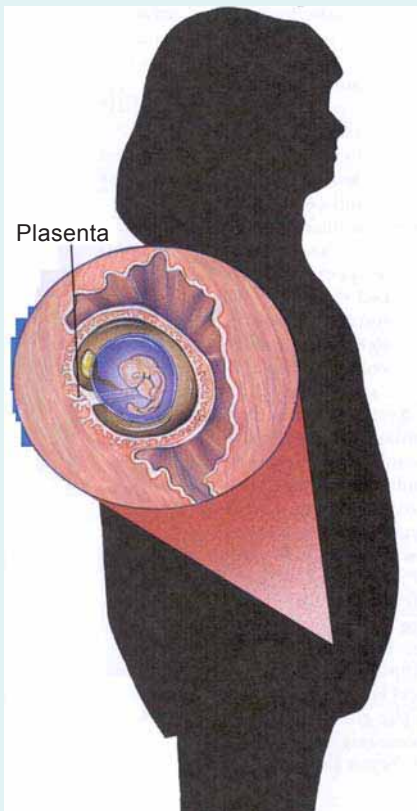
Embrio dalam uterus harus memperoleh makanan dan oksigen, serta membuang bahan-bahan sisa metabolisme. Embrio juga harus mendapat perlindungan. Pelajarilah **Gambar 1.12** berikut untuk bisa menemukan bagaimana embrio manusia dilindungi untuk tetap hidup.



**Gambar 2.6**

Fertilisasi terjadi dalam saluran telur dan hasilnya akan tertanam dalam uterus.





**Gambar 2.7**

Kantung cairan membungkus embrio. Embrio dihubungkan dengan ibu melalui plasenta, yang memiliki banyak pembuluh darah. Plasenta merupakan tali kehidupan untuk perkembangan embrio. Plasenta menyalurkan makanan dan oksigen dari darah ibu ke embrio dan membuang bahan-bahan sisa metabolisme embrio ke dalam darah ibu.

## Kaitan dengan kesehatan Tumbuh, tumbuh dan tumbuh

Untuk manusia, tahap perkembangan menuju dewasa terjadi bertahap selama beberapa tahun. Meskipun perkembangan tersebut terjadi mengikuti urutan yang tetap, tahapannya dapat terjadi pada waktu yang berbeda untuk tiap individu. Kamu dapat mengetahui adanya perbedaan tersebut pada teman sekelasmu. Pernahkah kamu mendengar seseorang berkata : "Mengapa dia lebih tinggi dibandingkan saya, padahal saya lebih tua?".

Satu tahap perkembangan pada manusia sampai mencapai umur belasan tahun dikenal sebagai **pubertas**. Pubertas adalah tahap saat tubuh mencapai kedewasaan fisik. Tahap ini ditandai dengan perubahan dalam penampakan fisik dan pada tahap ini tubuh telah mampu melaksanakan perkembangbiakan atau reproduksi.

Tahapan perkembangan lanjut masih terjadi pada kehidupan manusia. Sebagai contoh, wanita akan berkembang dan mencapai usia dimana ia tidak dapat lagi bereproduksi atau berkembangbiak. Siklus tersebut dicapai karena tubuhnya berhenti menghasilkan sel telur yang dikeluarkan tiap bulan. Tiap tahapan kemungkinan dapat terjadi dalam waktu yang berbeda untuk individu yang berbeda.

## Pengayaan: Kelahiran Kembar

Pada beberapa kasus, sebuah sel telur dapat membelah menjadi dua sesaat setelah dibuahi. Selanjutnya masing-masing bagian sel telur tersebut tumbuh dan membentuk embrio. Karena bayi yang dilahirkan itu berasal dari satu sel telur dan satu sperma, maka disebut **kembar identik**. Kedua anak kembar identik selalu sama-sama perempuan atau sama-sama lelaki. Bayi kembar identik selalu memiliki sifat dan wajah yang sama persis. Perhatikan **Gambar 2.8**.



A



B

**Gambar 2.8**

A. Kembar identik  
B. Kembar fraternal. Sumber:  
Dok. penulis

Pada kasus kembar yang lain, dua sel telur dapat dihasilkan dari ovarium yang berbeda secara bersamaan. Jika kedua sel telur tersebut dibuahi dan keduanya tumbuh, akan lahir bayi kembar. Bila dua sel telur yang berbeda dibuahi oleh dua sperma yang berbeda, maka bayi yang lahir disebut **kembar fraternal**. Bayi kembar fraternal dapat keduanya perempuan, atau keduanya lelaki, atau bahkan lelaki dan perempuan. Bayi kembar fraternal tidak selalu memiliki sifat dan wajah yang sama. Perhatikan **Gambar 4.13 B**.

## Intisari Subbab



1. Apakah fungsi utama sistem reproduksi?
2. Sebutkan secara urut jalur perjalanan sperma pada sistem reproduksi pria!
3. Sebutkan organ-organ reproduksi wanita beserta fungsinya!
4. Apa yang terjadi pada sel telur yang dibuahi?
5. Bedakan antara kembar identik dan kembar fraternal!
6. Jelaskan bagaimana terjadinya siklus menstruasi pada wanita!



## AIDS dan Pencegahan Penularannya

### Kata-kata IPA

AIDS  
HIV-AIDS  
Transfusi darah  
Gonorrhoe  
Sifilis  
Herpes simplex genitalis

Faktor lain yang juga mempengaruhi kualitas penduduk adalah penyakit. Penyakit yang terkait dengan reproduksi secara langsung adalah penyakit yang ditularkan melalui alat reproduksi seperti penyakit AIDS (*Acquired Immuno Deficiency Syndrome*) yang disebabkan oleh Virus HIV (*Human Immune Deficiency Virus*) seperti ditunjukkan pada Gambar 1.14. dan penyakit kelamin yang lain.

AIDS adalah penyakit mengerikan yang sampai saat ini sudah menular ke berbagai negara. Penularan AIDS ini baru disadari dalam masa modern ini, sehingga sering disebut pandemi modern. AIDS menuntut perhatian kita semua karena:

1. Semua orang bisa terkena AIDS.
2. Belum ditemukan vaksin pencegahnya.
3. Belum ada obat yang betul-betul dapat diandalkan.
4. Penyebarannya sangat cepat dan tidak diketahui, sehingga makin banyak orang yang tertular AIDS.

Perkembangan AIDS di dunia berlangsung cukup cepat, menurut Badan Kesehatan Dunia (WHO), pada tahun 1981 terdapat 100.000 kasus AIDS di 20 negara, pada tahun 1992 terdapat 11-12 juta kasus, dengan rincian 6% di Asia Tenggara, 60% di Afrika, 10% di Amerika Utara, dan 6% di Eropa. Pada tahun 2000 terdapat 60 juta kasus dengan rincian 41% di Asia Tenggara, 36% di Afrika, 5% di Amerika. Perkembangan penyakit AIDS di Indonesia ditunjukkan pada Tabel 2.3 berikut.



Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.9**

Virus HIV yang menyebabkan penyakit AIDS.

Tabel 2.3 Jumlah kasus baru AIDS/HIV di Indonesia

| Tahun         | AIDS      | HIV        | Jumlah     |
|---------------|-----------|------------|------------|
| 1987          | 2         | 4          | 6          |
| 1988          | 2         | 5          | 7          |
| 1989          | 3         | 4          | 7          |
| 1990          | 5         | 4          | 9          |
| 1991          | 10        | 9          | 19         |
| 1992          | 10        | 19         | 29         |
| 1993          | 17        | 99         | 116        |
| 1994          | 6         | 14         | 20         |
| <b>Jumlah</b> | <b>55</b> | <b>158</b> | <b>213</b> |

Sumber: WHO 1992



#### Tahukah Kamu???

Kondisi yang diperlukan untuk penularan HIV adalah HIV harus masuk ke dalam aliran darah. HIV sangat rapuh dan cepat mati di luar tubuh manusia. Virus ini juga sensitif terhadap panas dan tidak kuat hidup pada suhu di atas 60 derajat celsius. Untuk dapat tertular, maka jumlah virus HIV harus cukup banyak. HIV terdapat di hampir seluruh cairan tubuh manusia seperti keringat, air ludah, air mata, darah, cairan sperma, cairan vagina. Hanya saja pada keringat, air ludah, dan air mata konsentrasinya tidak cukup tinggi untuk menularkan HIV. Cairan yang dapat menularkan HIV adalah darah, cairan sperma, cairan vagina. Penularan terjadi jika ada salah satu dari cairan tadi mengandung virus HIV.

## Fase dan gejala HIV

Seseorang yang terinfeksi HIV, sistem kekebalan tubuhnya akan semakin menurun, berkurang dan akhirnya hilang. Orang yang terinfeksi HIV fase I, nampaknya seperti orang sehat, belum memperlihatkan gejala. Fase ini berlangsung 5-7 tahun, tergantung kekebalan tubuh penderita.

Pada fase II muncul gejala awal penyakit yang terkait HIV, seperti: hilang selera makan, tubuh lemah, berkeringat berlebihan di malam hari, timbul bercak-bercak di kulit, pembengkakan kelenjar getah bening, diare terus-menerus, flu tidak sembuh-sembuh. Fase ini berlangsung sekitar 6 bulan sampai 2 tahun.

Tahap AIDS baru dapat terdiagnosis setelah kekebalan tubuh sangat berkurang dan timbul penyakit tertentu seperti TBC, pneumonia, herpes, saraf terganggu, dan lain lain). Perlu diketahui bahwa tidak semua orang yang mengidap penyakit tersebut di atas pasti menderita AIDS. Fase ini berlangsung 3-6 bulan. Untuk memastikan apakah seseorang positif AIDS atau tidak, harus dilakukan pemeriksaan banyaknya sel T di laboratorium. Sampai sekarang orang tidak dapat menyebut secara pasti gejala AIDS, karena gejala AIDS tidak khas.

## Yang Bisa Dilakukan Untuk Pencegahan AIDS

Di dalam lingkungan keluarga sampaikan informasi yang sudah Anda ketahui ini kepada anggota keluarga yang lain, teman dan tetangga. Jika sehari-hari Anda menemukan informasi yang salah tentang AIDS, segera luruskan dengan cara yang benar supaya orang-orang tertarik dan juga memperbaiki informasi tersebut.

Di lingkungan sekolah mungkin Anda bisa mengusulkan kepada guru atau kepala sekolah agar diadakan diskusi atau seminar atau kegiatan lain yang berhubungan dengan pencegahan AIDS. Kegiatan yang berkaitan dengan pencegahan AIDS dapat juga Anda lakukan bersamaan dengan kegiatan sejenis seperti pencegahan narkoba, pendidikan keluarga, dan sebagainya.

Mengapa kita merisaukan masalah AIDS di Indonesia? Di Indonesia ada kecenderungan penaja seks komersial

meluas, penyebaran penyakit kelamin tinggi, urbanisasi dan migrasi penduduk tinggi, kecenderungan hubungan seks sebelum menikah meningkat, lalu lintas orang dari/ke luar negeri berlangsung dengan bebas, serta penggunaan alat suntik, tato, tindik yang tidak sehat.

## Gonorrhoea ( Kencing Nanah)

Gonorrhoea adalah penyakit infeksi yang menyerang pada alat kelamin (genitalia). Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae*. Gejala penyakit ini adalah rasa sakit dan keluar nanah pada saat kencing, serta keputihan berwarna kuning hijau pada wanita. Penyakit ini ditularkan melalui hubungan seksual. Bayi juga dapat tertular penyakit ini melalui proses persalinan. Penyakit ini dapat menyebabkan kebutaan pada bayi yang baru lahir.

## Sifilis

Sifilis adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Treponema pallidum*. Penyakit ini ditularkan melalui hubungan seksual atau hubungan badaniah yang intim (ciuman), transfusi darah, penularan oleh ibu pada janin melalui plasenta. Gejala awal penyakit ini adalah borok pada tempat masuknya bakteri ke dalam tubuh, biasanya pada daerah sekitar kelamin. Penyakit ini dapat menyebar dan menyerang organ-organ tubuh lainnya, kemudian menimbulkan kerusakan pada organ tersebut.

## Herpes Simplex Genitalis

Penyakit ini disebabkan oleh virus herpes simplex tipe II, yang menyerang kulit di daerah genitalia luar, anus, dan vagina. Gejala penyakit ini berupa gatal-gatal, pedih, dan kemerahan pada kulit di daerah kelamin. Pada daerah tersebut kemudian timbul beberapa lepuh kecil-kecil, selanjutnya lepuh menjadi pecah dan menimbulkan luka. Penyakit ini ditularkan melalui hubungan seksual dan dapat pula ditularkan oleh ibu hamil kepada janinnya. Penyakit herpes sulit sekali sembuh dan sering kambuh setelah beberapa bulan/tahun.



## Intisari Subbab



1. Apa yang kamu ketahui tentang penyakit AIDS?
2. Bagaimana mencegah penularan AIDS?
3. Apa yang dapat kamu lakukan untuk mencegah penularan AIDS?
4. Carilah dari berbagai sumber tentang apa dan bagaimana penyakit AIDS tersebut? Buatlah kliping dari informasi yang terdapat pada surat kabar atau tulisan yang bersumber dari informasi yang tersaji dalam internet.
5. Kunjungilah Puskesmas atau pusat informasi kesehatan untuk mencari informasi tentang penyakit herpes, apakah yang menjadi penyebab penyakit tersebut?



## Rangkuman



### Sistem Reproduksi Manusia

1. Alat-alat perkembangbiakan pada pria umumnya berada di luar tubuh, dan terdiri dari testis, skrotum, penis, saluran sperma, uretra dan kelenjar seminal.
2. Alat-alat perkembangbiakan wanita berada di dalam rongga tubuh dan terdiri dari ovarium, saluran telur, uterus dan vagina.
3. Fertilisasi yang merupakan penyatuan antara sel telur dan sperma terjadi dalam saluran telur dan, selanjutnya hasil penyatuan ini akan menempel di dinding uterus, dan tumbuh selama sembilan bulan sebelum dilahirkan.



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

*Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut dengan ungkapan di bawahnya.*

- a. testis
- b. sperma
- c. ovarium
- d. menstruasi
- e. gestasi
- f. uterus
- g. semen
- h. ovulasi

- 1. Sel kelamin jantan
- 2. Organ reproduksi penghasil ovum
- 3. Masa kehamilan
- 4. Organ penghasil spermatozoa.
- 5. Tempat embrio tumbuh dan berkembang
- 6. Saluran yang menghubungkan ginjal dengan kandung kemih.
- 7. Cairan dari kelenjar seminal.
- 8. Proses peluruhan dinding endometrium uterus.

### Pengecekan Konsep

- 1. Berikut ini adalah alat reproduksi pria, kecuali ...
  - a. penis
  - b. testis
  - c. ureter
  - d. skrotum
- 2. Sperma disalurkan ke luar tubuh melalui ...
  - a. testis
  - b. skrotum
  - c. kelenjar seminal
  - d. uretra

- 2. Urutan yang benar pada sistem reproduksi wanita adalah ...
  - a. ovarium - oviduk - uterus - vagina
  - b. oviduk - ovarium - vagina - uterus
  - c. uterus - oviduk - ovarium - vagina
  - d. ovarium - vagina - uterus - oviduk
- 3. Manakah pernyataan yang benar?
  - a. bila ovum masak, dinding rahim menebal.
  - b. bila ovum masak, dinding rahim menipis.
  - c. bila menstruasi, dinding rahim menebal
  - d. bila dinding rahim menipis, terjadi ovulasi.
- 4. Proses penyerapan kembali cairan tubuh disebut ...
  - a. resitasi
  - b. absorpsi
  - c. reabsorpsi
  - d. filtrasi
- 5. Fertilisasi pada manusia terjadi di ...
  - a. vagina
  - b. uterus
  - c. ovarium
  - d. oviduk
- 6. Pada kembar identik ....
  - a. satu ovum dibuahi dua sperma
  - b. dua ovum dibuahi dua spermah
  - c. satu ovum dibuahi satu sperma
  - d. dua ovum dibuahi satu sperma
- 7. Berikut ini gejala AIDS kecuali ...
  - a. hilang selera makan
  - b. tubuh lemah
  - c. flu tidak sembuh-sembuh
  - d. timbul bisul di kemaluan.
- 8. Bakteri *Triponema pallidum* penyebab penyakit ...
  - a. sifilis
  - b. herpes

- c. gonorrhoea
- d. AIDS

---

### Pemahaman Konsep

---

1. Jelaskan apa fungsi utama sistem reproduksi
2. Sebutkan secara urut jalur perjalanan sperma dari testis.
3. Apa yang terjadi pada sel telur setelah dibuahi

---

### Berfikir Kritis

---

Ada satu penyakit kelamin wanita yang disebut dengan herpes simpleks genitalis, sedangkan di masyarakat pernah kita mendengar ada pria menderita penyakit kulit yang bernama herpes juga. Samakah kedua penyakit tersebut?

---

### Pengembangan Keterampilan

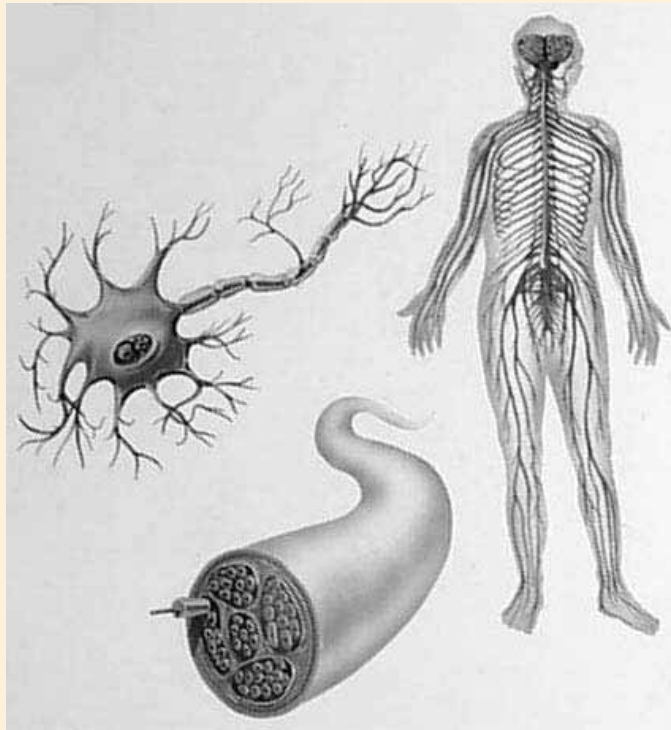
---

1. **Membaca.** Carilah bacaan di majalah atau buku-buku sumber lain yang menceritakan tentang kegagalan fungsi penyakit AIDS. Buatlah karangan dengan bahasamu sendiri untuk menceritakan usaha-usaha apa saja yang bisa kita lakukan untuk mencegah penularan AIDS.
2. **Membuat tabel.** Buatlah sebuah tabel yang membandingkan antara kembar identik dengan kembar fraternal.

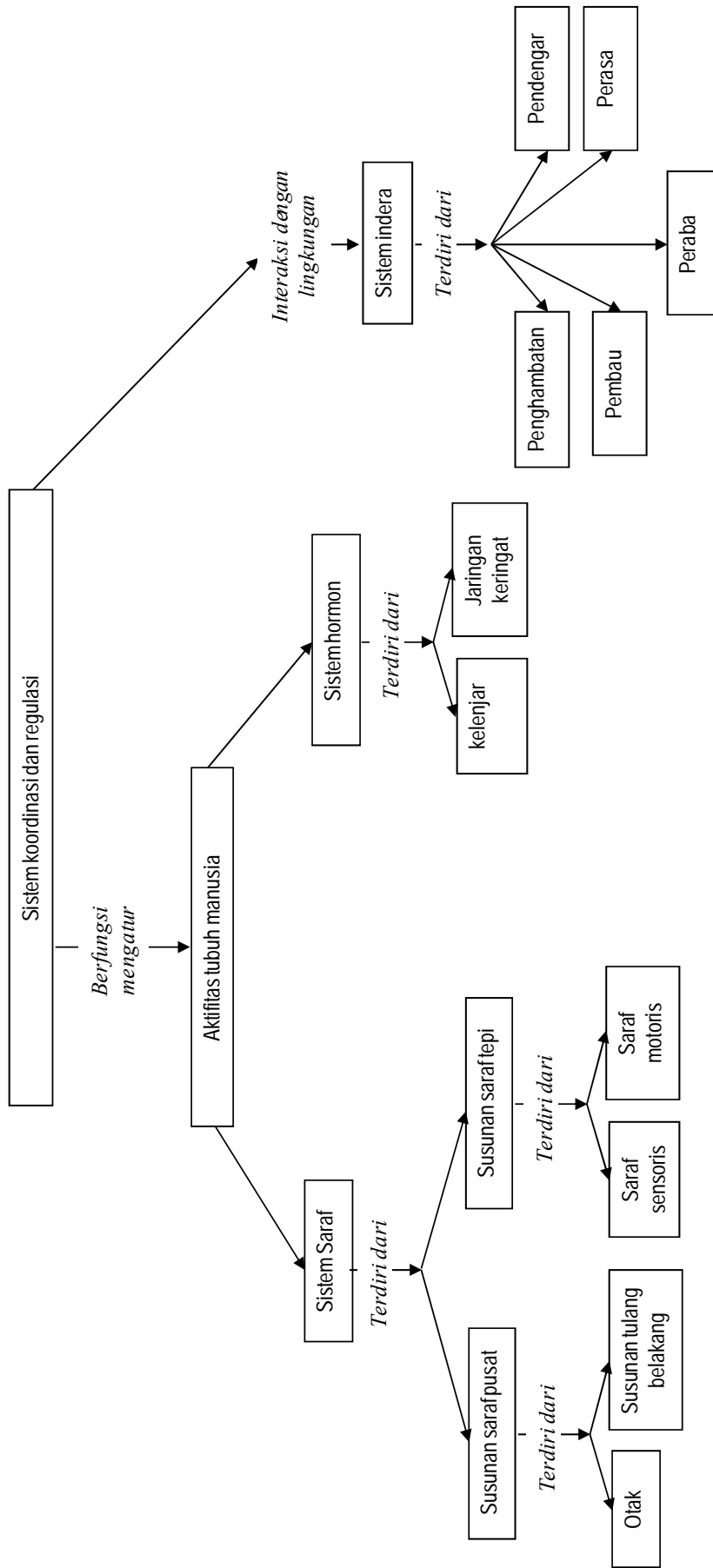
## BAB 3

# Sistem Koordinasi, Regulasi dan Indra Manusia

- A Sistem Koordinasi dan Regulasi
- B. Sistem Indera
- C. Gangguan Kesehatan pada Sistem Koordinasi, Regulasi, dan Indera



## Peta Konsep Sistem Koordinasi Manusia



# Sistem Koordinasi Manusia Regulasi dan Indera Manusia

Pernahkah tanganmu menyentuh benda yang panas? Bagaimana reaksi tanganmu atau tubuhmu? Bagaimana hal tersebut bisa terjadi? Bila kamu mendengar seseorang memanggil namamu, tentunya kamu akan menoleh, bagaimana hal tersebut bisa terjadi?

Ada sesuatu dari luar yaitu panasnya benda yang kamu sentuh, atau suara panggilan dari temanmu. Tubuhmu memberikan tanggapan terhadap rangsang dari luar tersebut. Jantung berdebar dan tangan bergegerak spontan karena terkejut, Pernahkah kamu pikirkan mengapa dan bagaimana tubuhmu bisa memberi tanggapan atau respon seperti itu? Sistem koordinasi, regulasi, dan indera bersama-sama terlibat dalam proses tersebut.

Pada bab ini kamu akan mempelajari mengapa dan bagaimana kita dapat memberi tanggapan atau respon terhadap rangsang dari luar. Untuk mulai mempelajari bab ini, awalilah dengan mengerjakan Kegiatan Penyelidikan berikut.

## Kegiatan Penyelidikan



### Berapa Lama Kita Merespon Rangsang?

1. Bekerjalah dengan temanmu dalam kelompok. Pilihlah satu orang dalam kelompok sebagai pengukur waktu dengan stopwatch, satu orang sebagai pencatat waktu, satu orang sebagai teman yang memberikan kejutan, dan seorang yang akan menunjukkan responnya.
4. Mintalah temanmu yang akan menunjukkan responnya berdiri membelakangi teman yang akan memberikan kejutan. Dua teman lain harus bersiap-siap di samping teman yang memberi kejutan.
5. Dengan tiba-tiba sentuhkan ujung penggaris di lengan teman yang akan memberikan respon. Bagaimana respon temanmu itu?



## Jurnal IPA

Di dalam Jurnal IPA-mu, tuliskan data pengamatanmu, selanjutnya berikan penjelasan bagaimanakah perbedaan dalam menanggapi rangsang antara satu orang dengan orang lain.



# Sistem Koordinasi dan Regulasi

## Kata-kata IPA

Neuron  
 Saraf  
 Dendrit  
 Akson  
 Sinaps  
 Otak  
 Sumsum tulang belakang  
 Cerebrum (otak besar)  
 Cerebellum (otak kecil)  
 Medulla oblongata  
 Refleks  
 Hormon  
 Jaringan Target  
 Kelenjar hipofisis  
 Kelenjar pankreas  
 Kelenjar Suprarenalis

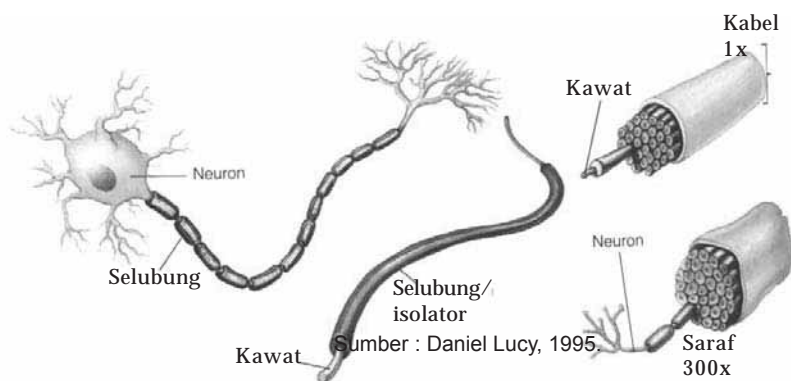
Dari kegiatan penyelidikan tersebut kamu dapat mengukur betapa cepat respon yang kita berikan terhadap rangsangan dari luar. Sesuatu yang luar biasa tentu telah terjadi dalam tubuh kita.

Manusia merupakan makhluk hidup yang memiliki sistem pengaturan yang paling rumit. Pengaturan seluruh aktifitas tubuh kita dilakukan secara rapi oleh sistem koordinasi dan sistem regulasi, terdiri dari sistem saraf dan hormon.

## Sistem Saraf

Sel saraf merupakan bagian utama pada sistem saraf. Sel saraf membawa pesan melalui sistem saraf. Tubuhmu mengandung berjuta-juta sel saraf. Sel saraf disebut neuron.

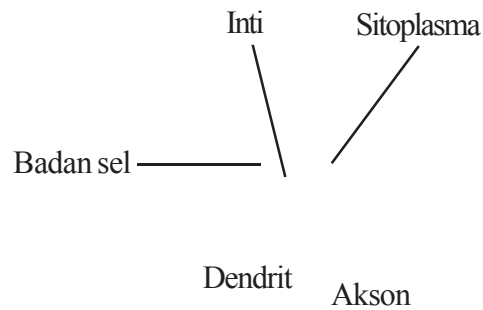
Neuron seringkali diperbandingkan dengan kawat listrik yang sangat kecil dan panjang. Kawat membawa pesan dan memiliki pembungkus (isolator) di luarnya. Kawat biasanya menghubungkan dua hal seperti misalnya sumber listrik dengan lampu. Neuron juga sangat kecil dan juga dapat sangat panjang. Neuron dapat memiliki ukuran panjang sampai satu meter di beberapa bagian tertentu dari tubuhmu. Neuron juga memiliki pembungkus. Neuron membawa pesan ke seluruh tubuhmu. Neuron memungkinkan bagian tubuh yang satu berekoordinasi dengan bagian tubuh yang lain. Gambar 3.1 menunjukkan bagaimana sebuah saraf dibandingkan dengan kabel.



**Gambar 3.1**

Neuron dan saraf-saraf dapat diperbandingkan dengan kawat dan kabel-kabel.

Sumber : Daniel Lucy, 1995  
 Sumber: Daniel Lucy, 1995

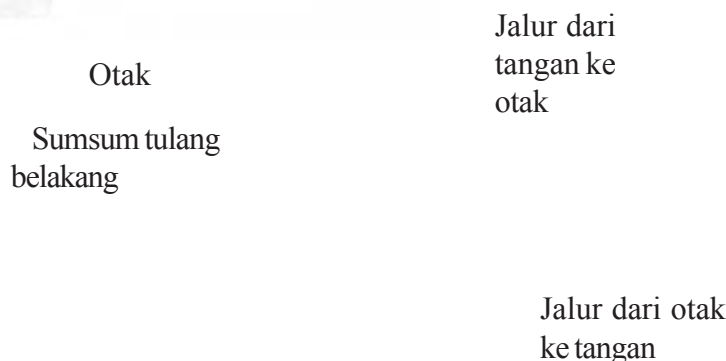


**Gambar 3.2**

Bentuk neuron yang kecil dan panjang membantunya menjalankan fungsinya mengirim pesan.

Kita juga dapat membandingkan sebuah kabel dengan sebuah saraf. Sebuah kabel terbuat dari beberapa kawat yang dibungkus bersama, sehingga membentuk kabel yang tebal dan besar. Sebuah saraf merupakan beberapa neuron yang dibungkus bersama-sama. Saraf dapat juga besar dan tebal. Gambar 3.1 membandingkan sebuah kabel dan sebuah saraf. Pada gambar tersebut juga ditunjukkan seberapa besar saraf dibandingkan dengan sebuah neuron tunggal.

Sebuah neuron ditunjukkan pada Gambar 3.2 memiliki bagian-bagian yang juga dimiliki oleh sel-sel yang lain, seperti intisel dan sitoplasma. Terdapat sedikit perbedaan antara sel yang lain dengan neuron. Dua perbedaan yang dimaksud adalah ukuran dan bentuk neuron. Neuron berbentuk panjang dan kecil, sehingga dapat melakukan fungsinya dengan baik. Perbedaan ketiga antara neuron dengan sel yang lain adalah pada bentuk ujungnya. Ujung-ujung neuron bercabang-cabang. Satu ujung disebut dendrit. Dendrit adalah bagian neuron yang menerima pesan dari neuron tetangganya. Ujung yang lain biasanya lebih panjang disebut akson. Akson adalah bagian dari neuron yang berfungsi mengirim pesan ke neuron-neuron sekitar atau ke organ tubuh.



**Gambar 3.3**

Saraf yang membawa pesan dari otak berbeda dengan jalur saraf yang membawa pesan ke otak.

### Lab Mini 3.1

#### Pengecekan keterampilan Interpretasi diagram

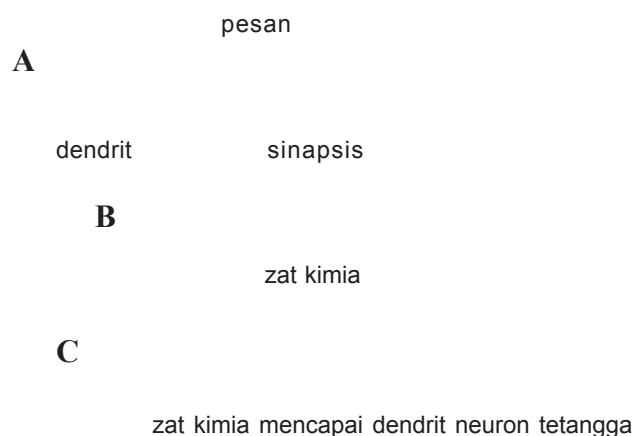
1. Amati Gambar 3.3
2. Bagaimana pesan disampaikan dari satu neuron ke neuron yang lainnya

## Jalur Pesan

Bagaimana saraf membawa pesan dari satu bagian tubuh ke bagian tubuh yang lainnya? Gambar 3.4 menunjukkan seperti apa jalur saraf tersebut. Terdapat tiga hal penting yang dapat dilihat di dalam diagram tersebut.

1. Jalur yang membawa pesan dari otak ke tangan tidak sama dengan jalur yang membawa pesan dari tangan ke otak.
2. Neuron yang membentuk satu jalur panjang tidak bersentuhan satu sama lain. Terdapat satu celah sangat kecil antara satu neuron dengan neuron yang lainnya. Celah tersebut dinamakan sinaps . Sinaps adalah celah kecil antara ujung akson suatu neuron dengan dendrit dari neuron tetangga.
3. Dendrit dari satu neuron selalu berhubungan dengan akson dari neuron yang lain.

Pesan bergerak sepanjang satu neuron, dari ujung yang satu ke ujung yang lainnya. Pesan merupakan muatan listrik yang bergerak sepanjang akson seperti halnya listrik mengalir di dalam kawat. Pesan ini mengalir dalam neuron dari ujung dendrit ke ujung akson. Bagaimana pesan ini diangkut di dalam sinaps antara satu neuron dengan neuron yang lain? Gambar 3.3 menunjukkan bagaimana pesan menyeberang di sinaps. Pertama pesan bergerak dari ujung dendrit ke ujung akson (Gambar 3.3 A). Berikutnya, pesan mencapai ujung akson



**Gambar 3.4**

Pesan bergerak dari satu neuron ke neuron berikutnya dengan bantuan zat kimia pembawa pesan untuk menyeberang sinaps.

Sumber : Daniel Lucy, 1995.

(**Gambar 3.4B**) Terdapat zat kimia yang dikeluarkan oleh akson, bila pesan telah mencapai ujung akson. Zat kimia ini kemudian melewati sinaps dan mencapai ujung dendrit neuron berikutnya (**Gambar 3.4C**). Zat kimia melepaskan pesan, dan pesan meneruskan pergerakannya melalui neuron berikutnya.

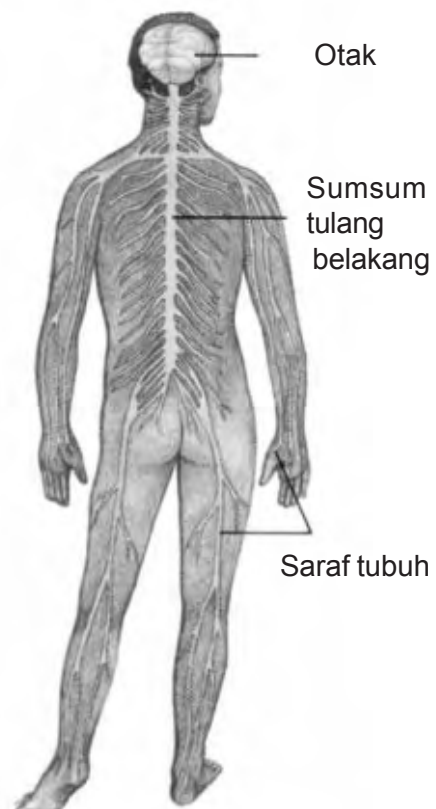
Sekarang kamu tahu mengapa jalur yang ditempuh untuk membawa pesan dari otak ke tangan dan dari tangan ke otak berbeda. Pesan tidak bergerak dalam dua arah sepanjang neuron yang sama. Hanya bagian akson dari neuron yang mengeluarkan zat kimia yang dapat menyeberangi sinaps.

## Susunan dan Fungsi Saraf Pusat dan Saraf Tepi

Sel-sel saraf membentuk tiga bagian atau area penting dari sistem sarafmu. Bagian yang dimaksud adalah otak, sumsum tulang belakang, dan saraf-saraf tubuh. Otak dan sumsum tulang belakang merupakan **saraf pusat**, sedangkan saraf-saraf tubuh merupakan **saraf tepi**

Organ utama pertama sistem saraf manusia adalah otak. **Otak** adalah organ yang mengirim dan menerima pesan ke dan dari seluruh bagian tubuh. Otak juga berfungsi merekam dan menginterpretasikan pesan. Otak tersusun dari berjuta-juta neuron.

Bagian utama kedua sistem saraf manusia adalah sumsum tulang belakang. **Sumsum tulang belakang** adalah bagian yang membawa pesan dari otak ke saraf-saraf tubuh atau dari saraf tubuh ke otak. Pesan berjalan ke atas pada jalur menuju ke otak dan turun ke sumsum tulang belakang menuju ke saraf tubuh. Sumsum tulang belakang tersusun dari berjuta-juta neuron. **Gambar 3.5** menunjukkan lokasi sumsum tulang belakangmu, persis di tengah-tengah tubuhmu bagian belakang.



Sumber : Daniel Lucy, 1995.

**Gambar 3.5**  
Bagian-bagian sistem saraf

Gambar 3.6 menunjukkan seberapa baik otak dan sumsum tulang belakang dilindungi dari kerusakan. Keduanya dilindungi oleh tulang dan selaput. Keduanya juga diselaputi oleh cairan. Otak dilindungi oleh tulang tengkorakmu. Sumsum tulang belakang dilindungi oleh tulang *vertebrae*. Apa arti kata *vertebrae*?

Bagian ketiga dari sistem sarafmu adalah kelompok saraf yang memasuki dan meninggalkan sumsum tulang belakang. Kelompok saraf itu disebut saraf-saraf tubuh. Saraf-saraf tubuh menghubungkan organ, otot, dan kulit dengan sumsum tulang belakang. Pesan bergerak sepanjang saraf tubuh dari organ atau otot ke sumsum tulang belakang, kemudian ke otak. Pesan juga bergerak dari otak ke sumsum tulang belakang, dan kemudian ke sepanjang saraf tubuh ke organ atau otot. Saraf tubuh dapat diibaratkan kawat listrik yang berasal dari sumber listrik ke rumah-rumahmu.

Tengkorak

Otak

Selaput

Sumsum  
tulang  
belakang

Tulang  
belakang

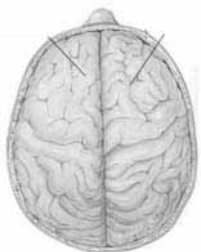
**Gambar 3.6**

Otak dan sumsum tulang belakang dilindungi dengan baik oleh tulang dan selaput

## Fungsi Otak

Otak, seperti halnya organ yang lain terdiri dari bagian-bagian yang berbeda. Tiap bagian memiliki fungsi yang berbeda-beda. Otak manusia terdiri dari tiga bagian utama. Marilah kita melihat lebih seksama masing-masing bagian. Bagian-bagian yang dimaksud adalah cerebrum, cerebellum, dan medula oblongata. Cerebrum (otak besar) adalah bagian otak yang mengontrol pikiran, nalar, dan indera. Perhatikan Gambar 3.7A, sebagian besar apa yang kamu lihat adalah cerebrum. Cerebrum merupakan bagian otak yang paling besar. Bagian ini memiliki lipatan-lipatan.

Cerebrum memiliki beberapa fungsi. Salah satu fungsinya adalah menyimpan pesan. Biasanya fungsi ini disebut memori. Cerebrum menerima pesan dari seluruh alat indera, misalnya bunyi yang mungkin diinterpretasikan sebagai musik, ketawa, atau bunyi peluit. Penglihatan mungkin diinterpretasikan sebagai warna bunga yang cerah atau awan yang gelap. Cerebrum juga merupakan pusat kontrol otot. Pesan untuk gerakan tangan dan kaki dimulai dari cerebrum. Pesan tentang sakit atau sentuhan berakhir pada cerebrum. Cerebrum juga mengontrol kepribadian. Beberapa fungsi cerebrum bersifat sadar. Sadar artinya dapat kontrol. Sebagai contoh kamu memutuskan untuk menggerakkan kakimu, kemudian kamu melakukannya. Gambar 1.20B juga menunjukkan cerebrum dilihat dari sisi. Cerebrum dibagi menjadi belahan kiri dan kanan. Belahan kanan cerebrum mengontrol bagian kiri tubuh dan



Cerebrum

Cerebrum belahan

Kiri

Kanan

Cerebellum

Medulla oblongata

Pandangan samping (A)

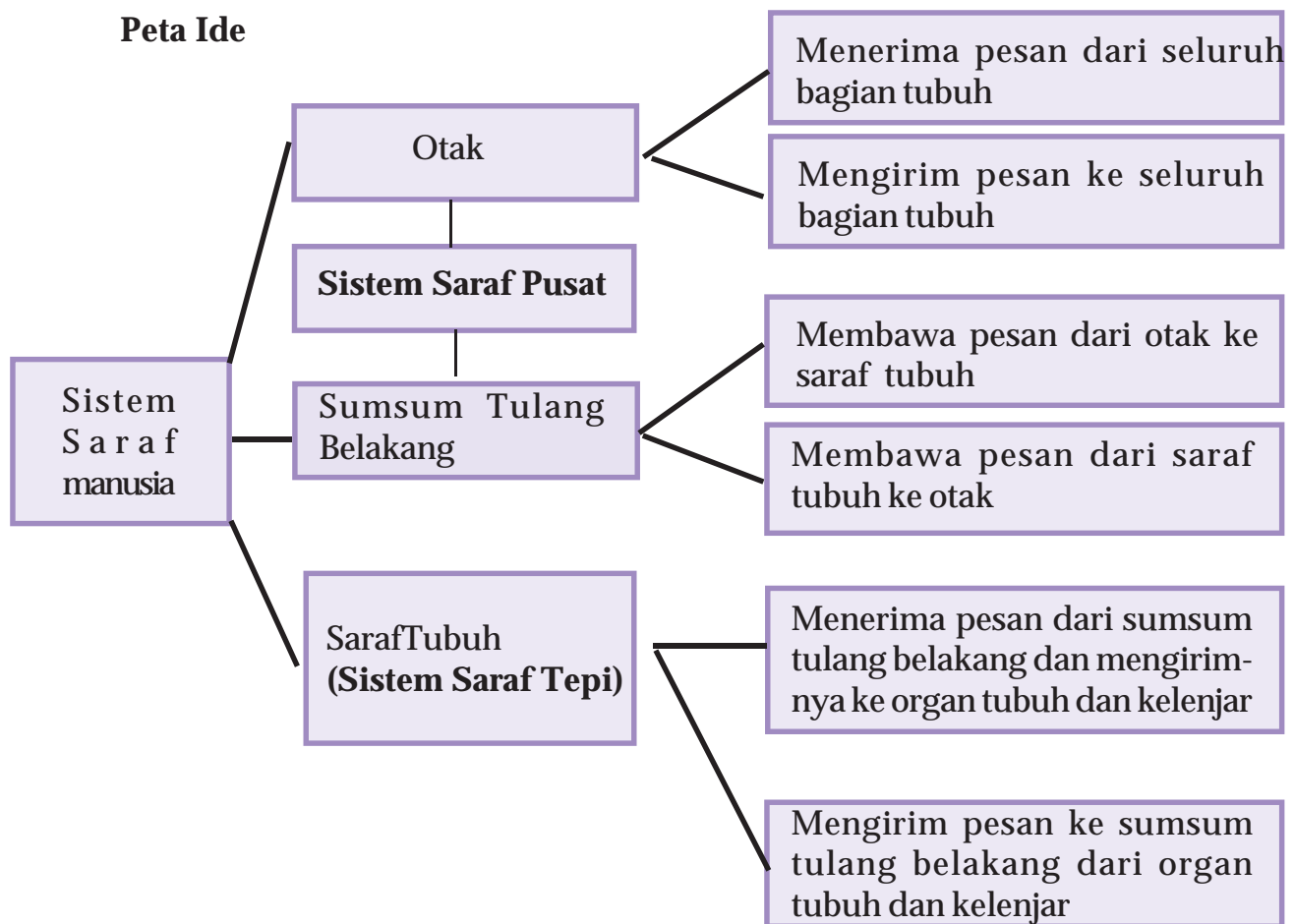
Sumber : Daniel Lucy, 1995.

Pandangan dari atas (B)

### Gambar 3.7

Tiga bagian utama otak adalah cerebrum, cerebellum, dan medulla oblongata. Bagian mana yang mengontrol fungsi-fungsi tak sadar? **Medulla oblongata**

## Peta Ide



### Lab Mini 3.2

#### Apakah refleks mata itu?

Amatilah: Bekerjalah berpasangan, tutup salah satu mata, kemudian sinari mata yang lain dengan lampu senter kecil. Bukalah penutup mata, apakah ukuran pupil pada kedua mata sama?

juga menerima pesan dari bagian kiri tubuh. Bagian kiri cerebrum mengontrol bagian kanan tubuh dan juga menerima pesan dari bagian kanan tubuh.

Temukan lokasi cerebellum pada **Gambar 3.7 Cerebellum** (otak kecil) adalah bagian otak yang membantu kamu bergerak secara lemah lembut dan gemulai tidak kaku seperti robot. Bagaimana ukuran cerebellum dibandingkan dengan cerebrum? Di mana cerebellum berlokasi, di depan atau di belakang kepalamukah? Semua saraf yang masuk dan meninggalkan otak yang berasal dari dan menuju ke otot mengirim pesan ke cerebellum. Cerebellum membantumu agar tetap seimbang. Kerja cerebellum bersifat tidak sadar, artinya kamu tidak dapat

Bagian ketiga dari otak adalah medulla oblongata. Medulla oblongata tampaknya mirip dengan sumsum tulang belakang, tetapi fungsinya sangat berbeda. **Medulla oblongata** adalah bagian otak yang berfungsi mengontrol denyut jantung, pernapasan, dan tekanan darah. Semua pekerjaan yang ditangani oleh medulla oblongata bersifat di luar



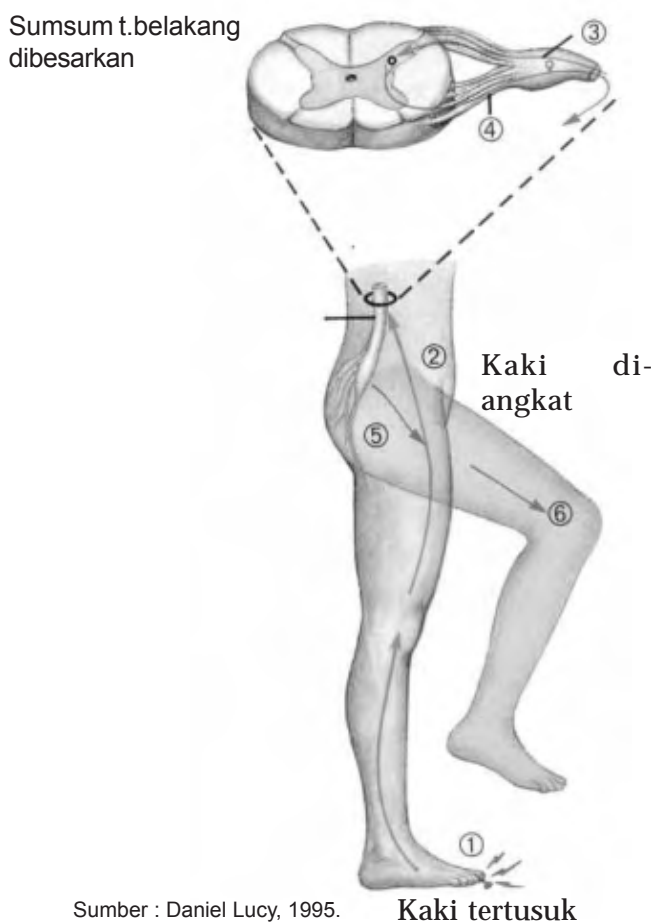
kesadaran. Kerja medulla oblongata tidak memerlukan kamu berfikir terlebih dahulu. Apakah kamu perlu berfikir terlebih dahulu sebelum jantungmu berdenyut?

## Refleks

Dalam banyak kasus, beberapa pesan yang diterima oleh tubuhmu sampai ke otak terlebih dahulu sebelum kamu bereaksi. Pikirkanlah apa yang terjadi ketika kamu melihat sebuah bola melayang menuju ke arahmu. Kamu akan mengangkat tanganmu atau kamu akan menunduk setelah otakmu menerima pesan bahwa bola sedang menuju ke arahmu.

Beberapa pesan tidak demikian. Pesan tersebut menuju ke sumsum tulang belakang dan dengan cepat kembali ke otot. Tubuh dapat bereaksi dalam waktu yang sangat pendek. Gerakan cepat, adalah reaksi perlindungan yang terdapat di dalam sistem saraf dan disebut **refleks**.

Bagaimana refleks bekerja? Berpikirlah apa yang terjadi pada saat terjadi kecelakaan. Ikutilah nomor tahap yang terdapat di dalam **Gambar 3.8**. Samakah dengan mekanisme kerja refleks mata? Lakukan Kegiatan **Lab Mini 3.2**.



Sumber : Daniel Lucy, 1995.

**Gambar 3.8**

Pada refleks, pesan bergerak dari bagian tubuh ke sumsum tulang belakang dan kembali ke bagian tubuh tersebut. Pada contoh di gambar tersebut, kaki yang tertusuk kemudian secara refleks diangkat.

Empat hal berikut ini adalah benar tentang refleks. Pertama refleks bersifat tidak sadar; Kedua refleks terjadi amat cepat; Ketiga refleks mungkin melibatkan atau tidak melibatkan otak. Contoh pada saat tertusuk, otak mungkin akan menerima pesan sakit, tapi pesan itu baru sampai ke otak setelah kamu menarik kakimu. Jika pesan diterima oleh otak sebelum kamu menarik kaki, hal ini akan membutuhkan lebih banyak waktu, dan kerusakan mungkin akan lebih parah. Hal ini akan membawa kita kepada hal yang keempat tentang refleks, yaitu kebanyakan refleks bermanfaat. Refleks membantumu melindungi diri dari bahaya. Batuk dan bersin adalah refleks. Bagaimana batuk dan bersin melindungi dirimu? Seberapa cepat waktu yang diperlukan saraf untuk merespon suatu aksi? lakukan **kegiatan 3.1.** untuk mengetahui jawabannya.



## Kegiatan Laboratorium

### Waktu Reaksi

Masalah : Apa yang dapat mengubah waktu reaksi?  
Keterampilan : Merumuskan hipotesis, Menghitung, Menginferensi  
Alat/Bahan : Penggaris

#### Prosedur

Waktu reaksi adalah berapa lama pesan berjalan sepanjang jalur sarafmu

1. Buatlah tabel data dengan meniru contoh pada LKS 7-09.
2. Tugaskanlah temanmu untuk memegang penggaris pada ujungnya, dengan nomor besar di atas.
3. Tempatkan ibu jari dan jari telunjuk tangan kirimu rapat satu sama lain, tapi tidak saling menyentuh, di ujung penggaris dengan nomor kecil.
4. Ketika temanmu menjatuhkan penggaris itu, cobalah untuk menangkapnya dengan menggunakan ibu jari dan jari telunjukmu.
5. Catatlah angka tertinggi tempat di mana kamu dapat menangkap penggaris tadi.
6. Ulangi langkah 2 sampai dengan 5 sebanyak tiga kali.
7. Buatlah dugaan apakah kamu akan menangkap penggaris lebih cepat apabila kamu menggunakan tangan kanan. Tulislah hipotesismu pada buku catatanmu.
8. Sekarang giliran temanmu yang menangkap dan kamu yang menjatuhkan penggaris.
9. Hitunglah: Untuk melengkapi tabel datamu hitunglah waktu dalam detik yang diperlukan oleh penggaris untuk jatuh. Kalikanlah jarak dengan 0,01. Gunakan kalkulator jika kamu punya.
10. Hitunglah reratanya untuk setiap kolom.

### Data Hasil Pengamatan

1. Kamu dapat menangkap penggaris lebih cepat menggunakan tangan kiri atau kanan?
2. Tangan mana yang kamu gunakan untuk menulis?

### Analisis dan Penerapan

1. Cek hipotesismu: Apakah data hasil percobaan mendukung hipotesismu? Mengapa ya atau mengapa tidak?
2. Inferensi: Bandingkan hasilmu dengan hasil yang diperoleh teman sekelas. Tangan mana yang lebih cepat untuk menangkap penggaris? Mengapa? Tangan mana yang digunakan untuk menulis?
3. Mengapa perlu dilakukan beberapa kali percobaan?

### Penerapan:

Mengapa pesan yang bergerak sepanjang jalur saraf membutuhkan waktu?

### Pengembangan:

Rancanglah suatu eksperimen untuk menunjukkan apakah umur mempengaruhi waktu reaksi seseorang?

---

## Sistem Hormon

Pernahkah kamu mendengar berita tentang pria tertinggi di Indonesia ” dan “wanita terpendek di dunia”?. Di pertunjukan sirkus kamu sering melihat pemain yang badannya tinggi sekali melebihi orang normal , atau badut yang kerdil. Manusia-manusia yang disebutkan tadi termasuk kelompok yang mengalami kelainan. Sebagian besar kelainan tadidisebabkan oleh gangguan (kerusakan) sistem hormon atau sistem endokrin.

Sistem hormon merupakan sistem untuk mengirim pesan keseluruh tubuh, namun pesan tidak dihantarkan melewati saraf. Sistem hormon tersusun dari jaringan kelenjar-kelenjar di seluruh tubuh. **Hormon** adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh kelenjar. Kelenjar tersebut tidak mempunyai saluran sendiri untuk mengirimkan hormon yang diproduksinya, oleh karena itu kelenjar hormon disebut pula **kelenjar buntu**. Hormon diperlukan dalam jumlah yang sangat sedikit dan bergerak langsung dari kelenjar ke aliran darah. Jaringan khusus yang dipengaruhi oleh hormon disebut **jaringan target**. Jaringan sasaran suatu hormon terkadang terletak jauh dari kelenjar yang menghasilkannya. Pada Gambar 3.9 ditunjukkan letak delapan kelenjar hormon pada tubuh manusia.

#### Kelenjar Hormon

Kelenjar hipofisis

Kelenjar tiroid

Kelenjar paratiroid

Kelenjar timus

Kelenjar anak ginjal

Kelenjar ovarium

Kelenjar testes

## Kelenjar hipofisis.

Kelenjar hipofisis atau pituitari berbobot sekitar 0,5 gram, berukuran sekitar 10X13X6 mm. Walaupun amat kecil dan ringan, hipofisis berperan sangat penting dalam mengatur kerja hormon-hormon yang lain. Karena mengatur kerja hormon-hormon lain inilah, maka hipofisis disebut sebagai master gland atau kelenjar induk. Terdapat beberapa macam hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis, antara lain :

1. Hormon pertumbuhan, disebut pula somatotropin yang berfungsi mengatur pertumbuhan tubuh. Hormon ini bekerja sama dengan hormon yang dihasilkan kelenjar tiroid.
2. Hormon perangsang pertumbuhan sel telur maupun sperma yang disebut gonadotropin
3. Hormon TSH (Thyroid Stimulating Hormon), yang bertugas mengatur kegiatan kelenjar gondok.
4. Hormon ACTH (Adreno Cortico Tropic Hormon), yang bertugas mengatur kegiatan kelenjar anak ginjal.
5. Hormon pengatur pengeluaran air seni, yang disebut vassopresin.
6. Hormon yang mempengaruhi dinding otot rahim pada wanita menjelang proses persalinan, yang disebut hormon oksitosin .
7. Hormon yang mempengaruhi produksi air susu ibu, yang disebut prolaktin.

**Gambar 3.9**

Delapan kelenjar hormon pada tubuh manusia

## Kelenjar Gondok dan Anak Gondok.

Kelenjar gondok berjumlah sepasang dan terletak di leher, tepat di bagian depan tenggorokan dan dibagian bawah jakun (Gambar 3.11) . Hormon yang dihasilkan oleh kelenjar gondok berfungsi mengatur metabolisme dan mempengaruhi mental dan tubuh. Bila hormon yang dihasilkannya terlalu banyak, maka seseorang akan mengalami peningkatan metabolisme yang ditandai dengan badan kurus, mata melotot dan disertai gemetar pada tangan yang disebut tremor. Bila pada masa anak-anak, kelenjar tidak cukup menghasilkan hormon tersebut, maka akan terjadi kekerdilan.

**Gambar 3.10**

Kelenjar Hipofisis

Kekurangan hormon yang dikaitkan dengan kelenjar tiroid dapat disebabkan oleh air minum yang kurang mengandung yodium .

Kelenjar paratiroid berjumlah dua pasang dan menempel pada bagian belakang kelenjar tiroid. Kelenjar ini menghasilkan hormon paratiroid. Hormon tersebut bertugas mengatur kadar kalsium darah.

### Kelenjar Pankreas.

Kelenjar pankreas menghasilkan hormon insulin dan glukagon. Kerja ke dua macam hormon tersebut berlawanan. Insulin bertugas mengatur kadar gula darah dengan cara menyimpannya sebagai glikogen yang disimpan di otot, sedangkan glukagon bertugas mengatur pengubahan glikogen menjadi glukosa. Kekurangan hormon insulin akan menyebabkan penyakit kencing manis atau diabetes mellitus.



**Gambar 3.11**  
Kelenjar Gondok dan Anak Gondok

### Kelenjar Anak Ginjal (Suprarenalis)

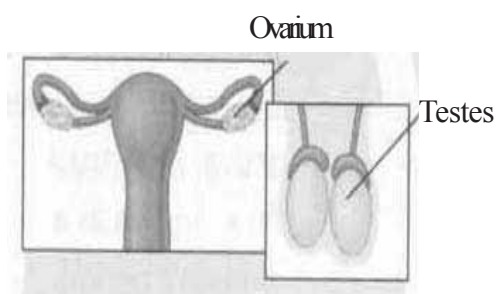
Kelenjar suprarenalis (terdiri dari bagian kulit (korteks) dan sumsum (medulla)). Bagian korteks menghasilkan hormon glukokortikoid , aldosteron dan testosteron. Hormon-hormon tersebut bekerja mengatur kadar cairan tubuh dan mempengaruhi perkembangan alat kelamin. Bagian sumsum atau medulla menghasilkan adrenalin yang bertugas meningkatkan denyut jantung, frekuensi pernapasan dan tekanan darah. Hormon adrenalin mempunyai pengaruh yang lebih cepat dibanding hormon-hormon yang lain.



### Kelenjar Kelamin.

Kelenjar kelamin laki-laki disebut testis (Gambar6) dan hormon yang dihasilkan disebut testosteron. Hormon ini berfungsi mengatur timbulnya sifat khusus pada laki-laki. Sifat tersebut disebut sifat kelamin sekunder laki-laki yang ditandai dengan bentuk dada bidang, adanya cambang, kumis dan suara membesar.

**Gambar 3.12**  
Kelenjar Pankreas



**Gambar 3.13**  
Kelenjar Kelamin

Kelenjar kelamin pada wanita adalah ovarium (Gambar 3.13) yang menghasilkan hormon estrogen dan progesteron. Hormon estrogen berfungsi mengatur timbulnya sifat khas pada wanita seperti adanya buah dada, pinggul besar, dan suara lembut. Sifat-sifat itu disebut **sifat kelamin sekunder wanita**. Hormon progesteron berfungsi mempersiapkan kehamilan .

## Intisari Subbab



1. Bandingkan fungsi dendrit dan akson!
2. Tuliskanlah lokasi dan fungsi tiga bagian utama otak
3. Bagaimana refleks membantu kita melindungi diri dari kerusakan yang lebih parah? Berilah dua contoh.
4. Hormon-hormon apa saja yang dihasilkan oleh hipofisis?
5. Kelenjar dan organ-organ apa saja yang dipengaruhi oleh hormon-hormon dari kelenjar hipofisis. Gambarkan letak kelenjar dan organ tersebut pada tempat yang sesuai dengan tubuh kita.
6. Buatlah diagram alur untuk menunjukkan keterkaitan antara hipofisis dengan kelenjar maupun organ-organ tubuh yang lain.





Tubuh manusia mempunyai berbagai organ indera. Masing-masing organ indera dikhususkan untuk mendeteksi adanya rangsang tertentu. Mata mendeteksi adanya cahaya. Hidung dan lidah mendeteksi adanya molekul-molekul zat kimia. Telinga mendeteksi adanya getaran atau gelombang udara. Kulit mendeteksi adanya panas, dingin, sentuhan, dan tekanan. Organ indera bisa menentukan adanya rangsang tertentu karena ada sel-sel reseptor. Reseptor adalah bagian saraf yang menanggapi rangsang. Reseptor tertentu peka terhadap rangsang tertentu.

## Kata-kata IPA

Kelopak mata

Sklera

Iris

Pupil

Retina

Sel Pembau

Papila

Gendang Telinga

Koklea

Epidermis

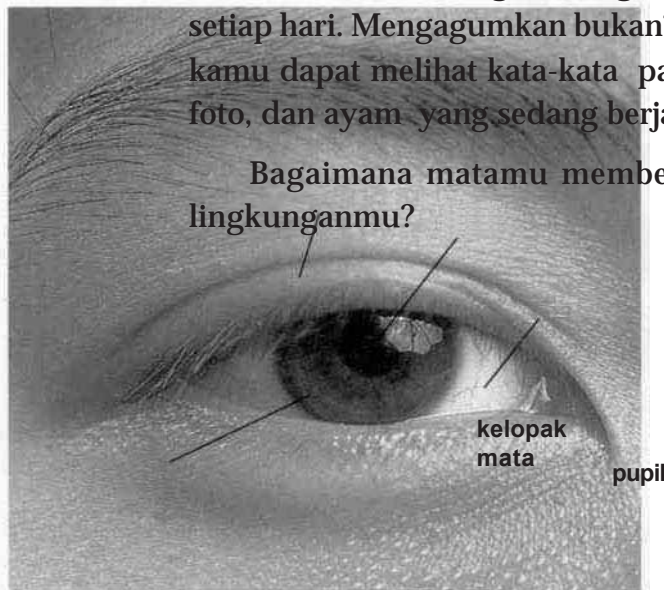
Dermis

## Indera Penglihat

Bagaimana matamu bisa mendeteksi adanya cahaya? Indera penglihat mendeteksi adanya cahaya dengan reseptor di matamu yang bisa menanggapi energi cahaya.

Pikirkan tentang berbagai benda yang kamu lihat setiap hari. Mengagumkan bukan? Dalam satu pandangan, kamu dapat melihat kata-kata pada suatu halaman buku, foto, dan ayam yang sedang berjalan melintasi kebun.

Bagaimana matamu memberitahu tentang keadaan lingkunganmu?



sklera

iris

**Gambar 3.14**

Bagian-bagian mata

Sumber Daniel Lucy, 1995



**Gambar 3.15.**

a. Penampang mata dari samping dan jalan cahaya memasuki mata, b. susunan retina

pertanyaan ini terlebih dahulu perlu diketahui bagian-bagian mata: Apa sajakah bagian-bagian mata manusia? Gambar 3.15 memperlihatkan pandangan depan dan Gambar 3.15 memperlihatkan pandangan samping mata kita.

Susunan mata dan fungsinya adalah seperti berikut:

**Kelopak mata** adalah bagian luar mata (Lihat Gambar 3.15) yang melindungi dan membasahi bagian luar bola mata. Setiap waktu kamu berkedip, cairan menyebar di seluruh bagian depan matamu.

**Sklera** merupakan jaringan kuat, berwarna putih yang menutup bagian luar bola matamu. Sklera melindungi matamu.

**Iris** merupakan otot. Iris mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata. Iris juga merupakan bagian yang memberi warna mata. Bila kamu mengatakan bahwa mata seseorang berwarna biru atau coklat, kamu sedang menunjukkan warna iris.

**Pupil** adalah lubang di tengah-tengah iris. Cahaya memasuki mata melalui pupil. Bila jumlah cahaya yang akan masuk mata berubah, besar iris dan pupil juga berubah. Pupil menjadi lebih besar dalam cahaya remang-remang dan lebih kecil dalam cahaya terang. Mengapa pupil membesar di dalam gelap?

Lapisan luar mata yang jernih adalah **kornea**. Kornea melindungi mata. Kornea tembus cahaya, sehingga cahaya bisa memasuki pupil. Kornea juga membantu mempertemukan berkas-berkas cahaya dengan membengkokkan berkas cahaya saat cahaya tersebut memasuki mata.

**Lensa** adalah bagian jernih mata yang berubah bentuk saat kamu melihat benda dengan jarak yang berbeda. **Otot lensa** menempel pada lensa. Otot lensa menarik dan mengubah bentuk lensa. Proses ini membantu untuk mempertemukan berkas-berkas cahaya dari obyek yang dekat atau jauh.

**Retina** adalah bagian mata yang terletak di bagian belakang. Retina tersusun dari sel-sel saraf yang peka terhadap cahaya. Di dalam retina terdapat sel-sel batang dan sel-sel kerucut. **Sel-sel batang** menanggapi cahaya remang-remang. **Sel-sel kerucut** menanggapi cahaya terang dan warna. Fungsi retina sering disamakan dengan film dalam kamera.

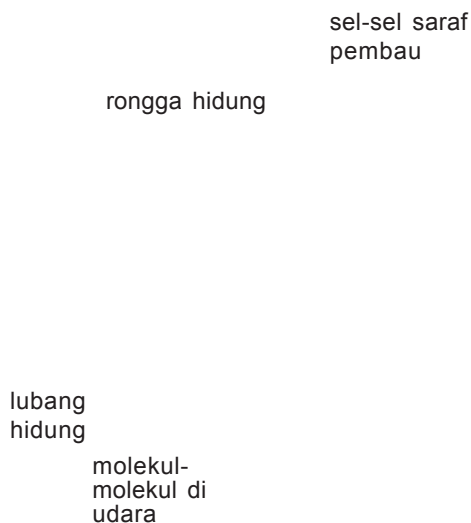
**Cairan vitreus** adalah cairan seperti agar-agar cair yang memenuhi rongga dalam bola mata. Cairan ini mendorong bagian-bagian mata ke arah luar sehingga bentuk mata tetap bulat.

Marilah kita melihat bagaimana bagian-bagian mata di atas meneruskan berkas cahaya ke retina.

Cahaya berjalan dalam garis lurus. Jalan cahaya bisa dibengkokkan. Matamu dilengkapi dengan bangunan yang dapat membengkokkan cahaya. Berkas cahaya pertama kali dibengkokkan oleh kornea dan kemudian oleh lensa. Lensa mengarahkan cahaya ke retina. Di dalam retina, energi cahaya merangsang terbentuknya impuls di dalam sel-sel batang dan sel-sel kerucut. Impuls-impuls tersebut dibawa ke otak melalui saraf penglihat. Di dalam otak impuls diterjemahkan, sehingga kamu melihat apa yang sedang kamu lihat.

## Indera Pembau

Kamu dapat membau makanan karena makanan melepaskan molekul ke udara. Molekul yang lepas ke udara merupakan molekul gas. Rongga hidung berisi sel-sel saraf yang peka terhadap molekul gas (Gambar 3.16).



**Gambar 3.16**

Rongga hidung, saraf pembau, dan jalannya molekul gas ke sel-sel saraf pembau

Sel-sel ini disebut sel-sel pembau. Sel-sel pembau dilembabkan oleh lendir yang dikeluarkan oleh kelenjar. Ketika molekul-molekul gas mengenai sel-sel pembau, sel-sel ini menjadi terangsang. Jika sel-sel pembau terangsang, maka timbul impuls di dalamnya. Impuls-impuls tersebut dihantarkan ke otak melalui saraf pembau. Sesampainya impuls di otak, otak menerjemahkan rangsangan tersebut, sehingga kamu membau.

Jika kamu pernah membau bau tersebut dan masih ingat, kamu dapat menebak macam bau itu. Jika kamu tidak dapat mengingat bau tersebut, bau ini akan diingat dan dikenali di kemudian hari, khususnya jika bau ini tergolong bau yang tidak sedap. Bau tertentu bahkan bisa mengingatkanmu pada kejadian-kejadian saat kamu masih kecil. Berilah contohnya!

## Indera Pengecap

Pernahkan kamu mengecap makanan baru atau obat dengan ujung lidahmu dan merasakan bahwa makanan itu rasanya manis? Kemudian kamu juga terkejut saat menelan obat, ternyata obat itu terasa pahit. Kuncup pengecap di lidahmu adalah reseptor utama untuk mengecap. Kurang lebih sepuluh ribu kuncup pengecap ditemukan di seluruh lidahmu. Kuncup-kuncup pengecap ini memungkinkanmu untuk mengetahui suatu rasa. Perhatikan Gambar 3.17

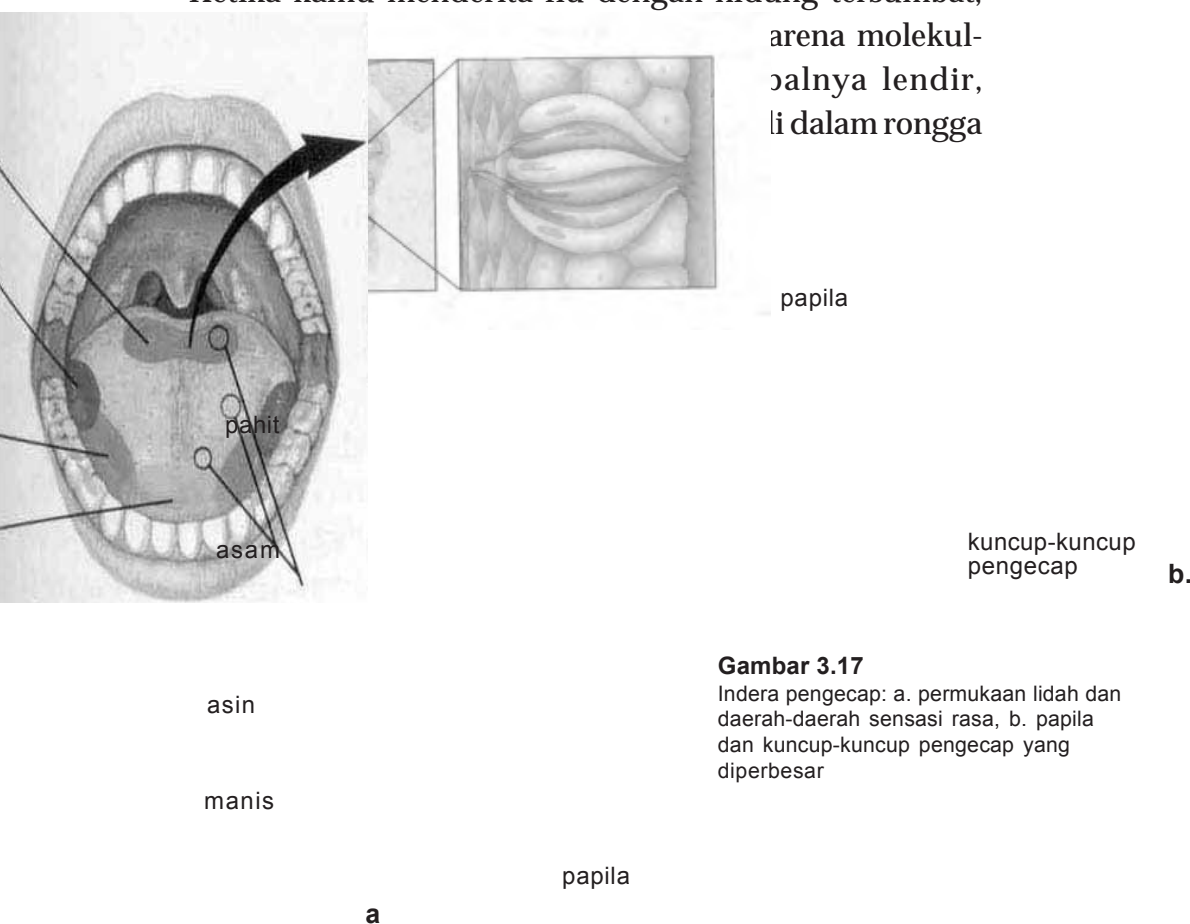
Gambar 3.17 memperlihatkan bahwa permukaan lidahmu mempunyai banyak tonjolan kecil disebut papila. Pada masing-masing papila terdapat lekukan-lekukan kecil yang masing-masing mengandung kuncup pengecap. Kuncup pengecap adalah sel-sel saraf di dalam lidah yang mendeteksi molekul-molekul kimia. Gambar 8.4b memperlihatkan gambar kuncup-kuncup pengecap yang diperbesar.

Kuncup pengecap menanggapi rangsang kimia. Saat kamu memikirkan makanan, mulutmu mulai basah oleh air ludah. Peristiwa ini sangat membantumu untuk mengecap sesuatu. Agar bisa mengecap, molekul makanan harus dilarutkan ke dalam air. Air ludah di dalam mulutmu melarutkan molekul-molekul makanan. Larutan yang mengandung molekul makanan

membasahi seluruh kuncup pengecap, sehingga impuls mulai terbentuk. Impuls ini kemudian dikirimkan ke otakmu. Otak menterjemahkan impuls tersebut dan memberitahumu apa yang kamu kecap.

Kuncup pengecap menanggapi lebih dari satu rasa. Daerah lidah tertentu lebih mudah menanggapi suatu rasa daripada yang lain. Lidah mengecap empat rasa dasar yaitu manis, asin, asam, dan pahit yang dikecap oleh empat macam kuncup pengecap yang berbeda. Gambar 3.17 memperlihatkan daerah-daerah pengecap tersebut. Masing-masing macam terletak di daerah lidah yang berbeda. Kamu tentunya merasakan rasa lain selain empat rasa dasar tersebut. Apabila kamu merasakan rasa selain keempat rasa dasar tersebut, maka yang kamu kecap adalah kombinasi-kombinasi dari empat rasa dasar.

Pernahkan kamu merasa sulit untuk mengecap saat kamu menderita flu dengan hidung tersumbat? Mengapa? Hal itu terjadi karena indera pengecap dan pembau berhubungan. Kedua macam indera ini sama-sama mendeteksi molekul-molekul gas di dalam udara. Ketika kamu menderita flu dengan hidung tersumbat,



**Gambar 3.17**

Indera pengecap: a. permukaan lidah dan daerah-daerah sensasi rasa, b. papila dan kuncup-kuncup pengecap yang diperbesar

### Lab Mini 3.3

#### Bagaimana keseimbangan dipertahankan?

Buatlah dua garis vertikal yang sejajar di papan tulis. Mintalah seorang anggota kelompokmu untuk berdiri di antara dua garis tersebut selurus mungkin selama tiga menit. Amatilah bagaimana temanmu mempertahankan keseimbangan. Kemudian, mintalah temanmu menutup matanya dan berdiri di antara dua garis selama tiga menit lagi. Bagaimana posisi tubuhnya jika dibandingkan dengan posisi tubuh saat kedua matanya terbuka? Bagaimana temanmu mempertahankan keseimbangan? Kapan temanmu lebih susah untuk mempertahankan keseimbangannya?

## Indera Pendengaran

Telinga adalah organ untuk mendeteksi adanya gelombang suara. Gelombang suara adalah molekul-molekul udara yang bergerak membentuk gelombang. Bagaimana telinga mendeteksi gerakan molekul-molekul udara dan memungkinkanmu untuk mendengar? Untuk menjawab pertanyaan ini, terlebih dulu kita lihat bagian-bagian telinga kita (Gambar 3.18.). Telinga manusia terbagi menjadi tiga bagian, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

### 1. Telinga luar

- Daun telinga membantu mengarahkan gelombang suara ke telinga tengah.
- Saluran yang sempit menuju ke telinga tengah disebut saluran telinga. Saluran telinga menyalurkan gelombang suara ke telinga tengah.

### 2. Telinga tengah

- Gendang telinga adalah membran yang bergetar di ujung saluran telinga. Sel-sel di dalam saluran telinga menghasilkan suatu zat kimia seperti lemak, disebut juga lilin telinga. Lilin telinga membantu mengeluarkan serangga dan materi asing lain keluar dari telinga dan mempertahankan gendang telinga tetap lunak.
- Tiga tulang kecil merupakan bagian-bagian utama telinga tengah. Berdasarkan bentuknya, tulang-tulang itu disebut tulang martil, landasan dan sanggurdi. Tulang-tulang ini sangat kecil dan berhubungan satu dengan yang lain dan berhubungan dengan membran di telinga dalam.

### 3. Telinga dalam

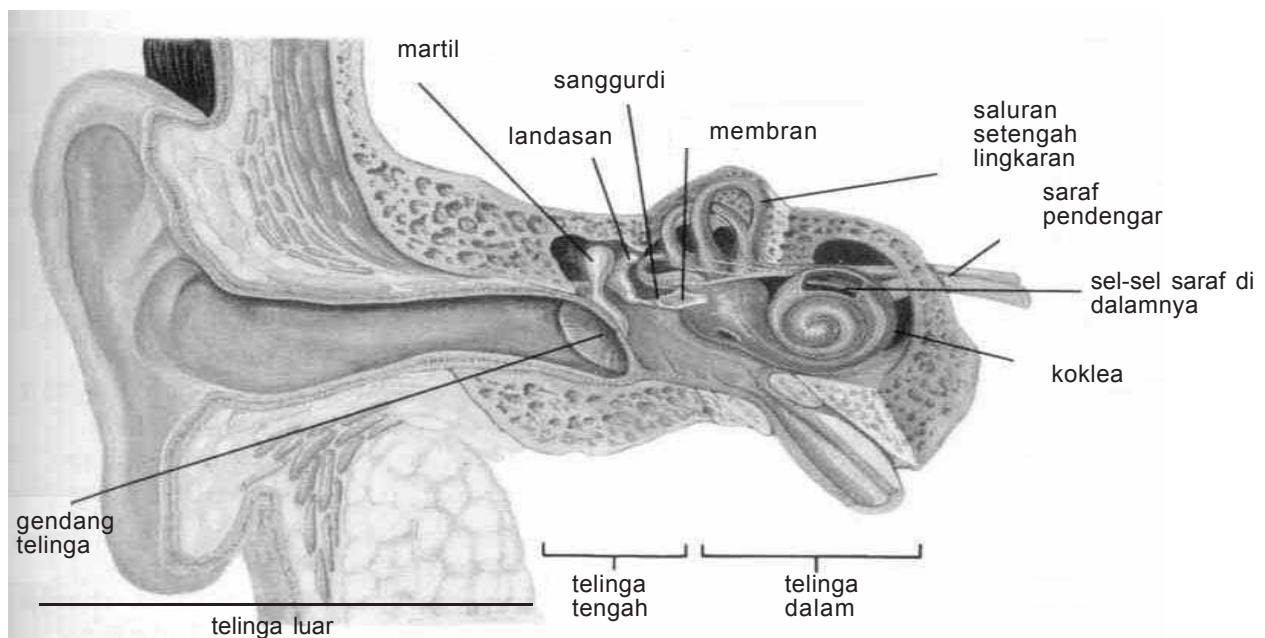
- Koklea adalah kata latin yang berarti rumah siput. Koklea adalah ruang berpilin di dalam telinga yang mengandung sel-sel saraf dan berisi cairan. Masing-masing sel saraf di dalam koklea dihubungkan dengan sebuah saraf besar, yaitu saraf pendengar. Saraf pendengar membawa pesan suara ke otak.
- Di telinga dalam terdapat saluran setengah lingkaran yang membantu kita mempertahankan keseimbangan.



Ketika suatu benda bergetar, udara di sekitarnya juga bergetar. Proses ini menghasilkan energi berbentuk gelombang suara.

Telinga luarmu menangkap gelombang suara dan menyalurkannya ke saluran telinga dan ke telinga tengah. Di telinga tengah, gelombang suara menggetarkan gendang telinga seperti membran genderang. Getaran ini kemudian bergerak melalui tiga tulang di dalam telinga tengahmu, secara berurutan disebut tulang martil, landasan, dan sanggurdi. Tulang sanggurdi menggetarkan membran di telinga dalam.

Di telinga dalam, ketika tulang sanggurdi bergetar, cairan di dalam koklea juga bergetar. Getaran ini merangsang ujung akhir saraf di dalam koklea untuk menghasilkan impuls. Impuls yang dihasilkan dikirim ke otak oleh saraf pendengar.



**Gambar 3.18**  
Susunan telinga manusia.



## Indera Peraba

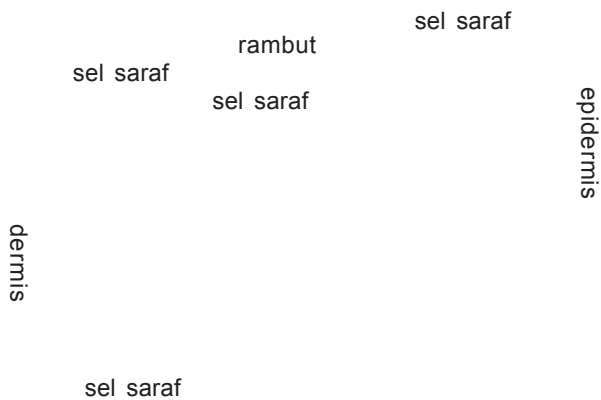
Barangkali kamu tidak mengira bahwa kulitmu adalah organ indera. Kulit mempunyai berbagai sel saraf yang menerima rangsang mengenai adanya perubahan di sekitar tubuhmu. Kulit mempunyai dua lapisan, yaitu epidermis dan dermis. Epidermis adalah lapisan luar kulit. Dermis adalah lapisan dalam kulit. Di manakah letak sel-sel saraf pada kedua lapisan ini?

Mengapa tubuh kita merasakan sakit? Pentingkah rasa sakit ini bagi tubuh kita? Sel-sel saraf di dalam kulit mendeteksi perubahan sentuhan, tekanan, dan temperatur dan menghantarkan impuls ke otak atau sumsum tulang belakang. Sel-sel ini membantumu menikmati atau menghindari benda-benda di sekitarmu.

Gambar 3.19 memperlihatkan lima macam sel saraf di dalam kulit. Sel-sel saraf itu mendeteksi adanya sakit, tekanan, sentuhan, panas, dan dingin. Sebagian besar sel-sel saraf ditemukan di dalam dermis. Hanya sel-sel saraf yang mendeteksi sakit yang ditemukan di dalam epidermis maupun dermis.

Seperti pesan dari organ indera yang lain, pesan-pesan dari sel-sel saraf di dalam kulit juga berjalan menuju otak besar. Di dalam otak besar pesan diterjemahkan sebagai pesan-pesan panas, dingin, sakit, tekanan, atau sentuhan.

Ujung jarimu mempunyai berbagai macam reseptor. Dengan adanya reseptor sentuhan ini, kamu dapat merasakan apakah suatu benda kasar atau halus, panas atau dingin, ringan atau berat. Bibirmu peka terhadap panas dan melindungimu dari minuman panas yang bisa membuat lidahmu terasa panas. Sel-sel yang peka terhadap tekanan di dalam dermis memberi tanda bahaya kepada bagian tubuhmu sehingga tubuhmu bergerak untuk menghindari benda tajam agar tidak terluka.



**Gambar 3.19**  
Ujung-ujung sel saraf yang

## Intisari Subbab



1. Sebutkan lima organ indera pada tubuh manusia.
2. Bagaimana hubungan iris dengan pupil?
3. Apakah bau itu sebenarnya?
4. Bagaimana hubungan indera pengecap dengan pembau?
5. Bagaimana suara keras menyebabkan ketulian?
6. Ada berapa macam saraf dalam kulit kita? Sebutkan

## Kata-kata IPA

Parkinson  
 Stroke  
 Rabies  
 Ayan  
 Vertigo  
 Tumor otak  
 Gigantisme  
 Kretinisme  
 Diabetes mellitus  
 Goiter  
 Miopi  
 Hipermitropi  
 Butawarna

## Penyakit Parkinson

Penyakit ini disebabkan oleh berkurangnya dopamin, sehingga menimbulkan gejala gemetaran tangan, sulit bergerak, dan kekakuan otot. Penyakit ini biasanya menyerang orang-orang berusia di atas 40 tahun dan tidak mempengaruhi pendengaran, penglihatan dan intelegensi.

## Stroke (Cerebrovascular Accident)

Stroke adalah kematian sel-sel otak disertai fungsinya karena terganggunya aliran darah di otak. Penyakit ini seringkali disebabkan oleh tekanan darah tinggi yang menyebabkan pecahnya pembuluh darah di otak. Selain itu, atheroskeosis juga dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh darah di otak. Gejala penyakit ini bervariasi bergantung pada hebatnya stoke dan daerah otak yang terkena, misalnya pusing-pusing, sulit bicara, tidak melihat, pingsan, lumpuh sebelah, bahkan kematian.

## Rabies (Penyakit Anjing Gila)

Penyakit ini disebabkan oleh virus yang ditularkan oleh binatang yang sakit melalui luka gigitan. Virus masuk dari tempat gigitan, bergerak menuju otak dan medula spinalis melalui saraf perifer. Virus berkembang biak di susunan saraf pusat, kemudian turun ke kelenjar ludah. Setelah masa inkubasi 10 hari -1tahun, penderita menunjukkan gejala panas, cemas, keluar air ludah, kejang-kejang, dan sakit di daerah tenggorokan. Penyakit ini dapat menyebabkan kelumpuhan, bahkan kematian. Penyakit ini dapat dicegah dan diobati dengan vaksinasi.

Dapatkanlah kamu menyebutkan gangguan kesehatan pada sistem saraf lainnya? Diskusikan dengan guru dan temanmu.

## Ayan (Epilepsi)

Penyakit ini ditandai dengan timbulnya kejang-kejang yang tidak terkendali. Penderita epilepsi tidak

diperkenankan berada di dekat lokasi yang berbahaya, seperti tepian sungai, sumur, dan telaga. Bila berada di lokasi tersebut dan mengalami kekambuhan, dikawatirkan akan tenggelam karena tidak mampu mengendalikan gerakan tubuhnya. Belum ada sebab yang jelas mengapa penyakit ini bisa timbul, namun melihat gejala kejang tersebut, diduga ada gangguan pada otak daerah motorik yang mengatur gerakan tubuh.

## Vertigo

Penderita penyakit ini akan merasakan pusing yang amat sangat disertai pandangan berputar. Vertigo diduga disebabkan oleh virus, namun para dokter lebih suka memberikan obat penenang maupun pereda nyeri daripada memberikan antibiotik anti virus.

## Tumor otak

Penyakit ini disebabkan oleh adanya pertumbuhan liar dari sel-sel saraf, maupun jaringan penyokongnya. Adanya pertumbuhan tersebut mengakibatkan berbagai gangguan, mulai dari pusing-pusing, kesulitan berjalan, kehilangan memori/ingatan, sampai kematian.

## Gigantisme

Penyakit ini disebabkan oleh adanya kelebihan produksi hormon pertumbuhan, akibatnya akan terjadi pertumbuhan seperti raksasa.

## Kretinism

Penyakit ini disebabkan oleh adanya kekurangan produksi hormon pertumbuhan, akibatnya akan terjadi gangguan pertumbuhan (kerdil).

## Diabetes mellitus

Penyakit/kelainan yang diakibatkan kekurangan hormon insulin, sehingga gula darah tidak dapat disimpan di dalam sel, sehingga darah mengandung gula dengan kadar tinggi.

## Goiter

Penyakit/kelainan berupa pembengkakan kelenjar gondok akibat kekurangan Iodium.

## Miopi

Penyakit/kelainan tidak dapat melihat benda dengan jelas pada jarak jauh (rabun jauh), hanya bisa melihat benda dekat. Kelainan ini merupakan kelainan pada lensa yang berakomodasi terlalu kuat; bola mata penderita rabun jauh lebih panjang daripada mata normal dalam arah depan belakang. Keadaan ini diatasi dengan menggunakan kacamata berlensa negatif (cekung)

## Hipermitropi

Penyakit/kelainan tidak dapat melihat benda pada jarak dekat, hanya bisa melihat benda jauh (rabun dekat). Kelainan ini disebabkan karena lensa berakomodasi terlalu lemah; bola mata penderita rabun dekat lebih pendek dalam arah depan belakang dibanding mata normal. Penderita ini dibantu dengan kacamata berlensa positif (cembung).

## Butawarna

Penyakit/kelainan tidak dapat membedakan warna akibat dari kurang atau tidak adanya sel-sel kerucut.

### Intisari Subbab



1. Apakah yang disebut dengan stroke?
2. Mengapa seorang mantan petinju rawan menderita Parkinson?
3. Apa yang dapat kamu sarankan agar seseorang terhindar dari penyakit gondok atau goiter?
4. Apa yang harus dihindari oleh penderita penyakit diabetes mellitus?
5. Apa nama penyakit yang diakibatkan oleh rendahnya kemampuan akomodasi? Jelaskan bagaimana cara mengatasinya!
6. Apakah miopi itu? Bagaimana cara mengatasinya?



## Rangkuman

### A. Sistem Indera dan Hormon

1. Sel saraf merupakan bagian utama pada sistem saraf. Sel saraf membawa pesan melalui sistem saraf. Tubuhmu mengandung berjuta-juta sel saraf. Sel saraf disebut neuron.
2. Saraf merupakan beberapa neuron yang dibungkus bersama-sama
3. Dendrit adalah bagian neuron yang menerima pesan dari neuron tetangganya. Ujung yang lain biasanya lebih panjang disebut akson.
4. Akson adalah bagian dari neuron yang berfungsi mengirim pesan ke neuron-neuron sekitar atau ke organ tubuh.
5. Pesan berjalan ke atas pada jalur menuju ke otak dan turun ke sumsum tulang belakang menuju ke saraf tubuh.

### B. Sistem Indera

1. Pada umumnya kelenjar hormon tidak mensekresi hormon ke aliran darah secara konstan. Kecepatan sekresi hormon ditentukan oleh kebutuhan makhluk pada waktu-waktu tertentu.
2. Sering kali pesan yang menyebabkan kelenjar untuk bekerja cepat atau lambat berasal dari saraf sebagai respon terhadap beberapa rangsangan atau stimulus, namun bisa juga berasal dari hormon-hormon yang lain.
3. Konsentrasi senyawa hormon tertentu, seperti hormon tiroid dihasilkan di atas yang dibutuhkan, kemudian umpan balik negatif bekerja untuk menurunkan jumlah atau konsentrasi hormon tersebut. Sebaliknya bila sekresi hormon terlalu kecil/ sedikit, umpan balik negatif akan menurunkan kadar hormon tersebut.

### C. Gangguan Kesehatan pada Sistem Koordinasi, Regulasi, dan Indera Manusia

1. Penyakit ini disebabkan oleh kelainan struktur maupun fungsi dari alat-alat pada sistem saraf, hormon maupun indera.
2. Gangguan pada sistem saraf, hormon dan inderadapat disebabkan oleh faktor dalam (keturunan) , maupun faktor luar (virus, bakteri, dsb)



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

- a. neuron
- b. dendrit
- c. akson
- d. sinaps
- e. cerebrum (otak besar)
- f. cerebellum (otak kecil)
- g. hipofisis
- h. pupil
- i. papila
- j. koklea
- k. ayan
- l. diabetes

- 1. sel saraf disebut juga
- 2. bagian neuron yang menerima pesan dari neuron tetangganya.
- 3. bagian dari neuron yang berfungsi mengirim pesan ke neuron-neuron sekitar atau ke organ tubuh.
- 4. celah kecil antara akson suatu neuron dengan dendrit dari neuron tetangga.
- 5. bagian otak yang mengontrol pikiran, nalar, dan indera.
- 6. kelenjar hormon yang mampu mengatur kelenjar hormon yang lain.
- 7. kuncup pengecap lidah
- 8. penyakit kencing manis

### Pengecekan Konsep

- 1. Tubuhmu mengandung berjuta-juta sel saraf yang disebut ...
  - a. akson
  - b. neuron
  - c. dendrit
  - d. nefron
- 2. Ujung sel saraf bercabang-cabang dan disebut ...
  - a. akson
  - b. nefron
  - c. dendrit
  - d. neuron
- 3. Susunan saraf pusat terdiri dari organ berikut ini kecuali ...
  - a. otak dan sumsum tulang belakang
  - b. otak besar dan otak kecil
  - c. saraf tepi dan otak besar
  - d. otak kecil dan saraf tepi.
- 4. Bagian tulang pendengaran yang terdekat dengan selaput gendang ..
  - a. martil
  - b. landasan
  - c. sanggurdi
  - d. incus



---

## Pemahaman Konsep

---

1. Jelaskan apa fungsi utama sistem koordinasi
2. Sebutkan secara urut jalur perjalanan arah rangsang sampai bisa kita rasakan.
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan penyakit gigantisme.
4. Jelaskan bagaimana proses melihat!
5. Mengapa ketika sesesma, kita kurang berselera makan?

---

## Berfikir Kritis

---

1. Ada satu penyakit yang bernama “epilepsi” atau penyakit ayan. Bila penderita terjangkit penyakit ini, tubuhnya kejang-kejang tidak teratur. Otak bagian manakah yang mengalami gangguan akibat penyakit tersebut?
2. Fakta menyebutkan bahwa sel maupun jaringan saraf sulit bahkan tidak bisa melakukan regenerasi bila terjadi kerusakan. Apa yang bisa kamu prediksi apa bila ada seseorang yang jatuh terduduk dan kemudian saraf kemaluannya terputus?

---

## Pengembangan Keterampilan

---

1. **Menemukan ide-ide pokok.** Buatlah daftar nomor halaman yang memuat ide-ide pokok berikut. Selanjutnya jelaskan tiap-tiap ide pokok tersebut.
  - a. Bagian utama sistem saraf.
  - b. Bentuk sebuah neuron
  - c. Peran hipofisis pada pertumbuhan
  - d. Goiter akibat kekurangan iodium
  - e. Lidah mempunyai kuncup pengecap
  - f. Bagian pengatur keseimbangan tubuh
  - g. Lapisan kulit letak ujung-ujung saraf
2. **Membuat tabel.** Buatlah sebuah tabel yang menunjukkan perbandingan cara kerja sistem saraf dengan sistem hormon.
3. **Menangani informasi.** Bacalah informasi tentang kelainan atau gangguan pada sistem hormon manusia, lalu tulislah secara singkat informasi tersebut.



## BAB 4

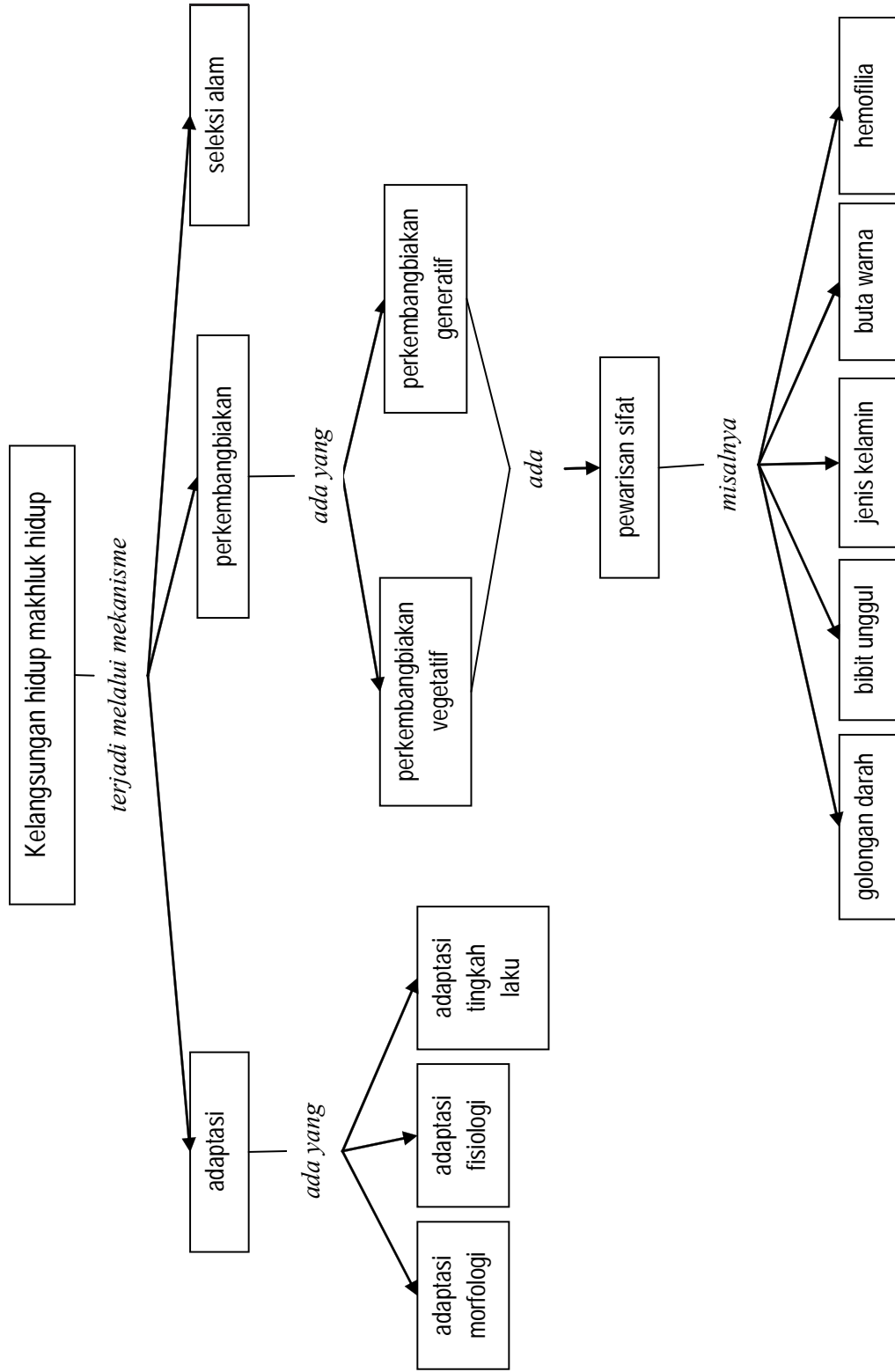
# Kelangsungan Hidup Organisme

- A. Adaptasi, Seleksi Alam dan Perkembangbiakan
- B. Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup



Sumber: [www.indonesian.cri.cn](http://www.indonesian.cri.cn)

## Peta Konsep Kelangsungan Hidup Organisme



Pernahkah kalian berpikir, mengapa dinosaurus punah? Mengapa burung Cendrawasih banyak ditemukan di hutan Papua, tidak di hutan-hutan Pulau Jawa? Mengapa burung pipit berbeda makanannya dengan burung kolibri? Mengapa belalang berwarna hijau lebih banyak ditemukan di lapangan rumput daripada belalang warna coklat? Apa tujuan bunglon mengubah warna tubuhnya? Itu semua diakibatkan adanya usaha dari makhluk hidup itu sendiri untuk dapat bertahan terus hidup, yaitu dengan cara adaptasi dan reproduksi. Alam juga ikut andil dalam pemilihan makhluk hidup yang hidup di dalamnya yaitu dengan seleksi alam.

Dalam bab ini akan kita pelajari bersama mengenai kelangsungan hidup organisme yang di dalamnya akan dibahas mengenai adaptasi, seleksi alam dan perkembangbiakan. Untuk mengawalinya mulailah dengan Kegiatan Penyelidikan.

## Kegiatan Penyelidikan



### Membandingkan Tipe-tipe biji

1. Sediakan berbagai macam biji yang dapat kamu jumpai, misalnya biji pepaya, kacang hijau, kedelai, jagung, kapas atau yang lainnya, yang terdapat di daerahmu.
2. Gunakan lup untuk mengamati masing-masing biji secara seksama.



## Jurnal IPA

Di dalam Jurnal IPA-mu, buatlah daftar ciri-ciri yang berhasil kamu identifikasi. Rumuskan pula persamaan dan perbedaan yang ada dari tiap-tiap biji tersebut.

# Adaptasi, Seleksi Alam dan Perkembangbiakan

## Kata-kata IPA

Adaptasi  
Bentuk adaptif  
Adaptasi morfologi  
Adaptasi fisiologi  
Adaptasi tingkah laku  
Seleksi

Makhluk hidup memerlukan lingkungan yang sesuai agar dapat bertahan hidup dengan baik. Namun, lingkungan tidak selamanya tetap tetapi selalu berubah-ubah setiap waktu. Kemampuan untuk menanggapi adanya perubahan lingkungan luar organisme agar terus hidup disebut dengan **adaptasi**.

Makhluk hidup yang mampu melakukan adaptasi disebut dengan makhluk hidup yang adaptif. Semakin besar kemampuan adaptasi suatu makhluk hidup, semakin besar pula peluang kelangsungan makhluk hidup tersebut.

Berdasarkan cara-cara makhluk hidup menyesuaikan diri terhadap lingkungan tempat hidupnya, adaptasi dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku

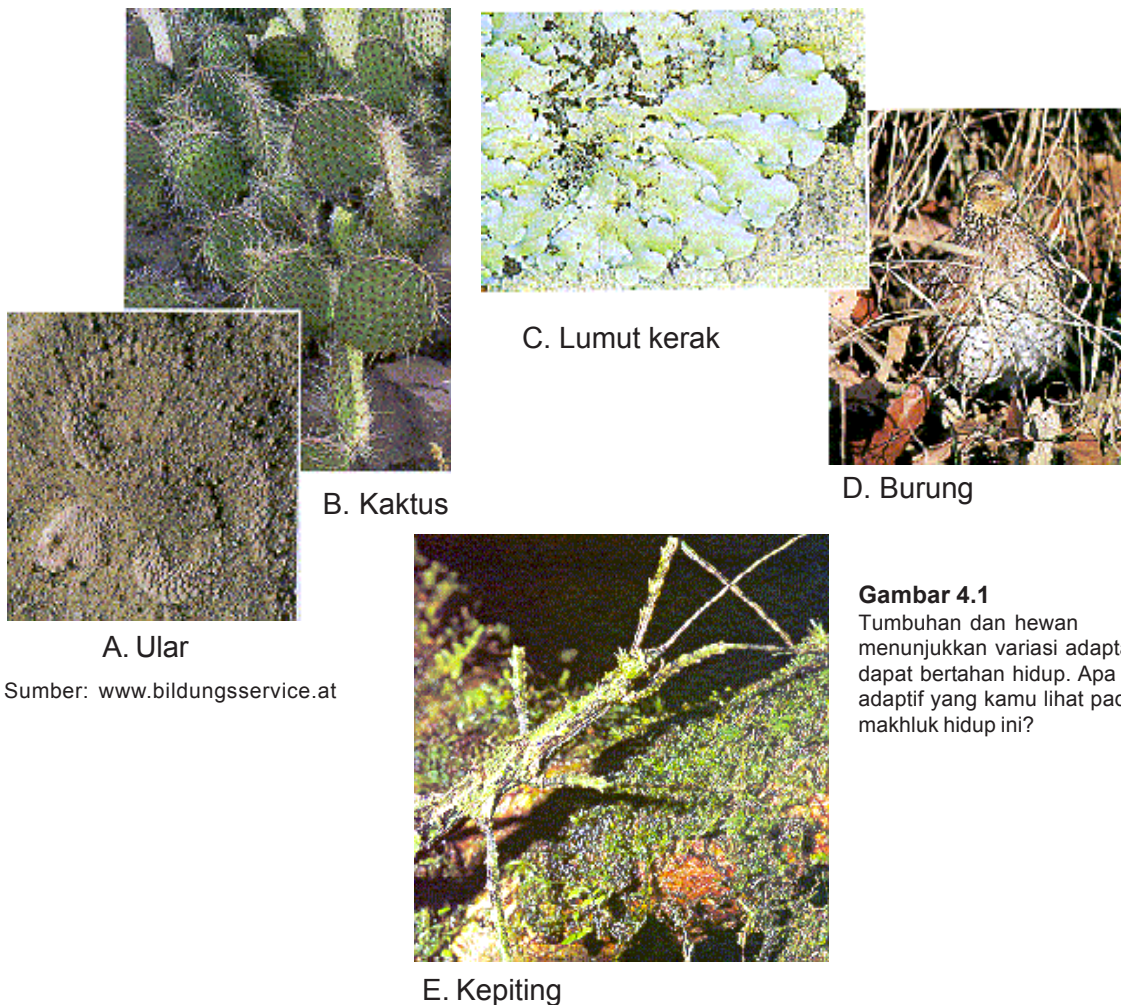


## Mengidentifikasi Jenis-jenis Serangga yang berbeda

1. Pergilah ke taman sekolah
2. Tangkaplah berbagai jenis serangga
3. Amatilah dengan lup bagian mulutnya
4. Identifikasi jenis/tipe mulutnya.

## Keragaman Hayati (Biodiversitas) dan Adaptasi

Bumi berisi beraneka ragam makhluk hidup yang tampaknya sesuai dengan lingkungannya, seperti halnya hasil pengamatanmu pada serangga melalui **Kegiatan 4.1**. Aneka serangga kayu di hutan hujan tropis, aneka ikan di laut, atau beragam kadal di padang pasir, hanyalah sebagian kecil dari keragaman hayati. Makhluk hidup memang beranekaragam bahkan hingga ke tingkat dalam spesies. Warna, bentuk, ukuran, dan tingkah laku makhluk hidup, memungkinkan mereka untuk hidup di lingkungannya.



Sumber: [www.bildungsservice.at](http://www.bildungsservice.at)

**Gambar 4.1**

Tumbuhan dan hewan menunjukkan variasi adaptasi agar dapat bertahan hidup. Apa bentuk adaptif yang kamu lihat pada makhluk hidup ini?

Seperti yang dapat kamu amati pada **Gambar 4.1**, jenis makhluk hidup memiliki berbagai bentuk adaptif yang berbeda satu sama lain untuk membantu mereka bertahan hidup. Beberapa bentuk adaptif melibatkan keadaan fisik, seperti bentuk tubuh dan warna tubuh serangga kayu. Keadaan ini menyebabkan serangga tersebut tersamar dalam lingkungannya, tersembunyi dari pemangsa. Duri yang tajam pada kaktus merupakan bentuk adaptif untuk perlindungan. Beberapa hewan yang memiliki pewarnaan yang memungkinkan mereka tersamar ke dalam lingkungan, mungkin juga memiliki tingkah laku yang membantu perlindungan mereka. Bulu pada burung puyuh dan sisik ular weling, merupakan tanda bahaya, sekaligus sebagai cara hewan tersebut menyembunyikan diri dari pemangsa.

Adaptasi terlihat dari adanya bentuk adaptif yang meliputi perubahan struktur tubuh bagian luar maupun dalam sesuai dengan situasi dan kondisi lingkungan tempat hidup (habitat) suatu makhluk hidup. Perubahan ini umumnya bersifat tetap dan khas untuk setiap jenis



organisme sehingga dapat diwariskan kepada keturunannya. Dengan keragaman makhluk hidup yang sangat besar, habitanyapun juga beranekaragam sehingga bentuk-bentuk adaptasinya juga beranekaragam.

## Adaptasi morfologi



### Lab Mini 4.1

#### Tipe adaptasi apakah?

Amati tumbuhan kangkung yang hidup di air dan tumbuhan teratai. Amati bentuk tubuh kedua tumbuhan tersebut. Organ tubuh mana yang mengalami adaptasi morfologi?

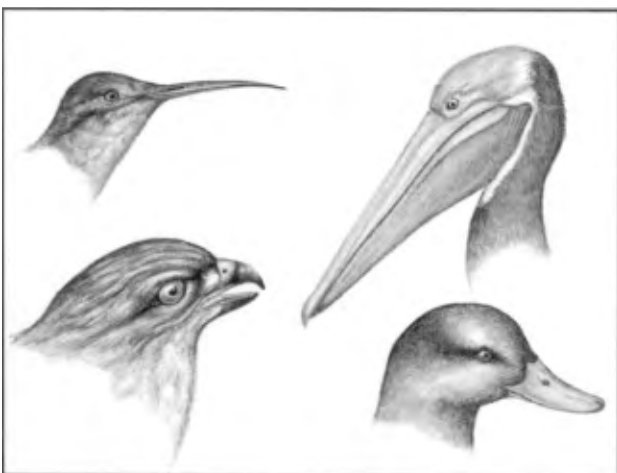
**Adaptasi morfologi** adalah penyesuaian struktur alat tubuh luar terhadap lingkungan tempat hidupnya. Kerjakan kegiatan **Lab Mini 4.1** untuk mengawali topik ini.

Adaptasi ini paling mudah diamati dan dikenali karena tampak dari luar. Perhatikan **Gambar 4.1**. Bentuk luar (morfologi) tumbuhan kaktus sesuai dengan keadaan di mana tumbuhan itu hidup (di daerah kering/tropofit), yaitu batang tebal berdaging untuk menyimpan air, daun bentuk duri untuk menghambat penguapan dan akar yang memanjang untuk mencari air yang jauh di dalam tanah. Banyak bagian tubuh hewan juga sesuai dengan kegunaannya. Warna bulu burung puyuh yang sama dengan ilalang dan warna sisik ular yang mirip dengan tanah lingkungannya, membuat hewan tersebut tersamar dan lolos dari predatornya.

## Adaptasi Fisiologi (proses tubuh)

Adaptasi ini melibatkan zat-zat kimia yang membantu berlangsungnya proses-proses dalam tubuh. Adaptasi ini berlangsung di dalam tubuh makhluk hidup sehingga sulit diamati dari luar. Contoh adaptasi fisiologi, adalah saat kita mengeluarkan keringat ketika kepanasan. Dengan keluarnya keringat, tubuh akan dingin karena panas tubuh diambil untuk menguapkan keringat di permukaan tubuh kita.

Adaptasi fisiologi dapat ditemukan pada hewan herbivora dapat mencerna rumput atau daun yang banyak mengandung selulosa karena di dalam tubuh herbivora terdapat enzim selulose.



Sumber: [www.trulek.blogdrive.com](http://www.trulek.blogdrive.com)

**Gambar 4.2**

Paruh burung merupakan contoh adaptasi morfologi

Tumbuhan jati menggugurkan daunnya di musim kemarau. Hal ini bertujuan untuk mengurangi penguapan.

Ikan air tawar hidup di lingkungan yang mempunyai tekanan osmotik lebih rendah dari lingkungannya. Air dari lingkungan masuk ke tubuh ikan secara osmosis. Akibatnya ikan air tawar sedikit minum dan banyak mengeluarkan urin. Sebaliknya ikan air laut yang hidupnya pada lingkungan berkadar garam tinggi, ikan air laut akan kehilangan air secara osmosis. Untuk mengganti cairan tubuh yang hilang ia banyak minum dan sedikit mengeluarkan urine. Bila kurang jelas tanyakan pada gurumu! Lakukan kegiatan **Lab Mini 4.2** untuk menerapkan konsep tentang adaptasi morfologi dan fisiologi.

## Adaptasi Tingkah Laku

**Adaptasi tingkah laku** adalah penyesuaian tingkah laku makhluk hidup terhadap lingkungan tempat hidupnya. Coba perhatikan sekelompok itik yang berenang di kolam. Tahukan kamu cara hewan ini berkomunikasi? Anggukan kepala seekor itik akan disertai anggukan dan suara tertentu oleh itik lain.

Adaptasi tingkah laku dapat dilihat pada sekelompok ayam di kandang, ketika seekor berkotek maka yang lain juga akan bersuara. Ikan paus selalu naik ke permukaan ketika akan mengambil oksigen untuk pernapasannya. Hewan rayap itu buta, maka untuk menemukan jalannya, dia membuat terowongan dari tanah yang dapat menuntunnya menuju ke tempat makanan atau ke sarangnya. Beberapa makhluk hidup seperti burung dapat berpindah menuju ke lingkungan yang lebih sesuai. Aktivitas ini disebut migrasi. Migrasi adalah bentuk adaptasi tingkahlaku. Burung bermigrasi pada setiap waktu yang sama setiap tahun untuk mencari makanan pada tempat-tempat yang beriklim sesuai. Beberapa jenis bebek dapat menempuh perjalanan ribuan mil ke lingkungan yang sesuai.

### Lab Mini 4.2

#### Identifikasi Adaptasi Ikan *Apa macam adaptasi yang bermanfaat bagi ikan?*

1. Sediakan satu set kartu adaptasi yang terdiri dari 4 kartu dari gurumu.
2. Amati kartu. Di atas secarik kecil kertas, gambarkan seekor ikan yang cocok dengan gambar yang diberikan kepadamu.
3. Di atas kertas yang terpisah, buatlah gambar lingkungan yang diperkirakan ikanmu dapat hidup.

#### Analisis

1. Perikanlah adaptasi ikanmu
2. Jelaskan bagaimana adaptasi ikanmu membuatnya cocok dengan lingkungannya





## Penggunaan Matematika

Ilmuwan telah berhasil mengidentifikasi kurang lebih 1.032.000 jenis hewan berbeda. Jika 175.000nya adalah serangga, berapa persentase serangga yang menyusun keseluruhan populasi hewan? Tunjukkan secara lengkap pekerjaanmu. Buatlah semacam diagram lingkaran untuk menggambarkan keadaan tersebut.

## Termasuk adaptasi manakah contoh-contoh ini?

Pernahkah kamu berpikir tentang pohon jati yang mengalami gugur daun di musim kering dan tanaman enceng gondok yang memiliki gelembung di pangkal tangkai daunnya? Itu adalah bentuk-bentuk adaptif tumbuhan. Mengapa mereka memiliki bentuk adaptif yang berbeda? Warna putih pada bulu beruang kutub terbukti melindunginya dari dingin dan membantunya tersamar di antara es/salju di sekitarnya. Ini adalah bentuk adaptif yang dimiliki beruang kutub di lingkungan hidupnya.



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

**Gambar 4.3**  
Menunjukkan bentukan yang adaptif dari tumbuhan kaktus.

**Gambar 4.3** menunjukkan bentukan yang adaptif dari tumbuhan kaktus. Kaktus hidup di padang pasir, di mana air sangat terbatas. Batang tebal yang mempunyai lapisan lilin terbukti melindungi kaktus dari kekeringan. Cobalah Lab mini untuk melihat apa adaptasi yang dilakukan

ikan untuk kehidupan di lingkungan yang berbeda.

Makhluk hidup yang ada di dunia ini memiliki keragaman yang tinggi. Tidak ada dua makhluk hidup yang persis sama. Bila terjadi perubahan pada lingkungan, maka hanya makhluk hidup yang memiliki keragaman yang sesuai yang dapat bertahan hidup. Hal inilah yang disebut dengan seleksi alam. Alam melakukan seleksi terhadap makhluk hidup, sehingga hanya makhluk hidup yang sesuai yang dapat bertahan dan menghasilkan keturunannya.



## Rancanglah Percobaanmu Simulasi seleksi

*Seleksi alam menyebabkan populasi berubah. Di dalam kegiatan ini, kamu akan merancang percobaanmu untuk menemukan bagaimana kamuflase dapat membantu makhluk hidup lolos dalam seleksi alam. Kamuflase adalah adaptasi yang memungkinkan makhluk hidup tersamar dalam lingkungannya.*

### Apa yang kamu perlukan

- biji-bijian beberapa warna masing-masing 50 biji.
- kantung plastik dengan berbagai macam warna biji/kancing baju (kurang lebih 100 biji)
- penggaris plastik
- kertas
- pensil
- kertas landasan yang berwarna sama dengan salah satu kancing baju/biji tadi.
- jam dengan jarum detik

### Rumuskan Hipotesis

Berbagai bentuk tubuh, struktur, atau jenis warna makhluk hidup membantu mereka tersamar di dalam lingkungannya. Inilah yang disebut dengan adaptasi kamuflase. Buatlah hipotesis tentang bagaimana kamuflase dapat membantu makhluk hidup untuk lolos dalam seleksi alam ?

### Apa yang harus kamu lakukan Merencanakan

1. Bersama dengan teman sebangkumu diskusikan proses seleksi alam. Bagaimana seleksi alam dapat terjadi?
2. Di dalam aktivitas ini satu siswa akan berperan sebagai burung pemakan serangga yang hidup di rumput. Dengan teman sebangkumu rencanakanlah tentang bagaimana kalian dapat memodelkan seleksi alam dengan menggunakan alat/bahan yang dianjurkan.

3. Dengan teman sebangkumu buatlah daftar langkah-langkah yang mungkin untuk memodelkan seleksi alam.
4. Kamu mungkin memulai eksperimen dengan populasi serangga tertentu. Berapa banyak serangga yang akan kamu gunakan sebagai populasi awal? Bagaimana kamu akan menunjukkan variasi di dalam populasi awalmu?
5. Berfikirlah tentang berapa banyak generasi serangga yang akan kamu gunakan dalam eksperimen ini?
6. Data apa yang ingin kamu kumpulkan? Apakah kamu akan membutuhkan tabel data untuk eksperimen ini? Jika ya, rancanglah tabel datanya untuk merekam data di dalam buku kerjamu.
7. Apa yang terjadi dengan satu jenis makhluk hidup jika mereka memiliki variasi yang sesuai dengan lingkungan tertentu? Apa yang terjadi dengan satu jenis makhluk hidup jika mereka memiliki variasi yang tidak sesuai dengan lingkungan tertentu? Pastikan kamu berfikir tentang pertanyaan ini ketika kamu merancang eksperimen.

### Melaksanakan

8. Bacalah sekali lagi tahapan percobaan yang telah kamu buat. Pastikanlah bahwa semua tahap sesuai dengan urutan logis.
9. Pastikan bahwa gurumu menyetujui rencanamu sebelum kamu lanjutkan.

10. Sementara melakukan eksperimen, catatlah hasil pengamatanmu dan lengkapi tabel data pada buku kerjamu.
11. Laksanakan percobaanmu.

**Penerapan:** Bagaimana eksperimenmu dapat digunakan untuk menjelaskan adaptasi kamuflase pada makhluk hidup.

### Kesimpulan dan Penerapan

1. Amatilah tipe serangga mana di dalam percobaanmu yang dapat dilihat dengan cepat? Mengapa?
2. Apakah populasi seranggamu berubah dari waktu ke waktu? Jelaskan jawabanmu!

---

## Seleksi Alam

### Apakah Seleksi Alam Itu?



Sumber: koleksi pribadi

**Gambar 4.4**

Tanaman pinus ini tumbuh di tempat yang berangin.

Pada tahun 1800-an Darwin mengemukakan suatu teori yang sampai saat ini masih diterima orang, meskipun ada juga yang meragukannya. Teori ini dikemukakan oleh Darwin setelah dia melakukan perjalanan panjang dengan kapal HMS Beagle. Dalam perjalanan ini rombongan HMS Beagle telah melakukan penyelidikan di pantai timur dan barat Amerika Selatan. Di dalam penyelidikan itu, Darwin menemukan beberapa fakta yang sangat menarik perhatiannya. Berdasarkan fakta itu Darwin membuat kesimpulan bahwa: Individu yang memiliki sifat yang paling sesuai untuk lingkungan tertentu yang dapat bertahan hidup dan mampu menghasilkan keturunannya.

Dalam kehidupan sehari-hari seleksi berarti pemilihan, dan alam berarti lingkungan di mana makhluk hidup tinggal. Jadi **seleksi alam** adalah pemilihan yang dilakukan oleh alam terhadap makhluk hidup yang ada di dalamnya, makhluk hidup yang sesuai dengan alam akan terus hidup sedangkan yang tidak sesuai akan mati yang pada akhirnya punah.

Menurut teori ini, alam dengan berbagai keterbatasannya menyeleksi setiap individu. Individu-individu yang sesuai dapat bertahan dan lolos dari seleksi itu untuk selanjutnya dapat melanjutkan keturunannya.



Bayangkan kamu berada di sawah, di sana sini terlihat padi tumbuh dengan suburnya. Bayangkan pula bahwa di sawah itu terdapat dua jenis belalang, yaitu belalang coklat dan belalang hijau. menurutmu jenis belalang mana yang akan mudah punah oleh pemangsa belalang? Di dalam kasus ini alam “melakukan seleksi” terhadap jenis belalang melalui faktor penyeleksi, yaitu burung pemakan belalang.

## Bukti-bukti adanya Seleksi Alam

Para ahli meyakini bahwa seleksi alam itu ada dan berlangsung setiap saat terhadap semua individu organisme. Alam melakukan seleksi melalui berbagai faktor seperti misalnya keterbatasan makanan, keterbatasan ruang tempat hidup, pemangsa, suhu yang panas atau yang dingin, dan sebagainya.

Bukti-bukti secara tidak langsung yang mendukung bahwa seleksi alam ini ada antara lain sebagai berikut.

1. Organisme memproduksi keturunannya lebih banyak dari pada yang bertahan hidup.
2. Ditemukan adanya variasi di antara individu-individu di dalam satu jenis.
3. Beberapa variasi dari anggota populasi berhasil bertahan dan menghasilkan keturunan lebih baik dari pada yang lainnya.
4. Dengan berjalannya waktu, individu-individu anak yang memiliki variasi yang menguntungkan, akan mendukung pertumbuhan populasi.

Seleksi alam memberikan hasil berupa individu-individu yang memiliki sifat yang paling baik dan paling cocok dengan lingkungannya. Oleh karena itu pada teori ini terdapat konsep yang sangat penting, yaitu “*survival of the fittest*”

Temukan sifat apakah yang dimiliki oleh tumbuhan yang ditunjukkan pada **Gambar 4.4** dan **4.5**, yang membantu tumbuhan itu sesuai dengan lingkungan tersebut.

Agar kamu lebih memahami bukti-bukti adanya seleksi alam. maka kerjakan Kegiatan Pemecahan Masalah dan **Kegiatan 4.3**.



Sumber: [www.spiritualis.org](http://www.spiritualis.org)

**Gambar 4.5**  
Sebuah tumbuhan tumbuh merayap di atas tanah.

### PEMECAHAN MASALAH

Asumsikanlah bahwa terdapat 70 biji markisah. Ketujuh puluh biji markisah tersebut kemudian disemaikan, dan masing-masing biji tumbuh dan menghasilkan 2 buah markisah. Jumlah biji yang dihasilkan dalam 3 tahun berturut-turut dapat diperoleh dengan mengalikan jumlah biji yang disemaikan dikali dua markisah untuk setiap pohon dan dikali 70 biji pada setiap buah markisah sebagai berikut.

Tahun pertama :  $70 \times 2 \times 70 = 9800$

Tahun kedua :  $9800 \times 2 \times 70 = 1.372.000$

Tahun ketiga :  $1.372.000 \times 2 \times 70 = 192.080.000$

Jumlah terbesar keturunan yang dapat dihasilkan oleh suatu individu disebut **potensi biotik** suatu jenis.

**Berpikir kritis: Mengapa potensi biotik maksimum tidak pernah tercapai?**





### Kegiatan 4.3

## Mencari Kupu-kupu

*Apa yang kamu perlukan*

- dua lembar koran
- beberapa lembar kertas berwarna
- gunting
- lem Kertas

### Apa yang harus kamu lakukan

1. Gunakan gunting untuk membuat kupu-kupu kertas dari kertas berwarna dan dari kertas koran.
2. Bentangkan selembarnya koran yang terdiri dari 2 halaman. Pada salah satu halamannya tempelkan kupu-kupu yang sudah kamu buat dengan menggunakan lem kertas.
3. Tutuplah kupu-kupu yang telah tertempel dengan melipat koran tersebut, tempelkan di dinding.
4. Mintalah temanmu berdiri pada jarak 2 meter dari dinding. Kemudian bukalah kupu-kupumu, mintalah temanmu untuk menghitung berapa jumlah kupu-kupu yang tertempel di koran itu dalam waktu 30 detik, kemudian tutup kembali.

### Analisis data

1. Tepatkah jumlah kupu-kupu yang disebut temanmu?
2. Mengapa terjadi demikian?
3. Apabila kertas koran adalah habitatnya sedangkan kupu-kupu kertas adalah organisme yang hidup di dalamnya dan temanmu adalah predatornya, organisme manakah yang dapat bertahan hidup?
4. Dengan mengacu pada pelajaran tentang adaptasi, kupu-kupu tersebut melakukan adaptasi apa?
5. Bila dihubungkan dengan seleksi alam, faktor apakah yang merupakan faktor penyeleksiannya?

## Perkembangbiakan

Berkembangbiak merupakan salah satu ciri-ciri makhluk hidup. Dengan berkembang biak makhluk hidup dapat menghasilkan keturunan baru dan menjaga kelestarian jenisnya. Jutaan jenis makhluk hidup yang berbeda menghuni bumi. Makhluk hidup baru dihasilkan melalui proses yang disebut dengan perkembangbiakan (reproduksi). Perkembangbiakan amat penting bagi semua makhluk hidup. Tanpa perkembangbiakan, organisme jenis tertentu tidak dapat lestari atau akan punah. Selama reproduksi sifat-sifat akan diwariskan dari induk ke keturunan. Sifat ini terdapat di dalam zat kimia yang disebut ADN (Asam Deoksiribo Nukleat) yang antara lain terdapat di dalam inti sel. ADN mengontrol bagaimana perwujudan suatu makhluk hidup baru, dan bagaimana alat tubuhnya akan bekerja.

Pernahkah kamu melihat telur katak atau kodok yang berkembang di dalam kolam? Katak dan kodok mengeluarkan beratus-ratus telur dalam onggokan seperti **Gambar 4-6**. Mengapa demikian, pikirkanlah! Beberapa jenis makhluk hidup lain termasuk manusia, biasanya menghasilkan hanya satu keturunan pada satu waktu.



**Gambar 4.6**

Telur-telur katak ini akan menetas menjadi kecebong yang dapat berenang bebas kurang lebih dalam enam hari setelah pembuahan

Sumber: Kaskel, 1995.

Makhluk hidup ada yang mempunyai daya berkembang biak (reproduksi) rendah dan ada yang tinggi. Makhluk hidup dikatakan mempunyai tingkat reproduksi rendah apabila kemungkinan terjadinya reproduksi untuk setiap masa reproduksinya sangat kecil dan hanya menghasilkan satu atau beberapa individu baru dalam setiap masa reproduksinya. Misalnya pada badak, gajah, harimau dan juga manusia. Sedangkan makhluk hidup dikatakan mempunyai tingkat reproduksi tinggi jika kemungkinan terjadinya reproduksi untuk setiap masa reproduksinya cukup besar dan menghasilkan banyak individu baru dalam setiap masa reproduksinya. Selain itu siklus reproduksinya relatif singkat. Contohnya pada tikus, babi dan bakteri.

Perkembangbiakan organisme dapat dibedakan menjadi dua cara, yaitu perkembangbiak secara vegetatif dan secara generatif.

Pernahkah kamu melihat rumput atau kunyit mulai muncul di permukaan tanah pada awal musim hujan? Pernahkah kamu memperhatikan bahwa kentang baru muncul dari “mata” yang terdapat pada umbi kentang yang bersangkutan.

Jika kamu menjawab “Ya” terhadap beberapa pertanyaan di atas, berarti kamu telah melihat bukti

## Penggunaan Matematika

Seekor katak betina menghasilkan 350 butir telur. Semua telur dibuahi dan menetas dalam satu musim.

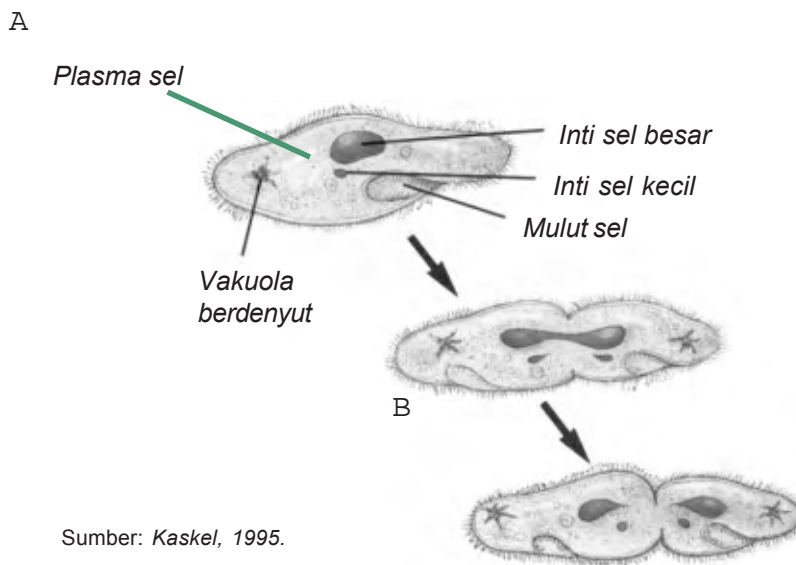
Misalkan bahwa separuh kecebong yang terbentuk adalah betina dan separuh sisanya adalah jantan. Jika semua kecebong betina selamat dan menghasilkan 350 butir telur satu tahun kemudian, berapa banyak telur yang akan dihasilkan?

perkembangbiakan vegetatif. Pada setiap kejadian tersebut, makhluk hidup baru dibentuk dari satu induk tunggal, dengan tidak ada kombinasi baru materi genetik karena tidak terjadi perkawinan. Kunyit, rumput, dan kentang memiliki materi genetik yang sama (identik) dengan materi genetik induk yang menghasilkannya.

Jadi perkembangbiakan **vegetatif** adalah terjadinya individu baru tanpa adanya peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Oleh karena itu individu baru hasil keturunan perkembangbiakan vegetatif mempunyai sifat identik dengan induknya.

Perkembangbiakan **vegetatif** disebut juga perkembangbiakan **tak kawin (aseksual)**.

Salah satu perkembangbiakan vegetatif yang lain adalah dengan pembentukan tunas (misalnya pada pisang, jamur ragi), membelah diri (misalnya pada bakteri), spora (misalnya pada jamur, tumbuhan paku dan lumut), dan fragmentasi. *Ayo cari tahu apa yang dimaksud dengan fragmentasi!*



Sumber: Kaskel, 1995.

**Gambar 4.7**

Perkembangbiakan aseksual melalui pembelahan biner pada bakteri (A) dan melalui mitosis pada Protista seperti Paramecium (B), sel anak dan sel induk memiliki informasi genetik yang sama (identik). Gambar dibesarkan 30.000 kali

**Gambar 4.8A**

*Hydra* berkembangbiak secara aseksual dengan membentuk tunas

**Gambar 4.8B**

*Begonia* dapat tumbuh dari satu bagian tanaman induk

**Gambar 4.8C**

Bintang laut dapat tumbuh kembali atau meregenerasi bagian tubuhnya yang hilang atau membentuk seekor hewan utuh. Bila membentuk satu hewan utuh, maka dapat disebut perkembangbiakan melalui regenerasi

Sumber: Kaskel, 1995.

**Gambar 4.7** berikut menunjukkan cara bakteri berkembang biak dengan membelah diri. Sedangkan **Gambar 4.8B** dan **4.8C** berikut menunjukkan berbagai cara makhluk hidup berkembangbiak secara vegetatif melalui pembentukan tunas dan fragmentasi. Agar kamu memahami benar bagaimana terjadinya reproduksi secara vegetatif, ikutilah **Kegiatan 4.4** berikut.

Pernahkah kalian melihat kelinci atau kucing melahirkan? Samakah warna bulu pada anak-anaknya? Kelinci dan kucing adalah salah satu contoh hewan yang berkembangbiak secara generatif. Perkembangbiakan **generatif** disebut juga perkembangbiakan **secara kawin (seksual)**. Perkembangbiakan secara generatif adalah terjadinya individu baru didahului oleh peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina seperti yang disebut fertilisasi (pembuahan), hasilnya adalah individu baru yang memiliki jumlah kromosom sebanyak 44 dalam intinya. **Gambar 4.9** menunjukkan bagaimana sel dibuahi. Pada contoh ini pembuahan ditunjukkan pada kelinci **Gambar 4.9** Individu baru yang dihasilkannya merupakan perpaduan dari kedua induknya. Sifat yang dihasilkan berbeda atau hampir sama dengan kedua induknya. Contoh perkembangbiakan secara generatif adalah perkembangbiakan dengan ovipar (bertelur), ovovivipar (bertelur-beranak), dan vivipar (beranak).

Kelinci jantan dan betina masing-masing memiliki 44 kromosom dalam inti sel tubuhnya

Kromosom 44

Kromosom 44

Inti sel sperma memiliki 22 kromosom

Inti sel telur memiliki 22 kromosom

Sel sperma dan sel telur bersatu pada saat fertilisasi, membentuk satu sel baru yang memiliki 22 pasang kromosom atau 44 kromosom dalam inti

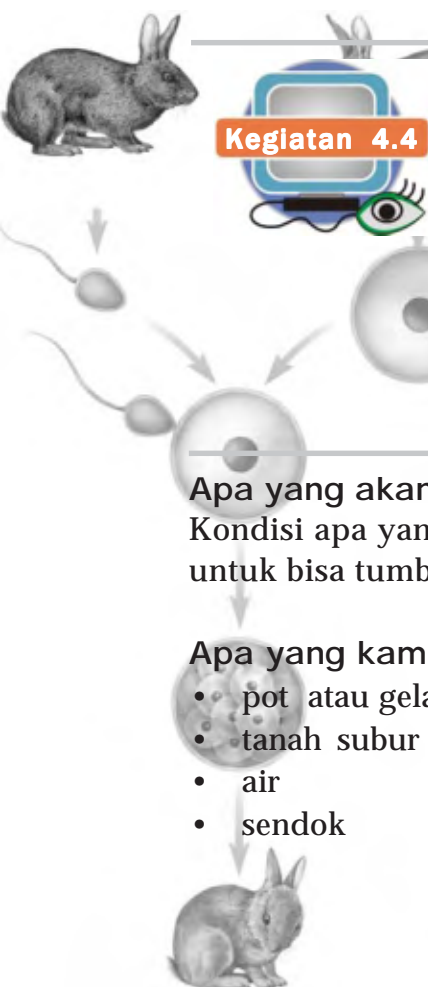
Sel membelah

**Gambar 4.9**

Banyak hewan dan tumbuhan menghasilkan keturunannya melalui reproduksi seksual

Sumber: Kaskel, 1995.

Anak Kelinci



#### Kegiatan 4.4

Rancanglah Percobaanmu

### Penyetekan Tanaman

Kamu dapat menumbuhkan beberapa famili tanaman rumah/hias, dengan jalan menyetek bagian tanaman itu dan menanamnya. Karena stek berasal dari satu tanaman tunggal, semua sel pada tanaman itu memiliki ADN (materi genetik) yang sama, yaitu sama dengan induknya. Jika ada perbedaan pada tanaman baru yang tumbuh, perbedaan itu mungkin disebabkan perbedaan tempat tanaman itu ditumbuhkan.

Apa yang akan kamu selidiki  
Kondisi apa yang dibutuhkan oleh stek untuk bisa tumbuh?

Apa yang kamu perlukan

- pot atau gelas plastik
- tanah subur
- air
- sendok



Sumber: Kaskel, 1995.



- alat penyiram
- spidol
- penggaris

### Rumuskan Hipotesis

Berfikirilah tentang sesuatu yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk tumbuh seperti air, udara, cahaya, dan rentang suhu tertentu. Dalam buku IPAmu buatlah hipotesis tentang bagaimana perubahan salah satu dari faktor itu akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

### Untuk Keselamatan

Pastikan kamu mencuci tanganmu setelah kamu memegang tanah dan potongan tanaman

### Apa yang harus kamu lakukan

#### Merencanakan

1. Dalam kelompok, buatlah kesepakatan tentang hipotesis yang ditulis.
2. Apa tahapan-tahapan yang akan kamu lakukan untuk menguji hipotesismu? Dengan kelompokmu, lakukan urun pendapat mengenai kemungkinan eksperimen
3. Pilihlah kemungkinan cara terbaik untuk menguji hipotesismu. Buatlah daftar urutan langkah-langkah eksperimen yang akan dilakukan oleh kelompokmu. Buatlah secara spesifik (khas) dan tepat setiap langkah yang akan kamu lakukan.
4. Faktor lingkungan mana yang akan kamu selidiki? Pastikan bahwa kamu hanya memilih satu faktor pada satu waktu penyelidikan. Kamu mungkin akan menguji pengaruh jumlah penyinaran dalam sehari terhadap stek atau perbedaan jenis air seperti air suling dan air PAM, air sungai, air kolam, air sumur, dan sebagainya.

5. Apa jenis data yang akan kamu kumpulkan? Apakah kamu akan menggunakan alat ukur? Berapa kali kamu akan mengumpulkan data?
6. Rancanglah tabel data, yang digunakan untuk mengorganisasi data dari eksperimenmu secara jelas.
7. Pastikan bahwa semua stek berasal dari tanaman yang sama.
8. Bersama kelompokmu lihatlah sekali lagi rencana percobaanmu untuk memastikan bahwa semua tahap berurutan secara logis.
9. Bagaimana kamu akan menyajikan hasil eksperimenmu? Apakah kamu akan menggunakan carta, grafik, foto-foto, atau gambar?

### Pelaksanaan

1. Pastikan bahwa gurumu menyetujui rencanamu
2. Lakukan rencanamu
3. Seraya kamu lakukan eksperimen, pastikan kamu menulis semua hasil pengamatanmu di dalam tabel data.

### Kesimpulan dan Penerapan

Gunakan pertanyaan berikut untuk membantumu membuat kesimpulan.

1. Faktor lingkungan mana yang telah kamu selidiki?
2. Bandingkan perbedaan pada pertumbuhan tanaman. Apa perbedaan di dalam kondisi yang mempengaruhi pertumbuhan stek?
3. Apa tipe perkembangbiakan yang dimiliki oleh tumbuhan ini?
4. Apakah hipotesis yang telah kamu rumuskan tentang faktor yang mempengaruhi pertumbuhan terjawab? Apa buktinya?

5. Penerapan: Bagaimana pemilik rumah kaca menggunakan informasi tentang stek tanaman dan kondisi yang dibutuhkan untuk menumbuhkan stek tersebut?

#### Pelaksanaan

1. Pastikan bahwa gurumu menyetujui rencanamu
2. Seraya kamu lakukan eksperimen, pastikan kamu menulis semua hasil pengamatanmu di dalam tabel data.

### Intisari Subbab



1. Jelaskan apa yang dimaksud seleksi alam
2. Apakah semua organisme mampu beradaptasi? Bila tidak, kira-kira apa yang akan terjadi pada organisme tersebut?
3. Bedakan antara adaptasi morfologi, fisiologi dan tingkah laku serta masing-masing berilah satu contoh.



# Pewarisan Sifat Makhluk Hidup

## Bagaimana Sifat Diwariskan?

Apa yang pertama kamu pikir ketika kamu mendengar istilah pewarisan? Apakah kamu berpikir tentang uang atau rumah baru? Orang mewariskan semua itu. Warisan itu mungkin berupa rumah, tanah, uang, bahkan hewan ternak, dan lain-lain. Tentunya telah banyak orang yang mendapat warisan itu. Tetapi ada tipe pewarisan lain yang setiap orang menerimanya. Setiap orang mendapat warisan ini yang tersimpan dalam inti dari tiap-tiap sel pada tubuhmu dalam bentuk gen atau pasangan gen.

Berabad-abad, orang telah tertarik pada kenyataan mengapa satu generasi berbeda satu sama lain. Bayi yang baru lahir mungkin mirip seperti orang tuanya. Kemiripan itu mungkin terletak pada bentuk hidung atau daun telinganya. Bentuk hidung merupakan suatu sifat yang dapat diamati. Tiap-tiap organisme memiliki kumpulan sifat-sifat, yang merupakan warisan dari orang tuanya. Setiap makhluk hidup mempunyai karakteristik spesifik yang disebut sifat yang unik. Sebenarnya yang diturunkan oleh kedua orang tua kepada anak-anaknya bukanlah sifat rambut keriting, bentuk hidung atau telinga dan lain-lain. Lalu apa sebenarnya yang diwariskan? Sifat yang diwariskan orang tuamu kepadamu berupa informasi genetik yang dinamakan gen. Gen inilah yang mengontrol sifat-sifat tersebut.

Faktor keturunan atau gen itu adalah senyawa kimia yang merupakan bagian dari suatu senyawa kimia yang lebih besar yang disebut sebagai kromosom. Secara sederhana dikatakan bahwa gen terdapat pada kromosom. Pada individu terdapat banyak gen. Banyak kelompok makhluk hidup juga memiliki banyak kromosom (**Gambar 4.10**).

### Kata-kata IPA

Hereditas  
Alela  
Genetika  
Dominan  
Resesif  
Papan catur Punnet  
Genotip  
Homozigot  
Heterozigot  
Henotip  
Silsilah keluarga

Contoh lain pada tanaman ercis, misalnya ada kesempatan yang sama pada tanaman baru untuk menerima alela warna bunga ungu atau alela warna bunga putih yang terkandung dalam sel sperma atau dalam sel telur (**Gambar 4.11**). Dalam biologi, studi yang mempelajari bagaimana sifat itu diturunkan dari induk kepada keturunannya disebut **genetika**.

Sumber: www.geneticeengineering.org

**Gambar 4.10**

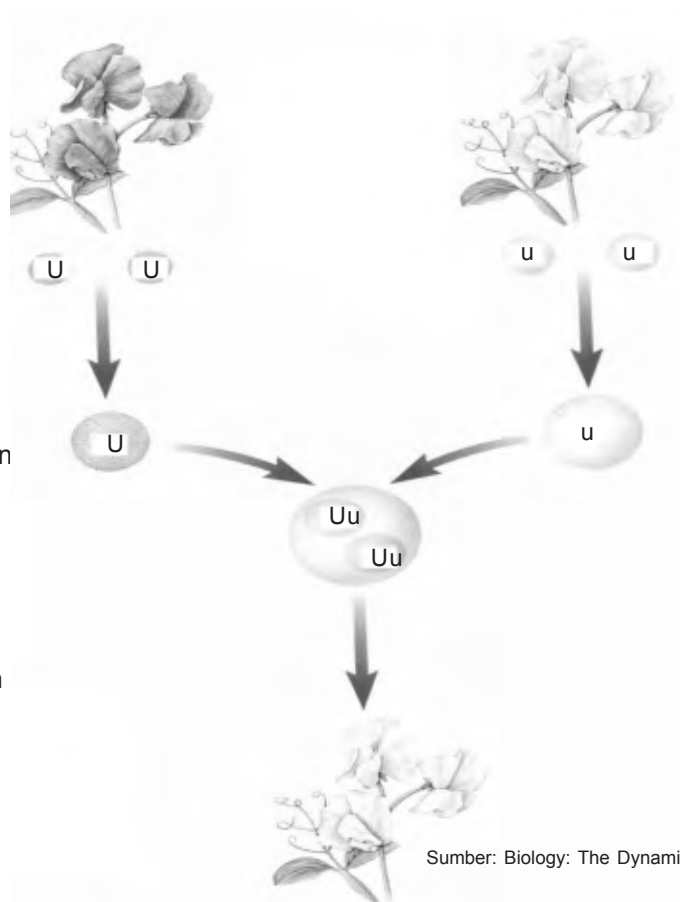
Pada sel yang berinti (eukariot), faktor pembawa sifat disimpan di dalam kromosom

Tanaman ercis berbunga putih menghasilkan sel-sel kelamin yang hanya membawa alela bunga putih.

**A** Sifat beda warna bunga ungu tanaman ercis disamping ini dapat membentuk dua macam sel-sel kelamin yaitu sel kelamin yang membawa alela warna bunga ungu dan sel kelamin yang membawa alela warna bunga putih.

**B** Selama pembuahan, satu sel sperma akan bergabung dengan satu sel telur. Sel sperma dan sel telur mana yang akan bergabung?

**C** Tanaman ercis baru yang akan tumbuh menerima dua alela bunga warna putih, sehingga tanaman tersebut bila dewasa akan menghasilkan bunga putih. *Sebutkan warna bunga yang akan dihasilkan bila tanaman tersebut menerima alela berwarna bunga putih dan alela berwarna bunga ungu?*



Sumber: Biology: The Dynamics of Life, 1995.

**Gambar 4.11**

Sifat organisme tergantung pada kombinasi gen yang dibawa sel kelamin induk. Diagram ini menunjukkan bagaimana sifat warna bunga diturunkan pada tanaman ercis.

### Lab Mini 4.3

#### Sebutkan persamaan ciri?

Surveilah 25 siswa di dalam kelasmu atau sekolahmu dengan mengamati sifat dagu membelah, lesung pipi, lidah menggulung, daun telinga melekat atau bebas. Catatlah hasil pengamatanmu dalam suatu tabel dalam catatan biologimu. Jelaskan semua variasi yang kamu amati.



Sumber: [www.bima.ib.ic.id](http://www.bima.ib.ic.id)

**Gambar 4.12**

Melalui eksperimen, Mendel menemukan dasar hukum pewarisan.

## Bapak Genetika

Studi ilmiah pertama yang mempelajari tentang bagaimana sifat diturunkan dari generasi ke generasi pada waktu yang lalu dilakukan oleh seorang pendeta, Johan Gregor Mendel. Ia hidup sekitar tahun 1800'an (**Gambar 4.12**). Ia banyak mempelajari sains maupun matematika dan bahkan telah bekerja beberapa tahun sebagai guru pengganti. Sambil mengajar ia membuat kebun percobaan di asrama kepastoran. Di sana ia melaksanakan percobaan (eksperimen) dengan tumbuhan. Pengalaman mengamati kebun anggrek ayahnya membuat ia berpikir bahwa eksperimen itu bertujuan untuk menduga macam-macam bunga dan buah dalam suatu tanaman yang berproduksi. Dalam hal ini induk dari tumbuhan telah diketahui sebelum

hipotesis dibuat. Mendel secara hati-hati menggunakan metode ilmiah dalam eksperimennya. Masih ingatkah kamu langkah-langkah metode ilmiah? Coba jelaskan!

Pada tahun 1866, setelah delapan tahun meneliti pewarisan sifat pada tumbuhan, Mendel mempresentasikan hasil penelitiannya pada kelompok ilmuwan. Ternyata mereka tidak mengetahui segala hasil penelitian yang disampaikan Mendel. Mendel meninggal pada tahun 1884, tanpa mengetahui apakah hasil penelitiannya pernah dimengerti kelompok ilmuwan.

Pada tahun 1900 hasil penelitian Mendel ditemukan kembali. Kemudian, ilmuwan lain atas dasar percobaannya mendapatkan kesimpulan yang sama seperti kesimpulan Mendel. Pada saat itulah Ilmuwan lain mengerti hasil penelitian Mendel. Sejak itu ia terkenal sebagai Bapak Genetika.

## Istilah dalam Genetika

Alternatif suatu gen disebut dengan **alela**. Sifat dominan dan resesif dilambangkan dengan simbol berupa huruf. **Dominan** adalah sifat yang muncul pada keturunan dari salah satu induk yang mengalahkan sifat pasangannya. Sifat dominan diberi simbol huruf besar yang diambil dari huruf pertama dari sifat dominan yang dibawa. Misalnya T mewakili tinggi, M simbol dari sifat merah, K untuk warna kuning.

**Resesif** adalah sifat yang tidak muncul pada keturunan karena dikalahkan (tertutup) oleh sifat pasangannya yang bersifat dominan. Sifat resesif ini diberi simbol huruf kecil dari sifat dominannya, misal t untuk pendek, m untuk putih, k untuk kuning dan lain-lainnya.

**Intermediate** adalah sifat antara sifat dominan dan resesif karena kedua sifat sama kuat bila ada bersama. Sifat genetik suatu organisme yang tidak tampak dari luar yang disebut **genotip**.

Tiap-tiap sel dalam tubuhmu mempunyai dua alela untuk setiap sifat. Dua alela untuk sifat yang persis sama, misalnya TT atau tt disebut **homozigot**. Dua alel yang berbeda untuk satu sifat, misalnya Tt disebut **heterozigot**.

Sifat fisik sebagai suatu hasil dari penampakan genotip adalah **fenotip**. Fenotip merupakan sifat yang nampak. Merah adalah fenotip untuk tanaman berbunga merah. Pendek adalah fenotip untuk tanaman pendek. Bila kamu memiliki warna kulit kuning, maka fenotip untuk warna kulitmu adalah kuning.

Di dalam mempelajari genetika kita harus tahu simbol-simbol persilangan:

P : singkatan parental yang berarti induk

P1: induk pertama, P2 = induk kedua dan seterusnya

F : singkatan filius, artinya keturunan

F1: artinya keturunan pertama, F2: keturunan kedua dan seterusnya.

## Menggunakan Papan Catur Punnet

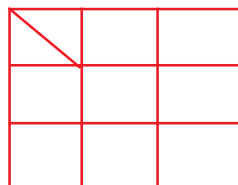
Bila kakakmu mempunyai daun telinga bebas (tidak melekat) dan menikah dengan seseorang yang mempunyai

daun telinga melekat, dapatkah kamu menduga bentuk daun telinga dari anak kakakmu? Suatu alat sederhana yang digunakan untuk menjabarkan hasil ini disebut papan catur Punnet. Kotak Papan catur Punnet menggunakan pengetahuanmu tentang alela. Papan catur Punnet menunjukkan kemungkinan kombinasi dari pasangan-pasangan gen untuk sifat yang diberikan. Berikut ini merupakan rangkaian langkah-langkah yang menunjukkan bagaimana menggambar kotak Punnet ( **Gambar 4.13**). Berapa banyak kotak Punnet yang dibutuhkan untuk menduga bentuk daun telinga dari anak kakakmu?

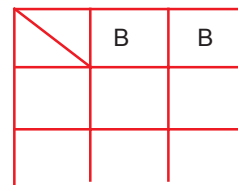
**Gambar 4.13** menunjukkan bahwa kamu memerlukan dua kotak Punnet untuk menduga apakah daun telinga anak kakakmu bergelambir atau melekat. Mengapa? Daun telinga bebas kakakmu menghasilkan dua pasang gen BB atau Bb. Bagaimanakah bentuk daun telinga anak kakakmu pada kotak persegi 1 dan kotak persegi 2?



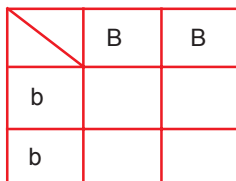
A. Menggambar kotak papan catur Punnet, pertama (kotak besar)



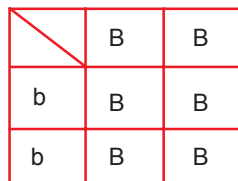
B. Kemudian kotak besar dibagi menjadi sembilan bagian kecil.



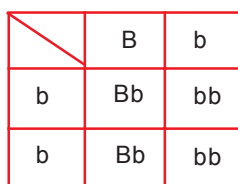
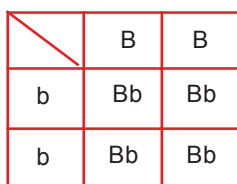
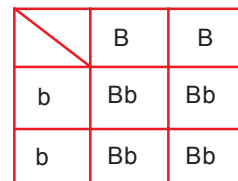
C. Menulis huruf yang mewakili gen Ayah pada bagian atas kotak, masing-masing satu di atas kotak kecil.



D. Menulis huruf yang mewakili gen Ibu pada bagian samping kotak, masing-masing satu di samping kotak kecil. Lengkapi dengan tanda wanita dan pria.



E. Kemudian, mengisi empat kemungkinan pasangan gen dalam bujursangkar kecil. Lakukan ini dengan melibatkan huruf yang ada di atas dan disamping.



F. Dua kotak diperlukan untuk menunjukkan kemungkinan keturunan bila satu orang tua berdaun telinga tidak melekat dan yang lainnya melekat. Mengapa?

**Gambar 4.13**

Papan catur Punnet menunjukkan kepada kamu semua cara bagaimana alela bergabung

Papan catur Punnet dapat digunakan untuk menghitung hasil persilangan yang diharapkan. Untuk melakukan ini, hitunglah berapa kali kemungkinan kombinasi yang terjadi dan bandingkan kombinasi itu pada 4 kotak. Semua kemungkinan itu merupakan hasil kombinasi yang diharapkan yang terjadi pada generasi turunan. Contoh, pada kotak 1 (**Gambar 2.14**), peluang anak kakakmu pertama adalah 4 dari 4 atau 100% daun telinga bebas. Pada kotak 2, kesempatannya 2 dalam 4 atau 50%.

Bagaimana dengan anak kakakmu yang kedua? Kesempatan mempunyai seorang anak dengan sifat-sifat tertentu adalah sama pada tiap-tiap anak, apakah anak kakakmu yang pertama, kedua, ketiga, keempat, atau kelima. Setiap waktu sebuah sel sperma membuahi sebuah sel telur, peluang kombinasi gen adalah sama.

### CONTOH SOAL: Menggunakan Papan catur Punnet

#### Soal 1: Warna Ercis

Warna kuning pada kacang ercis adalah dominan terhadap warna hijau. Tanaman ercis berbiji kuning disilangkan dengan tanaman berbiji hijau. Bagaimana genotip dari semua keturunannya?

#### Hasil

Genotip dari kemungkinan semua keturunannya:  
Semua Kk  
Fenotip keturunannya: Semua kuning

#### Soal 2: Panjang sayap lalat buah

Di kalangan lalat buah, sayap panjang adalah dominan terhadap sayap pendek. Dua lalat buah (jantan dan betina) bersayap panjang (Pp) disilangkan. Bagaimana kemungkinan genotip dari keturunan mereka? Sebutkan fenotipnya?

#### Hasil

Genotip dari kemungkinan semua keturunannya: PP, Pp, dan pp.  
Fenotip keturunannya: PP dan Pp = sayap panjang  
pp = sayap pendek



## Satu Sifat Beda

Mendel memilih tanaman ercis untuk eksperimennya karena ercis galur murni ercis mudah disilangkan. Suatu organisme yang selalu memperlihatkan sifat tertentu yang sama dalam keturunannya adalah **galur murni** untuk sifat tertentu itu. Tumbuhan yang tinggi yang selalu menghasilkan turunan yang tinggi adalah galur murni untuk sifat tinggi tanaman. Mendel telah mempelajari tujuh sifat dari tanaman ercis, yang ditunjukkan pada **Tabel 4.1**.

Pada eksperimennya yang pertama, Mendel menyilangkan tumbuhan yang tinggi dengan yang pendek. Ia meletakkan serbuk sari dari tumbuhan tinggi murni ke kepala putik tumbuhan pendek murni. Proses ini disebut penyerbukan silang. Hasil persilangan ini ditunjukkan pada **Gambar 4.14**. Hasil persilangan menunjukkan bahwa semua turunan berupa tumbuhan tinggi; sifat pendek tidak muncul.

Atas dasar persilangan itu, Mendel menyebut sifat tinggi tanaman sebagai sifat dominan, karena sifat tinggi tampak mendominasi atau menutupi sifat atau perawakan pendek tanaman. Pada persilangan itu Mendel menyebut sifat pendek tanaman sebagai sifat resesif. Tetapi apakah yang terjadi terhadap sifat resesif? Ia mencoba untuk menemukan jawabannya. Mendel menyilangkan tumbuhan tinggi hasil persilangan tadi. Biji yang dihasilkan ia kumpulkan dan ditanam. Ia terkejut karena tumbuhan yang tumbuh dari biji ini ada yang tinggi dan ada yang pendek. Sifat resesif ini muncul lagi. Mendel menemukan bahwa perbandingan

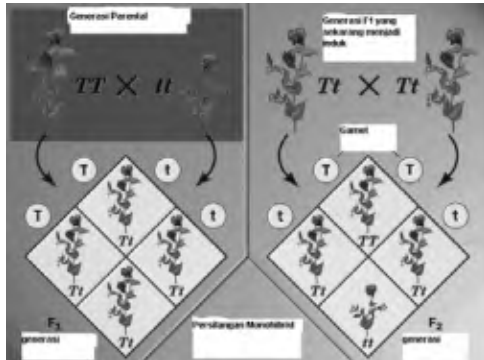
Tabel 4. 1Sifat -sifat pada tanaman ercis

| Sifat yang dibandingkan oleh Mendel  |   |  |   |  |  |   |
|--|---|--|---|--|--|---|
| Bentuk Biji  | Warna Biji  | Warna Kulit Biji   | Warna polong  | Bentuk polong  | Tinggi Tanaman   | Posisi Bunga  |
| <br>Bulat | <br>Kuning | <br>Hijau | <br>Hijau  | <br>Berge-lombang | <br>Tinggi | <br>Di ketiak daun   |
| <br>Kisut | <br>Hijau  | <br>Putih | <br>Kuning | <br>Rata          | <br>Pendek | <br>Di ujung tangkai |

Sumber: Kaskel, 1995.



tumbuhan tinggi dan tumbuhan pendek adalah 3:1. Ia melihat bahwa perbandingan 3:1 dapat dipakai untuk menduga hasil ketika ia mulai melakukan suatu uji persilangan. Ia tahu bahwa kemungkinan besar ia akan mendapat hasil yang sama setiap waktu.



Sumber: [www.bima.ib.ic.id](http://www.bima.ib.ic.id)

**Gambar 4.14**

Persilangan antara tumbuhan ercis tinggi dan yang pendek (a) menghasilkan suatu generasi tumbuhan tinggi (b). Ketika tumbuhan tinggi generasi pertama disilangkan sesamanya, generasi kedua yang dihasilkan adalah 3 tumbuhan tinggi dengan 1 tumbuhan pendek (c).

Gregor Mendel tidak tahu tentang ADN, gen atau kromosom. Ia menggambarkan tentang “faktor” dalam tumbuhan yang menyebabkan sifat-sifat tertentu muncul. Ia juga menggambarkan bahwa faktor ini memisah ketika tumbuhan berkembang biak. Mendel sampai pada kesimpulannya berdasarkan pengamatan yang jeli dan analisis yang hati-hati. Hasil kerja Mendel menghasilkan kesimpulan bahwa pewarisan sifat itu dikendalikan oleh alela. Suatu alela mungkin bersifat dominan atau resesif. Selama meiosis, alela yang berbeda untuk suatu sifat akan memisah ke dalam sel kelamin yang berlainan. Agar pemahamanmu lebih jelas kerjakanlah **Kegiatan 4.5**.



#### Kegiatan 4.5

### Bagaimana peluang mempengaruhi kombinasi gen?

**Apa yang kamu perlukan?**

- 2 kantung kertas/ plastik/ mangkuk
- 100 kacang kedelai kuning
- 100 kacang kedelai hitam

**Apa yang kamu lakukan**

1. Letakkan 50 kacang kedelai hitam dan 50 kacang kedelai kuning kedalam kantung kertas. Letakkan 50 kacang kedelai hitam dan 50 kacang kedelai kuning ke dalam kantung kedua. Tiap-tiap kacang mewakili alela warna biji kedelai.

- Berilah label satu kantung betina untuk induk betina dan kantung lain jantan untuk induk jantan.
- Tanpa melihat isi kantung, ambillah satu kacang kedelai dari tiap-tiap kantung. Dua kacang kedelai mewakili alela kombinasi gabungan sperma dan sel telur.
- Ulangi langkah ketiga sampai seluruh biji kacang di tiap kantung terambil. Kocoklah kantung setiap kali akan mengambil kacang kedelai lagi.
- Gunakan kotak genetika untuk menduga berapa banyak kombinasi hitam/hitam, hitam/kuning, kuning/ kuning yang terambil.
- Buatlah suatu tabel dengan ruangan untuk 100 data. Catat warna kombinasi kacang kedelai setiap kali kamu mengambil dua kacang. Kembalikan kedua kacang yang diambil setelah kamu catat datannya.
- Hitunglah dan catatlah seluruh dari kombinasi kacang hitam/hitam, hitam/kuning, dan kuning/ kuning pada tabel datamu.
- Gabung dan catatlah data dari seluruh kelas.

#### Contoh Data Hasil Pengamatan

| Kacang kedelai | hitam/hitam | hitam/kuning | kuning/kuning |
|----------------|-------------|--------------|---------------|
| Kelompok 1     | 18          | 52           | 30            |
| Kelompok 2     | 24          | 46           | 30            |
| Kelas          | 376         | 751          | 373           |

#### Analisis

- Kombinasi mana yang sering muncul?
- Bila hitam dominan dan kuning resesif, berapakah tanaman yang mempunyai gen heterozigot?
- Berapakah hasil yang kamu harapkan dibanding dengan hasil pengamatanmu?
- Sebutkan rasio dari kacang kedelai hitam/hitam, hitam/ kuning, kuning/kuning pada tabel datamu.

#### Kesimpulan dan penerapan

- Sebutkan peluang untuk mengambil warna yang sama untuk satu pasang alela setiap kali pengambilan!
- Apakah peluang mempengaruhi kombinasi alel? Jelaskan.
- Bagaimana gambaran hasil pada sampel kecil dibanding hasil persilangan pada sampel besar?
- Hipotesis: Bagaimana caranya agar kamu akan dapat memprediksi hasil yang lebih sesuai dengan kenyataan.

## Dua sifat Beda

Setelah rangkaian eksperimen yang pertama, Mendel telah mempelajari dua sifat beda dalam eksperimen yang berikutnya. Yang menjadi pertanyaan, misalnya tipe tanaman apa yang akan berkembang dari suatu persilangan antara tanaman induk ercis berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) dan tanaman induk ercis berbiji keriput dan berwarna hijau (bbkk)? Seperti diketahui, hukum pemisahan menyatakan bahwa tiap-tiap gamet harus mengandung satu alela untuk tiap-tiap sifat. Dalam hali ini, gamet induk kuning, bulat mengandung alela B dan K dan gamet induk hijau, keriput mengandung alela b dan k. Bila terjadi persilangan, tanaman F1 akan mempunyai genotip BbKk yang memiliki fenotip kuning dan bulat. Mendel memang menemukan kenyataan ini.

## Prinsip Pemisahan Secara Bebas

Persilangan sesama F1 mendatangkan masalah bagi Mendel. Tanaman F1 mempunyai genotip BbKk. Apakah alela memisah secara bebas selama pembentukan gamet? Apakah alela tetap bergabung dalam kombinasi yang sama, BK atau bk? Bagaimana cara mencari gamet? Bila F1 adalah BbKk, makadan kemungkinan gametnya adalah BK, Bk, bK, dan bk. Gamet-gamet ini akan menghasilkan tanaman generasi kedua yang menunjukkan rasio fenotip 9:3:3:1, atau 9 kuning dan bulat: 3 kuning dan kisut: 3 hijau dan bulat: 1 hijau dan kisut. Hasil ini ditunjukkan dalam papan catur Punnet pada Gambar 4.15. Hasil eksperimen Mendel ini sesuai dengan hipotesisnya. Dari hasil ini, ia merumuskan prinsip pemisahan secara bebas. Prinsip ini menyatakan bahwa gen untuk sifat-sifat yang berbeda memisah secara bebas selama pembentukan gamet.

|    | BK                   | Bk                   | bK                   | bk                   |
|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| BK | BBKK<br>Bulat kuning | BBKk<br>Bulat kuning | BbKK<br>Bulat kuning | BbKk<br>Bulat kuning |
| Bk | BBKk<br>Bulat kuning | BBkk<br>Bulat hijau  | BbKk<br>Bulat kuning | Bbkk<br>Bulat hijau  |
| bK | BbKK<br>Bulat kuning | BbKk<br>Bulat kuning | bbKK<br>Kisut kuning | bbKk<br>Kisut kuning |
| bk | BbKk<br>Bulat/kuning | Bbkk<br>Bulat/ hijau | bbKk<br>Kisut        | bbkk<br>Kisut/hijau  |

Sumber: Kaskel, 1995.

**Gambar 4.15**

Generasi F2 dari persilangan dua sifat beda secara jelas menunjukkan bahwa alela memisah secara bebas antara satu dengan lainnya.

**Gambar 4.16**

Generasi yang berbeda memiliki ciri yang berbeda akibat pewarisan sifat dalam keluarga dari satu generasi ke generasi selanjutnya. Sifat-sifat ini sering kali identik dengan ekspresi – misalnya, bentuk hidung ayah identik dengan bentuk hidung anak laki-lakinya. Atau, sifat mungkin mirip, tetapi tidak identik, misalnya bentuk rambut. Pada beberapa pasangan keluarga ini, apakah sifat-sifat yang diwariskan kepada anak-anaknya yang berasal dari kakek neneknya?



Sumber: Dok. Penulis

## Silsilah Keluarga

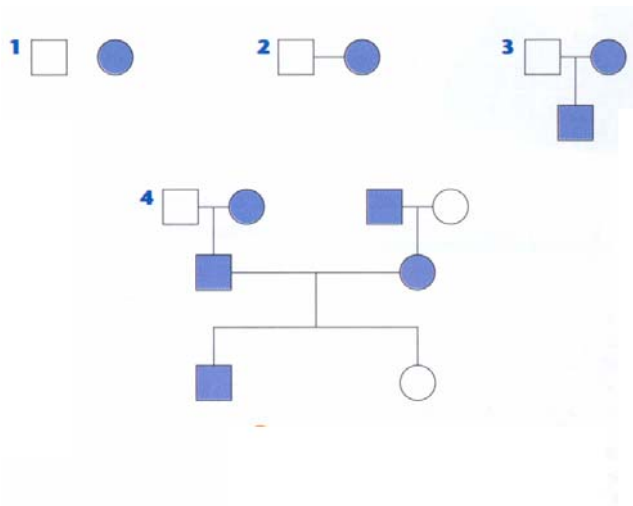
Dapatkah kamu menceritakan kepada orang tentang kemiripan kerabat dalam suatu keluarga yang tampak dalam foto keluarga pada **Gambar 4.16**? Beberapa anggota keluarga yang kekerabatannya dekat tetapi tampak berbeda sekali.

Untuk menemukan bagaimana anggota keluarga dapat memiliki ciri-ciri yang berbeda, kita dapat menggunakan suatu alat yang disebut silsilah keluarga untuk menelusuri sifat-sifat dalam keluarga Pusporini Purwadi-Sugito yang mempunyai dua orang anak Oki dan Firdha - saudara perempuan dan suaminya, Lilik Purwadi dan Arif, dengan orang tuanya Bapak dan Ibu Purwadi (kakek neneknya). Lihatlah Puspo dan Lilik mempunyai rambut warna kulit seperti kedua orangtuanya, Kita dapat menggambar suatu silsilah untuk warna kulit pada tiga generasi keluarga Purwadi. Pelajari **Gambar 4.17**, yang menunjukkan silsilah keluarga Purwadi. Apakah tiap orang dalam keluarga ini mempunyai warna kulit seperti Bapak dan Ibu Purwadi? Jika demikian siapa? Adakah anggota keluarga Purwadi yang lain yang mempunyai warna kulit kuning dan coklat? Apakah silsilah ini menggambarkan warna kulit? Apakah Oki dan Firdha mempunyai kesempatan memiliki warna kulit kuning atau coklat? Apakah ia dapat mewarisi sifat warna kulit kuning walaupun kedua orang tuanya mempunyai warna kulit coklat? Kerjakan **Kegiatan 4.6** agar kamu lebih memahami sifat-sifat apa yang diturunkan dalam keluargamu.



### Tahukah Kamu???

Albino, kekurangan pigmen dalam mata, kulit, rambut, sisik atau bulu rambut, merupakan pewarisan sifat yang mempengaruhi orang dan hewan. Penderita albino tidak mampu membuat pigmen melanin dari asam amino tirosin



**Gambar 4.17**

- A. Pada silsilah keluarga ini, anggota keluarga yang berbeda mewakili sifat yang berbeda. Lihatlah Gambar 1, 2, dan 3. kotak mewakili laki-laki, dan bulat mewakili perempuan. Warna biru mewakili anggota keluarga yang berkulit putih, dan terang mewakili kulit coklat. Dua orangtua dihubungkan dengan garis horizontal, dan satu atau lebih garis menghubungkan anak-anak dengan orangtuanya.
- B. Anak yang paling tua dalam suatu silsilah keluarga diletakkan di sebelah kiri, dan yang paling muda diletakkan di sebelah kanan.



#### Kegiatan 4.6

Temukanlah

### Apa yang dapat disimpulkan dari silsilah keluarga tentang suatu sifat?

*Pewarisan banyak sifat pada manusia tidak sesederhana dan langsung seperti pewarisan sifat rambut yang telah kamu pelajari. Warna kulit sebagai contoh merupakan sifat yang lebih rumit.*

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Lihatlah kembali daftar ciri-ciri yang kamu buat pada kegiatan di awal bab ini. Pilihlah satu sifat dan gambarlah sebuah silsilah keluargamu. Yakinkan untuk menyeleksi satu sifat yang dapat diamati paling sedikit untuk dua generasi, misalnya orangtuamu dan anak-anaknya.
2. Tentukan hitam/arsiran dan terang mewakili apa, misalnya, hidung mancung lawan pesek, warna kulit coklat lawan kuning.
3. Kamu dapat mengamati sifat pada banyak generasi yang mencakup banyak kerabatmu. Jika kamu suka, kamu dapat juga menggunakan keluarga temanmu.

#### Kesimpulan dan Penerapan

1. Siapa lagi dalam keluargamu atau keluarga temanmu yang mempunyai sifat yang pemunculannya mempunyai cara sama dengan yang kamu atau temanmu lakukan?
2. Apakah ada anggota keluargamu atau temanmu yang mempunyai ekspresi sifat berbeda daripada yang lain? Tuliskan penjelasan tentang hasil pengamatan ini dalam catatanmu.



## Hasil Pewarisan Sifat dan Penerapannya



### Lab Mini 4.4

#### Kemungkinan

Melempar sekeping koin untuk mengerti bagaimana peluang untuk suatu kejadian.

#### Apa yang kamu lakukan

Lemparlah sekeping koin sepuluh kali. Hitunglah jumlah gambar dan angka yang muncul! Sekarang lemparlah koin dua puluh kali. Hitunglah jumlah gambar dan angka yang muncul! Catatlah datamu dalam catatan biologimu!

#### Analisis

Bagaimana hasilmu setelah melempar koin sepuluh kali? Apakah sesuai dengan harapanmu? Bagaimana hasilmu setelah melempar koin dua puluh kali? Apakah hasil yang kamu peroleh lebih sesuai harapanmu dibanding dengan lemparanmu sebanyak sepuluh kali? Benarkah melempar sekeping koin mirip dengan bergabungnya sel sperma dan sel telur pada saat pembuahan?

Bila kamu melempar sekeping koin, kesempatan untuk mendapatkan gambar atau angka adalah sama, atau kira-kira 50-50. Dengan kata lain, gambar dan angka mempunyai kemungkinan sama untuk muncul. Kemungkinan ini juga dapat ditulis sebagai perbandingan – 1 angka : 1 gambar atau  $1/2$  angka :  $1/2$  gambar. Perbandingan ini yang kamu harapkan, tetapi hasil yang keluar tidak selalu sesuai dengan harapan. Kemungkinan mendapatkan rasio 1:1 dari gambar dan angka meningkat setiap kali jumlah lemparan bertambah banyak. Kemungkinan akan mendekati harapan apabila kamu melempar koin sepuluh kali daripada kamu melempar dua kali. Hasilnya akan lebih baik bila kamu melempar koin seratus kali. Kamu dapat menerapkan prinsip kemungkinan ini dalam memecahkan soal-soal genetika.

### Kemungkinan (Probabilitas)

Kemungkinan (Probabilitas) adalah suatu konsepsi yang membantu kamu menentukan kesempatan bahwa sesuatu itu akan terjadi. Misalnya, kamu mengharapkan kucingmu akan datang setiap waktu saat kamu akan memberikan makanan. Bila kucing dapat melakukan ini setiap hari selama satu tahun, maka kemungkinan besar kucingmu dapat melakukan ini pada tahun-tahun yang akan datang. Karena kejadian itu kenyataan, kemungkinannya 100%. Kamu dapat menduga kejadian itu. Kerjakan **Kegiatan Lab Mini 4.4** pada kolom di samping.

Mendel juga setuju dengan kemungkinan tersebut. Satu hal yang membuat dugaannya tepat adalah karena ia bekerja dengan jumlah sampel yang sangat besar. Ia menghitung setiap tumbuhan dan beribu-ribu biji. Saat ini, hal seperti itu tidak aneh, dan karena hal yang dilakukan tersebut, Mendel meningkatkan ketepatan hasil eksperimennya. Ilmuwan meneliti berdasarkan ketepatan agar hasil-hasil eksperimen dapat diulang.

## Penerapan Genetika

Prinsip-prinsip genetika banyak digunakan dalam beberapa kegiatan dan usaha untuk kesejahteraan manusia. Sejumlah hal yang memerlukan penerapan genetika antara lain:

### Penemuan Bibit Unggul

Di bidang pertanian dan peternakan, hukum genetika dan Mendel diterapkan untuk memperoleh bibit unggul. Misalnya untuk mendapatkan tanaman yang cepat berbuah dan rasanya enak, tahan penyakit serta tahan kekeringan. Contoh lainnya adalah untuk memperoleh bibit unggul ternak, misalnya cepat bertelur, dagingnya banyak atau menghasilkan susu.

### Penentuan Sifat Terpaut Kelamin

Jenis kelamin manusia dikontrol oleh kromosom kelamin yaitu kromosom X dan Y. Pada wanita susunan kromosom kelamin adalah XX dan pada pria adalah XY. Gen yang terpaut pada kromosom kelamin ini disebut dengan gen yang terpaut kelamin (terpaut seks). Umumnya, gen terpaut seks terdapat pada kromosom X namun ada juga yang terpaut pada kromosom Y. Contoh-contoh kelainan sifat yang dikendalikan oleh gen terpaut kelamin adalah butawarna dan hemofilia.

### Buta warna

Orang normal mampu melihat semua warna. Orang penderita buta warna tidak mampu melihat macam-macam warna dan sifat ini muncul akibat adanya kelainan gen pada kromosom kelamin X. Pada wanita yang mempunyai dua kromosom kelamin X, maka sifat buta warna baru muncul ketika kedua kromosom membawa gen buta warna, sedangkan pada pria yang hanya memiliki satu kromosom X, maka dengan satu sifat buta warna yang dibawa kromosom ini sudah memunculkan sifat buta warna. Dengan demikian hanya wanita yang memiliki sifat “pembawa” buta warna, artinya wanita ini normal namun membawa sifat buta warna karena susunan kromosomnya adalah heterozigot.



## Hemofilia

Hemofilia adalah sifat terpaut kelamin yang mempengaruhi proses pembekuan darah. Gen yang mengendalikan sifat ini adalah gen resesif dan terdapat pada kromosom X. Karena wanita memiliki dua kromosom kelamin X, maka gen ini akan muncul pembawa kelainan pembekuan darah pada wanita tersebut. Namun demikian, di dunia tidak ada wanita yang menderita hemofilia karena wanita penderita hemofilia akan segera mati ketika lahir (lethal). Pada pria, yang hanya memiliki satu kromosom kelamin X, maka bila kromosom X ini membawa gen hemofilia akan langsung muncul sifat hemofilia pada orang itu karena kromosom Y tidak ada alela dominan untuk menutup sifat hemofilia ini. Coba kamu buat diagram persilangan dari bermacam kemungkinan orang tua yang membawa sifat hemofilia ini!

## Alela Ganda

Kamu telah belajar bahwa dua alel berperan bersama menghasilkan suatu fenotip. Walaupun setiap organisme secara normal mempunyai dua alel untuk satu sifat, kemungkinan lebih dari dua alel untuk sifat dalam populasi. Pada populasi manusia, misalnya, tiga alel menentukan golongan darah: A, B, dan O. Golongan darah manusia memang ditentukan oleh alel ganda. Pada manusia, A dan yang sama-sama B dominan terhadap O, terekspresi bersama dan disebut kodominan. Pada keadaan kodominan misalnya yang terungkap antara A dan B, kedua alela muncul secara penuh, tidak seperti pada keadaan dominan tidak penuh, tidak seperti pada keadaan dominan tidak penuh, apalagi pada keadaan dominan penuh.

**Tabel 4.1 Golongan Darah Manusia**

| Fenotip (Golongan darah) | Genotip    |
|--------------------------|------------|
| A                        | AA atau AO |
| B                        | BB atau BO |
| AB                       | AB         |
| O                        | OO         |

Dari **Tabel 4. 1** kamu dapat melihat enam genotip dan empat fenotip yang mungkin terdapat pada golongan

Berdasarkan pada informasi dan Tabel 2.3 di atas, cobalah pecahkan masalah di bawah ini: Seorang wanita mempunyai golongan darah O menikah dengan seorang laki-laki bergolongan darah AB. Bagaimanakah rasio genotip dan fenotip yang diharapkan di antara anak-anak mereka? Gunakan papan catur Punnet untuk menentukan rasiomu.

Kamu juga dapat menggunakan Hukum Mendel untuk menentukan informasi tentang orang tua berdasarkan pada pengetahuan tentang keturunan yang mereka hasilkan. Perhatikan lagi contoh ini: Seorang wanita mempunyai golongan darah B menikah dengan laki-laki bergolongan darah A. Mereka mempunyai lima anak, semuanya bergolongan darah AB. Bagaimanakah kemungkinan genotip orang tuanya?

### Intisari Subbab



1. Bagaimana hubungan antara alela dan sifat?
2. Bedakanlah antara fenotip dan genotip!
3. Jelaskan sumbangan Mendel pada genetika!
4. **Penerapan:** Buatlah papan catur Punnet yang menunjukkan persilangan dua anjing. Anjing jantan homozigot untuk rambut hitam dan anjing betina homozigot untuk rambut warna putih. Warna hitam dominan terhadap yang putih. Gunakan huruf H untuk sifat dominan, dan huruf h untuk alela resesif. Sebutkan genotip dan fenotip dari induk, serta genotip dan fenotip dari anaknya!
5. Bagaimana rasio genotip dari hasil persilangan antara organisme yang memiliki genotip Dd dan organisme bergenotip DD pada keadaan dominansi tidak penuh?
6. Garbis berbentuk bulat disilangkan dengan garbis gepeng. Beberapa keturunannya mempunyai bentuk oval. Kenyataan ini menggambarkan bentuk pewarisan sifat yang bagaimana?
7. Seorang laki-laki bergolongan darah B menikahi wanita bergolongan darah A. Anak pertama mereka bergolongan darah O. Jelaskan kemungkinan golongan darah anaknya yang lain!



## Rangkuman



### A. Adaptasi, seleksi Alam dan Perkembangbiakan

1. Untuk dapat melangsungkan kehidupannya di alam ini, semua makhluk hidup menempuh dua cara, yaitu perkembangbiakan dan adaptasi.
2. Perkembangbiakan adalah usaha yang dilakukan makhluk hidup untuk menghasilkan individu baru
3. Adaptasi adalah usaha makhluk hidup untuk menyesuaikan dirinya dengan perubahan yang terjadi di lingkungannya, sehingga makhluk hidup tersebut dapat bertahan hidup.
4. Adaptasi dilakukan dalam rangka menghindarkan diri dari musuh atau dalam rangka mencari makanan
5. Ada tiga cara makhluk hidup melakukan adaptasi, yaitu adaptasi fisiologi, adaptasi tingkah laku, dan bentuk tubuh yang adaptif.
6. Salah satu mekanisme untuk kelangsungan hidup organisme adalah melalui seleksi alam. Keanekaragaman makhluk hidup merupakan bahan dasar untuk mengikuti seleksi alam.
7. Semakin tinggi keanekaragaman makhluk hidup maka semakin besar kemungkinannya untuk lolos dari seleksi alam. Makhluk hidup yang lolos seleksi alam dapat meneruskan kehidupan dan mewariskan sifatnya pada keturunannya.

### B. Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

1. Studi yang mempelajari bagaimana sifat itu diturunkan dari induk kepada keturunannya disebut genetika.
2. Sifat setiap organisme dikontrol oleh gen. Gen terbentuk dari DNA.
3. Sifat genetik suatu organisme yang tidak tampak dari luar disebut genotif.
4. Sifat fisik sebagai suatu hasil dari penampakan genotif disebut fenotif.
5. Dua alela untuk suatu sifat yang persis sama disebut homozigot. Dua alel yang berbeda untuk suatu sifat disebut heterozigot.
6. Prinsip pemisahan secara bebas menyatakan bahwa gen untuk sifat-sifat yang berbeda memisah secara bebas selama pembentukan gamet
7. Kemungkinan atau peluang (probabilitas) adalah suatu konsepsi yang membantu menentukan kesempatan bahwa sesuatu itu akan terjadi.
8. Dalam suatu populasi kemungkinan ada lebih dari dua alela untuk suatu sifat disebut alela ganda, contoh golongan darah, A, B, dan O manusia ditentukan oleh alela ganda, tiga yang mengontrol satu sifat. Pada manusia, A dan B dominan terhadap O, tetapi A dan B kodominan menghasilkan kedua alela muncul secara penuh



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

- reproduksi aseksual
  - kloning
  - ADN
  - embrio
  - pembuahan
  - meiosis
  - mitosis
  - sel kelamin
  - adaptasi
  - keanekaragaman hayati
  - seleksi alam
  - reproduksi
- bertambah banyaknya individu suatu spesies untuk mempertahankan jenisnya.
  - hasil peleburan sel telur dan sperma
  - pembelahan sel untuk membentuk sel kelamin
  - perkembangbiakan individu yang tidak melibatkan peleburan sel kelamin
  - materi genetik yang menurunkan sifat satu sel ke sel anaknya.
  - kemampuan makhluk hidup menyesuaikan diri terhadap lingkungan
  - pembelahan sel yang terjadi pada sel tubuh
  - pembentukan sel-sel secara invitro yang memiliki sifat sama dan identik dengan induk
  - variasi jenis spesies pada suatu ekosistem
  - keterbatasan kondisi alam yang menyebabkan alam melakukan pemilihan makhluk hidup yang bisa hidup di lingkungan tertentu

### Pengecekan Konsep

Pilihlah kalimat atau kata berikut untuk melengkapi kalimat.

- Proses yang bertujuan menghasilkan makhluk hidup yang secara genetik sama di sebut \_\_\_\_\_
  - fertilisasi
  - perkembangbiakan seksual
  - kloning
  - mutasi
- Sel sperma dan sel telur adalah tipe sel \_\_\_\_\_
  - embrio
  - mutasi
  - kelamin
  - gen
- Selama meiosis \_\_\_\_\_ yang membawa sifat berpisah
  - sel
  - sel kelamin
  - klon
  - gen
- Matinya beberapa jenis hewan/tumbuhan dalam waktu tertentu, merupakan contoh \_\_\_\_\_
  - seleksi alam
  - adaptasi
  - fosil
  - bencana alam
- Makhluk hidup dapat terbukti sesuai dengan lingkungannya melalui proses \_\_\_\_\_
  - seleksi alam
  - keanekaragaman hayati
  - menangkap mangsa
  - kawin
- Sifat genetik suatu organisme yang tidak tampak dari luar disebut \_\_\_\_\_
  - genotif
  - fenotip
  - Stereotif
  - gen

7. gen untuk sifat-sifat yang berbeda memisah secara bebas selama pembentukan gamet, hal tersebut merupakan konsep \_\_\_\_\_
  - a. hukum mendel 1
  - b. hukum mendel 2
  - c. prinsip pemisahan bebas
  - d. mutasi
8. Sifat fisik sebagai suatu hasil dari penampakan genotif disebut \_\_\_\_\_
  - a. genotif
  - b. fenotip
  - c. Stereotif
  - d. gen
9. Usaha makhluk hidup untuk menyesuaikan dirinya dengan perubahan yang terjadi di lingkungannya agar dapat bertahan hidup, disebut \_\_\_\_\_
  - a. adaptasi
  - b. seleksi alam
  - c. mutasi
  - d. kloning
10. Dua alela untuk suatu sifat yang persis sama disebut \_\_\_\_\_
  - a. homozigot
  - b. heterozigot
  - c. genotif
  - d. fenotif

---

### Berfikir Kritis

---

Jawablah pertanyaan berikut di dalam buku IPA-mu

1. Manakah variasi berikut yang sangat menguntungkan bagi burung yang hidup di tanah basah: kaki berselaput, kaki bercakar, kaki dengan jempolan untuk berpegangan pada dahan?
2. Apa ada hubungan antara banyaknya belalang hijau yang hidup di sawah dengan warna daun padi yang hijau?
3. Apa tipe adaptasi yang cocok untuk hewan yang hidup di padang pasir?
4. Bagaimana proses meiosis sangat penting bagi perkembang-biakan.
5. Bagaimana rasio genotip dari hasil persilangan antara organisme yang memiliki genotip Dd dan organisme

bergenotip DD pada keadaan dominansi tidak penuh?

6. Garbis berbentuk bulat disilangkan dengan garbis gepeng. Beberapa keturunannya mempunyai bentuk oval. Kenyataan ini menggambarkan bentuk pewarisan sifat yang bagaimana?

---

### Pengembangan Keterampilan

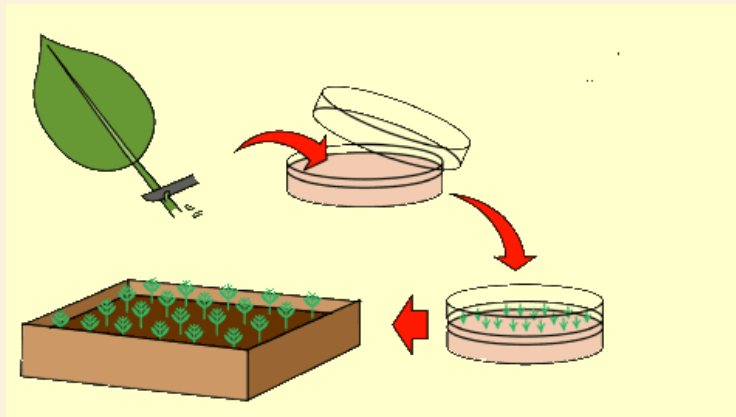
---

1. **Pengukuran.** Ambillah 50 buah biji satu jenis tanaman, gunakan penggaris untuk mengukur panjang masing-masing biji. Tulislah di dalam bukumu, kemudian hitunglah berapa panjang biji rata-rata.
2. **Membuat grafik.** Buatlah grafik balok untuk data yang kamu kumpulkan tentang panjang biji tersebut.
3. **Merencanakan eksperimen.** Rencanakan sebuah eksperimen untuk menguji apakah suatu tumbuhan berkembang-biak secara aseksual atau tidak
4. **Membuat hipotesis.** Buatlah hipotesis bagaimana katak menyesuaikan dirinya.
5. **Membuat poster.** Buatlah poster hewan-hewan yang hidup di jaman lampau, tapi tidak berhasil menyesuaikan diri, sehingga sekarang sudah punah.
6. **Menulis.** Carilah dan tulislah ringkasan dari koran yang berceritera tentang DNA.
7. **Penerapan.** Buatlah papan catur Punnet yang menunjukkan persilangan dua anjing. Anjing jantan homozigot untuk telinga tegak dan anjing betina homozigot untuk telinga rebah. Telinga tegak dominan terhadap yang rebah. Gunakan huruf T untuk sifat dominan, dan huruf t untuk alela resesif. Sebutkan genotip dan fenotip dari induk, serta genotip dan fenotip dari anaknya!

## BAB 5

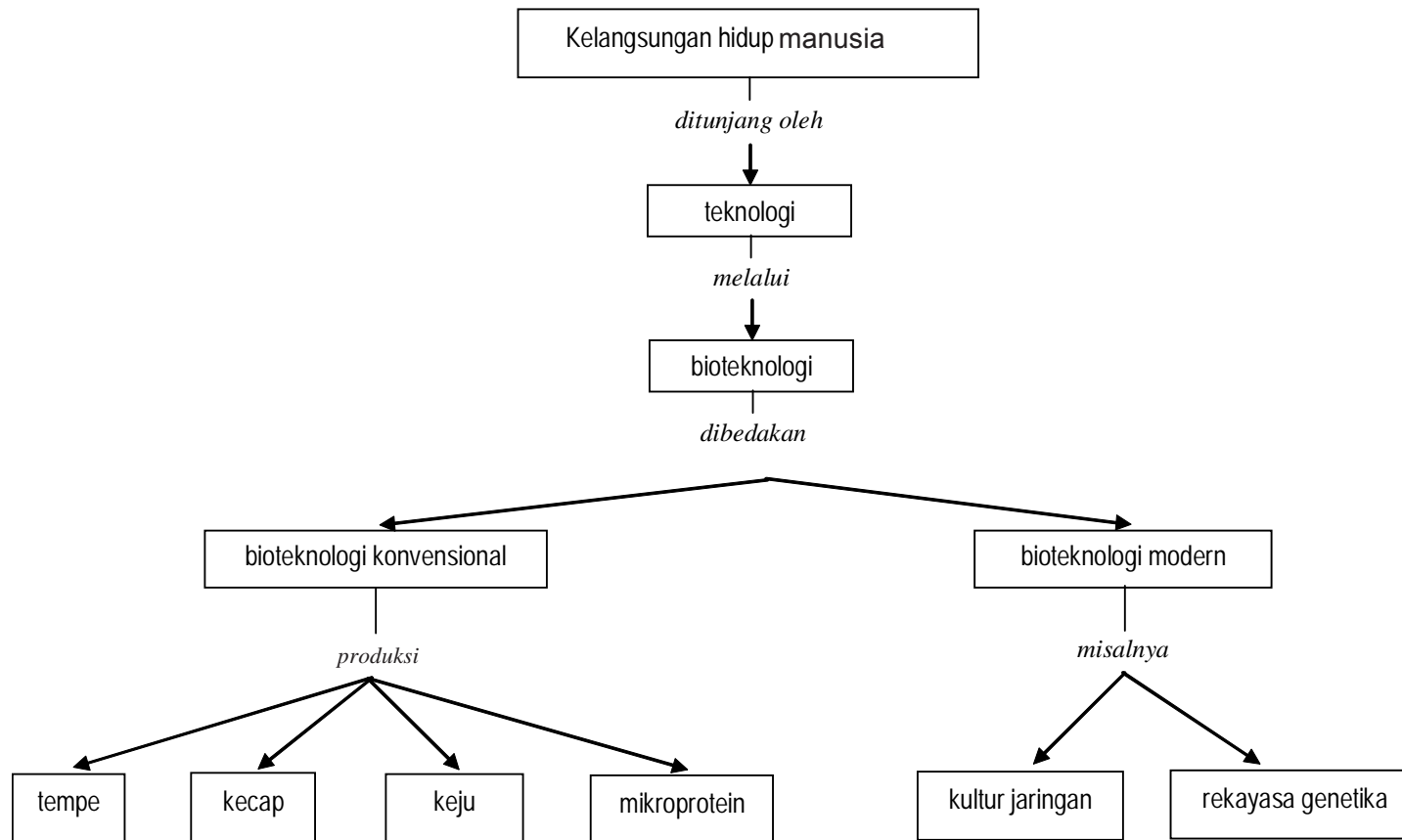
# Bioteknologi

- A. Peranan Bioteknologi untuk Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia
- B. Penerapan Bioteknologi Sehari-hari



Sumber: [www.bbc.co.uk](http://www.bbc.co.uk).

## Peta Konsep Bioteknologi





Bisakah kamu hidup tanpa teknologi? Mungkin tidak akan bisa. Perhatikan aktivitasmu sehari-hari selalu menggunakan hasil-hasil teknologi. Kamu nonton TV, pergi sekolah dengan kendaraan bermotor, berkomunikasi dengan telepon, bekerja dengan komputer, dan sebagainya. Semuanya yang telah dicontohkan tersebut adalah produk teknologi. Demikian juga yang berkaitan dengan sandang, papan, pangan dan pengobatan juga menerapkan teknologi. sebagai contoh, mungkin kamu pernah melihat semangka tanpa biji, mendengar tentang kloning domba atau anjing. Itu semua adalah hasil penerapan teknologi pada organisme untuk menghasilkan produk yang bermanfaat, dan dikenal dengan Bioteknologi. Apa itu bioteknologi akan kamu pelajari pada bab ini. Sebelum itu ikutilah kegiatan penyelidikan untuk mencermati bioteknologi sederhana.

## Kegiatan Penyelidikan



### Mengenal organisme yang berperan dalam fermentasi

#### Alat dan Bahan

- ragi roti (yeast)
- mikroskop
- air
- gula pasir

#### Prosedur

1. Siapkan dua buah gelas kecil, masing masing isilah dengan air. Ke dalam salah satu gelas tersebut isikan sesendok kecil gula pasir .
2. Ke dalam dua gelas tersebut masukkan seperempat sendok kecil ragi roti.
3. Diamkan kira-kira 15 menit, kemudian amatilah di bawah mikroskop, gambarkan hasil pengamatanmu.
4. Diamkan larutan ragi selama 45 menit, dan amatilah lagi. Perhatikan bentuk sel-sel ragi setelah 45 menit.

#### Analisis

1. Adakah perbedaan antara sel ragi yang ditumbuhkan dalam air dibandingkan dengan air gula?
2. Menurutmu apakah sel ragi termasuk makhluk hidup? Apakah sel ragi memiliki ciri hidup? Beri alasan!

# Peranan Bioteknologi untuk Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia

## Kata-kata IPA

Fermentasi  
Bioteknologi  
DNA  
DNA rekombinan  
Rekayasa Genetika  
Fermentasi  
Makanan fermentatif  
Terapi genetik

## Pengertian Bioteknologi

Tahukah kamu apa yang dimaksud dengan bioteknologi? Bioteknologi berasal dari kata “Bio” dan “teknologi”, dan secara bebas dapat kamu definisikan sebagai *pemanfaatan organisme hidup untuk menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia*.

Setelah kamu membaca definisi di atas, kamu mungkin akan bertanya, apakah petani yang membajak sawah dengan menggunakan kerbau juga termasuk bioteknologi? Diskusikan dengan teman-temanmu.

Bioteknologi sebenarnya sudah dikerjakan manusia sejak ratusan tahun yang lalu, karena manusia telah bertahun-tahun lamanya menggunakan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur ragi untuk membuat makanan bermanfaat seperti tempe, roti, anggur, keju, dan yoghurt. Namun istilah bioteknologi baru berkembang setelah Pasteur menemukan proses *fermentasi* dalam pembuatan anggur.

Di bidang pertanian kita juga sudah menggunakan mikroorganisme sejak abad ke-19 untuk mengendalikan hama serangga dan menambah kesuburan tanah. Mikroorganisme juga sudah digunakan secara luas di dalam mengolah limbah industri dalam dasawarsa ini. Dalam bidang kesehatan dan kedokteran, manusia telah dapat memproduksi vaksin tertentu dengan bantuan virus.

Perkembangan yang pesat dalam bidang biologi sel dan biologi molekuler sejak tahun 1960-an mendorong perkembangan bioteknologi secara cepat. Dewasa ini manusia telah mampu memanipulasi, mengubah, dan/atau menambahkan sifat tertentu pada suatu organisme.

Pengubahan itu dilakukan pada tempat yang sangat penting dan mendasar yaitu pada tingkat DNA (*Deoksiribonucleic Acid* = Asam Deoksiribo Nukleat), yaitu suatu rantai kimia yang terdapat di dalam inti sel yang mengontrol

seluruh aktivitas sel, termasuk sifat suatu organisme. Atas dasar itu maka definisi bioteknologi sekarang adalah: *Pemanfaatan dan/atau perekayasa proses biologi dari suatu agen biologi untuk menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia.*

Definisi bioteknologi yang terakhir ini lebih dikenal sebagai bioteknologi modern, karena di dalamnya terdapat perekayasa proses, termasuk rekayasa genetika. Sementara itu definisi yang pertama mengacu kepada bioteknologi konvensional (tradisional), dimana manusia hanya menggunakan proses yang terjadi dalam organisme, tanpa melakukan manipulasi, seperti dalam pembuatan tape atau tempe. Perbedaan yang mendasar antara bioteknologi konvensional dengan bioteknologi modern dapat dipelajari dari **Tabel 5.1** berikut.

**Tabel 5.1 Perbandingan Bioteknologi Konvensional dan Modern**

| Karakteristik       | Bioteknologi   |  |
|---------------------|--|--|
|                     | Konvensional   | Modern   |
| Tenik yg digunakan  | Fermentasi   | DNA rekombinan   |
| Kertelibatn manusia | Tidak mengubah sifat (proses) pada agen biologi (organisme) yang digunakan | Mengubah sifat (proses) pada agen biologi yang digunakan |
| Contoh hasil        | Tape, tempe, alkohol, asam cuka, yoghurt                                   | Insulin dari bakteri, Tomat tahan lama (tomat Favr Savr) |

## Sejarah Singkat Bioteknologi

Bioteknologi bukanlah merupakan ilmu baru dalam peradaban manusia. Bioteknologi telah dilakukan sejak zaman prasejarah, antara lain untuk menghasilkan minuman beralkohol dan makanan yang difermentasikan.

Bioteknologi mengalami perkembangan secara bertahap, sebagaimana ditunjukkan dalam **Tabel 5.2**. Semenjak awal diterapkan, sampai dengan tahun 1857 disebut **era bioteknologi non-mikrobial**. Disebut bioteknologi era non-mikrobial karena pada saat itu belum diketahui bahwa makanan produk fermentasi merupakan

hasil kerja mikroorganisme. Bioteknologi dimensi baru (**bioteknologi mikrobial**) dimulai sejak 1857 setelah Louis Pasteur menemukan bahwa fermentasi yang terjadi

**Tabel 5.2 Sejarah singkat perkembangan Bioteknologi**

| Peristiwa  | Kapan     |
|--|-----------|
| ■ Ragi untuk pembuatan anggur  | < 6000 SM |
| ■ Ragi untuk mengembangkan roti  | ± 4000 SM |
| ■ Tembaga ditambang dengan mikroba di Spanyol  | < 1670    |
| ■ Mikroba pertama kali dilihat oleh Leewenhoek   | 1680      |
| ■ Mikroba perusak fermentasi ditemukan Louis Pasteur   | 1876      |
| ■ Enzim diekstrak dari ragi dapat membuat alkohol ditemukan Eduard Buchner   | 1897      |
| ■ Penemuan bakteri penghasil aseton, butanol, gliserol   | ± 1910    |
| ■ Struktur rantai ganda ADN terungkap  | 1953      |
| ■ Penemuan bakteri antibiotik baru (streptomisin, sefalosporin, dll)   | 1953      |
| ■ Mikroba digunakan menambang uranium di Kanada  | 1960-an   |
| ■ Ditemukan ADN rekombinan dan percobaan rekayasa genetik pertama berhasil   | 1973      |
| ■ Hibridoma menghasilkan antibodi monoklonal   | 1973      |
| ■ Bahan mentah industri plastik dari mikroba, interferon untuk kanker  | 80-an     |
| ■ Mikroba hasil rekayasa membantu mengekstrak minyak dari tanah. Mikroba secara luas digunakan untuk mengekstrak logam, produksi hidrogen dari bakteri, Antibodi monoklonal digunakan untuk menuntun obat anti kanker, membuat tanaman yang memupuk sendiri dan tanaman yang mampu menolak serangan hama sendiri, lewat rekayasa genetika. | 1990-an   |

dalam pembuatan anggur merupakan hasil kerja mikroorganisme. Makanan atau minuman yang diproduksi melalui proses fermentasi antara lain tempe, tape, sake (di Jepang), tuak, anggur, dan yoghurt.

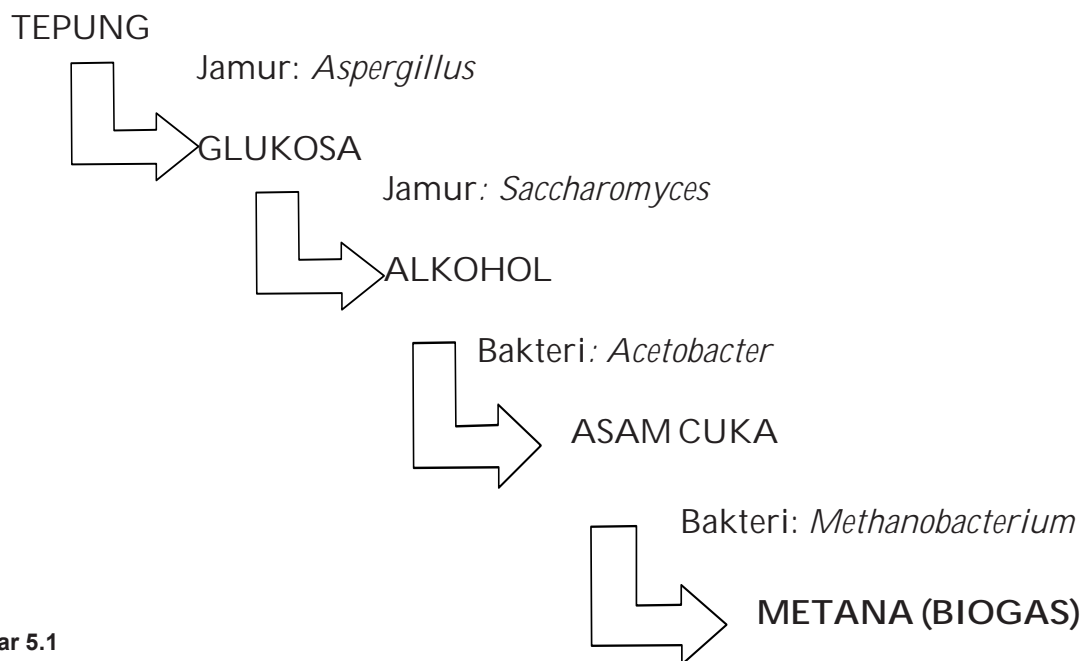
Pada tahun 1920 proses fermentasi yang ditimbulkan oleh mikroorganisme mulai digunakan untuk memproduksi zat-zat seperti aseton, butanol, etanol, dan gliserin. Fermentasi juga digunakan untuk memproduksi asam laktat, asam sitrat, dan asam asetat dengan menggunakan jasa bakteri. Setelah perang dunia II dihasilkan produk bioteknologi lain misalnya penisilin dari jamur *Penicillium notatum*. Keberhasilan ini diikuti dengan penelitian kemampuan mikroorganisme lain menghasilkan antibiotik dan zat-zat lain seperti vitamin, steroid, enzim, asam amino, dan senyawa-senyawa protein tertentu.

Perkembangan teknologi mutakhir yang dibarengi dengan perkembangan di bidang biokimia, biologi seluler, dan biologi molekuler melahirkan teknologi enzim dan rekayasa genetika yang akhirnya mengantarkan kita ke suatu era **bioteknologi modern**. Kini bioteknologi telah benar-benar digunakan untuk menjawab berbagai tantangan kehidupan manusia.

## Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang mengandalkan jasa mikroba untuk menghasilkan produk yang dibutuhkan manusia melalui proses fermentasi (proses peragian). Di dalam pemanfaatan mikroba ini, manusia tidak melakukan manipulasi atau rekayasa proses. Manusia hanya menciptakan kondisi dan bahan makanan yang cocok bagi mikroba untuk berkembang secara optimal.

Contoh rangkaian proses yang digunakan dalam bioteknologi konvensional dapat dilihat pada **Gambar 5.1** Proses terjadi berurutan, dari tepung menjadi glukosa oleh jamur *Aspergillus*, selanjutnya glukosa diubah menjadi alkohol oleh jamur *Saccharomyces*. Rangkaian proses ini telah lama digunakan



**Gambar 5.1**  
Bagan jalur mikrobia untuk menghasilkan metana (biogas)

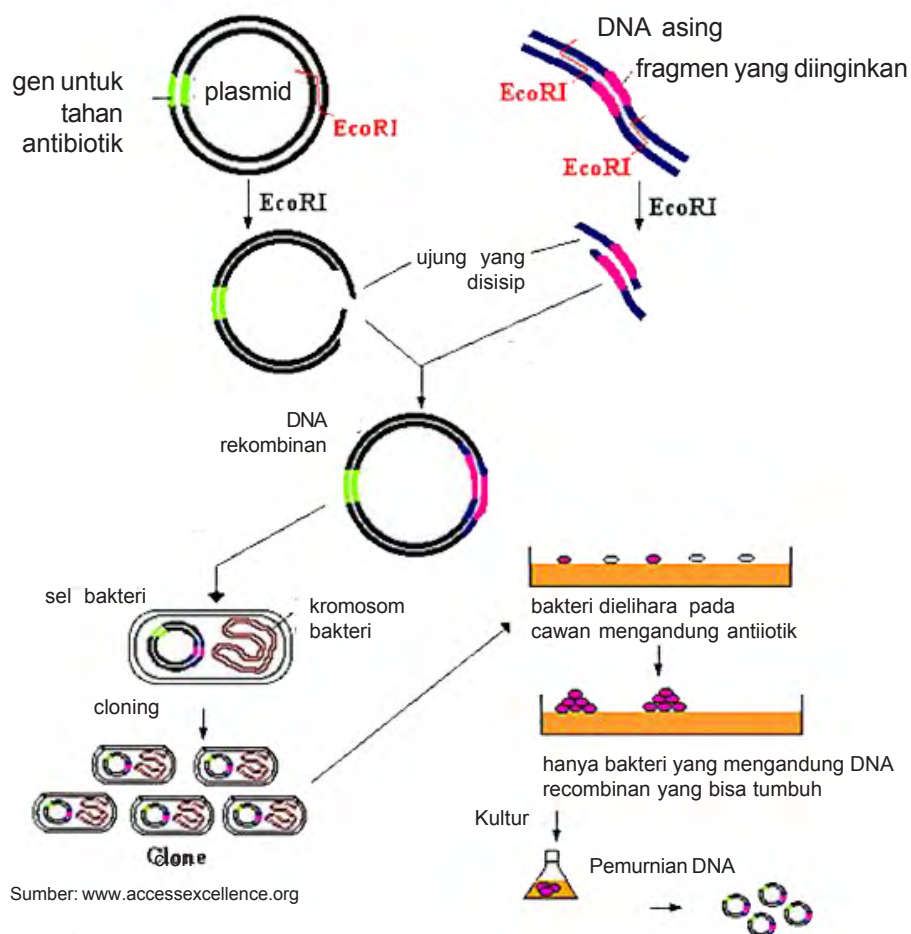
Contoh lain yang lebih populer dapat kamu lihat ketika seseorang membuat tape. Pembuat tape sebenarnya hanya memelihara jamur ragi tape (mikroba pembuat tape) pada ketela pohon atau nasi ketan yang dijadikan substrat bagi jamur ragi. Pemeraman ketela pohon atau nasi ketan yang telah ditaburi ragi sebagai upaya untuk menciptakan kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan jamur ragi, karena jamur ragi menyukai tempat yang gelap dan hangat.

## Bioteknologi Modern (Rekayasa Genetika)

Berbeda dengan bioteknologi konvensional, bioteknologi modern (khususnya rekayasa genetika) berusaha mengubah sifat organisme sehingga memiliki kemampuan seperti yang diinginkan. Sebagai contoh misalnya, bakteri pada masa dahulu tidak mampu menghasilkan insulin yang diperlukan oleh manusia, pada saat sekarang orang sudah berhasil menambah sifat baru kepada bakteri tersebut, sehingga mampu menghasilkan insulin.

Bioteknologi modern juga digunakan untuk merekombinasi DNA. DNA dipotong kemudian disambung dengan DNA baru yang membawa sifat *unggul*. DNA baru hasil penggabungan inilah yang disebut DNA rekombinan.

Bagaimana DNA rekombinan itu dibuat? Perhatikan Gambar 5.2



**Gambar 5.2**  
Urut-urutan pembuatan DNA rekombinan.

## Tahap-tahap dalam membentuk DNA rekombinan.

1. Mula-mula orang mencari DNA unggul, misalnya diambil dari makhluk hidup lain atau membuatnya. Orang pada saat sekarang sudah berhasil membuat DNA ini.
2. Menyiapkan wahana (vektor), yaitu alat untuk memasukkan DNA itu ke dalam makhluk hidup yang akan diubah sifatnya. Wahana biasanya berupa virus atau plasmid dari bakteri. Plasmid adalah DNA yang bentuknya melingkar, terdapat di luar DNA inti bakteri. DNA plasmid mampu keluar masuk sel dan bisa bergabung dengan kromosom sel organisme lain. DNA plasmid yang telah bergabung ini dapat pula lepas kembali.
3. Memasukkan DNA rekombinan ke dalam sel
4. Kloning (perbanyakan) DNA rekombinan. DNA yang sudah dimasukkan ke dalam sel, diperlakukan sedemikian rupa sehingga bakteri yang dimasuki DNA itu menggandakan DNA tersebut di dalam selnya.
5. Memelihara sel agar menghasilkan produk yang diinginkan, sesuai dengan sifat yang dibawa oleh DNA yang disisipkan

Makhluk hidup yang telah disisipi sifat (DNA) baru biasanya akan memiliki sifat baru itu. Makhluk hidup yang demikian itu disebut **makhluk hidup transgenik (GMO= Genetic Manipulating Organism)**.

### Intisari Subbab



1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan bioteknologi!
2. Bedakan antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern!
3. Berilah contoh produk-produk yang dihasilkan melalui bioteknologi konvensional.
4. Apa yang dimaksud dengan makhluk hidup transgenis?
5. Apa yang dimaksud dengan rekayasa genetika?





## Penerapan Bioteknologi Sehari-hari

### Kata-kata IPA Transgenik Mikoprotein

Sebagaimana uraian sebelumnya, banyak produk bahan makanan yang proses pembuatannya memanfaatkan kerja mikroba, misalnya tempe. *Nata de coco* (sari kelapa atau kolang-kaling dari air kelapa) juga produk bioteknologi konvensional yang pembuatannya dibantu bakteri *Acetobacter xylinum*. *Nata de coco* ini berupa massa kenyal berwarna putih yang terbentuk dari serabut hemiselulosa yang terbentuk padapermukaan medium cair tempat hidup bakteri *Acetobacter xylinum*.

Contoh lain adalah tape dan anggur yang dibuat dengan memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae*. Keju juga merupakan produk bioteknologi konvensional yang memanfaatkan bakteri *Propionibacterium shermanii* (Gambar 5.3).



Susu setelah mulai menggumpal



Gumpalan dicetak dan dipress



Bakal keju diolesi larutan garam



Keju dimatangkan beberapa minggu

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

**Gambar 5.3**

Keju merupakan hasil olahan susu yang memanfaatkan kerja bakteri *Propionibacterium shermanii*

Pembuatan Yoghurt yang memanfaatkan *Lactobacillus sp* dapat kamu ikuti pada **Lab Mini 5.1**. Penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:



## Lab Mini 5.1

### a. Menggunakan mikroorganisme untuk mengubah bahan pangan

- 1) *Aspergillus oryzae* atau *Aspergillus soyae* bersama *Saccharomyces rouxii* atau *Pediococcus soyae* atau *Torulopsis sp* digunakan dalam pembuatan kecap. Mikroorganisme tersebut mengubah campuran kedelai dan padi-padian menjadi kecap (Indonesia), Shoyu (Jepang), Chiang-yu (Cina), dan soy-sauce (Eropa).
- 2) *Aspergillus wentii* digunakan untuk memfermentasikan biji-bijian, kedelai, dan garam menjadi tauco.
- 3) *Rhizopus oryzae*, *R. oligosporus*, *R. stolonifer*, *R. chlamydosporus* dimanfaatkan oleh orang untuk memfermentasikan kedelai yang sudah dikupas kulitnya. Miselium jamur tersebut akan mengikat keping-keping biji kedelai membentuk produk yang disebut tempe.
- 4) Makanan lain yang dibuat menggunakan jasa mikroorganisme melalui proses fermentasi adalah oncom (*Neurospora*), tape (*Aspergillus oryzae*, *Saccharomyces*, *Rhizopus sp.*, *Hansenula sp.*, dan *Torulopsis, sp.*); roti, kue, anggur, dan bir, (*Saccharomyces*), serta keju, mentega, yoghurt (*Streptococcus lactis*)

### Membuat Yoghurt

#### Prosedur

1. Ambillah segelas susu, dan masaklah pada suhu 90 derajat celsius, dan biarkan mendidih sampai kurang lebih 1 jam.
2. Angkat dari atas api dan dinginkan sampai suam-suam kuku.
3. Tambahkan ke dalam susu itu bibit yoghurt (dapat digunakan yoghurt yang sudah jadi) satu atau dua sendok makan penuh.
4. Tunggu selama 2 atau 3 hari sampai terbentuk padatan di bagian atas air susu tersebut. Itulah yoghurt yang bisa diminum.

### b. Mikroorganisme yang menjadi bahan pangan

Seperti sudah dijelaskan bahwa mikroorganisme tidak hanya dapat mengubah bahan pangan, tapi justru dapat menjadi bahan pangan itu sendiri.

- 1) Protein Sel Tunggal (PST). Istilah protein sel tunggal digunakan untuk menyatakan protein mikroorganisme untuk membedakan dengan protein yang berasal dari hewan dan tumbuhan. PST mengacu kepada sel mikroorganisme yang dikeringkan seperti bakteri, alga dan jamur yang sebelumnya ditumbuhkan di dalam sistem biakan yang berskala besar. Meskipun mikroorganisme ini ditumbuhkan untuk menghasilkan protein, tetapi juga mengandung karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, dan senyawa nitrogen bukan



### Tahukah Kamu???

Tahukah kamu bahwa sebagian dari makanan ringan (*snack*) yang digemari anak-anak dibuat dari mikoprotein? Dibandingkan dengan protein hewan, produksi mikoprotein memiliki beberapa keuntungan, misalnya proses pembuatannya cepat. Sebagai contoh 1 kg pakan untuk sapi menghasilkan 14 gram protein dalam 68 gram daging. Jamur *Fusarium graminearum*, menghasilkan 136 gram protein di dalam 1080 gram massa sel basah yang terbuat dari 1 kg karbohidrat ditambah dengan nitrogen anorganik.

protein seperti asam nukleat. Produksi PST pertama yang memberikan harapan berasal dari Jerman, diperoleh dengan jalan menumbuhkan *Saccharomyces cerevisiae* di dalam medium molase (limbah pabrik gula) dan garam amonium. Hasil proses ini dikonsumsi oleh manusia sebagai pengganti protein. Limbah pabrik bubur kayu berupa sulfit juga telah digunakan sebagai bahan baku dengan memanfaatkan khamir *Candida utilis* untuk menghasilkan protein bagi manusia dan hewan.

- 2) Mikoprotein. Mikoprotein merupakan produk makanan yang berasal dari miselium jamur (tubuh jamur). Pada pembuatan mikoprotein ini, digunakan jasa jamur *Fusarium graminearum*. Mikoprotein dihasilkan melalui fermentasi menggunakan glukosa sebagai bahan baku dan zat hara lain serta gas amoniak dan garam amoniak.



### Kegiatan 5.1

## Bagaimana memanfaatkan jasa mikrobia untuk menguji kualitas bahan makanan?

### Apa yang kamu perlukan

- larutan metilin biru
- air susu sapi
- pipet tetes
- gelas ukur
- tabung reaksi dan raknya
- termometer

3. Peram/simpanlah di tempat yang bersuhu hangat (37 °C)
4. Amati setelah 1 jam, 2 jam, dan 3 jam.

### Apa yang harus kamu lakukan

1. Siapkan tabung reaksi yang bersih/teril, isilah dengan 10 ml contoh air susu yang akan diuji kualitasnya.
2. Teteskan ke dalam tabung tersebut 1 ml metilin biru, goyangkan sehingga tercampur merata.

Gunakan pedoman berikut untuk menarik kesimpulan:

| Warna luntur setelah | Kualitas air Susu |
|----------------------|-------------------|
| 8 jam                | baik sekali       |
| 6 - 8 jam            | baik              |
| 2 - 6 jam            | cukup             |
| kurang dari 2 jam    | buruk             |

#### Berpikir kritis

Bila di dalam air susu terdapat bakteri, bakteri ini akan meragi (memfermentasikan) gula susu (laktosa) dan mereduksi warna metilin biru yang ada di dalam air susu tersebut sehingga warna susu menjadi luntur.

Manakah air susu yang mengandung banyak bakteri, yang warnanya cepat luntur ataukah lama lunturnya?

Bandingkan hasilmu dengan kelompok lain, Manakah air susu yang berkualitas baik?

## Produk Bioteknologi Modern

Produk bioteknologi modern antara lain berupa makhluk hidup transgenik, yaitu makhluk hidup yang telah diubah sifatnya sehingga memiliki keunggulan tertentu. Contoh makhluk transgenik adalah bakteri yang mampu menambang tembaga, bakteri yang mampu membersihkan lingkungan yang tercemar, bakteri yang mampu mengubah bahan pencemar menjadi bahan lain yang tidak berbahaya, jagung yang memiliki kadar protein tinggi, dan jeruk yang tahan penyakit busuk akar (**Gambar 5.4**), tomat (Favr Savr) yang tahan lama, kapas yang tahan hama, kentang dengan kandungan vitamin A tinggi, dan sebagainya.



Sumber: [www.ditlin.hortikultura.go.id](http://www.ditlin.hortikultura.go.id)

#### Gambar 5.4

Tanaman jeruk transgenik memiliki daya tahan terhadap penyakit busuk akar

Berikut ini makhluk hidup transgenik yang mampu menghasilkan produk-produk bermanfaat bagi manusia.

**Tabel 5.3 Produk Bioteknologi Modern**

| Produk  | Manfaat   |
|---|---|
| Insulin manusia<br>Inferon<br>Hormon Pertumbuhan<br>Protein Hepatitis-B<br>Urokinase<br>Gen beta-globulin<br>Antibodi monoklonal<br><br>Erythropoetin | Mengobati kencing manis<br>Mencegah infeksi virus<br>Mengobati kekerdilan<br>Vaksin melawan Hepatitis B<br>Menghilangkan bekuan darah<br>Mengobati thalasemia<br>Diagnosis penyakit menurun (misalnya <i>sick cell anemiae</i> , Gambar 7-8)<br>Mengobati anemia, dan merangsang pembentukan sel darahan baru |

**Tabel 5.4 Penyakit Menurun dan Gen Terapinya**

| Penyakit   | Gen yang disisipkan  |
|--|--|
| Hemofili<br>Kanker otak<br>Kanker paru-paru<br>AIDS<br>Kanker indung telur | Faktor VIII<br>Interleukin-2<br>Antisense ras<br>Selubung protein HIV<br>Thymidin kinase |

Bioteknologi modern banyak pula digunakan untuk menyembuhkan penyakit menurun. Penyembuhan penyakit menurun ini dilakukan dengan jalan menyisipkan gen yang kurang pada penderita. Proses ini disebut *terapi genetik*. **Tabel 5.4** menunjukkan contoh-contoh penyakit menurun dan gen yang disisipkan untuk menyembuhkannya.

Kopi super juga sedang diusahakan oleh perusahaan Escagenetics, Amerika Serikat. Oleh perusahaan ini kopi diubah susunan genetiknya sehingga berubah rasa, kandungan kafein, serta meningkat proporsi bahan padatnya yang dapat diekstraksi guna pembuatan kopi *instant* yang mudah larut. Perusahaan lain, Sungene sedang mengembangkan bunga matahari yang memiliki asam oleat



berkadar tinggi yang diduga mampu mencegah penyakit jantung.

Hormon pertumbuhan sapi juga sering digunakan untuk meningkatkan produksi air susu pada sapi. Sapi-sapi yang diberi hormon ini dapat meningkat produksi air susunya sampai 20%.

Pada saat sekarang orang masih melakukan pemupukan pada lahan pertaniannya, karena padi yang ditanam menghabiskan unsur-unsur hara di dalam tanah. Di masa depan dengan bioteknologi modern, dimungkinkan orang menggabung gen tanaman polongan dengan gen padi, sehingga diharapkan dapat diperoleh padi yang dapat memupuk sendiri karena mampu mengikat bakteri yang dapat mengambil nitrogen dari udara. Perhatikan **Gambar 5.5**



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

**Gambar 5.5**

Padi perlu dipupuk dan disiangi, di masa depan orang akan membuat padi transgenik yang mampu memupuk sendiri

Hasil lain dari rekayasa genetika adalah Tomat Flavr Savr. Tomat ini merupakan makanan hasil modifikasi genetik pertama yang dipasarkan ke konsumen. Ke dalam tomat ini dimasukkan gen ikan mas, yang dapat mengubah kebiasaan alami tomat untuk melunak ketika masak, sehingga tomat akan cukup keras selama transportasi dan penjualan.

Pada saat ini yang sedang menanti persetujuan dan sedang menanti ijin komersial adalah (1) kapas, tembakau, kentang, dan kedelai yang tahan herbisida; (2) kapas, tembakau, apel yang tahan hama, (3) jeruk, semangka, jagung, ketimun, pepaya, kentang yang anti virus.

## Kultur Jaringan

Kultur jaringan (**Gambar 5.6**) merupakan teknik untuk memperoleh bibit tanaman dengan cara menumbuhkan sebagian jaringan tumbuhan dalam media khusus. Teknik ini bertujuan memperoleh bibit tanaman baru yang lebih baik, lebih cepat, dan lebih banyak dalam waktu yang tidak terlalu lama. Melalui cara ini perbanyakan tanaman dilakukan secara vegetatif.



Sumber: [www.tfkhdtyt.blogspot.com](http://www.tfkhdtyt.blogspot.com)

**Gambar 5.6**

Tanaman yang ditumbuhkan dalam botol kultur jaringan

Teori yang melandasi teknik ini adalah teori *totipotensi*, yang artinya setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Dengan demikian individu-individu

yang dihasilkan akan mempunyai sifat yang sama persis dengan induknya.

Teknik kultur jaringan diterapkan dengan cara mengambil sedikit jaringan dari daun, pucuk, atau ujung akar tanaman yang sebelumnya telah disucihamakan. Selanjutnya potongan jaringan tersebut ditanam pada botol-botol steril yang telah diisi dengan media tanam. Dalam media tersebut terkandung unsur hara yang sudah ditakar dan hormon pertumbuhan yang sesuai. Setelah beberapa lama, dari potongan jaringan tersebut akan tumbuh tunas baru atau kalus. Kalus selanjutnya akan berkembang jadi tunas yang dapat menghasilkan akar dan selanjutnya tumbuh menjadi individu baru, yang disebut *plantlet*.

Setelah *plantlet* dalam botol tersebut cukup besar dapat dipindah ke media tanah seperti pada umumnya. Proses menanam dengan teknik kultur jaringan dapat kamu amati melalui skema pada **Gambar 5.7**.



**Gambar 5.7**

Skema menanam tanaman dengan teknik kultur jaringan.

Sumber: [www.tfkhdtyt.blogspot.com](http://www.tfkhdtyt.blogspot.com)



## Dampak Penerapan Bioteknologi

Bioteknologi semula diharapkan dapat membantu memecahkan berbagai persoalan dunia yang dihadapi oleh umat manusia, seperti kekurangan pangan, penyakit, hambatan-hambatan di dalam melakukan aktivitas manusia sendiri seperti pertambangan dan lain sebagainya.

Banyak contoh-contoh masalah umat manusia dapat diatasi melalui bioteknologi ini; namun perlu juga disadari bahwa dampaknya juga tidak sedikit. Dampak penerapan bioteknologi terdapat pada berbagai aspek kehidupan seperti etika/moral, lingkungan hidup, sosial ekonomi, dan kesehatan.

### Dampak di Bidang Sosial Ekonomi

Produk bioteknologi dapat merugikan petani kecil. Penggunaan hormon pertumbuhan sapi (*bovine growth hormone*/BGH) dapat meningkatkan produksi susu sapi sampai 20%. Bila tidak diatur penggunaannya hal ini akan menggusur peternak kecil. Bioteknologi dapat menimbulkan kesenjangan ekonomi.

Dalam waktu yang tidak terlalu lama lagi, jeruk, tembakau, coklat, kopi, gula, kelapa, vanili, ginseng dan opium akan dapat dihasilkan melalui modifikasi genetika tanaman lain. Keadaan ini akan menyingkirkan tanaman aslinya. Dunia ketiga sebagai penghasil tanaman-tanaman tadi akan menderita kerugian besar.

Pelepasan makhluk transgenik ke alam bebas dapat menimbulkan dampak berupa pencemaran biologi yang bisa lebih berbahaya daripada pencemaran kimia dan nuklir. Dengan keberadaan rekayasa genetika, perubahan genotip tidak dirancang secara alami sesuai dengan kebutuhan dinamika populasi, melainkan menurut kebutuhan pelaku bioteknologi itu. Bila tidak dilakukan secara bijaksana, perubahan drastis ini berpotensi menimbulkan bahaya yang besar.



### Jurnal IPA

Tulislah di dalam Jurnal IPA-mu, kemungkinan dampak apa yang muncul kalau bioteknologi konvensional seperti pembuatan tempe dan tape dilakukan secara besar-besaran?

## Dampak di Bidang Etika/Moral

Menyisipkan gen makhluk hidup kepada makhluk hidup lain memiliki dampak etika yang serius. Menyisipkan gen makhluk hidup lain yang tidak berkerabat dianggap sebagai pelanggaran terhadap hukum alam dan sulit diterima masyarakat. Mayoritas orang Amerika berpendapat bahwa pemindahan gen itu tidak etis, 90% menentang pemindahan gen manusia ke hewan, dan 75% menentang pemindahan gen hewan ke hewan lain.

## Dampak di Bidang Kesehatan

Produk rekayasa di bidang kesehatan ini memang sudah ada yang menimbulkan masalah yang serius. Contohnya adalah penggunaan insulin hasil rekayasa telah menyebabkan 31 orang meninggal di Inggris. Tomat Flavr Savr diketahui mengandung gen resisten terhadap antibiotik. Susu sapi yang disuntik dengan hormon BGH disinyalir mengandung bahan kimia baru yang punya potensi berbahaya bagi kesehatan manusia. Bahan pangan transgenik yang tidak berlabel juga membawa konsekuensi bagi penganut agama tertentu. Bagaimana hukumnya bagi penganut agama Islam, kalau gen babi disisipkan ke dalam buah semangka? Penerapan hak paten pada organisme hasil rekayasa merupakan pemberian hak pribadi atas organisme. Hal ini bertentangan dengan banyak nilai-nilai budaya yang menghargai nilai intrinsik makhluk hidup.

### Intisari Subbab



Jawablah dengan singkat dan jelas! Tulislah jawabanmu di buku Jurnal-mu

1. Semangka tertentu menurut kabar telah disisipkan gen babi. Coba kamu jelaskan kemungkinan dampaknya secara moral dan ekonomi?
2. Kalau Amerika Serikat berhasil membuat coklat dari alang-alang, mengapa hal itu dapat merugikan Indonesia?
3. Jelaskan dampak bioteknologi modern bagi lingkungan hidup?
4. Bagaimana para pakar membuat organisme yang tidak mampu menghasilkan produk menjadi mampu pada bioteknologi modern?
5. Sebutkan beberapa produk bioteknologi modern!



## Rangkuman



### A. Penerapan Bioteknologi untuk Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia

1. Bioteknologi sebenarnya bukanlah ilmu baru, karena bioteknologi konvensional sudah ada sejak manusia ada. Teknik fermentasi telah digunakan oleh manusia sejak dahulu kala untuk membuat berbagai ragam makanan fermentatif seperti tempe, tape, oncom, tahu, legem, terasi, susu masam, dan sebagainya.
2. Sejalan dengan berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan terutama biologi sel dan biologi molekuler, orang melakukan intervensi untuk mengubah beberapa sifat makhluk hidup sesuai dengan keinginannya. Perubahan itu dilakukan dengan menyisipkan atau mengganti DNA (pembawa sifat) makhluk hidup itu dengan potongan DNA lain yang “unggul”.

### B. Penerapan Bioteknologi Sehari-hari

1. Dari hasil proses ini telah diperoleh banyak makhluk hidup transgenik yang memiliki sifat unggul. Keunggulan itu misalnya: ada tanaman yang sangat tinggi nilai gizinya, ada tanaman yang tahan hama, karena mampu menghasilkan zat yang dapat membunuh hama, ada bakteri yang dapat menghasilkan enzim,. Di samping itu terdapat banyak penyakit menurun yang kemungkinan besar dapat disembuhkan dengan menyisipkan gen-gen tertentu ke dalam selnya.
2. Kemajuan yang diperoleh di dalam bidang bioteknologi ini terutama rekayasa genetika telah membawa angin segar bagi peningkatan kesejahteraan dan harapan hidup manusia. Tapi dibalik terdapat banyak dampak yang negatif di berbagai bidang kehidupan seperti etika, moral, lingkungan, sosial ekonomi, dan sebagainya.
3. Kemajuan yang diperoleh di dalam bidang bioteknologi ini terutama rekayasa genetika telah membawa angin segar bagi peningkatan kesejahteraan dan harapan hidup manusia. Tapi dibalik terdapat banyak dampak yang negatif di berbagai bidang kehidupan seperti etika, moral, lingkungan, sosial ekonomi, dan sebagainya.



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

*Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.*

- a. kloning
- b. bioteknologi konvensional
- c. bioteknologi modern
- d. totipotensi
- e. kultur jaringan
- f. fermentasi
- g. transgenik
- i. mikoprotein
- j. bioteknologi

1. Produk makanan yang berasal dari miselium jamur (tubuh jamur) bertambah banyaknya individu suatu spesies untuk mempertahankan jenisnya.
2. Pembentukan sel-sel secara invitro yang memiliki sifat sama dan identik dengan induk
3. Pemanfaatan organisme hidup untuk menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia.

4. Bioteknologi yang mengandalkan jasa mikroba untuk menghasilkan produk yang dibutuhkan manusia melalui proses fermentasi.
  5. Rekayasa genetika berusaha mengubah sifat organisme sehingga memiliki kemampuan seperti yang diinginkan.
  6. Makhluk hidup yang telah disisipi sifat (DNA) baru biasanya akan memiliki sifat baru itu.
  7. Setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai
  8. Teknik untuk memperoleh bibit tanaman dengan cara menumbuhkan sebagian jaringan tumbuhan dalam media khusus
4. Setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk berkembang menjadi individu baru jika ditumbuhkan dalam media yang sesuai. Sifat tersebut dikenal dengan istilah \_\_\_\_\_
    - a. totipotensi
    - b. genetik
    - c. fenotif
    - d. genotif
  5. Penyembuhan penyakit menurun dengan jalan menyisipkan gen yang kurang pada penderita. Proses ini disebut \_\_\_\_
    - a. terapi genetik
    - b. terapi alternatif
    - c. rekayasa genetika
    - d. terapi medis

---

### Pengecekan Konsep

---

Pilihlah kalimat atau kata berikut untuk melengkapi kalimat.

1. Proses reproduksi vegetatis yang bertujuan menghasilkan makhluk hidup yang secara genetik sama disebut \_\_\_\_\_
  - a. fertilisasi
  - b. perkembangbiakan seksual
  - c. kloning
  - d. mutasi
2. Contoh dari bioteknologi konvensional adalah \_\_\_\_\_
  - a. fermentasi
  - b. kloning
  - c. individu transgenik
  - d. planlet
3. Planlet adalah individu baru dan kecil hasil dari teknik perbanyak tumbuhan yang dikenal dengan \_\_\_\_\_
  - a. fermentasi
  - b. kultur jaringan
  - c. klon
  - d. rekayasa genetika
4. *Aspergillus oryzae* atau *Aspergillus soyae* bersama *Saccharomyces rouxii* atau *Pediococcus soyae* digunakan dalam pembuatan \_\_\_\_\_
  - a. kecap
  - b. tape
  - c. tempe
  - d. tauco
7. *Rhizopus oryzae*, *R. oligosporus*, *R. stolonifer*, *R. chlamydosporus* dimanfaatkan oleh orang untuk membuat \_\_\_\_\_
  - a. kecap
  - b. tape
  - c. tempe
  - d. tauco
8. Produk bioteknologi modern yang disebut insulin digunakan untuk pengobatan terhadap penyakit \_\_\_\_\_
  - a. thalasemia
  - b. diabetes
  - c. hepatitis
  - d. anemia

---

## Pemahaman Konsep

---

Jawablah pertanyaan berikut di dalam buku IPA-mu

1. Analisislah apa yang menyebabkan bioteknologi berkembang seperti dewasa ini?
2. Apa keuntungan dari proses pembuatan bibit tanaman melalui kultur jaringan.
3. Pikirkan apa yang akan timbul pada tatanan masyarakat kita andaikata bioteknologi berhasil mengkloning manusia dengan sifat-sifat yang dikehendaki?

---

## Pengembangan Keterampilan

---

1. (a) Ambillah sepotong tempe yang masih segar. Ambillah benang-benang halusny, dan amatilah di bawah mikroskop. Gambarlah hasil pengamatanmu.
  - (b) Keesokan harinya lakukan pengamatan yang sama pada tempe tersebut. Catat hasil pengamatanmu, dan bandingkan dengan pengamatan pertama.
  - (c) Lakukan lagi kegiatan yang sama pada hari ke tiga dan keempat.
  - (d) Perubahan apa yang tampak pada jamur yang tampak pada tempe. Buatlah gambar untuk menunjukkan perbedaannya.
2. Carilah dan tulislah ringkasan dari koran yang berceritera tentang kloning.
3. Buatlah suatu tulisan tentang hasil bioteknologi yang diterapkan dalam kehidupanmu sehari hari. Carilah sumber informasi dari bacaan ataupun dari internet.



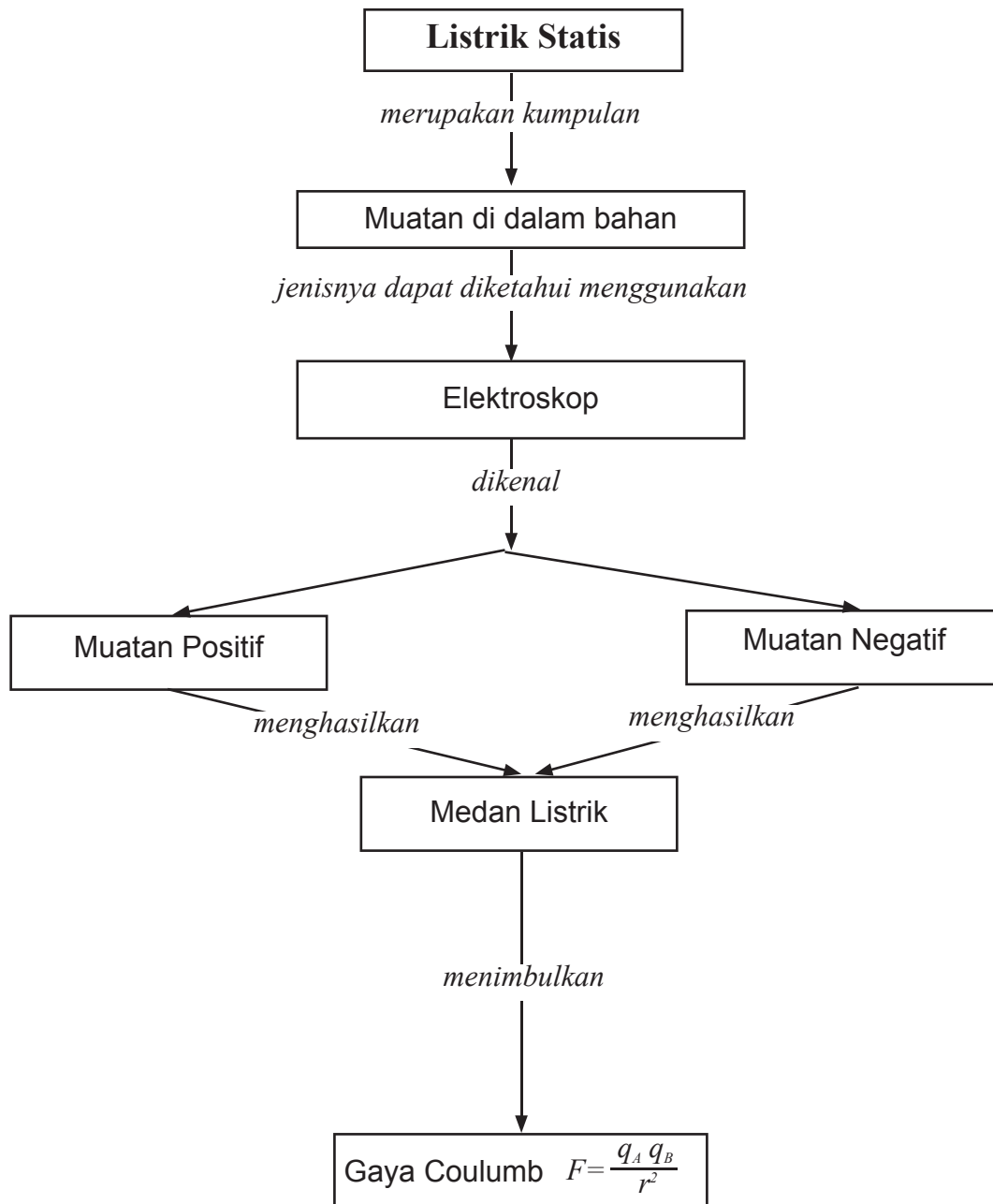
## BAB 6

# Kelistrikan

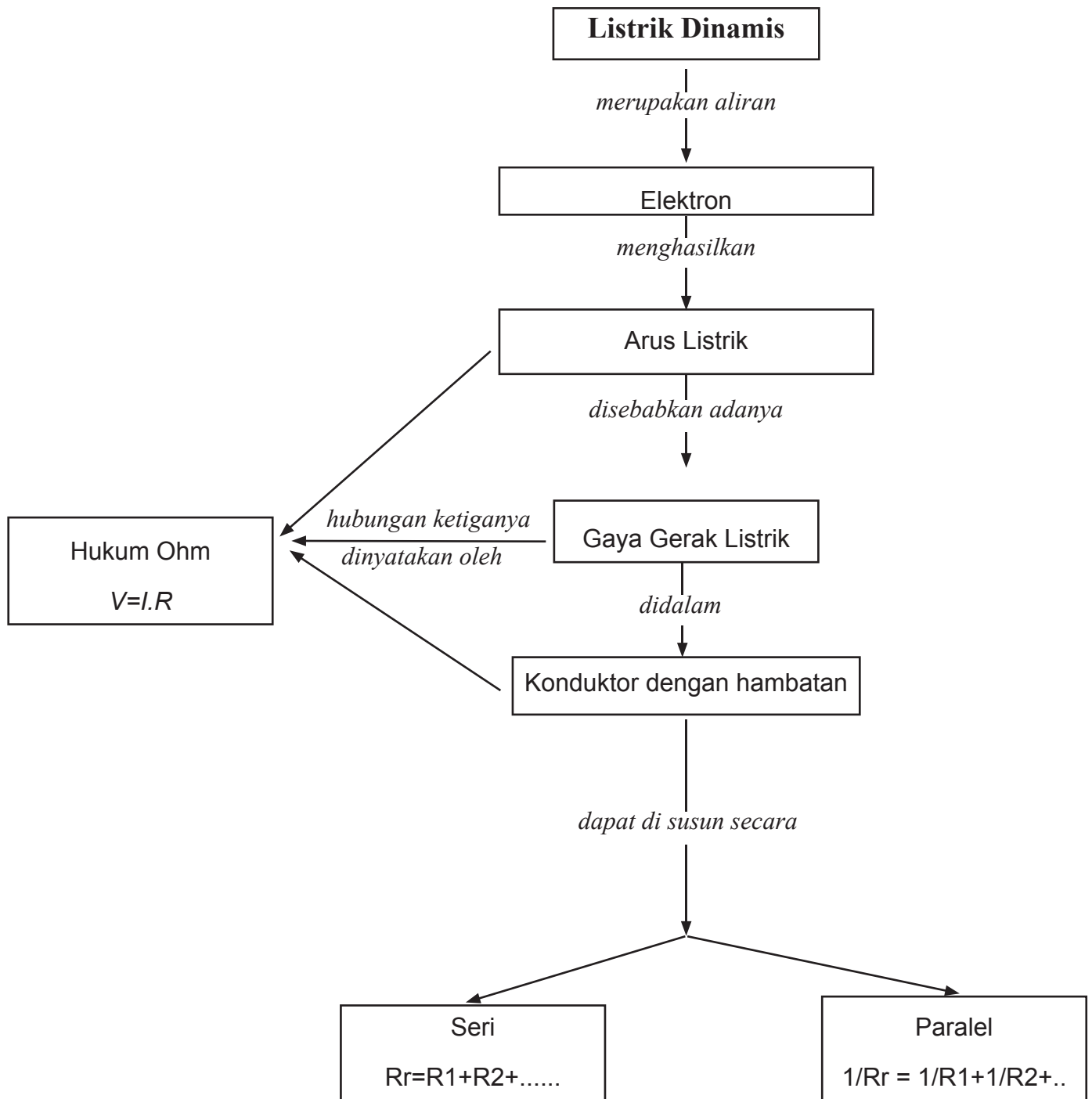
- A. Listrik Statis
- B. Listrik Dinamis
- C. Rangkaian Listrik
- D. Sumber Arus Listrik
- E. Daya dan Energi Listrik







## Peta Konsep Listrik Dinamis



Pada saat hujan turun, pernahkah kamu melihat petir? Petir adalah peristiwa alam yang sangat berbahaya dan ditakuti semua orang, karena petir menimbulkan kilatan cahaya yang diikuti dengan suara dahsyat di udara. Apabila seseorang tersambar petir, maka tubuh orang tersebut akan terbakar. Akibat berbahayanya petir, maka gedung-gedung bertingkat yang cukup tinggi dilengkapi dengan penangkal petir. Apa yang menyebabkan terjadinya petir? Mengapa tubuh orang yang tersambar petir terbakar? Mengapa gedung-gedung bertingkat yang tinggi dilengkapi dengan penangkal petir?

Petir merupakan gejala alam yang timbul karena berkumpulnya sejumlah besar elektron yang disebut listrik statis. Kita akan mempelajari dan mendiskusikan bagaimana cara memperoleh listrik statis secara sederhana dan cara pengosongannya sebagaimana petir dan manfaat penangkal petir.

### Kegiatan Penyelidikan



Dapatkan kamu menggerakkan suatu benda tanpa harus menyentuhnya?

1. Buatlah potongan-potongan kecil kertas atau kertas tipis di atas mejamu.
2. Gosokkan sebuah sisir plastik atau penggaris plastik pada rambutmu untuk memberikan muatan listrik.
3. Dekatkan sisir itu pada potongan kertas tisu. Catat pengamatanmu terhadap perilaku kertas tisu tersebut.



Sumber: Dok. Penulis



### Jurnal IPA

Dalam buku catatanmu, tulis satu paragraf yang memaparkan bagaimana sisir itu mempengaruhi kertas tisu pada langkah 3 di atas. Cobalah lakukan langkah yang sama dengan menggunakan benda lain, selain sisir, rambut, atau kertas tisu.

Mengapa pada kegiatan penyelidikan dengan sisir dan kertas tisu yang telah kamu lakukan di atas, kamu mengamati potongan kertas tisu itu tertarik dan menempel pada sisir. Apa yang menyebabkan potongan kertas tisu itu menempel pada sisir?

Pada saat kamu menyisir rambut kering, rambutmu tertarik oleh sisir (**Gambar 6.1**). Mengapa rambut menempel di sisir? Hal ini dijelaskan dalam **Gambar 6.2**. Seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.2a**, pada mulanya rambut dan sisir bersifat netral. Suatu atom bersifat netral, karena jumlah proton dan elektron sama. Pada saat kamu menggosokkan sisir pada rambutmu, sejumlah atom di dalam rambutmu terganggu, sejumlah elektron di dalam rambutmu terlepas dan berpindah ke sisirmu. Akibatnya, sisirmu memperoleh tambahan elektron, dan sisirmu itu tidak lagi netral, tetapi memiliki **muatan negatif**. Rambutmu kehilangan elektron, sehingga rambutmu itu **bermuatan positif** (**Gambar 6.2b**). Peristiwa ini merupakan contoh mendapatkan listrik statis dengan cara menggosok. **Listrik statis** adalah berkumpulnya muatan listrik pada suatu benda. Pikirkan contoh-contoh lain tentang listrik statis.



Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 6.1**

Pada saat kamu menyisir rambut kering, rambutmu tertarik oleh sisir.

## Kata Kunci IPA

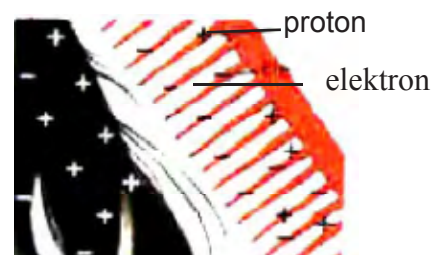
Listrik statis  
Muatan positif  
Muatan negatif  
Elektroskop



(a)

**Gambar 6.2a**

Sebelum menyisir, rambut



(b)

**Gambar 6.2b**

Setelah menyisir, elektron berpindah dari rambut ke sisir.



### Kegiatan 6.1

## Memberi muatan listrik dengan cara menggosok

### Apa yang Kamu Butuhkan

1 buah sisir, kertas tisu, rambut

### Apa yang kamu lakukan?

1. Letakkan potongan-potongan kertas tisu di atas meja.
2. Gosoklah sebuah sisir dengan rambutmu, dekatkan sisir tersebut pada kertas tisu. Tuliskan apa yang kamu amati.
3. Biarkan kertas tisu itu menempel pada sisir selama beberapa detik. Tulis apa yang kamu amati setelah beberapa detik berlalu.

### Analisis

1. Jenis muatan apakah yang dimiliki sisir dan rambut tersebut sebelum saling digosokkan?
2. Jenis muatan apakah yang dimiliki sisir dan rambut setelah saling digosokkan?
3. Pada saat sisir tersebut didekatkan pada tisu, mengapa tisu ini tertarik oleh sisir?
4. Setelah beberapa saat tisu itu menempel pada sisir, mengapa tisu itu lepas lagi?

### Sekarang Jawablah!

1. Bagaimana kamu membuat elektron pindah dari satu benda menuju benda lain dalam kegiatan ini?
2. Apa yang terjadi pada suatu benda yang tidak bermuatan listrik, jika benda itu mendapatkan atau kehilangan elektron?

## Pengosongan Muatan Listrik

Loncatan muatan listrik terjadi pada saat muatan listrik bergerak secara bersama-sama. Kejadian ini disebut pengosongan listrik statis. Petir merupakan salah satu contoh proses pengosongan. Pengosongan itu ditunjukkan oleh sambaran petir pada **Gambar 6.3**.

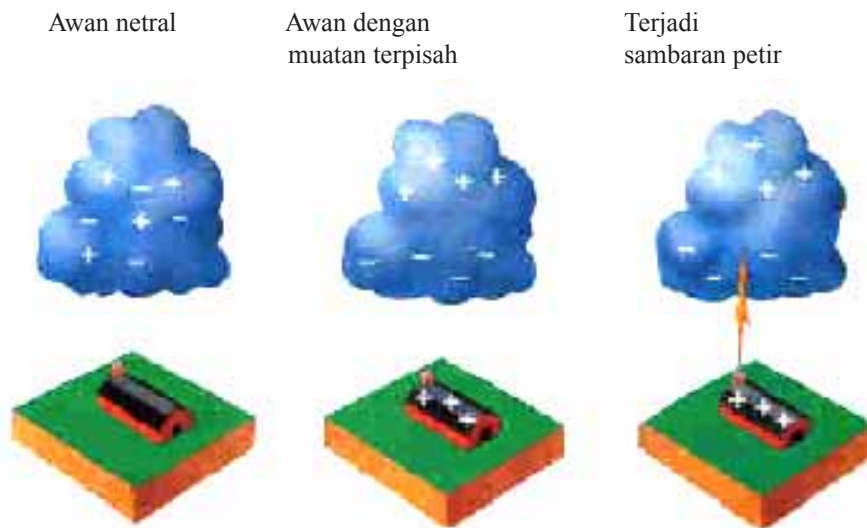
Pengosongan terjadi apabila tersedia suatu jalan bagi elektron-elektron untuk mengalir dari suatu benda bermuatan ke benda lain. Perpindahan muatan listrik statis dari satu benda ke benda lain disebut penetralan atau pengosongan muatan statis. Pengosongan itu lazim juga disebut pentanahan, karena muatan itu sering dikosongkan dengan cara menyalurkan ke tanah.

Pengosongan muatan statis di udara dapat terjadi sangat besar sehingga menimbulkan suara dahsyat yang kita sebut petir. Proses terjadinya petir dijelaskan dalam **Gambar 6.4a, 6.4b, dan 6.4c**. Bacalah keterangan ketiga gambar tersebut.



**Gambar 6.3**

Petir adalah contoh loncatan muatan listrik statis yang besar



**Gambar 6.4**  
Proses terjadinya petir

(a)

Sebelum terjadi petir, muatan listrik terbentuk di dalam awan ketika butiran-butiran air saling menggosok satu sama lain.

Kemudian terjadi pemisahan muatan di dalam awan. Bagian bawah awan menjadi bermuatan lebih negatif, menyebabkan muatan-muatan positif terinduksi ke permukaan tanah.

Terjadi sambaran petir dari awan ke tanah ketika muatan negatif (elektron) meloncat dari awan bagian bawah ke titik tertinggi di atas tanah yang bermuatan positif.



**Gambar 6.5**

Pada saat terjadi petir, pengosongan listrik statis dari bagian bawah awan yang bermuatan ke Bumi akan melewati batang penangkal petir ini. Muatan listrik akan mengalir ke bawah dengan aman melalui kabel logam tersebut, dan masuk ke dalam tanah.

## Pengosongan tanpa Menimbulkan Kerusakan

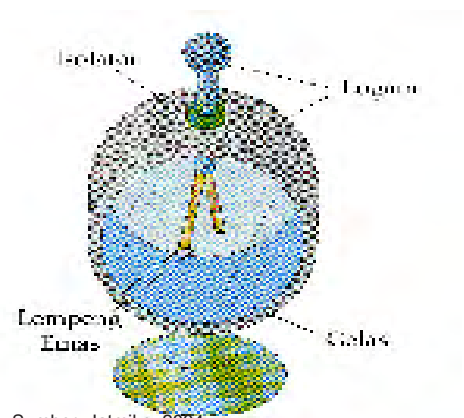
Batang logam penangkal petir sering dipasang di atas atap rumah bertingkat atau di atas bangunan tinggi, dan dihubungkan ke dalam tanah melalui kabel logam. Penangkal petir, melindungi rumah dan bangunan tinggi tersebut dari kerusakan oleh energi listrik yang besar di dalam petir. Penangkal petir ini menyediakan suatu jalan aman, melalui pentanahan, agar arus listrik petir mengalir masuk ke dalam tanah, bukan melewati rumah atau bangunan lain. Pernahkah kamu melihat bangunan tinggi yang dilengkapi dengan penangkal petir seperti **Gambar 6.5**. Penangkal petir itu merupakan contoh pengosongan muatan listrik statis yang tidak menimbulkan kerusakan.



## Elektroskop

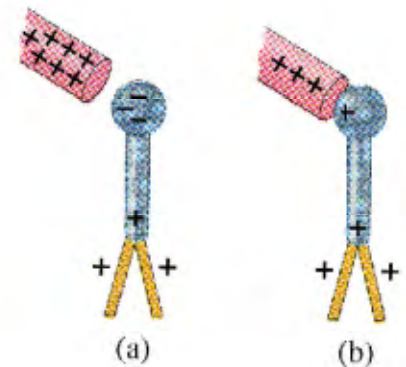
**Elektroskop** adalah suatu piranti yang dapat digunakan untuk mendeteksi muatan. Sebagaimana diperlihatkan **Gambar 6.6**, di dalam sebuah peti kaca terdapat dua buah daun elektroskop yang dapat bergerak (kadang-kadang yang dapat bergerak hanya satu daun saja), biasanya dibuat dari emas. Daun-daun elektroskop ini dihubungkan ke sebuah bola logam yang berada di luar peti kaca melalui suatu konduktor yang terisolasi dari peti. Apabila benda yang bermuatan positif didekatkan ke bola logam, maka pemisahan muatan terjadi melalui induksi, elektron-elektron ditarik naik menuju bola, sehingga kedua daun elektroskop bermuatan positif dan saling menolak (**Gambar 6.7a**). Proses demikian disebut memuat dengan cara **induksi**. Sedangkan, jika bola dimuati dengan cara konduksi, maka bola logam konduktor, dan kedua daun elektroskop memperoleh muatan positif karena ditinggalkan elektron-elektron yang bergerak menuju benda bermuatan positif tersebut, sebagaimana ditunjukkan oleh **Gambar 6.7b**. Pada setiap kasus, makin besar muatan, maka makin lebar pemisahan daun-daun elektroskop.

Perlu dicatat bahwa dengan cara ini, kamu tidak dapat menentukan tanda muatan, karena dalam setiap kasus, kedua daun elektroskop saling menolak satu dengan yang lain. Meskipun demikian, suatu elektroskop dapat digunakan untuk menentukan “tanda muatan” jika pertama-tama pemisahan muatan dilakukan dengan cara konduksi, misalnya elektroskop bermuatan negatif, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 6.8a**. Jika benda bermuatan negatif didekatkan, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 6.8b**, maka lebih banyak elektron diinduksi untuk bergerak ke bawah menuju daun-daun elektroskop sehingga kedua daun ini terpisah lebih lebar. Di sisi lain, jika muatan positif didekatkan, maka elektron-elektron akan diinduksi untuk bergerak ke atas, sehingga menjadi lebih negatif dan jarak pisah kedua daun ini menjadi berkurang (menjadi lebih sempit), seperti pada **Gambar 6.8c**.

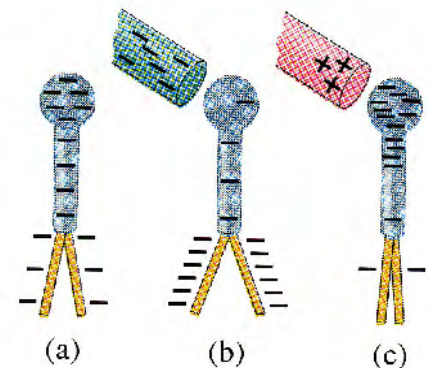


Sumber: Jatmiko, 2004

**Gambar 6.6**  
Elektroskop



**Gambar 6.7**  
Elektroskop dimuati (a) dengan cara induksi, (b) dengan cara konduksi.



**Gambar 6.8**  
Elektroskop yang pertama-tama dimuati dapat digunakan untuk menentukan tanda dari suatu muatan yang diberikan.

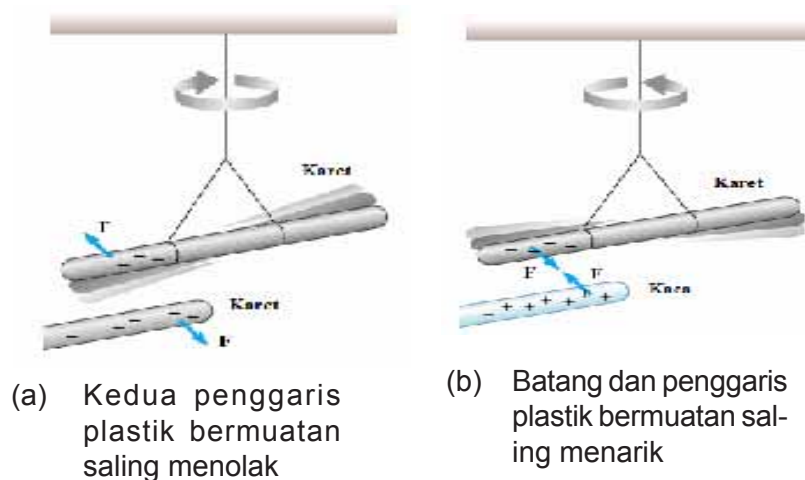
## Saling Pengaruh antara Benda-benda Bermuatan Listrik

Apakah yang menyebabkan benda-benda bermuatan listrik positif atau negatif?

Sebelum kamu menggosok sisir dengan rambut pada **Kegiatan 6.1** di atas muatan listrik sisir itu netral. Atom-atom sisir tersebut memiliki jumlah proton dan elektron yang sama. Pada saat kamu menggosok sisir tersebut dengan rambut, gosokan itu menyebabkan elektron-elektron pindah dari rambut ke sisir. Dengan membuat lebih banyak elektron terkumpul pada sisir, kamu memberikan muatan listrik negatif pada sisir tersebut. Sisir itu bermuatan negatif, dan rambut tersebut bermuatan positif.

Benda-benda seperti sisir tersebut mendapatkan tambahan elektron, sedangkan rambut kehilangan elektron. Kita mengatakan kedua benda itu dimuati dengan listrik statis. Dengan kata lain, **listrik statis** adalah terkumpulnya muatan-muatan listrik pada suatu benda.

Jadi, benda-benda memperoleh muatan listrik statis akibat kontak atau persentuhan satu sama lain, seperti pada saat kamu menggosok sisir dengan kain atau rambut. Benda-benda bermuatan sejenis akan tolak menolak (**Gambar 6.9a**), sedangkan benda-benda yang bermuatan tidak sejenis akan tarik menarik (**Gambar 6.9b**). Dengan kata lain ada gaya yang bekerja antara dua atau lebih benda yang bermuatan.



**Gambar 6.9**  
Interaksi kelistrikan antara benda sejenis dan tidak sejenis

## Hukum Coulomb

Kamu telah melihat bahwa muatan tak sejenis tarik menarik dan muatan sejenis tolak menolak. Besar gaya ini bergantung pada besar muatan dan jarak antara muatan tersebut. Pada tahun 1785 seorang ahli fisika bangsa Perancis yang bernama Charles Coulomb (1736-1806) telah menyelidiki hubungan antara besaran-besaran tersebut di atas. Jenis peralatan yang digunakan oleh Coulomb tampak pada **Gambar 6.10**. Batang yang diisolasi dengan bola-bola konduktor kecil A dan A', digantungkan melalui kawat tipis. Bola yang sama yaitu B, ditempatkan di dekat bola A. Ketika bola A dan bola B bersama-sama disentuh dengan benda yang bermuatan, maka muatan menyebar ke kedua bola (bola A dan B) secara merata. Karena kedua bola A dan B memiliki ukuran yang sama, maka kedua bola tersebut menerima muatan dengan jumlah yang sama. Simbol untuk muatan adalah  $q$ . Oleh karena itu, besarnya muatan pada bola-bola A dan B dapat disimbolkan dengan notasi  $q_A$  dan  $q_B$ . Coulomb menemukan bagaimana gaya antara kedua bola yang bermuatan, A dan B tergantung pada jarak tertentu. Pertama ia dengan hati-hati mengukur besarnya gaya yang diperlukan untuk memutar kawat yang digantung melalui sudut yang diberikan. Dia kemudian menempatkan muatan yang sama pada bola A dan B serta mengubah jarak antara keduanya  $r$ . Gaya menggerakkan A dari posisi diamnya, memutar kawat yang digantung. Dengan mengukur pembelokan A, Coulomb dapat menghitung gaya penolakan. Coulomb menunjukkan bahwa gaya  $F$  berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua pusat bola.

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$



### Lab Mini 6.1

#### Bagaimanakah interaksi antar benda-benda bermuatan?

Pada bagian di depan kalian telah mempelajari interaksi kelistrikan antara dua bahan yang bermuatan listrik. Untuk lebih memahami interaksi kelistrikan antara dua bahan berbeda cobalah kegiatan di bawah ini.

#### Apa yang kamu lakukan

1. Gantungkan salah satu penggaris plastik melalui seutas benang, kemudian gosoklah salah satu ujung penggaris tersebut keras-keras dengan kain wol.
2. Sesaat kemudian, gosoklah penggaris yang lain pada salah satu ujungnya secara keras dengan kain wol, dekatkan pada ujung penggaris pertama yang telah digosok. Amati dan catatlah hasilnya pada tabel data.
3. Dengan cara yang sama, lakukanlah untuk batang kaca yang digosok dengan kain sutera.
4. Sekarang, gosoklah kembali salah satu ujung penggaris plastik yang telah digantung tersebut dengan kain wol, kemudian gosoklah salah satu ujung batang kaca dengan kain sutera dan dekatkan pada ujung penggaris bermuatan tersebut. Amati dan catatlah hasilnya pada tabel data.

#### Analisis

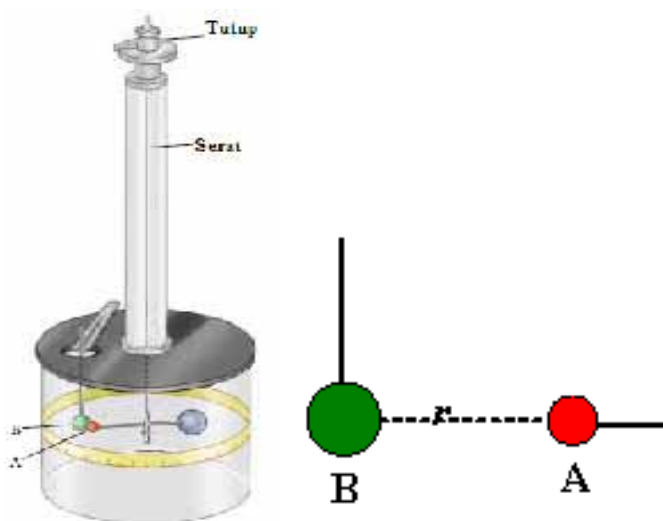
Buatlah tabel data berdasarkan hasil pengamatanmu.

#### Kesimpulan

Buatlah kesimpulan berdasarkan data yang kamu peroleh.

**Gambar 6.10**

Coulomb menggunakan jenis alat ini untuk mengukur gaya antara dua bola, A dan B. Ia mengamati penyimpangan A dengan menggunakan jarak antara A dan B yang bervariasi.



**Tahukah Kamu???**

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

Dengan bahasamu sendiri, jelaskan apa maksud persamaan di atas?

Untuk menyelidiki bagaimana gaya bergantung pada besarnya muatan, Coulomb harus mengubah muatan bola. Pertama-tama Coulomb memberi muatan A dan B sama seperti sebelumnya. Kemudian Coulomb menambahkan bola lain yang tidak bermuatan, dengan ukuran yang sama dengan B. Ketika bola tersebut disentuh ke bola B, maka kedua bola membagi muatan yang telah ada dengan bola B. Karena keduanya memiliki ukuran yang sama, maka bola B sekarang hanya memiliki separuh muatan semula. Oleh karena itu, muatan pada bola B hanya separuh muatan bola A. Setelah bola lain yang disentuh ke bola B tersebut dijauhkan dari bola B, maka Coulomb menemukan bahwa gaya antara A dan B menjadi separuh dari gaya antara A dan B semula (gaya antara A dan B sebelum adanya bola yang tidak bermuatan). Ia menyimpulkan bahwa gaya  $F$ , berbanding lurus dengan muatan-muatannya.

$$F \propto q_A q_B$$

Setelah melakukan pengukuran yang sama, Coulomb menyimpulkan hasilnya dalam suatu hukum yang disebut Hukum Coulomb yang berbunyi:

*Besarnya gaya antara muatan  $q_A$  dan muatan  $q_B$ , yang dipisahkan oleh jarak  $r$ , adalah berbanding lurus dengan besarnya kedua muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara muatan-muatan tersebut.*

$$F \propto \frac{q_A q_B}{r^2}$$

## Satuan Muatan: coulomb (C)

Muatan suatu benda sangat sulit diukur secara langsung. Akan tetapi, Coulomb menunjukkan bahwa besarnya muatan dapat dikaitkan dengan besarnya gaya. Dengan demikian, ia dapat menentukan besarnya muatan yang terkait dengan besarnya gaya yang dihasilkan. Satuan muatan dalam SI adalah coulomb (C). Satu coulomb adalah muatan dari  $6,25 \times 10^{18}$  elektron atau proton. Ingat bahwa muatan proton dan elektron adalah sama. Muatan yang dihasilkan ledakan petir besarnya sekitar 10 coulomb. Muatan pada satu elektron hanya  $1,60 \times 10^{-19}$  C. Besarnya muatan suatu elektron disebut muatan elementer. Dengan demikian, benda sekecil apapun seperti uang logam pada sakumu mengandung lebih dari satu juta coulomb muatan negatif. Muatan yang dihasilkan dengan jumlah yang sangat besar ini hampir tidak ada efek eksternalnya sebab diimbangi dengan jumlah muatan positif yang sama. Akan tetapi jika muatan tidak seimbang, muatan yang kecilpun seperti  $10^{-9}$  C dapat mengakibatkan gaya yang besar.



**Tahukah Kamu???**

$$F \propto \frac{q_A q_B}{r^2}$$

Dengan bahasamu sendiri, jelaskan maksud persamaan di atas? Bagaimanakah gaya listrik antara dua muatan, bila jarak antara dua muatan tersebut semakin jauh? Bagaimanakah pengaruh besar dan jenis muatan terhadap gaya listrik yang timbul di antara dua muatan listrik?

### Intisari Subbab



1. Apakah yang disebut dengan listrik statis itu?
2. Muatan listrik statis terjadi di alam. Muatan itu juga dapat dibuat oleh manusia. Berikan satu contoh listrik statis alamiah dan satu contoh listrik statis buatan manusia. Jelaskan bagaimana terjadinya masing-masing muatan tersebut.
3. Adalah lebih mudah bagi elektron untuk pindah melalui udara lembab daripada udara kering. Bagaimana hal ini menjelaskan kenyataan bahwa kamu melihat lebih banyak pengaruh-pengaruh listrik statis di udara kering daripada di udara lembab?
4. Misalkan kamu baru saja mengisi sebuah elektroskop dengan batang gelas bermuatan positif. Hipotesiskan apa yang akan terjadi jika kamu menyentuh lagi elektroskop tersebut dengan benda lain bermuatan positif.
5. **Berpikir Kritis.** Seandainya Anda mengetes hukum Coulomb menggunakan bola plastik bermuatan kecil, bola logam bermuatan besar,  $\frac{1}{r}$  kedua bola tersebut bermuatan positif. Sesuai dengan hukum Coulomb, gaya bergan  $r^2$  ung pada , dengan  $r$  adalah jarak antara kedua pusat bola. Ketika kedua bola didekatkan satu dengan yang lain, gaya listrik lebih



## Kata Kunci IPA

Arus Listrik  
Listrik Dinamis  
Rangkaian tertutup

Kamu telah belajar dari Subbab Listrik Statis bahwa elektron-elektron dapat bergerak atau pindah dari rambut ke sisir, sehingga sisir itu bermuatan negatif. Dapatkah kamu menyalakan sebuah lampu-pijar dengan menempelkan sisir itu pada lampu pijar tersebut? Tentunya tidak dapat, karena lampu itu memerlukan aliran elektron secara terus-menerus agar tetap menyala. Elektron membutuhkan jalan yang tidak putus untuk mengalir dari satu tempat ke tempat lain.

Listrik mempengaruhi kehidupan sehari-hari manusia di seluruh dunia. Sebagian besar dari kita bergantung pada peralatan listrik untuk membuat hidup kita lebih aman, lebih sehat, lebih mudah, dan lebih nyaman. Lampu lalu-lintas, penerangan listrik, radio, dan mobil mainan seperti **Gambar 6.11**, merupakan sebagian kecil peralatan tersebut. Peralatan listrik tersebut diatas dapat bekerja karena adanya arus listrik yang disebabkan oleh aliran elektron dalam sistem rangkaian listrik dalam peralatan listrik. Dapatkah kamu menyebutkan peralatan listrik lain yang membutuhkan listrik?



**Gambar 6.11**

Mobil mainan ini membutuhkan energi listrik untuk bergerak. Demikian juga halnya sebuah kalkulator dan jam listrik.



Sumber: Dok. Penulis





**Gambar 6.12**

Di dalam jam listrik dan radio kecil ini terdapat arus listrik yang mengalir berliku-liku.

Sumber: Dok. Penulis

Pernahkah kamu melihat bagian dalam sebuah radio pada saat radio itu dibongkar? Jika pernah, kamu kemungkinan pernah melihat komponen-komponen listrik kecil dari radio itu yang terhubung satu sama lain.

**Gambar 6.12** menunjukkan bagian dalam sebuah jam listrik dan radio kecil. Cara kerja peralatan ini rumit. Para ilmuwan, insinyur, dan teknisi menghabiskan bertahun-tahun untuk mengembangkan peralatan tersebut. Namun aliran listrik di dalam seluruh peralatan tersebut dikendalikan oleh hukum-hukum sederhana yang akan kamu pelajari dalam Subbab ini. Banyak peralatan di sekitarmu yang menggunakan listrik untuk menghasilkan cahaya, panas, atau gerak. Lakukan **Lab Mini 6.2** untuk mengidentifikasi alat-alat tersebut. Bersama teman-temanmu juga lakukan **Kegiatan 6.2** untuk membuat listrik mengalir.



### Lab Mini 6.2

#### Mendaftar Peralatan Listrik

Daftarlah peralatan listrik yang kamu gunakan atau pernah kamu lihat. Kelompokkan alat listrik itu menurut kegunaannya, yaitu alat mana yang menghasilkan cahaya, alat mana yang menghasilkan bunyi, alat mana yang menghasilkan panas, alat mana yang menghasilkan gerak, dan lain-lain.





## Membuat Listrik Mengalir

*Dalam penyelidikan ini, kamu akan mencoba menggunakan aliran listrik untuk menyalakan lampu-pijar kecil.*

### Apa yang Kamu Butuhkan

- baterai 1,5 V dengan soketnya, 1 buah
- lampu pijar 2,5 V dengan soketnya, 1 buah
- kawat tembaga berisolasi panjang 20 cm, 2 buah



**Gambar 6.13**

Baterai 1,5 V, soket baterai, lampu pijar 2,5 V, soket lampu, kawat tembaga berisolasi.

Sumber: Dok. Penulis

### Apa yang Kamu Lakukan

1. Hanya dengan menggunakan seutas kawat dan sebuah baterai tanpa soket, cobalah untuk membuat sebuah lampu tanpa soket menyala.
2. Setelah kamu menemukan satu cara untuk membuat lampu itu menyala, pada kegiatan ini gambarlah sketsa rangkaian tersebut!
3. Sekarang rakitlah sebuah rangkaian dengan menggunakan soket baterai dan soket lampu untuk membuat sebuah baterai menyalakan sebuah lampu.
4. Setelah kamu berhasil menyalakan lampu tersebut, ramalkan apa yang terjadi bila kamu melepaskan seutas kawat yang menghubungkan lampu. Ujilah ramalan kamu itu!

### Analisis

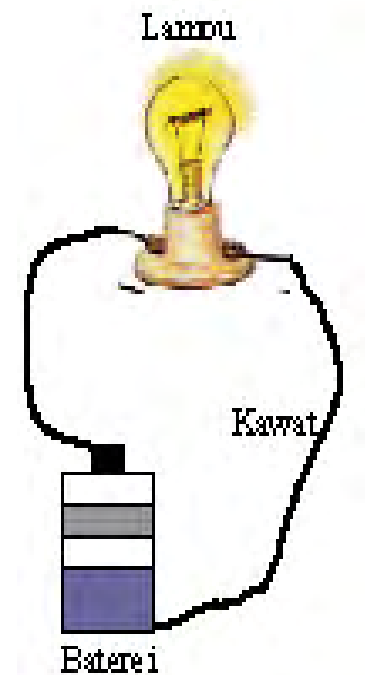
1. Uraikan cara kamu yang telah berhasil menyalakan satu lampu dengan menggunakan seutas kawat dan sebuah baterai.
2. Menurut pendapatmu mengapa lampu itu dapat menyala?
3. Menurut pendapatmu mengapa lampu itu mati pada saat salah satu kawat kamu lepas?

## Rangkaian Sederhana

Dalam kegiatan sebelumnya, kamu telah berhasil membuat suatu rangkaian sederhana. Untuk menyalakan lampu itu, kamu harus membuat suatu jalan tidak putus dengan kawat-kawat, dengan menghubungkan kawat-kawat tersebut dari tiap ujung baterai ke sisi logam lampu yang berbentuk ulir dan ke ujung logam pada dasar lampu seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.14**.

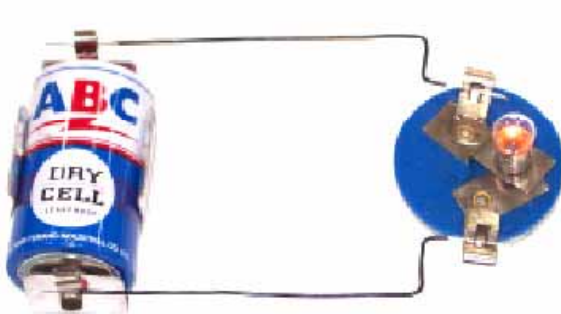
Apa yang kita butuhkan untuk menghasilkan listrik yang dapat menyalakan lampu atau menghidupkan radio? Pertama, membutuhkan kawat penghantar. Kedua, kita membutuhkan baterai sebagai sumber gaya gerak listrik untuk membuat elektron di dalam kawat bergerak. Ketiga, kamu harus melakukan apa yang telah kamu lakukan pada Kegiatan 3.3. Kamu harus menyediakan suatu jalan tidak-putus, berupa **rangkaian tertutup** untuk elektron-elektron. Sebagai contoh, **Gambar 6.15** adalah sebuah rangkaian tertutup. Listrik yang kamu gunakan itu disebut **listrik dinamis**.

Sekarang perhatikan **Gambar 6.16**. Lampu itu tidak menyala karena salah satu kawat tidak terhubung dengan lampu. Suatu rangkaian dengan celah merupakan rangkaian terputus atau **terbuka**. Pada sebuah **rangkaian terbuka** tidak ada jalan untuk elektron mengalir, dan elektron-elektron itu tidak dapat mengalir untuk menyalakan lampu, memutar kipas angin, atau menghidupkan radio.



**Gambar 6.14**

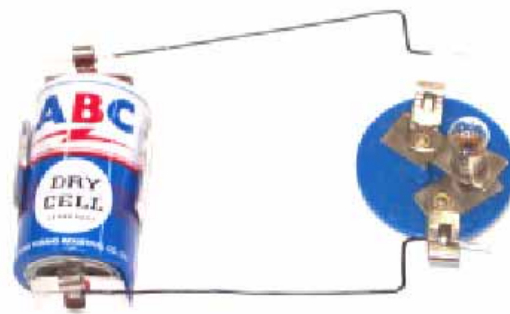
Rangkaian sederhana.



Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 6.15**

Apabila lampu menyala, berarti rangkaian itu tertutup.



**Gambar 6.16**

Elektron-elektron tidak mengalir dalam suatu rangkaian terbuka dan lampu tidak menyala.



### Lab Mini 6.3

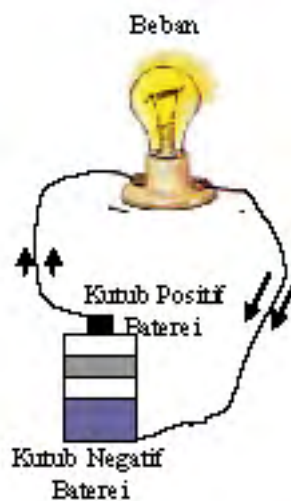
#### Terbuka atau Tertutup?

Disediakan sebuah baterai, sebuah lampu, dan kabel secukupnya. Rakitlah suatu rangkaian terbuka dan suatu rangkaian tertutup. Gambarlah sketsa rangkaian terbuka dan rangkaian tertutup tersebut. Bagaimana kamu dapat mengatakan suatu rangkaian itu terbuka atau tertutup?

Pikirkan kembali tentang kegiatan dengan sisir rambut pada Bab Listrik Statis. Kamu membuat elektron-elektron berkumpul pada sisir tersebut pada saat kamu menggosok sisir tersebut dengan kain wol. Kumpulan elektron pada sisir tersebut merupakan listrik statis, yaitu listrik yang tinggal pada satu tempat.

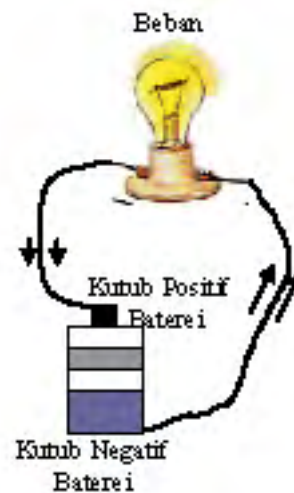
Sekarang perhatikan hasil **Kegiatan 6.2**. Kamu membuat elektron-elektron mengalir mengelilingi suatu rangkaian. Bagaimana arah elektron-elektron mengalir mengelilingi rangkaian tersebut? Elektron mengalir dari suatu tempat yang memiliki lebih banyak elektron, yaitu kutub negatif baterai ke suatu tempat yang memiliki lebih sedikit elektron, yaitu kutub positif baterai. **Gambar 6.17** menunjukkan arus elektron mengalir dari kutub negatif ke kutub positif.

Akibat aliran elektron yang mengelilingi suatu rangkaian, maka timbullah **arus listrik**. Jadi arus listrik adalah elektron-elektron yang mengalir. Para ilmuwan berpikir arus listrik mengalir dari kutub positif baterai ke kutub negatif baterai. Arah arus listrik seperti ini menjadi kesepakatan. Jadi, arah arus elektron berlawanan dengan arah arus listrik. **Gambar 6.18** menunjukkan arah arus listrik tersebut.



**Gambar 6.17**

Arah arus elektron dari kutub negatif ke kutub positif.



**Gambar 6.18**

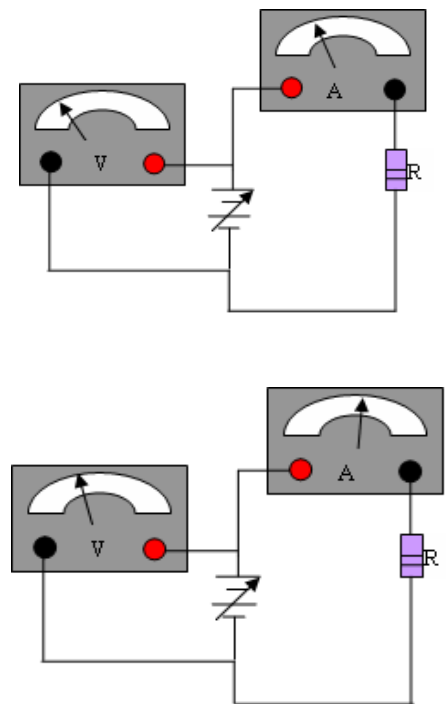
Arah arus listrik dari kutub positif ke kutub negatif

## Hukum Ohm

Hukum Ohm menjelaskan bagaimana beda potensial atau tegangan dari sebuah sumber arus, kuat arus listrik, dan resistansi suatu rangkaian saling terkait.

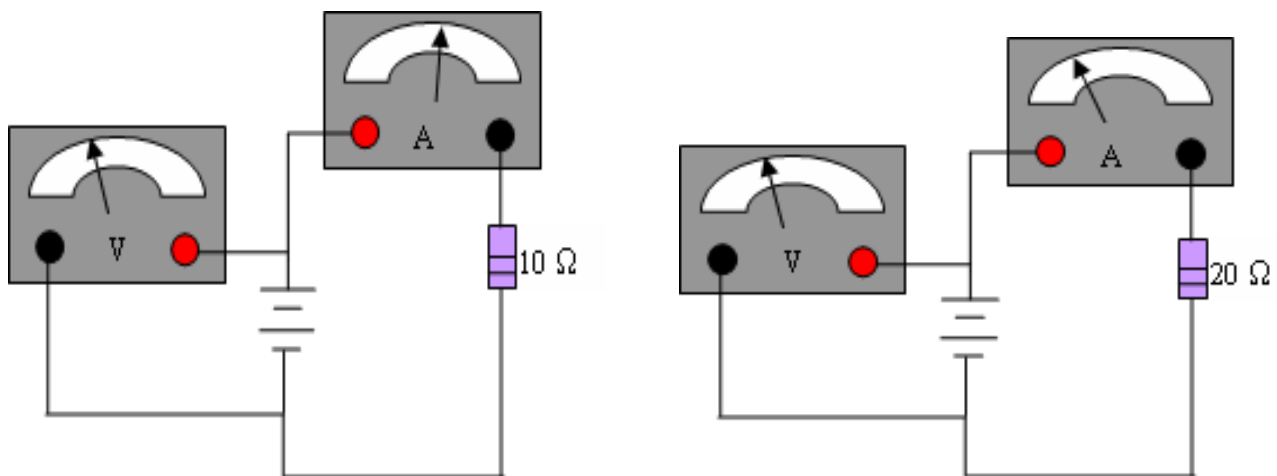
Hukum Ohm menyatakan: jika tegangan pada suatu rangkaian dinaikkan, arus dalam rangkaian akan naik; dan jika tegangan diturunkan, arus akan turun. Contoh, jika tegangan diduakalikan, arus akan menjadi dua kali. Hubungan ini diilustrasikan pada **Gambar 6.19**, dengan meter menunjukkan tegangan dan arus.

Hukum Ohm juga memperlihatkan bahwa jika tegangan dijaga konstan, resistansi penghantar yang lebih kecil akan menghasilkan arus yang lebih besar dan resistansi rangkaian yang lebih besar akan menghasilkan arus yang lebih kecil. Contoh, jika resistansi dinaikkan dua kali dari 10 W menjadi 20 W (**Gambar 6.20**), maka arusnya menjadi setengahnya.



**Gambar 6.19**

Pengaruh tegangan terhadap arus ketika nilai resistansi konstan.



**Gambar 6.20**

Pengaruh resistansi terhadap arus ketika nilai tegangan konstan.

## Rumus untuk Kuat Arus Listrik

Menggunakan hukum Ohm, kuat arus listrik dalam suatu rangkaian dapat ditentukan dengan persamaan:

$$I = \frac{V}{R}$$

dimana I menyatakan kuat arus, V menyatakan tegangan, dan R menyatakan resistansi atau hambatan.

Untuk resistansi yang tetap, jika tegangan yang diberikan ke rangkaian dinaikkan, arus akan naik; dan jika tegangan diturunkan arus akan turun.

$$\uparrow I = \frac{V \uparrow}{R}$$

V naik, I naik

$$\downarrow I = \frac{V \downarrow}{R}$$

V turun, I turun

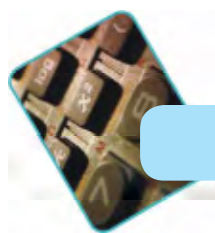
Untuk tegangan yang tetap, jika resistansi dalam rangkaian dinaikkan, arus akan turun; dan jika resistansi diturunkan, arus akan naik.

$$\downarrow I = \frac{V}{R \uparrow}$$

R naik, I turun

$$\uparrow I = \frac{V}{R \downarrow}$$

R turun, I naik



### Penggunaan Matematika

Dengan menggunakan persamaan hukum Ohm, kamu dapat menghitung kuat arus dalam ampere jika nilai tegangan dalam volt dan resistansi dalam ohm diketahui.

Dengan menggunakan rumus hukum Ohm, buktikan bahwa arus yang melalui resistor 10 W akan naik ketika tegangan dinaikkan dari 5 V menjadi 20 V.

### Penyelesaian

Untuk tegangan = 5 V,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5V}{10\Omega} = 0,5A$$

Untuk tegangan = 20 V,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{20V}{10\Omega} = 2A$$

Terlihat bahwa kuat arus naik dari 0,5 A menjadi 2 A.



## Penggunaan Matematika

### Penghitungan Kuat Arus

Sebuah bola lampu dengan hambatan  $6 \text{ ohm}$  dihubungkan dengan aki  $12 \text{ V}$ . Berapakah besar kuat arus listrik yang mengalir melalui bola lampu itu?

#### Langkah-langkah Pemecahan-Masalah:

- |                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Apa yang diketahui?       | Hambatan $R = 6 \Omega$               |
| 2. Apa yang ingin diketahui? | Tegangan $V = 12 \text{ V}$           |
| 3. Memilih persamaan         | Kuat arus $I$                         |
| 4. Pemecahan:                | $I = V/R$                             |
|                              | $I = 12\text{V}/6 \Omega = 2\text{A}$ |

### Penghitungan Hambatan

Sebuah baterai  $6 \text{ V}$  digunakan untuk menyalakan sebuah lampu. Arus yang mengalir melalui lampu itu sebesar  $2 \text{ A}$ . Berapakah besar hambatan lampu tersebut?

#### Langkah-langkah Pemecahan Masalah

1. Apa yang diketahui?  
tegangan,  $V = 6 \text{ V}$   
arus,  $I = 2 \text{ A}$
2. Apa yang ingin diketahui?  
hambatan,  $R$
3. Memilih persamaan
4. Pemecahan:  
 $R = V/I$   
 $R = 6 \text{ V}/2\text{A}$   
 $= 3 \Omega$

### Soal Latihan

1. Hitunglah kuat arus yang mengalir melalui sebuah kawat  $6\Omega$  yang dihubungkan baterai  $12 \text{ V}$ . Berapakah kuat arusnya bila kawat itu dihubungkan baterai  $6 \text{ V}$ ?
2. Hitunglah besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mengalirkan arus  $3 \text{ A}$  pada sebuah lampu yang memiliki hambatan  $4 \Omega$ .
3. Empat buah baterai masing-masing memiliki beda potensial  $1,5 \text{ V}$  dihubungkan secara seri. Empat baterai seri tersebut mengeluarkan arus  $2 \text{ A}$  pada saat dihubungkan dengan sebuah lampu. Berapakah



## Jurnal IPA

### Membuat Ramalan Berdasarkan Hukum Ohm

1. Apa yang akan terjadi pada arus listrik dalam sebuah bola-lampu senter apabila kamu mengganti lampu itu dengan lampu yang memiliki hambatan lebih rendah?
2. Apa yang akan terjadi pada arus dalam suatu rangkaian apabila kamu memasang sebuah resistor dengan hambatan besar?
3. Apa yang akan terjadi pada arus dalam suatu rangkaian apabila kamu menambahkan baterai untuk memperbesar tegangan?



## Konduktor dan Isolator

Sebelum mempelajari pengertian konduktor dan isolator, lakukan **Kegiatan 6.3** untuk menguji sifat bahan konduktor dan isolator.



### Kegiatan 6.3

### Penyelidikan Bahan Konduktor dan Isolator

*Bagaimana cara mengetahui apakah suatu bahan termasuk konduktor atau isolator? Pada kegiatan ini kamu akan melakukan penyelidikan apakah suatu bahan termasuk konduktor atau isolator.*

#### Apa yang Kamu Butuhkan?

1. Kawat tembaga 20-cm berisolasi, 4 buah
2. Pisau kecil, 1 buah
3. Baterai dan soket baterai, 2 buah
4. Lampu 3 V dan soket lampu, 1 buah
5. Klip buaya, 2 buah
6. Bahan yang diselidiki: kawat tembaga, aluminium foil, batang korek api, karet penghapus, paku, tutup ballpoint plastik, isi pensil, klip kertas, uang logam, diode.

#### Apa yang Kamu Lakukan?

1. Rakit sebuah rangkaian uji sederhana seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.21**.
2. Sebelum menguji bahan demi bahan, amatilah bahan itu dan ramalkan bahan mana akan menyebabkan lampu menyala dan bahan mana tidak menyebabkan lampu menyala. Tulis ramalanmu tersebut dalam buku catatanmu.
3. Satu per satu ujilah bahan-bahan tersebut dengan menghubungkan penjepit buaya pada tiap-tiap ujung bahan tersebut. A
4. Pada buku catatanmu, buatlah tabel dua kolom. Tulislah “Lampu menyala” pada kolom pertama, dan “Lampu tidak menyala” pada kolom kedua. Pada saat kamu menguji tiap bahan, catat pengamatanmu dengan menuliskan bahan tersebut pada kolom yang benar.



**Gambar 6.21**  
Rangkaian uji sederhana bahan konduktor dan isolator.



## Apa Kegiatan Selanjutnya?

Perhatikan alat-alat listrik yang terdapat di rumah dan di sekolahmu. Menurut pendapatmu kawat-kawat yang terhubung pada alat-alat tersebut dibuat dari bahan apa?

### Konduktor

**Konduktor** adalah suatu bahan yang memungkinkan elektron-elektron bergerak dengan mudah melalui bahan tersebut. Logam seperti tembaga dan perak terbuat dari atom-atom yang tidak memegang secara kuat elektron-elektronnya, sehingga elektron-elektron bergerak dengan mudah melalui bahan yang terbuat dari jenis bahan ini. Oleh karena alasan tersebut, kawat listrik yang pada umumnya terbuat dari tembaga merupakan konduktor yang baik. Perak juga menghantarkan listrik amat baik, namun perak jauh lebih mahal daripada tembaga.

### Isolator

Apakah yang membungkus kawat yang menghubungkan radio dengan stop-kontak di dinding? Kawat itu biasanya dibungkus dengan bahan sejenis plastik, yaitu suatu bahan isolasi. **Isolator** adalah bahan yang tidak memungkinkan elektron-elektron mengalir dengan mudah melalui bahan tersebut. Selain plastik, kayu, karet, dan kaca merupakan isolator yang baik.



**Gambar 6.22**

Contoh-contoh bahan konduktor dan isolator. Yang manakah dari bahan itu merupakan konduktor dan manakah yang merupakan isolator?

Sumber: Dok. Penulis

## Intisari Subbab



1. Jelaskan apa yang dibutuhkan agar dalam suatu rangkaian lampu listrik dapat menyala?
2. Gunakan hukum Ohm untuk menganalisis rangkaian. Jelaskan hubungan antara tegangan dan kuat arus, antara kuat arus dan resistansi dalam suatu rangkaian..
3. Gambarkan suatu rangkaian untuk mengukur beda potensial dan arus listrik pada suatu lampu.
4. Hitunglah arus yang mengalir melalui sebuah kawat  $4\ \Omega$  yang ujung-ujungnya dihubungkan pada baterai 12 V. Berapakah besarnya arus bila kawat itu dihubungkan ke baterai 8 V?
5. Suatu rangkaian tertutup dengan satu lampu dihubungkan dengan sumber tegangan. Hitunglah besarnya tegangan tersebut bila ampermeter yang dipasang secara seri dengan lampu menunjuk harga 3 A sedangkan lampu memiliki resistensi  $4\ \Omega$ .
6. Empat buah baterai masing-masing memiliki beda potensial 1,5 V dihubungkan secara paralel. Hubungan paralel keempat baterai tersebut dihubungkan dengan sebuah lampusistensinya  $3\ \Omega$  . Berapakah besar arus yang mengalir dalam lampu tersebut?



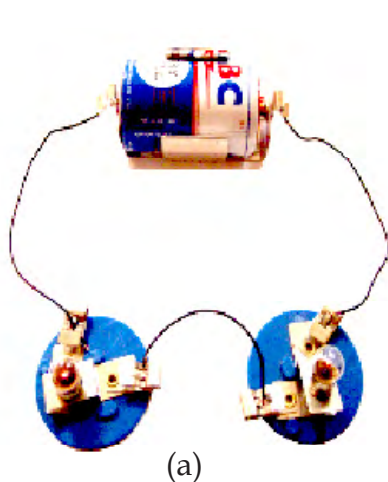
Untuk memulai belajar tentang rangkaian listrik, lakukan **Kegiatan 6.4**.

**Kata Kunci IPA**  
Rangkaian seri  
Rangkaian paralel



## Kegiatan 6.4

## Menyelidiki rangkaian seri dan paralel



(a)



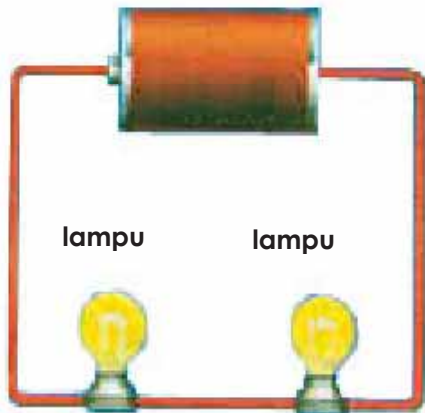
(b)

1. Buatlah rangkaian seperti gambar (a) dan (b)
2. Bandingkan, lampu pada rangkaian manakah yang menyala lebih terang?
3. Lepaslah salah satu bola lampu. Apa yang terjadi pada rangkaian (a) dan (b)?
4. Bila terdapat multimeter, ukurlah kuat arus yang melalui lampu pada rangkaian (a) dan (b). Ukur pula tegangan pada masing-masing lampu. Perhatian: ketika memasang alat ukur listrik, konsultasikan terlebih dahulu rangkaianmu kepada gurumu.

### Diskusi dan Analisis

Diskusikan dengan teman-temanmu, apa penyebab terjadinya beberapa perbedaan pada rangkaian (a) dan (b)?

## Rangkaian Seri



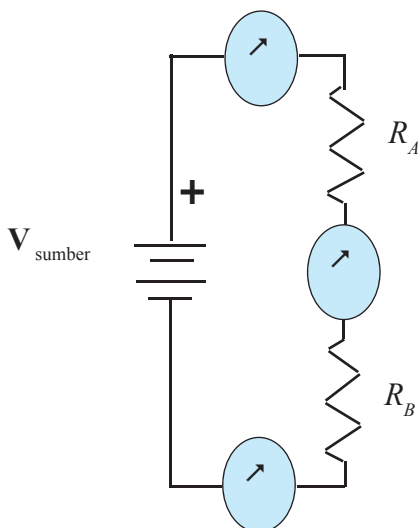
Gambar 6.23

Rangkaian ini menunjukkan dua lampu pijar dirangkai secara seri.

Rangkaian lampu seperti gambar (a) pada **Kegiatan 6.4**, atau sebagaimana ditunjukkan oleh **Gambar 6.23** disebut rangkaian seri. Karena bagian-bagian dari suatu rangkaian seri disambung satu setelah yang lain, besarnya arus yang mengalir sama untuk seluruh bagian rangkaian. Apabila kamu menghubungkan tiga amperemeter ke dalam rangkaian tersebut seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.24**, ketiga amperemeter itu akan menunjukkan harga yang sama.

Apa yang terjadi jika salah satu bagian rangkaian seri terputus? Dalam rangkaian seri arus listrik hanya mempunyai satu jalan yang dapat dilewati. Karena itu apabila ada bagian yang terputus, berarti rangkaian dalam keadaan terbuka dan arus pasti tidak mengalir. Apakah hal ini sesuai dengan hasil pengamatanmu?

## Bagaimana Cara Bekerjanya Lampu Senter?

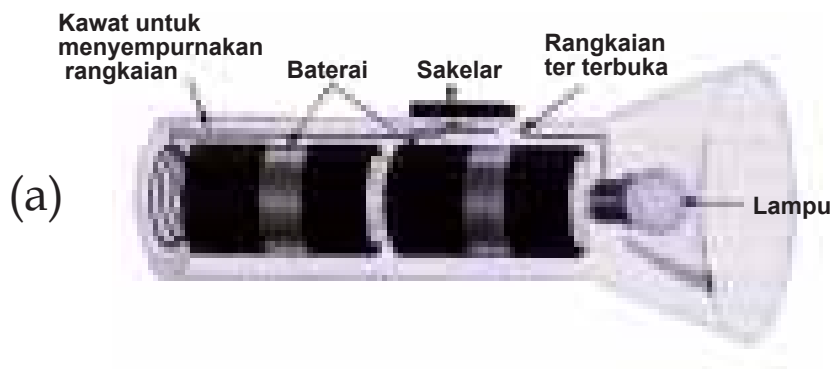


Gambar 6.24

Ketiga amperemeter itu menunjukkan bahwa dalam suatu rangkaian seri, arus di mana-mana dalam rangkaian itu sama besar.

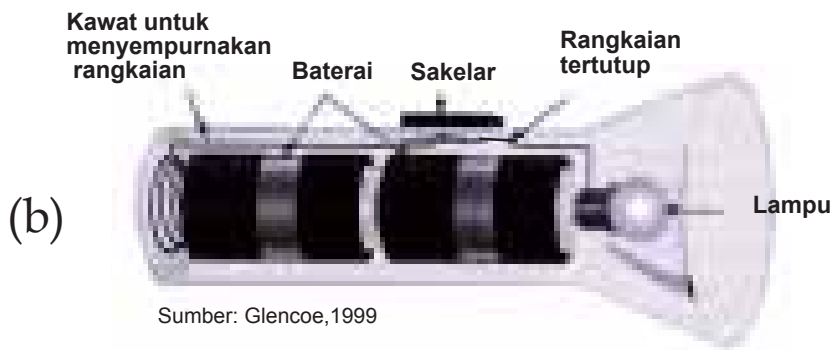
Banyak lampu senter menggunakan dua sel kering yang dihubungkan seri seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.25**, bagian-bagian yang membentuk rangkaian lampu senter adalah baterai, konduktor, lampu pijar, dan sakelar.

Perhatikan **Gambar 6.25.a**. Mendorong sakelar ke belakang menciptakan suatu rangkaian terbuka. Tidak ada arus mengalir. Senter itu mati. Perhatikan **Gambar 6.25.b**. Mendorong sakelar ke depan menciptakan suatu rangkaian tertutup. Arus mengalir dari salah satu ujung baterai ke lampu. Filamen di dalam lampu menjadi sangat panas dan memijar. Lampu senter menyala.



**Gambar 6.25.a**

Sakelar didorong ke belakang. Rangkaian terbuka. Lampu senter mati.



**Gambar 6.25.b**

Sakelar didorong ke depan. Rangkaian tertutup. Lampu senter hidup.

Sumber: Glencoe, 1999

Arus mengelilingi rangkaian dengan mengalir melalui kawat menuju ujung lain baterai itu. Mendorong sakelar itu kembali ke kedudukan terbuka akan membuka rangkaian dan mematikan lampu tersebut.

## Berapakah Besar Tegangan dan Kuat Arus dalam Rangkaian Seri?

Pada **Gambar 6.23**, dalam rangkaian seri, besar tegangan sumber,  $V_{sumber}$ , adalah sama dengan jumlah tegangan pada lampu A dan B,

$$V_{sumber} = V_A + V_B$$

Karena arus  $I$  yang melalui lampu-lampu tersebut sama besar, maka  $V_A = IR_A$  dan  $V_B = IR_B$ . Oleh karena itu,  $V_{sumber} = IR_A + IR_B$  atau  $V_{sumber} = I(R_A + R_B)$ . Arus yang mengalir melalui rangkaian tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$I = \frac{V_{sumber}}{R_A + R_B}$$

Persamaan ini berlaku untuk setiap jumlah hambatan seri, tidak hanya dua seperti **Gambar 6.24** di atas. Arus yang sama akan tetap mengalir bila satu resistor tunggal,  $R$ , mempunyai hambatan yang sama dengan jumlah hambatan dua lampu tersebut. Hambatan seperti itu disebut hambatan ekuivalen rangkaian atau sirkuit tersebut. Untuk hambatan seri, **hambatan ekuivalen** sama dengan jumlah seluruh hambatan yang dihubungkan seri.

$$R = R_A + R_B \quad \text{untuk dua hambatan yang dihubungkan seri, dan}$$

$$R = R_A + R_B + R_C \quad \text{untuk tiga hambatan yang dihubungkan seri, dan seterusnya.}$$

Perhatikan bahwa hambatan ekuivalen selalu lebih besar daripada setiap hambatan tunggal yang dihubungkan seri tersebut. Oleh karena itu, jika tegangan baterai tidak berubah, penambahan lebih banyak alat secara seri selalu menurunkan arus tersebut. Untuk menghitung arus,  $I$ , yang mengalir dalam suatu rangkaian seri, pertama-tama hitunglah hambatan ekuivalen,  $R$ , dan kemudian gunakan persamaan berikut ini untuk menghitung  $I$ .

$$I = \frac{V_{\text{sumber}}}{R}$$



### Penggunaan Matematika

#### Contoh

Resistor  $20 \, \Omega$ , resistor  $30 \, \Omega$ , dan resistor  $10 \, \Omega$  dihubungkan secara seri pada ujung-ujung baterai  $90 \, \text{V}$ . Berapakah hambatan ekuivalen rangkaian tersebut? Berapakah besar arus dalam rangkaian tersebut? Hitunglah beda potensial pada ujung-ujung masing-masing resistor tersebut!

## Langkah-langkah Penyelesaian

### Apa yang diketahui?

$R_A = 20 \, \Omega$ ,  $R_B = 30 \, \Omega$ , dan  $R_C = 10 \, \Omega$  dirangkai seri

$$V_{\text{sumber}} = 90 \, \text{V}$$

### Apa yang ditanyakan?

- hambatan pengganti,  $R$
- kuat arus,  $I$
- beda tegangan pada tiap hambatan,  $V_A$ ,  $V_B$ , dan  $V_C$

### Jawab

- Menentukan hambatan pengganti ketiga resistor

$$R = 20 \, \Omega + 30 \, \Omega + 10 \, \Omega$$

$$R = 60 \, \Omega$$

- Menentukan kuat arus pada rangkaian

$$I = \frac{V_s}{R} = \frac{90}{60} = 1,5 \, \text{A}$$

- Menentukan beda potensial pada tiap hambatan

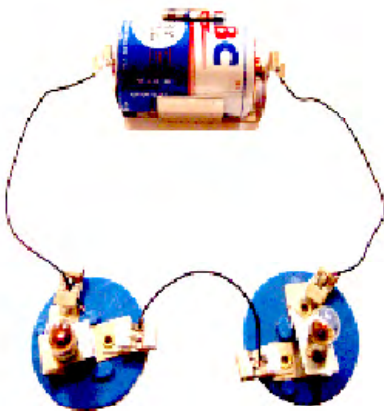
$$V_A = I \times R_A = 1,5 \, \text{A} \times 20 \, \Omega = 30 \, \text{V}$$

$$V_B = I \times R_B = 1,5 \, \text{A} \times 30 \, \Omega = 45 \, \text{V}$$

$$V_C = I \times R_C = 1,5 \, \text{A} \times 10 \, \Omega = 15 \, \text{V}$$

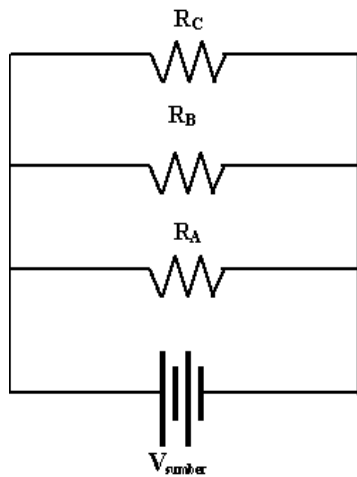
### Soal Latihan

1. Dua buah hambatan, masing-masing sebesar  $40 \, \Omega$  dan  $70 \, \Omega$  dirangkai seri dan dihubungkan dengan beda potensial  $220 \, \text{V}$ . Tentukan hambatan penggantinya, kuat arus pada rangkaian, dan beda potensial pada tiap-tiap hambatan.
2. Resistor  $100 \, \Omega$ ,  $600 \, \Omega$ , dan  $300 \, \Omega$  dirangkai seri dan dihubungkan dengan beda potensial  $5 \, \text{V}$ . Berapakah hambatan penggantinya? Berapakah kuat arus yang melalui hambatan tersebut?





## Rangkaian Paralel



**Gambar 6.26**  
Rangkaian paralel tiga bola lampu

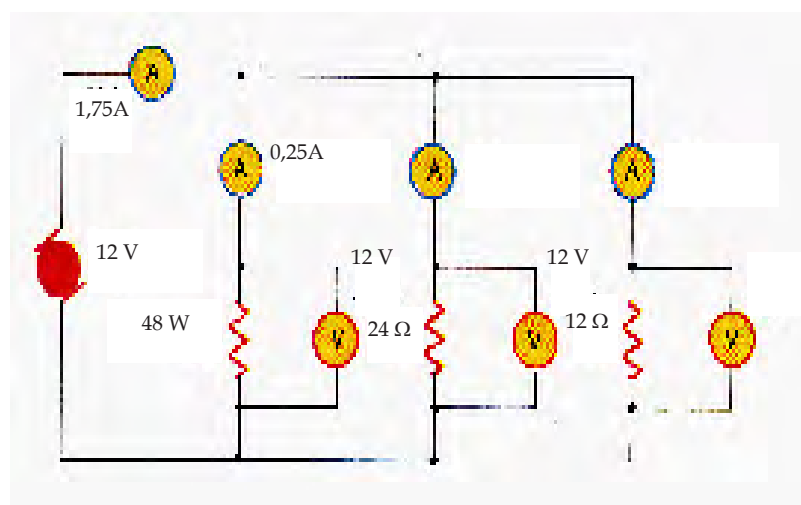
Perhatikan rangkaian yang ditunjukkan pada gambar (b) **Kegiatan 6.4**. Pada rangkaian tersebut, arus listrik dari baterai dapat melalui setiap lampu. Suatu rangkaian, dimana ada beberapa jalan berbeda yang dapat dialiri arus disebut rangkaian paralel.

Pada **Gambar 6.26** tiga buah resistor disusun secara paralel dan ujung-ujung ketiga resistor dihubungkan secara bersama-sama ke sumber tegangan, sehingga arus memiliki tiga jalan yang berbeda untuk melewati tiap-tiap resistor.

Berapakah arus yang melalui tiap-tiap resistor? Ini bergantung pada hambatan setiap resistor. Sebagai contoh yaitu pada **Gambar 6.27**, beda potensial setiap resistor adalah 12 V. Arus yang melalui sebuah resistor diberikan oleh  $I = V/R$ , sehingga kita dapat menghitung arus yang melalui resistor  $48 \Omega$  adalah  $I = (12 \text{ V}) / (48 \Omega) = 0,25 \text{ A}$ . Kuat arus yang melalui dua resistor yang lain, dapat dihitung dengan cara yang sama.

Apakah yang akan terjadi jika hambatan  $12 \Omega$  diambil dari rangkaian? Apakah arus yang melewati hambatan  $48 \Omega$  berubah? Apakah arus hanya bergantung pada beda potensial dan hambatannya? Apakah kasus ini juga sama jika dilakukan pada hambatan  $24 \Omega$ . Cabang sebuah rangkaian paralel tidak bergantung satu dengan yang lain. Lampu yang lain tetap menyala, meskipun salah satu lampu dilepas.

Kuat arus total pada rangkaian paralel merupakan jumlah dari kuat arus masing-masing jalur. Kuat arus total pada rangkaian **Gambar 6.27** adalah  $(0,25 \text{ A} + 0,5 \text{ A} + 1 \text{ A}) = 1,75 \text{ A}$ .



**Gambar 6.27**

Dalam sebuah rangkaian paralel, kebalikan, resistansi total adalah sama dengan jumlah kebalikan tiap resistansi.

Hambatan pengganti pada rangkaian **Gambar 6.27** dapat ditentukan dengan persamaan :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12V}{1.75A} = 6.86\Omega$$

**Catatan:** hambatan ini adalah lebih kecil daripada hambatan tiap-tiap resistor dari ketiga resistor yang dihubungkan secara paralel dalam rangkaian tersebut. Penempatan dua atau lebih resistor dalam rangkaian paralel, selalu mengurangi besar hambatan pengganti pada rangkaian tersebut. Hambatan tersebut menurun karena setiap resistor baru menambah jalur arus baru, dan meningkatkan arus total karena beda potensial tidak berubah.

Untuk menghitung hambatan pengganti pada rangkaian paralel, pertama-tama kita harus tahu bahwa arus total adalah jumlah arus yang melalui cabang.

Jika  $I_A$ ,  $I_B$ , dan  $I_C$  adalah arus yang melalui cabang dan  $I$  adalah arus total, maka  $I = I_A + I_B + I_C$ .

Beda potensial diantara ujung-ujung tiap-tiap resistor adalah sama, sehingga arus yang melalui tiap-tiap resistor, misalnya  $R_A$  dapat ditentukan dari  $I_A = V/R_A$ . Dengan demikian:

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_A} + \frac{V}{R_B} + \frac{V}{R_C}$$

Dengan membagi kedua sisi dengan  $V$ , maka diperoleh sebuah persamaan untuk hambatan pengganti tiga resistor paralel, yaitu:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}$$



### Penggunaan Matematika

#### Contoh

Resistor  $4\Omega$ , resistor  $6\Omega$ , dan resistor  $12\Omega$  dihubungkan secara paralel pada ujung-ujung baterai  $3V$ . Berapakah hambatan ekuivalen rangkaian tersebut? Berapakah besar arus dalam rangkaian tersebut?

## Langkah-langkah Penyelesaian

### Apa yang diketahui?

$R_A = 4 \Omega$ ,  $R_B = 6 \Omega$ , dan  $R_C = 12 \Omega$  dirangkai paralel

$$V_{\text{sumber}} = 3 \text{ V}$$

### Apa yang ditanyakan?

- hambatan pengganti,  $R$
- kuat arus,  $I$

### Jawab

Menentukan hambatan pengganti ketiga resistor

$$\begin{aligned}\frac{V}{R} &= \frac{V}{R_A} + \frac{V}{R_B} + \frac{V}{R_C} \\ &= \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{12\Omega} \\ &= \frac{3}{12\Omega} + \frac{2}{12\Omega} + \frac{1}{12\Omega} \\ &= \frac{6}{12\Omega} \\ R &= \frac{12\Omega}{6} = 2\Omega\end{aligned}$$

Menentukan kuat arus pada rangkaian

$$I = \frac{V_s}{R} = \frac{3\text{ V}}{2\Omega} = 1,5 \text{ A}$$

### Soal Latihan

1. Dua buah hambatan, masing-masing sebesar  $10 \Omega$  dan  $15 \Omega$  dirangkai paralel dan dihubungkan dengan beda potensial  $9 \text{ V}$ . Tentukan hambatan penggantinya dan kuat arus pada rangkaian.
2. Resistor  $12 \Omega$ ,  $15 \Omega$ , dan  $20 \Omega$  dirangkai seri dan dihubungkan dengan beda potensial  $12 \text{ V}$ . Berapakah hambatan penggantinya? Berapakah kuat arus yang melalui hambatan tersebut?



## Intisari Subbab



1. Apakah yang dimaksud arus listrik? Di manakah arus listrik dapat terjadi?
2. Apakah rangkaian tertutup itu?
3. Menurut hukum Ohm, apa yang terjadi jika kuat arus dalam sebuah rangkaian diperkecil?
4. Pada sebuah rangkaian terdapat hambatan 400 ohm. Jika tegangan sumbernya 12 Volt, berapa miliampere kuat arus yang terjadi dalam rangkaian itu?
5. Tiga buah hambatan, 20 ohm, 30 ohm, dan 50 ohm dirangkai seri dengan sumber tegangan 12 Volt. Tentukan hambatan pengganti dan kuat arus pada rangkaian tersebut.
6. Resistor 60 ohm, 40 ohm, dan 20 ohm dirangkai paralel dengan beda tegangan 10 V. Tentukan hambatan pengganti dan kuat arus pada rangkaian tersebut.



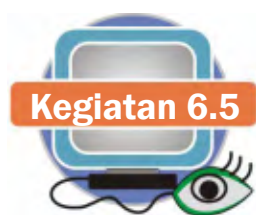
### **Bina Keterampilan**

#### **Membandingkan**

Bandingkan rangkaian seri dan paralel untuk menemukan perbedaannya. Agar sistematis tampilkan hasil perbandinganmu tersebut dalam sebuah tabel.

**Kata Kunci IPA**  
Gaya Gerak Listrik  
Baterai

Kamu tentunya mempunyai banyak pengalaman dalam memanfaatkan listrik. Setiap waktu kamu menghidupkan lampu, radio, televisi, kendaraan bermotor, atau menyalakan lampu senter, ini semua memanfaatkan listrik. Bagaimana listrik dapat mengalir? Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, lakukan **Kegiatan 6.5** di bawah ini.



**Kegiatan 6.5**

## Manakah yang terbalik?

### Apa yang Kamu Butuhkan

Dua buah senter, masing-masing lengkap dengan 3 buah baterai.

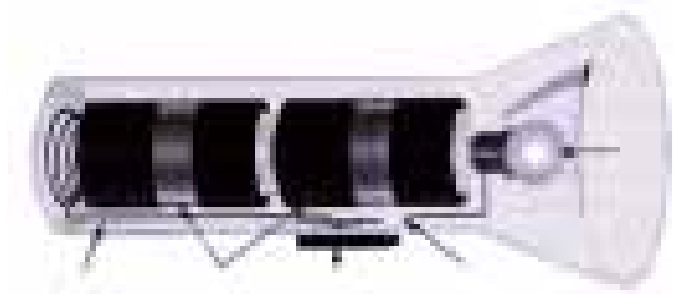
### Apa yang kamu lakukan?

1. Masukkan 3 buah baterai secara bergantian pada senter 1 dengan susunan tiap-tiap kepala baterai dimasukkan lebih dahulu.
2. Masukkan 3 buah baterai lain pada senter 2, dengan susunan sebagaimana pada prosedur 1, namun 1 buah baterai yang terakhir dimasukkan “dibalik”.
3. Hidupkan kedua senter tersebut secara bergantian dengan menggerakkan saklar pada posisi hidup (*on*).

**Catatan:** disarankan menggunakan baterai yang di sekitar bagian positifnya terbuat dari isolator.

### Analisis

1. Mengapa senter 1 hidup, tetapi senter 2 tidak hidup?
2. Apabila ketiga baterai pada senter 2 sekarang dikeluarkan dan disusun sebagaimana susunan pada prosedur 2, kemudian ujung-ujungnya dihubungkan pada sebuah lampu melalui kabel,



## Baterai

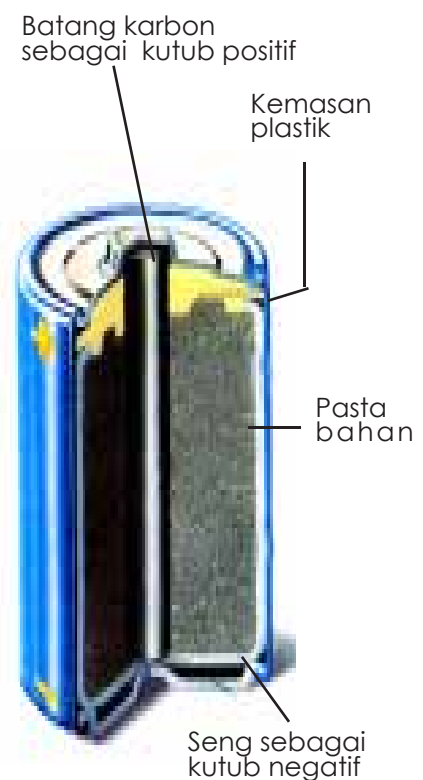
Pernahkah kamu memperhatikan bahwa sebuah tape putarannya melambat setelah memainkan musik beberapa jam? Kamu kemungkinan juga pernah memperhatikan lampu senter yang cahayanya redup setelah digunakan lama. Barangkali kamu menganggap baterai-baterainya habis dan harus diganti. Beberapa peralatan listrik dapat dihubungkan ke stop-kontak listrik di dinding atau dapat menggunakan baterai untuk energi yang dibutuhkan untuk menjalankannya. Bagaimana baterai memungkinkan peralatan tersebut bekerja?

### Baterai Sel Kering

Baterai yang paling kamu kenal dan banyak digunakan adalah baterai sel kering. Perhatikan sel kering yang ditunjukkan pada **Gambar 6.28**. Wadah atau kemasan seng dari sel kering tersebut membungkus pasta bahan kimia lembab dengan sebuah batang karbon padat dipasang di tengah. Batang karbon bekerja sebagai kutub positif dan wadah seng sebagai kutub negatif. **Sel kering** dapat bekerja sebagai sebuah pompa elektron karena sel tersebut mempunyai beda potensial antara terminal positif dan negatif. Apakah yang menyebabkan beda potensial ini?

Apabila dua kutub sebuah sel kering dihubungkan dalam suatu rangkaian, seperti dalam sebuah lampu senter, maka terjadi reaksi kimia yang melibatkan batang karbon, seng, dan beberapa bahan kimia di dalam pasta tersebut. Sebagai hasilnya, batang karbon tersebut kekurangan elektron dan menjadi bermuatan positif (+), sehingga membentuk kutub positif (+) sel kering tersebut.

Elektron-elektron yang berkumpul pada seng, membuat seng kelebihan elektron dan menjadi kutub negatif (-) sel kering tersebut. Perbedaan potensial antara dua terminal tersebut menyebabkan arus mengalir melalui suatu rangkaian tertutup, seperti pada saat



Sumber: Glencoe, 1999

**Gambar 6.28**

Bagian-bagian penting sebuah sel kering.



### Jurnal IPA

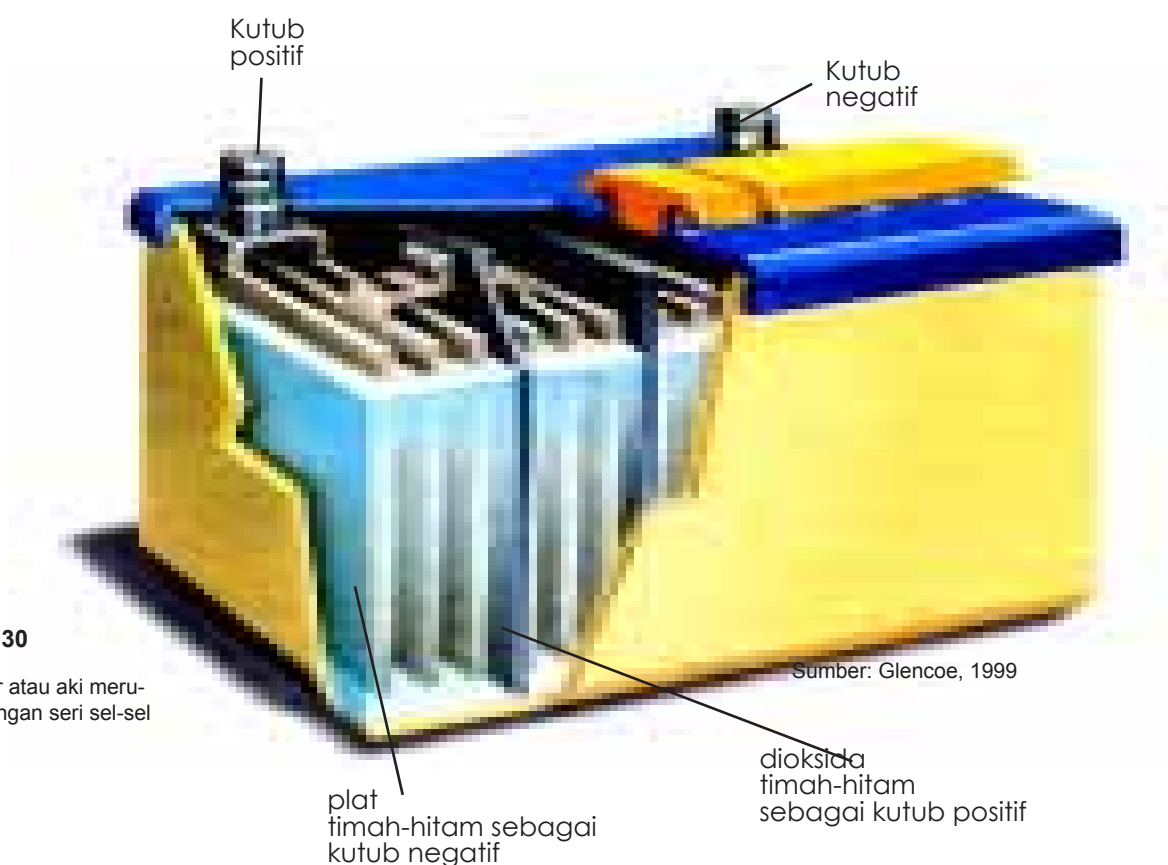
Carilah informasi tentang baterai yang digunakan pada *handphone* (HP). Bagaimana prosesnya sehingga bila diisi kembali.

Kamu dapat menghubungkan secara seri dua sel atau lebih menjadi satu untuk menghasilkan tegangan lebih tinggi. Dapatkah kamu menyebutkan sebuah alat listrik di rumah atau di sekolahmu yang memerlukan lebih dari satu sel kering untuk menjalankannya.

## Baterai Sel Basah

Baterai dapat juga berupa hubungan seri sel basah. **Sel basah**, seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.30**, berisi dua plat yang terbuat dari logam yang berbeda yang dicelupkan di dalam suatu larutan asam sulfat.

Pernahkah kamu memperhatikan sel basah atau yang lazim juga disebut aki di bawah tutup mesin sebuah mobil? Kebanyakan aki mobil, terdiri dari rangkaian seri enam sel basah terbuat dari plat timah hitam dan dioksida timah hitam yang tercelup dalam larutan asam sulfat. Reaksi kimia dalam tiap-tiap sel menghasilkan suatu beda potensial sekitar 2 V. Apabila di dalam sebuah aki terdapat 6 sel basah, maka secara keseluruhan aki tersebut memberikan potensial total sebesar 12 V. Pada saat mobil berjalan, dinamo mobil membantu mengisi ulang aki sehingga beda potensial aki tersebut menjadi tidak habis.



**Gambar 6.30**

Accumulator atau aki merupakan hubungan seri sel-sel basah.

Sumber: Glencoe, 1999

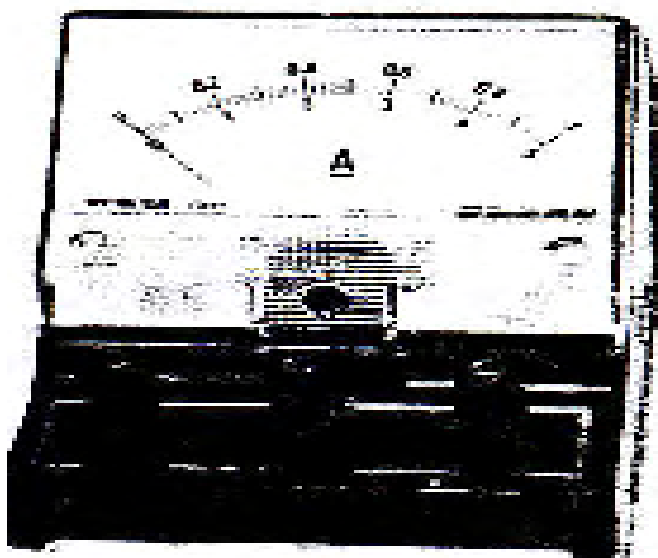
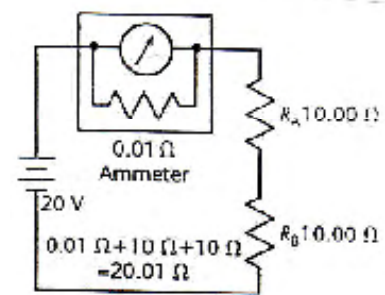


## Mengukur Kuat Arus dan Tegangan

Sebuah ampermeter digunakan untuk mengukur kuat arus dalam suatu cabang atau suatu bagian dalam suatu rangkaian. Apabila Anda ingin mengukur kuat arus yang melalui hambatan, Anda harus menempatkan ampermeter secara seri dengan hambatan. Karena itu arus dalam rangkaian akan turun jika hambatan ammeter dinaikkan, maka hambatan sebuah ampermeter sebaiknya sangat kecil.

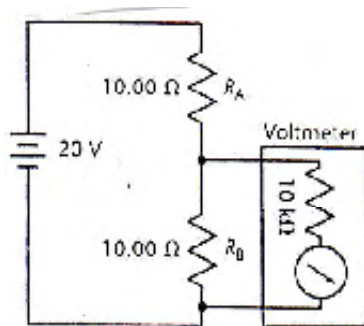
**Gambar 6.31** menunjukkan sebuah ampermeter ideal, hambatan nol pada meter ditempatkan secara paralel dengan hambatan  $0,01 \Omega$ . Hambatan ampermeter jauh lebih kecil daripada nilai hambatan luar. Arus akan menurun dari  $1,0 \text{ A}$  menjadi  $0,9995 \text{ A}$ . Alat lainnya dikenal sebagai voltmeter, yang digunakan untuk mengukur tegangan yang melewati beberapa bagian dalam suatu rangkaian. Untuk menentukan tegangan yang melewati sebuah hambatan, hubungkan voltmeter secara paralel dengan hambatan. Hambatan suatu voltmeter sebaiknya sangat besar, sehingga memungkinkan perubahan arus dan tegangan dalam rangkaian kecil.

Perhatikan rangkaian seperti diperlihatkan pada **Gambar 6.32**. Sebuah ciri khusus voltmeter yang ideal terdiri atas hambatan nol pada meter yang disusun seri dengan hambatan  $10 \text{ kW}$ . Ketika hambatan ini dihubungkan paralel dengan  $R_B$ , hambatan pengganti gabungannya jauh lebih kecil daripada  $R_B$  saja. Jadi, hambatan total rangkaian menurun, sehingga menaikkan arus.  $R_A$  tidak berubah,



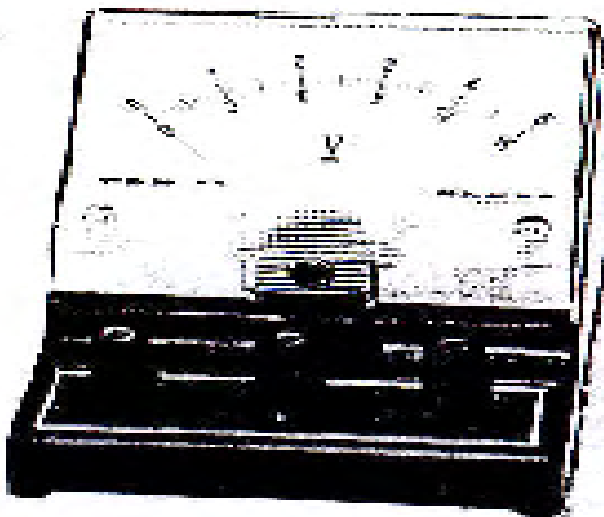
**Gambar 6.31**

Sebuah ampermeter untuk mengukur arus, selalu ditempatkan secara seri dalam suatu rangkaian



**Gambar 6.32**

Voltmeter laboratorium untuk mengukur beda potensial. Voltmeter dirangkai secara paralel.



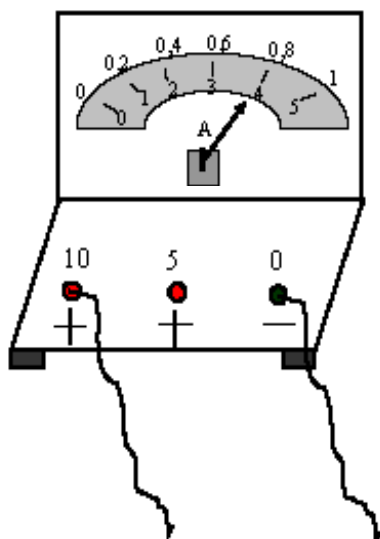
tetapi arus tetap naik, sehingga menaikkan tegangan yang melewati RA. Karena voltmeter dihubungkan dengan ujung-ujung hambatan RB, maka tegangan antara ujung-ujung hambatan RB tersebut menjadi lebih menurun. Hambatan yang besar pada voltmeter memperkecil tegangan. Menggunakan voltmeter dengan hambatan 10.000 W merubah tegangan antara ujung-ujung RB dari 10 V menjadi 9,9995 V. Multimeter elektronik modern hambatannya sangat besar yakni 107 W dan menghasilkan perubahan tegangan yang sangat kecil.

## Pembacaan Nilai Arus Listrik pada Amperemeter

Langkah pembacaan harga arus listrik yang terukur pada ammeter adalah: (1) membaca skala yang ditunjuk oleh jarum penunjuk, (2) membagi harga yang ditunjuk oleh skala tersebut dengan harga skala maksimum, (3) mengalikan hasil bagi pada langkah (2) tersebut dengan harga batas ukur yang dipilih. Sebagai contoh, perhatikan ilustrasi Gambar 6.33. Apabila batas ukur yang di pilih 10 A, berarti harga maksimum adalah 10 A maka harga arus listrik yang terukur oleh amperemeter adalah:

$$(4/5) \times 10 \text{ A} = 8 \text{ A}$$

$$\text{atau } (0,8/1) \times 10 \text{ A} = 8 \text{ A}$$



Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 6.33**

Pembacaan skala amperemeter.

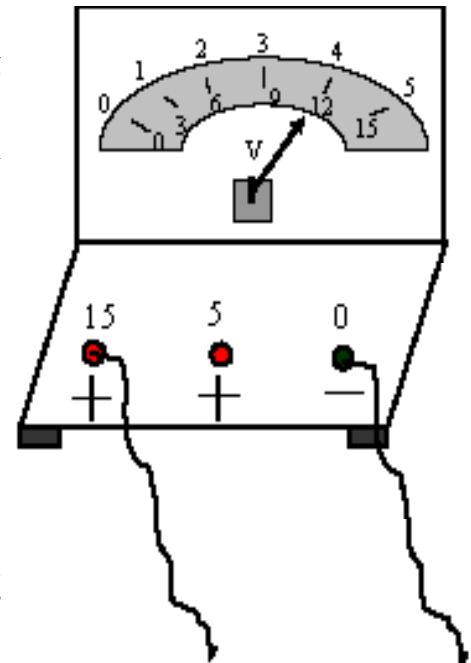
## Pembacaan Nilai Tegangan Listrik pada Voltmeter

Pembacaan nilai tegangan listrik yang terukur pada voltmeter dilakukan dengan cara membagi nilai yang ditunjuk oleh jarum penunjuk dengan skala maksimum yang sesuai pada voltmeter dan mengalikannya dengan batas ukur yang dipilih. Sebagai contoh, perhatikan ilustrasi **Gambar 6.34**. Apabila batas ukur yang di pilih 15 V, maka nilai tegangan listrik yang terukur oleh voltmeter adalah

$$\begin{aligned} & (12/15) \times 15 \text{ V} = 12 \text{ V} \\ \text{atau} \\ & (4/5) \times 15 \text{ V} = 12 \text{ V} \end{aligned}$$

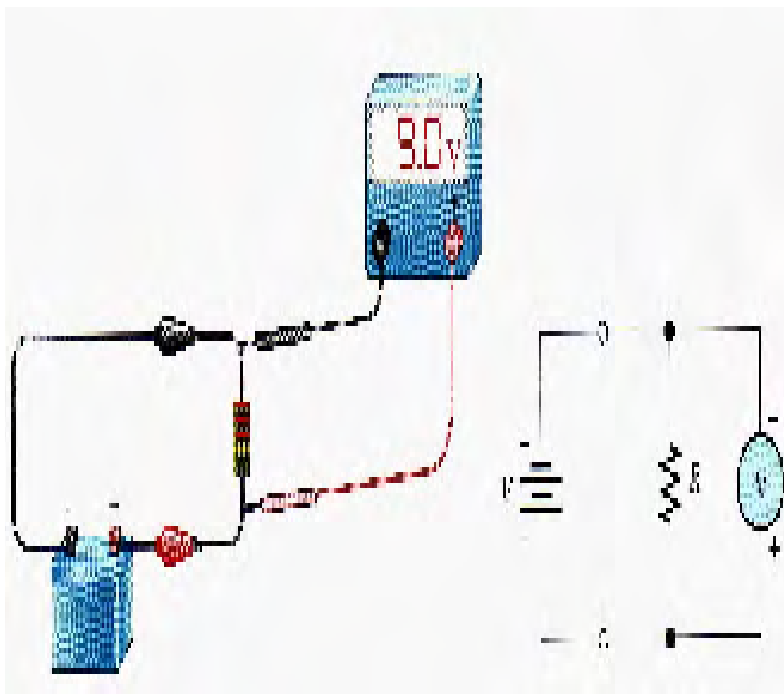
## Mengukur Tegangan

Untuk mengukur tegangan hubungkan volt meter pada komponen yang tegangannya akan diukur. Hubungan demikian merupakan hubungan paralel. Terminal negatif meter harus dihubungkan ke sisi negatif dari rangkaian dan terminal positif meter harus dihubungkan ke sisi positif rangkaian. **Gambar 6.35** memperlihatkan sebuah voltmeter yang dihubungkan untuk mengukur tegangan pada resistor.



Sumber: Dok. Penulis.

**Gambar 6.34**  
Pembacaan skala voltmeter



**Gambar 6.35**  
Contoh Hubungan Voltmeter untuk mengukur tegangan pada rangkaian sederhana.

## Kata-kata IPA

Daya listrik  
Energi  
Kilo watt Jam

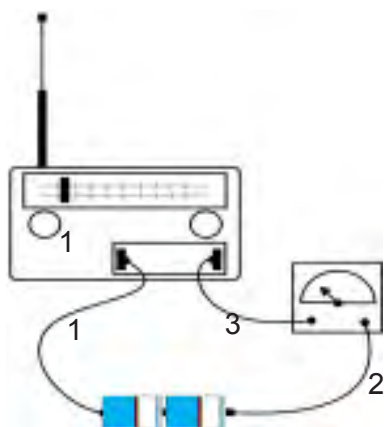
Bila kamu memiliki sebuah radio tape, maka kamu harus menyisihkan sebagian uang sakumu untuk membeli baterai yang dibutuhkan radio kesenanganmu tersebut, karena energi listrik yang dihasilkan baterai yang digunakan oleh radio tape lama-kelamaan akan semakin habis, sehingga kamu perlu menggantinya. Berapa sebenarnya daya listrik yang dibutuhkan radiomu itu? Lakukan kegiatan penyelidikan di bawah ini.



## Berapa besar daya yang dibutuhkan untuk menghidupkan sebuah radio tape?

### Apa yang kamu lakukan?

1. Keluarkan baterai dari sebuah radio tape. Hubungkan satu ujung kabel kesatu ke baterai tersebut dengan bantuan selotip atau karet gelang.
2. Hubungkan ujung lain kabel tersebut pada salah satu sambungan baterai dengan benar pada radio tersebut. Hubungkan satu ujung kabel kedua pada salah satu terminal amperemeter dan ujung yang lain ke baterai.
3. Gunakan kabel ketiga untuk menghubungkan terminal lain amperemeter tersebut ke sambungan baterai yang lain pada radio tersebut.
4. Hidupkan radio itu dan ukurlah arus tersebut dengan mencatat penunjukkan jarum amperemeter tersebut.
5. Tentukan tegangan baterai yang digunakan. Apabila digunakan dua baterai seri, jangan lupa menjumlahkan tegangan kedua baterai tersebut untuk mendapatkan tegangan total.



Gambar 6.36

Cara menghitung daya listrik sebuah radio tape.

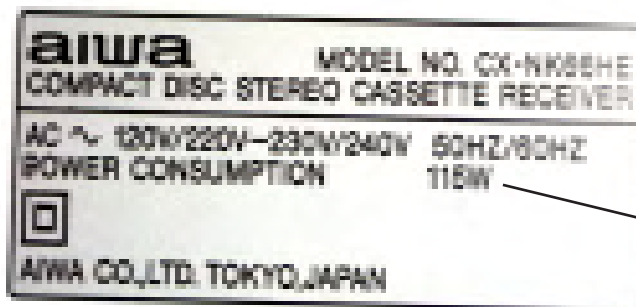
### Analisis

1. Gunakan tegangan dan arus untuk menghitung daya listrik dalam watt.
2. Akankah kamu mengharapkan penggunaan daya berubah bila radio itu dihidupkan pada volume suara yang berbeda? Jika memungkinkan, cobalah ini. Kapan penggunaan daya paling besar?

## Daya Listrik

Apa yang kamu pikirkan pada saat mendengar kata *daya*? Daya memiliki banyak arti yang berbeda. Pada Bab Energi dan Usaha, kamu membaca bahwa daya adalah kemampuan melakukan usaha. Listrik dapat melakukan usaha untuk kita. Energi listrik dengan mudah diubah menjadi jenis energi lain. Sebagai contoh, daun-daun sebuah kipas angin dapat berputar dan mendinginkan kamu pada saat energi listrik diubah menjadi energi mekanik. Setrika listrik mengubah energi listrik menjadi energi panas. **Daya listrik** adalah laju energi listrik diubah menjadi bentuk energi lain.

Tiap alat listrik yang berbeda menggunakan energi yang berbeda. Alat-alat listrik sering diiklankan dengan menunjukkan pemakaian dayanya, yang bergantung pada jumlah energi yang dibutuhkan tiap-tiap alat tersebut untuk menjalankannya. Elemen pemanas listrik dalam setrika listrik dan pemanas air listrik memiliki daya listrik besar. Namun, alat-alat tersebut tidak dihidupkan terus-menerus. Alat-alat yang dihidupkan lama bahkan sering terus-menerus, seperti almari es, umumnya menggunakan lebih banyak energi. **Tabel 3.1** menunjukkan kebutuhan daya dari beberapa alat listrik, dan **Gambar 6.37** menunjukkan sebuah label dengan informasi daya.



**Gambar 6.37**

Kebanyakan alat listrik memiliki label yang menunjukkan berapa banyak daya yang digunakan.



## Penghitungan Daya

Daya listrik dinyatakan dalam satuan **watt** (W) atau **kilowatt** (kW). Jumlah daya yang digunakan oleh sebuah alat listrik berbanding lurus dengan beda potensial dan kuat arus listriknya, dan dapat dihitung dengan cara mengalikan beda potensial dengan arus.

$$P = V \times I$$

dimana: P = daya (watt)  
V = tegangan (volt)  
I = arus listrik (ampere)

**Satu watt** daya dihasilkan apabila arus satu ampere mengalir melalui suatu rangkaian dengan beda potensial satu volt. Perhatikan lagi **Tabel 6.1**. Alat listrik manakah yang memerlukan daya listrik paling besar untuk menjalankannya? Kamu dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan memperhatikan jumlah watt yang tertulis untuk alat tersebut pada kolom penggunaan daya.

**Tabel 6.1 Energi yang Digunakan oleh Alat-alat Listrik Rumah Tangga**

| Alat Listrik         | Lama Pemakaian<br>(Jam/hari) | Penggunaan<br>Daya (watt) | Penggunaan<br>Energi(kWh/hari) |
|----------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Pengering rambut     | 0,25                         | 1000                      | 0,25                           |
| Oven microwave       | 0,50                         | 700                       | 0,35                           |
| Stereo               | 2,5                          | 109                       | 0,27                           |
| Almari es/freezer    | 10,00                        | 615                       | 6,15                           |
| Televisi (berwarna)  | 3,25                         | 200                       | 0,65                           |
| Lampu-pijar 100-watt | 6                            | 100                       | 0,60                           |
| Lampu neon 40-watt   | 1                            | 40                        | 0,04                           |

Contoh soal di bawah ini menunjukkan kepada kamu bagaimana menghitung penggunaan daya listrik untuk suatu alat listrik. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan mudah jika kamu mengetahui harga-harga arus dan tegangan.



## Penggunaan Matematika

### Contoh Soal:

Pada sebuah kalkulator mengalir arus sebesar 0,01 A. Kalkulator tersebut bekerja dengan beda potensial 9 V. Berapakah daya yang digunakan kalkulator tersebut?

#### Langkah-langkah Pemecahan Masalah:

1. Apa yang diketahui?  
 arus,  $I = 0,01 \text{ A}$  beda potensial,  $V = 9 \text{ V}$
2. Apa yang tidak diketahui?  
 daya,  $P$
3. Memilih persamaan.  
 $P = V \times I$
4. Pemecahan:  
 $P = 9 \text{ V} \times 0,01 \text{ A} = 0,09 \text{ W}$

**Kerjakanlah soal-soal berikut ini untuk melatih penghitungan daya.**

#### Soal-soal Latihan

1. Sebuah lampu bekerja dengan arus sebesar 0,625 A dan beda potensial 220 V. Berapakah daya yang digunakan lampu tersebut?
2. Sebuah kompor listrik menggunakan daya 500 W, bekerja pada sumber tegangan adalah 220 V. Berapakah besar arus yang mengalir melalui kompor tersebut?
3. Setrika listrik adalah salah satu pengguna daya listrik utama di rumah-tangga. Apabila setrika listrik itu menggunakan daya 600W dan dihubungkan pada tegangan 220 V, berapakah arus yang mengalir di dalam setrika listrik itu?
4. Arus yang mengalir melalui sebuah lampu-pijar adalah 0,75 A dan beda potensial antara ujung-ujung lampu tersebut 100 V. Berapakah besar daya yang dibutuhkan oleh lampu tersebut?
5. Berapa besar arus yang mengalir melalui sebuah lampu 100 W, apabila lampu itu dihubungkan pada sumber tegangan 220 V?



## Energi Listrik

Mengapa hemat energi merupakan sikap hidup yang perlu ditumbuhkan? Hampir semua energi listrik dihasilkan dari sumber daya alam, yang terbatas jumlahnya. Energi listrik tidak gratis, kamu harus membayar untuk mendapatkan energi listrik. Seluruh listrik yang digunakan di rumahmu diukur dengan alat yang disebut meter listrik.

Kamu mungkin pernah memperhatikan bahwa meter listrik di rumahmu memiliki piringan yang berputar cepat pada saat kamu banyak menggunakan listrik dan berhenti pada saat tidak ada pemakaian listrik. Jumlah energi listrik yang kamu pergunakan bergantung pada daya yang dibutuhkan oleh alat-alat listrik di rumahmu dan berapa lama alat listrik itu digunakan. Sebagai contoh, kamu dapat menghitung jumlah energi yang digunakan sebuah almari es dalam satu hari dengan mengalikan daya yang dibutuhkan dengan jumlah waktu almari es itu menggunakan daya.

Satuan energi listrik adalah **joule (J)** **kilowatt-jam (kWh)**. Satu joule sama dengan satu watt (W) daya yang digunakan selama satu detik. Satu kilowatt-jam sama dengan 1000 watt daya yang digunakan selama satu jam. Perusahaan listrik memberikan rekening tagihan kepadamu setiap bulan untuk tiap kilowatt-jam daya yang kamu gunakan. Kamu dapat menghitung besar tagihan itu dengan mengalikan jumlah energi yang dipakai dengan harga tiap kilowatt-jam. **Tabel 6.2** menunjukkan beberapa contoh biaya menjalankan alat-alat listrik.

$$\begin{aligned}\text{energi} &= \text{daya} \times \text{waktu} \\ \text{kWh} &= \text{kW} \times \text{h} \\ W &= P \times t\end{aligned}$$

Tabel 6.2 Energi yang Digunakan Alat-alat Rumah-tangga

|                                  | Pengereng Rambut | Stereo | TV Berwarna |
|----------------------------------|------------------|--------|-------------|
| Rata-rata daya dalam watt (watt) | 1.000            | 109    | 200         |
| Jam penggunaan tiap hari (jam)   | 0,25             | 3      | 2,5         |
| Jam penggunaan tiap bulan (jam)  | 7,5              | 90     | 75          |
| Watt-jam tiap bulan(watt-jam)    | 7.500            | 9.810  | 15.000      |
| Penggunaan kWh tiap bulan(kWh)   | 7,5              | 9,81   | 15          |
| Tarif per kWh (Rp)               | 200              | 200    | 200         |
| Rekening per bulan (Rp)          | 1,500            | 1862   | 3.000       |



## Penggunaan Matematika

### Penghitungan Energi Listrik

#### Contoh Soal

Sebuah lemari es adalah salah satu pengguna daya listrik utama di rumah-tangga. Apabila lemari es ini menggunakan 300 W dan dijalankan 20 jam tiap hari, berapa banyak energi (dalam kWh) digunakan dalam satu hari? Bila tarif listrik per kWh Rp. 500. Berapakah rekening listrik yang harus dibayar selama 1 bulan?

#### Langkah-langkah Pemecahan-Masalah:

1. Apakah yang diketahui?  $\text{daya, } P = 300 \text{ W} = 0,3 \text{ kW}$   
 $\text{waktu, } t = 20 \text{ jam}$
2. Apakah yang tidak diketahui?  $\text{energi, } E$
3. Memilih persamaan.  $E = P \times t$
4. Pemecahan:  $E = 0,3 \text{ kW} \times 20 \text{ jam} = 6 \text{ kWh}$   
Jadi rekening listrik =  $6 \times 30 \times \text{Rp. } 500,- = \text{Rp. } 90.000,-$

#### Soal Latihan

Sebuah lampu-pijar 100W dihidupkan selama 5,5 jam. Berapa kilowatt-jam energi yang digunakan?

## Intisari Subbab



1. Apakah daya listrik itu?
2. Sebuah televisi menggunakan arus 3 A pada tegangan 220 V. Televisi itu dihidupkan selama 2 jam. Hitunglah daya yang digunakan dalam kW dan energi digunakan dalam kWh.
3. **Berpikir Kritis:** Berdasarkan data pada **Tabel 3-2** berapa kWh energi yang akan dibutuhkan untuk menikmati sistem suara stereo setiap hari untuk bulan Mei? Berapa rekening listrik yang harus dibayar bila tarif tiap kWh adalah Rp 200,-?



## Rangkuman



### A. Muatan Listrik

1. Listrik statis merupakan kumpulan muatan-muatan listrik di dalam suatu benda
2. Di dalam konduktor listrik elektron mudah bergerak bila ujung-ujung konduktor di hubungkan dengan sumber tegangan sedangkan di dalam isolator tidak.
3. Sebuah elektroskop terdiri dari dua daun logam yang digantung di dalam suatu tabung yang bergerak bila dialiri muatan.
4. Petir terjadi ketika elektron-elektron di bagian bawah awan mengalir di antara awan dan tanah yang bermuatan positif.

### B. Arus Listrik

5. Energi potensial yang tersimpan di dalam sebuah elektron berkurang selama elektron mengalir di dalam rangkaian
6. Sel kering (baterei) menghasilkan beda potensial di dalam suatu rangkaian sehingga menyebabkan elektron mengalir.
7. Hukum menyatakan bahwa  $V = I R$
8. Arus mengalir dalam satu lintasan di dalam rangkain seri. Di dalam rangkaian paralel arus terpecah ke dalam setiap cabang di dalam rangkaian.

### C. Daya dan Energi Listrik

9. Daya listrik menyatakan besarnya energi yang dialirkan setiap satuan waktu.
10. kilowatt-jam sama dengan 1000 watt daya yang digunakan selama satu jam.



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata IPA berikut dengan pernyataan di bawahnya.

- |                  |                   |  |
|------------------|-------------------|--|
| a. Rangkaian     | i. kilowatt-jam   | 1. Disebabkan muatan-muatan listrik di dalam sebuah benda    |
| b. Konduktor     | j. Hukum Ohm      | 2. mengerjakan gaya pada suatu muatan listrik                |
| c. Arus          | k. Petir          | 3. suatu bahan dimana elektron mudah bergerak dengan mudah   |
| d. Sel Kering    | l. Beda Potensial | 4. suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi muatan listrik |
| e. Medan listrik | m. Resistansi     | 5. lintasan tertutup dimana elektron mengalir                |
| f. Daya listrik  | n. Rangkaian seri |  |
| g. Elektroskop   | o. Listrik statis |  |
| h. isolator      | p. Sel basah      |  |

6. dua plat terbuat dari logam atau campuran logam berbeda dalam larutan elektrolit.
7. Menahan aliran elektron di dalam konduktor
8. Terjadi bila elektron mengalir di antara awan dan bumi.
9. Energi listrik yang dikonversikan ke bentuk energi lain tiap satuan waktu
10. Mengkaitkan tegangan dengan resistansi dan arus
15. Menghubungkan suatu benda bermuatan ke Bumi dengan maksud mengosongkan muatan benda itu ke dalam Bumi disebut
  - a. p emuatan
  - b. engaliran
  - c. pentanahan
  - d. induksi
16. Petir menunjukkan suatu pengosongan ....
  - a. proton
  - b. elektron
  - c. neutron
  - d. inti atom

---

### Pengecekan Konsep

---

*Pilihlah kata atau ungkapan untuk melengkapi kalimat atau jawaban pertanyaan tersebut.*

11. Suatu benda menjadi bermuatan positif apabila benda itu ....
  - a. kehilangan elektron-elektron
  - b. kehilangan proton-proton
  - c. menerima elektron-elektron
  - d. menerima neutron-neutron
12. Apabila dua muatan negatif didekatkan satu sama lain, dua muatan itu akan ....
  - a. tolak-menolak
  - b. tarik-menarik
  - c. tidak tarik-menarik atau tolak menolak
  - d. pengosongan ke tanah
13. Apabila sebuah atom kehilangan sebuah elektron, maka atom itu akan
  - a. bermuatan positif
  - b. bermuatan negatif
  - c. tetap netral
  - d. menjadi isotop
14. Sebuah contoh isolator yang baik adalah
  - a. tembaga
  - b. kayu
  - c. perak
  - d. air garam
17. Listrik statis bergerak dari satu tempat ke tempat lain karena..
  - a. elektron-elektron tertarik ke elektron-elektron lain
  - b. energi potensial tertarik ke energi kinetik
  - c. elektron-elektron tertarik ke kutub magnetik alamiah Bumi
  - d. elektron-elektron tertarik ke muatan-muatan positif
18. Suatu rangkaian listrik memerlukan ....
  - a. suatu sumber elektron, suatu jalan untuk elektron-elektron, dan suatu sakelar tertutup
  - b. suatu sumber proton, suatu jalan untuk elektron-elektron, dan suatu sakelar tertutup.
  - c. suatu sumber proton, suatu jalan elektron, dan suatu sakelar terbuka
  - d. suatu sumber elektron, suatu jalan untuk elektron-elektron, dan suatu sakelar terbuka

19. Perbedaan energi potensial per unit muatan antara dua elektrode diukur dalam ....
- ampere
  - coulomb
  - ohm
  - volt
20. Perbedaan energi yang dibawa elektron-elektron pada titik-titik berbeda dalam suatu rangkaian akan menentukan.....
- tegangan
  - tahanan
  - arus
  - daya

---

### Pemahaman Konsep

---

*Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dalam buku catatanmu dengan menggunakan kalimat lengkap.*

- Sebutkan perbedaan listrik statis dan listrik dinamis.
- Apakah perbedaan elektron-elektron konduktor dan elektron-elektron isolator?
- Apakah yang menyebabkan elektron-elektron mengalir melalui suatu rangkaian?
- Bagaimanakah terjadinya petir?
- Bagaimanakah hubungan antara hambatan dan beda potensial dengan besar arus yang mengalir dalam suatu rangkaian?

---

### Berpikir Kritis

---

- Penangkal petir merupakan konduktor yang dihubungkan ke tanah dan diletakkan di atas atap bangunan. Bagaimanakah penangkal petir tersebut melindungi bangunan dari petir?
- Jelaskan bagaimana sebuah elektroskop dapat digunakan untuk mengenali suatu benda bermuatan negatif!
- Sebuah mobil mainan mempunyai arus 1,5 A dan mempunyai hambatan 2 ohm. Berapakah tegangan yang dibutuhkan oleh mainan itu?
- Arus yang mengalir melalui sebuah alat listrik yang dihubungkan ke sumber 220 V adalah 1 A. Berapa kilowatt-jam energi listrik yang digunakan alat tersebut selama 4 jam?
- Kamu diminta untuk menghubungkan sebuah pesawat stereo, sebuah televisi, sebuah tape, dan sebuah lampu dalam satu rangkaian. Rangkaian manakah yang akan kamu pilih, paralel atau seri? Bagaimana kamu dapat mencegah suatu kebakaran akibat hubungan singkat? Jelaskan jawabanmu.
- Bermain sepakbola dan berdiri di bawah pohon tinggi selama hujan bercampur petir adalah berbahaya. Mengapa kegiatan ini berbahaya pada saat ada petir?

1. **Penginterpretasian data:** Perhatikan pemakaian daya alat-alat listrik pada **Tabel 6-2** dan hitunglah arus yang digunakan tiap-tiap alat dari sumber 220V. Alat manakah menyerap arus paling banyak?
2. **Pengklasifikasian :** Buat suatu daftar 10 alat listrik yang pernah kamu lihat. Klasifikasikan alat-alat tersebut menurut jenis sumber arusnya.
3. **Merancang Eksperimen:** Rancanglah sebuah eksperimen untuk menguji perubahan arus dan tegangan dalam suatu rangkaian apabila baterai dengan tegangan yang sama dirangkai secara seri. Apakah hipotesismu? Identifikasi yang mana diantara arus tegangan, dan jenis rangkaian yang merupakan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol.



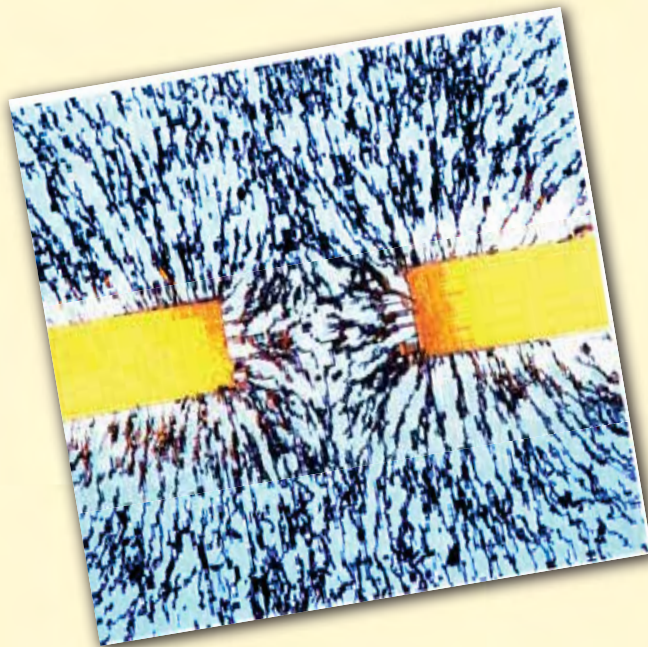


# BAB 7

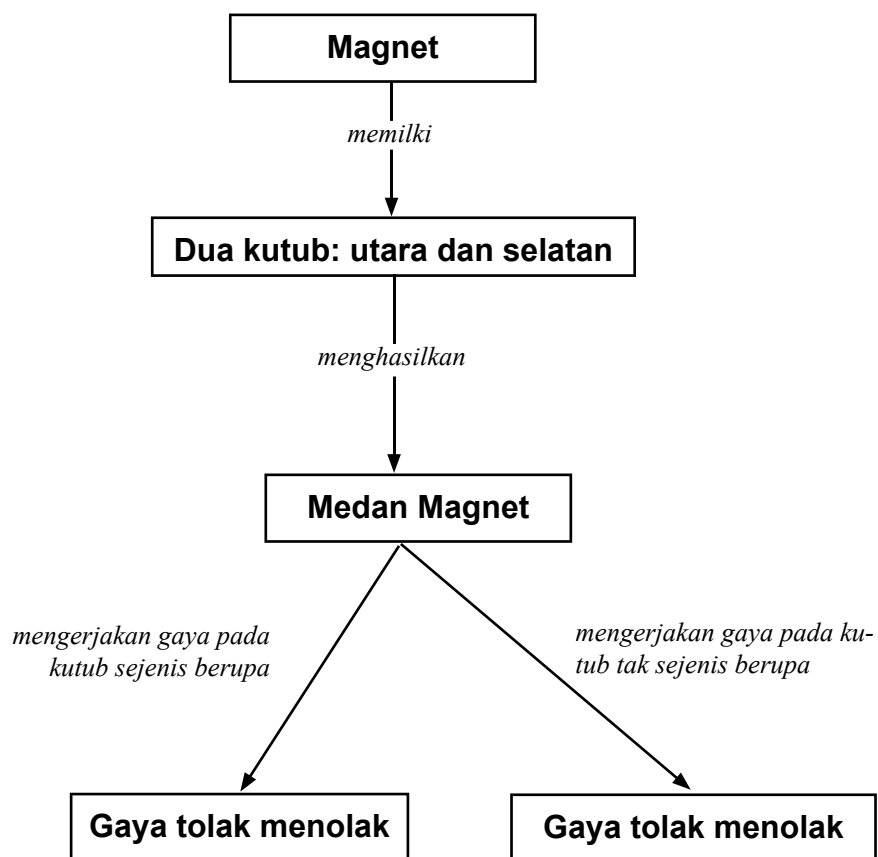
## Kemagnetan

A Pengaruh Magnet

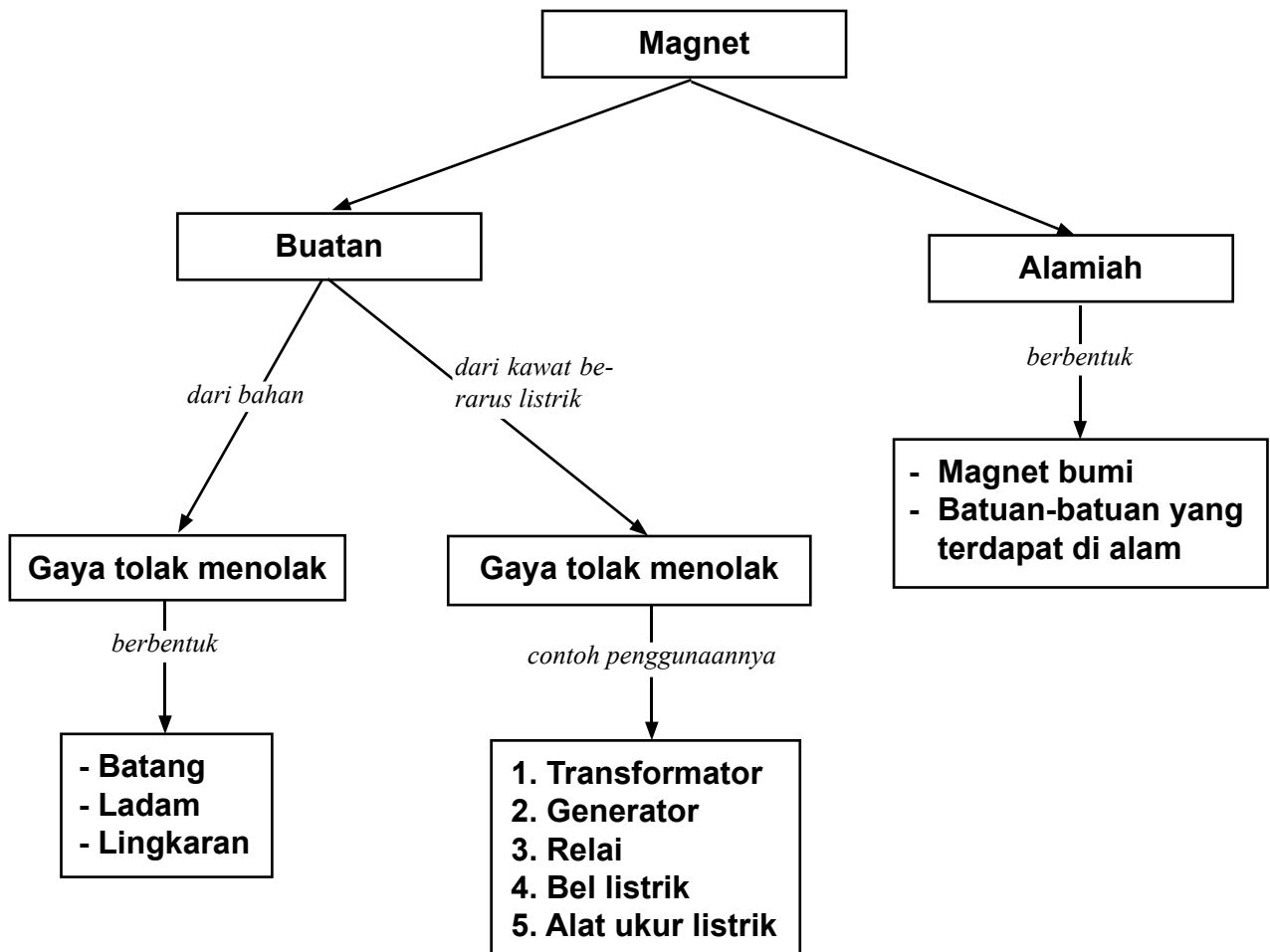
B Induksi Elektromagnet



**Peta Konsep Magnet**



## Peta Konsep Magnet



Pernahkah kamu dikejutkan oleh gaya aneh yang kamu rasakan ketika kamu mendekatkan dua buah magnet batang? Gejala ini disebut **kemagnetan**. Kamu mungkin tidak menyadari bahwa magnet berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Pada saat kamu memegang magnet di dekat pintu kulkas, kamu merasakan gaya tarik ke pintu tersebut. Ketika tanganmu lebih mendekat lagi, magnet tersebut akan menempel ke pintu. Kamu tidak dapat melihat bagaimana cara magnet tersebut bekerja, namun kamu dapat merasakan gaya tarik tersebut dan bahkan memanfaatkannya.

Tahukah kamu bahwa bel di sekolah menggunakan magnet? Magnet digunakan secara luas dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari bel sekolah, tape recorder, kulkas, sampai kunci mobil. Pengetahuan tentang kemagnetan akan membantu kamu memahami bagaimana peralatan listrik tersebut bekerja.

### Kegiatan Penyelidikan



#### Gaya Tarik pada Magnet Batang

Dalam penyelidikan ini, kamu akan mencoba menentukan di tempat mana sebuah magnet batang mempunyai gaya tarik terbesar terhadap benda lain.

#### Apa yang kamu butuhkan

- penjepit kertas, 10 buah
- magnet batang, 1 buah

#### Apa yang kamu lakukan

1. Ambillah sebuah magnet batang.
2. Tempelkan sebuah penjepit kertas pada salah satu ujung magnet batang tersebut.
3. Tempelkan penjepit kedua pada ujung penjepit pertama seperti yang diperlihatkan di **Gambar 7.1**.



**Gambar 7.1**

Penjepit kertas yang menempel pada sebuah magnet batang

4. Teruskan menambah penjepit kertas pada rantai penjepit kertas tersebut sampai tidak dapat menahan penjepit yang ditambahkan.
5. Catatlah pada buku catatanmu jumlah penjepit yang saling menempel tersebut.
6. Ulangi langkah 2 sampai 5 dengan menempelkan penjepit pada 1 cm dari ujung magnet batang tersebut.
7. Catatlah pada buku catatanmu jumlah penjepit yang saling menempel tersebut.
8. Ulangi langkah 2 sampai 5 dengan menempelkan penjepit pada tengah-tengah magnet batang tersebut.
9. Catatlah pada buku catatanmu jumlah penjepit yang saling menempel tersebut.

### Analisis

1. Di bagian yang mana pada magnet batang penjepit menempel paling banyak ?
2. Di tempat manakah magnet batang mempunyai gaya tarik paling besar dan jelaskan mengapa?
3. Ramalkan jumlah penjepit paling banyak yang dapat menempel pada magnet batang yang lain.
4. Ramalkan jumlah penjepit paling banyak yang dapat menempel pada ujung magnet batang lain yang lebih kuat.

### Magnet

Lebih dari 2000 tahun yang lalu, orang Yunani yang hidup di suatu daerah di Turki yang dikenal sebagai Magnesia menemukan batu aneh. Batu tersebut menarik benda-benda yang mengandung besi seperti diperlihatkan pada **Gambar 7.2**. Karena batu tersebut



## Kata-kata IPA

Kemagnetan  
Kutub magnet  
Bahan magnet  
Inklinasi  
Kutub geografik  
Deklinasi  
Solenoida  
Gaya Lorentz  
Elektromagnet  
Galvanometer  
Motor listrik  
Relai

**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.

## Bahan Magnetik

Jika kamu mendekatkan sebuah magnet pada sepotong kayu, kaca, alumunium, atau plastik, apa yang terjadi? Ya, kamu betul jika kamu mengatakan tidak terjadi apa-apa. Tidak ada pengaruh apa pun antara magnet dan bahan-bahan tersebut. Di samping itu, bahan-bahan tersebut tidak dapat dibuat magnet. Tetapi, bahan-bahan seperti besi, baja, nikel, dan kobalt bereaksi dengan cepat terhadap sebuah magnet. Seluruh bahan tersebut dapat dibuat magnet. Mengapa beberapa bahan mempunyai sifat magnetik sedangkan yang lain tidak?

Secara sederhana kita dapat menge-lompokkan bahan-bahan menjadi dua kelompok. Pertama adalah bahan magnetik, yaitu bahan-bahan yang dapat ditarik oleh magnet. Kedua adalah bahan bukan magnetik, yaitu bahan-bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet.



**Gambar 7.2**

Sumber: Glencoe, 1999

Magnetit adalah suatu bahan tambang yang memiliki sifat-sifat magnetik alamiah. Benda apa yang dapat ditarik oleh magnetit?

Bahan magnetik yang paling kuat disebut **bahan ferromagnetik**. Nama tersebut berasal dari bahasa Latin *ferrum* yang berarti besi. Bahan ferromagnetik ditarik dengan kuat oleh magnet dan dapat dibuat menjadi magnet. Sebagai contoh, jika kamu mendekatkan sebuah magnet pada sebuah paku besi, magnet akan menarik paku tersebut. Jika kamu menggosok paku dengan magnet beberapa kali dengan arah yang sama, paku itu sendiri akan menjadi sebuah magnet. Paku tersebut akan tetap berupa magnet meskipun magnet yang digunakan menggosok tersebut telah dijauhkan.

Bahan-bahan magnetik tersebut dapat dibagi menjadi dua macam.

- a. Bahan *ferromagnetik*, yaitu bahan yang ditarik oleh magnet dengan gaya yang kuat. Bahan ini misalnya besi, baja, kobalt dan nikel.
- b. Bahan *paramagnetik*, yaitu bahan yang ditarik oleh magnet dengan gaya yang lemah. Bahan ini misalnya aluminium, platina, dan mangan.

Sedangkan bahan yang tidak ditarik oleh magnet digolongkan sebagai bahan *diamagnetik* misalnya bismut, tembaga, seng, emas dan perak.

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**.

Kobalt, nikel, dan besi adalah bahan yang digunakan untuk membuat magnet tetap. Banyak magnet tetap dibuat dari campuran aluminium, nikel, kobalt dan besi. **Gambar 7.3** memperlihatkan bermacam-macam bentuk magnet.



### Lab Mini 7.1

#### Membuat Magnet

##### Apa yang kamu lakukan

1. Ambillah sebuah paku dan penjepit kertas.
2. Dekatkan ujung paku tersebut ke penjepit kertas. Apakah penjepit tersebut menempel ke ujung paku?
3. Ambillah sebuah magnet batang. Gosoklah pelan-pelan ujung paku tersebut ke salah satu ujung magnet batang. Dekatkan ujung paku tersebut ke penjepit. Apakah penjepit tersebut menempel ke ujung paku tersebut?
4. Ambillah sebuah paku yang lain.
5. Dekatkan ujung paku tersebut ke salah satu ujung magnet batang (jangan sampai menyentuh). Dekatkan ujung paku tersebut ke penjepit kertas. Apakah penjepit tersebut menempel ke ujung paku?

#### Analisis

1. Pada prosedur 3, kamu membuat magnet dengan cara apa?
2. Pada prosedur 5, kamu membuat magnet dengan cara apa?





Sumber: [http://galery.hd.or/\\_c/natural-science](http://galery.hd.or/_c/natural-science)

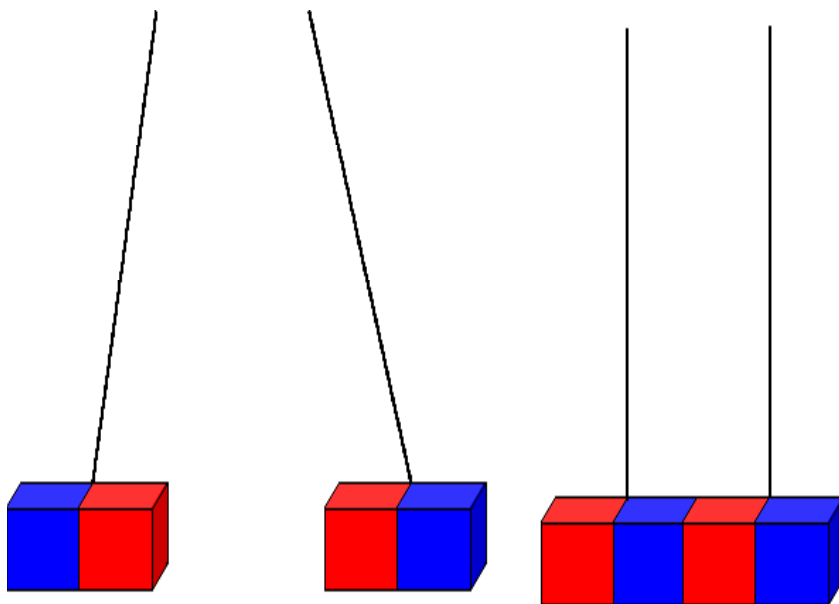
**Gambar 7.3**

Magnet dibuat dalam berbagai ukuran dan bentuk, meliputi magnet batang, tapal kuda, dan U

## Kutub Magnet

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). Magnet dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran meliputi magnet batang, tapal kuda, dan cakram seperti diperlihatkan pada **Gambar 7.3**.

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 halnya jika dua kutub selatan saling didekatkan. Namun, jika kutub 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**. Bagaimana aturan ini bila dibandingkan dengan aturan yang memaparkan perilaku muatan listrik?



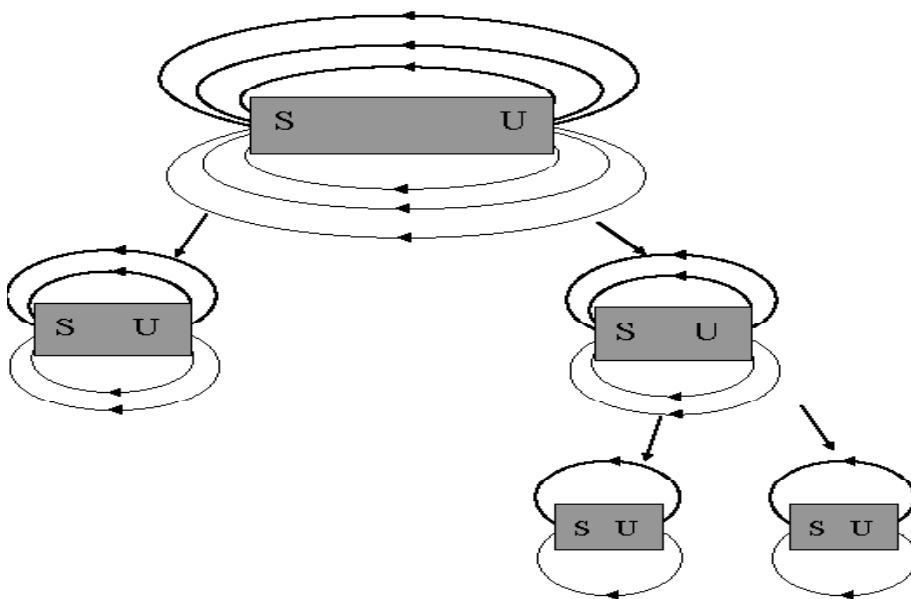
**Gambar 7.4**

Dua magnet batang yang digantung dengan benang bebas bergerak. Gaya apa yang terdapat pada magnet-magnet tersebut?

**a** Dua kutub sejenis tolak-menolak.

**b** Dua kutub tidak sejenis tarik-menarik.

Kutub magnet selalu ditemukan berpasangan, kutub utara dan kutub selatan. Jika sebuah magnet dipotong menjadi dua buah, dihasilkan dua magnet yang lebih kecil masing-masing mempunyai satu kutub utara dan satu kutub selatan. Prosedur ini dapat diulang-ulang, namun selalu dihasilkan sebuah magnet lengkap yang terdiri dari dua kutub.

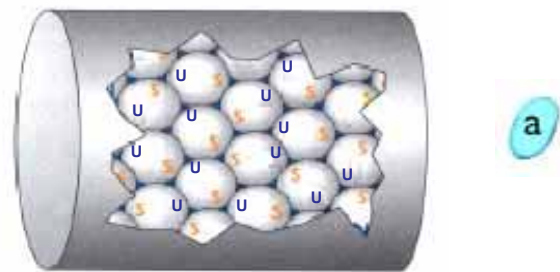


**Gambar 7.5**

Jika memandang berapa kali sebuah magnet dipotong menjadi dua, tiap-tiap potongan tetap mempertahankan sifat-sifat magnetnya.

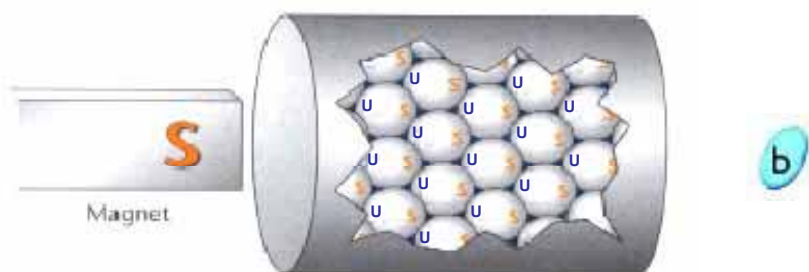
## Terjadinya Kemagnetan

Sifat-sifat magnetik suatu bahan bergantung pada **struktur atomnya**. Para ilmuwan mengetahui bahwa atom memiliki sifat-sifat magnetik. Sifat-sifat magnetik tersebut disebabkan gerak elektron dalam atom-atom tersebut. Oleh karena itu, tiap atom di dalam suatu bahan magnetik adalah seperti sebuah magnet kecil yang disebut **magnet atom**. Dalam keadaan normal, atom-atom tersebut menunjuk ke semua arah secara acak sehingga kemagnetan mereka saling menghilangkan seperti ditunjukkan pada **Gambar 7.6a**. Agar sebuah benda secara keseluruhan bekerja sebagai magnet, sebagian besar atom-atom dalam benda tersebut harus menunjuk arah yang sama. Ketika atom-atom tersebut menunjuk pada arah yang sama, gaya magnetik tiap atom bergabung menjadi gaya magnetik yang lebih besar, seperti ditunjukkan pada **Gambar 7.6b**.



**Gambar 7.6**

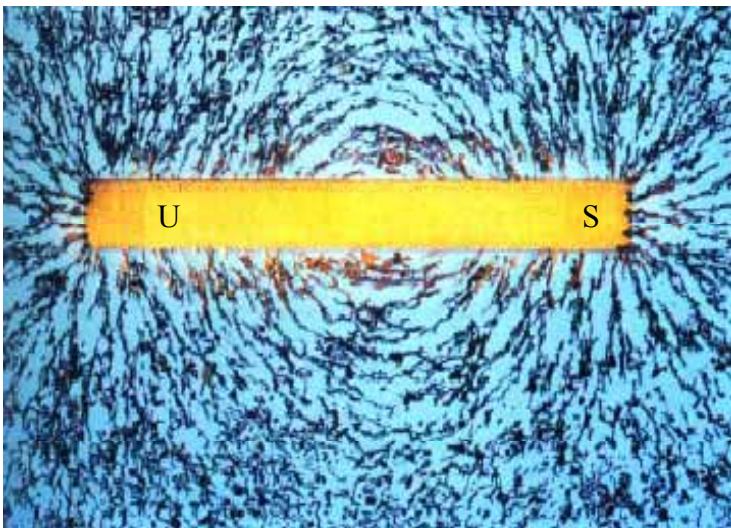
- a. Normalnya, atom-atom dalam sebuah logam tersusun secara acak.
- b. Kutub selatan yang kuat menarik semua kutub utara dari magnet atom, yang membuat logam tersebut menjadi sebuah magnet.



## Medan Magnet

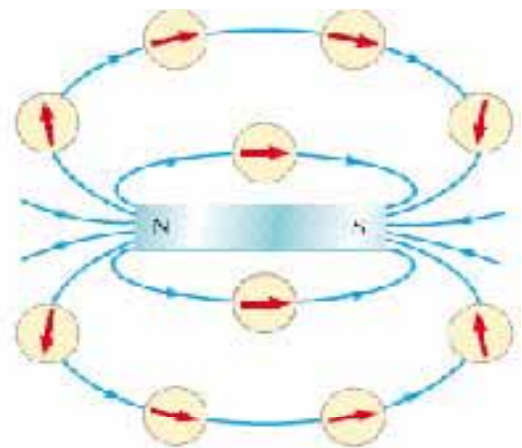
Meskipun gaya magnet paling kuat terdapat pada kutub-kutub magnet, gaya tersebut tidak terbatas hanya pada kutub. Gaya magnet juga terdapat di sekitar bagian magnet yang lain. Daerah di sekitar magnet tempat gaya magnet bekerja disebut **medan magnet**.

Sangat membantu jika kamu memikirkan medan magnet sebagai suatu daerah yang dilewati oleh garis-garis gaya magnet. Garis gaya magnet menentukan medan magnet sebuah benda. Seperti halnya garis-garis medan listrik, garis-garis gaya magnet dapat digambar untuk memperlihatkan lintasan medan magnet tersebut. Garis medan magnet berkeliling dalam lintasan tertutup dari kutub utara ke kutub selatan dari sebuah magnet. Suatu medan magnet yang diwakili oleh garis-garis gaya yang terentang dari satu kutub sebuah magnet ke kutub yang lain, merupakan suatu daerah tempat bekerjanya gaya magnet tersebut.



Sumber: Glencoe, 1999

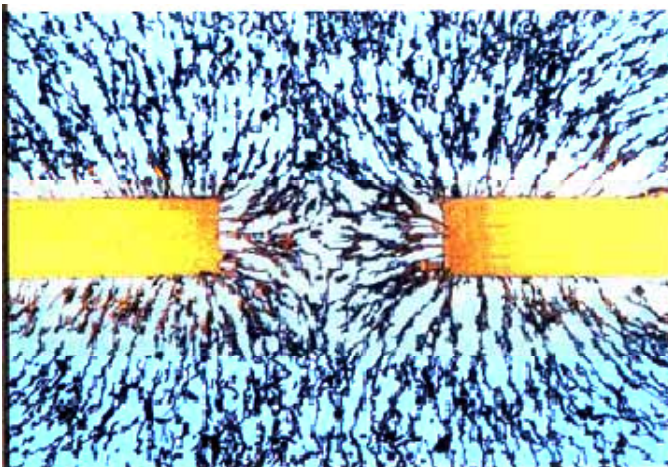
Garis gaya magnet dapat diperlihatkan dengan mudah dengan menaburkan serbuk besi pada selembar kertas yang diletakkan di atas sebuah magnet. Lihatlah **Gambar 7.7**. Di manakah garis gaya magnet yang selalu ditemukan paling banyak dan paling berdekatan satu sama lain?



**Gambar 7.7**

Kamu dapat melihat garis-garis gaya magnet dengan cara menaburkan serbuk besi pada selembar kaca yang diletakkan di atas sebuah magnet batang atau menggunakan kompas untuk melacak arah garis gaya magnet di luar magnet. Serbuk besi dan jarum kompas tersebut tertata segaris dengan garis medan magnet. *Dimanakah tempat garis-garis gaya tersebut selalu paling banyak dan paling berdekatan satu sama lain?*

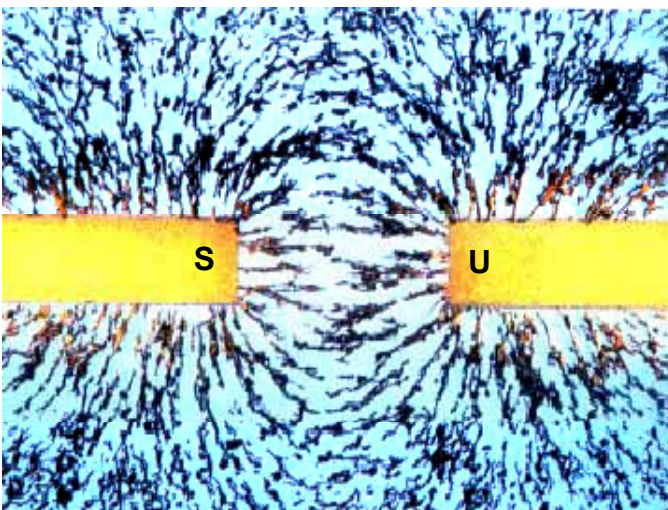
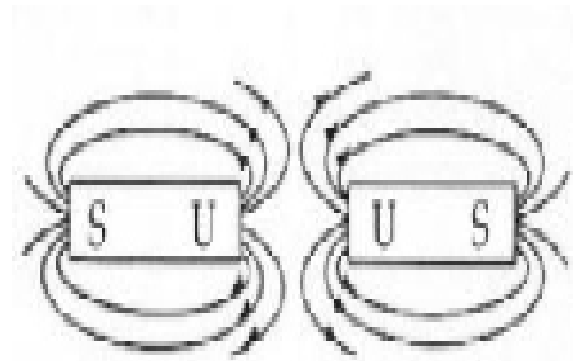
**Gambar 7.8** memperlihatkan garis-garis gaya yang terdapat di antara kutub-kutub senama dua buah magnet batang. Pola serbuk besi memperlihatkan kutub-kutub senama tolak-menolak. Gambar 7.9 memperlihatkan garis gaya magnet yang terdapat di antara kutub-kutub tak-senama dua buah magnet batang. Pola serbuk besi memperlihatkan kutub-kutub tidak senama tarik menarik.



Sumber: Glencoe, 1999

**Gambar 7.8**

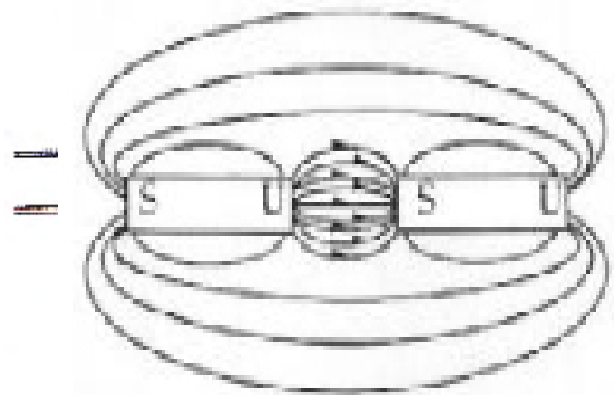
Kutub senama tolak-menolak



Sumber: Glencoe, 1999

**Gambar 7.9**

Kutub tidak senama tarik-menarik.







## Lab Mini 7.1

Mengamati Medan Magnet

Dalam penyelidikan ini kamu akan mengamati daerah di sekitar magnet batang dan apakah kutub-kutub magnet saling tolak-menolak ataupun tarik-menarik.

Apa yang kamu butuhkan

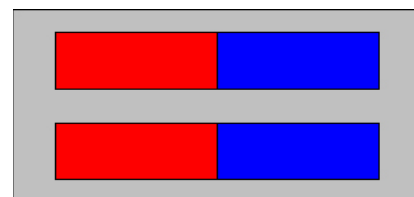
1. Serbuk besi di dalam kantong plastik
2. Magnet batang, 2 buah
3. Kertas tipis

Apa yang kamu lakukan

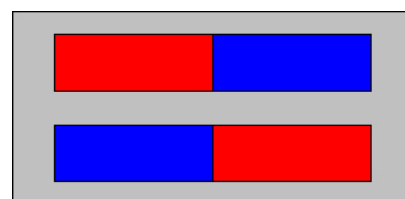
1. Letakkan satu buah magnet batang di atas meja.
2. Letakkan kantong plastik berisi serbuk besi di atas magnet tersebut.
3. Ratakan serbuk besi di dalam kantong tersebut. Gambarlah pada buku catatanmu pola serbuk besi yang kamu lihat. Tandai ujung-ujung gambarmu dengan U dan S untuk menunjukkan kutub utara dan selatan magnet tersebut.
4. Letakkan 2 buah magnet batang di atas meja dengan kutub-kutub sejenis saling berdekatan dan sejajar satu dengan yang lain dan dengan jarak sekitar 1,5 cm seperti diperlihatkan pada Gambar 7.10a. Tempatkan kedua kutub selatan itu di sebelah kanan.
5. Letakkan kantong berisi serbuk besi itu di atas dua magnet batang tersebut. Gambarlah pada buku catatanmu pola serbuk besi yang kamu lihat.
6. Sekarang letakkan 2 buah magnet batang tersebut dengan kutub utara dan kutub selatan berhadapan dengan jarak 1,5 cm seperti diperlihatkan Gambar 7.10b.
7. Letakkan kembali kantong plastik tersebut di atas dua magnet batang tersebut. Gambarlah pada buku catatanmu pola serbuk besi yang kamu lihat.

Analisis

1. Di manakah serbuk besi kelihatan paling padat?
2. Bagaimanakah pola serbuk besi tersebut ketika 2 buah kutub senama saling berdekatan?
3. Bagaimanakah pola serbuk besi tersebut ketika 1 buah kutub selatan salah satu magnet berdekatan dengan 1 kutub utara magnet lainnya?



a Kutub-kutub sejenis berdekatan



b Kutub-kutub tak-sejenis berdekatan

Gambar 7.10

Susunan dua magnet batang

## Bumi Memiliki Sifat Magnet

Mengapa satu kutub dari sebuah magnet batang yang digantung dengan benang selalu menunjuk ke arah utara dan satu kutub yang lain selalu menunjuk ke selatan? Kutub-kutub magnet tersebut pada mulanya diberi nama semata-mata untuk memaparkan arah kutub-kutub tersebut di atas permukaan Bumi. Diberi nama kutub utara karena kutub magnet tersebut menghadap ke kutub utara Bumi. Demikian juga halnya dengan kutub selatan magnet.

Orang pertama yang mengajukan jawaban atas pertanyaan di atas adalah ahli fisika Inggris yang bernama William Gilbert. Pada tahun 1600, Gilbert berpendapat bahwa Bumi itu sendiri merupakan sebuah magnet. Ia meramalkan kelak akan ditemukan bahwa Bumi memiliki kutub-kutub magnet.

Teori Gilbert itu ternyata benar. Kutub magnet Bumi akhirnya ditemukan. Sekarang, para ilmuwan mengetahui bahwa Bumi berperilaku seperti kalau ia mempunyai sebuah magnet batang yang terkubur jauh di dalam pusat Bumi.

Bumi memiliki garis-garis gaya magnet dan dikelilingi oleh medan magnet yang paling kuat di dekat kutub magnet utara dan selatan.

Asal mula sebenarnya dari medan magnet Bumi belum sepenuhnya dipahami. Diyakini bahwa medan magnet tersebut berkaitan dengan inti dalam Bumi, yang hampir seluruhnya merupakan besi dan nikel.



**Gambar 7.11**

Sebuah kompas dengan jarumnya menunjuk ke arah utara.

### Kompas

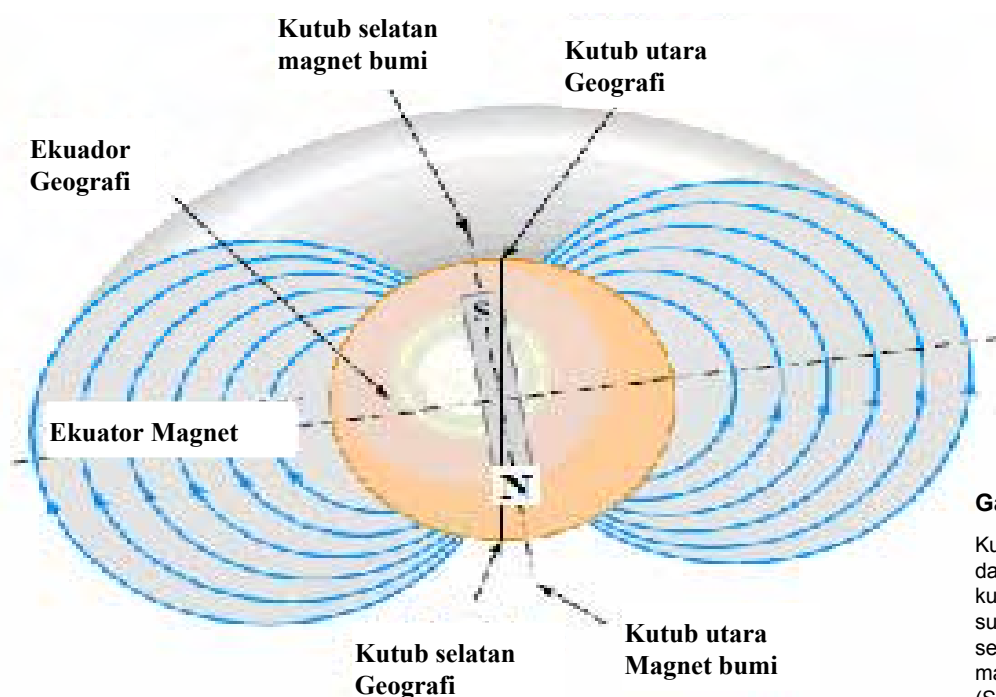
Perhatikan kompas yang diperlihatkan pada **Gambar 7.11**. Jika kamu pernah menggunakan kompas, kamu mengetahui bahwa jarum kompas selalu menunjuk ke arah utara. Jarum kompas merupakan sebuah magnet. Ia mempunyai sebuah kutub utara dan sebuah kutub selatan. Kutub utara jarum kompas menunjuk ke Kutub Utara Bumi.

Dimanakah tepatnya letak kutub utara tersebut? Seperti yang telah kamu 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.

Kutub-kutub magnet Bumi tidak tepat berimpit dengan kutub-kutub Bumi seperti diperlihatkan pada **Gambar 7.12**. Ilmuwan telah menemukan bahwa kutub selatan magnet Bumi terletak di timur laut Kanada, kurang-lebih berjarak 1500 kilometer dari kutub utara Bumi. Kutub utara magnet Bumi terletak dekat Antartika. Perbedaan sudut antara sebuah kutub magnet Bumi dan sebuah kutub Bumi disebut sudut **deklinasi**. Besar deklinasi tersebut tidak sama untuk semua tempat di Bumi ini. Di dekat ekuator, sudut deklinasi tersebut kecil. Semakin dekat dengan kutub, sudut tersebut semakin besar. Sudut deklinasi ini harus diperhitungkan pada saat menggunakan sebuah kompas. Disamping membentuk sudut dengan kutub Bumi, jarum kompas juga membentuk sudut dengan bidang datar. Jarum kompas tidak selalu sejajar dengan bidang datar. Hal ini berarti garis-garis gaya magnet Bumi tidak selalu sejajar dengan permukaan Bumi.



**Gambar 7.12**

Kutub-kutub Bumi tidak tepat berada pada tempat yang sama seperti kutub-kutub magnet Bumi. Apa yang sudah biasa kita sebut kutub utara sesungguhnya adalah kutub selatan magnet Bumi. (Serway & Jewet, 2004)

Sumber: Serway & Jewet, 2004

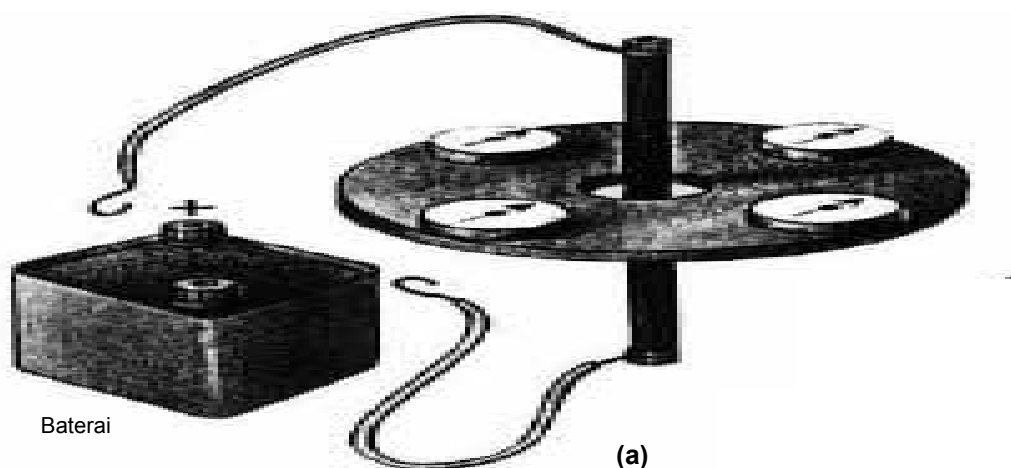
Sudut kemiringan yang dibentuk oleh jarum kompas terhadap bidang datar tersebut disebut **inklinasi**. Besar sudut inklinasi tidak sama pada semua tempat di Bumi. Di dekat garis khatulistiwa, sudut inklinasi tersebut sama dengan nol. Semakin dekat dengan kutub, sudut inklinasinya semakin besar.

## Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik

Selama bertahun-tahun Hans Cristian Oersted, seorang guru fisika dari Denmark, mempercayai ada suatu hubungan antara kelistrikan dan kemagnetan, namun dia tidak dapat membuktikan secara eksperimen. Baru pada tahun 1820 dia akhirnya memperoleh bukti.

Oersted mengamati bahwa ketika sebuah kompas diletakkan dekat kawat berarus, jarum kompas tersebut menyimpang atau bergerak, segera setelah arus mengalir melalui kawat tersebut. Ketika arah arus tersebut dibalik, jarum kompas tersebut bergerak dengan arah sebaliknya. Jika tidak ada arus listrik mengalir melalui kawat tersebut, jarum kompas tersebut tetap diam. Karena sebuah jarum kompas hanya dapat disimpangkan oleh suatu medan magnet, Oersted menyimpulkan bahwa suatu arus listrik menghasilkan suatu medan magnet.

Lihatlah **Gambar 7.13a**. Ketika kompas-kompas kecil tersebut diletakkan di sekitar penghantar lurus yang

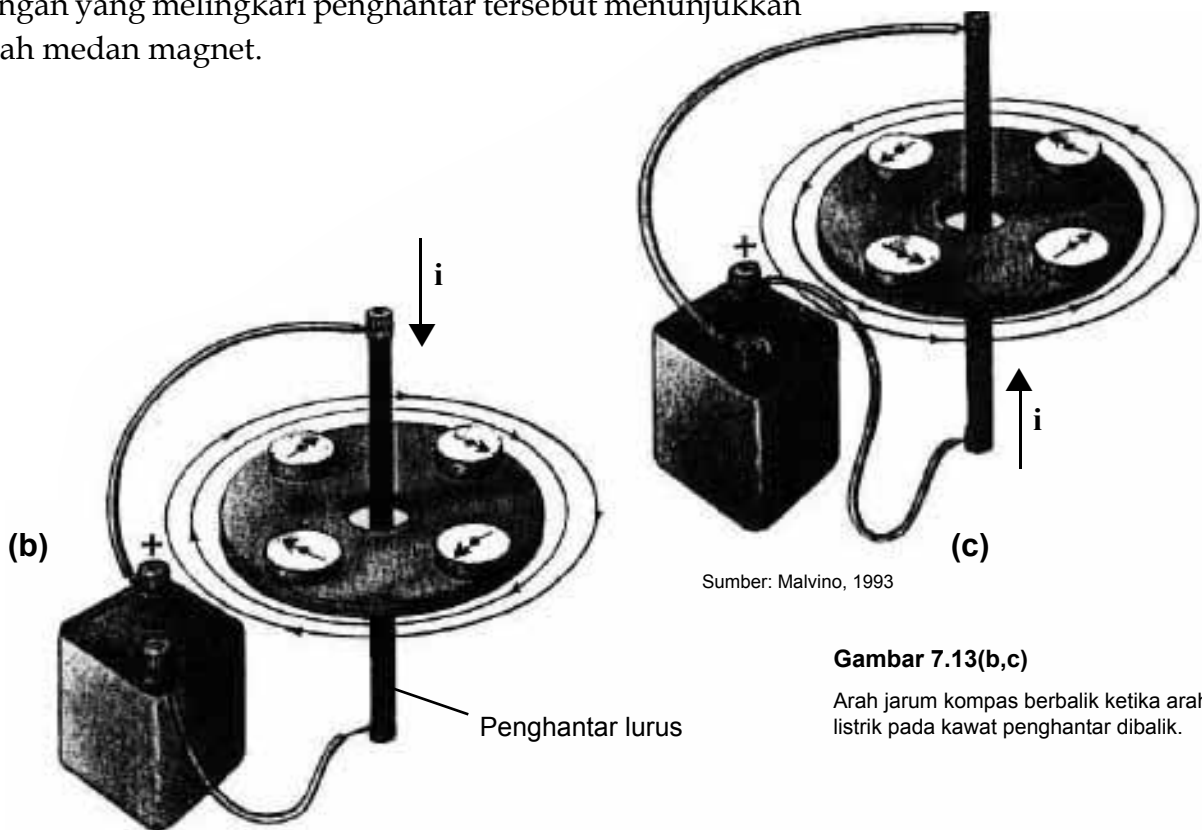


**Gambar 7.13(a)**

Arus yang mengalir melalui sebuah kawat akan menimbulkan medan magnet.

tidak dialiri arus listrik, jarum-jarum kompas tersebut sejajar (semuanya menunjuk ke satu arah). Keadaan ini memperlihatkan bahwa jarum kompas tersebut hanya dipengaruhi oleh medan magnet Bumi. Ketika penghantar lurus tersebut dialiri arus listrik dengan arah ke bawah (tegangan positif baterai terhubung pada ujung atas penghantar), jarum-jarum kompas tersebut membentuk arah tertentu (**Gambar 7.13b**). Arah jarum kompas tersebut jika dihubungkan satu dengan lainnya akan membentuk lingkaran yang arahnya searah dengan jarum jam. Ketika arah arus tersebut dibalik, arah medan magnet tersebut juga terbalik (**Gambar 7.13c**). Dengan demikian suatu arus listrik yang mengalir melalui sebuah kawat menimbulkan medan magnet yang arahnya bergantung pada arah arus listrik tersebut. Garis gaya magnet yang dihasilkan oleh arus dalam sebuah kawat lurus berbentuk lingkaran dengan kawat berada di pusat lingkaran. Besarnya medan magnet tersebut berbanding lurus dengan besar arus listrik dan panjang kawat.

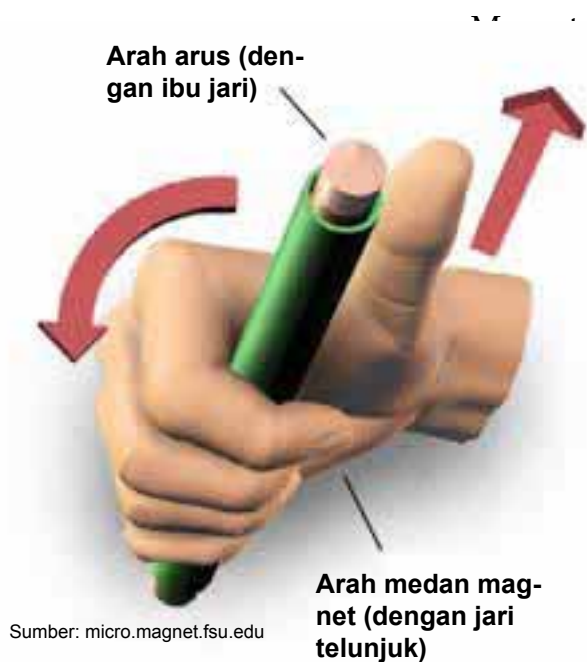
**Kaidah tangan kanan** dapat digunakan untuk menentukan arah medan magnet sekitar penghantar lurus yang dialiri arus listrik. Lihatlah **Gambar 7.14**. Arah ibu jari tangan kanan menunjukkan arah arus listrik. Jari-jari tangan yang melingkari penghantar tersebut menunjukkan arah medan magnet.



**Gambar 7.13(b,c)**

Arah jarum kompas berbalik ketika arah arus listrik pada kawat penghantar dibalik.

**Gambar 7.14a** memperlihatkan garis medan magnet sekitar kawat dengan arus yang melaluinya. **Gambar 7.14b** memperlihatkan bahwa dengan menambahkan lilitan kawat untuk membuat kumparan akan menimbulkan lebih banyak garis medan magnet, akibatnya medan magnet menjadi lebih kuat. Ketika inti besi dimasukkan ke dalam koil demikian dan arus dilewatkan melalui koil, maka terbentuk magnet sementara yang kuat yang disebut **elektromagnet**. Inti besi menjadi sebuah magnet. Salah satu ujung koil bekerja seperti kutub utara dan ujung lain seperti kutub selatan. Kekuatan medan magnet dapat ditingkatkan dengan menambah lebih banyak lilitan pada koil dan dengan menaikkan arus yang melalui kawat.



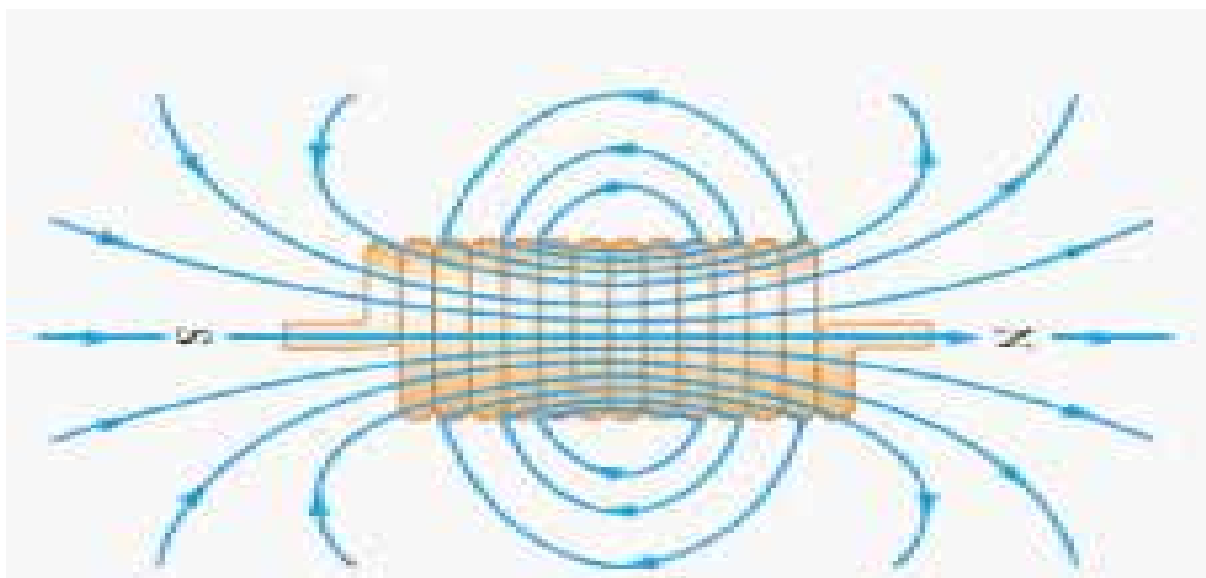
pengaruhi serbuk besi. Demikian juga liri arus listrik. Ketika kawat dililitkan pada ola serbuk besi seperti pola yang dibentuk batang. Ini memperlihatkan hubungan an dan kemagnetan. Medan magnet selalu us listrik.

**Gambar 7.14**

Kaidah tangan kanan untuk penghantar lurus dapat digunakan untuk menentukan arah medan elektromagnet.

## Medan Magnet dalam Kumparan

Oersted menyadari bahwa jika sebuah kawat berarus dililit menjadi suatu kumparan, medan magnet yang dihasilkan oleh tiap lilitan dijumlahkan menjadi satu. Hasilnya adalah sebuah medan magnet yang kuat pada tengah-tengah kumparan dan pada kedua ujungnya. Kedua ujung kumparan tersebut berperilaku seperti kutub-kutub sebuah magnet. Sebuah kumparan kawat panjang dengan banyak lilitan disebut **solenoida**, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.15**. Dengan demikian sebuah solenoida bekerja seperti sebuah magnet ketika arus listrik mengalir melalui solenoida tersebut. Kutub utara dan selatan berubah sesuai dengan arah arus tersebut.



Sumber: Serway & Jewet, 2004

Medan magnet solenoida dapat diperkuat dengan memperbesar jumlah belitan atau besar arus yang mengalir melalui kawat tersebut. Namun peningkatan medan magnet terbesar diperoleh dengan menempatkan sepotong besi di tengah-tengah solenoida tersebut. Medan magnet solenoida tersebut memagnetisasi atau mengatur arah seluruh magnet atom dari besi tersebut. Medan magnet yang dihasilkan sama dengan jumlah dari medan magnet kumparan dan medan magnet besi. Medan magnet ini dapat ratusan bahkan ribuan kali lebih besar daripada kekuatan medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan sendirian.

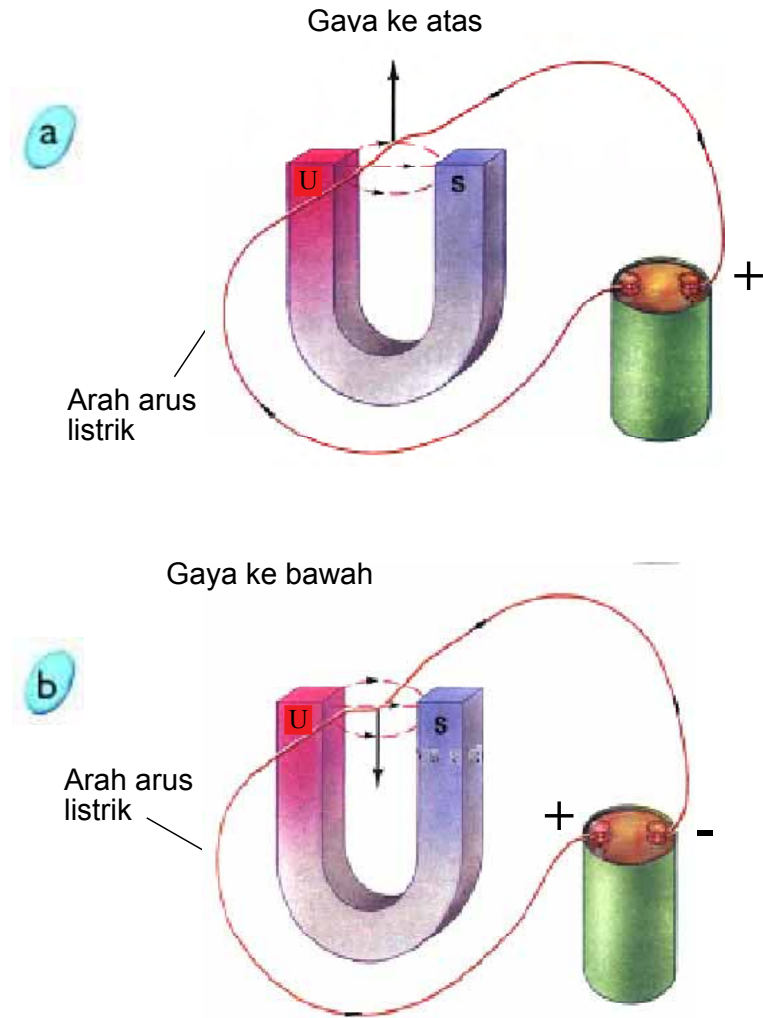
**Gambar 7.15**

Kumparan yang dialiri arus merupakan sebuah solenoida. Jika seutas kawat dililit menjadi sebuah solenoida, medan magnet yang ditimbulkan oleh arus menjadi paling kuat pada ujung-ujung solenoida, seperti sebuah magnet batang.

## Gaya Magnet pada Penghantar Berarus yang Berada di dalam Medan Magnet

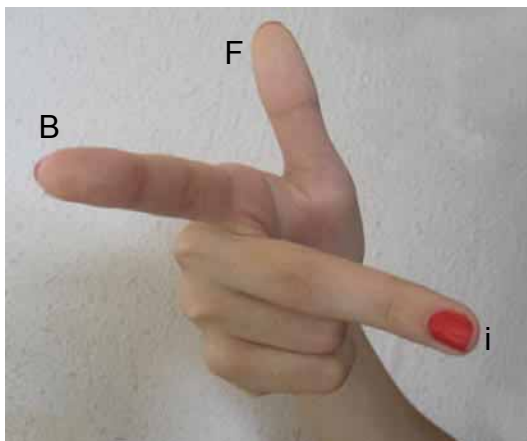
Kamu telah mengetahui bahwa suatu arus listrik dapat memberikan suatu gaya pada sebuah magnet, misalnya sebuah kompas. Kamu juga telah mengetahui bahwa gaya selalu terjadi dalam pasangan. Apakah medan magnet memberikan suatu gaya pada suatu penghantar berarus listrik?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, perhatikan percobaan pada **Gambar 7.16**. Sebuah penghantar ditempatkan di dalam medan magnet antara kutub-kutub magnet U. Pada **Gambar 7.16a**, ketika arus dialirkan melalui penghantar tersebut, penghantar akan bergerak ke atas. Pada **Gambar 7.16b**, jika arah arus dibalik,



**Gambar 7.16**

Medan magnet mengerjakan sebuah gaya pada penghantar yang dialiri arus listrik.



**Gambar 7.17**

Jari tengah menunjukkan arah arus listrik (i), telunjuk menunjukkan arah medan magnet (B), ibu jari menunjukkan arah gaya (F).

penghantar bergerak ke bawah. Maka jawabannya adalah ya. Suatu medan magnet memberikan suatu gaya pada sebuah kawat yang dialiri arus. Gaya yang menyebabkan penghantar tersebut bergerak ke atas dan ke bawah ini disebut **gaya Lorentz**.

Arah arus listrik, medan magnet, dan gaya tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan **aturan tangan kiri** seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.17**.





### Kegiatan 7.1

## Membuat Elektromagnet

Dapatkan kamu menggunakan listrik untuk membuat setiap benda menjadi magnet? Dapatkan kamu membuat kemagnetan datang dan pergi? Bagaimana kamu dapat membuat sebuah magnet yang lebih kuat? Kegiatan ini membantu kamu untuk menjawab pertanyaan tersebut.

### Apa yang kamu butuhkan

- 1 kawat tembaga berisolasi panjang 100 cm
- 1 pensil, 1 buah
- 1 kompas, 1 buah
- 1 baterai 1,5V, 2 buah
- 1 paku, 1 buah
- 1 penjepit kertas 10 buah

### Apa yang kamu lakukan

1. Buatlah sebuah paku yang dililiti kawat seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.18a**. Banyak lilitan pada paku tersebut adalah 20 lilitan. Sisakan 15 cm pada tiap ujung kawat yang tidak dililitkan.
2. Dengan sakelar masih terbuka, hubungkan ujung-ujung kawat ke baterai. Ujilah kumparan tersebut dengan sebuah kompas. Apakah jarum kompas bergerak? Catatlah hasil pengamatanmu.
3. Tutuplah sakelar tersebut. Ujilah kumparan tersebut dengan kompas. Apakah jarum kompas bergerak? Catatlah hasil pengamatanmu pada buku catatanmu.
4. Tempelkan sebuah penjepit kertas ke ujung paku, seperti diperlihatkan di **Gambar 7.18b**. Apakah penjepit tersebut melekat pada paku? Catatlah hasil pengamatanmu pada Tabel. Buka sakelar setelah menutup selama 5 detik.
5. Tutup sakelar tersebut. Tempelkan beberapa penjepit satu persatu ke paku tersebut sampai paku tersebut tidak dapat menahan penjepit terakhir. Buka saklar ketika paku menjatuhkan penjepit terakhir tersebut. Catatlah hasilnya pada buku catatanmu jumlah penjepit yang dapat melekat pada paku tersebut.



a

Sebuah paku dililiti oleh kawat.



b

Paku yang berubah menjadi elektromagnet ditempelkan ke penjepit.

**Gambar 7.18**

Elektromagnet yang terbuat dari paku.



**Tabel 7.1. Jumlah Penjepit yang Melekat pada Elektromagnet**

| Paku       |            | Pensil     |            |
|------------|------------|------------|------------|
| 20 lilitan | 40 lilitan | 20 lilitan | 40 lilitan |
| .....      | .....      | .....      | .....      |

6. Sekarang buatlah lilitan kawat sebanyak 40 lilitan. Ulangi prosedur 4 dan 5.
7. Lepaskan kawat dari paku tersebut. Ulangi prosedur 1 sampai 6 dengan menggunakan pensil sebagai pengganti paku.

### Analisis

1. Berapakah jumlah lilitan yang memungkinkan paku tersebut menahan penjepit paling banyak? Mengapa demikian?
2. Bagaimanakah dengan pensil jika dibandingkan dengan paku tersebut?
3. Jika kamu membuka sakelar, apakah paku tersebut masih dapat menarik penjepit? Mengapa demikian?

# Penggunaan Elektromagnetik

## Galvanometer

**Gambar 7.19** memperlihatkan tipe multimeter yang biasa digunakan oleh para teknisi. **Gambar 7.19a** memperlihatkan amper-volt-ohmmeter (AVO) analog, sedangkan **Gambar 7.19b** memperlihatkan multimeter digital. Kedua tipe multimeter tersebut mampu mengukur tegangan, arus, dan hambatan.



**Gambar 7.19**

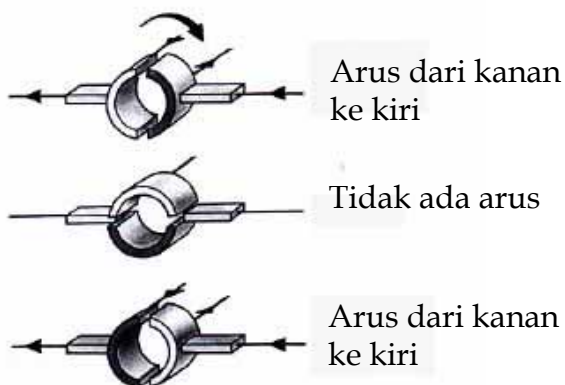
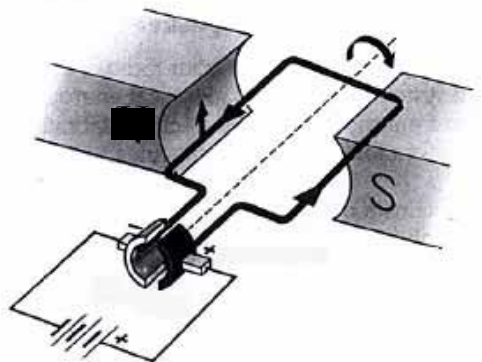
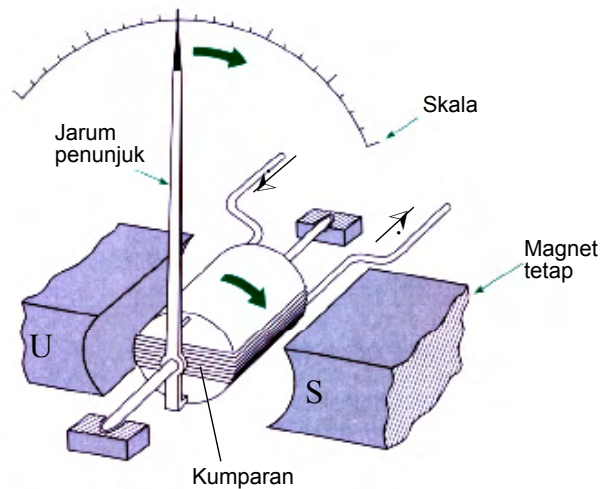
Multimeter yang umum digunakan untuk mengukur V, I dan R; (a) AVO analog, (b) AVO digital.

Sumber: Do. Penulis

AVO analog tersebut bekerja berdasarkan prinsip kumparan putar. Alat lain yang bekerjanya mirip AVO analog salah satunya adalah galvanometer. Konstruksi galvanometer tersebut diperlihatkan pada **Gambar 7.20**. Galvanometer memiliki kumparan putar yang dihubungkan ke rangkaian listrik sedemikian rupa sehingga kumparan tersebut dapat berputar dalam suatu medan magnet yang berasal sebuah magnet tetap. Ketika arus mengalir melalui kumparan tersebut, gaya magnet menyebabkan kumparan tersebut berputar. Sebuah jarum penunjuk dipasang pada kumparan tersebut sehingga memungkinkan pembacaan pada skala. Besar simpangan jarum tersebut bergantung pada besar arus yang mengalir di dalam kumparan.

**Gambar 7.20**

Galvanometer menggunakan elektromagnet untuk mendeteksi arus listrik. Apakah yang menyebabkan jarum tersebut bergerak?



Sumber: Floyd 1993

**Gambar 7.21**

Diagram sebuah motor dc sederhana

## Motor Listrik-Dari Energi Listrik Menjadi Energi Mekanis

Apakah kamu pernah menggunakan kipas angin listrik untuk mendinginkan ruangan? Kipas angin tersebut menggunakan **motor listrik**. Motor listrik adalah peralatan yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanis. Motor listrik itulah yang memutar baling-baling kipas angin. Putaran baling-baling tersebut mendorong udara ke arah kamu sehingga kamu merasa sejuk.

Sebuah motor bekerja berdasarkan prinsip yang sama dengan sebuah galvanometer, kecuali tidak dilengkapi pegas sehingga kumparan tersebut dapat terus berputar pada satu arah. **Gambar 7.21** memperlihatkan diagram motor listrik sederhana. Untuk menjaga agar koil (kumparan) tetap berputar, kita harus membalik arah arus dalam koil pada saat yang tepat. Dalam motor arus searah, arus dibalik setiap setengah putaran oleh komutator yang tampak seperti cincin tembaga yang terbelah menjadi dua bagian. Diagram memperlihatkan arus dari baterai yang melalui kontak sikat ke setengah bagian komutator.

Gunakan hukum tangan kiri untuk kawat yang dekat dengan kutub Utara dari magnet.

Apakah kamu menjumpai bahwa kawat ini bergerak ke atas, sehingga koil berputar searah jarum jam?

Ketika koil berputar sampai  $90^\circ$  (sehingga koil vertikal), arus berhenti mengalir sebab pemisah di komutator memutuskan rangkaian. Tetapi, koil tetap berputar disebabkan momentumnya. Ketika sikat terhubung lagi, komutator dan koil telah berubah posisi sehingga kawat yang sekarang dekat dengan kutub Utara mempunyai arus yang arahnya menuju ke kita. Ini berarti bahwa gaya pada kawat tersebut adalah ke atas dan koil masih berputar searah jarum jam. Dengan demikian, komutator menjamin bahwa kawat manapun pada diagram yang dekat dengan kutub Utara, ia selalu mempunyai arus yang arahnya menuju ke kita dan kawat tetap berputar searah jarum jam.

### PENGUNAAN DALAM TEKNOLOGI Penyimpanan Data

Pita audio dan video (**Gambar 7.22**) merupakan pesan-pesan magnetik yang diterjemahkan menjadi suara dan gambar oleh mesin. Pesan-pesan tersebut direkam ketika pita tersebut melewati suatu elektromagnet. Ketika arus listrik dalam elektromagnet tersebut berubah, magnet tersebut menjadi lebih kuat atau lebih lemah. Perubahan ini direkam sebagai daerah magnetik yang lebih kuat dan lebih lemah pada pita tersebut. Ketika pita tersebut dimainkan, suatu sensor mendeteksi dan menguatkan perubahan tersebut. Kamu mendengar dan melihat hasilnya.

Untuk mendemonstrasikan hubungan antara kemagnetan dan pulsa elektronik, ambillah pita video yang sudah tidak digunakan. Putar video tersebut, kemudian digulung kembali. Tarik keluar pita video tersebut dan dekatkan pita tersebut pada magnet. Pita tersebut akan tertarik ke magnet, membuktikan bahwa pita tersebut adalah magnetik. Sekarang putar lagi pita tersebut. Apa yang kamu dengar dan lihat? Kamu telah menghapus sebagian isi pita tersebut dengan mengacak-acak rekaman magnetik tersebut.



Sumber: Dok. Penulis

Gambar 7.22

Kaset video di dalamnya terdapat pita untuk menyimpan rekaman suara dan gambar

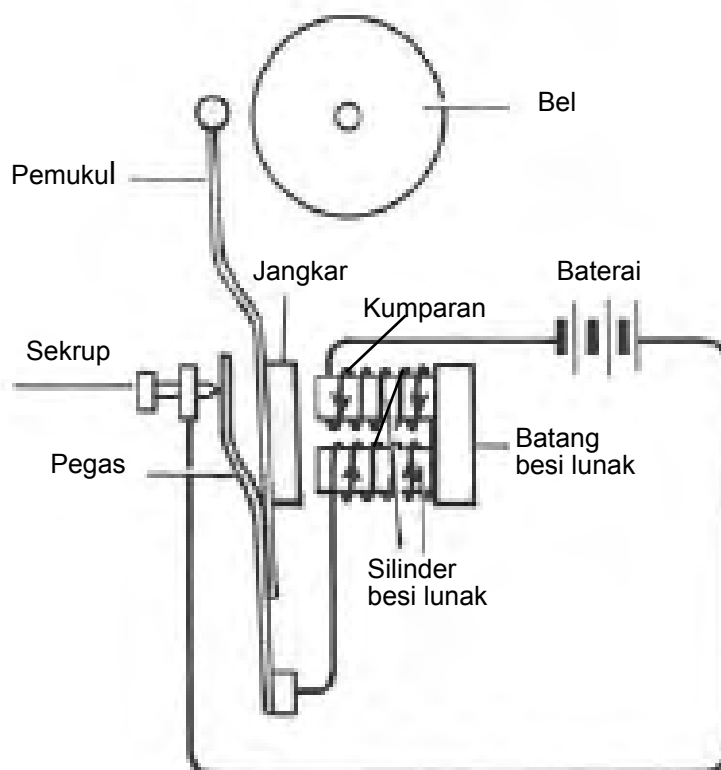
## Bel Listrik

Bel listrik juga bekerja dengan menerapkan elektromagnet. Bel listrik sederhana diperlihatkan pada **Gambar 7.23**. Elektromagnet tersebut terdiri dari dua silinder besi lunak. Sekitar silinder tersebut dililitkan kawat. Satu ujung kawat dihubungkan ke baterai, ujung kawat lainnya dihubungkan ke pegas.

Ketika baterai dihubungkan, arus mengalir melalui sekrup menuju pegas, melewati kumparan dan kembali ke baterai. Ketika arus melewati kumparan, inti besi silinder tersebut akan menjadi magnet. Inti besi ini akan menarik jangkar, yang menyebabkan pemukul menumbuk bel dan terjadilah bunyi. Ketika pemukul menumbuk bel, kontak pegas dan sekrup, terputus menyebabkan arus listrik putus. Arus berhenti mengalir, inti besi kehilangan kemagnetannya. Jangkar kembali menempel ke pegas. Ketika ini terjadi, arus mengalir kembali, membuat besi lunak tersebut menjadi magnet lagi. Proses ini berulang-ulang, yang menyebabkan pemukul bergetar dengan cepat menumbuk bel yang menghasilkan suara bel listrik.

**Gambar 7.23**

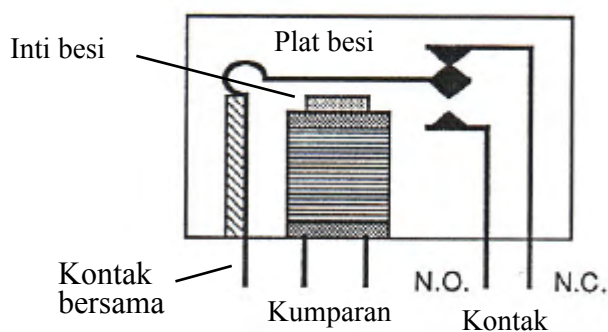
Bel listrik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnet.



## Relai

Relai merupakan alat elektromekanik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Relai menggunakan sebuah elektromagnet untuk membuka maupun menutup satu kontak atau lebih. Kontak relai yang terbuka ketika relai tidak dialiri arus disebut kontak *normal terbuka* (*normally open* = NO). Sebaliknya, kontak relai yang tertutup ketika relai tidak dialiri arus disebut kontak *normal tertutup* (*normally closed* = NC).

Gambar 7.24 memperlihatkan bagian-bagian pokok dari sebuah relai. Ketika kumparan tidak dialiri arus, kontak bersama terhubung dengan ujung NC. Ketika kumparan tersebut dialiri arus, elektromagnet tersebut akan menarik plat besi sehingga kontak bersama tersebut terhubung ke ujung NO.



**Gambar 7.24**

Bagian-bagian pokok dari sebuah relai.

## Intisari Subbab



1. Ujung jarum kompas yang menunjuk ke utara disebut kutub utara. Jika jarum kompas dilepaskan dari kompas, apakah kita tetap mengatakan kutub tersebut sebagai kutub utara?
2. Mengapa kamu harus menjaga disket komputer agar jauh dari magnet?
3. Misalkan gurumu memberimu dua buah magnet batang dan mengatakan bahwa satu batang mempunyai kemagnetan yang kuat dan batang lain telah kehilangan kemagnetannya. Tanpa menggunakan alat lain, bagaimana kamu menentukan batang mana yang kuat dan batang mana yang telah kehilangan kemagnetannya?



## Kata-kata IPA

Induksi Elektromagnetik  
Arus induksi  
Transformator step-up  
Transformator step-down

Jika kemagnetan dapat dihasilkan dari listrik, dapatkah listrik dibuat dari kemagnetan? Bekerja secara terpisah, pada tahun 1831, ilmuwan Inggris yang bernama Michael Faraday dan ilmuwan Amerika yang bernama Joseph Henry menemukan bahwa menggerakkan sebuah kawat pada medan magnet akan menginduksikan arus listrik dalam kawat tersebut. Memasukkan dan mengeluarkan magnet kedalam kumparan kawat dapat juga menghasilkan arus. Penemuan penting ini mempunyai banyak kegunaan.



## Lab Mini 7.1

### Tegangan Induksi

Jika kamu dapat menggunakan listrik untuk membuat magnet, apakah kamu pernah berfikir menggunakan magnet untuk membangkitkan arus listrik? Cobalah lakukan penyelidikan ini.

### Masalah

Bagaimana magnet dapat menimbulkan arus listrik?

### Apa yang kamu butuhkan

1. Kawat terisolasi
2. Tabung dari kardus, 1 buah
3. gunting, 1 buah
4. mikroamperemeter, 1 buah
5. magnet batang, 1 buah

### Apa yang kamu lakukan

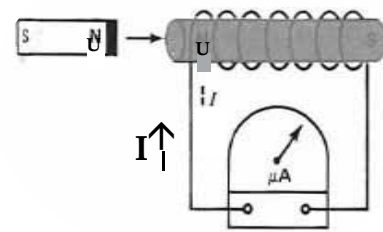
1. Buatlah kumparan sekitar 50 lilitan dengan cara melilitkan kawat pada tabung kardus. Sisakan kawat 15 cm dari ujung-ujung kumparan.
2. Kupaslah 2 cm dari ujung-ujung kawat tersebut.
3. Hubungkan ujung-ujung kawat dengan mikro-amperemeter, seperti diperlihatkan pada **Gambar 7.25**. Amati penunjukan jarum pada meter.



4. Dengan tetap mengawasi meter, masukkan satu ujung magnet batang ke dalam kumparan. Perhatikan nilai yang terbaca pada mikro-amperemeter. Catatlah hasil pengukuran pada buku catatanmu.
5. Kemudian tarik keluar dari kumparan. Perhatikan nilai yang terbaca pada mikroamperemeter. Catatlah hasil pengukuranmu pada buku catatanmu.
6. Ulangi prosedur 4 dan 5 dengan gerakan yang lebih cepat.

### Analisis

1. Dalam keadaan gerak magnet yang bagaimana diperoleh arus yang paling besar?
2. Bagaimana kecepatan gerakan memasukkan dan mengeluarkan magnet mempengaruhi arus yang dihasilkan?
3. Apakah simpangan jarum mikroamperemeter selalu searah?
4. Ramalkan pengaruh menggunakan kumparan dengan lilitan yang lebih besar pada arus yang dihasilkan.
5. Ramalkan apakah akan dibangkitkan arus ketika tabung kardus dilepas dari kumparan.



**Gambar 7.25**

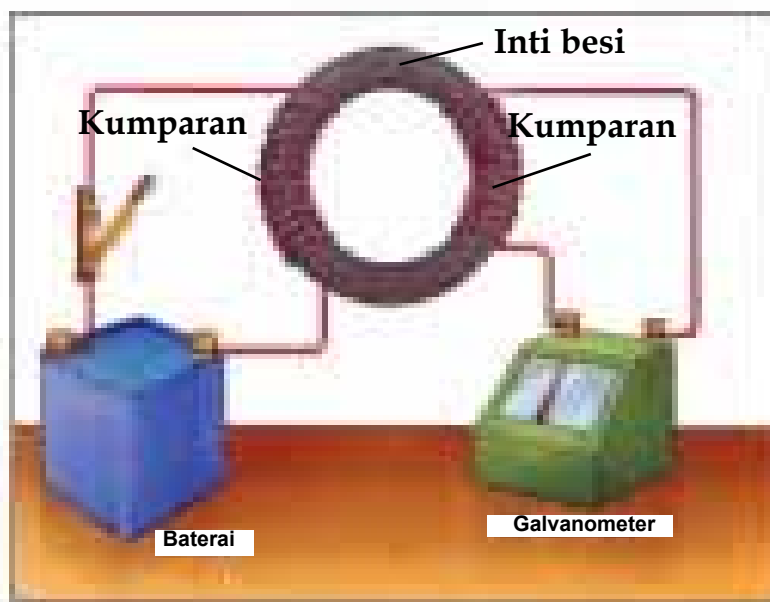
Kumparan terbuat dari kawat dihubungkan dengan mikroamperemeter.

## Tegangan Induksi

Untuk menghasilkan arus listrik dari medan magnet, Faraday menggunakan peralatan yang ditunjukkan pada **Gambar 7.26**. Kumparan sebelah kiri dihubungkan ke baterai. Ketika arus mengalir melalui kawat, dihasilkan medan magnet. Kuat medan magnet diperbesar oleh inti besi, sebagai sebuah elektromagnet. Faraday berharap bahwa arus searah akan menghasilkan arus pada kumparan sebelah kanan. Tetapi bagaimanapun kuatnya arus searah yang digunakan, Faraday tidak memperoleh hasil seperti yang diinginkan. Medan magnet tersebut tidak menghasilkan arus pada kumparan kedua.

**Gambar 7.26**

Dengan menggunakan rangkaian semacam ini, Faraday menemukan bahwa ketika arus dalam kumparan sebelah kiri diubah, arus diinduksikan pada kumparan sebelah kanan. Arus yang berubah menimbulkan medan magnet yang berubah pula, yang menimbulkan arus.



Bila arus dari baterai diubah-ubah dengan menyambung dan memutuskan saklar secara cepat dan berulang-ulang, maka jarum galvanometer menyimpang. Hal ini berarti ada arus yang mengalir pada kumparan kedua. Sebaliknya bila saklar disambung begitu saja meskipun ada arus dari baterai, tetapi tidak menyebabkan jarum galvanometer menyimpang.

Bila arus listrik diubah-ubah dengan mengatur saklar maka medan magnet yang ditimbulkan akan berubah-ubah pula besarnya. Perubahan medan magnet ini menginduksi timbulnya arus listrik di kumparan kedua. Arus listrik ini disebut arus induksi. Proses menghasilkan arus dengan perubahan medan magnet disebut induksi elektromagnetik.

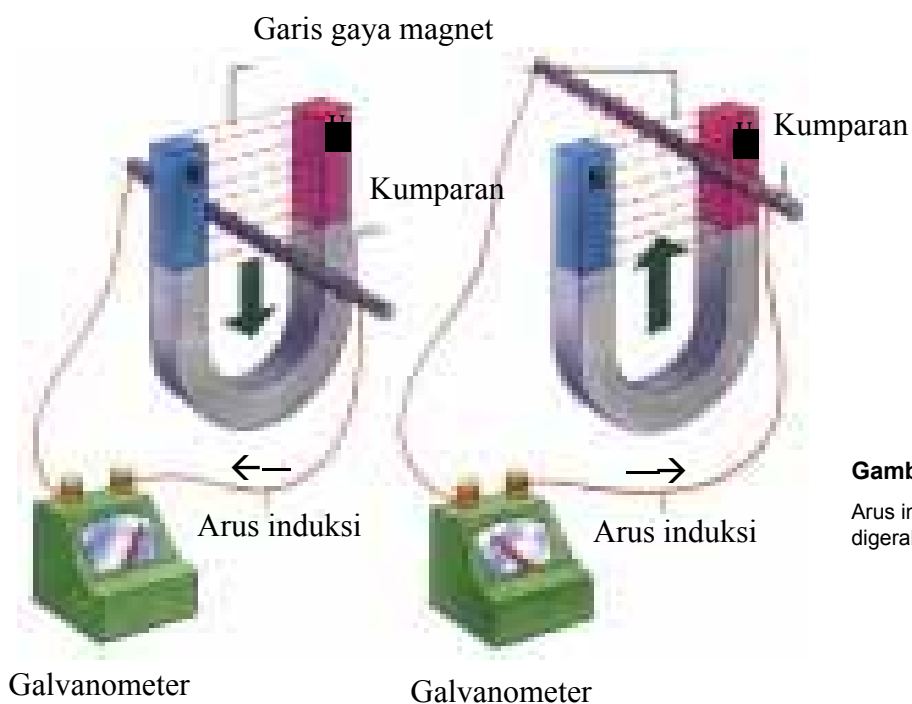
Faraday melakukan beberapa percobaan tentang induksi elektromagnet. Salah satunya adalah dia menggerakkan sebuah magnet dekat lingkaran kawat tertutup, seperti diperlihatkan pada **Gambar 7.27**. Apa yang diperoleh ketika magnet tidak digerakkan adalah tidak ada arus dalam kawat tersebut. Tetapi ketika magnet digerakkan, arus diinduksikan dalam kawat tersebut. Arah arus bergantung pada arah gerakan magnet. Pada percobaan lain dia memegang magnet dan menggerakkan rangkaian kawat, seperti diperlihatkan pada **Gambar 7.28**. Dalam hal ini arus juga diinduksikan.



**Gambar 7.27**

Arus diinduksikan dalam kawat melingkar yang didekatkan pada medan magnet yang berubah. Magnet digerakkan melalui kawat yang diam. Arah arus bergantung pada apa?

Satu ciri umum pada semua percobaan Faraday adalah medan magnet yang berubah. Bukan menjadi masalah bagaimana cara medan magnet berubah, apakah magnet yang digerakkan ataukah rangkaian yang digerakkan. Yang penting adalah terdapat perubahan medan magnet. *Arus listrik akan diinduksikan dalam rangkaian yang didekatkan ke medan magnet yang berubah.*



**Gambar 7.28**

Arus induksi timbul dalam kawat ketika kawat digerakkan melalui medan magnet yang diam.

Sumber: Jatmiko, 2004

Berdasarkan percobaan Faraday diketahui bahwa tegangan listrik yang diinduksikan oleh medan magnet bergantung pada tiga hal berikut:

1. *Jumlah lilitan*. Semakin banyak lilitan pada kumparan, semakin besar tegangan yang diinduksikan.
2. *Kecepatan gerakan medan magnet*. Semakin cepat garis gaya magnet yang mengenai konduktor, semakin besar tegangan induksi.
3. *Jumlah garis gaya magnet*. Semakin besar jumlah garis gaya magnet yang mengenai konduktor, semakin besar tegangan induksi.



#### Lab Mini 7.4

### Tegangan Induksi pada Berbagai Kumparan

Pada kegiatan yang lalu kamu telah menggunakan magnet untuk membangkitkan tegangan listrik. Bagaimanakah jika kumparan yang digunakan mempunyai lilitan yang berbeda-beda? Cobalah lakukan penyelidikan ini.

#### Apa yang kamu butuhkan

1. kumparan 100 lilitan dan 200 lilitan masing-masing 1 buah
2. kabel dilengkapi klip buaya, 2 buah
3. mikroamperemeter, 1 buah
4. magnet batang kecil, 1 buah
5. magnet batang besar, 1 buah

Apa yang kamu lakukan

#### - Uji Hipotesis

Rumuskan hipotesis mengenai pengaruh kuat medan magnet terhadap tegangan induksi (Hipotesis 1) dan pengaruh jumlah lilitan kumparan terhadap tegangan induksi (Hipotesis 2).

#### - Prosedur Uji Hipotesis 1

1. Hubungkan ujung-ujung kawat kumparan 100 lilitan dengan mikroamperemeter. Amati penunjukan jarum mikroamperemeter tersebut.
2. Dengan tetap mengawasi mikroamperemeter, masukkan satu ujung magnet batang kecil ke dalam kumparan tersebut. Kemudian tarik keluar dari kumparan. Ulangi gerakan ini dan catat pengamatanmu.

3. Masukkan satu ujung magnet batang besar ke dalam kumparan tersebut. Kemudian tarik keluar dari kumparan. Catatlah hasil pengukuranmu pada buku catatanmu.

### **Prosedur Uji Hipotesis 2**

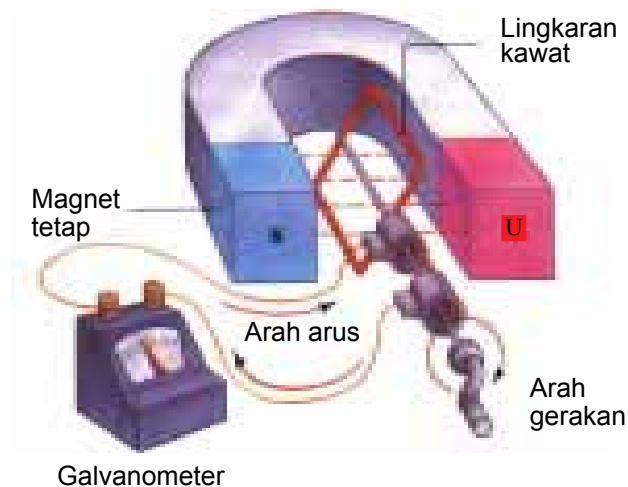
1. Hubungkan ujung-ujung kawat kumparan 100 lilitan dengan mikroamperemeter. Amati penunjukan jarum mikroamperemeter.
2. Dengan tetap mengawasi mikroamperemeter, masukkan satu ujung magnet batang kecil ke dalam kumparan tersebut. Kemudian tarik keluar dari kumparan. Ulangi gerakan ini dan catat pengamatanmu pada buku catatanmu.
3. Ulangi prosedur 1 dan 2 dengan menggunakan kumparan 200 lilitan.

### **Analisis**

1. Perhatikan data yang diperoleh dari Uji Hipotesis 1. Dengan menggunakan magnet batang mana diperoleh arus lebih besar?
2. Simpulkan apakah data dari Uji Hipotesis 1 mendukung atau menolak Hipotesis 1.
3. Perhatikan data yang diperoleh dari Uji Hipotesis 2. Dengan kumparan mana diperoleh arus yang lebih besar?
4. Simpulkan apakah data dari Uji Hipotesis 2 mendukung atau menolak Hipotesis 2.

## Generator

Sebuah generator sederhana terdiri dari lilitan kawat yang diletakkan pada batang atau as yang dapat berputar. Lilitan kawat tersebut, yang dihubungkan ke sumber energi mekanis, ditempatkan di antara kutub-kutub magnet. Ketika lilitan kawat diputar oleh sumber energi mekanis, lilitan tersebut bergerak melewati medan magnet. Dengan demikian lilitan melintasi perubahan medan magnet (garis gaya magnetik terpotong). Hasilnya adalah arus induksi pada kawat.

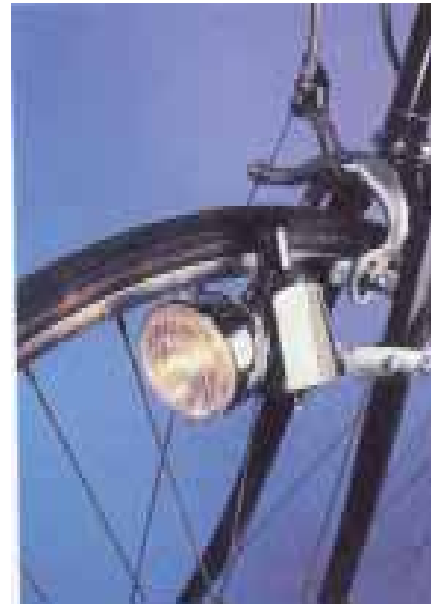


**Gambar 7.29**

Dihasilkan arus listrik dalam generator ketika kumparan diputar di medan magnet. Apa perbedaan antara generator dan motor?

Ketika lilitan kawat terus berputar, kawat bergerak paralel dengan garis gaya magnetik. Pada tahap ini, medan tidak berubah dan tidak ada garis gaya magnetik terpotong, sehingga tidak dihasilkan arus induksi. Rotasi selanjutnya menggerakkan lilitan pada posisi di mana garis gaya magnetik terpotong lagi. Tetapi kali ini, garis gaya terpotong dari arah yang berlawanan. Ini berarti arus induksi pada arah yang berlawanan juga. Karena arus listrik berubah pada tiap rotasi, arus yang dihasilkan adalah arus bolak-balik.

Jika kamu mempunyai sepeda yang memiliki generator (dinamo) kecil yang menempel pada roda, maka kamu adalah sumber energi mekanis untuk generator tersebut. Agar lampu sepeda menyala, knob pada generator diletakkan sedemikian rupa sehingga knob menyentuh roda. Ketika kamu menggerakkan pedal sepeda, kamu memberi energi mekanis untuk memutar roda. Roda lalu memutar knob. Knob dilekatkan ke tangkai didalam generator. Tangkai memutar lilitan kawat melintasi medan magnet. Apa yang terjadi ketika roda sepeda berhenti berputar?



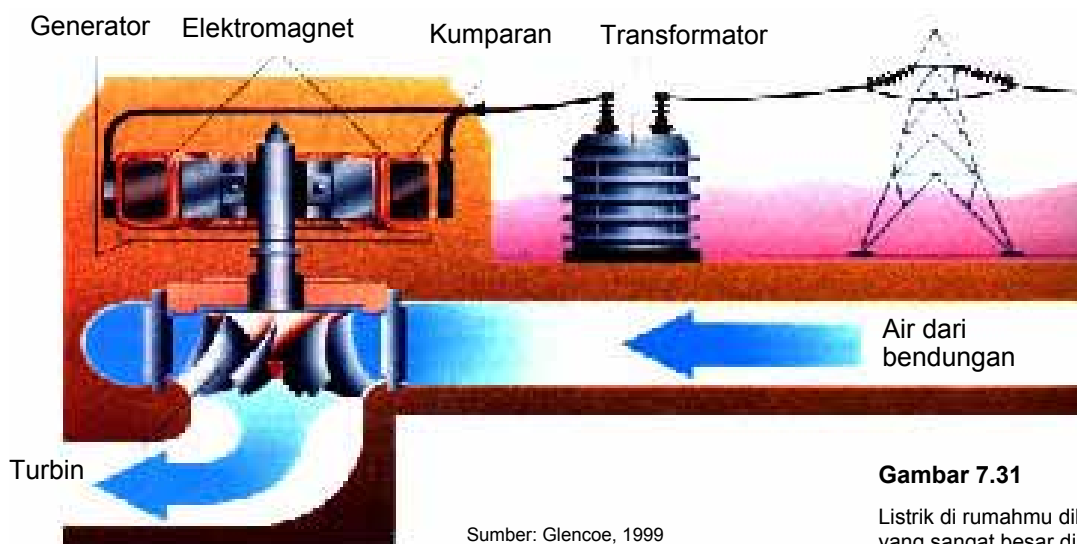
Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 7.30**

Cahaya yang dihasilkan oleh generator pada sepeda menggunakan energi mekanis dari putaran roda yang memutar kawat. Dapatkah cahaya menyala ketika sepeda tidak dijalankan

## Listrik di Rumahmu

Apakah kamu mempunyai generator di rumahmu yang memberikan semua kebutuhan listrik yang kamu perlukan? Mungkin tidak. Kamu memperoleh listrik dari pembangkit listrik, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.31**. Generator ini jauh lebih rumit daripada generator yang dibahas di atas.



Sumber: Glencoe, 1999

**Gambar 7.31**

Listrik di rumahmu dihasilkan oleh generator yang sangat besar di pembangkit listrik.

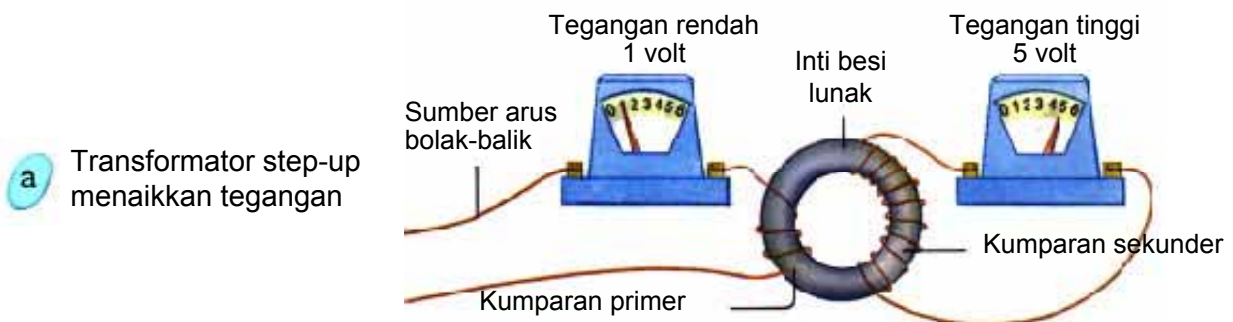
Diperlukan sumber energi mekanis untuk memutar kumparan. Kumparan biasanya dihubungkan ke turbin. Turbin adalah roda besar yang diputar oleh dorongan air, angin maupun uap. Generator mengubah energi mekanis ini menjadi energi listrik yang disalurkan ke rumahmu.



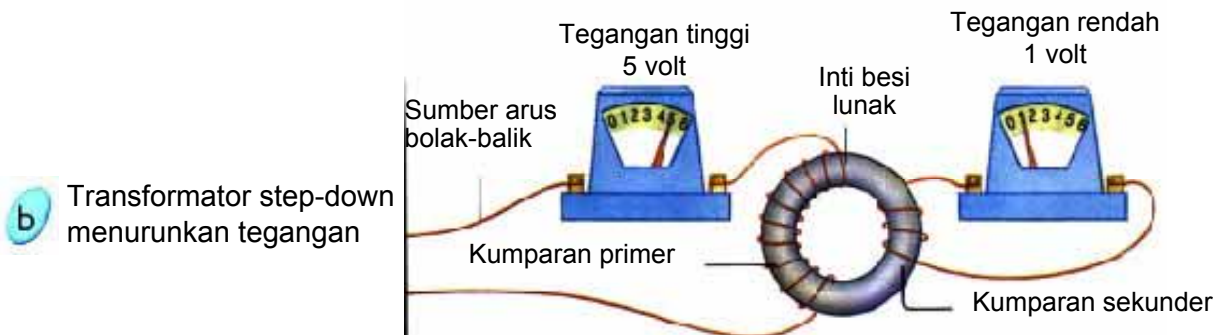
## Transformator

Transformator adalah alat untuk menaikkan dan menurunkan tegangan bolak-balik. Transformator bekerja dengan prinsip arus dalam salah satu kumparan menginduksikan arus dalam kumparan lain. Transformator sederhana dibuat dari dua kumparan kawat yang dililitkan pada inti besi lunak, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.32**. Satu kumparan disebut kumparan primer dan kumparan lain disebut kumparan sekunder. Ketika arus bolak-balik melewati kumparan primer, terbentuk medan magnet yang berubah-ubah sebagai akibat arus bolak-balik. Medan magnet ini menghasilkan proses induksi elektromagnetik yang menimbulkan arus di dalam kumparan sekunder.

### Transformator Step-up



### Transformator Step-down



Sumber: Floyd, 1993

**Gambar 7.32**

Sebuah transformator dapat menaikkan dan menurunkan tegangan bolak-balik. Kumparan mana yang lebih banyak mempunyai lilitan pada tiap-tiap tipe transformator?

Jika jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder sama, tegangan induksi pada kumparan sekunder akan sama seperti tegangan pada kumparan primer. Tetapi jika jumlah lilitan pada kumparan sekunder lebih banyak dari lilitan pada kumparan primer, tegangan pada kumparan sekunder akan lebih besar. Karena transformator jenis ini menaikkan tegangan, ia disebut transformator penaik tegangan atau *step-up*. **Gambar 7.32a** memperlihatkan transformator *step-up*.

Pada transformator penurun tegangan atau *step-down*, jumlah lilitan pada kumparan sekunder lebih sedikit daripada jumlah lilitan pada kumparan primer. Sehingga tegangan pada kumparan sekunder lebih kecil daripada tegangan pada kumparan primer. **Gambar 7.32b** memperlihatkan transformator *step-down*.

Transformator sangat penting untuk penyaluran listrik. Pembangkit listrik biasanya letaknya sangat jauh dari rumah penduduk. Listrik disalurkan pada jarak yang jauh, sehingga terdapat kehilangan energi. Pada tegangan yang tinggi dan arus yang rendah, listrik dapat disalurkan dengan kehilangan energi yang lebih kecil. Tetapi jika pembangkit listrik membangkitkan tegangan rendah, bagaimana memperoleh listrik tegangan tinggi? Listrik tegangan tinggi diperoleh dengan menaikkan tegangan menggunakan transformator *step-up*. Setelah dinaikkan, tegangan tersebut disalurkan ke pelanggan. Tegangan tersebut kemudian diturunkan lagi dengan menggunakan transformator *step-down* untuk disalurkan ke rumah penduduk seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.33**.

Transformator *step-up* digunakan juga pada pesawat televisi untuk menaikkan tegangan 220 volt menjadi tegangan 20.000 volt. Transformator *step-down* digunakan pada radio, tape recorder, komputer.

## Kaitan dengan GEOGRAFI

Pelajari generator di **Gambar 7.31**. Apakah kegunaan air dalam membangkitkan listrik? Apakah keuntungan dan kerugian menggunakan air?



Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 7.33**

Transformator *step-down* sering dijumpai disekitar rumah kita.

## Perbandingan Lilitan

Perbandingan jumlah lilitan pada kumparan sekunder ( $N_s$ ) dan jumlah lilitan pada kumparan primer ( $N_p$ ) disebut perbandingan lilitan transformator, yaitu

$$\text{Perbandingan lilitan} = \frac{N_s}{N_p}$$

Contoh, 500 lilitan pada kumparan sekunder dan 50 lilitan pada kumparan primer memberikan perbandingan 500/50 atau 10:1.

## Perbandingan Tegangan

Pada transformator ideal, besar tegangan induksi pada tiap lilitan kumparan sekunder sama dengan tegangan yang diinduksikan pada tiap lilitan kumparan primer. Oleh karena perbandingan tegangan sama seperti perbandingan lilitan, yaitu:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \quad \begin{array}{l} V_p = \text{tegangan primer} \\ V_s = \text{tegangan sekunder} \end{array}$$

Jika kumparan sekunder mempunyai lilitan lebih banyak, maka tegangan sekunder akan lebih besar dan tegangan primer tersebut dinaikkan. Jika kumparan sekunder mempunyai lilitan yang lebih sedikit, maka tegangan primer akan diturunkan.

## Perbandingan Arus

Pada transformator ideal, jumlah energi yang dipindahkan tidak mengalami kerugian. Artinya besar energi listrik pada kumparan primer sama dengan besar energi listrik pada kumparan sekunder:

$$V_p I_p = V_s I_s \quad \text{atau}$$

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

$I_p$  = kuat arus primer

$I_s$  = kuat arus sekunder

### Contoh Soal:

Perbandingan lilitan primer dengan lilitan sekunder sebuah transformator adalah 4:10. Jika kuat arus primer 5 ampere, berapakah kuat arus sekunder?

### Langkah-langkah Pemecahan-Masalah:

1. Apa yang diketahui?  
perbandingan lilitan  $N_p : N_s = 4 : 10$ , arus primer  $I_p = 5 \text{ A}$ .
2. Apa yang tidak diketahui? arus sekunder,  $I_s$
3. Memilih persamaan.
4. Pemecahan:

$$I_s = (N_p / N_s) \times I_p = (4/10) \times 5 = 2 \text{ A}$$



### Lab Mini 7.1

Sebuah transformator step-up mempunyai 80 lilitan pada kumparan primer dan 1200 lilitan pada kumparan sekunder. Kumparan primer dihubungkan dengan tegangan bolak-balik 120 volt. Tentukan tegangan pada kumparan sekunder.

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$$



### Kegiatan 7.2

## Merancang Eksperimen Sendiri Membuat Transformator Sederhana

Bagaimana transformator menggambarkan hubungan antara kelistrikan dan kemagnetan? Buatlah dan lakukan eksperimen dengan transformator yang dijelaskan di bawah ini untuk membuktikan bagaimana arus dapat melalui dua kumparan yang tidak dihubungkan.

## PERSIAPAN

### Masalah

Bagaimana arus bergerak antara dua kumparan yang tidak dihubungkan?

### Merumuskan Hipotesis

Buatlah sebuah hipotesis tentang bagaimana kamu dapat membuat sebuah transformator sederhana dan arus apa yang dapat melalui transformator tersebut.

## Tujuan

- Merancang dan membuat sebuah transformator sederhana.
- Mengamati efektivitas transformator pada memindahkan arus searah dan arus bolak-balik.

## Apa yang kamu butuhkan

1. baterai kering 6 volt
2. catu daya ac tegangan rendah
3. bola lampu tegangan rendah dan soketnya
4. kawat email
5. paku besar
6. gunting
7. kertas

## Keselamatan Kerja

Pastikan bahwa tegangan output catu daya ac tidak melebihi 6 volt. Jangan melakukan eksperimen sebelum gurumu menyetujuinya.

## RENCANA EKSPERIMEN

1. Diskusikan dan buatlah hipotesis dalam kelompokmu.
2. Tentukan dan tuliskan langkah-langkah yang kamu perlukan untuk menguji hipotesismu.
3. Tuliskan daftar alat dan bahan yang kamu perlukan dan kumpulkan semuanya.

## Memeriksa Rencana

1. Bagaimanakah kamu membuat transformatormu? Salah satu kemungkinan adalah kamu dapat memasukkan paku dalam selongsong kertas (koker). Buatlah kumparan 400 lilitan pada salah satu ujung paku. Buat juga 400 lilitan pada ujung lain dari paku

tersebut. Kupaslah ujung-ujung kawat tersebut dengan gunting.

2. Pastikan bahwa kamu menempatkan lampu di dalam rangkaian sehingga kamu dapat melihat apakah transformator bekerja. Di manakah kamu meletakkan lampu tersebut?
3. Bagaimana kamu akan menguji transformator dengan baterai dan catu daya ac?
4. Di mana kamu akan membuat sakelar untuk memudahkan menghidupkan dan mematikan rangkaian?
5. Periksakan ke gurumu sebelum melakukan eksperimen.

## LAKUKAN EKSPERIMEN

1. Lakukan eksperimen seperti yang direncanakan.
2. Ketika melakukan eksperimen, tuliskan pengamatanmu pada buku catatanmu.

## Analisis

1. Apakah kedua sumber tegangan yang berbeda tersebut dapat menyebabkan transformator berfungsi? Tuliskan jawabanmu pada buku catatanmu, jelaskan hasil pengamatanmu.
2. Dua kumparan kawat pada rangkaian ini secara fisik tidak berhubungan satu dengan lainnya. Bagaimana rangkaian ini berfungsi?
3. Buatlah model transformator step-down dengan menggunakan bahan yang sama. Di manakah kamu menjumpai transformator step-down?



### Transformator Step-up dan Step-down

Pada kegiatan yang lalu kamu telah membuat transformator sederhana. Sekarang kamu akan melakukan percobaan transformator step-up dan step-down.

#### Apa yang kamu butuhkan

voltmeter ac, 1 buah

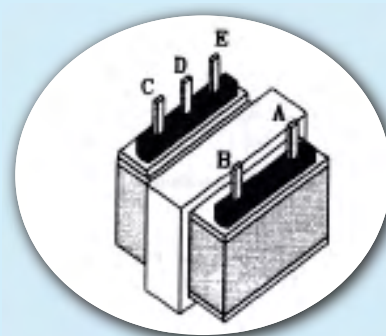
catu daya ac tegangan rendah, 1 buah

transformator, 1 buah

kabel penghubung, 4 buah

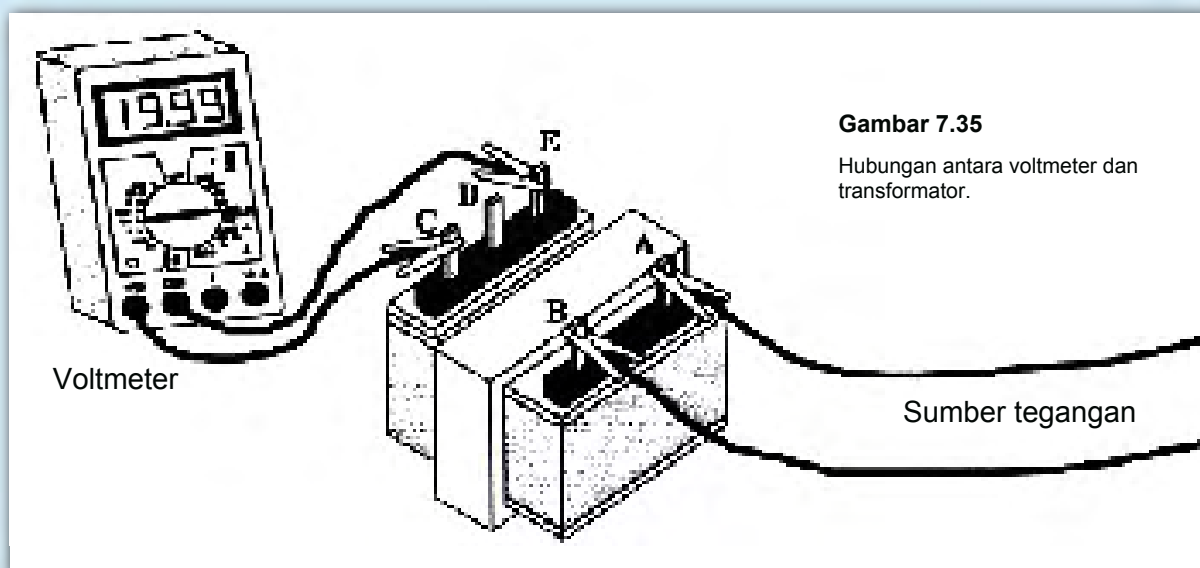
#### Apa yang kamu lakukan

1. Amati ujung-ujung terminal transformator seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.34**.
2. Hubungkan tegangan ac 12 volt yang berasal dari catu daya ke terminal A dan B transformator. Pada buku catatanmu, catatlah tegangan ini sebagai tegangan primer,  $V_p$ .
3. Hubungkan voltmeter ac ke terminal C dan E transformator seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.35**.
4. Catatlah tegangan pada terminal C dan E sebagai tegangan sekunder,  $V_s$ .



**Gambar 7.34**

Terminal transformator.



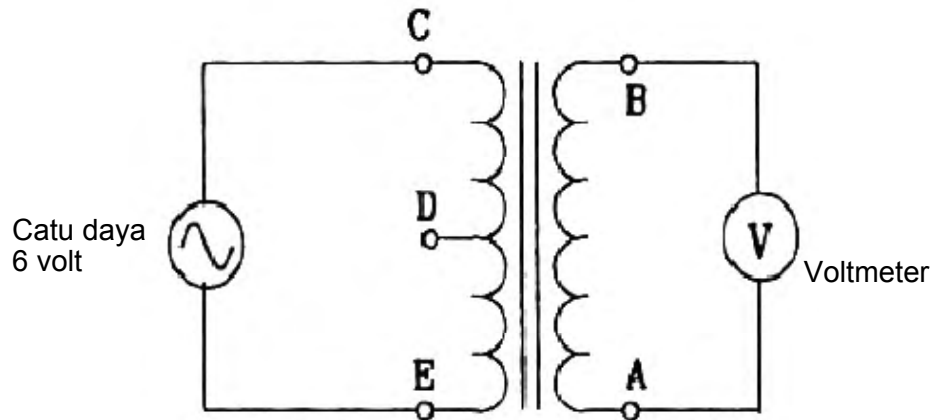
**Gambar 7.35**

Hubungan antara voltmeter dan transformator.

5. Hitunglah perbandingan lilitan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$$

6. Hubungkan kembali rangkaian seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.36**, sehingga catu daya terhubung ke terminal C dan E; voltmeter terhubung ke terminal A dan B.



**Gambar 7.36**

Skema diagram transformator

7. Aturlah tegangan catu daya menjadi 6 volt. Anggaplah tegangan ini sebagai tegangan primer,  $V_s$ . Catatlah pada buku catatanmu.
8. Ukurlah tegangan antara terminal A dan B. Catatlah tegangan ini sebagai tegangan primer,  $V_p$ .
9. Hitunglah perbandingan lilitan transformator tersebut.

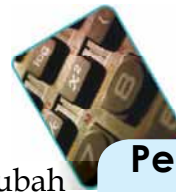
### Analisis

1. Dari data pengukuran prosedur 4, transformator berfungsi sebagai apa?
2. Dari data pengukuran prosedur 7, transformator berfungsi sebagai apa?
3. Apakah ada perbedaan perbandingan lilitan transformator di Tabel 1 dan Tabel 2? Mengapa demikian?

Buatlah kumparan 200 lilitan pada salah satu ujung paku. Buat juga 400 lilitan pada ujung lain dari paku tersebut. Kupaslah ujung-ujung kawat dengan gunting.



## Efisiensi Transformator



### Penggunaan Matematika

Inti besi dan kumparan transformator mengubah sebagian energi listrik menjadi energi panas. Itulah sebabnya mengapa ketika transformator bekerja, terdapat panas pada transformator tersebut. Tujuan transformator tidak untuk menghasilkan panas, tetapi memindahkan energi dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Karena itu panas yang dihasilkan oleh transformator merupakan kerugian.

Efisiensi transformator yang dinyatakan dalam prosentasi dihitung dengan rumus:

Efisiensi suatu transformator sebesar 80%. Jika daya yang masuk ke dalam transformator 200 watt, berapakah daya yang terbuang menjadi panas?

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{P_s}{P_p} \times 100 \%$$

$P_p$  = daya masukan

$P_s$  = daya keluaran

### Contoh Soal:

Berapakah efisiensi transformator yang memerlukan daya masukan 1880 watt agar memberikan daya keluaran 1730 watt?

### Langkah-langkah Pemecahan-Masalah:

1. Apa yang diketahui? daya masukan  $P_p = 1880$  watt, daya keluaran  $P_s = 1730$  watt
2. Apa yang tidak diketahui? efisiensi transformator ( $\eta$ )
3. Memilih persamaan efisiensi  $= (P_s/P_p) \times 100\%$
4. Pemecahan: efisiensi  $= (1730/1880) \times 100\% = 92\%$

Pada contoh di atas, perbedaan antara daya yang diterima dan daya yang dikirim hilang dalam transformator. Seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 7.38**, daya yang diserap oleh transformator dianggap sebagai kerugian daya.



**Gambar 7.39**

Efisiensi transformator. Rugi daya terjadi karena transformator mengubah sebagian energi listrik menjadi energi panas.



## Lab Mini 7.4

### Efisiensi Transformator

Pada kegiatan ini kamu akan menyelidiki efisiensi transformator dengan menggunakan beban hambatan.



Sumber Glencoe, 1999

**Gambar 7.37**

Catu daya ac tegangan rendah

### Alat dan Bahan

1. voltmeter ac, 2 buah
2. amperemeter ac, 2 buah
3. catu daya ac tegangan rendah, 1 buah (Gambar 7.40)
4. transformator, 1 buah
5. hambatan  $10\ \Omega$ , 1 buah
6. hambatan  $20\ \Omega$ , 1 buah
7. kabel penghubung, 8 buah

### Prosedur

1. Buatlah rangkaian seperti yang diperlihatkan pada skema **Gambar 7.38**,  $I_p$  dan  $I_s$  adalah amperemeter, sedangkan  $V_p$  dan  $V_s$  adalah voltmeter. Jangan menghubungkan ke tegangan catu daya sebelum diperiksa oleh guru.
2. Hubungkan tegangan ac 3 volt yang berasal dari catu daya ke kumparan primer transformator. Catatlah tegangan yang ditunjukkan oleh voltmeter  $V_p$  dan arus yang ditunjukkan oleh amperemeter  $I_p$ . Masukkan nilai itu ke tabel pada buku catatanmu.

3. Catatlah tegangan yang ditunjukkan oleh voltmeter  $V_s$  dan arus yang ditunjukkan oleh amperemeter  $I_s$ . Masukkan ke tabel pada buku catatanmu.

4. Hitunglah daya yang masuk ke transformator atau daya primer dengan rumus berikut:

$$P_p = V_p I_p$$

5. Hitunglah daya yang keluar dari transformator atau daya sekunder dengan rumus berikut:

$$P_s = V_s I_s$$

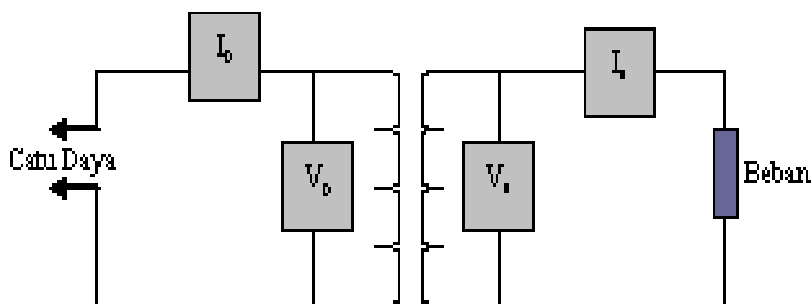
6. Hitunglah efisiensi transformator dengan rumus berikut:

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{P_s}{P_p} \times 100 \%$$

7. Ulangi langkah 1 sampai 6 dengan beban yang lebih besar.

### Analisis

1. Untuk beban yang berbeda, apakah daya yang masuk sama ataukah berbeda?
2. Berdasarkan data yang kamu peroleh, buatlah kesimpulan hubungan antara tegangan primer dan sekunder dengan arus primer dan sekunder.
3. Apakah efisiensi transformator yang diperoleh pada percobaan ini mencapai 100%? Jika tidak, mengapa demikian?



**Gambar 7.38**

Rangkain untuk menyelidiki efisiensi transformator



## Rangkuman



### A. Sifat-sifat Magnet

1. Kutub magnet tak sejenis saling tarik-menarik; kutub sejenis tolak-menolak.
2. Medan magnet adalah daerah disekitar magnet dimana gaya magnet bekerja.
3. Kumpulan atom-atom dengan kutub-kutub magnet searah disebut domain magnet

### B. Arus Listrik

1. Arus listrik yang mengalir di dalam kumparan kawat dapat menghasilkan medan magnet di sekitar kawat. Kumparan menjadi elektromagnet, salah satu ujungnya berfungsi sebagai kutub utara dan ujung lainnya sebagai kutub selatan.
2. Amperemeter adalah alat untuk mengukur besarnya kuat arus listrik. Dalam pengukuran kuat arus listrik, amperemeter dihubungkan secara seri. Voltmeter adalah alat ukur beda potensial (tegangan) dalam volt. Dalam pengukuran tegangan, voltmeter dihubungkan secara paralel.

### C. Induksi Elektromagnet

1. Timbulnya arus induksi yang disebabkan oleh perubahan medan magnet disebut induksi elektromagnetik.
2. Besar arus atau tegangan induksi bergantung pada jumlah lilitan, kecepatan perubahan medan magnet dan kuat medan magnet.
3. Generator adalah alat yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik
4. Transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan bolak-balik adalah transformator step-up, sedangkan yang digunakan untuk menurunkan tegangan adalah transformator step-down.
5. Pada transformator ideal berlaku persamaan

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

6. Efisiensi transformator didefinisikan sebagai

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\%$$



## Evaluasi



### Review Perbendaharaan Kata

*Pasangkan Kata-kata IPA berikut dengan pernyataan dibawahnya*

- a. Arus bolak-balik (AC)
  - b. generator
  - c. Ammeter
  - d. domain magnet
  - e. Arus searah (DC)
  - f. medan magnet
  - g. Motor listrik
  - h. Elektromagnet
  - i. Induksi electromagnet
  - j. Kutub magnet
  - k. Magnetisme
  - l. voltmeter
- 
1. daerah disekitar magnet dimana gaya magnet bekerja atau dirasakan
  2. sifat bahan dimana kutub sejenis tolak-menolak dan kutub tak sejenis tarik-menarik
  3. magnet sementara yang dibuat dari gulungan kawat yang dialiri listrik
  4. alat ukur kuat arus listrik
  5. alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik
  6. menghasilkan arus listrik dengan cara menggerakkan kawat melewati medan magnet
  7. arus yang mengalir dalam satu arah
  8. alat yang mengubah tegangan arus bolak-balik
  9. alat ukur tegangan listrik
  10. bagian dari magnet dimana garis-garis gaya magnet adalah paling rapat

### Pengecekan Konsep

*Pilih kata atau ungkapan untuk melengkapi kalimat berikut ini.*

11. Prinsip kerja generator dapat dianggap sebagai kebalikan dengan ....
  - A. galvanometer
  - B. transformator
  - C. motor listrik
  - D. elektromagnetik
12. Jika garis gaya magnet yang memotong kawat diperkecil, arus induksi akan menjadi ....
  - A. tetap
  - B. tidak dapat diperkirakan
  - C. naik
  - D. turun
13. Alat yang mengubah besar tegangan bolak-balik adalah ....
  - A. galvanometer
  - B. transformator
  - C. motor listrik
  - D. elektromagnetik
14. Menghasilkan arus listrik dengan menggerakkan kawat melalui medan magnet adalah ....
  - A. kemagnetan
  - B. transmisi tegangan
  - C. induksi elektromagnetik
  - D. elektromagnetik
15. Alat yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik adalah ....
  - A. galvanometer
  - B. transformator
  - C. motor listrik
  - D. generator

16. Roda besar yang memperoleh energi dari berbagai macam sumber dan memberi energi mekanis ke generator adalah ....
  - A. generator
  - B. transformator
  - C. motor listrik
  - D. turbin
17. Sebuah transformator yang menurunkan tegangan adalah ....
  - A. transformator hambatan
  - B. transformator step-down
  - C. transformator step-up
  - D. motor tegangan
18. Pada transformator step-down, jumlah lilitan kawat lebih banyak di kumparan ... daripada di kumparan ..., dan tegangan ... lebih besar daripada tegangan ....
  - A. sekunder, primer, input, output
  - B. sekunder, primer, output, input
  - C. primer, sekunder, input, output
  - D. primer, sekunder, output, input
19. Sebelum tegangan pada jala-jala listrik memasuki rumahmu, ia harus melewati ....
  - A. transformator step-up
  - B. transformator step-down
  - C. komutator
  - D. voltmeter
20. Gaya magnet terkuat terletak di
  - A. kutub utara dan selatan
  - B. kutub selatan
  - C. kutub utara
  - D. di tengah-tengah

---

### Pemahaman Konsep

---

*Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dalam buku catatanmu dengan menggunakan kalimat lengkap.*

21. Apakah fungsi generator?
22. Jelaskan alat dasar yang digunakan di galvanometer dan motor listrik.
23. Jelaskan secara singkat bagaimana generator menghasilkan arus listrik.
24. Jelaskan secara singkat bagaimana transformator bekerja. Apa yang membedakan transformator step-up dan transformator step-down.

---

### Berpikir Kritis

---

25. Jelaskan perbedaan antara motor listrik dan generator listrik.
26. Jelaskan mengapa transformator tidak dapat bekerja dengan tegangan searah.
27. Sebuah transformator step-down menurunkan tegangan 1200 V menjadi 120 V. Jika kumparan primer mempunyai 1000 lilitan, berapakah lilitan pada kumparan sekunder?

---

### Pengembangan Keterampilan

---

Membuat Hipotesis: Sebuah jarum kompas menunjuk ke utara disebabkan oleh medan magnet bumi. Ketika sebuah magnet batang didekatkan ke kompas, jarum ditarik atau ditolak oleh magnet batang. Ajukan sebuah hipotesis mengenai kuat medan magnet relatif dari suatu magnet batang.

---

## Penilaian Kinerja

---

### Membuat Poster:

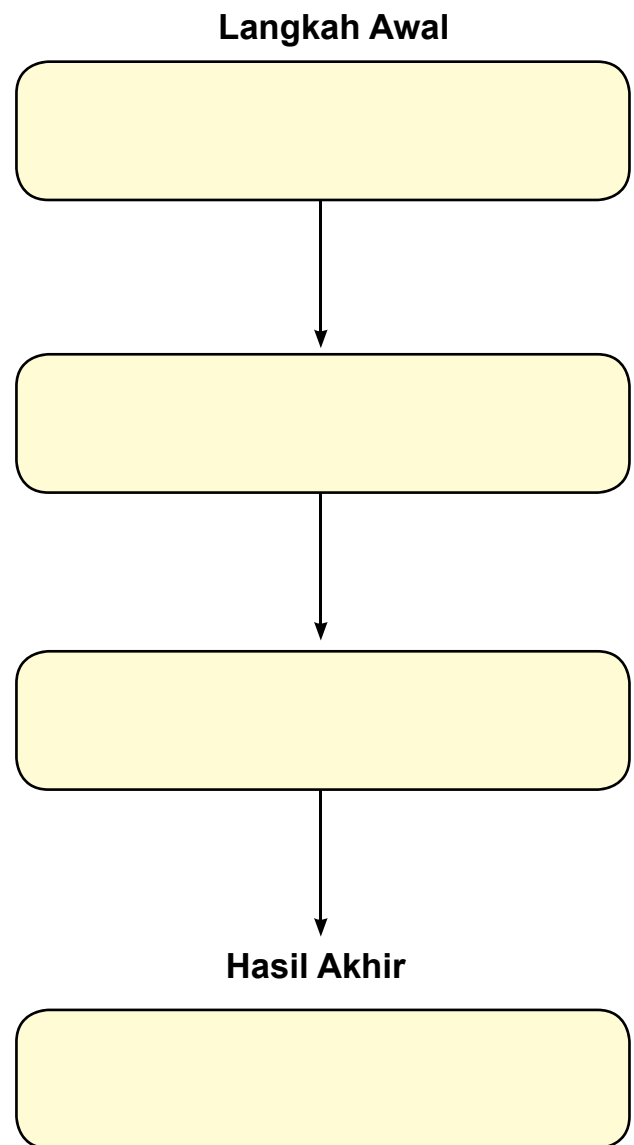
Buatlah poster yang menunjukkan prinsip kerja motor listrik. Tampilkan poster hasil karyamu di depan kelas.

---

## Peta Konsep

---

**Peta Konsep:** Lengkapi kotak-kotak peta konsep di samping dengan mengisi nama dan fungsi alat-alat. Alat-alat tersebut digunakan untuk mengubah energi mekanis turbin pada pembangkit tenaga listrik menjadi energi mekanis kipas angin di rumahmu.







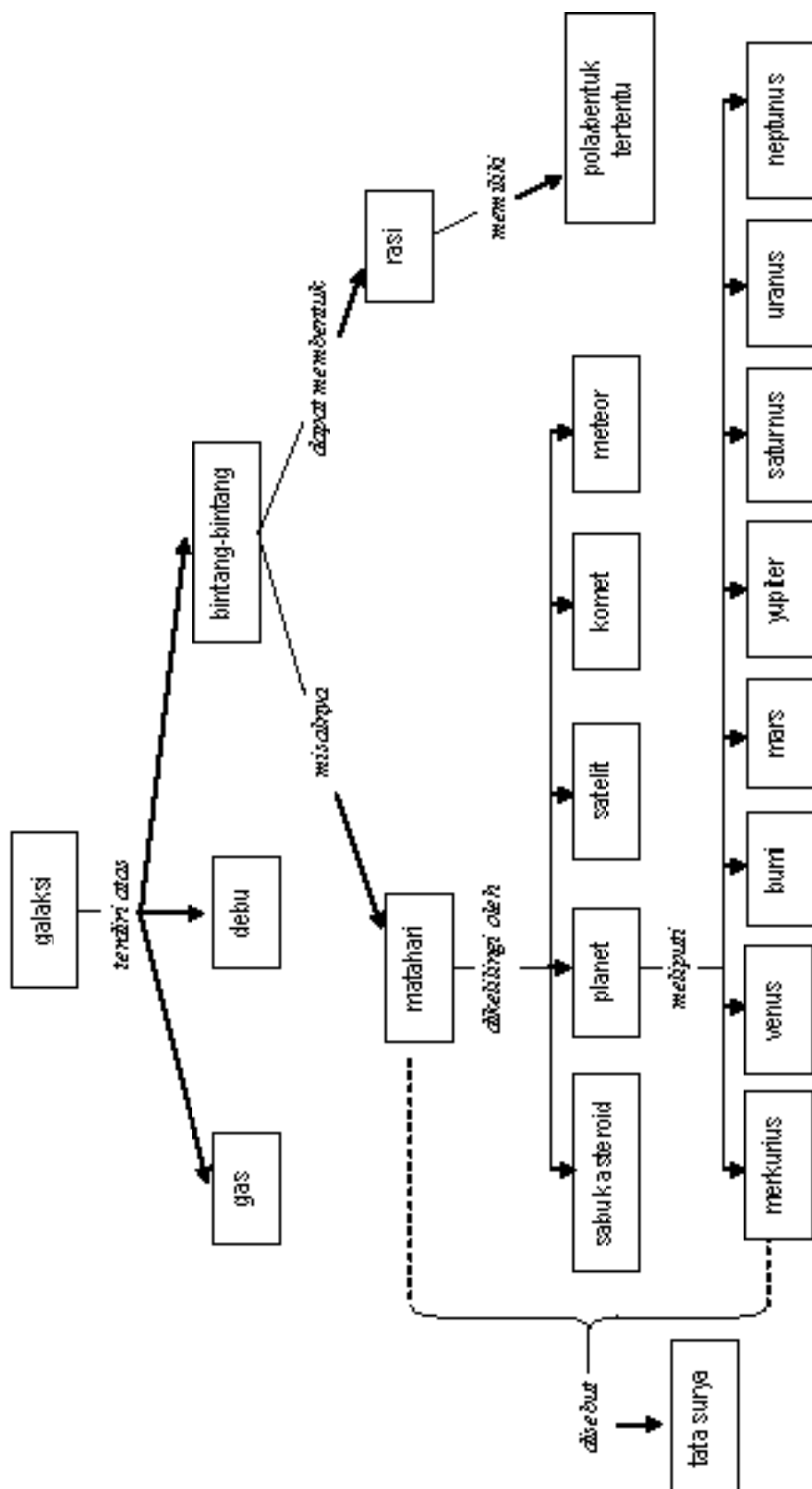
# BAB 8

## Tata Surya

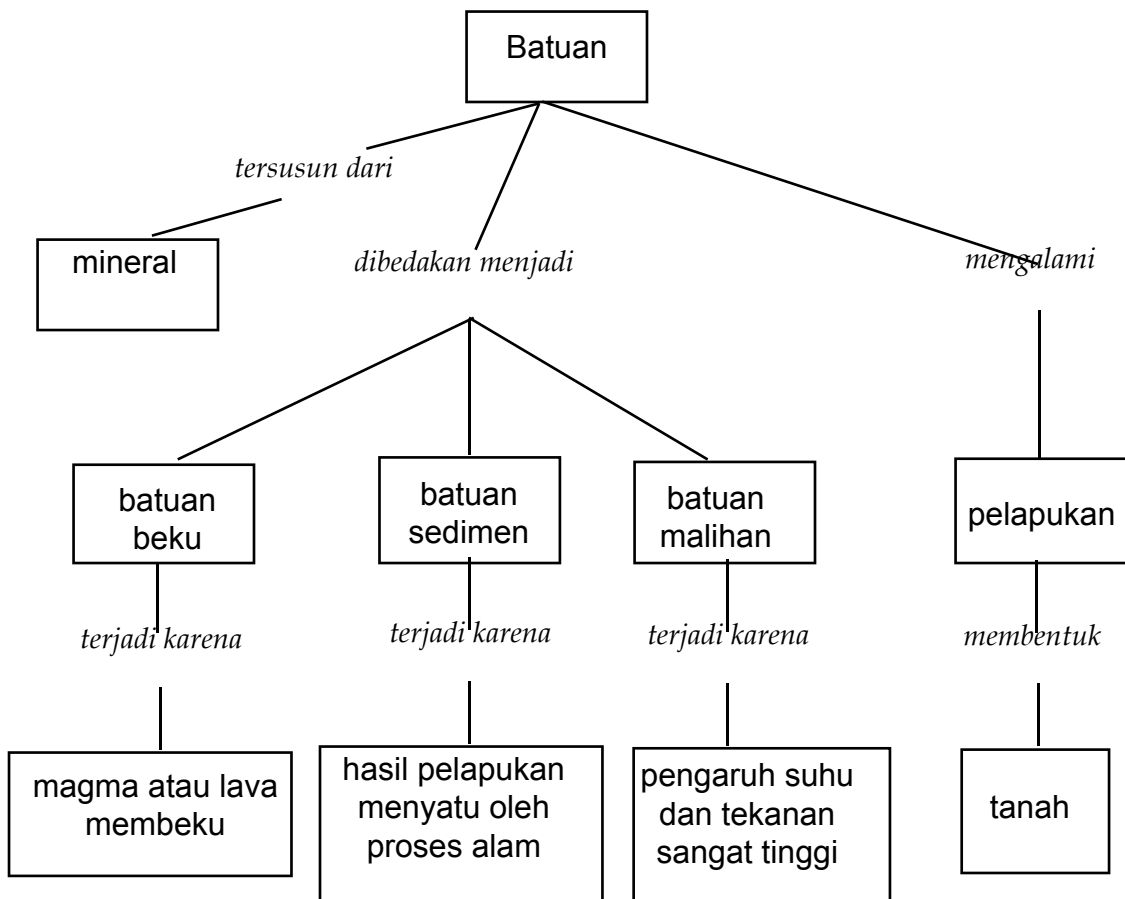
- A. Galaksi, Rasi, dan Tata Surya
- B. Bumi dan Bulan
- C. Satelit Buatan
- D. Bumi Kita
- E. Atmosfer Bumi



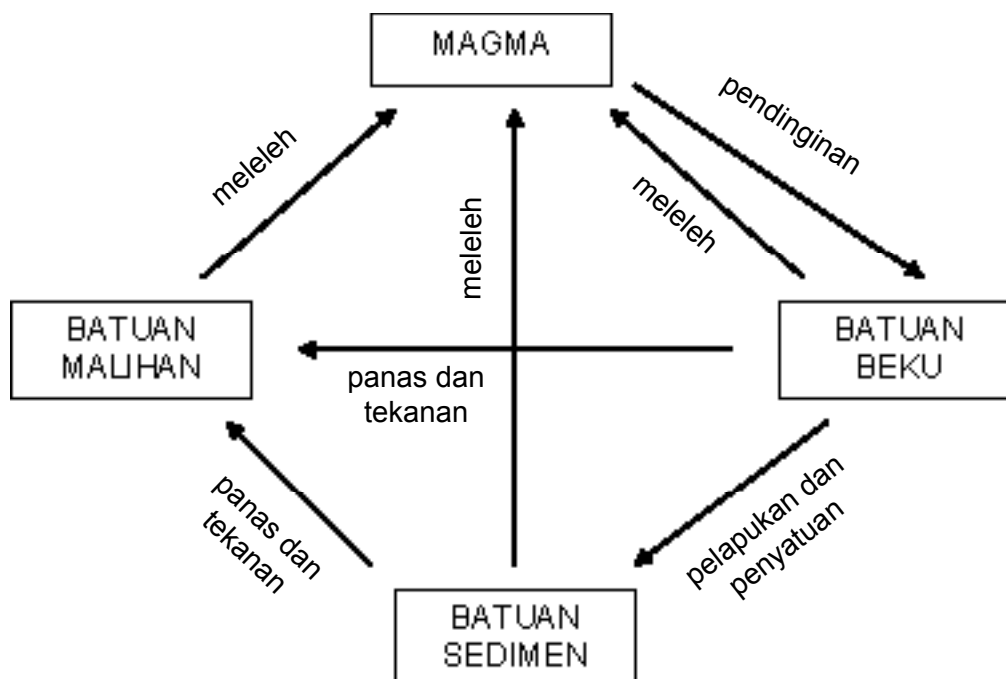
### Peta Konsep Tata Surya dan Sekitarnya



## Peta Konsep Batuan



## Siklus Batuan



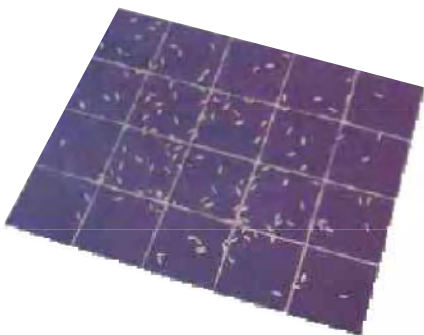
Pernahkah kamu menatap langit di malam hari? Apa yang kamu lihat? Bila malam cerah, di langit terlihat titik-titik cahaya berkelap-kelip. Titik-titik bercahaya itu adalah bintang. Di langit terdapat milyaran bintang, matahari adalah salah satunya. Apakah matahari merupakan bintang yang terbesar? Pada bab ini kamu akan mendiskusikan sistem tata surya kita. Kamu juga akan mempelajari satelit buatan beserta manfaatnya. Di bagian akhir, kamu akan mempelajari lapisan bumi yang kita tempati beserta atmosfer yang mengelilinginya.

### Kegiatan Penyelidikan



#### Memperkirakan jumlah bintang di langit

1. Siapkan kertas berw arna dengan ukuran 50 cm x 50 cm. Bagilah kertas tersebut menjadi bujur sangkar dengan sisi 5 cm. Usahakan garis-garis kotak tersebut kelihatan jelas!
2. Tumpahkan sesendok beras ke atas kertas tersebut, sehingga beras jatuh berceceran, secara merata.
3. Hitunglah jumlah butiran beras dalam satu bujur sangkar. Ulangi pada bujur sangkar sebarang yang lain. Jumlahkan butiran-butiran beras dalam kedua kotak tersebut, kemudian bagi dua, untuk mengetahui jumlah rata-rata butiran beras dalam satu kotak.
4. Kalikan jumlah rata-rata butiran beras dalam satu kotak dengan jumlah keseluruhan kotak yang ada. Sekarang telah kamu peroleh perkiraan jumlah seluruh butiran beras yang tumpah di atas kertas.

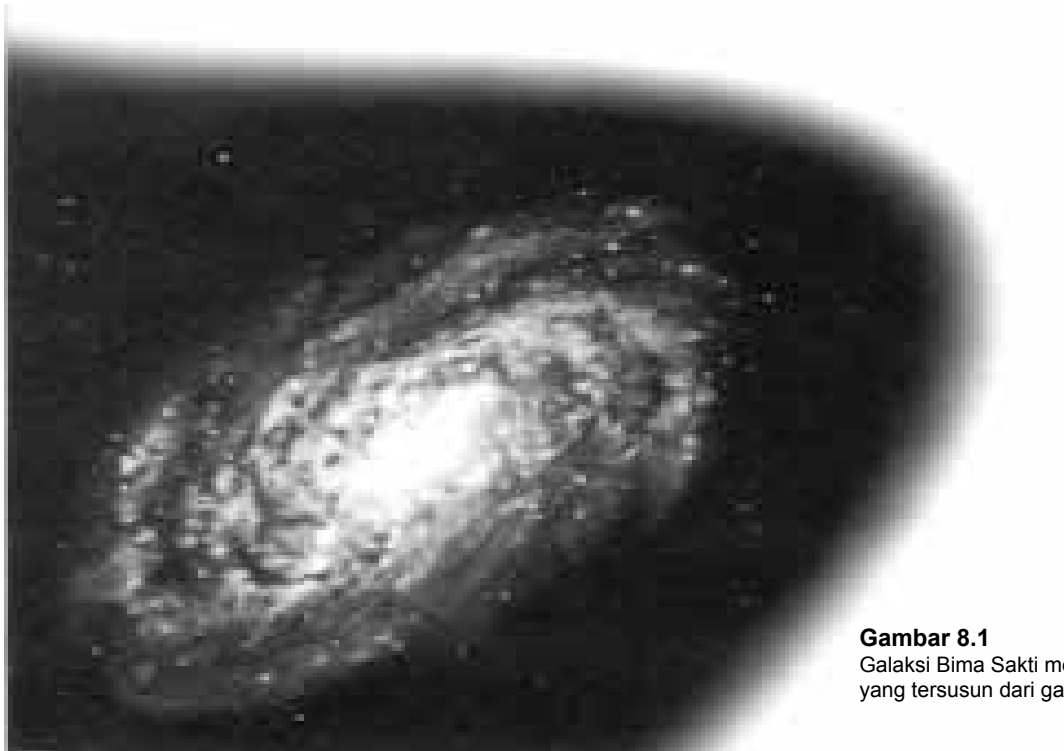


### Jurnal IPA

Mungkinkah para ilmuwan menggunakan metode ini untuk menghitung jumlah bintang di langit? Terangkan proses-proses yang mungkin digunakan para ilmuwan!

# Galaksi, Rasi, dan Tata Surya

A



**Gambar 8.1**

Galaksi Bima Sakti memiliki bagian spiral yang tersusun dari gas dan debu.

## Galaksi

Pada malam yang cerah, ribuan bintang dapat kamu lihat di langit. Sesungguhnya yang kamu lihat itu belum seluruhnya, masih terdapat lebih banyak lagi bintang yang tidak mampu kamu amati.

Di angkasa terdapat bermilyar-milyar bintang. Bintang-bintang tersebut berkelompok membentuk galaksi. Selain bintang, dalam galaksi juga terdapat gas dan debu. Bintang, gas dan debu saling mengikat karena adanya gravitasi. Milyaran bintang tersebar di setiap galaksi. Kita hidup di galaksi Bima Sakti (**Gambar 8.1**), yang mengandung sekitar 200 milyar bintang, salah satu bintang tersebut adalah matahari. Semua bintang bergerak mengelilingi pusat galaksi. Matahari kita mengelilingi pusat galaksi Bima Sakti sekali putaran membutuhkan waktu 240 juta tahun.

---

### Kata-kata IPA

Galaksi

Rasi

Tata surya

Bintang

Planet

Komet

Asteroid

Satelit

Meteor

---



## Lab Mini 8.1

### Membuat model rasi bintang

#### Prosedur

1. Gambarlah titik-titik bintang di atas kertas yang tidak tembus cahaya. Tepat pada titik-titik bintang tersebut tusukkan ujung paku sehingga terjadi lubang kecil. Kamu dapat mencontoh titik-titik bintang pada Gambar 8.2 atau membuat gugusan bintang sendiri.
2. Buatlah tabung silinder dari bahan karton yang agak tebal. Aturlah diameternya sehingga lampu senter dapat masuk tabung tersebut.
3. Letakkan gambar titik-titik bintang yang telah kamu lubangi (langkah 1) pada salah satu mulut tabung. Pastikan bahwa tidak terdapat lubang lagi, selain lubang pada titik-titik bintang.
4. Matikan lampu ruangan, kemudian nyalakan lampu senter pada mulut tabung yang masih terbuka!

#### Analisis

1. Amati cahaya yang keluar dari titik-titik bintang! Biarkan lampu senter tetap menyala. Sekarang, nyalakan lampu ruangan. Apakah kamu masih dapat melihat cahaya dari titik-titik

## Rasi

Sekelompok bintang dalam galaksi yang sama dapat menghasilkan suatu bentuk tertentu bila dilihat dari bumi. Kelompok bintang ini disebut rasi (konstelasi), contohnya rasi Ursa Mayor. Dalam rasi Ursa Mayor terdapat bagian sangat populer yang diberi nama rasi Big Dipper seperti terlihat pada **Gambar 8.2**. Rasi ini dapat kamu lihat di langit utara. Masyarakat Inggris melihat rasi Big Dipper ini seperti sebuah bajak, masyarakat Cina melihatnya seperti kereta raja yang ditarik binatang, dan masyarakat Jawa melihatnya seperti bajak petani. Diskusikan dengan teman-temanmu, menurut pendapat kalian seperti bentuk apakah rasi Big Dipper ini?



**Gambar 8.2**

Tunjukkan bintang-bintang dalam Ursa Mayor yang disebut Big Dipper!



## Tata Surya

### Menjelajah Tata Surya

Sejak ditemukannya planet Pluto pada tahun 1930, tata surya kita terdiri dari matahari sebagai pusat edar dan sembilan planet, yaitu Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto yang selalu beredar mengelilingi matahari. Selain planet-planet tersebut, di dalam tata surya kita juga terdapat komet dan asteroid .

Namun, dalam konferensi tanggal 24 Agustus 2006 di Cekoslovakia, para astronom yang tergabung dalam organisasi astronomi internasional (*International Astronomical Union*, IAU), memutuskan bahwa Pluto tidak termasuk dalam kategori planet. Menurut para astronom, benda langit bisa dikategorikan sebagai planet bila mempunyai ukuran diameter lebih besar dari 2000 km, berbentuk bulat, dan memiliki orbit yang tidak memotong orbit planet lain.

Pluto tidak memenuhi kriteria di atas. Ukuran Pluto jauh lebih kecil dari delapan planet lainnya dalam sistem tata surya. Ukuran Pluto bahkan lebih kecil dari satelit Yupiter. Dengan demikian dalam tata surya kita hanya terdapat 8 (delapan) planet , yaitu: Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus, yang selalu beredar mengelilingi matahari (**Gambar 8.3**).



**Gambar 8.3**

Tata surya kita terdiri dari matahari dan 8 planet yang mengelilinginya

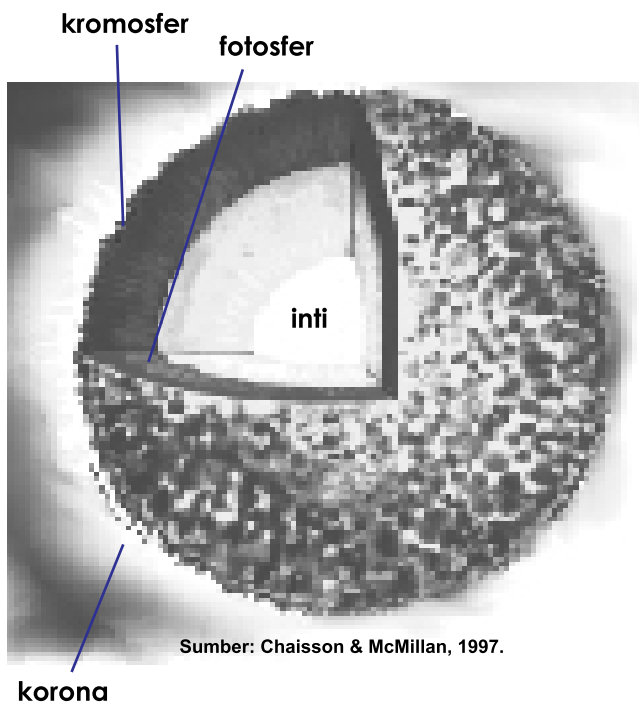
# Matahari

Sebagaimana bintang yang lain, matahari merupakan bola raksasa yang terbentuk oleh gas hidrogen. Atom-atom gas hidrogen kemudian bersatu membentuk gas helium, yang dikenal dengan reaksi penggabungan inti (reaksi fusi). Proses ini menghasilkan energi yang sangat besar dalam bentuk energi panas, energi cahaya, dan energi gelombang. Matahari berjarak kira-kira 150 juta kilometer dari bumi. Jarak dari bumi ke matahari ditetapkan sebagai 1 satuan astronomi (1 SA).

Jarak matahari ini sama dengan 1/546.000 kali jarak bintang yang paling terang, yaitu Sirius. Meskipun matahari kita tergolong bintang yang ukurannya sedang, tetapi ukuran ini sudah sama dengan 109 kali diameter bumi (diameter bumi 12.756 km). Seandainya matahari itu berongga, kamu dapat memasukkan satu juta bumi ke dalamnya.

Gambaran wujud matahari ditunjukkan **Gambar 8.4**. Fotosfer merupakan lapisan matahari yang paling luar, tampak menyerupai piringan emas. Di atas fotosfer terdapat atmosfer matahari yang paling bawah, yaitu kromosfer. Suhu kromosfer paling rendah dibandingkan suhu lapisan yang lain. Di luar kromosfer terdapat korona. Suhnya lebih tinggi dari kromosfer dan mengandung material dengan tingkat kerapatan rendah. Korona tampak jelas ketika terjadi gerhana matahari total. Suhu dan radius lapisan-lapisan di atas ditunjukkan dalam **Tabel 8.1**.

Di permukaan matahari terdapat bintik



Sumber: Chaisson & McMillan, 1997.

**Gambar 8.4**  
Ilustrasi Lapisan Matahari

**Tabel 8.1** Lapisan matahari

| Lapisan   | Radius (km) | Suhu (K) |
|-----------|-------------|----------|
| inti      | 0           | 15 juta  |
| fotosfer  | 696.000     | 5.800    |
| kromosfer | 696.500     | 4.500    |
| korona    | 706.000     | 1 juta   |

Sumber: Chaisson & McMillan, 1997.

hitam (*sunspots*) yang berdiameter sekitar 10.000 km (hampir sama dengan diameter bumi). Di antara pasangan bintik-bintik hitam timbul medan magnet yang sangat besar. Medan magnet ini mempengaruhi semburan gas dari permukaan matahari sehingga membentuk ikal menyala yang disebut *prominences* seperti terlihat pada **Gambar 8.5**.

Matahari kita berwarna kuning. Warna ini menunjukkan tingkat panasnya. Urutan warna bintang dari yang terpanas hingga yang terdingin adalah biru, putih kebiru-biruan, putih, putih kekuning-kuningan, kuning, oranye, dan merah. Jadi matahari kita bukanlah bintang yang paling panas.

## Planet Luar dan Planet Dalam

Delapan planet dalam tata surya kita dikelompokkan menjadi dua, yaitu planet luar dan planet dalam. Planet luar adalah planet-planet yang terletak diluar sabuk asteroid dilihat dari matahari. Planet dalam adalah planet-planet yang terletak antara matahari dengan sabuk asteroid.

### Planet Luar

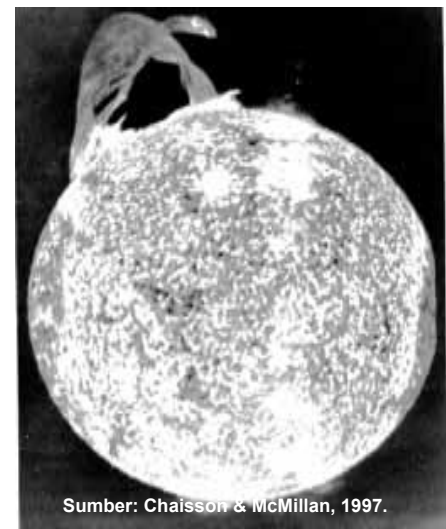
Yang termasuk planet luar adalah: Neptunus, Uranus, Saturnus, dan Yupiter. Semua planet luar, merupakan bola gas raksasa. Bagian intinya mungkin berbentuk padat, tetapi permukaannya tidak. Semua planet luar memiliki cincin yang tersusun dari debu dan gas beku. Marilah kita diskusikan masing-masing planet luar tersebut.

### Neptunus

Neptunus merupakan planet kedelapan dalam tata surya kita. Atmosfer Neptunus tersusun dari gas yang disebut metana. Metana inilah yang membuat Neptunus berwarna hijau kebiru-biruan. Neptunus memiliki delapan satelit, dua di antaranya adalah Triton dan Nereid.

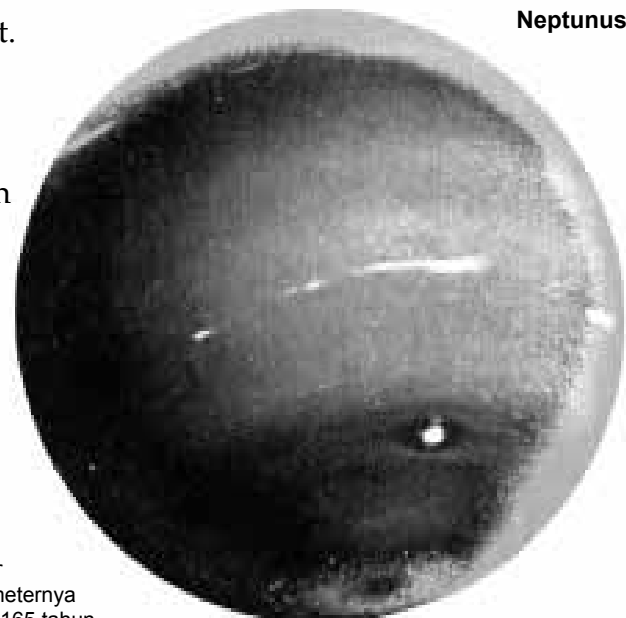
**Gambar 8.6**

Neptunus berjarak 4,5 milyar kilometer dari matahari, diameternya 49.500 km. Periode revolusi 165 tahun dan periode rotasinya 16 jam.



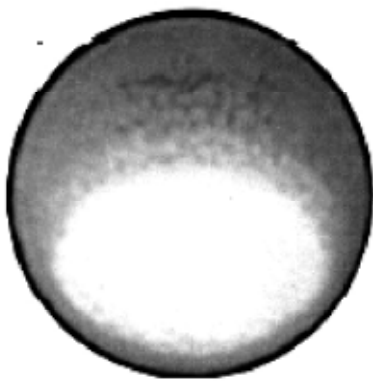
Sumber: Chaisson & McMillan, 1997.

**Gambar 8.5**  
Prominences



**Neptunus**

Sumber: cf. [www.flickr.com](http://www.flickr.com)



Uranus

#### Gambar 8.7

Uranus berjarak 2,87 milyar kilometer dari matahari, diameternya 51.000 km. Periode revolusi 84 tahun dan periode rotasinya 17 jam.

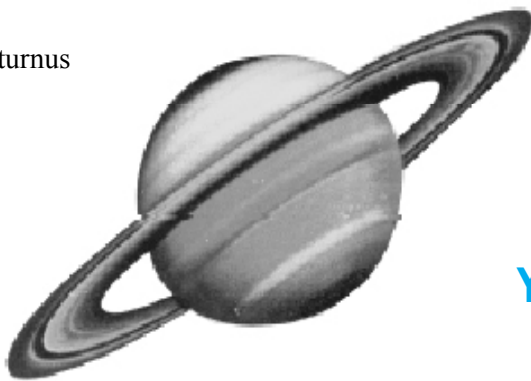
## Uranus

Uranus membutuhkan pengamatan yang seksama, sebab sumbu putarnya sebidang dengan bidang edarnya mengelilingi matahari. Planet-planet lain sumbu putarnya memiliki sudut kemiringan kecil, seperti jarum jam pada angka 1 dan 7, tetapi Uranus, memiliki sumbu putar dengan sudut kemiringan besar seperti jarum jam pada angka 3 dan 9. Uranus memiliki 15 satelit, lima di antaranya: Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, dan Oberon.

## Saturnus

Perhatikan **Gambar 8.8**, kamu akan terpesona pada cincin-cincin Saturnus. Cincin tersebut kelihatan lebih lebar dibanding cincin planet-planet lain, karena terdiri dari ribuan cincin-cincin kecil. Cincin kecil tersusun dari gas beku dan butiran-butiran debu. Saturnus memiliki 18 satelit.

Saturnus



Sumber: cf. [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

#### Gambar 8.8

Saturnus berjarak 1,43 milyar kilometer dari matahari, diameter-nya 120.660 km. Periode revolusi 29,5 tahun dan periode rotasinya 10,5 jam.

## Yupiter

Yupiter adalah planet kelima dalam tata surya kita dan merupakan planet terbesar. Gas berwarna merah berputar lambat mengelilingi tengah tengah planet Yupiter. Hal ini membentuk bintik merah raksasa yang dapat menghasilkan badai besar di permukaan Yupiter (**Gambar 8.9**).

Yupiter memiliki 16 satelit. Salah satu satelit Yupiter, yaitu Io, memiliki banyak gunung berapi aktif. Tiga satelit lain yang sudah dikenal Eropa, Ganymeda dan Calisto.

## Sabuk Asteroid

Sabuk Asteroid terbentang di antara planet Yupiter dan Mars. Sabuk Asteroid merupakan bongkahan-bongkahan batu yang tersusun oleh materi-materi seperti materi penyusun planet, yaitu gas beku dan debu. Seandainya tidak dekat dengan Yupiter, Asteroid mungkin telah menjadi planet. Gaya gravitasi Yupiter yang luar biasa besar, tak memungkinkan materi Asteroid berubah menjadi planet.

## Planet Dalam

Planet dalam adalah planet yang terletak antara matahari dan sabuk asteroid. Yang termasuk planet dalam adalah: Mars, Bumi, Venus, dan Merkurius. Planet-planet dalam bersifat padat dan berbatuan. Bagaimana kita bisa mengetahuinya? Informasi tentang planet-planet tersebut kita peroleh atas jasa pesawat ruang angkasa yang mengirimkan data ke bumi. Marilah kita diskusikan masing-masing planet dalam tersebut.



Yupiter

### Gambar 8.9

Yupiter berjarak 778,3 juta kilometer dari matahari, diameternya 142,800 km. Periode revolusi 12 tahun dan periode rotasinya 10 jam.

Sumber: cf. [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

## Mars

Apakah ada manusia yang pernah pergi ke planet Mars? Belum. Untuk menyelidiki permukaan planet Mars, bukan manusia yang dikirim ke sana melainkan robot kecil. Dari hasil penyelidikan diketahui bahwa Mars memiliki pergantian musim dan memiliki kutub es. Terdapat tanda-tanda bahwa pada masa lalu di Mars ada air (cairan). Kamu juga dapat melihat bahwa Mars berwarna merah, hal ini disebabkan Mars mengandung oksida besi. Mars memiliki dua satelit Phobos dan Deimos.

## Bumi

Inilah tempat tinggal kita! Bumi adalah planet ketiga dalam tata surya kita. Keadaan permukaan planet Bumi (**Gambar 8.11**) sangat berbeda dibanding-kan permukaan planet-planet lain yang telah kamu diskusikan di atas. Suhu di permukaan Bumi memungkinkan air berada dalam wujud padat, cair maupun gas. Di sekitar Bumi terdapat atmosfer yang berfungsi seperti tirai penahan sinar ultraviolet.

**Gambar 8.10**

Sabuk asteroid membentang di antara planet Jupiter dan Mars.



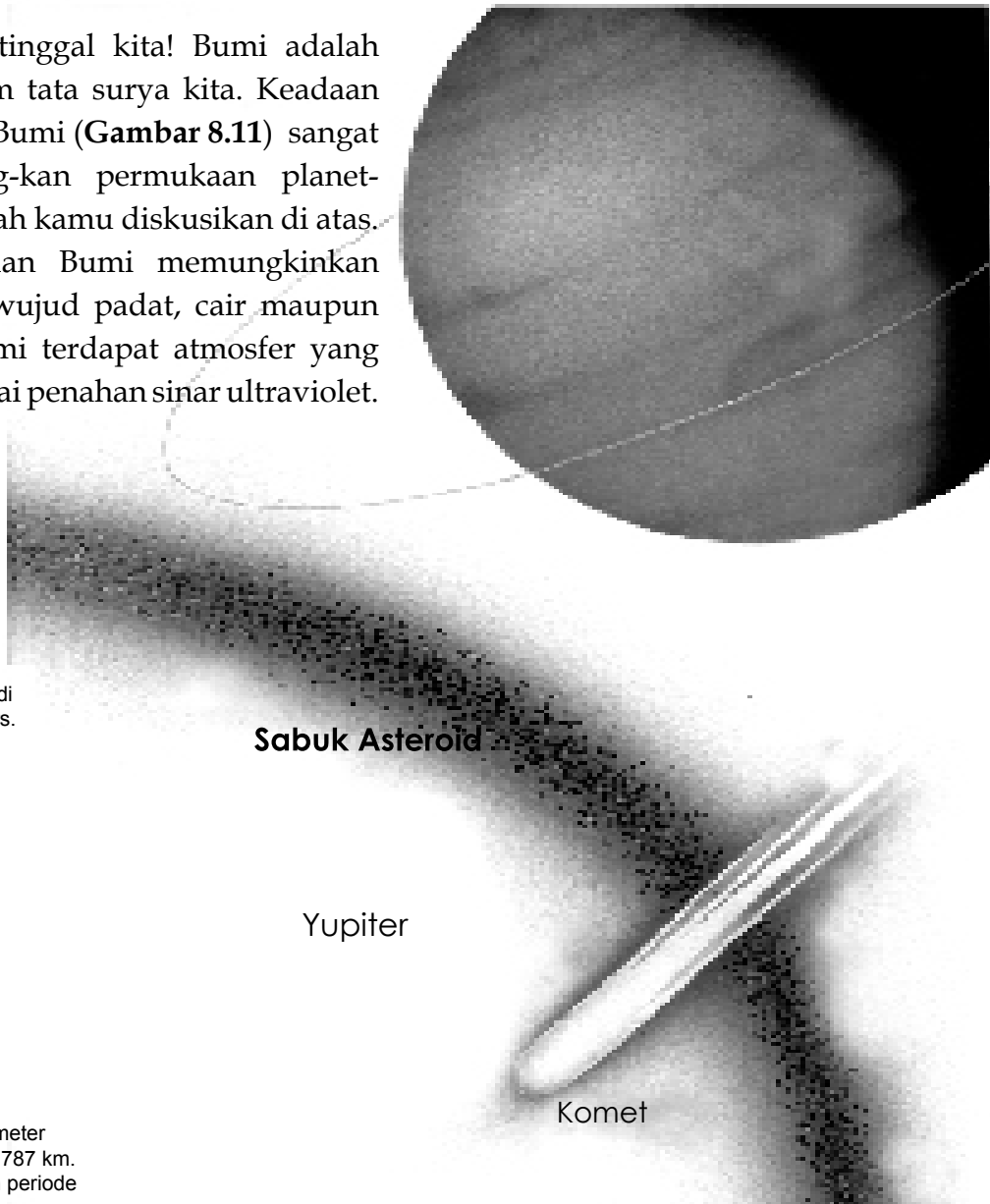
Mars berjarak 227,9 juta kilometer dari matahari, diameternya 6.787 km. Periode revolusi 687 hari dan periode rotasinya 24,5 jam



Sumber: cf. [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

**Gambar 8.11**

Bumi berjarak 149,6 juta kilometer dari matahari, diameternya 12.756 km. Periode revolusi 1 tahun (365,25 hari) dan periode rotasinya 1 hari (24 jam)



Sumber: Blaustein, D et al, 1999.

Sinar ultraviolet adalah sinar berbahaya yang berasal dari Matahari. Karena atmosferlah kehidupan di Bumi bisa bertahan. Bumi memiliki satu satelit, yaitu *Bulan*.

## Venus

Venus merupakan planet terdekat kedua dari matahari dalam tata surya kita. Planet ini sulit dilihat karena permukaannya dikelilingi awan tebal (**Gambar 8.12**). Awan tersebut menahan energi matahari yang mengenai permukaan Venus sehingga energi tetap terperangkap. Hal ini menyebabkan suhu permukaan planet Venus berkisar 470° C. Suhu ini cukup panas untuk membakar keramik, apakah kalian bisa hidup pada suhu sekian? Tinggal di



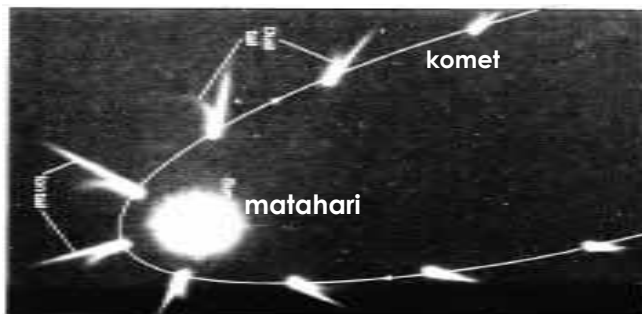
planet Venus kamu pasti tidak punya hari esok! Venus tidak memiliki satelit.

## Merkurius

Merkurius adalah planet terdekat dari matahari dan merupakan planet terkecil. Permukaannya penuh barut-barut akibat lubang-lubang yang dihasilkan meteroit (**Gambar 8.13**). *Meteorit* adalah muntahan batu-batu yang jatuh dari langit saat asteroid meledak. Sama dengan Venus, Merkurius juga tidak memiliki satelit. Merkurius memiliki perbedaan suhu yang sangat besar antara siang dan malam.

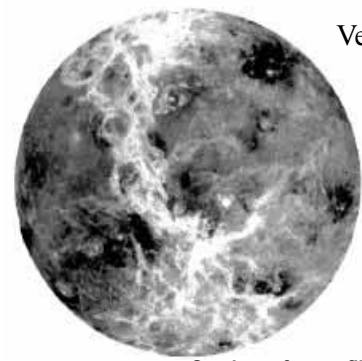
## Komet

Perhatikan **Gambar 8.14**, itulah gambaran gerak komet! Komet tersusun oleh debu dan gas beku seperti es. Dari waktu ke waktu komet selalu bergerak mendekati atau menjauhi matahari. Ketika hal itu terjadi, radiasi matahari menguapkan beberapa bahan pembentuk komet. Gas dan debu memancar dari komet, membentuk ekor yang terang. Ekor komet terbentuk oleh tekanan dan panas yang dihasilkan matahari. Ekor komet selalu menjauhi matahari. Mengapa?



**Gambar 8.14**  
Gerak komet

Sumber: cf. Chaisson & McMillan, 1997.



Venus

Sumber: cf. [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

**Gambar 8.12**

Venus berjarak 108,2 juta kilometer dari matahari, diameternya 12.104 km. Periode revolusi 224,7 hari dan periode rotasinya 243 hari.



Merkurius

Sumber: cf. [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

**Gambar 8.13**

Merkurius berjarak 57,9 juta kilometer dari matahari, diameternya 4.878 km. Periode revolusi 88 hari dan periode rotasinya 59 hari.





## Pemecahan Masalah

### Jarak Antara Planet dan matahari

#### Jawablah ini!

Menurut dugaanmu, planet-planet manakah yang sudah banyak diketahui oleh para ilmuwan? Berilah penjelasan!

#### Berpikir kritis

Berdasarkan jarak planet yang ditunjukkan dalam tabel di samping, bagaimana kamu merancang model tata surya? Satuan apakah yang kamu gunakan untuk menyatakan jarak planet-planet tersebut!

Pada tabel di bawah ini ditunjukkan jarak rata-rata antara planet dan matahari dalam satuan kilometer. Jarak rata-rata antara Bumi dan matahari disepakati sebagai satu Satuan Astronomi (SA). Nyatakan jarak rata-rata planet-planet lain dari matahari dalam satuan SA. Tuliskan hasilnya dalam tabel!

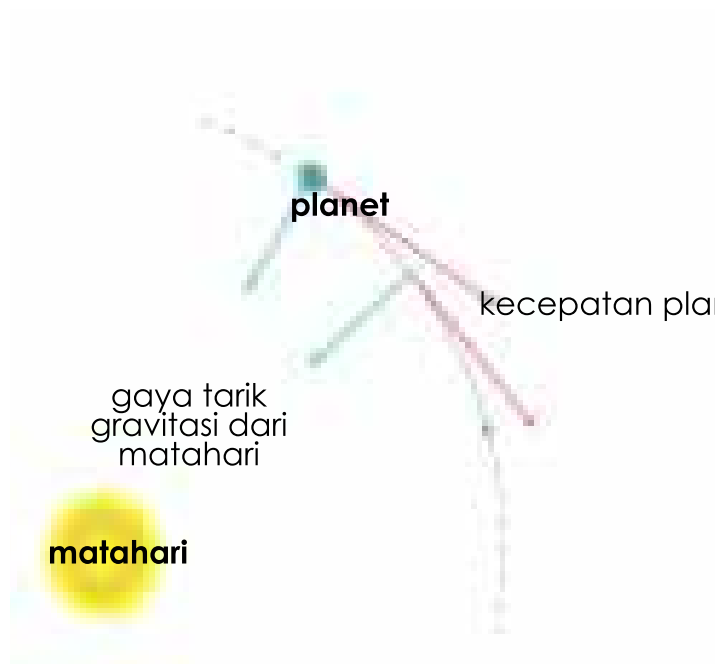
Tabel 5.2 Jarak planet dari matahari

| Nama Planet | Jarak rata-rata dari matahari |          |
|-------------|-------------------------------|----------|
|             | dalam juta km                 | dalam SA |
| Merkurius   | 57,9                          | 1        |
| Venus       | 108,2                         |          |
| Bumi        | 149,6                         |          |
| Mars        | 227,9                         |          |
| Yupiter     | 778,3                         |          |
| Saturnus    | 1430,0                        |          |
| Uranus      | 2870,0                        |          |
| Neptunus    | 4500,0                        |          |

## Gaya Gravitasi

Semua planet dalam tata surya menge-lilingi matahari dengan kala revolusi berbeda-beda, dan bergerak pada orbit yang tetap (**Gambar 8.15**). Bagaimanakah hal ini terjadi? Mengapa planet-planet tersebut tidak meninggalkan lintasan?

Antara matahari dan planet-planet terdapat gaya gravitasi, yaitu gaya tarik yang besarnya sebanding dengan massa matahari dan massa planet, tetapi berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Artinya semakin besar massa suatu planet, semakin besar pula gaya gravitasi yang timbul antara planet tersebut dengan matahari. Namun, semakin jauh jarak antara suatu planet dengan matahari, semakin kecil gaya gravitasi yang terjadi antara matahari dan planet tersebut.



**Gambar 8.15**

Gaya gravitasi antara matahari dan planet.

Sumber: Chaisson & McMillan, 1997.

## Intisari Subbab



1. Apakah perbedaan antara galaksi, rasi, dan tata surya?
2. Tuliskan delapan planet secaraurut dari yang terdekat hingga yang terjauh dari matahari!
3. Secara umum sebutkan perbedaan antara planet-planet dalam dengan planet-planet luar!
4. Paparkan peranan gaya gravitasi dalam sistem tata surya kita!
5. Beberapa bintang mungkin terlihat bercahaya tidak lama, tetapi kita masih melihatnya lagi di malam lain. Bagaimana hal ini bisa terjadi?



### **Bina Keterampilan** **Membuat poster**

Gunakan pengetahuan tentang tata surya untuk mengembangkan suatu media, yaitu poster. Buatlah poster tersebut berwarna untuk menggambarkan sifat-sifat khas dari matahari, planet, komet, sabuk asteroid, dan satelit.



## Kata-kata IPA

Rotasi

Revolusi

Gerhana matahari

Gerhana bulan

Saat kamu bangun tidur pagi-pagi, bukalah jendela dan lihatlah ke timur, kamu akan melihat fajar kemudian diikuti matahari terbit. Saat makan siang, posisi matahari di langit sudah berpindah, seolah-olah berada di atas kepala kita. Dan menjelang makan malam, matahari sudah condong, turun dan terbenam ke kaki langit (horison). Nampak di sini seolah-olah matahari bergerak melintasi langit, dari timur ke barat. Apakah memang demikian? Diskusikan dengan teman-temanmu!

## Rotasi Bumi

Bumi berputar mengitari suatu garis khayal yang disebut sumbu atau poros. **Gambar 8.16** menunjukkan sumbu khayal tersebut. Perputaran bumi pada porosnya disebut rotasi. Sekali berotasi Bumi membutuhkan waktu 24 jam, atau biasa kita sebut satu hari. Di pagi hari, saat Bumi berotasi, matahari tampak dalam pandangan. Di siang hari, Bumi terus berotasi, dan matahari terlihat bergerak melintasi langit. Menjelang malam hari, matahari terlihat bergerak turun sebab bagian Bumi tempat



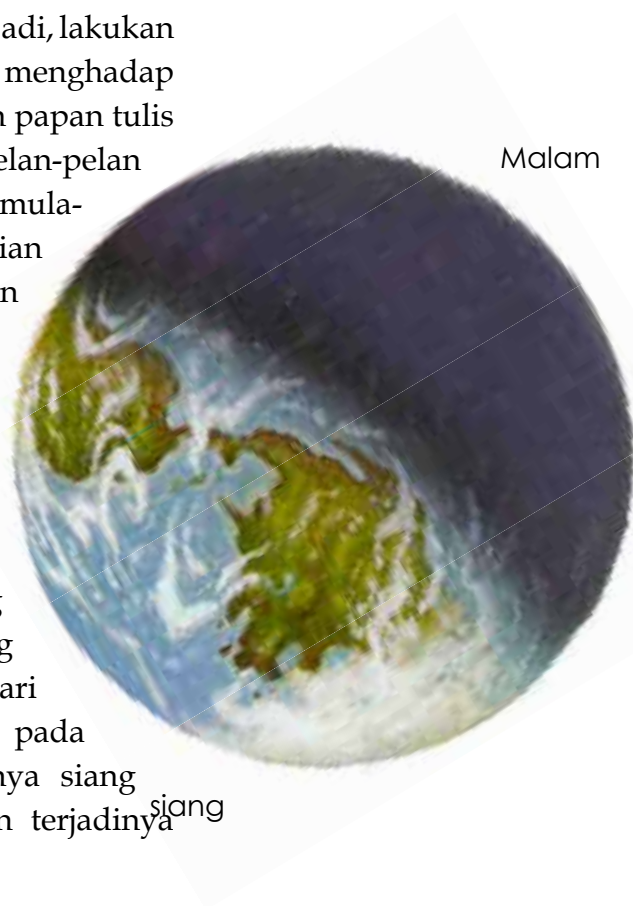
**Gambar 8.16**

Bumi berotasi pada porosnya, menyebabkan terjadinya siang dan malam

Sumber: Blaustein, D et al, 1999.

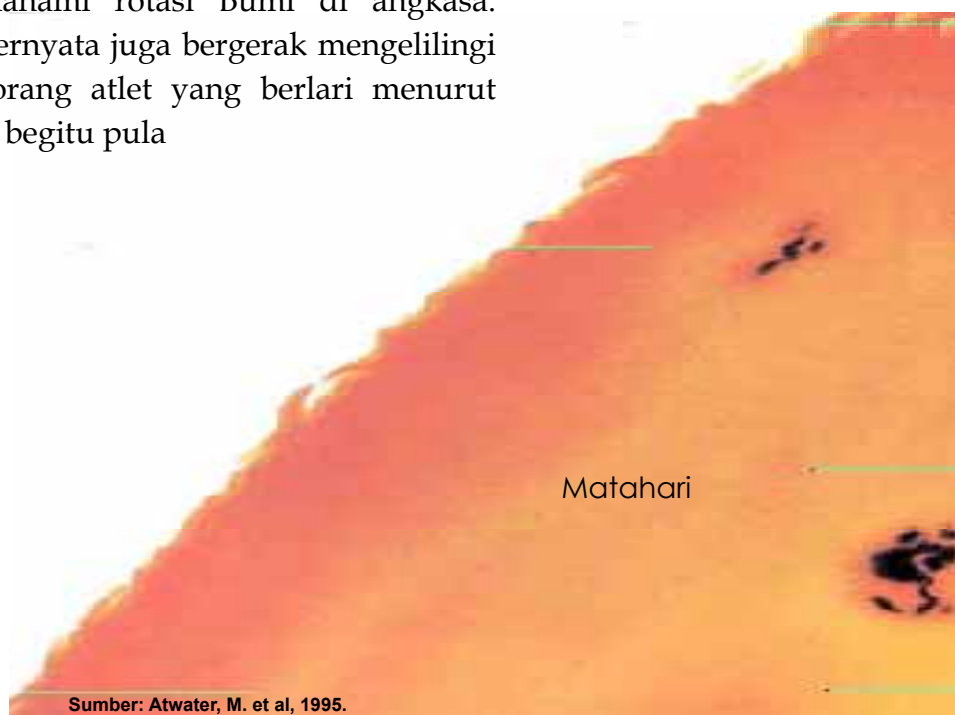
kamu berdiri telah berotasi menjauhi matahari dalam arah yang berlawanan.

Untuk membuktikan bagaimana hal ini terjadi, lakukan kegiatan sederhana berikut ini! Berdirilah menghadap papan tulis. Anggap dirimu sebagai Bumi dan papan tulis sebagai matahari. Sekarang berputarlah pelan-pelan berlawanan dengan arah jarum jam. Papan tulis mula-mula tampak dalam pandanganmu, kemudian tidak terlihat. Teruslah berputar kamu akan melihat papan tulis kembali. Jadi, papan tulis kelihatan atau tidak kelihatan bukan karena dia bergerak, tetapi karena kamu yang berputar. Begitulah yang terjadi pada Bumi saat berotasi di ruang angkasa, sehingga bagian Bumi yang menghadap matahari setiap saat berbeda-beda. Bagian Bumi yang menghadap matahari akan mengalami siang dan bagian lain yang membelakangi matahari mengalami malam, sebagaimana terlihat pada **Gambar 8.17**. Selain menyebabkan terjadinya siang dan malam, rotasi Bumi juga menyebabkan terjadinya perbedaan waktu di berbagai belahan Bumi.



## Revolusi Bumi

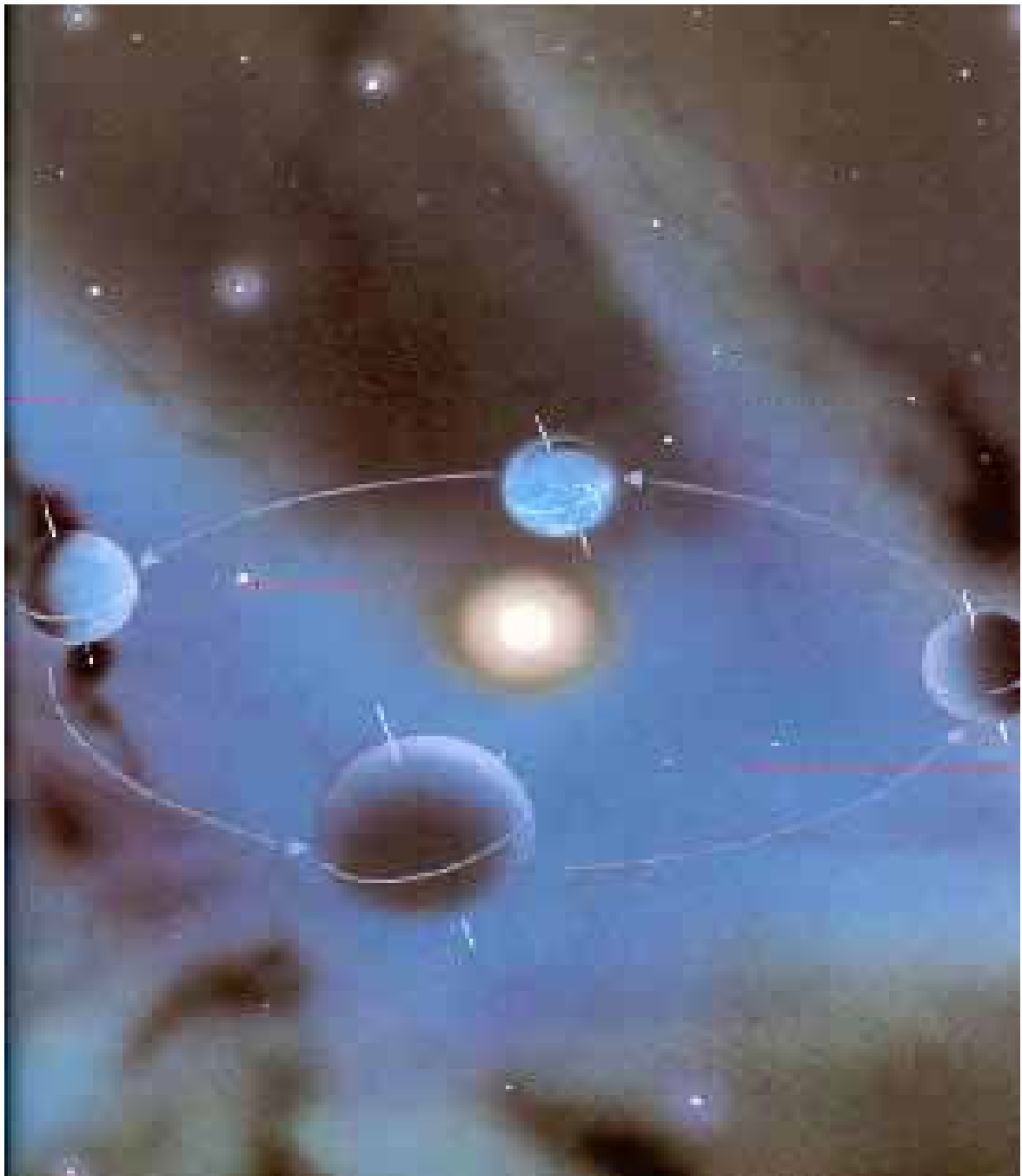
Kamu telah memahami rotasi Bumi di angkasa. Selain berotasi, Bumi ternyata juga bergerak mengelilingi matahari. Laksana seorang atlet yang berlari menurut suatu lintasan tertentu, begitu pula



**Gambar 8.17**  
Ilustrasi bagian bumi yang mengalami siang dan malam

Sumber: Atwater, M. et al, 1995.

Bumi mengitari matahari pada garis edar yang teratur. Garis edar ini disebut orbit. Gerakan Bumi mengelilingi matahari disebut revolusi Bumi, perhatikan Gambar 8.18. Satu tahun di Bumi adalah waktu yang dibutuhkan oleh Bumi untuk mengelilingi matahari pada orbitnya, satu kali putaran, yaitu selama  $365 \frac{1}{4}$  hari. Waktu untuk berevolusi ini disebut juga kala revolusi.



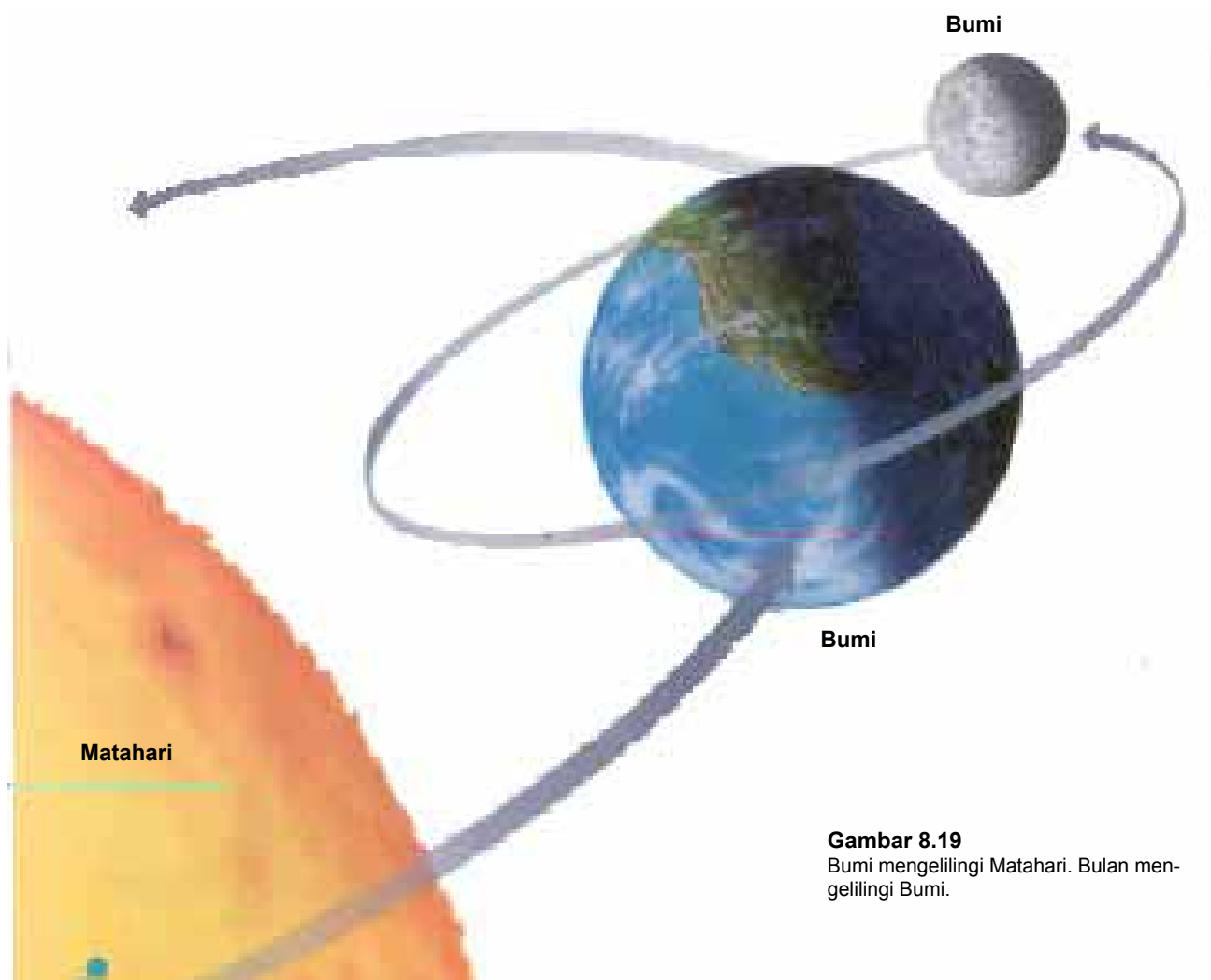
**Gambar 8.18**

Umurmu sekarang berapa tahun? Berarti kamu telah mengitari matahari berapa kali?

Sumber: Atwater, M. et al, 1995.

Bayangkan seekor anjing terus bergerak mengitari seseorang. Orang itu sedang berlari pada lintasan tertentu mengelilingi lapangan. Seperti itulah gambaran sederhana bagaimana bulan mengitari Bumi dan secara bersama-sama Bumi dan Bulan mengelilingi Matahari (**Gambar 8.19**). Anjing menggambarkan bulan, orang menggambarkan Bumi, dan lintasan itu menggambarkan orbit Bumi mengelilingi Matahari.

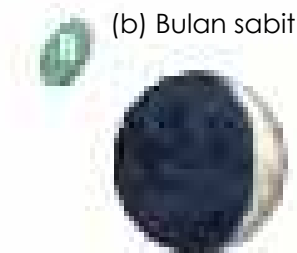
Bulan bergerak mengitari Bumi sekali putaran dalam waktu 29,5 hari. Secara bersamaan bulan juga berotasi dalam waktu yang sama, yakni sekali putaran kira-kira 29,5 hari. Karena waktu revolusi bulan sama dengan waktu rotasinya, maka permukaan bulan yang menghadap Bumi selalu sama. Dikusikan dengan teman-temanmu, bagaimana memperagakan gerak rotasi dan revolusi bulan.



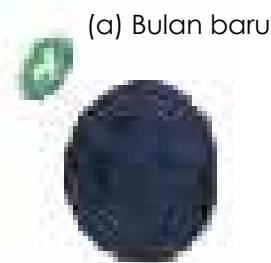
**Gambar 8.19**

Bumi mengelilingi Matahari. Bulan mengelilingi Bumi.

Sumber: Atwater, M. et al, 1995.



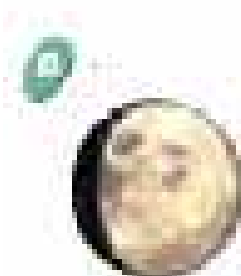
(b) Bulan sabit



(a) Bulan baru



(c) Bulan perbani pertama



(d) Bulan benjol cerah



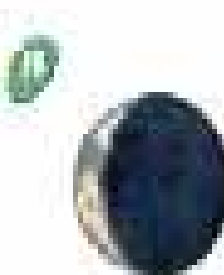
(e) Bulan purnama



(f) Bulan benjol pucat



(g) Bulan perbani akhir



(h) Bulan sabit pucat

## Fase-fase Bulan

Bila kamu perhatikan dari Bumi, bentuk bulan ternyata tidak tetap. Bentuk bulan seperti apa yang pernah kamu lihat? Bentuk bundar, setengah lingkaran, lebih dari setengah lingkaran, seperti sabit, atau tidak terlihat sama sekali? Bentuk bulan yang berubah-ubah itu dikenal sebagai fase-fase bulan. Apakah bulan benar-benar berubah bentuknya? Apakah yang menyebabkan bentuknya berubah-ubah?

Perhatikan **Gambar 8.20**, fase bulan yang kamu lihat pada suatu malam bergantung pada posisi bulan, matahari dan Bumi di angkasa. Bulan tidak memancarkan cahaya sendiri, bulan hanya memantulkan cahaya yang diterima dari matahari. Bagian bulan yang bisa kita lihat hanyalah bagian yang mendapat cahaya matahari. Karena bulan selalu mengitari Bumi, maka bagian bulan yang mendapat cahaya matahari (dan memantulkannya kembali ke Bumi) menjadi berubah-ubah. Inilah yang menimbulkan perubahan penampakan bulan dilihat dari Bumi. Untuk mendapatkan gambaran secara langsung bagaimana bulan mengalami perubahan penampakan lakukan **Kegiatan 8.1**.

**Gambar 8.20**  
Penampakan bulan dilihat dari Bumi

Sumber: Blaustein, Detal, 1999.





## Fase-fase Bulan

Bulan adalah tetangga terdekat kita di angkasa, tetapi karena tidak bercahaya maka kita baru dapat melihatnya bila bulan disinari oleh matahari.

### Apa yang akan diselidiki?

*Bagaimana posisi matahari, Bumi, dan bulan sehingga diperoleh bentuk bulan yang berbeda-beda?*

### Alat dan Bahan

1. kertas gambar
2. bola kasti
3. lampu senter

### Prosedur Kegiatan

1. Nyalakan lampu senter. Upayakan agar ruang kelas menjadi ruang gelap sehingga nyala senter kelihatan jelas.
2. Pilihlah salah satu temanmu untuk memegang lampu senter, dialah yang bersikap seolah-olah menjadi *matahari*.
3. Pilihlah temanmu seorang lagi untuk memegang bola kasti sehingga cahaya lampu senter dapat langsung mengenai bola kasti. Dalam kegiatan ini, bola kasti seolah-olah menjadi *bulan*.
4. Kamu beserta teman-teman yang lain harus duduk di antara bulan dan *matahari*.
5. Amatilah bagian bola yang terkena cahaya lampu senter. Gambarlah bagian itu di atas kertas!
6. Mintalah temanmu yang memegang bola kasti untuk berjalan perlahan-lahan mengitari kelompok. Pada posisi yang berbeda-beda, amatilah bagian-bagian bola yang terkena cahaya.  
Gambarlah hasil pengamatanmu di atas kertas, dan arsirlah bagian bola yang tidak mendapat cahaya lampu.

### Kesimpulan dan Penerapan

1. Bandingkan gambarmu dengan gambar-gambar temanmu!

- Diskusikan persamaan dan perbedaannya.
2. Dengan kata-katamu sendiri, jelaskan posisi matahari, bulan dan Bumi sehingga diperoleh bentuk bulan yang berbeda-beda.
  3. Bandingkan gambarmu dengan Gambar 8.20! Berilah label pada gambarmu sesuai dengan fase bulan yang ditunjukkan Gambar 8.20!

## Pasang Surut Air Laut

Sebagaimana kamu diskusikan sebelumnya, bumi berevolusi mengelilingi matahari, sedangkan bulan berevolusi mengelilingi bumi. Di samping itu, bumi dan bulan juga berotasi pada porosnya. Akibat gerakan-gerakan tersebut posisi matahari, bumi dan bulan selalu berubah. Perubahan posisi ini berpengaruh terhadap tinggi rendahnya air laut di permukaan bumi, yang lazim disebut pasang naik dan pasang surut.

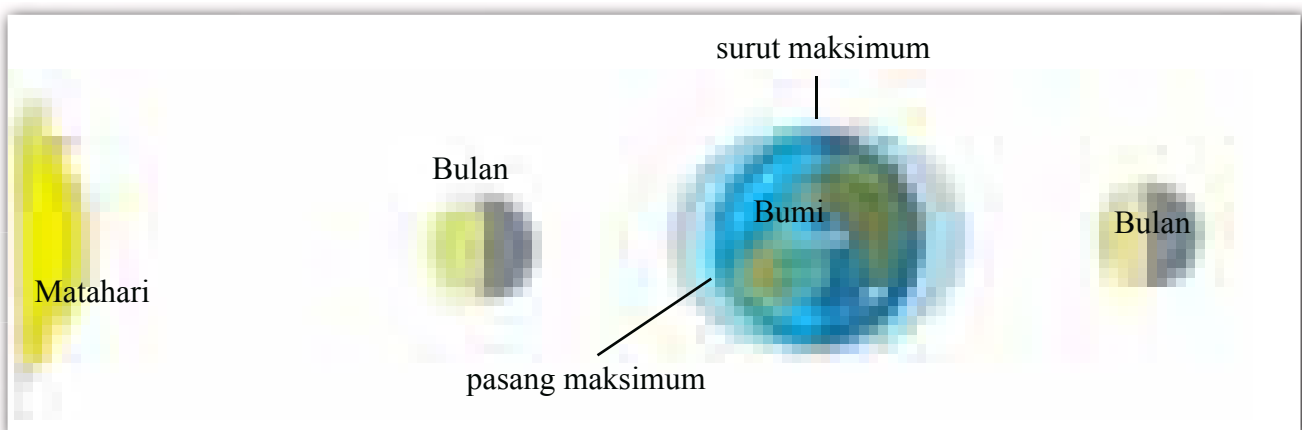
Pasang naik dan pasang surut air laut terjadi karena pengaruh gaya gravitasi oleh matahari dan bulan terhadap bumi. Perhatikan **Gambar 8.21**.

Air laut di suatu permukaan bumi mengalami pasang naik bila permukaan bumi tersebut segaris atau berhadapan langsung dengan bulan atau matahari. Meskipun jarak bumi-matahari sekitar 375 kali jarak bumi-bulan, namun karena massa matahari sekitar 27 juta massa bulan, karena itu pengaruh gaya gravitasi oleh matahari terhadap air laut tetap terlihat, yakni sekitar setengah gaya gravitasi oleh bulan.

Pasang naik air laut ada yang hanya beberapa sentimeter, namun ada yang mencapai sekitar 20 meter (setinggi gedung berlantai 6), contohnya di Kanada. Di Indonesia pasang naik paling tinggi sekitar 2-3 meter.

**Gambar 8.21**

Pengaruh Matahari dan Bulan menyebabkan pasang naik dan pasang surut air laut.

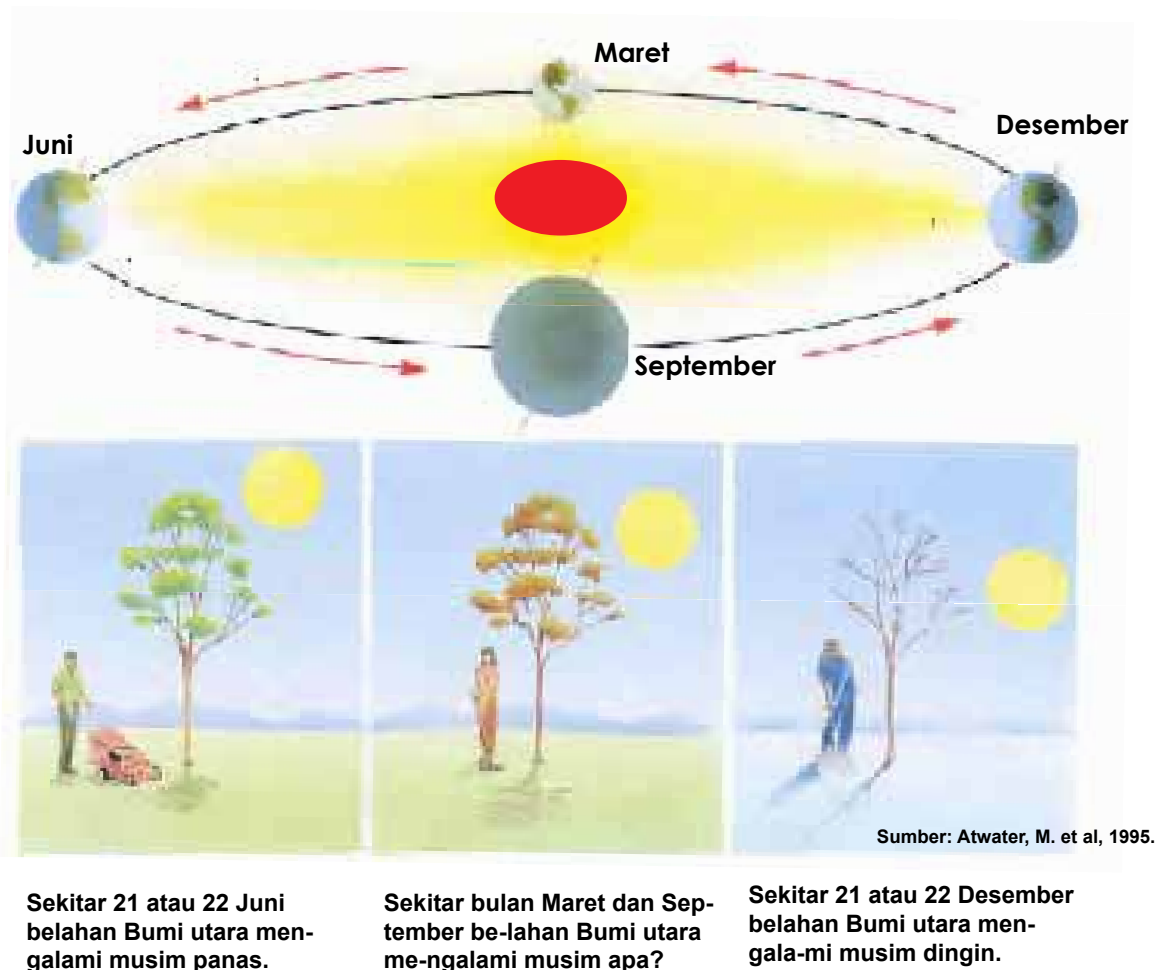


Sumber: Chaisson & McMillan, 1997.

## Perubahan Musim

Dalam setahun daerah-daerah di permukaan bumi selalu mengalami perubahan musim. Mengapa musim panas tidak berlangsung terus-menerus selama satu tahun? Bertanyalah pada poros Bumi!. Poros Bumi membentuk sudut tertentu, tidak tegak lurus terhadap bidang datar. Kemiringan ini, ketika Bumi berevolusi menyebabkan terjadinya perbedaan musim di berbagai daerah di permukaan Bumi.

Perhatikan **Gambar 8.22**, sekitar tanggal 21 Juni belahan Bumi utara lebih condong ke arah matahari sehingga menerima cahaya matahari lebih banyak, maka daerah ini mengalami musim panas. Sedangkan, sekitar tanggal 21 atau 22 Desember belahan Bumi selatan yang mengalami musim panas. Saat belahan Bumi condong menjauhi matahari, maka belahan tersebut mengalami musim dingin.



**Gambar 8.22**

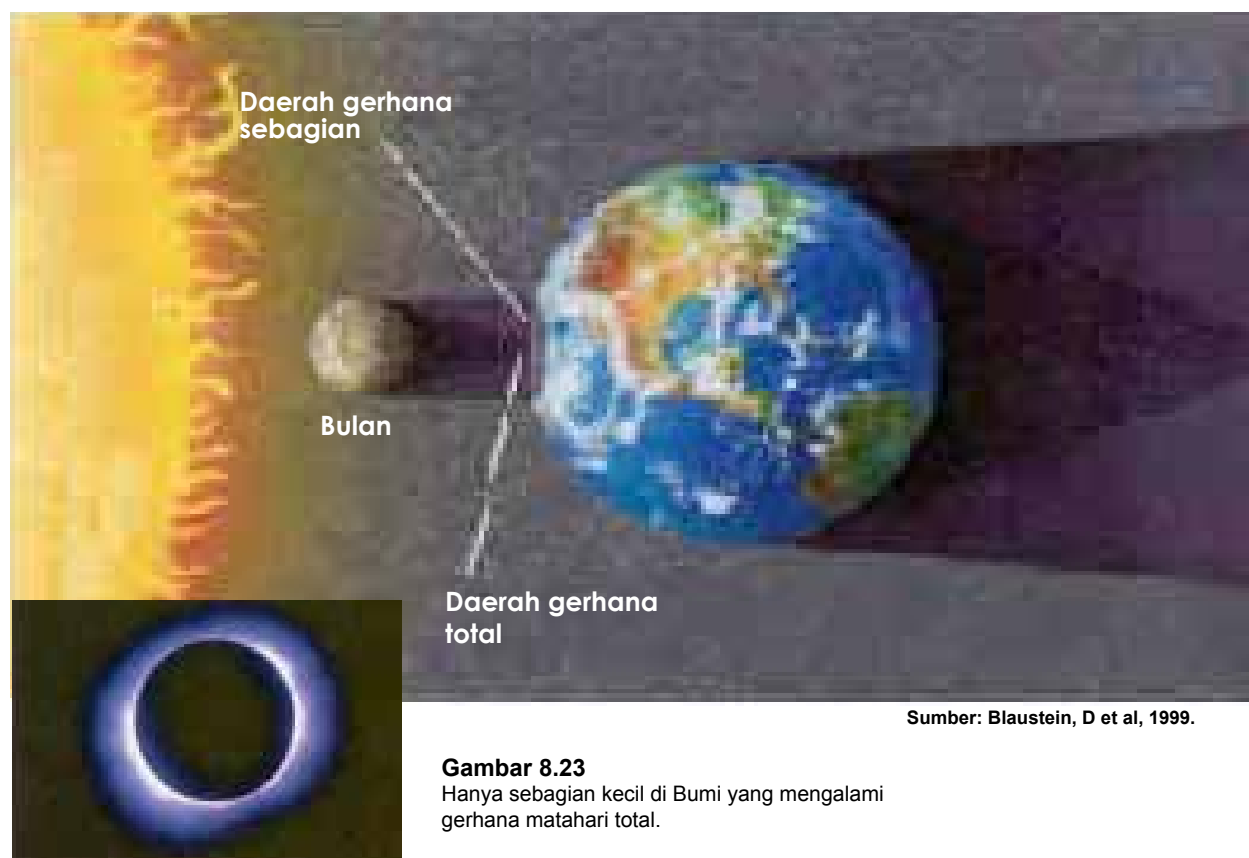
Proses terjadinya musim panas, musim semi, musim gugur, dan musim dingin. Kapan belahan Bumi selatan mengalami musim dingin?

## Gerhana Matahari

Pernahkah ketika kamu menonton televisi, tiba-tiba seseorang berdiri di depanmu, sehingga kamu tidak dapat melihat televisi sama sekali? Begitulah gambaran sederhana terjadinya gerhana.

Bila kamu seolah-olah menjadi Bumi, orang yang berdiri di depanmu sebagai bulan, dan televisi sebagai matahari, maka pada peristiwa di atas posisi bulan menutupi cahaya matahari sehingga tidak dapat sampai ke Bumi. Saat itu di Bumi justru terbentuk bayangan bulan. Daerah di bumi yang tertutup bayangan bulan akan mengalami gerhana. Karena yang tertutupi adalah matahari maka gerhana ini disebut gerhana matahari.

Ukuran bulan jauh lebih kecil dibandingkan matahari, karena itu hanya sebagian kecil saja dari permukaan bumi yang benar-benar ditutupi bayangan bulan dan sama sekali tidak mendapatkan cahaya matahari. Daerah inilah yang mengalami gerhana matahari total seperti ditunjukkan **Gambar 8.23**. Untuk memahami terjadinya gerhana total dan gerhana sebagian, lakukan kegiatan **Lab Mini 8.2**.





## Lab Mini 8.2

### Prosedur:

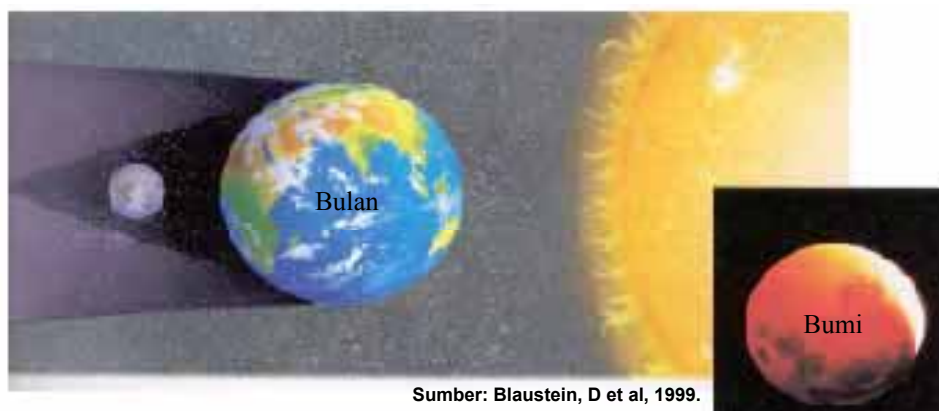
1. Letakkan bola basket atau bola volley di atas meja. Kemudian berdirilah pada jarak kira-kira 4-5 meter dari meja itu.
2. Tutuplah salah satu matamu dengan tangan kiri.
3. Rentangkan tangan kananmu, dan cobalah menutupi bola basket tersebut dengan ibu jarimu!
4. Secara perlahan-lahan gerakkan ibu jari mendekati tubuhmu, hingga bola basket tersebut tertutupi seluruhnya.
5. Ulangi kegiatanmu dengan menggunakan bola tenis atau bola kasti!

### Analisis

1. Dalam buku catatanmu, tulislah hasil pengamatanmu.  
Kapan pandanganmu pada bola basket atau bola volley tertutupi ibu jari? Kapan pandanganmu pada bola tenis tertutupi ibu jari?
2. Benda kecil kadang-kadang dapat menutupi pandangan kita pada benda yang lebih besar. Jelaskan hal ini dan hubungkanlah dengan bulan, Bumi dan matahari saat terjadi gerhana matahari.

## Gerhana Bulan

Tetaplah menggunakan permisalan kamu sedang menonton televisi, tiba-tiba ada orang berdiri di depanmu. Tetapi sekarang Bumi diwakili oleh orang yang berdiri didepanmu, kamu sendiri seolah-olah menjadi bulan, dan televisi tetap menjadi matahari. Saat itu berarti Bumi menghalangi cahaya matahari sehingga tidak sampai ke bulan. Akibatnya bulan tidak memantulkan cahaya sama sekali ke Bumi. Keadaan inilah yang disebut gerhana bulan, sebagaimana ditunjukkan **Gambar 8.24**.



Sumber: Blaustein, D et al, 1999.

**Gambar 8.24**

Saat terjadi gerhana bulan bagaimana posisi Bumi, Bulan dan Matahari?

## Intisari Subbab



1. Jelaskan perbedaan antara revolusi bumi dengan rotasi bumi!
2. Jelaskan penyebab terjadinya pasang surut air laut! Kapan laut mengalami pasang paling besar?
3. Gambarkan posisi matahari, Bumi dan bulan saat terjadi:
  - a. gerhana matahari
  - b. gerhana bulan
4. Perubahan musim disebabkan oleh kemiringan sumbu Bumi dan Bumi mengalami revolusi. Seandainya sumbu Bumi tidak miring, bagaimana musim di Bumi?



### Penggunaan Matematika

Cahaya merambat dengan kecepatan 300.000 km per sekon. Untuk merambat dari bulan hingga sampai di Bumi, cahaya membutuhkan waktu delapan menit. Hitunglah jarak antara Bumi dan bulan!



### Bina Keterampilan

#### Bermain peran

Rancanglah skenario bermain peran untuk mensimulasikan rotasi dan revolusi bulan!



## Mengenali Ruang Angkasa

Bayangkan, misalnya kamu memiliki kotak tertutup rapat dan tidak tembus pandang. Kamu harus menggambarkan isi kotak, tetapi tidak mungkin membukanya, apa yang harus kamu lakukan? Mungkinkah kamu meraba, mengocok, mendengar atau membaunya? Cara-cara ini tentu belum memberikan informasi yang cukup.

Dapatkah radiasi sinar-X membantu penglihatanmu? Dapatkah stetoskop membantu pendengaranmu? Dapatkah alat pelacak gas membantu indera pembaumu?

Pada bagian ini kamu akan belajar bagaimana mengenali suatu benda atau obyek. Kamu harus menggunakan semua inderamu untuk menyelidiki-nya. Bila inderamu sudah tidak mampu lagi, karena kepekaannya memang terbatas, kamu harus memanfaatkan teknologi untuk membantunya. Seandainya tidak mungkin kamu hadir di tempat yang akan kamu selidiki maka kamu harus “memindahkan” inderamu ke sana. Itulah yang terjadi saat ilmuwan menyelidiki ruang angkasa. Selain menggunakan peralatan yang sangat canggih, penyelidikan ke ruang angkasa juga dilakukan oleh astronot (**Gambar 8.25**).

### Kata-kata IPA

Satelit

Roket

Pesawat ulang alik



Sumber: Microsoft Encarta, 2007.

### Gambar 8.25

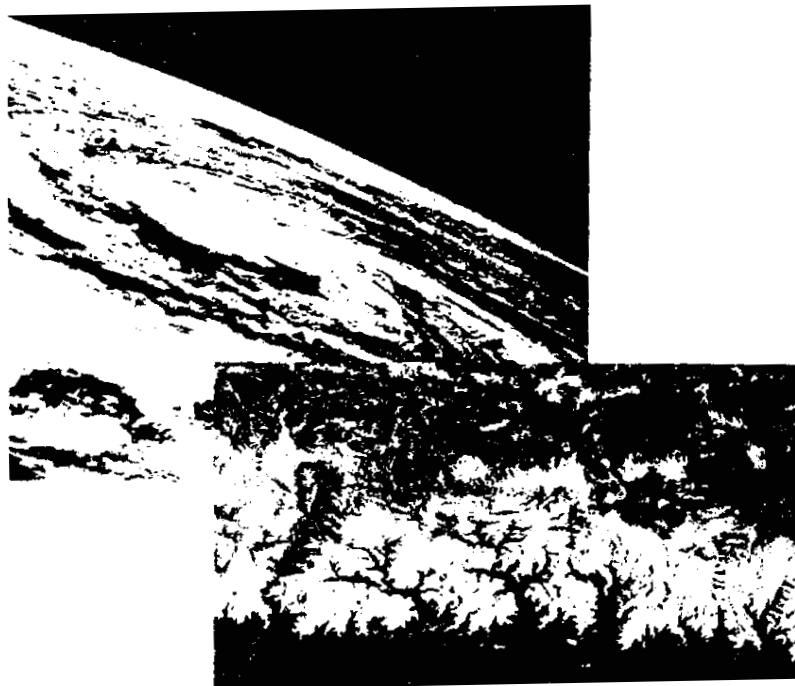
Astronot James Irwin pada tanggal 1 Agustus 1971 mendarat di bulan dan berada di bulan selama 67 jam.



## Satelit

Satelit adalah benda yang mengorbit atau bergerak mengitari benda langit yang lebih besar. Ada dua jenis satelit, yaitu *satelit alam*, misalnya bulan dan *satelit buatan*, misalnya Sputnik 1 (milik Uni Soviet) atau Palapa (milik Indonesia).

Satelit banyak membantu memberikan informasi tentang bulan, bumi dan benda-benda langit lain kepada kita. Satelit juga menjadikan sistem komunikasi menjadi lebih baik. Satelit membantu ahli lingkungan mempelajari polusi, ahli geologi menemukan sumur minyak, dan ahli pertanian mengamati perkembangan tanaman. Satelit komunikasi membantu mentransmisikan (memancarkan) siaran radio dan televisi ke seluruh penjuru dunia. Satelit astronomi memberikan informasi ruang angkasa yang jauh lebih akurat dan lengkap dibanding sumber informasi di bumi, contohnya tampak pada **Gambar 8.26**.



**Gambar 8.26**

Hasil rekaman satelit yang menginformasikan cuaca, termasuk lokasi angin topan. Pemetaan menggunakan satelit hasilnya lebih akurat.

Sumber: Blaustein, D et al, 1999.

## Satelit Palapa

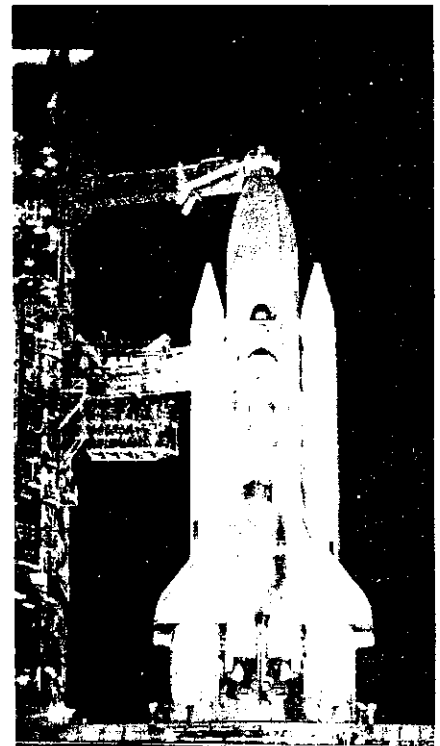
Satelit Palapa tergolong satelit komunikasi. Satelit ini pertama kali diluncurkan tahun 1976 dengan nomor seri Palapa A-1 dan perkiraan usianya sekitar 7 tahun. Dengan satelit Palapa transmisi siaran televisi menjadi semakin luas. Mengapa? Siaran televisi yang dipancarkan oleh transmitter (alat pemancar) pusat yang berada di Jakarta ditangkap oleh stasiun-stasiun relai yang ada di daerah (antara lain: Yogyakarta, Surabaya, dan Maluku). Berikutnya, stasiun relai memancarkan kembali siaran tersebut dan diterima oleh pesawat penerima televisi melalui antena di rumah-rumah penduduk. Coba bayangkan, apa yang terjadi seandainya tidak ada satelit Palapa!

Sampai saat ini Indonesia telah meluncurkan 10 seri satelit Palapa, namun ada satu satelit yang gagal mengorbit yaitu Palapa B-2. Kemudian Palapa B-2 digantikan oleh Palapa B-2P.

## Roket dan Pesawat Ulang Alik

Untuk menempatkan satelit pada orbitnya, roket harus membawa satelit tersebut terbang cepat hingga ketinggian tertentu di atas permukaan Bumi. Roket harus terbang cepat karena dia melawan gaya gravitasi Bumi. Setelah mencapai ketinggian tertentu satelit ini dilepaskan dan akan mengorbit dengan kecepatan tertentu. Kecepatan orbit satelit bergantung pada ketinggiannya di atas permukaan bumi.

Pesawat ulang-alik memiliki fungsi sama dengan roket, yaitu untuk menempatkan satelit pada orbitnya (**Gambar 8.27**). Tetapi, setelah melepaskan satelit pesawat ruang angkasa ini kembali ke Bumi. Di sinilah letak perbedaannya dengan roket yang hanya berfungsi sekali dalam peluncuran satelit. Untuk mendapatkan gambaran bagaimana roket bekerja, lakukan **Kegiatan 8.2**.



**Gambar 8.27**

Satelit Pencari jejak dan Penyiara data Nasa di Peluncuran pesawat ulang alik Challenger. Satelit Palapa kita juga diluncurkan di sini.



## Kegiatan 8.2

# Ke Mars dengan Roket Balon

*Bagaimanakah kamu dapat mengirim peralatan ke Mars dengan bantuan roket?*

### Alat dan Bahan

|         |                 |                   |
|---------|-----------------|-------------------|
| balon   | bola ping pong  | batang kayu kecil |
| benang  | kertas          | tanah iat 1       |
| selotip | penjepitk ertas |                   |

### Prosedur

1. Menggunakan bahan-bahan di atas, rancanglah suatu roket balon untuk membawa bola pingpong ke Mars. Sebelumnya buatlah gambar rancangannya dulu.
2. Buatlah permisalan posisi Mars, kira-kira 2-3 meter dari tempat peluncuran roket.  
Berilah tanda X pada posisi Mars yang kamu buat. Berpusat di X buatlah lingkaran dengan diameter kira-kira 50 cm. Lingkaran ini seolah-olah planet Mars.
3. Sekarang cobalah roketmu! Buatlah modifikasi atau rekayasa sehingga roket dapat mengantarkan bola pingpong tepat di Mars.
4. Pikir dan rancanglah bagaimana caranya agar roket dapat mengantarkan bola pingpong lebih dekat atau lebih jauh dari posisi Mars. Ujilah rancanganmu dengan mencobanya berulang-ulang.

### Diskusikan

1. Apa yang menyebabkan roketmu dapat bergerak?
2. Apa saja yang mempengaruhi kemampuan terbang roketmu?
3. Apa yang membuat terbang roketmu menjadi lebih baik atau lebih buruk?

### Bandingkan

Bandingkan roket rancanganmu dengan roket nyata yang digunakan untuk menempatkan satelit pada orbitnya. Bagian-bagian mana dari rancanganmu yang harus dikembangkan?

## Intisari Subbab



1. Jelaskan manfaat satelit bagi kehidupan kita!  
Untuk melengkapi penjelasanmu, sebutkan sekurang-kurangnya 4 contoh manfaat satelit tersebut!
2. Jelaskan fungsi satelit Palapa!
3. Jelaskan persamaan dan perbedaan antara roket dan pesawat ulang-alik!
4. Roket harus terbang cepat melawan gaya gravitasi bumi, saat membawa satelit menuju ruang angkasa. Dari manakah roket tersebut memperoleh gaya dorong sehingga mampu melawan gravitasi bumi? Bagaimana satelit dapat berada pada posisi yang tetap?



### **Bina keterampilan** **Membuat diagram**

Satelit Palapa dapat memperluas transmisi (pemancaran) siaran televisi. Buatlah diagram sederhana yang menunjukkan urutan transmisi siaran televisi, dari stasiun pemancar pusat hingga sampai di rumah-rumah kita!



---

Kata-kata IPA  
batuan  
batuan beku  
batuan sedimen  
batuan malihan  
siklus batuan  
air tanah  
siklus air

---

## Litosfer

Daratan adalah lapisan kulit bumi yang sebagian besar terdiri atas batu-batuan. Lapisan ini disebut juga litosfer berasal dari bahasa Yunani, *lithos* artinya batuan dan *sphere* artinya lapisan.

Batuan adalah zat padat yang tersusun dari satu atau lebih mineral. Mineral merupakan zat alami yang tidak dibentuk oleh tumbuhan, hewan, atau manusia. Mineral yang kita kenal antara lain: besi, tembaga, aluminium, kuarsa, dan silikon. Mineral-mineral ini dapat bergabung dengan berbagai cara sehingga membentuk berbagai macam batuan. Di bawah ini kita akan membahas tiga jenis batuan, yaitu *batuan beku*, *batuan sedimen*, dan *batuan malihan*.

## Bagaimana Terbentuknya Batuan Beku?

Ketika gunung berapi meletus, magma memancar keluar melewati retakan-retakan di kulit bumi. Magma adalah bahan cairan kental dan panas yang terdapat di perut bumi. Suhunya sekitar  $1400^{\circ}\text{C}$ , berada pada kedalaman 60 meter hingga 200 kilometer di bawah permukaan bumi. Magma yang mengalir di permukaan bumi disebut *lava*. Magma dan lava inilah yang akhirnya membentuk batuan beku.

Magma yang mengeras di saluran gunung berapi (korok) membentuk batuan beku korok. Magma yang mendingin di dalam kerak bumi membentuk batuan beku dalam. Contoh batuan beku dalam adalah *granit*.



**Gambar 8.28**

Aktivitas gunung berapi. Tampak saluran magma dari dalam perut Bumi.



**Gambar 8.29**

Batuan *basalt* dan *granit*, sama-sama berasal dari magma yang membeku. Amatilah perbedaan tekstur *granit* dan *basalt* !

Lava yang mendingin di permukaan bumi membentuk batuan beku luar. Contoh batuan beku luar adalah *basalt* dan *obsidian* .

*Granit* mempunyai butiran-butiran yang lebih besar dibandingkan *basalt*, karena *granit* membeku lebih lambat (Gambar 8.29).

## Bagaimana Batuan Sedimen Terbentuk?

Batuan sedimen terbentuk ketika bahan-bahan hasil pelapukan dipindahkan, kemudian disatukan dan dilekatkan oleh proses alam. Bahan-bahan ini antara lain: pecahan-pecahan batuan, mineral, dan sisa-sisa tumbuhan dan hewan. Proses ini tampaknya sederhana, namun sebenarnya berlangsung selama jutaan tahun.

Batuan sedimen membentuk lapisan-lapisan (Gambar 8.30). Lapisan yang lebih tua terletak di bagian bawah karena terbentuk lebih dulu. Berdasarkan pola-pola ini, batuan sedimen merupakan sarana yang sangat baik untuk penentuan umur fosil.

Contoh batuan sedimen antara lain: batu pasir, batu konglomerat , dan batu kapur.

**Gambar 8.30**

Batuan sedimen terbentuk berlapis-lapis. Lapisan atas menekan lapisan bawahnya.



### Lab Mini 8.3

#### Batuan

##### Prosedur

1. Ambillah beberapa batuan di sekitarmu, atau batuan sampel di laboratorium.
2. Dengan menggunakan kaca pembesar, amati-lah struktur batuan tersebut.
3. Gambarlah hasil pengamatanmu pada kertas.

##### Analisis

Untuk batuan yang sama, bandingkan hasil pengamatanmu dengan hasil pengamatan temanmu! Apakah yang dapat kamu simpulkan?

## Bagaimana Terbentuknya Batuan Malihan?

Di samping pembekuan magma dan lava, serta bersatunya sedimen hasil pelapukan, terdapat proses lain yang menghasilkan batuan jenis baru. Proses ini disebut metamorfosis, berasal dari bahasa Yunani meta yang berarti berubah dan morphe yang berarti bentuk. Proses perubahan ini meliputi perubahan struktur batuan (ikatan lapisan-lapisan batuan) dan komposisi kimianya. Batuan yang terbentuk melalui proses ini disebut batuan metamorfosis atau batuan malihan.

Ada dua penyebab terbentuknya batuan metamorfosis, yaitu suhu dan tekanan. Ketika batuan beku atau batuan sedimen mendapat tekanan dan atau suhu yang tinggi, batuan itu dapat berubah menjadi batuan yang baru.

Contoh batuan metamorfosis adalah: marmer, sabak/batu tulis (Gambar 8.31) dan berbagai jenis batu permata.



**Gambar 8.31**

Batu tulis, terbentuk ketika batu lempung mendapat tekanan dan panas dari luar.

## Apakah pelapukan dan pengikisan itu?

Berbagai batuan berubah warna, komposisi, atau bentuknya disebabkan oleh pelapukan. Pelapukan adalah hancurnya batuan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil akibat proses alam. Pelapukan dibedakan menjadi dua, pelapukan secara fisika dan pelapukan secara kimia. Pelapukan secara fisika adalah pelapukan batuan tanpa disertai perubahan komposisinya. Pelapukan secara kimia adalah pelapukan yang disertai perubahan struktur dan komposisinya.

Tanah adalah campuran batuan yang telah lapuk dengan humus, udara dan air. Humus adalah sisa-sisa tumbuhan dan bakteri yang menghasilkan bahan organik berwarna gelap. Pelapukan secara fisika dan kimia sangat berperan dalam pembentukan tanah.

Pecahan-pecahan batuan hasil pelapukan sering kali dibawa ke tempat yang jauh dari asalnya. Proses ini disebut pengikisan. Jadi pengikisan adalah proses terbawanya hasil pelapukan dan diendapkannya bahan tersebut di tempat lain secara alami. Tenaga pengikisan ini



secara terus menerus mengubah wajah Bumi. Penyebab pengikisan antara lain: air, angin, gletser, dan gravitasi.

## Pemanfaatan Batuan

Batuan yang terdiri dari berbagai mineral dimanfaatkan manusia untuk berbagai keperluan. Sebagai contoh, intan digunakan untuk memotong kaca dan sebagai mata bor, karena intan merupakan mineral paling keras.

Berlian adalah intan yang telah dipotong dan dipoles sehingga tampak berkilauan. Berlian yang berkilauan ini dimanfaatkan sebagai perhiasan.

Selain terkenal karena kerasnya, intan sebenarnya merambatkan kalor lebih baik daripada zat-zat padat lainnya; empat kali lebih baik daripada perak dan tembaga. Intan juga merupakan isolator listrik yang bagus. Oleh karena itu ukuran sistem pendingin komponen-komponen komputer dapat diperkecil dengan memanfaatkan lapisan tipis intan. Lensa kamera juga dilindungi dengan lapisan tipis intan.

Dalam dunia kedokteran, intan digunakan untuk implant, misalnya pada pembuatan sendi palsu. Dalam dunia industri, lapisan tipis intan dimanfaatkan sebagai bahan anti karat.

Mineral-mineral lain juga digunakan dalam produk-produk industri dan rumah tangga. Kuarsa digunakan dalam pembuatan kaca (Gambar 8.32). Pasir kuarsa juga digunakan dalam pembuatan semen untuk bahan bangunan. Selain itu, kuarsa juga digunakan dalam pembuatan kertas gosok (ampelas). Batu gips digunakan untuk pembalut khusus saat patah tulang, dan Talc digunakan untuk bahan bedak.

Mineral logam, seperti aluminium, besi, dan tembaga umumnya digunakan sebagai konduktor panas dan listrik. Mineral logam yang lain, emas dan perak, dimanfaatkan untuk perhiasan, misalnya kalung, gelang, dan cincin.

Batu granit dimanfaatkan untuk melapisi pagar, tembok, dan lain-lain. Pemilihan batu granit tersebut antara lain karena sifatnya yang keras dan tekstur permukaannya yang khas. Marmer digunakan untuk lantai, meja, kap lampu, dan lain-lain. Carilah pemanfaatan lain batuan dalam kehidupan sehari-hari.



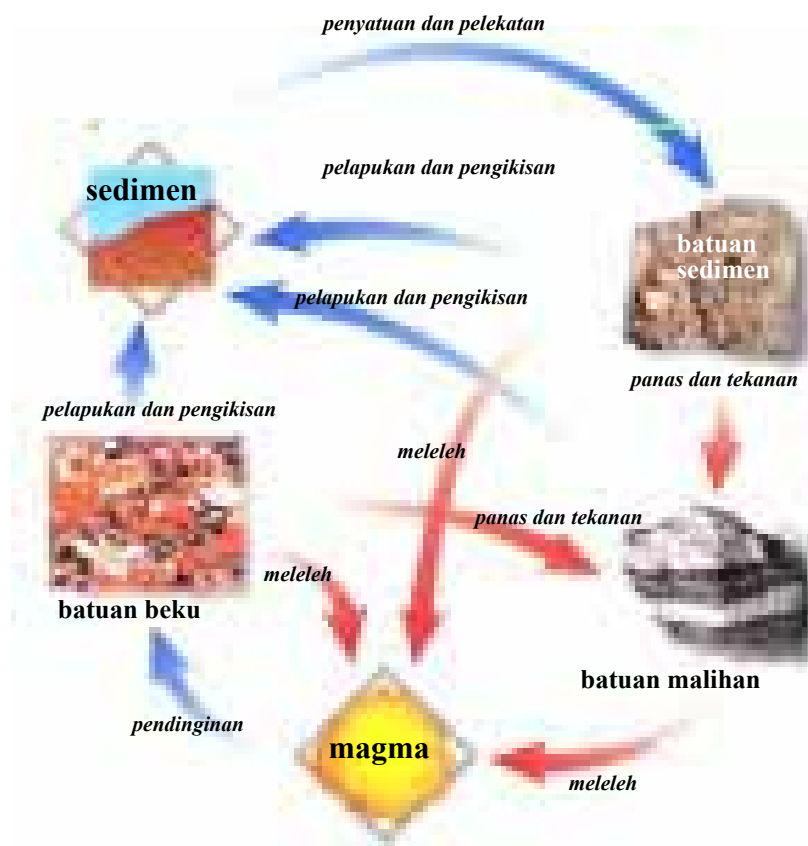
**Gambar 8.32**  
Gelas kaca dibuat dari batuan kuarsa.

## Bagaimanakah Siklus Batuan Berlangsung?

Batuan di Bumi selalu mengalami perubahan. Perubahan tersebut antara lain dipengaruhi oleh air, angin, gletser, gravitasi, panas, dan tekanan. Pengaruh-pengaruh di atas menyebabkan terjadinya proses yang disebut siklus batuan.

Seperti siklus-siklus yang lain di alam, siklus batuan juga menunjuk-kan terjadinya perubahan secara terus menerus. Alur setiap tahap pada siklus tampak pada Gambar 8.33. Pelapukan dan pengikisan merupakan bagian dari siklus ini.

Batuan beku mengalami pelapukan dan pengikisan, sehingga menimbulkan sedimen. Sedimen yang bersatu akan membentuk batuan endapan (batuan sedimen). Bila batuan beku dan batuan sedimen mendapat suhu dan atau tekanan yang tinggi akan berubah menjadi batuan malihan (batuan metamorfosis). Batuan malihan yang bersentuhan dengan magma panas akan meleleh menjadi magma. Saat terjadi letusan (erupsi) gunung berapi, magma tersembur keluar, mendingin menjadi batuan beku kembali, dan seterusnya, proses terulang dari awal. Keseluruhan proses ini disebut *siklus batuan*.



**Gambar 8.33**  
Siklus batuan.

## Air di Bumi Kita

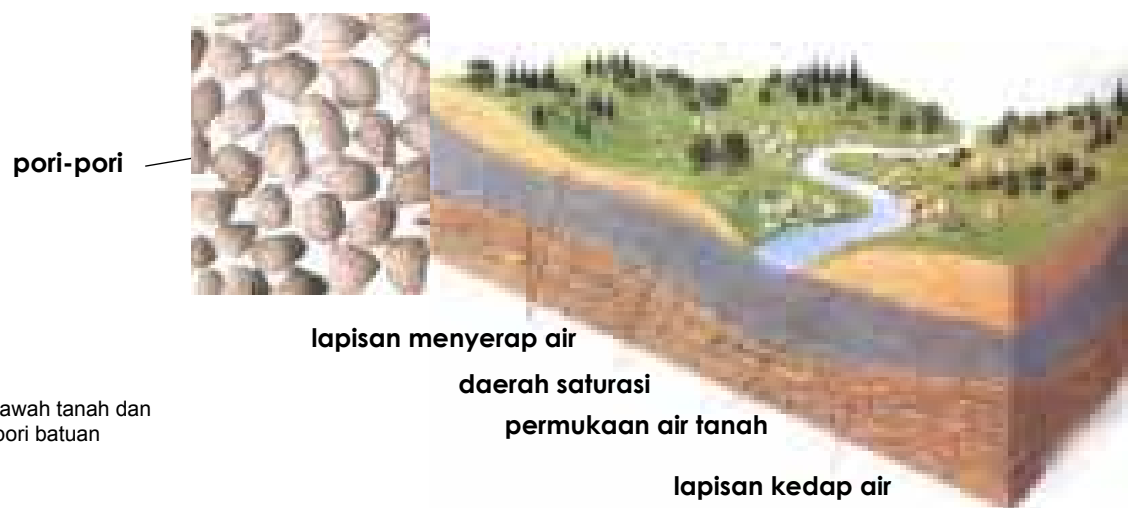
Tiga perempat permukaan bumi tertutup oleh air. Sebagian besar air berada di laut. Misalnya jumlah air di seluruh dunia adalah 100 gelas, maka 98 gelas ada di laut, dan hanya 2 gelas yang ada di sungai, danau, sumur, di dalam tanah, dan di awan. Karena itu kita harus menjaga dan mengatur penggunaan air.

Pada pembahasan sebelumnya kamu sudah memahami bahwa tanah tersusun atas campuran batu-batuan yang telah lapuk dengan humus, udara, dan air. Di antara pecahan-pecahan kecil batu yang lapuk terdapat ruangan semacam pori-pori, seperti terlihat pada **Gambar 8.34**. Air yang meresap dalam pori-pori dan menjadi bagian dari sistem pori-pori itu disebut air tanah.

Air tanah meresap dan mengalir pada kedalaman berbeda-beda, baru berhenti setelah sampai pada lapisan kedap air, contohnya lapisan tanah lempung. Tanah lempung atau material lain yang kedap air berperilaku sebagai penahan atau perintang sehingga air tanah tidak dapat mengalir lebih dalam lagi.

Daerah yang pori-pori batuan terisi air disebut *daerah saturasi* (penyerapan). Permukaan atas daerah saturasi disebut *permukaan air tanah* (*water table*). Daerah saturasi sangat penting bagi kehidupan manusia, karena air minum dan kebutuhan air bersih yang lain dipenuhi dari daerah ini.

Untuk membuat sumur yang baik, dasar sumur harus berada atau lebih rendah dari daerah saturasi. Pada musim kemarau saat penggunaan air di permukaan Bumi jauh lebih banyak dibanding air hujan, kadang-kadang sumur menjadi kering. Hal ini disebabkan *permukaan air tanah* turun.

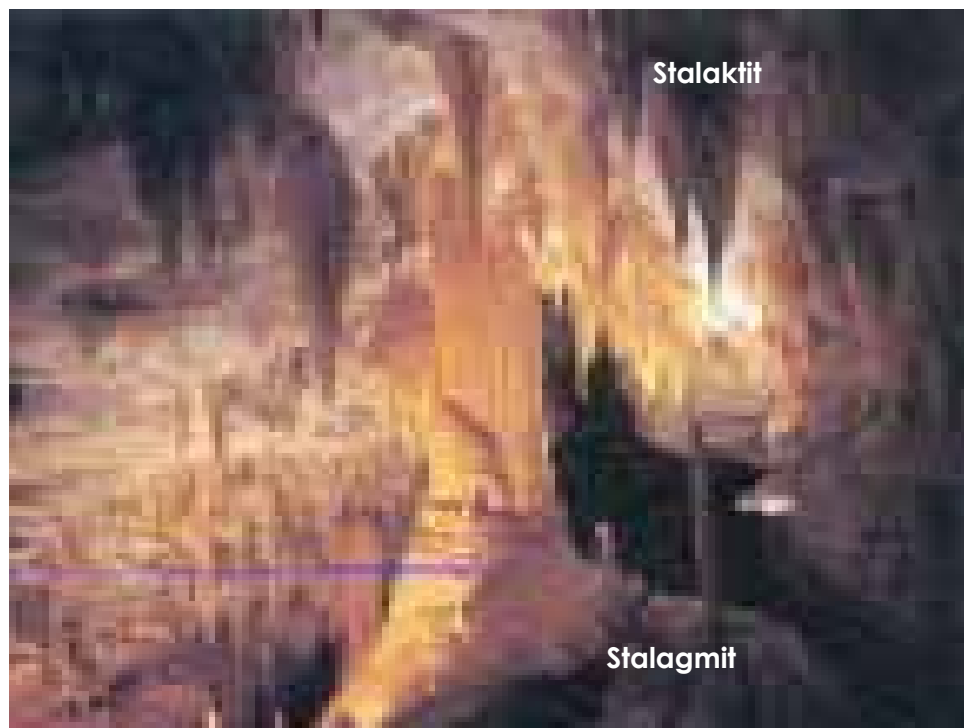


**Gambar 8.34**  
Lapisan-lapisan bawah tanah dan penampang pori-pori batuan

Di beberapa tempat, permukaan air tanah bertemu dengan permukaan bumi, terbentuklah *mata air*. Mata air dapat dimanfaatkan sebagai sumber air segar. Air yang keluar dari mata air umumnya dingin, tetapi di beberapa tempat terdapat mata air panas, misalnya di Ciater, Jawa Barat.

## Pengikisan oleh Air Tanah

Pengikisan oleh air tidak hanya terjadi di atas permukaan tanah, tetapi juga terjadi di bawah tanah. Ketika air bercampur dengan karbon dioksida dalam udara akan membentuk asam lemah. Asam lemah ini mudah melarutkan batuan kapur. Air tanah yang bersifat asam bila meresap dalam batuan kapur, menyebabkan batuan kapur meleleh dan membentuk lubang. Lubang tersebut makin lama makin besar hingga terbentuk gua kapur. Lelehan batu kapur merupakan campuran kalsium dan air. Lelehan ini akan menetes perlahan-lahan. Setelah airnya menguap yang tertinggal hanyalah endapan kalsium dalam bentuk kerucut-kerucut cantik, seperti terlihat pada **Gambar 8.35**. Kerucut yang menggantung di atap gua disebut *stalaktit*, kerucut yang berdiri di lantai gua disebut *stalagmit*.



**Gambar 8.35**

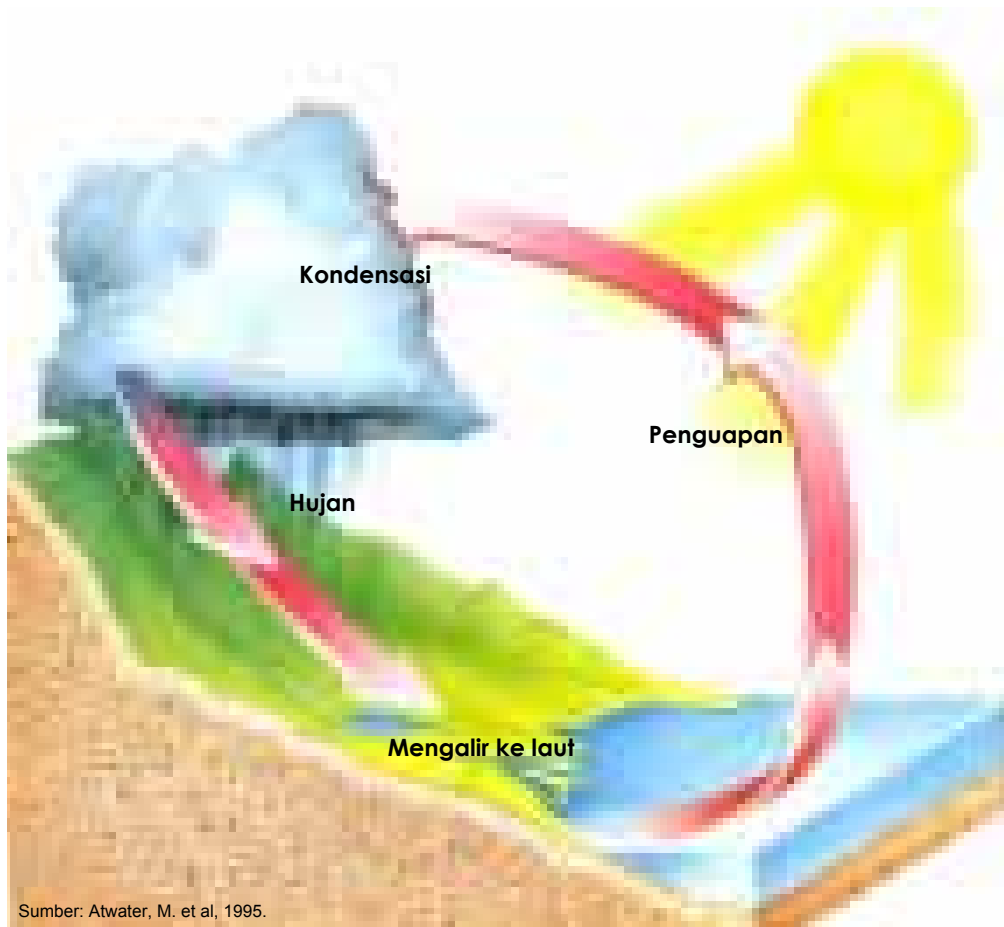
Lelehan batu kapur terdiri atas kalsium dan air. Lelehan tersebut menetes dan membentuk stalaktit dan stalagmit.

Sumber: Blaustein, D et al, 1999.

## Bagaimana Siklus Air Berlangsung?

Di pagi hari, saat kamu bangun tidur lihatlah daun-daun di sekitarmu yang berembun. Semakin siang saat sinar matahari semakin menyengat, embun-embun itu tak ada lagi. Begitu pula saat kamu menjemur pakaianmu yang basah, setelah selang waktu tertentu bajumu menjadi kering. Kemana air-air itu? Air itu *menguap*, yaitu berubah dari wujud cair ke wujud gas. Uap air yang terbentuk naik menembus atmosfer Bumi, semakin lama semakin banyak dan mendingin menjadi awan. Proses ini disebut *kondensasi*. Semakin lama titik-titik air hasil kondensasi semakin banyak hingga tak mampu lagi bertahan di awan, maka terjadilah hujan.

Air hujan mengalir di sungai, di danau, menjadi air tanah atau terkumpul di laut. Air-air itu akan mengalami penguapan, kondensasi dan menjadi hujan lagi. Proses ini terjadi berulang-ulang, yang disebut siklus air (**Gambar 8.36**).



**Gambar 8.36**

Siklus air. Proses apa saja yang terjadi secara berurutan dalam siklus tersebut?

## Intisari Subbab



1. Apakah yang dimaksud dengan litosfer?
2. Bagaimana proses terbentuknya batuan beku, batuan sedimen dan batuan malihan?
3. Jelaskan proses terjadinya gua kapur!
4. Sebutkan sekurang-kurangnya lima contoh pemanfaatan batuan dalam kehidupan sehari-hari!
5. Bagaimanakah proses air hujan berubah menjadi air tanah?
6. Mengapa di suatu daerah terjadi kekeringan, sementara di daerah yang lain terjadi banjir?
7. Jelaskan proses terjadinya mata air panas!



### **Bina Keterampilan** **Membuat peta konsep**

Buatlah peta konsep yang menunjukkan perubahan batuan beku menjadi batuan sedimen, kemudian menjadi batuan malihan dan akhirnya menjadi batuan beku kembali! Tuliskan pula proses-proses yang terjadi dalam perubahan tersebut!



## Komposisi Atmosfer

Atmosfer adalah lapisan udara yang mengelilingi Bumi kita. Atmosfer mengandung campuran gas, juga terdapat bagian-bagian yang berwujud padat dan cair. **Gambar 8.37** menunjukkan diagram komposisi gas dalam atmosfer Bumi.

Nitrogen merupakan bagian yang paling banyak, kemudian oksigen. Kira-kira 0 - 4 % atmosfer terdiri atas uap air. Saat kandungan uap air dalam atmosfer maksimum, persentase kandungan gas lain menurun. Atmosfer juga mengandung gas-gas lain dan kabut asap yang menyebabkan pencemaran atau polusi. Bahan-bahan penyebab polusi disebut polutan. Kendaraan bermotor mengeluarkan polutan berupa nitrogen oksida dan hidrokarbon sisa pembakaran ke udara. Polutan-polutan tersebut bercampur dengan oksigen dan bahan-bahan kimia yang lain. Bila campuran tersebut terkena cahaya matahari akan membentuk kabut asap berwarna kecoklatan.

Komponen lain yang ada dalam asap adalah ozon. Ozon merupakan gas yang secara alami berada dalam lapisan stratosfer, bila terbentuk di daerah dekat permukaan Bumi gas tersebut berbahaya, dapat merusak tanaman dan merusak paru-paru. Atmosfer juga tersusun atas zat-zat padat, antara lain debu, garam dan es. Debu terbawa oleh

### Kata-kata IPA

Troposfer

Stratosfer

Mesosfer

Termosfer

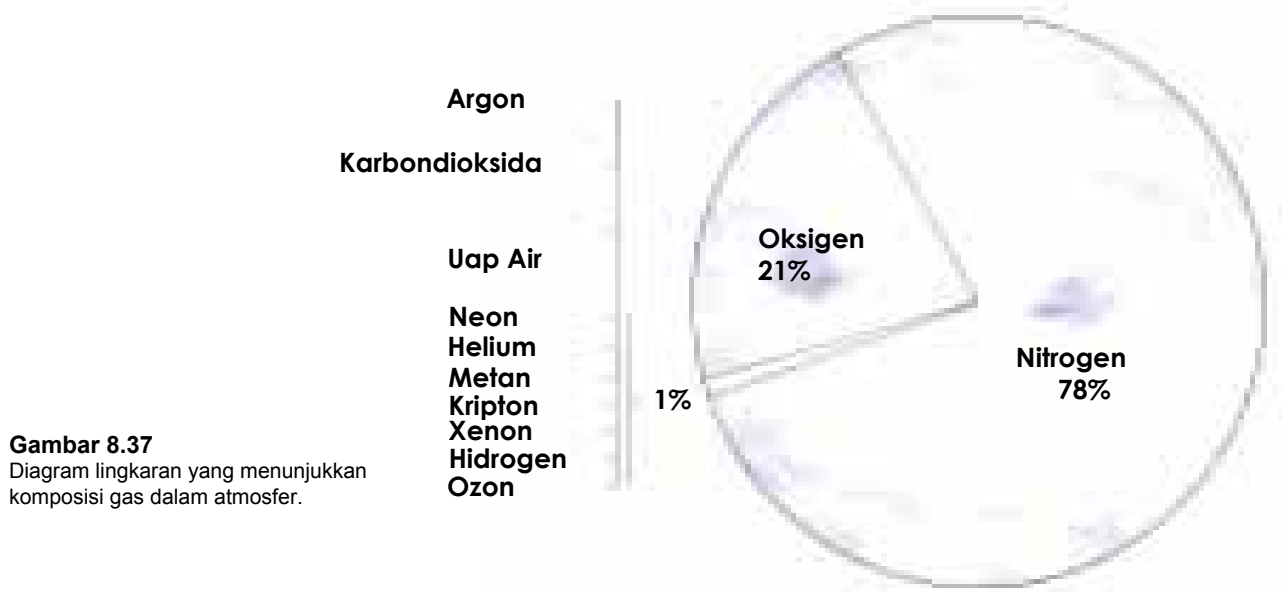
Ionosfer

Eksosfer

Polusi udara

Efek rumah kaca

Pemanasan global



**Gambar 8.37**

Diagram lingkaran yang menunjukkan komposisi gas dalam atmosfer.



angin, garam berasal dari percikan air laut dan es berasal dari hujan salju. Selain zat gas dan zat padat, atmosfer juga mengandung zat cair, misalnya awan. Air merupakan satu-satunya partikel yang berada di atmosfer dalam wujud padat, cair dan gas.

## Struktur Atmosfer

Menurut ramalan cuaca, di lapisan stratosfer telah terjadi penumpukan kabut asap dan penipisan ozon. Dua kondisi tersebut sangat berpengaruh bagi kesehatan.

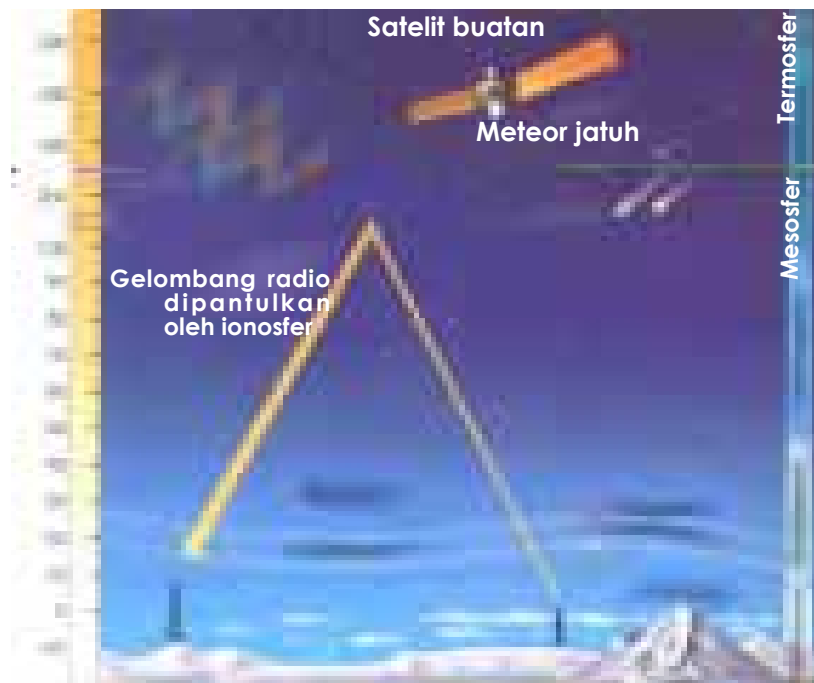
**Gambar 8.38** menunjukkan lima lapisan utama dalam atmosfer Bumi kita, yaitu: *troposfer*, *stratosfer*, *mesosfer*, *termosfer* dan *eksosfer*. Masing-masing lapisan memiliki sifat yang khas.

Kita hidup di lapisan troposfer, lapisan yang pa-ling dekat dengan Bumi. Troposfer mengandung 75% gas, juga terdapat debu, es dan cairan. Asap, awan, perubahan cuaca dan iklim terjadi di lapisan ini.

Di atas troposfer terdapat lapisan stratosfer. Ozon berada di lapisan stratosfer. Lapisan ozon sangat penting bagi kesehatan kita, karena lapisan ini merupakan perisai Bumi dari sinar ultraviolet yang dipancarkan matahari. Bila ozon tipis atau berlubang, sinar ultraviolet mengenai kita, kita akan menderita penyakit kanker kulit.

**Gambar 8.38**

Meskipun atmosfer Bumi tebalnya ratusan kilometer, 75% dari seluruh gas nya berada di dekat permukaan Bumi.

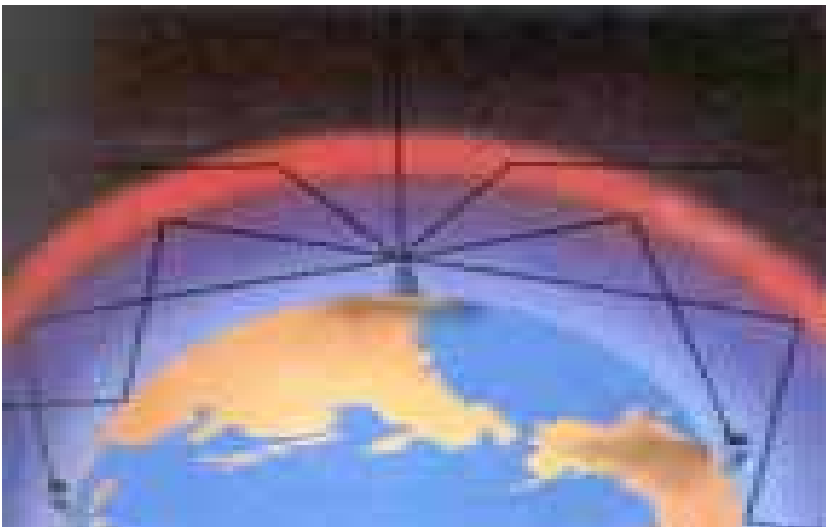


Mesosfer merupakan lapisan atmosfer yang bertemperatur paling dingin, merupakan pelindung Bumi dari badai meteor. Meteor sudah hancur ketika memasuki lapisan ini. Di atas mesosfer terdapat lapisan yang temperaturnya tinggi, yaitu termosfer. Termosfer memiliki lapisan khusus, disebut ionosfer, yang mengandung partikel-partikel bermuatan listrik. Ketika energi panas matahari mengenai partikel bermuatan listrik akan dihasilkan ion-ion dan elektron-elektron bebas. Gelombang radio bila mengenai lapisan ionosfer akan dipantulkan kembali ke Bumi dengan jangkauan yang lebih luas dan ditangkap oleh pesawat radio di rumah-rumah kita (Gambar 8.39).

Eksosfer merupakan lapisan atmosfer yang paling tinggi. Bila kamu menjadi astronot dan terbang menembus eksosfer kamu akan jarang bertemu dengan partikel atau ion, akhirnya kamu akan meninggalkan bumi dan masuk ruang angkasa luar.

## Tekanan dan Suhu Atmosfer

Sebagaimana partikel yang lain, partikel-partikel penyusun atmosfer juga memiliki massa dan mengalami gaya gravitasi (gaya berat) ke arah pusat Bumi. Berat udara yang di atas menimbulkan tekanan pada udara di bawahnya, memampatkan molekul dan menaikkan massa jenis atau kerapatannya. Karena massa jenis udara di



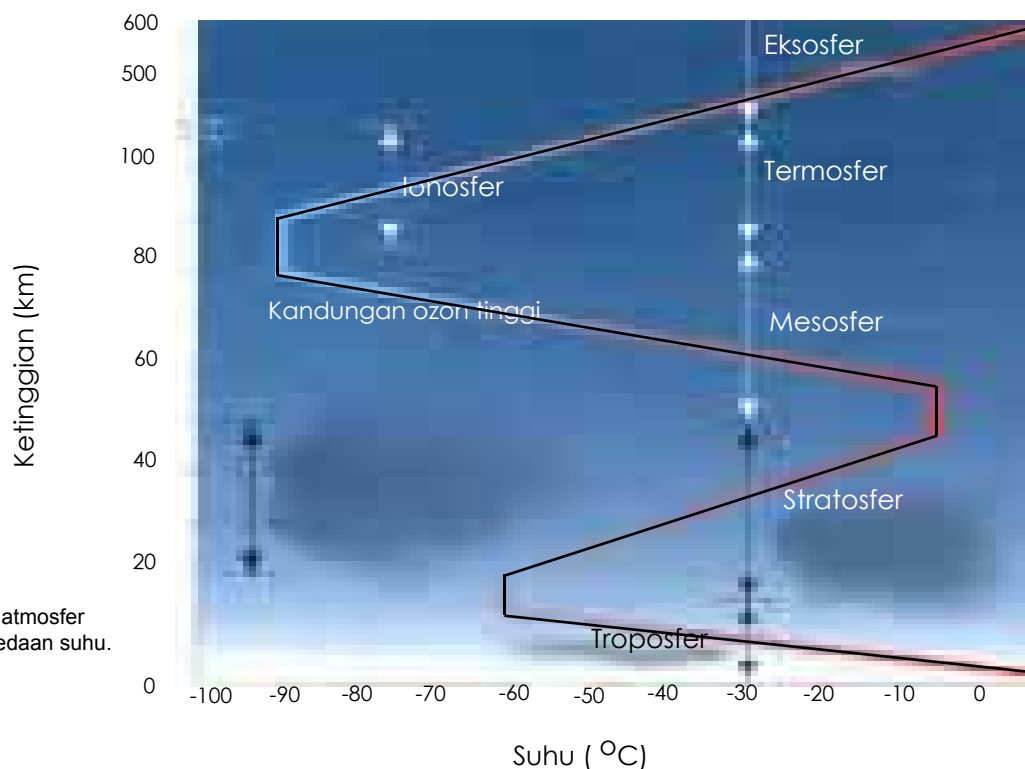
Sumber: Blaustein, D et al, 1999.

**Gambar 8.39**

Gelombang radio dipantulkan oleh ionosfer, diterima di Bumi dalam jangkauan yang lebih luas.

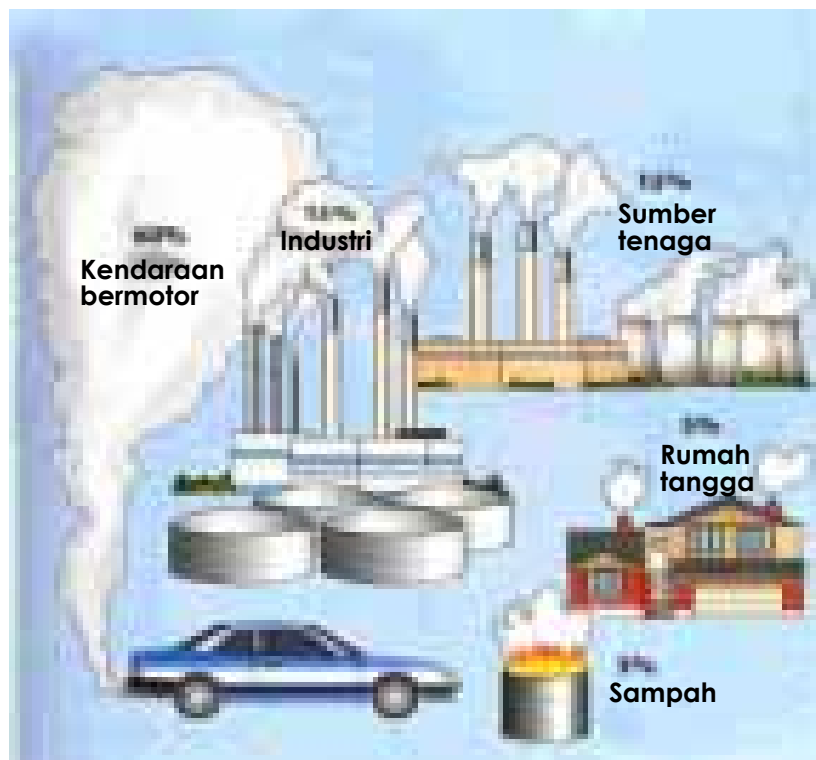
dekat permukaan Bumi lebih besar dibanding massa jenis udara di atasnya, maka tekanannya juga menjadi lebih besar. Sebaliknya, semakin jauh dari permukaan Bumi atau semakin tinggi kedudukan atmosfer, tekanannya semakin kecil. Karena itu bila kamu berkemah di puncak gunung, untuk mendidihkan air akan lebih cepat dibanding di dataran rendah. Mengapa? Rendahnya tekanan udara menyebabkan titik didih air turun, sehingga air lebih mudah mendidih. Tetapi kamu harus hati-hati, karena semakin rendah tekanan udara semakin sedikit molekul udaranya. Hal ini mengakibatkan sulit bernapas.

Tinggi rendahnya tekanan udara tidak hanya dipengaruhi oleh ketinggian suatu tempat, tetapi juga dipengaruhi oleh suhu atau temperaturnya (**Gambar 8.40**). Daerah atmosfer yang panas (temperaturnya tinggi), molekul udaranya akan bergerak lebih cepat karena memiliki energi lebih besar. Berarti molekul udara yang menempati suatu ruangan menjadi lebih sedikit, akibatnya kerapatannya berkurang dan tekanannya rendah. Pemisahan lapisan-lapisan atmosfer terjadi karena adanya perbedaan suhu.



**Gambar 8.40**

Pemisahan lapisan-lapisan atmosfer terjadi karena adanya perbedaan suhu.



Sumber: Blaustein, D et al, 1999.

## Polusi Udara

Polusi udara bersumber dari banyak hal, antara lain: asap yang dikeluarkan pabrik atau kendaraan bermotor, debu dan sisa-sisa bahan kimia (**Gambar 8.41**). Polusi juga dapat disebabkan oleh proses alam, misalnya letusan gunung berapi.

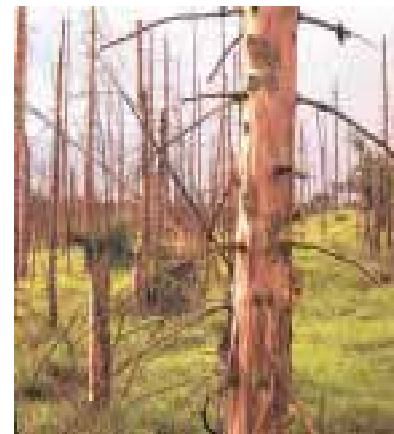
Material penyebab polusi disebut polutan. Polutan yang sering ditemukan di daerah pemukiman berupa kabut asap, yaitu campuran antara asap dan kabut. Kabut asap *fotokimia* adalah kabut asap berwarna kecoklatan yang terbentuk bila sisa pembakaran BBM (bahan bakar minyak) dari kendaraan bermotor berinteraksi dengan cahaya matahari. Ada juga kabut asap belerang, yaitu kabut asap berwarna kelabu sebagai sisa pembakaran BBM pada tungku atau kompor minyak di rumah-rumah. Kabut asap belerang terbentuk di daerah yang sedikit atau tidak ada angin.

Polutan yang lain adalah hujan asam. Belerang oksida sisa pembakaran bila bergabung dengan uap air di udara membentuk asam sulfat. Nitrogen oksida sisa pembakaran mobil bila bergabung dengan uap air di udara membentuk asam nitrat. Uap air yang bersifat asam tersebut bila berjatuh ke Bumi disebut *hujan asam*. Hujan asam akan mematikan tanaman (**Gambar 8.42**) dan mengganggu kesehatan kita.

Bagi tubuh manusia, polusi udara dapat mengganggu fungsi kerja mata, hidung, tenggorokan, paru-paru, hati, dan otak, sebagaimana ditunjukkan

**Gambar 8.41**

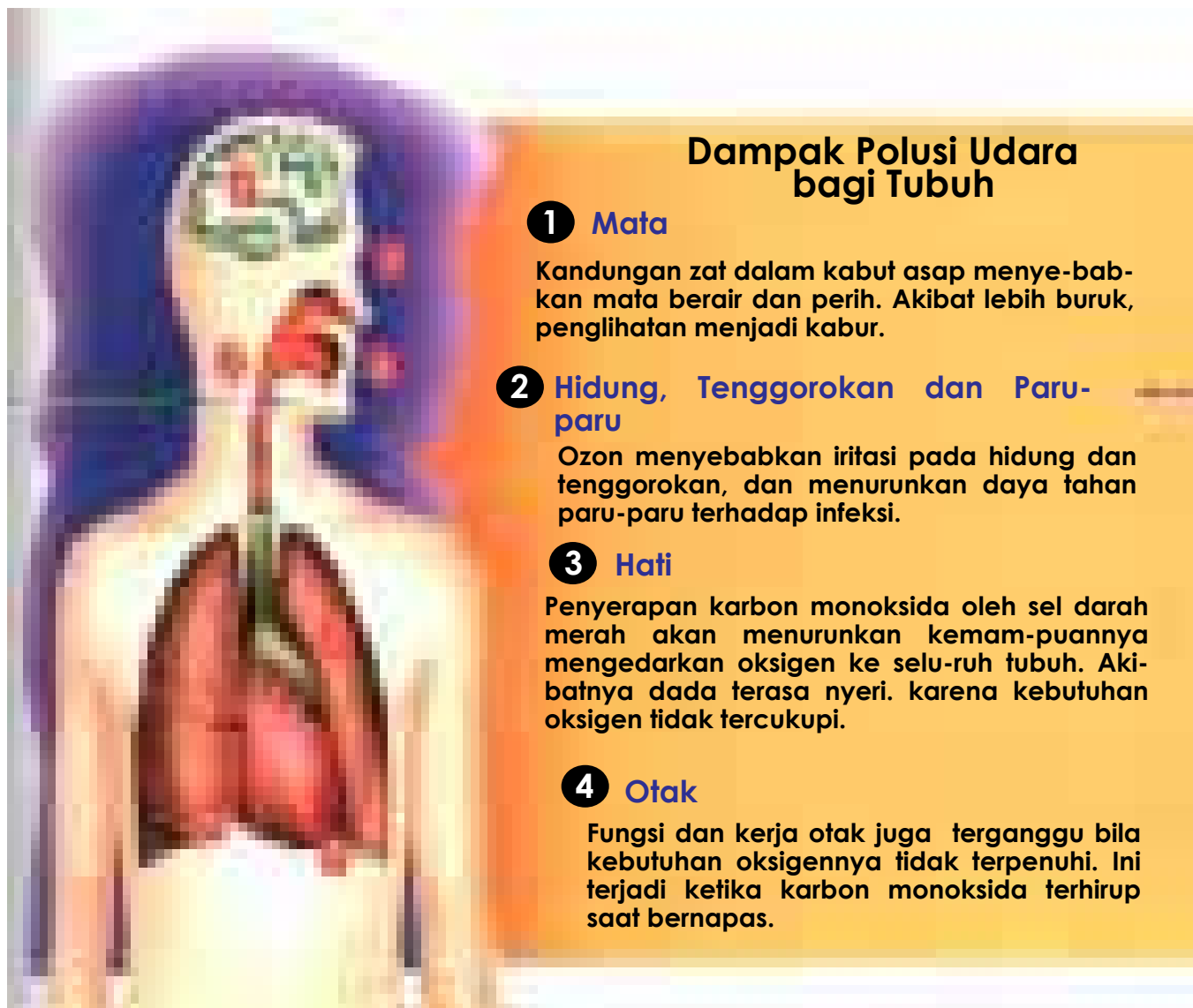
Gambaran persentase kabut asap dari beberapa sumber yang menimbulkan polusi udara.



Sumber: Blaustein, D et al, 1999.

**Gambar 8.42**

Hujan asam menyebabkan tanah terlalu asam, sehingga menurunkan daya tahan tana-man terhadap penyakit, hama dan cuaca buruk.



## Dampak Polusi Udara bagi Tubuh

### 1 Mata

Kandungan zat dalam kabut asap menyebabkan mata berair dan perih. Akibat lebih buruk, penglihatan menjadi kabur.

### 2 Hidung, Tenggorokan dan Paru-paru

Ozon menyebabkan iritasi pada hidung dan tenggorokan, dan menurunkan daya tahan paru-paru terhadap infeksi.

### 3 Hati

Penyerapan karbon monoksida oleh sel darah merah akan menurunkan kemampuannya mengedarkan oksigen ke seluruh tubuh. Akibatnya dada terasa nyeri. Karena kebutuhan oksigen tidak tercukupi.

### 4 Otak

Fungsi dan kerja otak juga terganggu bila kebutuhan oksigennya tidak terpenuhi. Ini terjadi ketika karbon monoksida terhirup saat bernapas.

Sumber: Blaustein, D et al, 1999.

## Pemanasan Global

Gangguan di atmosfer Bumi yang dewasa ini meresahkan kehidupan manusia adalah pemanasan global. Untuk mengurangi pemanasan global, harus dipahami dulu penyebab terjadinya pemanasan global yaitu efek rumah kaca dan gas rumah kaca.

Sinar matahari menyimpan energi. Saat sinar matahari mengenai bumi, bumi menjadi panas. Sebagian energi panas tersebut oleh bumi dipantulkan kembali ke atmosfer sebagai gelombang panas, berupa sinar infra merah. Dalam atmosfer, sinar infra merah ini diserap oleh berbagai molekul gas, sehingga suhu atmosfer naik. Kenaikan suhu atmosfer inilah yang disebut efek rumah kaca. Gas-gas dalam atmosfer yang menyerap gelombang panas disebut gas rumah kaca. Jadi efek rumah kaca tidak ada kaitannya

dengan bangunan gedung-gedung bertingkat yang dindingnya terbuat dari kaca. Efek rumah kaca disebabkan oleh gas rumah kaca yang menyerap gelombang panas dari bumi, seperti ditunjukkan Gambar 8.44.

Dalam kondisi normal, efek rumah kaca sebenarnya sangat membantu kita. Bila tidak ada efek rumah kaca, suhu rata-rata di bumi bisa mencapai  $-18^{\circ}\text{C}$ . Suhu ini jelas terlalu rendah untuk kehidupan manusia dan makhluk hidup yang lain. Ada-nya efek rumah kaca suhu rata-rata di bumi menjadi sekitar  $33^{\circ}\text{C}$ .

Gas rumah kaca yang terpenting adalah karbon dioksida. Akhir-akhir ini dicatat kandungan karbon dioksida dan gas lain dalam atmosfer mengalami kenaikan. Naiknya gas rumah kaca akan menaikkan pula efek rumah kaca. Peristiwa naiknya intensitas efek rumah kaca itulah yang disebut pemanasan global.

Pemanasan global menimbulkan berbagai dampak, antara lain: (i) perubahan iklim, (ii) kenaikan frekuensi dan intensitas badai, (iii) menaikkan suhu permukaan laut, sehingga terjadi penambahan ketinggian air laut. Berdasar uraian di atas, diskusikan dengan teman-temanmu apa yang dapat kalian lakukan untuk mengurangi terjadinya pemanasan global?



**Gambar 8.44**  
Terjadinya efek rumah kaca.



1. Apa yang terjadi seandainya bumi tidak dikelilingi oleh atmosfer?
2. Sebutkan keuntungan dan kerugian adanya ozon!
3. Bagaimana proses terjadinya hujan asam? Apakah hujan asam merugikan makhluk hidup? Jelaskan!
4. Berilah sekurang-kurangnya lima contoh dampak polusi udara bagi tubuh kita! Tulislah usulan untuk mencegah polusi di sekitar tempat tinggalmu!
5. Sebutkan dampak yang timbul akibat terjadinya pemanasan global!



### **Bina Keterampilan**

#### **Membandingkan dan Membedakan**

Bandingkan lima lapisan utama atmosfer! Tuliskan ciri-ciri khasnya! Agar lebih sistematis, kamu dapat menggunakan tabel!





## Rangkuman



### A. Galaksi, Rasi dan Tata Surya

1. Bintang, gas, dan debu, saling mengikat karena adanya gaya gravitasi membentuk galaksi.  
Manusia hidup di galaksi Bimasakti yang memiliki sekitar 200 milyar bintang-bintang, dan matahari merupakan salah satu dari bintang-bintang tersebut.
2. Kelompok bintang dalam galaksi yang sama membentuk susunan tertentu disebut rasi.
3. Sistem Tata Surya merupakan kumpulan bintang, planet dan benda-benda langit yang lain sehingga membentuk susunan tertentu.  
Tata surya kita terdiri dari matahari; delapan planet: merkurius, venus, bumi, mars, yupiter, saturnus, dan uranus. Di tata surya kita terdapat komet, meteor, dan sabuk asteroid antara planet mars dan yupiter.

### B. Bumi dan Bulan

1. Dalam tata surya kita, semua planet mengelilingi matahari yang disebut revolusi. Planet juga berputar pada porosnya yang disebut rotasi. Setiap planet memiliki waktu revolusi dan rotasi yang berbeda-beda. Bumi kita berevolusi selama  $365\frac{1}{4}$  hari (satu tahun) dan berotasi selama 24 jam (satu hari). Revolusi Bumi menyebabkan terjadinya perubahan musim dan rotasi Bumi menyebabkan terjadinya siang dan malam.
2. Bulan berotasi dan berevolusi terhadap bumi, bersama bumi bulan juga berevolusi terhadap matahari. Karena waktu revolusi dan rotasi bulan sama, yaitu sekitar 29,5 hari, akibatnya permukaan bulan yang menghadap bumi selalu tetap.
3. Gerhana matahari terjadi bila matahari, bulan dan bumi tersusun dalam satu garis lurus. Gerhana bulan terjadi bila matahari, bumi dan bulan tersusun dalam satu garis lurus.

### Satelit Buatan

1. Satelit buatan membantu manusia dalam mengumpulkan informasi-informasi ruang angkasa. Untuk menempatkan satelit pada orbitnya digunakan roket atau pesawat ulang-alik.
2. Satelit Palapa milik Indonesia, termasuk jenis satelit komunikasi yang berfungsi antara lain memperluas transmisi siaran radio dan televisi.

### Bumi Kita

1. Batuan tersusun dari satu atau lebih mineral. Berdasar proses terbentuknya batuan dibedakan menjadi batuan beku, batuan sedimen dan batuan malihan (metamorf)
2. Batuan dapat lapuk menjadi bagian-bagian yang lebih kecil akibat proses alam. Hasil pelapukan terbawa jauh dari tempat asalnya. Proses ini disebut pengikisan. Penyebab pengikisan antara lain: air, angin, gletser dan gravitasi.
3. Batuan dimanfaatkan di berbagai bidang, antara lain: industri, teknologi, elektronik, bahan bangunan, perabot rumah tangga, kedokteran, kecantikan dan perhiasan.

4. Batuan mengalami perubahan bentuk secara terus-menerus, hingga kembali ke bentuk semula. Proses ini disebut siklus batuan.
5. Air tanah terbentuk bila air meresap dalam pori-pori tanah dan menjadi bagian dari sistem pori-pori tersebut. Air tanah dapat memancar keluar sebagai mata air, sumur, dan geiser. Air tanah dapat menyebabkan pengikisan batuan kapur sehingga terbentuk gua kapur.
6. Air di alam mengalir dan atau mengalami perubahan bentuk secara terus menerus. Proses ini disebut siklus air.

### **Atmosfer Bumi**

1. Atmosfer adalah lapisan udara yang mengelilingi bumi kita. Kandungan atmosfer berupa zat padat, cair dan gas. Gas terbanyak dalam atmosfer: nitrogen (78%) dan oksigen (21%).
2. Atmosfer terdiri dari lima lapisan utama, yaitu troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer dan eksosfer. Termosfer memiliki lapisan khusus, ionosfer, yang dapat memantulkan gelombang radio.
3. Tekanan dan suhu setiap lapisan atmosfer berbeda-beda. Semakin tinggi lapisan atmosfer dari permukaan bumi, tekanannya semakin kecil. Pembagian atmosfer menjadi lima lapisan utama berdasarkan perubahan suhu yang khas di setiap lapisan tersebut
4. Udara di atmosfer kita dapat mengalami polusi. Material penyebab polusi disebut polutan.
5. Polusi udara menyebabkan gangguan fungsi mata, hidung, tenggorokan, paru-paru, hati, dan otak.
6. Pemanasan global terjadi karena meningkatnya efek rumah kaca dan gas rumah kaca. Pemanasan global menyebabkan terjadinya (i) perubahan iklim, (ii) kenaikan frekuensi dan intensitas badai, (iii) menaikkan suhu permukaan laut, sehingga terjadi penambahan ketinggian air laut.



## Evaluasi



### Review Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut dengan pernyataan di bawahnya (tidak semua dipakai).

- |                     |               |
|---------------------|---------------|
| a. galaksi          | n. termosfer  |
| b. gerhana          | o. ionosfer   |
| c. rasi             | p. eksosfer   |
| d. revolusi         | q. atmosfer   |
| e. rotasi           | r. air tanah  |
| f. satelit          | s. siklus air |
| g. tata surya       | t. troposfer  |
| h. batuan beku      | u. stratosfer |
| i. batuan sedimen   | v. mesosfer   |
| j. batuan malihan   |               |
| k. efek rumah kaca  |               |
| l. pemanasan global |               |
| m. siklus batuan    |               |

1. Terjadi akibat bayangan yang dihasilkan oleh bulan atau bumi saat melintas di depan matahari.
2. Gerakan bumi yang menyebabkan terjadinya siang dan malam.
3. Kelompok bintang, gas dan debu yang dipersatukan oleh gaya gravitasi.
4. Obyek atau benda yang diluncurkan ke ruang angkasa untuk memperoleh informasi dan mengirimkannya kembali ke bumi.
5. Kelompok bintang dalam galaksi yang sama membentuk susunan tertentu di langit.
6. Lapisan udara yang mengelilingi Bumi
7. Air yang meresap dalam tanah dan menjadi bagian dari tanah tersebut
8. Lapisan atmosfer, tempat terjadinya proses perubahan cuaca
9. Penyebab kenaikan frekuensi dan intensitas badai

10. Batuan yang terbentuk karena magma mendingin
11. Perputaran air di antara permukaan Bumi dan atmosfer
12. Gerakan bumi yang menyebabkan terjadinya perubahan musim
13. Lapisan atmosfer yang dapat memantulkan gelombang radio
14. Lapisan atmosfer yang mengandung lapisan ozon
15. Penyebab terjadinya pemanasan global

### Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau pernyataan yang dapat melengkapi kalimat berikut!

1. Satu SA (Satuan Astronomi) adalah jarak dari ....
  - a. Bumi ke Bulan
  - b. Bumi ke Matahari
  - c. Matahari ke Merkurius
  - d. Bulan ke Matahari
2. Bumi merupakan planet...dari matahari
  - a. pertama
  - b. kedua
  - c. ketiga
  - d. keempat
3. .... dapat mengirimkan informasi ruang angkasa ke bumi.
  - a. roket
  - b. satelit
  - c. pesawat ulang-alik
  - d. komet
4. Batuan yang terbentuk karena pengaruh suhu dan tekanan yang tinggi adalah batuan ....
  - a. beku
  - b. malihan
  - c. sedimen
  - d. kapur

5. Polutan udara yang dapat menurunkan fungsi sel darah merah adalah ....
  - a. asam nitrat                      b. ozon
  - c. karbon monoksida      d. belerang
6. Proses perubahan air dari wujud cair ke wujud gas disebut ....
  - a. kondensasi              b. evaporasi
  - c. saturasi                  d. irigasi
7. ... adalah gas dalam atmosfer yang melindungi kehidupan di Bumi dari radiasi sinar ultra violet.
  - a. karbondioksida      b. nitrogen
  - c. hidrogen                  d. ozon
8. Bila permukaan air tanah bertemu permukaan Bumi akan membentuk ....
  - a. sumur                      c. mata air
  - b. geiser                      d. danau
9. Lapisan atmosfer ... dapat memantulkan gelombang radio.
  - a. Troposfer                      c. Ionosfer
  - b. Stratosfer                      d. Eksosfer
10. Komposisi gas terbanyak dalam atmosfer ....
  - a. Oksigen                      c. Hidrogen
  - b. Nitrogen                      d. Argon
11. Pemisahan lapisan-lapisan atmosfer berdasarkan ....
  - a. perubahan suhu
  - b. perubahan tekanan
  - c. ketebalan
  - d. ketinggian
2. Dalam tata surya kita, planet manakah yang menyerupai Bumi? Planet manakah yang paling berbeda? Berilah penjelasan berdasar ciri-ciri atau tanda-tanda planet yang telah kamu pelajari.
3. Bagaimanakah para ilmuwan memprediksi kapan terjadinya gerhana matahari?

---

### Berpikir Kritis

---

1. **Membuat dan menggunakan tabel:**  
 Telitilah ukuran, waktu rotasi dan waktu revolusi untuk masing-masing planet. Tampilkan informasi ini dalam bentuk tabel yang menarik. Kamu diijinkan mengembangkan rancanganmu sehingga data/informasi yang ditampilkan menjadi lebih banyak.

*Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan lengkap. Tulislah jawabanmu pada buku catatan!*

1. Berdasar sejarah, masyarakat tertentu mungkin menilai atau membayangkan sekelompok bin-tang menjadi suatu bentuk yang berbeda-beda. Menurut pendapat-mu apakah ini benar? Jelaskan dan berilah satu contoh!

## Daftar Pustaka

- Atwater, M., Baptiste, H.P., Daniel, L., Hackett, J., Moyer, R., Takemoto, C., Wilson-Mathews, N. 1995. *Exploring Space*. New York: Macmillan/McGraw-Hill School Division.
- Atwater, M., Baptiste, H.P., Daniel, L., Hackett, J., Moyer, R., Takemoto, C., Wilson-Mathews, N. 1995. *Electrical Energy*. New York: Macmillan/McGraw-Hill School Division.
- Atwater, M., Baptiste, P., Daniel, L., Hackett, J., Moyer, R., Takemoto, C., & Wilson, N. 1995. *Electricity and Magnetism*. New York: Macmillan/McGraw-Hill School Publishing Company.
- Blaustein, D., Butler, L., Matthias, W., Hixson, B. 1999. *Science. An Introduction to the Life, Earth, and Physical Sciences*. New York: GLENCOE/McGraw-Hill.
- Bruce, Fredrick J. 1988. *Principles of Physics*, New York : McGraw-Hill Book Company.
- Chaisson, E. & McMillan, S. 1997. *Astronomy Today*. New Jersey: Prentice Hall.
- Daniel, L. & Edward, O. 1995. *Merril Life Science*. New York: Glencoe Mc Graw-Hill Company.
- Floyd, Thomas L., 1993. *Principles of Electric Circuits*. Englewood Clieffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Giancoli, D. C. 1995. *PHYSICS, Fourth Edition*. London: Prentice-Hall International.
- Grob, B. 1992. *Basic Electronics* (8<sup>th</sup> Ed.). New York: Glencoe McGraw-Hill.
- Kaskel, A. 1995. *Biology An Everyday Experience*. New York: Glencoe Mc Graw-Hill Company.
- Malvino, Albert P. 1993. *Electronic Principles*, New York: Glencoe Macmillan/McGraw-Hill.
- Maton, A., Hopkins, J., Johnson, S., Lahart, D., Warner, M.Q., & Wright, J.D. (1994). *Electricity and Magnetism*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- McLaughlin, Charles W. & Thompson, Marilyn. 1997. *Physical Science*. New York: GLENCOE/McGraw-Hill.
- Moyer, R., Daniel, L., Hackett, J., Baptiste, H. P., Stryker, P., dan Vasquez, J. 2002. *SCIENCE, Physical Science, Unit E and F*. New York: Macmillan McGraw-Hill.
- Schultz, Mitchel E., 1994. *Electronic Devices, A Text and Software Probelms Manual*, New York: Glenco Macmillan/McGraw- Hill.

## Glosarium

### A

- Adaptasi fisiologi : penyesuaian yang melibatkan zat-zat kimia yang membantu berlangsungnya proses-proses dalam tubuh.
- Adaptasi : kemampuan untuk menanggapi adanya perubahan lingkungan luar organisme agar terus hidup
- Adaptasi morfologi: penyesuaian struktur alat tubuh luar terhadap lingkungan tempat hidupnya.
- Adaptasi tingkah laku: penyesuaian tingkah laku makhluk hidup terhadap lingkungan tempat hidupnya
- Air tanah : air yang meresap dalam pori-pori tanah dan menjadi bagian dari sistem pori-pori itu
- Alela : alternatif suatu gen yang mengendalikan karakter yang sama
- Amperemeter : alat untuk mengukur besar kuat arus listrik yang mengalir di dalam rangkain tertutup.
- Ansa Henle : saluran sempit berbentuk huruf “U” dari simpai bouwman
- Arus induksi : arus listrik yang dihasilkan melalui gejala induksi elektromagnet
- Arus Listrik : aliran elektron-elektron di dalam konduktor.
- Asteroid : bongkahan-bongkahan batu yang membentang di antara planet Mars dan Yupiter

### B

- Bahan Magnet : bahan yang dapat ditarik oleh magnet.
- Batuan beku : batuan yang terbentuk oleh magma dan lava yang membeku, contohnya batu granit.
- Batuan malihan : batuan yang mengalami perubahan struktur dan komposisi karena pengaruh suhu dan tekanan yang sangat tinggi, disebut juga batuan metamorf, contohnya batu marmer.
- Batuan sedimen : batuan yang terbentuk ketika bahan-bahan hasil pelapukan dipindahkan, kemudian disatukan dan dilekatkan oleh proses alam, contohnya batu pasir dan batu kapur.
- Batuan : zat padat yang tersusun dari satu atau lebih mineral.
- Bintang : benda langit yang menghasilkan cahaya sendiri
- Bioteknologi : pemanfaatan organisme hidup untuk menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia.
- Bioteknologi konvensional: bioteknologi yang mengandalkan jasa mikroba untuk menghasilkan produk yang dibutuhkan manusia melalui proses fermentasi (proses peragian).
- Bioteknologi modern: bioteknologi yang mengubah sifat organisme sehingga memiliki kemampuan seperti yang diinginkan.

## D

- Daya Listrik : kecepatan energi listrik diubah menjadi bentuk energi lain.  
Deklinasi : sudut antara kutub magnet bumi dan kutub geografis bumi.  
Dominan : sifat yang muncul pada keturunan dari salah satu induk yang mengalahkan sifat pasangannya.

## E

- Efek rumah kaca : kenaikan suhu atmosfer bumi karena gas rumah kaca menyerap gelombang panas yang dipantulkan permukaan bumi  
Eksosfer : lapisan atmosfer bumi yang paling jauh, kandungan partikelnya jarang  
Elektromagnet : pembangkitan arus listrik dengan menggerakkan kawat melewati medan magnet  
Elektroskop : alat yang digunakan untuk mendeteksi muatan-muatan listrik  
Epidermis : lapisan permukaan kulit

## F

- Fenotip : sifat fisik sebagai suatu hasil dari penampakan genotip  
Fermentasi : proses pengubahan suatu senyawa menjadi senyawa lain oleh mikroorganisme  
Fertilisasi : proses peleburan inti sperma dengan inti sel telur.

## G

- Galaksi : gugusan bermilyar-milyar bintang, gas, dan debu  
Galvanometer : alat ukur listrik untuk mendeteksi adanya arus listrik yang kecil kekuatannya.  
Gaya Gerak Listrik : beda potensial sumber tegangan sebelum mengalirkan arus listrik yang diukur dalam volt  
Gaya Lorentz : gaya yang dikerjakan oleh medan magnet pada kawat yang dialiri arus.  
Generatif atau seksual: perkembangbiakan secara generatif adalah terjadinya individu baru didahului oleh peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina seperti yang disebut fertilisasi (pembuahan), hasilnya adalah individu baru yang memiliki jumlah kromosom sebanyak 46 dalam intinya.  
Generator : alat untuk menghasilkan arus listrik dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.  
Genetika : studi yang mempelajari bagaimana sifat itu diturunkan dari induk kepada keturunannya  
Genotip : sifat genetik suatu organisme yang tidak tampak dari luar



- Gerhana bulan : peristiwa tidak terlihatnya bulan dari bumi, karena cahaya matahari terhalang oleh bumi. Hal ini terjadi bila matahari, bumi, dan bulan terletak dalam satu garis lurus
- Gerhana matahari : peristiwa tertutupnya matahari oleh bayangan bulan, sehingga tidak terlihat dari bumi. Hal ini terjadi bila matahari, bulan, dan bumi terletak dalam satu garis lurus
- Glomerulus : kumpulan kapiler dalam nefron.

## H

- Heterozigot : dua alel yang berbeda untuk satu sifat, misalnya Tt
- Homozigot : dua alela untuk sifat yang persis sama, misalnya TT atau tt
- Hukum Coulomb : hukum yang menghubungkan besarnya gaya antara dua muatan listrik yang terpisah oleh jarak d.1
- Hukum Ohm : hukum yang menghubungkan tegangan hambatan dan kuat arus

## I

- Inklinasi : sudut kemiringan yang dibentuk oleh jarum kompas terhadap bidang datar kompas.
- Intermediate : sifat antara sifat dominan dan resesif karena kedua sifat sama kuat bila ada bersama
- Ionosfer : lapisan pada atmosfer yang mengandung partikel-partikel bermuatan listrik, sehingga dapat memantulkan gelombang radio.
- Isolator : bahan yang tidak memungkinkan elektron-elektron mengalir dengan mudah di dalamnya.

## K

- Kantung kemih : kantung berotot penyimpan urine
- Kelenjar keringat : kelenjar di lapisan dermis yang berfungsi mengeluarkan air, garam, dan urea.
- Kemagnetan : suatu sifat zat yang teramati sebagai suatu gaya tarik atau gaya tolak antar kutub-kutub magnet.
- komet : benda langit yang tersusun oleh debu dan gas beku seperti es; saat mendekati atau menjauhi matahari material komet menguap membentuk ekor yang terang, karena itu komet disebut juga bintang berekor
- Konduktor : bahan yang dapat mengalirkan elektron
- Korteks ginjal : bagian ginjal paling luar
- Kultur jaringan : merupakan teknik untuk memperoleh bibit tanaman dengan cara menumbuhkan sebagian jaringan tumbuhan dalam media khusus.
- Kutub Geografik : kutub bumi yang ditunjukkan oleh arah utara dan selatan jarum kompas.

**Kutub Magnet** : bagian magnet dimana gaya magnet dirasakan paling besar .

## **L**

**Listrik Dinamis** : aliran elektron dari tempat yang mempunyai energi potensial lebih tinggi ke tempat berenergi potensial rendah di dalam suatu rangkaian.

**Listrik statis** : berkumpulnya muatan listrik pada suatu benda.

## **M**

**Medan Magnet** : daerah disekitar tempat gaya magnet bekerja.

**Medula ginjal** : lapisan dalam ginjal

**Mesosfer** : lapisan di atas stratosfer, merupakan lapisan atmosfer bumi yang bersuhu paling rendah; merupakan pelindung bumi dari hujan meteor

**Meteorit** : benda langit yang jatuh dan sampai di permukaan bumi

**Motor Listrik** : peralatan yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik

**Muatan negatif** : benda menerima elektron sehingga jumlah elektron lebih banyak

**Muatan positif** : benda kehilangan sebagian elektronnya sehingga jumlah proton lebih banyak

## **N**

**Nefritis** : radang membran filtrasi

**Nefron** : unit penyaring terkecil dari ginjal

**Nefrosis** : kondisi dimana glomerulus dalam keadaan bocor sehingga partikel-partikel besar lolos lewat urine.

## **O**

**Osmoregulasi** : upaya memelihara tekanan osmosis dalam tubuh.

**Oviduk** : organ penyalur sel telur dari ovarium ke uterus

**Ovulasi** : proses keluarnya ovum dari ovarium

## **P**

**Pemanasan global** : peristiwa naiknya intensitas efek rumah kaca

**Pesawat ulang alik**: pesawat ruang angkasa yang digunakan untuk menempatkan satelit atau objek lain pada orbitnya, setelah itu kembali ke bumi

**Petir** : loncatan muatan listrik statis yang besar antara awan dan bumi.

|               |  |
|---------------|--|
| Pielonefritis | : radang seluruh bagian ginjal   |
| planet        | : benda langit yang mempunyai ukuran diameter lebih besar dari 2000 km, berbentuk bulat, dan memiliki orbit yang tidak memotong orbit planet lain. |
| Planlet       | : kalus yang berkembang jadi tunas yang dapat menghasilkan akar dan selanjut-nya tumbuh menjadi individu baru atau yang disebut plantlet.          |
| Polusi udara  | : kondisi udara yang tidak normal karena mengandung polutan (bahan penyebab polusi, misalnya karbondioksida)                                       |

## R

|                     |   |
|---------------------|---|
| Rangkaian tertutup: | ujung-ujung sumber tegangan dan beban terhubung sehingga memungkinkan elektron-elektron mengalir                    |
| Rasi                | : sekelompok bintang dalam satu galaksi yang membentuk pola tertentu bila dilihat dari bumi                         |
| Relai               | : alat elektromagnet yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnet.  |
| Reproduksi          | : perkembangbiakan makhluk hidup dapat menghasilkan keturunan baru dan menjaga kelestarian jenisnya.                |
| Resesif             | : sifat yang tidak muncul pada keturunan karena dikalahkan (tertutup) oleh sifat pasangannya yang bersifat dominan. |
| Revolusi            | : gerak mengitari benda langit lain yang lebih besar sebagai pusat edarnya.   |
| Roket               | : pesawat ruang angkasa yang digunakan untuk menempatkan satelit pada orbitnya, setelah itu tidak kembali ke bumi.  |
| Rotasi              | : gerak berputar mengelilingi sumbunya.   |

## S

|              |  |
|--------------|--|
| Satelit      | : benda yang mengorbit atau bergerak mengitari benda langit yang lebih besar. Terdapat satelit alam, misalnya bulan dan satelit buatan misalnya satelit Palapa .   |
| Seleksi alam | : pemilihan yang dilakukan oleh alam terhadap makhluk hidup yang ada di dalamnya, makhluk hidup yang sesuai dengan alam akan terus hidup sedangkan yang tidak sesuai akan mati yang pada akhirnya punah. |
| Semen        | : campuran antra sperma dan cairan kelenjar seminal.   |
| Siklus air   | : proses perputaran air, mengalami penguapan, kondensasi dan menjadi hujan secara berulang-ulang.  |

- Siklus batuan : perubahan batuan dari batuan beku menjadi batuan sedimen, batuan malihan, kemudian mencair dan membeku menjadi batuan beku lagi secara berulang-ulang.
- Simpai Bouwman : bangunan berbentuk mangkuk yang melingkupi glomerulus.
- Solenoida : kumparan kawat panjang dengan banyak lilitan
- Stratosfer : lapisan di atas stratosfer, memiliki lapisan ozon.

## T

- Tata surya : kumpulan bintang, planet, satelit, dan benda-benda langit yang lain. Bintang sebagai pusat dan benda langit yang lain mengitarinya.
- Termosfer : lapisan di atas mesosfer, suhunya paling tinggi, memiliki lapisan ionosfer.
- Testis : organ penghasil sperma
- Totipotensi : setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai.
- Transformator : alat yang mengubah tegangan (menaikkan atau menurunkan) arus listrik bolak-balik.
- Transgenik : makhluk hidup yang telah disisipi sifat (DNA) baru biasanya akan memiliki sifat baru itu. Makhluk hidup yang demikian itu disebut makhluk hidup transgenik .
- Troposfer : lapisan atmosfer bumi yang paling bawah, tempat terjadinya perubahan iklim dan cuaca.
- Turbin : roda besar yang diputar

## V

- Vegetatif atau aseksual: terjadinya individu baru tanpa adanya peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina

## W

- Watt-jam : daya yang dihasilkan apabila arus satu ampere mengalir melalui suatu rangkaian dengan beda potensial satu volt.

# Index

## A

Adaptasi 56, 57, 59, 60, 61, 62, 90, 91, 92, 93  
Adaptasi Fisiologi 61  
Adaptasi fisiologi 57, 61  
adaptasi fisiologi 59, 61, 90  
Adaptasi morfologi 57, 61  
adaptasi morfologi 59, 61, 62, 73  
Adaptasi Tingkah Laku 59, 62, 90  
Air tanah 258, 259, 271, 272, 273, 253  
Alela 74, 75, 77, 78, 81, 82, 83, 88, 89, 90, 92, 93  
Ampermeter 142, 157, 158, 218  
Ansa Henle 6, 7, 16  
Arus induksi 200, 201, 203, 205, 218, 219  
Arus Listrik 54, 158, 161, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 194, 195, 197, 199, 200, 201, 205, 218,  
Asteroid 226, 228, 231, 233, 234, 236

## B

Bahan magnet 176, 177, 181  
Baterei 143, 152, 167, 170  
Batuan 258, 259, 260, 261, 271, 272, 273, 224, 253, 254, 255, 256, 257  
Batuan beku 253, 257, 260, 261, 271, 272, 224, 253, 254, 255, 256, 257  
Batuan malihan 255, 257, 260, 261, 271, 272, 224, 253, 255, 256, 257  
Batuan sedimen 254, 260, 261, 271, 272, 224, 253, 254, 255, 256, 257  
Bintang 226, 270, 272, 225, 226, 227, 229, 230, 236  
Bioteknologi 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 107, 108, 109, 113, 114, 115, 116, 117  
Bioteknologi konvensional 94, 98, 101, 107, 110, 112, 114, 115, 117  
Bioteknologi Modern 94, 98, 99, 102, 103, 108, 109, 112, 113, 115, 116

## D

Daya listrik 160, 161, 162, 164, 166, 167, 168  
deklinasi 185  
Dominan 74, 77, 79, 80, 81, 82, 88, 89, 90, 93

## E

Efek rumah kaca 262, 267, 268, 271, 272  
Elektromagnet 171, 186, 187, 188, 190, 194, 195, 196, 197, 200, 201, 207, 218, 219  
Energi Listrik 118, 125, 132, 144, 153, 154, 161, 164, 165, 169, 170, 194, 206, 209, 215, 216,  
Epidermis 8, 9, 16

## F

Fenotip 77, 79, 83, 88, 89, 92, 93  
Fermentasi 98, 96, 97, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 114, 115, 116, 117  
Fertilisasi 27, 28, 36, 37, 70, 71, 91, 115

## G

Galaksi 223, 226, 270, 272, 226, 227, 236  
Gaya Gerak Listrik 152, 153

Gaya Lorentz 186, 189  
Generatif 57, 69, 70, 71  
Generator 148, 153, 205, 206, 208, 219, 220  
Genetika 74, 75, 77, 82, 86, 87, 89, 90, 98, 99, 100, 102, 103, 109, 112, 114, 115, 116  
Genotip 74, 77, 79, 83, 88, 89, 93, 112  
Gerhana bulan 237, 246, 247, 270  
Gerhana Matahari 230, 237, 245, 246, 247, 270, 273  
Glomerulus 3, 6, 7, 13, 14, 16

## H

heterozigot 74, 77, 82, 87, 90, 92  
homozigot 74, 77, 89, 90, 92, 93  
Hukum Coulomb 128, 130, 131  
Hukum Ohm 137, 138, 140, 142, 151, 168

## I

Induksi elektromagnet 171, 196, 200, 201, 207, 218, 219  
inklinasi 184, 187  
Intermediate 77  
Ionosfer 262, 263, 264, 271, 272, 273  
Isolator 140, 141, 152, 167, 168, 169, 41, 256

## K

Kantung kemih 4, 5, 8, 14, 16  
Kelenjar keringat 8, 9, 11, 16  
Kemagnetan 153, 171, 174, 176, 177, 181, 187, 191, 194, 197, 198, 199, 211, 219  
kilowatt-jam 165, 166, 167, 168, 169, 170  
Komet 233, 226, 228, 234, 235, 236, 270, 272  
Konduktor 126, 128, 140, 141, 144, 167, 168, 169, 170, 203, 256  
Korteks ginjal 8, 16  
Kultur Jaringan 94, 110, 111, 115, 116  
kutub geografik 184  
Kutub magnet 169, 176, 178, 181, 183, 184, 185, 189, 205, 218, 219

## L

Listrik dinamis 118, 132, 135, 169  
Listrik Statis 118, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 131, 136, 169

## M

Medan Magnet 181, 183, 187, 188, 189, 190, 200, 207, 218, 230  
Medula ginjal 8, 16  
Mesosfer 262, 263, 264, 271, 272  
Meteorit 234  
Motor listrik 193, 194, 219, 220  
Muatan negatif 122, 123, 125, 126, 127, 130, 132, 168, 170  
Muatan positif 122, 123, 125, 126, 127, 130, 131, 155, 167, 168

## N

Nefritis 13, 14, 16, 17  
Nefron 6, 7, 8, 14, 15, 16, 54  
Nefrosis 13, 16

## O

Osmoregulasi 4, 16  
Oviduk 24, 36, 37  
Ovulasi 21, 23, 25, 27, 36, 37

## P

Pemanasan Global 262, 267, 268, 269, 272  
Pesawat ulang alik 248, 250  
Petir 121, 124, 125, 130, 167, 168, 169, 170  
Pielonefritis 13, 14, 16, 17  
Planet 111, 115, 116, 270, 272, 273, 226, 228, 229, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 251  
Polusi udara 154, 262, 266, 267, 271

## R

Rangkaian pararel 148, 167  
Rangkaian Seri 143, 145, 146, 156, 168  
Rangkaian terbuka 135, 136, 143, 144, 145  
Rangkaian tertutup 132, 135, 136, 142, 151, 155  
Rasi 137, 138, 143, 158, 159, 194, 223, 226, 227, 258, 270, 272, 273,  
Relai 193, 196, 197, 250  
Reproduksi 18, 19, 20, 20, 21, 22, 23, 24, 29, 30, 31, 36, 37, 58, 68, 69, 70, 71, 91, 115  
Resesif 74, 77, 80, 81, 82, 88, 89, 93  
Revolusi 231, 232, 234, 235, 236, 237, 239, 240, 243, 244, 247, 270, 272, 273,  
Roket 248, 250, 251, 252, 270, 272  
Rotasi 205, 231, 232, 234, 235, 237, 238, 240, 243, 247, 270, 272, 273

## S

Satelit 225, 226, 228, 231, 232, 234, 235, 236, 248, 249, 250, 251, 252, 270, 272,  
Sel basah 106, 154, 156, 106, 168  
Seleksi alam 56, 57, 58, 63, 64, 66, 73, 90, 91, 92  
Semen 8, 21, 36, 21, 27, 28, 98, 99, 101, 177, 188, 219, 256  
Siklus air 260, 271, 272  
Siklus Batuan 224, 253, 257, 257, 271, 272  
Simpai Bouwman 16  
Stratosfer 262, 263, 271, 272, 273

## T

Tata Surya 223, 225, 226, 228, 229, 231, 232, 234, 235, 236, 270  
Testis 21, 23, 36, 37  
totipotensi 110, 115, 116  
Transformator 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220  
transgenik 103, 104, 108, 109, 112, 113, 114, 115  
Troposfer 262, 263, 271, 272  
Turbin 206, 207, 220, 221

## V

vegetatif 57, 69, 70, 110  
voltmeter 157, 158, 159, 213, 214, 216, 217, 218, 219, 220

## W

watt-jam 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170



## Bab 1

### Reviu perbendaharaan Kata

1. (d)
3. (e)
5. (f)
7. (g)

### Pengecekan Konsep

1. d. usus besar
3. d. nefron
5. d. kulit dan ginjal
7. c. albumin

### Pemahaman Konsep

1. Proses pembuangan sisa-sisa metabolisme
3. Karena bahan yang dikeluarkan oleh hati, kulit, dan paru-paru tersebut semua adalah hasil proses metabolisme dalam sel

### Berpikir kritis

Untuk menjaga tekanan osmotik tubuh agar semua proses metabolisme berjalan normal

## Bab 2

### Reviu perbendaharaan Kata

1. (b)
3. (e)
5. (f)
7. (g)

### Pengecekan Konsep

1. c. ureter
3. a. bila ovum masak, dinding rahim menebal.
5. d. oviduk
7. d. timbul bisul di kemaluan.

### Pemahaman Konsep

1. Mempertahankan kelestarian jenis.
3. Terjadi pembentukan zigot, morula, blastula, gastrula, dan diikuti pembentukan organ-organ

### Berpikir Kritis

Kedua penyakit tersebut disebabkan oleh virus, namun dari variasi yang berbeda.

## Bab 3

### Reviu perbendaharaan Kata

1. (d)
3. (e)
5. (f)
7. (c)

### Pengecekan Konsep

1. b. neuron
3. d. otak kecil dan saraf tepi.

### Berpikir kritis

Pada penderita epilepsi kekejangan disebabkan oleh gangguan otak pengatur gerakan motorik, yaitu di otak kecil

## Bab 4

### Reviu perbendaharaan Kata

1. l
3. f
5. c
7. g
9. j

### Pengecekan Konsep

1. B
3. D
5. A
7. A
9. A

### Berpikir Kritis

1. kaki berselaput
3. tubuh bersisik sebagai pelindung terhadap kekeringan dan memiliki perilaku penyamaran untuk menghindari pemangsa
5. DD dan Dd

## Bab 5

### Reviu perbendaharaan Kata

1. j
3. j
5. c
7. g
9. e

### Pengecekan Konsep

1. C
3. B
5. A
7. C

### Berpikir Kritis

1. karena ilmu pengetahuan berkembang yang dipicu semakin banyaknya populasi manusia dan semakin tingginya permintaan pemenuhan kebutuhan hidup manusia yang semakin kompleks.
3. Hal tersebut tidak sesuai dengan norma hukum dan agama

## Bab 6

### Pengecekan Konsep

1. A
3. A
5. B
7. D
9. D
11. C

### Pemahaman Konsep

1. Di dalam listrik statis muatan-muatan berkumpul pada satu tempat, sedangkan dalam listrik dinamis muatan-muatan mengalir secara kontinyu.
3. Elektron mengalir di dalam rangkaian karena adanya beda potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian tersebut.
5. Menurut hukum Ohm, hambatan dan kuat arus berhubungan secara terbalik. semakin besar hambatan, arus listrik semakin kecil.

### Berpikir Kritis

1. Karena penangkal berada lebih tinggi dari atap bangunan, maka ia akan tersambar petir terlebih dahulu. Kemudian penangkal petir menyalurkan muatan-muatan listrik yang sangat besar ke bumi.
3.  $I = V/R$  atau  $V = I \times R$   
 $V = (1,5 \text{ ampere}) / (2 \text{ ohm}) = 3 \text{ volt}$ .
5. Alat-alat listrik seharusnya dihubungkan secara paralel maka jika salah satu alat listrik putus atau rusak, alat listrik yang lain tetap bekerja. Untuk mencegah kebakaran dapat digunakan pemutus rangkaian atau sekering yang berfungsi melindungi dari kelebihan arus.

## Bab 7

### Pengecekan Konsep

1. C
3. B
5. D
7. B
9. B

### Pemahaman Konsep

1. Generator berfungsi menghasilkan arus listrik (energi listrik) dengan mengubah mengubah energi mekanik (memutar atau menggerakkan kumparan di dalam medan magnet).
3. Ketika kumparan digerakkan sehingga ia memotong medan magnet, suatu aliran arus listrik dihasilkan. Proses ini disebut induksi elektromagnet.

### Berpikir Kritis

1. Motor mengubah energi listrik menjadi energi mekanik sedangkan generator mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.
3. 1200 V adalah sepuluh kali 120 V, maka kumparan sekunder mempunyai 1/10 lilitan atau 10 lilitan.

## Bab 8

### Reviu Perbendaharaan Kata

1. b
3. a
5. c
7. r
9. l
11. s
13. o
15. k

### Pengecekan Konsep

1. b (Bumi ke Matahari)
3. b (satelit)
5. c (karbon monoksida)
7. d (ozon)
9. c (ionosfer)
11. a (erubahan suhu)

### Berpikir Kritis

2. Planet Mars. Planet-planet luar berbeda dengan Bumi, karena permukaannya tidak berwujud padat seperti Bumi dan dikelilingi cincin yang tersusun dari debu dan gas beku

# Ilmu Pengetahuan Alam

Sekolah Menengah Pertama



**Kelas IX**  
**Edisi 4**

ISBN .....

Buku ini dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No..... Tahun 200... tanggal..... 200... tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.