

Belajar IPA

Membuka Cakrawala Alam Sekitar

untuk Kelas IX

Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah

Saeful Karim

Ida Kaniawati

Yuli Nurul Fauziah

Wahyu Sopandi



3

Belajar IPA

Membuka Cakrawala Alam Sekitar

untuk Kelas IX

Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah

Saeful Karim

Ida Kaniawati

Yuli Nurul Fauziah



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

3

Hak Cipta pada Deprtemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-Undang

Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar

untuk Kelas IX Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah

Penulis	:	Saeful Karim Ida Kaniawati Yuli Nurul Fauziah Wahyu Sopandi
Penyunting	:	Ahmad Sariipudin Andri Nurdiansyah
Pewajah Isi	:	Dede Setiawan Hermawan
Pewajah Sampul	:	Ginanmar Rizki Perdana
Pereka Ilustrasi	:	Antoni Yuwono

**Hak Cipta buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit PT. Setia Purna Inves**

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

500.07

BEL Belajar IPA 3 : Membuka Cakrawala Alam Sekitar Untuk Kelas IX Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah / Penulis Saeful Karim...{et al} ; Penyunting Ahmad Sariipudin ; Ilustrasi Antoni Yuwono. -- Jakarta : Pusa Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009. vii, 282 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Bibliografi : hlm.282

Indeks

ISBN 978-979-068-112-5

1. Sains-Studi dan Pengajaran 2. Sariipudin, Ahmad
3. Yuwono, Antoni 4. Judul

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008

Diperbanyak oleh: ...

Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (website) Jaringan Pendidikan Nasional. Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008.

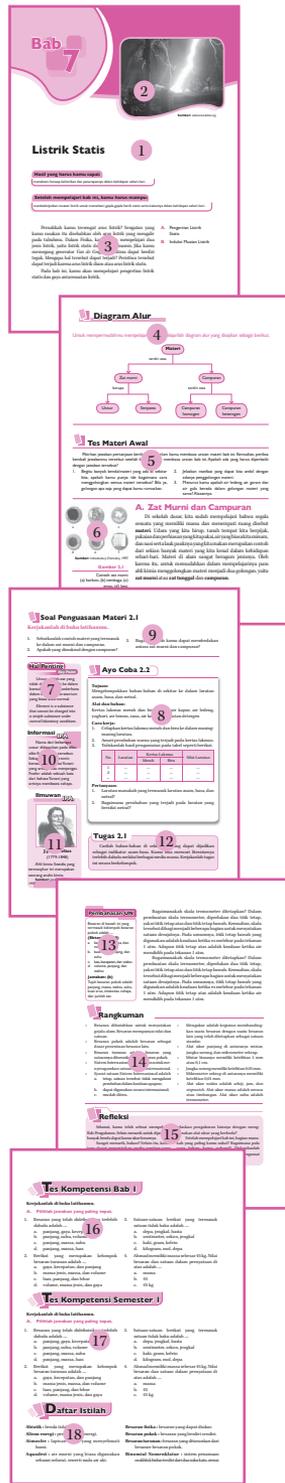
Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (down load), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Februari 2009
Kepala Pusat Perbukuan

Bagian-Bagian Buku Ini



Materi pembelajaran pada buku ini disesuaikan dengan Standar Isi 2006. Penyajian materi dan kelengkapan pendukung materi, kami sajikan secara terpadu. Oleh karena itu, kami sajikan panduan untuk pembaca agar dapat memahami isi buku ini dengan mudah.

1. **Judul Bab**, disesuaikan dengan tema materi dalam bab dan Standar Kompetensi 2006.
2. **Gambar Pembuka Bab**, merupakan gambar benda yang dapat mewakili isi dari materi yang bersangkutan.
3. **Advance Organizer**, memberikan gambaran materi yang akan kamu pelajari.
4. **Diagram Alur**, menggambarkan keterkaitan antarkonsep dalam bab tersebut yang harus kamu pelajari.
5. **Tes Materi Awal**, merupakan pertanyaan untuk mengetahui pemahaman dasar kamu dan target yang harus dikuasai.
6. **Gambar dan Ilustrasi**, disajikan untuk lebih memperjelas konsep yang sedang dibahas.
7. **Hal Penting**, menyajikan istilah-istilah penting dalam sub-bab secara bilingual.
8. **Ayo Coba**, berisi serangkaian percobaan yang disajikan untuk meningkatkan pemahaman siswa.
9. **Soal Penguasaan Materi**, berisi soal-soal untuk mengevaluasi penguasaan materi bab.
10. **Informasi IPA**, mengulas tentang penerapan ilmu IPA dalam kehidupan sehari-hari.
11. **Ilmuwan IPA**, memuat profil dan cara kerja ilmuwan dalam menghasilkan temuan di bidang IPA.
12. **Tugas**, berisi tugas yang berkaitan dengan materi tersebut.
13. **Pembahasan UN**, berisi soal materi dan pembahasannya yang telah di UN-kan.
14. **Rangkuman**, berupa pokok-pokok materi untuk mempermudah dalam pemahaman.
15. **Refleksi**, merupakan pertanyaan-pertanyaan untuk meningkatkan minat kamu dalam memahami materi.
16. **Tes Kompetensi Bab**, berisi soal-soal untuk mengevaluasi penguasaan materi bab.
17. **Tes Kompetensi Semester**, disajikan untuk mengevaluasi kamu setelah mempelajari bab dalam semester yang bersangkutan.
18. **Daftar Istilah**, merupakan pengertian dari istilah-istilah IPA untuk memudahkan pemahaman materi.

Kata Pengantar

Sampai saat ini, dunia pendidikan di negara kita terus berkembang seiring perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Oleh karena itu, penyajian ilmu pengetahuan di setiap satuan pendidikan harus mampu mencakup semua perubahan yang terjadi.

Buku **Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar** ini disusun untuk menjadi pendukung pembelajaran IPA tingkat Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah. Setiap siswa diharapkan dapat memahami konsep-konsep utama dari setiap materi, serta mengetahui korelasinya dengan kehidupan sehari-hari.

Penyajian materi dalam buku ini juga dibuat secara sistematis, komunikatif, dan integratif sehingga siswa dapat memahami isi dari buku ini secara mudah dan terorganisir.

Demikianlah persembahan buku ini dari kami dan merupakan tindakan yang tepat jika kamu menggunakan buku ini sebagai teman dalam memahami IPA. Selamat belajar.

Penerbit

Daftar Isi

Kata Sambutan	iii
Bagian-Bagian Buku Ini.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Bab 1 Sistem Ekskresi pada Manusia	
A. Paru-paru.....	3
B. Ginjal.....	4
C. Kulit	7
D. Hati	8
E. Gangguan dan Penyakit Sistem Ekskresi	9
Rangkuman.....	12
Tes Kompetensi Bab 1	13
Bab 2 Sistem Reproduksi Manusia	
A. Sistem Reproduksi pada Laki-laki	17
B. Sistem Reproduksi pada Perempuan.....	18
C. Pembentukan Sperma dan Ovum pada Manusia.....	19
D. Menstruasi dan Kehamilan	22
E. Pentingnya Reproduksi.....	25
F. Penyakit yang Berhubungan dengan Sistem Reproduksi.....	26
Rangkuman.....	28
Tes Kompetensi Bab 2	29
Bab 3 Sistem Koordinasi dan Alat Indra	
A. Sel Saraf.....	33
B. Sistem Saraf Pusat.....	36
C. Sistem Saraf Tepi.....	40
D. Sistem Indra Manusia	41
E. Gangguan pada Sistem Saraf dan Alat Indra	50
Rangkuman.....	52
Tes Kompetensi Bab 3	53
Bab 4 Kelangsungan Hidup Organisme	
A. Adaptasi	57
B. Seleksi Alam.....	60
C. Perkembangbiakan	64
Rangkuman.....	68
Tes Kompetensi Bab 4	69
Bab 5 Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup	
A. Kromosom dan Gen.....	73
B. Sifat Dominan, Resesif, dan Intermediet	74
C. Manfaat Ilmu Pewarisan Sifat	82
Rangkuman.....	84
Tes Kompetensi Bab 5.....	85
Bab 6 Bioteknologi	
A. Pengertian dan Pembagian Bioteknologi	89
B. Bioteknologi Sederhana	91
C. Bioteknologi Modern.....	96
Rangkuman.....	100
Tes Kompetensi Bab 6.....	101
Bab 7 Listrik Statis	
A. Pengertian Listrik Statis.....	105
B. Induksi Muatan Listrik	110
Rangkuman.....	114
Tes Kompetensi Bab 7.....	115
Bab 8 Listrik Dinamis	
A. Pengertian Arus Listrik	119
B. Komponen Listrik	124
C. Beda Potensial atau Tegangan Listrik	126
Rangkuman.....	137
Tes Kompetensi Bab 8.....	138
Bab 9 Energi dan Daya Listrik	
A. Perubahan Energi Listrik	143
B. Daya Listrik	147
Rangkuman.....	153
Tes Kompetensi Bab 9.....	154
Kegiatan Semester 1	156
Tes Kompetensi Semester 1	157

Bab 10 Kemagnetan

A. Sifat-Sifat Magnet	163
B. Cara Membuat Magnet	168
C. Bumi Memiliki Sifat Magnet	172
D. Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik.....	174
E. Pemanfaatan Kemagnetan dalam Produk teknologi.....	178
Rangkuman.....	182
Tes Kompetensi Bab 10.....	183

Bab 11 Induksi Elektromagnetik

A. Pengertian Induksi Elektromagnetik	187
B. Faktor-Faktor yang Memengaruhi GGL Induksi Elektromagnetik	189
C. Penerapan Induksi Elektromagnetik ...	191
D. Pengertian Listrik Searah dan Bolak-Balik	198
Rangkuman.....	200
Tes Kompetensi Bab 11.....	201

Bab 12 Tata Surya

A. Tata Surya	205
B. Matahari	215
C. Bumi sebagai Planet	220
D. Bulan	225
E. Penjelajahan Ruang Angkasa	231
Rangkuman.....	234
Tes Kompetensi Bab 12.....	235

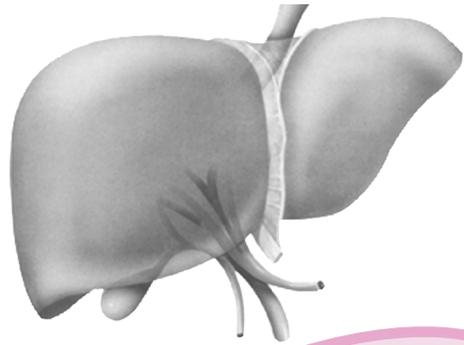
Bab 13 Permukaan Bumi

A. Litosfer	239
B. Atmosfer	252
Rangkuman.....	260
Tes Kompetensi Bab 13.....	261

Kegiatan Semester 2.....	263
Tes Kompetensi Semester 2.....	264
Tes Kompetensi Akhir Tahun.....	267
Kunci Jawaban.....	271
Daftar istilah	277
Indeks	280
Daftar Pustaka.....	282

Bab

I



Sumber: Seri Pustaka Sains: Tubuh Kita, 2006

Sistem Ekskresi pada Manusia

Hasil yang harus kamu capai:

memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mendeskripsikan sistem ekskresi pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

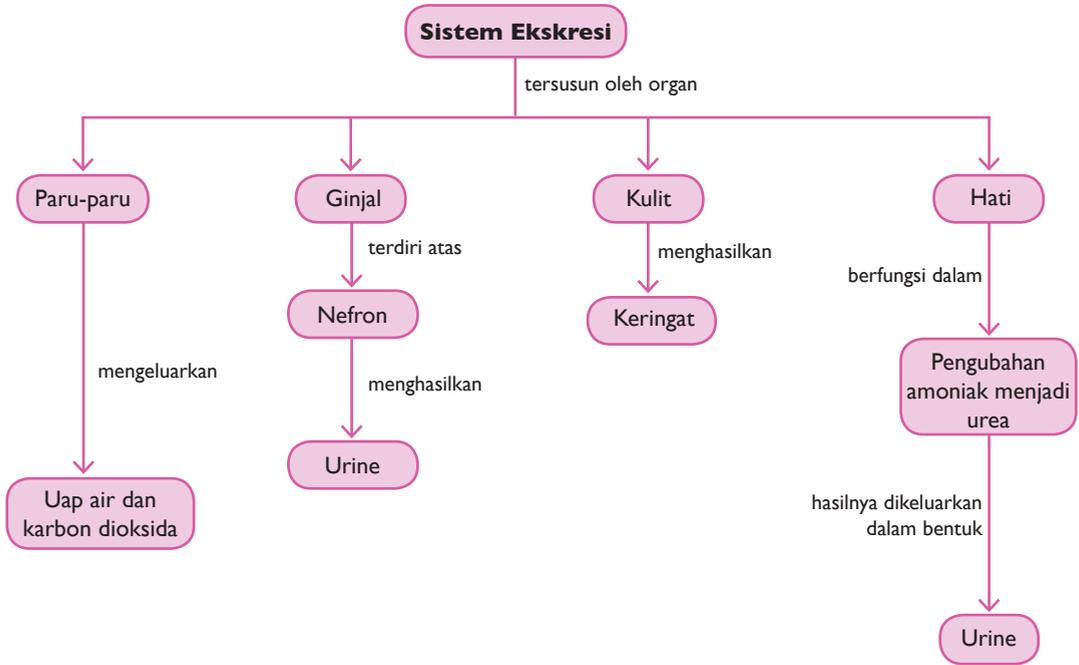
Di Kelas VIII, kamu telah belajar tentang sistem pencernaan dan sistem pernapasan. Sisa pencernaan dibuang dalam bentuk tinja (feses), sedangkan sisa metabolisme yang berupa gas CO_2 dibuang melalui proses pernapasan. Bagaimanakah pembuangan sisa metabolisme yang berupa bahan-bahan lainnya? Kamu tentu tahu bahwa selain buang air besar dan bernapas, manusia juga mengeluarkan air seni (urine) dan keringat. Mengeluarkan urine dan keringat merupakan bentuk pembuangan sisa-sisa metabolisme. Proses pengeluaran bahan-bahan sisa metabolisme yang tidak dibutuhkan tubuh disebut dengan ekskresi.

Organ apa saja yang terlibat dalam proses ekskresi? Ada beberapa organ tubuh kita yang berperan dalam sistem ekskresi, yaitu paru-paru, ginjal, kulit, dan hati. Marilah kita bahas peran organ-organ tersebut satu demi satu.

- A. Paru-paru
- B. Ginjal
- C. Kulit
- D. Hati
- E. Gangguan dan Penyakit Sistem Ekskresi

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.





Tes Materi Awal

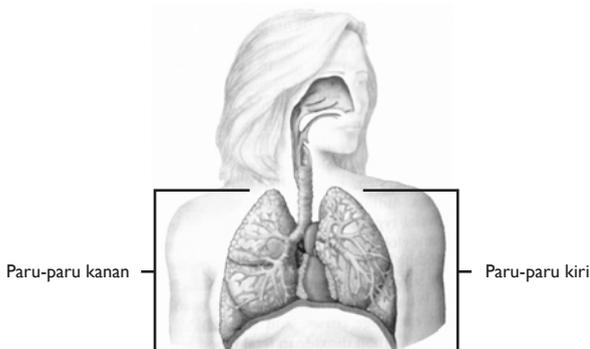
Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Setiap hari kita minum dan bernapas. Tubuh kita terisi cairan dan udara. Menurutmu, apakah cairan dan udara tersebut tetap berada di dalam tubuh atau ada yang dikeluarkan?
2. Apa yang akan terjadi jika cairan dan udara dalam tubuh tidak dikeluarkan?
3. Bagaimana cara tubuh kita mengeluarkan cairan dan udara di dalam tubuh?

A. Paru-paru

Selain sebagai alat pernapasan, paru-paru juga berperan sebagai alat ekskresi. Sisa buangan respirasi sel berupa karbon dioksida dan uap air dikeluarkan melalui paru-paru. Proses pengangkutan dan pengeluaran karbon dioksida dan uap air ini telah kamu pelajari pada Kelas VIII.

Proses pengeluaran karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O) dilakukan melalui proses respirasi dan inspirasi. Gas karbon dioksida harus dikeluarkan tubuh, jika tidak, gas tersebut dapat meracuni tubuh.



Gambar 1.1

Paru-paru

Sumber: *Biology: Concept & Connections*, 2006

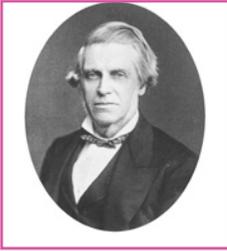


Soal Penguasaan Materi 1.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apa yang dikeluarkan paru-paru sebagai sistem ekskresi?
2. Apa yang terjadi jika karbon dioksida tidak dikeluarkan tubuh?

Ilmuwan IPA



William Bowman
(1816 – 1892)

William Bowman

adalah ahli bedah yang memberikan pengetahuan tentang saluran kemih dan mata. Ia mengidentifikasi struktur kapsul dalam ginjal yang kemudian diberi nama menggunakan namanya sendiri pada 1942. Kemudian, **Jacob Henle** (1809 – 1885) mendeskripsikan lengkung berbentuk U yang terdapat dalam ginjal (lengkung Henle) 20 tahun kemudian.

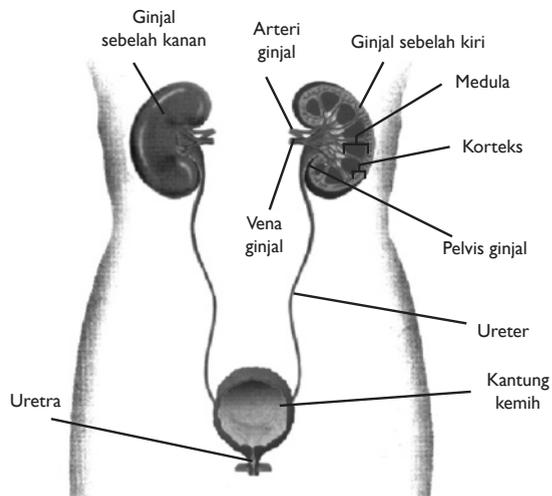
Sumber: *Jendela Iptek: Tubuh Manusia*, 1997

B. Ginjal

Ginjal merupakan alat ekskresi yang paling utama sebab ginjal memegang peran paling penting dalam pengeluaran zat-zat sisa dari dalam tubuh. Di kelas VIII, kamu telah mengetahui bahwa makanan yang sehat hendaknya mengandung karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral. Setelah dicerna dan diserap tubuh, zat-zat makanan tersebut akan diangkut oleh darah ke sel-sel tubuh. Di dalam sel, zat-zat makanan akan diuraikan menjadi glukosa untuk memenuhi kebutuhan sel. Proses yang terjadi di dalam sel ini sering disebut sebagai *metabolisme*.

Metabolisme protein menghasilkan zat sisa yang mengandung nitrogen, yaitu urea dan amoniak. Tidak seperti karbon dioksida yang dapat dibuang melalui pernapasan, urea dibuang melalui ginjal dan sebagian dibuang melalui kulit. Hal tersebut dapat terjadi karena urea terlarut dalam air. Selain urea, tubuh juga membuang kelebihan mineral-mineral, misalnya garam yang berlebih. Ginjal dan kulit berfungsi membuang mineral dari dalam tubuh.

Manusia memiliki sepasang ginjal yang terletak di dalam rongga perut. Ginjal berbentuk seperti kacang merah. Ginjal kanan letaknya sedikit lebih rendah dibandingkan ginjal kiri.



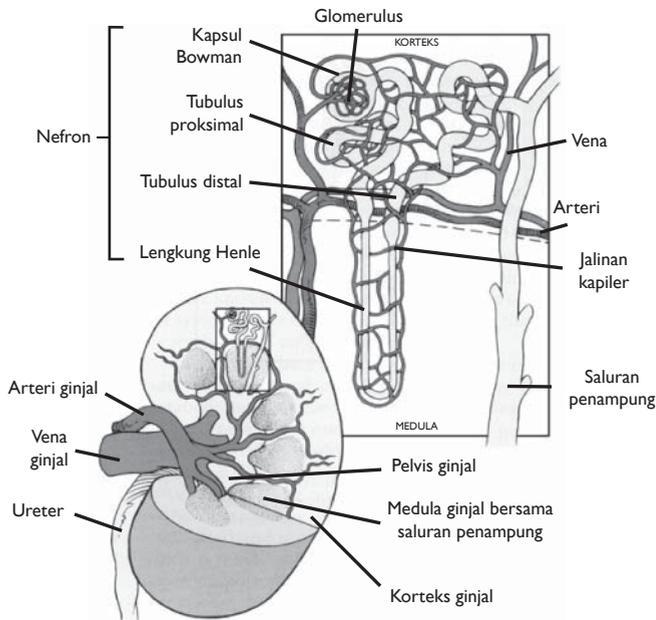
Sumber: *The Visual Dictionary of Human Anatomy*, 1996

Gambar 1.2

Letak ginjal dalam tubuh manusia

Jika ginjal dibelah secara memanjang maka tampak tiga lapisan ginjal meliputi korteks, medula (sumsum ginjal), dan pelvis (ruang ginjal). Ginjal pada dasarnya terdiri atas ribuan saringan kecil yang disebut *nefron*.

Saringan-saringan kecil ini memiliki saluran yang saling berhubungan satu sama lain dan bertemu di pelvis. Nefron mencakup bagian kapsul Bowman yang di dalamnya terdapat banyak pembuluh darah dan saluran-saluran yang menyalurkan urine hasil penyaringan.



Sumber: *Biology: Discovering Life*, 1991

Bagaimanakah proses pembentukan air seni atau urine? Proses pembentukan urine dimulai di dalam kapsul Bowman. Di dalam kapsul Bowman terdapat kapiler-kapiler darah yang disebut glomerulus. Di glomerulus inilah air dan bahan-bahan yang terlarut dalam darah dikeluarkan dari pembuluh darah, kemudian mengalir ke dalam saluran nefron (tubulus).

Ketika hasil penyaringan (filtrasi) tersebut mengalir melalui saluran nefron, terjadi proses penyerapan kembali bahan-bahan yang masih diperlukan tubuh atau *reabsorpsi*. Selain itu, terjadi juga pembuangan bahan-bahan yang tidak diperlukan tubuh atau sekresi. Dari nefron, urine terus mengalir hingga ke pelvis dan selanjutnya mengalir ke kantung kemih melalui ureter.

Setiap saat, ginjal senantiasa menyaring darah sehingga selalu terbentuk urine. Walaupun demikian, mengapa kamu tidak buang air kecil terus-menerus? Hal ini dikarenakan urine tidak langsung dikeluarkan, namun ditampung terlebih dahulu di dalam kantung kemih. Jika kantung kemih hampir penuh, otot kantung kemih akan meregang

Gambar 1.3

Penampang membujur ginjal dan sebuah nefron

Informasi IPA



Penelitian mikroskopik oleh **Bowman** menunjukkan bulatan-bulatan pembuluh darah kapiler di dalam glomerulus dikelilingi oleh kapsul yang berlapis dua. Seluruh unit kapsul hanya bergaris tengah lebih kurang 0,2 mm. Ruang antara kedua lapisan kapsul terbuka ke arah bagian berikutnya dari nefron. Bagian tersebut adalah tubulus proksimal. Air serta kotoran-kotoran, seperti urea, garam-garam, dan mineral-mineral mengalir melalui dinding pembuluh darah kapiler dan kulit kapsul masuk ke pipa.

Sumber: *Jendela Iptek: Tubuh Manusia*, 1997

dan menyebabkan terkirimnya rangsangan ke otak bahwa kamu ingin buang air kecil. Jumlah urine yang dikeluarkan tubuhmu juga bergantung banyaknya air yang dikonsumsi. Untuk mengetahui hubungan antara volume minuman yang dikonsumsi dengan volume urine yang dikeluarkan. Cobalah kegiatan Ayo Coba 1.1 berikut.

Hal Penting

Key Point

Sekresi adalah pengeluaran molekul yang disintesis oleh sel. Pada ginjal vertebrata, pengeluaran sampah dari darah ke dalam filtrat dari saluran nefron.

Secretion is the discharge of molecules synthesized by a cell. In the vertebrate kidney, the discharge of wastes from the blood into the filtrate from the nephron tubules.

Ayo Coba 1.1

Tujuan

Mengamati hubungan antara volume minuman yang dikonsumsi dan volume urine

Alat dan bahan

Alat pengukur volume minuman, alat pengukur volume urine, dan buku catatan

Cara kerja

1. Ukur dan catatlah jumlah minuman yang kamu konsumsi setiap hari.
2. Ukur dan catat juga volume urine yang kamu keluarkan setiap hari.
3. Lakukan kegiatan ini selama satu minggu.

Pertanyaan

- a. Berapakah rerata volume urine setiap hari?
- b. Samakah volume urine dari hari ke hari?
- c. Samakah volume urine dengan volume minuman yang kamu konsumsi?
- d. Adakah pengaruh volume minuman yang kamu konsumsi terhadap jumlah urine?
- e. Apakah kesimpulanmu dari kegiatan ini?

Komposisi terbesar urine adalah air. Selain air, urine juga mengandung sisa-sisa perombakan protein berupa garam dan urea. Mineral dan vitamin yang berlebih dari tubuh, misalnya garam dan vitamin C juga terdapat dalam urine. Tahukah kamu mengapa urine warnanya kekuningan? Warna kuning pada urine disebabkan adanya bilirubin (zat warna empedu) dalam urine.

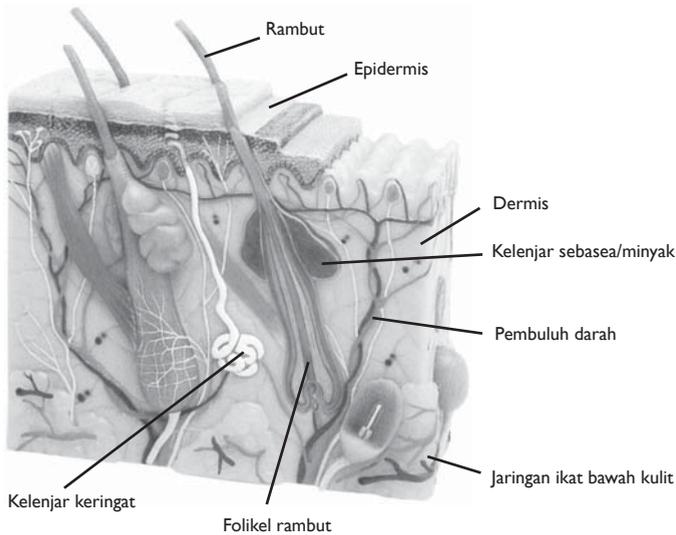
Soal Penguasaan Materi 1.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan komposisi dari urine.
2. Bagaimanakah pengaturan keluarnya urine dari kantung kemih?
3. Jelaskan tahapan pengeluaran urine dari dalam tubuh manusia.

C. Kulit

Kulit manusia terdiri atas tiga lapisan, meliputi kulit ari (epidermis), kulit jangat (dermis), dan jaringan ikat bawah kulit. Kulit ari adalah lapisan kulit yang paling luar, sedangkan kulit jangat adalah lapisan di bagian dalam kulit ari.



Sumber: *Jendela Iptek: Tubuh Manusia*, 1997

Kelenjar keringat berada di bagian kulit jangat. Keluarnya keringat dari tubuh berfungsi mengatur suhu tubuh. Jika tubuh panas karena melakukan kegiatan atau saat suhu udara panas, keringat akan keluar dan menguap sehingga suhu tubuh menurun.

Keringat yang keluar dari dalam tubuh tidak hanya mengandung air, tetapi juga membawa zat-zat sisa lainnya. Pernahkah kamu memerhatikan bagaimana keadaan kulit setelah banyak mengeluarkan keringat? Mungkin kamu mencium bau yang tidak sedap, terasa lengket, dan tidak nyaman. Bau yang tidak enak dan rasa lengket setelah berkeringat terjadi karena keringat mengandung garam-garam mineral, urea, dan amoniak.

Ginjal dan kulit merupakan organ-organ ekskresi yang saling melengkapi satu sama lain. Jika suhu udara rendah (dingin) atau tubuh tidak banyak melakukan kegiatan fisik yang mengeluarkan keringat, sebagian besar sisa ekskresi dibuang dalam bentuk urine. Sebaliknya, jika suhu udara tinggi (panas) atau tubuh melakukan kegiatan yang menghasilkan banyak keringat, jumlah urine akan sedikit.

Gambar 1.4

Bagian-bagian penyusun kulit

Informasi IPA



Lebih kurang 3 juta kelenjar keringat (salah satu kelenjar keringat diperbesar di sini) dapat dilihat melalui mikroskop. Kelenjar keringat tersebut terkumpul di tangan, kaki, kening, ketiak, dan daerah pubis. Keringat keluar perlahan-lahan sepanjang waktu dan mengalir deras jika badan kita kepanasan. Keringat akan menguap dan mendinginkan tubuh. Keringat mengandung garam-garam tubuh dan kotoran-kotoran, seperti urea. Bahan-bahan tersebut dibiarkan mengering di permukaan kulit.

Sumber: *Jendela Iptek: Tubuh Manusia*, 1997

Pengeluaran sisa metabolisme berupa urine dan keringat menyebabkan tubuh banyak kehilangan air. Oleh karena itu, tubuh perlu mendapatkan tambahan air yang cukup. Kekurangan air yang parah dapat membahayakan kesehatan tubuh.

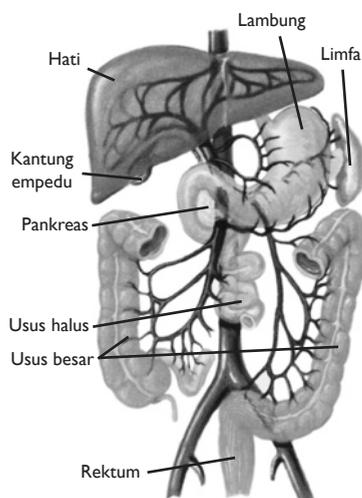
Soal Penguasaan Materi 1.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan bagian-bagian kulit manusia.
2. Bagaimanakah hubungan antara suhu udara dan jumlah urine?

D. Hati

Hati merupakan salah satu organ vital bagi tubuh. Hati juga termasuk organ ekskresi karena hati mengeluarkan cairan empedu dan berperan dalam membuang zat racun seperti NH_3 (amoniak) menjadi $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (urea). Amoniak merupakan salah satu sisa hasil penguraian protein. Amoniak sangat beracun sehingga perlu diubah menjadi bahan yang kurang beracun, yakni urea. Urea bersifat larut dalam air sehingga dapat dibuang dalam bentuk urine melalui ginjal.



Gambar 1.5

Hati adalah organ sistem pencernaan dan ekskresi.

Sumber: *Biologi*, 1995

Hati juga berperan dalam perombakan sel-sel darah merah yang sudah tua dan tidak berfungsi dengan baik. Hasil penghancuran sel-sel darah merah selanjutnya ditampung di

dalam empedu. Lalu dikeluarkan menjadi cairan empedu yang berperan dalam pencernaan makanan.

Cairan empedu berwarna coklat kehijauan. Cairan ini melewati saluran empedu masuk ke *duodenum* (usus dua belas jari) untuk memecah lemak. Kemampuan tersebut didukung oleh adanya kandungan garam dalam cairan tersebut sehingga penyerapan lemak menjadi lebih mudah.

Soal Penguasaan Materi 1.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan bagaimanakah cairan empedu dihasilkan.
2. Mengapa amoniak dalam tubuh diubah menjadi urea?

E. Gangguan dan Penyakit Sistem Ekskresi

Gangguan dan penyakit dapat mengganggu kerja sistem ekskresi manusia. Gangguan pada sistem ekskresi dapat terjadi pada organ-organ sistem ekskresi terutama ginjal.

I. Diabetes Melitus

Darah yang masuk ke ginjal tidak hanya mengandung bahan-bahan sisa, tetapi juga mengandung berbagai macam zat yang sesungguhnya masih diperlukan tubuh. Pada ginjal yang sehat, zat-zat sisa akan dikeluarkan, sedangkan zat-zat yang masih diperlukan tubuh akan diserap kembali oleh darah. Pada orang yang menderita kencing manis (diabetes melitus), gula yang sesungguhnya diperlukan tubuh, terbuang di ginjal sehingga urinenya mengandung gula. Hal ini disebabkan penderita kekurangan hormon insulin. Hormon ini berfungsi untuk mengatur kadar gula (glukosa) dalam darah. Kekurangan hormon insulin pada penderita diabetes melitus mengakibatkan banyaknya glukosa dalam darah dan urinenya mengandung glukosa.

Penyakit kencing manis menyebabkan kelelahan, kehausan, kehilangan berat badan, bahkan kematian bagi penderitanya.

Pembahasan UN

Jika urine seseorang mengandung kadar gula, menunjukkan orang tersebut kekurangan hormon

(Ebtanas 2001)

- a. insulin
- b. tiroksin
- c. adrenalin
- d. estrogen

Jawaban (a)

Pembahasan: kadar gula dalam urine menunjukkan seseorang menderita diabetes melitus, kekurangan hormon insulin.

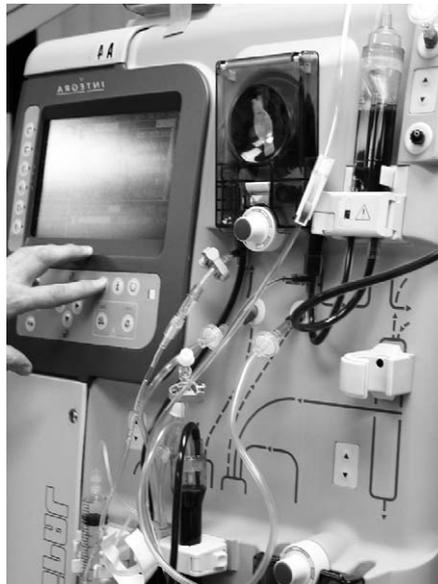
2. Diabetes Insipidus

Ketika kadar air dalam tubuh kurang, ginjal akan menyerap air melalui saluran-salurannya sehingga air tersebut dapat diserap kembali oleh pembuluh darah. Jika saluran-saluran dalam ginjal kurang mampu menyerap air, jumlah urine akan berada di atas batas normal. Urine yang terlalu banyak menandakan suatu penyakit yang dinamakan diabetes insipidus.

3. Gagal Ginjal

Gagal ginjal adalah keadaan rusak dan menurunnya fungsi ginjal. Gagal ginjal dapat disebabkan oleh peradangan nefron, batu ginjal, dan kelainan bawaan ginjal. Ginjal yang mengalami kerusakan dapat dibantu dengan melakukan pencangkokan ginjal atau transplantasi ginjal.

Pernahkah kamu mendengar orang yang harus cuci darah? Ada orang tertentu yang mengalami gangguan ginjal sehingga tidak dapat membuang sisa-sisa metabolisme. Akibatnya, sisa-sisa metabolisme terus menumpuk di dalam darah. Orang yang mengalami gangguan ginjal semacam ini perlu ditolong dengan cuci darah atau dialisis melalui mesin cuci darah (*dialysis machine*). Proses cuci darah dilakukan dengan mengalirkan darah pada cairan tertentu sehingga zat-zat sisa dapat keluar dari darah dan terbuang ke dalam cairan tersebut.



Gambar 1.6

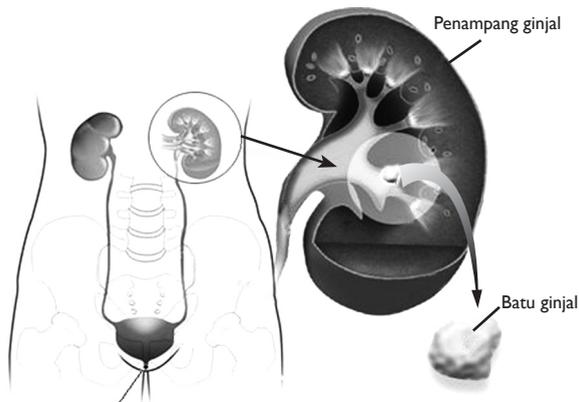
Mesin cuci darah

Sumber: 66.39.78.242

4. Batu Ginjal

Penyakit batu ginjal adalah penyakit yang ditimbulkan dari pembentukan kristal pada saluran-saluran ginjal hingga uretra. Kristal tersebut terbentuk dari kalsium oksalat, asam urat, fosfat, dan sistin. Batu ginjal tersebut menyumbat saluran urine dan menimbulkan rasa sakit.

Pengobatan batu ginjal dapat dilakukan dengan operasi dan pemberian obat penghancur batu ginjal. Pembentukan batu ginjal dapat dicegah dengan banyak minum air bening, lebih dari dua liter setiap hari, serta mengurangi makanan yang banyak mengandung kalsium oksalat dan purine.



Sumber: wartamedika.com

Gambar 1.7

Batu ginjal yang menyumbat saluran dalam ginjal, dapat menyebabkan penyakit batu ginjal.

Tugas 1.1

Gangguan pada ginjal dapat menimbulkan dampak yang berbahaya terhadap kesehatan tubuh. Tugasmu, carilah informasi mengenai beberapa penyakit atau kelainan pada sistem ekskresi tubuh. Gunakan sumber dari majalah, koran, atau internet. Kliping terbaik dapat ditempelkan pada majalah dinding sekolahmu.

Soal Penguasaan Materi 1.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan gangguan ekskresi yang dialami oleh penderita diabetes melitus.
2. Jelaskan gangguan ekskresi yang dialami oleh penderita diabetes insipidus.

Rangkuman

- Proses penguraian zat-zat makanan dalam sel menghasilkan zat-zat sisa yang harus dikeluarkan dari dalam tubuh agar tidak menjadi racun bagi tubuh. Paru-paru, ginjal, kulit, dan hati merupakan beberapa organ yang berperan penting dalam pengeluaran bahan-bahan sisa dari dalam tubuh.
- Darah yang sampai ke ginjal akan disaring untuk mengeluarkan zat-zat sisa metabolisme. Kemudian, dikeluarkan dalam bentuk urine.
- Apabila suhu udara sangat panas atau tubuh banyak melakukan kegiatan, tubuh mengeluarkan keringat untuk menjaga suhu tubuh.
- Di dalam keringat, terlarut juga zat-zat sisa metabolisme dan berbagai jenis garam. Oleh karena itu, setelah mengeluarkan banyak keringat tubuh perlu mendapatkan tambahan air dan mineral.
- Pada sistem ekskresi, organ-organnya dapat mengalami gangguan atau penyakit, di antaranya diabetes melitus, diabetes insipidus, gagal ginjal, dan batu ginjal.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Sistem Ekskresi pada Manusia. Sisa-sisa metabolisme dalam tubuh harus dikeluarkan melalui organ-organ ekskresi. Dengan mempelajari materi pada bab ini, kamu bisa mendapat manfaat. Misalnya, kamu mengetahui bagaimana organ-organ ekskresi dalam tubuhmu harus bekerja sehingga sisa-sisa metabolisme tidak menjadi racun bagi tubuh.

Selain itu, kamu juga mengetahui gangguan atau penyakit yang dapat menyerang sistem ekskresi. Dapatkah kamu menyebutkan manfaat yang lainnya?

Setelah mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Bagian mana pula yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu, agar kamu lebih menguasai materi dalam bab ini.

Tes Kompetensi Bab I

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Sisa metabolisme berupa urea dan garam mineral dibuang melalui
 - paru-paru dan kulit
 - ginjal dan hati
 - kulit dan ginjal
 - kulit dan hati
- Saluran dalam ginjal dimana di dalamnya terjadi penyerapan kembali bahan yang masih diperlukan tubuh adalah
 - glomerulus
 - nefron
 - korteks
 - kapsul Bowman
- Amoniak dan urea yang terkandung dalam urine adalah hasil perombakan
 - lemak
 - karbohidrat
 - protein
 - sel darah merah
- Manusia mengeluarkan keringat karena beberapa sebab, di antaranya
 - agar cairan tubuh tidak terlalu banyak
 - membersihkan kulit
 - menjaga stabilitas cairan tubuh
 - mengatur suhu tubuh
- Pengertian sistem ekskresi adalah
 - proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme
 - proses pengaturan transportasi tubuh
 - proses pembuangan zat sisa melalui anus
 - proses penyeimbangan pemasukan dan pengeluaran pada tubuh
- Tugas utama hati sebagai salah satu alat ekskresi ialah
 - mengeluarkan gas sisa metabolisme
 - mengeluarkan cairan empedu
 - menghasilkan urine
 - membentuk sel darah merah
- Penyakit yang timbul akibat urine yang berlebihan dinamakan
 - diabetes melitus
 - gagal ginjal
 - diabetes insipidus
 - batu ginjal
- Kelenjar keringat terdapat pada kulit di bagian
 - jaringan pengikat bawah kulit
 - kulit ari
 - epidermis
 - kulit jangat
- Berikut ini, zat yang tidak terkandung dalam urine adalah
 - urea
 - amoniak
 - cairan empedu
 - air
- Organ yang berperan sebagai alat ekskresi, yaitu
 - ginjal, hati, kulit
 - ginjal, empedu, anus
 - kulit, ginjal, anus
 - hati, anus, ginjal
- Berikut ini, zat-zat yang dikeluarkan oleh keringat adalah
 - air dan amoniak
 - cairan empedu
 - garam dan zat besi
 - garam, urea, dan amoniak
- Berikut ini yang termasuk struktur kulit adalah
 - pelvis, glomerulus
 - kantung empedu
 - epidermis dan kelenjar sebacea
 - kelenjar keringat
- Cairan empedu berasal dari
 - zat-zat makanan
 - sel darah merah yang sudah tua
 - garam mineral
 - kelenjar keringat

14. Berikut ini yang bukan termasuk fungsi hati adalah
- pemecah protein
 - pemecah lemak
 - penghancuran sel darah merah
 - pengubahan amoniak menjadi urea
15. Cairan empedu ditampung dalam
- usus halus
 - usus besar
 - kantung empedu
 - lambung

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

- Seseorang yang banyak minum akan mengeluarkan urine yang banyak juga. Bagaimanakah prosesnya sehingga urine yang dikeluarkan dapat menjadi banyak?
- Walaupun sudah ingin buang air kecil, sebenarnya kita masih bisa menahan agar tidak buang air kecil untuk beberapa lama. Bagaimanakah prosesnya sehingga kita bisa menahan buang air kecil?
- Setelah berolah raga dan mengeluarkan banyak keringat, kita akan agak sulit untuk buang air kecil. Mengapa demikian?
- Mengapa keringat kita bau?
- Jelaskan gangguan sistem eksresi pada penderita kencing manis.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

- Pada saat kamu sakit, urinemu terlihat lebih kuning. Mengapa demikian?
- Kulit tubuhmu dapat mengeluarkan keringat. Jika tubuh kekurangan air, dapatkan kulit menyerap air? Mengapa?
- Mengapa makanan yang mengandung bahan pewarna tekstil bisa mengakibatkan kerusakan pada ginjal?

Bab 2



Sumber: Seri Pustaka Sains:
Tubuh Kita, 2006

Sistem Reproduksi pada Manusia

Hasil yang harus kamu capai:

memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mendesripsikan sistem reproduksi dan penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi pada manusia.

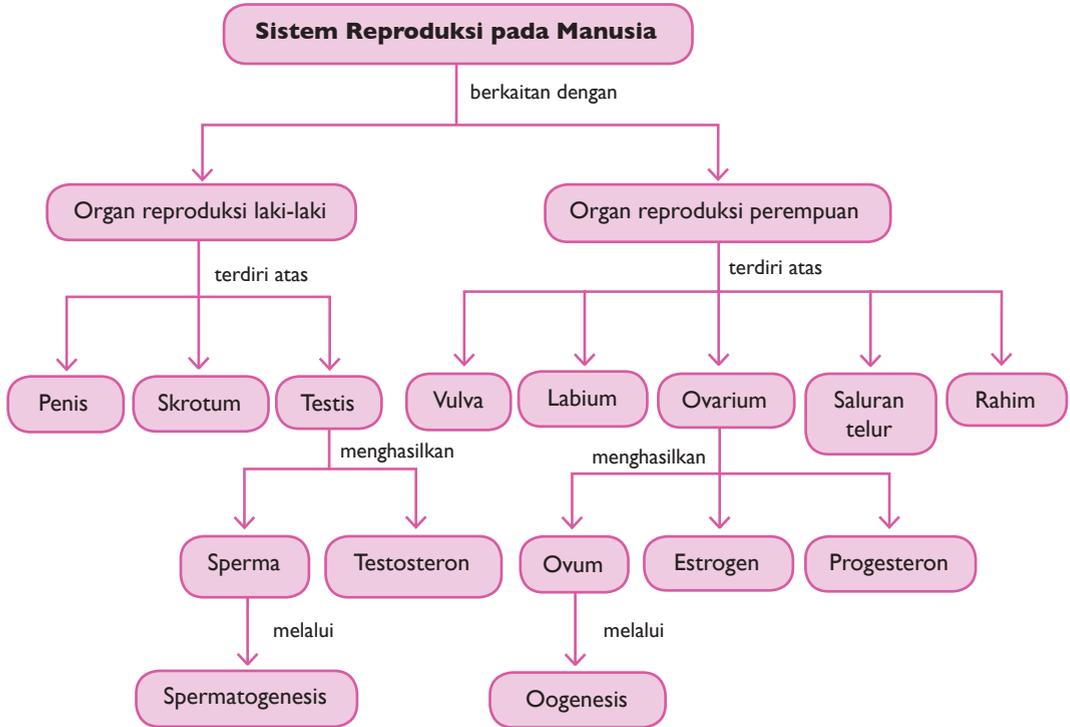
Masih ingatkah kamu pelajaran di Kelas VIII tentang pertumbuhan dan perkembangan? Kamu telah mempelajari, bahwa seiring dengan pertumbuhan tubuhnya, manusia juga mengalami perkembangan atau pematangan organ-organ reproduksi.

Organ reproduksi pada laki-laki dan perempuan berbeda. Pada bab ini, kamu akan diajak mengkaji sistem reproduksi pada manusia secara lebih lengkap. Selain itu, kamu juga akan mempelajari beberapa penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi manusia.

- A.** Sistem Reproduksi pada Laki-laki
- B.** Sistem Reproduksi pada Perempuan
- C.** Pembentukan Sperma dan Ovum pada Manusia
- D.** Menstruasi dan Kehamilan
- E.** Pentingnya Reproduksi
- F.** Penyakit yang Berhubungan dengan Sistem Reproduksi

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.



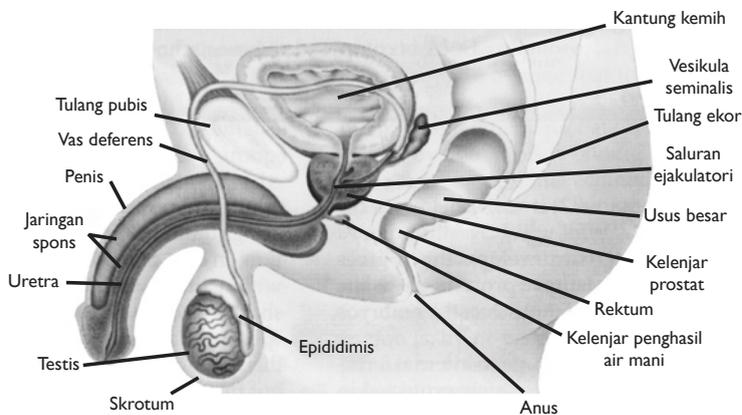
Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Setiap makhluk hidup bisa memperoleh anak (keturunan), begitu pula dengan manusia. Menurutmu, apakah tujuan memperoleh keturunan?
2. Apa yang akan terjadi jika manusia tidak bisa memperoleh keturunan?
3. Bagaimana cara manusia memperoleh keturunan?

A. Sistem Reproduksi pada Laki-laki

Masih ingatkah kamu tanda-tanda pematangan organ reproduksi pada laki-laki? Membesarnya jakun, tumbuhnya kumis dan rambut di daerah kemaluan serta beberapa tempat lain merupakan tanda-tanda pematangan organ reproduksi laki-laki. Tanda-tanda tersebut dikenal dengan istilah ciri-ciri kelamin sekunder. Ciri-ciri kelamin sekunder pada laki-laki dipicu oleh hormon kelamin jantan yang bernama testosteron. Produksi testosteron dirangsang oleh LH (*Luteinizing Hormone*). Testosteron berfungsi juga dalam merangsang pertumbuhan organ reproduksi laki-laki, seperti penis beserta kelenjar-kelenjarnya.



Sumber: *Biology: The Realm of Life*, 1996

Organ reproduksi laki-laki terdiri atas organ penghasil sperma yang disebut testis dan saluran untuk mengeluarkan sperma yang berakhir di bagian penis. Laki-laki memiliki dua buah testis, masing-masing tersimpan dalam kantung yang disebut skrotum. Skrotum terletak di bawah perut dan berbentuk bulat. Di dalam testis inilah diproduksi sperma

Gambar 2.1

Organ reproduksi pada laki-laki

dan hormon testosteron. Sperma dihasilkan di dalam testis melalui pembelahan meiosis. Proses pembentukan sperma disebut spermatogenesis. Proses ini akan kamu pelajari pada bahasan selanjutnya.

Testis merupakan organ reproduksi laki-laki yang letaknya di dalam kantung skrotum. Selain testis, terdapat saluran kelamin yang terdiri atas epididimis, vas deferens, dan uretra. Alat kelamin laki-laki yang letaknya di luar adalah penis dan skrotum.

Di dalam penis terdapat saluran uretra yang berfungsi mengeluarkan urine dan air mani. Sperma terkandung dalam air mani. Air mani tersebut merupakan gabungan dari cairan yang dikeluarkan oleh vesikula seminalis dan kelenjar prostat.

Soal Penguasaan Materi 2.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan proses pematangan organ reproduksi laki-laki.
2. Jelaskan bagian-bagian organ reproduksi pada laki-laki.

Pembahasan UN

Alat kelamin pada mamalia yang berfungsi menghasilkan sel telur

(Ebtanas 2001)

- a. plasenta
- b. uretra
- c. ovarium
- d. oviduk

Jawaban (c)

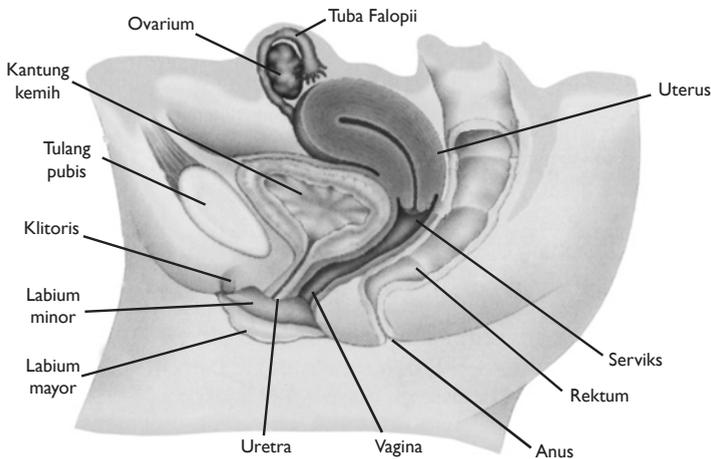
Pembahasan: Mamalia, termasuk manusia, pada betina memiliki ovarium sebagai organ yang menghasilkan sel telur.

B. Sistem Reproduksi pada Perempuan

Seperti halnya pada laki-laki, pematangan organ reproduksi perempuan ditandai dengan tumbuhnya ciri-ciri kelamin sekunder. Hormon yang memengaruhinya adalah estrogen dan progesteron. Produksi estrogen dan progesteron dirangsang oleh LH (*Luteinizing Hormone*). Estrogen merangsang pertumbuhan kelamin sekunder perempuan, seperti membesarnya payudara dan pinggul, serta memengaruhi pertumbuhan rahim dan vagina. Hormon progesteron berfungsi pula dalam pertumbuhan payudara dan bersama estrogen turut berperan saat terjadi menstruasi dan kehamilan.

Organ reproduksi perempuan di bagian luar terdiri atas vulva dan labium (bibir). Vulva berupa celah yang dibatasi oleh sepasang labium besar dan sepasang labium kecil di sebelah dalam. Di dalam vulva terdapat tonjolan kecil yang disebut klitoris. Di dalam vulva juga terdapat dua lubang, yakni lubang uretra dan lubang vagina yang ditutupi oleh selaput dara (hymen). Di manakah terbentuknya ovum (sel telur)?

Organ reproduksi perempuan yang letaknya di dalam, terdiri atas sepasang ovarium, sepasang saluran telur (tuba Fallopii), dan rahim (uterus). Ovum dibentuk dalam ovarium melalui pembelahan meiosis. Proses pembentukan ovum dinamakan oogenesis. Hormon estrogen dan progesteron juga diproduksi di dalam ovarium.



Gambar 2.2

Organ reproduksi pada perempuan

Sumber: *Biology: The Realm of Life*, 1996

Soal Penguasaan Materi 2.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Bagaimanakah peran LH dalam sistem reproduksi perempuan?
2. Jelaskan bagian-bagian organ reproduksi perempuan.

C. Pembentukan Sperma dan Ovum pada Manusia

Setelah mengetahui bagian-bagian sistem reproduksi manusia, pada subbab ini kamu akan mengetahui bagaimana proses pembentukan sperma dan ovum. Proses pembentukan sperma (spermatogenesis) dan sel telur (oogenesis) terjadi melalui pembelahan mitosis dan meiosis. Pembelahan mitosis adalah pembelahan sel yang menghasilkan dua sel anak dengan jumlah kromosom sama dengan induknya. Adapun pembelahan meiosis adalah pembelahan sel yang menghasilkan empat sel anak dengan jumlah kromosom setengah dari induknya.

Informasi IPA



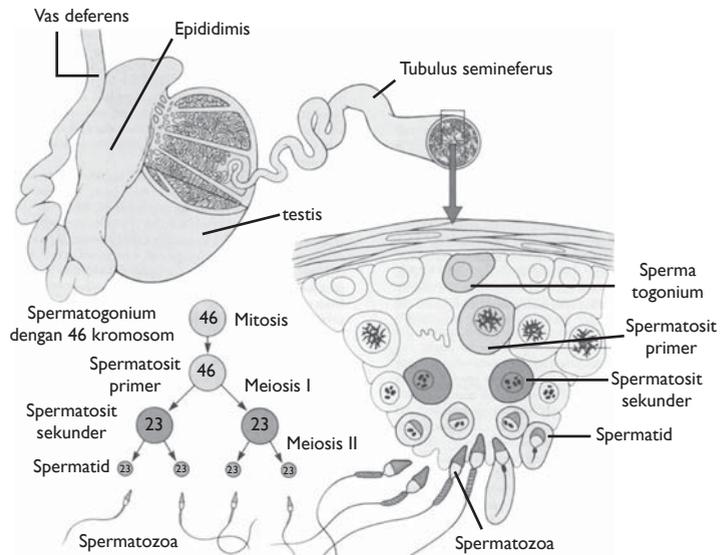
Pada mikrograf elektron ini, satu sel sperma sedang menembus sel telur. Sel sperma lebih kurang panjangnya seperduapuluh milimeter dan sebagian besar panjang tersebut adalah ekor yang panjang. Ada sekitar 300 – 500 juta sperma di dalam cairan semen (air mani), tetapi hanya satu sperma yang dapat membuahi sel telur.

Sumber: *Jendela Iptek: Tubuh Manusia, 1997*

I. Spermatogenesis

Spermatogenesis terjadi di saluran-saluran tubulus seminiferus pada testis. Proses ini diawali dengan membelahnya sel induk sperma (spermatogonium) secara mitosis menjadi dua sel anak. Hormon yang merangsang spermatogonium untuk melakukan spermatogenesis ialah FSH (*Follicle Stimulating Hormone*).

Sel anak pertama hasil pembelahan tetap seperti keadaan semula untuk kemudian membelah kembali, sedangkan sel anak kedua berkembang menjadi spermatosit primer. Selanjutnya, spermatosit primer membelah secara meiosis menghasilkan dua spermatosit sekunder. Setiap spermatosit sekunder berkembang menjadi dua spermatid sehingga total dihasilkan empat spermatid. Spermatid adalah calon sperma yang belum berekor. Spermatid lalu berkembang menjadi spermatozoa atau sperma yang berekor.



Sumber: *Biology: Discovering Life, 1991*

Gambar 2.3

Spermatogenesis yang terjadi di testis

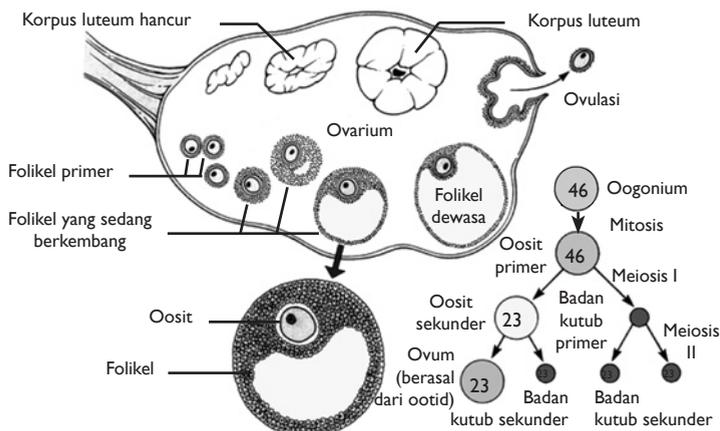
Spermatozoa atau sperma, kemudian meninggalkan testis menuju epididimis untuk mengalami pematangan. Setelah matang, sperma bergerak menuju vas deferens. Vas deferens adalah saluran yang berhubungan dengan saluran uretra sehingga sewaktu-waktu sperma dapat dikeluarkan.

Berapakah jumlah sperma yang dihasilkan setiap harinya? Setiap hari, sperma yang dihasilkan berjumlah kurang lebih 300 juta, namun hanya satu sperma saja yang dapat membuahi ovum. Seorang laki-laki dapat menghasilkan sperma mulai dia beranjak dewasa.

2. Oogenesis

Dalam ovarium, terdapat folikel untuk menghasilkan sel telur (ovum). Setelah ovum dilepaskan melalui proses ovulasi, jaringan folikel yang masih ada membentuk suatu struktur yang dinamakan korpus luteum.

Sejak dilahirkan, seorang perempuan sudah memiliki lebih kurang 1 juta sel induk telur (oogonium) dalam ovariumnya. Setiap oogonium membelah secara mitosis menjadi dua oosit primer. Lalu, satu oosit primer membelah secara meiosis menjadi oosit sekunder yang ukurannya besar dan badan kutub primer yang ukurannya kecil. Kemudian, oosit sekunder membelah menjadi ootid dan satu badan kutub sekunder, sedangkan badan kutub primer membelah menjadi dua badan kutub sekunder. Ootid lalu mengalami pematangan menjadi ovum. Berbeda dengan spermatogenesis, proses oogenesis ini hanya menghasilkan satu ovum dari satu sel induk telur.



Sumber: *Biology: Discovering Life*, 1991

Dalam tubuh perempuan, terbentuk jutaan ovum melalui oogenesis. Akan tetapi, kurang lebih 300 ribu saja yang bertahan hingga masa pubertas dan sekitar 400 ovum saja yang dapat matang. Dalam masa aktif reproduksi perempuan, setiap satu ovum mengalami pematangan setiap sebulan sekali. Jika ada 400 ovum yang dapat matang, berapa lamakah masa reproduksi perempuan? Setelah ovum yang matang habis, habis pula masa reproduksi perempuan dan tibalah saat menopause, yaitu masa berhentinya menstruasi pada usia sekitar 45–50 tahun.

Ilmuwan IPA



Regnier de Graaf
(1641–1673)

Ahli anatomi Belanda **Regnier de Graaf**, ia menerbitkan hasil kerjanya yang sangat rinci mengenai organ-organ reproduksi laki-laki dan perempuan pada tahun 1668 dan 1672. Ia mengidentifikasi 'gelembung-gelembung' kecil pada permukaan ovarium sebagai ovum. Di kemudian hari, ditemukan bahwa tiap 'gelembung' adalah folikel yang masak atau kantung telur dengan telur yang lebih kecil di dalamnya. Lebih kurang 90 tahun kemudian, folikel-folikel tersebut diberi nama folikel Graaf untuk menghormati Regnier de Graaf.

Sumber: *Jendela Iptek: Tubuh Manusia*, 1997

Gambar 2.4

Oogenesis yang terjadi di ovarium

Tugas 2.1

Untuk membedakan antara spermatogenesis dan oogenesis, perhatikanlah gambar 2.3 dan 2.4. Kemudian, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

1. Berapakah jumlah sperma yang dihasilkan saat spermatogenesis?
2. Berapakah jumlah ovum yang dihasilkan saat oogenesis?
3. Mengapa untuk menghasilkan sperma dan ovum harus melalui pembelahan meiosis?
4. Apa fungsi ekor pada sperma?
5. Kira-kira apakah fungsi badan kutub? Mengapa ukurannya lebih kecil daripada ovum?

Soal Penguasaan Materi 2.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan pembentukan sperma pada manusia dengan menggunakan diagram.
2. Jelaskan pembentukan sel telur pada manusia dengan menggunakan diagram.

D. Menstruasi dan Kehamilan

Menstruasi yang terjadi pada perempuan menandakan organ reproduksinya telah dapat menghasilkan ovum dan mampu mengalami kehamilan.

1. Menstruasi

Di Kelas VIII kamu sudah sedikit mempelajari tentang menstruasi, bukan? Pada bab ini, materi tersebut akan dibahas kembali dan dihubungkan dengan sistem reproduksi perempuan. Perlu diingat bahwa menstruasi terjadi jika ovum yang keluar saat ovulasi tidak dibuahi oleh sperma.

Fase menstruasi sangat erat kaitannya dengan masa ovulasi. Ovulasi adalah proses lepasnya ovum dari folikel dalam ovarium. Sebelum terjadi ovulasi, FSH (*Follicle Stimulating Hormone*) merangsang pematangan ovum. Pada saat yang sama, LH terbentuk sehingga LH dapat merangsang ovulasi. Seiring dengan proses pematangan ovum, LH merangsang produksi hormon estrogen dan progesteron. Kedua hormon tersebut berperan mempersiapkan endometrium agar kokoh dan kuat jika terjadi kehamilan.

Endometrium adalah lapisan dinding rahim bagian dalam yang membatasi rongga rahim. Jika setelah ovulasi

Hal Penting

Key Point

Ovulasi adalah lepasnya ovum dari folikel dalam ovarium.

Ovulation is the release of an egg cell from an ovarian follicle.

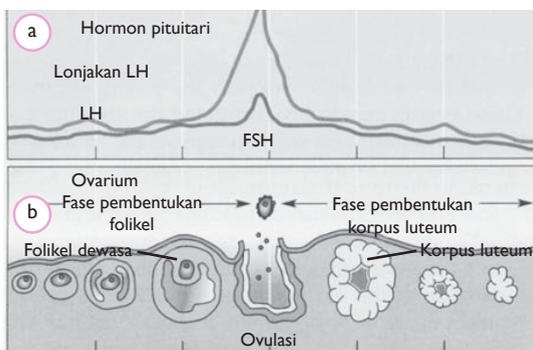
ovum tidak dibuahi, kadar estrogen dan progesteron menurun dan endometrium tidak dapat dipertahankan lagi. Akibatnya, terjadi pendarahan karena endometrium yang mengandung banyak pembuluh darah hancur dan luruh. Masa pendarahan ini disebut menstruasi. Biasanya, masa menstruasi berlangsung hingga 8 hari, rata-rata 4–5 hari.

Setiap perempuan memiliki suatu siklus menstruasi sehubungan dengan masa ovulasinya. Siklus 28 hari dalam satu bulan terdiri atas beberapa fase, yaitu:

- Fase menstruasi, berlangsung mulai hari ke-1 hingga hari ke-8. Menstruasi terjadi karena kadar estrogen dan progesteron menurun dalam ovarium.
- Fase praovulasi, berlangsung mulai hari ke-9 hingga hari ke-13. Pada masa ini, hormon-hormon bekerja untuk merangsang pematangan ovum (dipengaruhi oleh FSH) dan memertebal endometrium.
- Fase ovulasi, berlangsung pada hari ke-14. Pada masa ini, kerja hormon sudah optimal dalam proses pematangan ovum. Setelah matang, ovum keluar dari ovarium dan siap untuk dibuahi. Ovulasi dipengaruhi oleh LH.
- Fase pascaovulasi, berlangsung pada hari ke-15 hingga hari ke-28. Jika pada masa ini ovum dibuahi, akan terjadi kehamilan. Selama masa kehamilan, endometrium tetap dipertahankan karena pengaruh hormon progesteron. Akan tetapi, jika ovum tidak dibuahi maka akan terjadi kembali masa menstruasi dengan siklus kembali lagi ke hari pertama.

Perhitungan hari tersebut adalah perhitungan rata-rata.

Maju atau mundurnya waktu untuk setiap fase dapat terjadi sesuai kondisi fisik dan psikologis setiap perempuan. Coba perhatikanlah siklus menstruasi pada Gambar 2.5. Dapatkan kamu mengidentifikasi tiap fase dalam gambar siklus menstruasi tersebut?



Pembahasan UN

Pada manusia, proses pembuahan terjadi pada bagian

(UAS 2003)

- rahim
- ovarium
- tuba Fallopi
- vagina

Jawaban (c)

Pembahasan: Proses pembuahan pada mamalia terjadi pada tuba Fallopi. Sel telur yang baru keluar dari ovarium bertemu sel sperma yang sudah masuk melalui vagina dan uterus.

Gambar 2.5

Siklus menstruasi dalam 28 hari. (a) Keadaan hormon pituitari (LH dan FSH), (b) keadaan ovarium, (c) keadaan hormon ovarium, (d) keadaan lapisan uterus, dan (e) keadaan suhu tubuh selama siklus menstruasi.

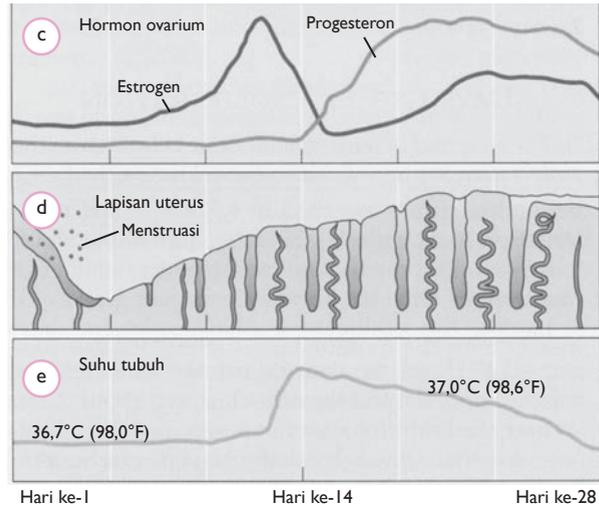
Bagaimana keadaan tubuh saat ovulasi terjadi?

Informasi IPA



Secara kasar, dari 90 kehamilan kembar. Dua pertiga dari bayi-bayi kembar tersebut adalah kembar non-identik, yang tumbuh dari dua sel telur yang berbeda jika seorang wanita mengeluarkan dua sel telur saat ovulasi, dan tiap sel telur dibuahi oleh sperma yang berbeda. Tiap bayi kembar memiliki selaput-selaput yang melindungi mereka, seperti pada model di sini. Mereka juga memiliki tali ari-ari sendiri untuk memberi makan tiap bayi. Kembar identik tumbuh dari satu sel telur yang dibuahi. Mereka selalu sama dalam jenis kelamin dan memiliki satu tali ari-ari, selaput amnion dan gen-gen mereka juga sama.

Sumber: *Jendela Iptek: Tubuh Manusia, 1997*



Sumber: *Biology: The Realm of Life, 1996*

2. Kehamilan

Kehamilan terjadi jika ovum dibuahi. Kehamilan ditandai dengan tidak terjadinya menstruasi. Pembuahan (fertilisasi) ovum oleh sperma adalah tahap awal pembentukan zigot. Kamu masih ingat bukan, bagaimana sperma masuk ke dalam saluran reproduksi perempuan? Ovum keluar dari ovarium dan ditangkap oleh jumbai-jumbai yang ada di pangkal tuba Fallopii. Di saluran inilah pembuahan terjadi sehingga membentuk satu sel zigot. Selanjutnya, zigot mengalami pembelahan mitosis menjadi 2 sel, lalu 4 sel, 8 sel, dan 16 sel.

Setelah satu zigot membelah dan terbentuk 16 sel, sel-sel ini membentuk struktur seperti sebuah bola padat. Bola padat ini kemudian bergerak menuju rahim dan tertanam di dalamnya. Selanjutnya, kumpulan sel tersebut berkembang menjadi embrio, lalu setelah dua bulan menjadi janin (fetus). Pada saatnya, janin akan lahir sebagai bayi setelah kehamilan selama sekitar 9 bulan 10 hari.

Tugas 2.2

Sejak beberapa tahun pemerintah telah mencanangkan program Keluarga Berencana (KB). Ada beberapa alat kontrasepsi yang digunakan dalam rangka mengatur kelahiran. Buatlah tulisan tentang berbagai jenis alat kontrasepsi beserta cara kerjanya.

Soal Penguasaan Materi 2.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Bagaimanakah peranan LH dalam mengendalikan kehamilan?
2. Tuliskan fase-fase dalam siklus menstruasi selama 28 hari.

E. Pentingnya Reproduksi

Kamu sudah mengetahui bahwa reproduksi merupakan cara menghasilkan individu baru. Setiap makhluk hidup bereproduksi untuk mempertahankan keberadaan spesiesnya di alam. Apakah tanpa bereproduksi suatu spesies dapat menjalankan proses-proses kehidupannya dengan sempurna?

Suatu organisme dapat hidup tanpa bereproduksi. Akan tetapi, apa yang terjadi jika tumbuhan atau hewan tidak bereproduksi? Bagaimana jika hewan tersebut sulit berkembang biak? Perhatikanlah tabel berikut.

Tabel 2.1 Laju Reproduksi Beberapa Hewan

Hewan	Masa Kehamilan (Hari)	Jumlah Anak
Tikus	22	6 – 10
Kelinci	30	4 – 6
Kanguru	40	7
Marmut	62	5 – 6
Kucing	63	4 – 7
Anjing	63	6 – 7
Sapi	270	1
Kera	213	1
Singa	106	2 – 3
Simpanse	231	1
Gajah	641	1

Dari tabel tersebut, dapatkah kamu memperkirakan hewan manakah yang rentan terhadap kepunahan? Mengapa demikian?

Setiap spesies yang ada di muka Bumi ini memiliki kedudukan dan peran penting di alam. Misalnya, tumbuhan memiliki kedudukan sebagai produsen atau penghasil makanan. Dengan setiap perannya, keberadaan suatu spesies diperlukan untuk menjaga keseimbangan alam.

Dapatkah kamu membayangkan apakah yang akan terjadi jika salah satu spesies mengalami kepunahan? Mungkin hal ini tidak akan sangat berpengaruh pada keseimbangan alam apabila masih ada spesies lain dalam jumlah banyak

Informasi IPA



Sekitar dua bulan setelah pembuahan, panjang tubuh bayi baru sekitar 25 mm. Walaupun demikian, semua organ utama telah terbentuk dan jantung bayi telah berdenyut.

Ahli-ahli embrio sepanjang masa tercengang terhadap kesamaan yang ditemukan pada mamalia, seperti antara embrio manusia dengan embrio kera dan kucing. Akan tetapi, embrio manusia mengalami perkembangan secara bertahap sejak umur kehamilan dua bulan sehingga semakin tampak sebagai manusia. Ia dikenal sebagai janin atau fetus (fetus berasal dari bahasa latin yang berarti keturunan).

Sumber: Jendela Iptek: Tubuh Manusia, 1997

dan memiliki peran yang sama. Akan tetapi, jika spesies yang punah ini memiliki peran yang tidak tergantikan oleh spesies lain, keseimbangan alam dapat terganggu. Dengan demikian, reproduksi tidak hanya sekedar proses mempertahankan kelangsungan hidup suatu spesies di muka bumi. Melalui proses reproduksi, keberadaan suatu spesies memiliki peran dalam menjaga keseimbangan alam.

Tugas 2.3

Carilah dalam buku-buku, spesies apa sajakah yang saat ini sudah tidak dapat ditemukan lagi. Buatlah rangkuman mengenai spesies tersebut.

Soal Penguasaan Materi 2.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Bagaimanakah keberadaan suatu spesies dapat menjaga keseimbangan alam?
2. Bagaimanakah suatu spesies makhluk hidup dapat mengalami kepunahan?

F. Penyakit yang Berhubungan dengan Sistem Reproduksi

Kehidupan manusia tidak terlepas dari penyakit. Penyakit dapat menyerang sistem tertentu di dalam tubuh kita, seperti sistem pernapasan dan sistem pencernaan.

Sama halnya dengan sistem organ lain, sistem reproduksi juga berpeluang untuk mengalami gangguan atau berbagai macam penyakit. Penyakit-penyakit yang dapat ditularkan melalui sistem reproduksi di antaranya *gonorrhoe*, sifilis, herpes, dan AIDS. *Gonorrhoe* dan sifilis merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri, sedangkan herpes dan AIDS merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus.

Di antara penyakit-penyakit sistem reproduksi di atas, penyakit AIDS merupakan penyakit yang paling ditakuti. AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome* = sindrom penurunan kekebalan tubuh) disebabkan oleh infeksi HIV (*Human Immunodeficiency Virus* = virus yang menyebabkan penurunan sistem kekebalan tubuh manusia).

HIV terdapat di dalam cairan semen dan darah serta dapat ditularkan melalui empat macam cara. Cara pertama, HIV ditularkan melalui kontak seksual. Cara kedua, HIV ditularkan melalui jarum suntik. Cara ketiga adalah penularan dari ibu hamil kepada anak di dalam janinnya. Cara keempat adalah melalui transfusi darah.

Penyebaran melalui jarum suntik banyak terjadi di kalangan pengguna narkoba dengan cara suntik. Pada jarum suntik akan tersisa darah dan apabila darah ini mengandung HIV maka orang yang menggunakan jarum bekas tersebut akan tertular HIV.

HIV juga dapat terkandung di dalam air ludah, keringat, dan air mata. Akan tetapi, konsentrasinya tidak terlalu tinggi sehingga HIV tidak akan ditularkan melalui cairan-cairan tersebut.

Dari tahun ke tahun, penderita AIDS di dunia semakin bertambah. Begitu pula di Indonesia, penyebarannya terjadi dengan cepat. Hingga saat ini, belum ada obat dan vaksin yang dinyatakan dapat membunuh HIV. Beberapa obat yang digunakan hanya bersifat sementara. Obat tersebut hanya dapat memperlambat perkembangbiakan HIV di dalam tubuh.

Penderita AIDS mengalami dua fase infeksi. Pada fase I, penderita AIDS mengalami penurunan kekebalan tubuh. Fase I dapat berlangsung mulai dari 5 tahun hingga 25 tahun, bergantung pada kondisi fisik penderita. Pada fase II, gejala penurunan kekebalan tubuh tampak kembali disertai dengan berkurangnya nafsu makan, keringat yang berlebihan, timbul bercak-bercak pada kulit, dan terjadi pembengkakan kelenjar getah bening. Pada kondisi ini, penderita sangat mudah terserang penyakit lain seperti *tuberculosis*, kanker, atau infeksi bakteri.

Sebenarnya, yang menyebabkan kematian bukanlah HIV-nya, tetapi penyakit-penyakit yang menyerang ketika kekebalan tubuh penderita sangat lemah. Penyakit influenza (flu) bahkan dapat menyebabkan kematian pada penderita AIDS.

Tugas 2.4

Selain penyakit AIDS, terdapat beberapa penyakit lain yang berhubungan dengan sistem reproduksi pada manusia. Bersama dengan teman sekelompokmu, buatlah makalah mengenai penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi pada manusia berikut penyebab, cara penularan, cara pencegahan, dan pengobatannya. Presentasikanlah hasilnya di depan kelas.

Soal Penguasaan Materi 2.6

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Bagaimanakah HIV dapat ditularkan?
2. Jelaskan fase infeksi HIV.

Rangkuman

- Organ reproduksi pada laki-laki berfungsi menghasilkan sperma dan pada perempuan menghasilkan ovum.
- Ovum yang dibuahi sperma akan membentuk zigot yang merupakan awal terbentuknya anak manusia.
- Hormon yang khas dimiliki laki-laki adalah testosteron, sedangkan yang dimiliki perempuan adalah estrogen dan progesteron. Hormon-hormon tersebut berperan dalam sistem reproduksi.
- Jika ovum dibuahi maka akan terjadi kehamilan, tetapi jika tidak dibuahi maka menstruasi akan tetap terjadi.
- Reproduksi sangat penting untuk menghasilkan keturunan sehingga dapat mempertahankan keberadaan suatu makhluk hidup.
- Penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi manusia, di antaranya gonorrhoe, sifilis, herpes, dan AIDS.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Sistem Reproduksi pada Manusia. Pada bab ini kamu telah mengetahui bagian-bagian yang terdapat pada organ reproduksi laki-laki dan perempuan, bagaimana pengaruh hormon reproduksi terhadap perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder, perubahan-perubahan selama menstruasi, dan penyakit yang berhubungan

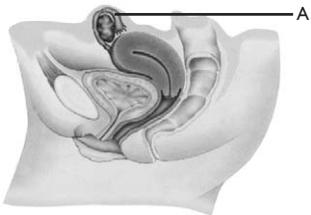
dengan sistem reproduksi. Banyak hal baru yang kamu ketahui, bukan? Dengan mempelajari bab ini, kamu menjadi tahu betapa kompleksnya sistem reproduksi itu.

Bagian materi manakah yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu agar kamu lebih menguasai materi bab ini.

Tes Kompetensi Bab 2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Ovulasi dirangsang oleh suatu hormon yang bernama
 - FSH
 - estrogen
 - LH
 - testosteron
- Saat spermatogenesis, jumlah sperma yang dihasilkan adalah
 - 1 buah
 - 2 buah
 - 4 buah
 - 8 buah
- Fungsi endometrium pada rahim adalah
 - melindungi janin dalam rahim saat hamil
 - tempat terjadinya pembuahan
 - membantu memasukkan sperma
 - tempat terbentuknya ovum
- Ciri-ciri kelamin sekunder pada laki-laki dipengaruhi oleh hormon
 - progesteron
 - testosteron
 - estrogen
 - prolaktin
- Dari pernyataan berikut ini, yang *bukan* fungsi dari reproduksi adalah
 - menghasilkan keturunan
 - menghindari kepunahan suatu spesies
 - menjaga keseimbangan alam
 - mempertahankan fisik agar selalu sehat
- AIDS adalah suatu penyakit yang penyebarannya melalui
 - bakteri
 - virus
 - jamur
 - protista
- Proses ovulasi dapat dihambat secara hormonal. Cara kontrasepsi yang sesuai untuk menghambat ovulasi adalah
 - suntik KB
 - sterilisasi
 - pil KB
 - susuk KB
- Testis sebagai penghasil sperma tersimpan dalam suatu kantung yang disebut
 - skrotum
 - labium
 - penis
 - vulva
- Sperma masuk ke dalam saluran reproduksi perempuan melalui lubang
 - vagina
 - uretra
 - vulva
 - tuba Fallopii
- Jika ovum dibuahi oleh sperma, maka yang akan terjadi adalah
 - menstruasi
 - tidak terbentuk zigot
 - peluruhan endometrium
 - kehamilan
- Produksi testosteron dirangsang oleh
 - androgen
 - Luteinizing Hormone*
 - estrogen
 - Follicle Stimulating Hormone*
- 

12.

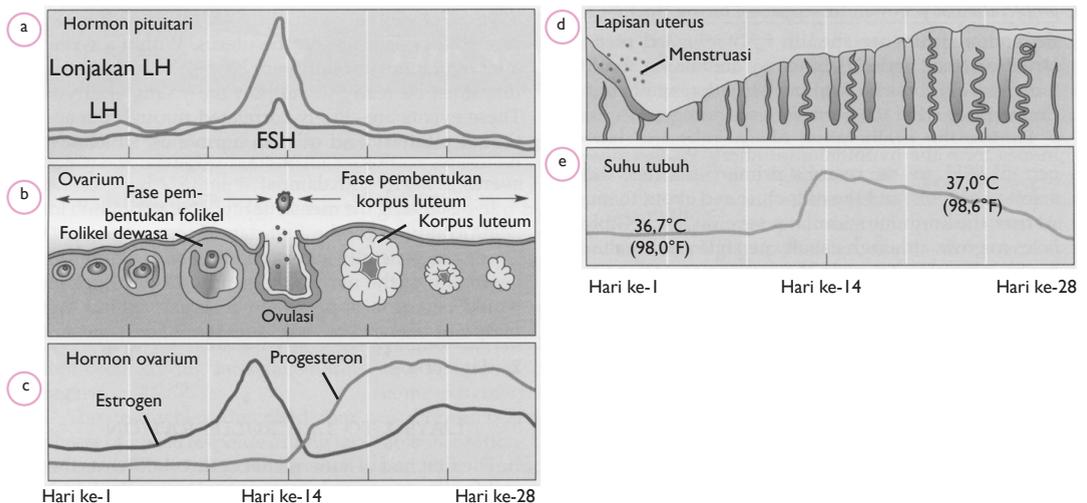
Bagian yang ditunjuk oleh huruf A disebut

 - tuba Fallopii
 - uterus
 - vagina
 - ovarium

13. Hormon yang merangsang spermatogonium untuk melakukan spermatogenesis ialah
- Luteinizing Hormone*
 - Follicle Stimulating Hormone*
 - korpus luteum
 - progesteron
14. Oogonium membelah secara mitosis menjadi
- oosit primer
 - oosit sekunder
 - ootid
 - ovum
15. Lepasnya ovum dari folikel dalam ovarium disebut
- menstruasi
 - ovulasi
 - nidasi
 - fertilisasi

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

- Mengapa perbedaan yang mencolok antara laki-laki dan perempuan baru teramati pada saat usia belasan?
- Buatlah diagram pembentukan sperma dan sel telur.
- Mungkinkah perempuan yang telah hamil mengalami menstruasi? Jelaskan.
- Mengapa hubungan seksual bebas dan narkoba berbahaya bagi kesehatan?
- Jelaskan grafik tentang siklus menstruasi berikut ini.



C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

- Seorang pria bisa menghasilkan berjuta sperma. Mengapa wanita hamil pada umumnya hanya melahirkan satu bayi saja?
- Seorang wanita mengalami menstruasi pertama saat dia berulang tahun ke-13 dan mengalami menstruasi terakhir pada saat berusia 55 tahun. Berapakah jumlah sel telur yang dihasilkan perempuan tersebut?
- Mengapa seorang kakek-kakek masih bisa punya anak, sedangkan seorang nenek-nenek tidak mungkin lagi punya anak?

Bab 3



Sumber: starbulletin.com

Sistem Koordinasi dan Alat Indra

Hasil yang harus kamu capai:

memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mendeskripsikan sistem koordinasi dan alat indra pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

Bagaimanakah cara tubuh mengatur proses bernapas, gerakan tangan dan kaki, serta pengeluaran keringat ketika kamu menari? Mengapa tubuh dapat melakukan berbagai aktivitas dalam satu waktu? Hingga bab ini, kamu telah belajar tentang berbagai sistem dalam tubuh kita, mulai dari sistem gerak, sistem pencernaan, sistem pernapasan, sistem peredaran darah, sistem ekskresi, dan sistem reproduksi.

Sistem-sistem tersebut tidaklah bekerja sendiri-sendiri melainkan berhubungan antara satu dan yang lainnya. Ketika kamu menari, zat makanan dalam tubuh mengalami proses metabolisme oleh oksigen yang diperoleh melalui aktivitas bernapas. Hasilnya, berupa energi sehingga kamu dapat menggerakkan tangan dan anggota tubuh lainnya. Zat sisa metabolisme respirasi harus dibuang, karena dapat meracuni tubuh, salah satunya melalui keringat.

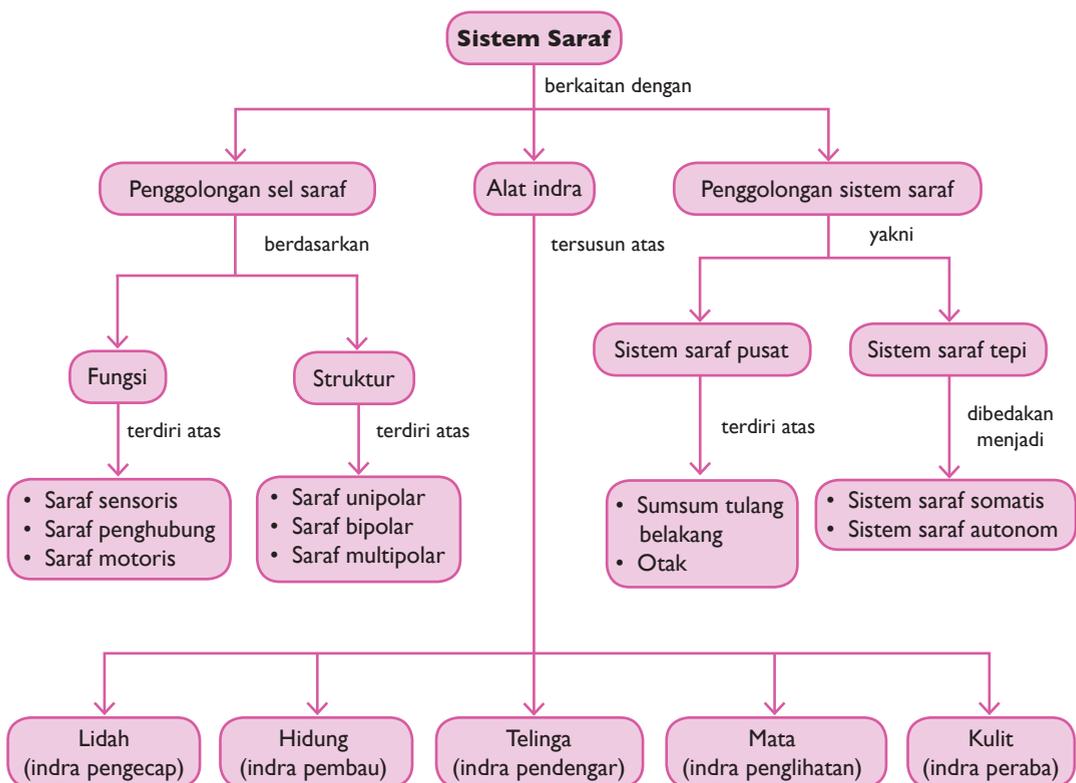
- A. Sel Saraf
- B. Sistem Saraf Pusat
- C. Sistem Saraf Tepi
- D. Sistem Indra Manusia
- E. Gangguan pada Sistem Saraf dan Alat Indra

Bagaimanakah proses pengaturan sistem-sistem tersebut agar dapat berjalan dengan harmonis? Inilah salah satu tanda kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa. Tuhan telah menciptakan suatu sistem yang berfungsi mengatur dan mengendalikan sistem-sistem yang ada dalam tubuh. Sistem yang dimaksud tidak lain adalah sistem koordinasi.

Sistem koordinasi pada dasarnya tersusun atas dua sistem, yaitu sistem saraf dan sistem hormon. Pada pembelajaran bab ini, sistem koordinasi lebih ditekankan pada sistem saraf. Sistem hormon akan kamu pelajari dengan lebih rinci di SMA kelak.

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.





Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Adakah gerakan tubuh yang tidak dirasakan olehmu? Diatur oleh apakah gerakan tersebut?
2. Tubuh kamu dapat merasakan sakit, geli, panas, dan dingin, bagian tubuh manakah yang bertugas merasakan sakit, geli, panas, dan dingin?
3. Apa yang kamu lakukan jika namamu dipanggil oleh orang lain? Mengapa kamu dapat melakukannya.

A. Sel Saraf

Sistem saraf berfungsi menerima rangsangan, meneruskannya ke otak dalam bentuk impuls saraf, kemudian meneruskan rangsangan tersebut ke bagian tubuh yang dituju. Dalam sistem saraf, otak merupakan pusat sistem saraf. Oleh karena itu, otaklah yang mengatur sistem-sistem yang ada.

Di Kelas VII kamu telah belajar mengenai jaringan pada hewan (termasuk manusia). Masih ingatkah kamu dengan jaringan saraf? Jaringan saraf tersusun oleh sel-sel saraf.

Berdasarkan fungsinya, sel saraf dibedakan menjadi saraf sensoris, saraf penghubung, dan saraf motoris. Saraf sensoris berfungsi meneruskan rangsangan yang diterima alat indra tubuh menuju otak. Adapun saraf motoris berfungsi meneruskan rangsangan dari otak ke otot-otot tubuh (efektor). Sementara itu, saraf penghubung berfungsi menghubungkan sel saraf yang satu dengan sel saraf yang lain. Dengan kata lain, saraf penghubung berfungsi menghubungkan akson saraf sensoris suatu sel saraf dengan dendrit saraf motoris sel saraf yang lain. Saraf penghubung banyak terdapat dalam otak.

Ditinjau dari strukturnya, sel saraf dapat dibedakan menjadi saraf unipolar, saraf bipolar, dan saraf multipolar.

1. Sel saraf unipolar memiliki satu juluran badan sel yang bercabang menjadi dendrit dan akson.
2. Sel saraf bipolar, pada badan sel terdapat juluran dendrit dan akson.
3. Sel saraf multipolar mempunyai banyak juluran dendrit dan satu juluran akson.

Struktur yang dimiliki suatu sel saraf akan mendukung fungsinya di dalam tubuh. Saraf sensoris tergolong saraf unipolar, sedangkan saraf penghubung tergolong saraf bipolar. Sementara itu, saraf motoris tergolong saraf multipolar.

Ilmuwan IPA

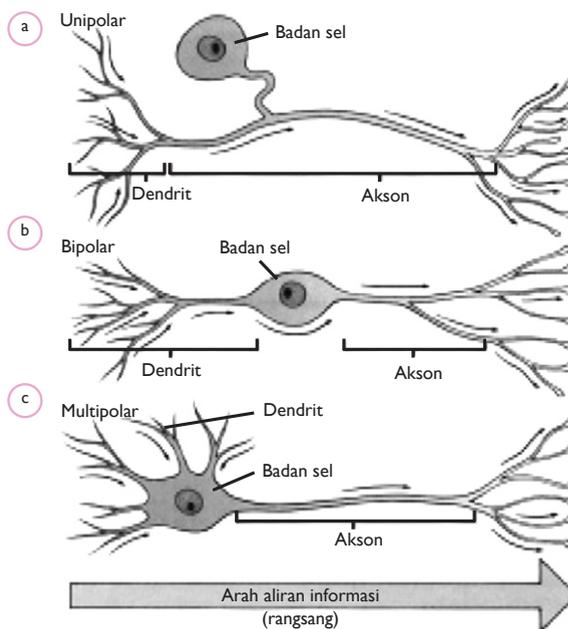


Jean Martin Charcot
(1825–1893)

Jean Martin Charcot adalah seorang ahli sistem saraf terkemuka pada zamannya. Ia menemukan beberapa penyakit saraf yang penting, seperti multipel sklerosis. Ketertarikannya pada histeria dan hipnosis membuka jalan bagi cabang ilmu kedokteran baru yang dikenal sebagai psikiatri.

Sumber: *Jendela Iptek: Tubuh Manusia, 1997*

Coba kamu perhatikan Gambar 3.1, dapatkah kamu menunjukkan perbedaan antara saraf unipolar, saraf bipolar, dan saraf multipolar?

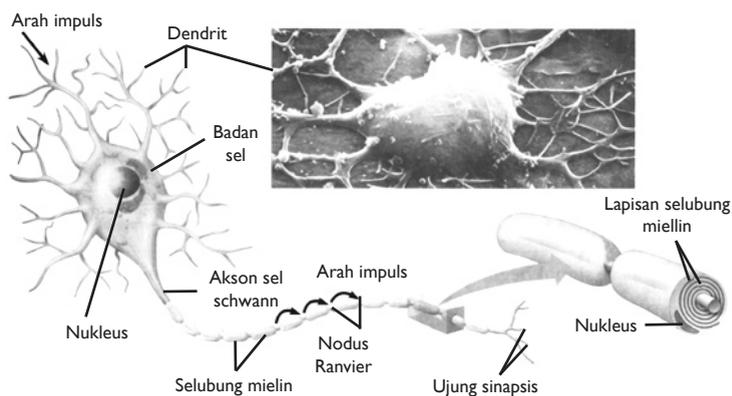


Gambar 3.1

Berdasarkan strukturnya, sel saraf dibedakan menjadi (a) saraf unipolar; (b) saraf bipolar; dan (c) saraf multipolar.

Sumber: *Biology: Discovering Life*, 1991

Sel saraf pada dasarnya, terdiri atas badan sel, dendrit, dan akson. Seperti sel-sel lainnya, badan sel memiliki inti sel (nukleus) yang dikelilingi oleh cairan sel (sitoplasma). Di dalam sitoplasma terdapat berbagai organel. Masih ingatkah kamu, organel apa saja yang terdapat dalam sel?



Gambar 3.2

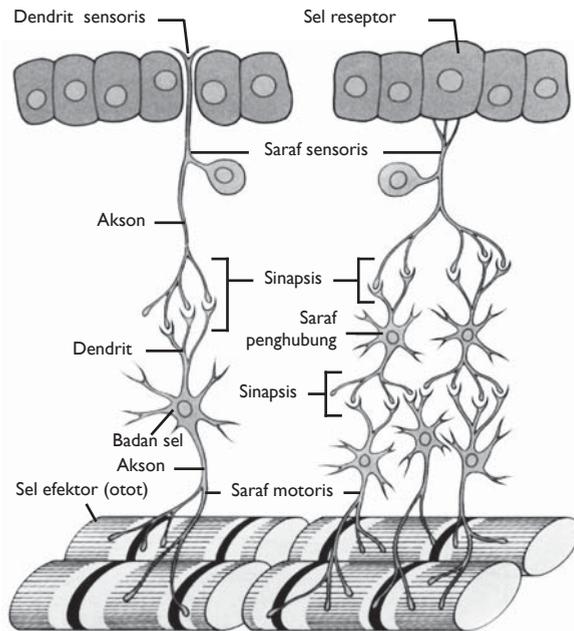
Struktur sebuah sel saraf

Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Selain badan sel, pada sel saraf juga terdapat dendrit dan akson. Dendrit adalah bagian sel saraf yang berfungsi menerima rangsangan dan menghantarkannya ke badan

sel. Bentuk dendrit bercabang-cabang. Sementara itu, akson adalah bagian sel saraf yang berfungsi membawa rangsangan menjauhi badan sel.

Akson pada umumnya dilindungi oleh suatu selubung yang dinamakan selubung mielin. Selubung-selubung tersebut tidaklah menutupi seluruh permukaan akson, ada banyak titik yang tidak tertutupi oleh selubung mielin. Bagian yang tidak tertutupi oleh selubung mielin disebut nodus Ranvier.



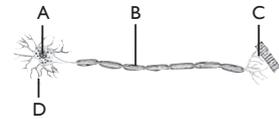
Sumber: *Biology: Discovering Life*, 1991

Rangsangan mengalir di akson dengan sangat cepat karena rangsangan tidak bergerak mengalir, tetapi meloncat dari satu nodus Ranvier ke nodus Ranvier berikutnya. Cobalah kamu bayangkan, apa jadinya jika saraf lambat dalam menyampaikan rangsangan. Misalnya, ketika seseorang terkena benda panas, mungkin orang tersebut terlanjur sakit dan baru menyadari terkena panas jika saraf tidak bekerja cepat. Oleh karena itu, kita harus bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Penyayang yang telah memberi karunia berupa saraf yang berperan besar dalam menyampaikan rangsangan.

Ujung-ujung dendrit dan akson tidak ditutupi oleh selubung agar ujung akson sel saraf dapat berhubungan dengan ujung dendrit sel saraf yang lain untuk meneruskan rangsangan. Tempat pertemuan antara ujung sel saraf yang satu dengan ujung sel saraf yang lain disebut sinapsis.

Pembahasan UN

Perhatikan gambar berikut.



Bagian neuron yang berfungsi menerima rangsang dari luar atau dari neuron lainnya adalah

(UAN 2003)

- a. A b. C
- c. B d. D

jawaban (d)

Pembahasan: Dendrit menerima rangsang dari luar sel.

Gambar 3.3

Rangkaian saraf sederhana

Pada daerah sinapsis, rangsangan tidak lagi berupa rangsangan listrik, namun diubah menjadi rangsangan kimia. Barulah setelah sampai di sel saraf berikutnya, rangsangan diubah kembali menjadi rangsangan listrik.

Perubahan dari rangsangan listrik menjadi rangsangan kimia di sinapsis sebenarnya merupakan suatu karunia Tuhan Yang Maha Esa. Dengan rangsangan kimia ini, kekuatan rangsangan dapat diketahui sehingga dapat ditentukan rangsangan mana yang akan direspons lebih lanjut. Obat-obat penghilang rasa sakit sebenarnya bekerja pada sinapsis, yakni dengan cara menghambat rangsangan.

Soal Penguasaan Materi 3.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan penggolongan sel saraf berdasarkan struktur dan fungsinya.
2. Mengapa rangsangan mengalir pada akson dengan sangat cepat?
3. Apakah yang terjadi pada sinapsis?

B. Sistem Saraf Pusat

Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Kumpulan badan-badan sel saraf yang terletak pada sistem saraf pusat dinamakan pusat saraf, sedangkan yang letaknya di luar sistem saraf pusat dinamakan ganglion.

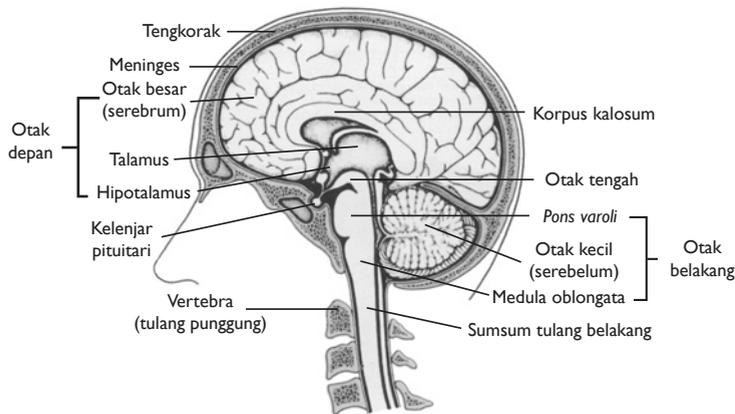
Otak dan sumsum tulang belakang dilindungi oleh tiga lapis selaput yang disebut meninges. Pada otak, selaput ini biasa disebut selaput otak. Di antara ketiga lapis selaput tersebut terdapat suatu cairan serebrospinal (*cerebrospinal*) yang berfungsi melindungi otak terhadap benturan. Cairan ini juga berfungsi membasahi sel saraf dan membawa zat makanan bagi otak.

I. Otak

Otak manusia dilindungi oleh tulang-tulang tengkorak. Volume otak kira-kira 1200–1500 mL dan massanya kurang lebih 1,5 kg. Berdasarkan perkembangan otak sejak embrio, seluruh bagian otak dibagi menjadi tiga bagian, yaitu otak depan, otak tengah, dan otak belakang. Otak depan meliputi serebrum (otak besar), talamus, dan hipotalamus. Adapun otak belakang meliputi *pons varoli* (jembatan varol), medula oblongata, dan serebelum (otak kecil). Adapun otak tengah membentuk unit fungsional yang disebut batang otak. Berikut ini tabel fungsi-fungsi beberapa bagian besar otak.

Tabel 3.1 Fungsi Beberapa Bagian Otak

Bagian Otak	Fungsi Utama
Batang otak	Meneruskan impuls dari dan menuju pusat otak, membantu menjaga keseimbangan cairan tubuh, koordinasi gerak tubuh.
Medula oblongata	Mengontrol pernapasan, sirkulasi darah, menelan, dan pencernaan.
<i>Pons varoli</i> (jembatan varol)	Penghubung otak kecil dengan bagian otak lainnya.
Otak tengah	Menerima dan meneruskan impuls suara, koordinasi refleks visual, mengirimkan impuls sensori ke pusat otak
Serebelum (otak kecil)	Koordinasi gerakan tubuh, berperan dalam belajar dan mengingat respons motorik
Talamus	Terlibat dalam hal kesadaran, ingatan, emosi, kewaspadaan, dan mengatur impuls sensor.
Hipotalamus	Mengontrol fungsi pencernaan, sistem reproduksi, mengatur tingkah laku dasar seperti makan dan minum, mengontrol kelenjar pituitari, pusat keseimbangan cairan tubuh.
Serebrum (otak besar)	Berfungsi sebagai pusat koordinasi tubuh, berperan besar dalam mengingat, belajar, berbicara, emosi, dan membentuk respons perilaku yang kompleks.



Gambar 3.4

Bagian-bagian dari otak manusia

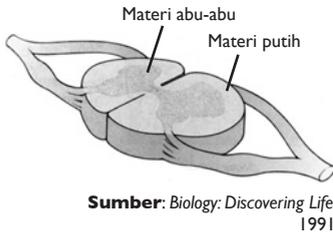
Sumber: *Biology*, 1995

Bagian otak besar dipisahkan oleh suatu lekukan sehingga otak terbagi atas otak besar kanan dan otak besar kiri. Belahan otak kanan dan otak kiri mengontrol tubuh pada bagian yang berlawanan. Otak kanan mengontrol bagian tubuh sebelah kiri dan otak kiri mengontrol bagian tubuh sebelah kanan. Jika seseorang cenderung melakukan sesuatu menggunakan tubuh bagian kanan, berarti bagian otak kirinya lebih berkembang.

2. Sumsum Tulang Belakang

Sumsum tulang belakang adalah bagian sistem saraf pusat selain otak. Sumsum tulang belakang terletak di dalam saluran tulang belakang.

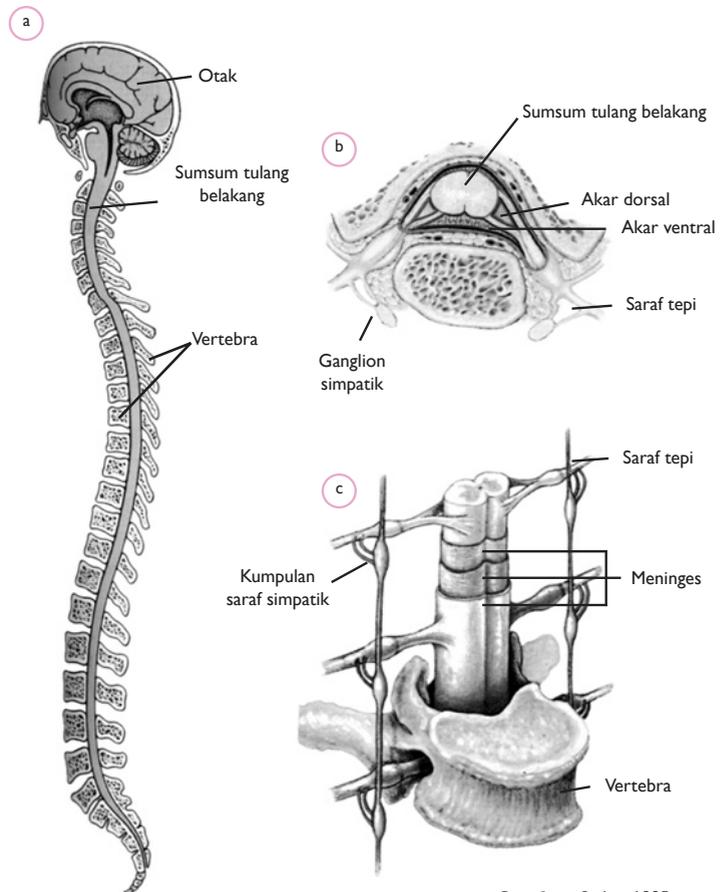
Jika sumsum tulang belakang dipotong melintang, terlihat bahwa bagian luar berwarna putih, sedangkan bagian dalam berwarna abu-abu berbentuk seperti huruf H. Warna putih pada bagian luar disebabkan adanya lapisan lemak. Sementara itu, bagian yang berwarna abu-abu menunjukkan banyaknya kandungan badan sel saraf. Serabut saraf dari badan sel tersebut memanjang dan bercabang meninggalkan sumsum tulang belakang menuju bagian tepi sehingga dinamakan sebagai saraf perifer (saraf tepi). Saraf perifer memanjang menuju berbagai bagian tubuh.



Sumber: *Biology: Discovering Life*, 1991

Gambar 3.5

Potongan melintang sumsum tulang belakang



Gambar 3.6

- Penampang memanjang saraf pusat.
- Penampang melintang sumsum tulang belakang dengan akar dorsal dan akar ventral yang bersambung untuk membentuk saraf tepi.
- Segmen sumsum tulang belakang yang menunjukkan tiga lapis selaput yang membungkus sumsum tulang belakang (meninges).

Sumber: *Biologi*, 1995

Salah satu peran sumsum tulang belakang adalah dalam gerakan refleks. Gerakan refleks adalah respon spontan terhadap suatu rangsangan yang terjadi secara

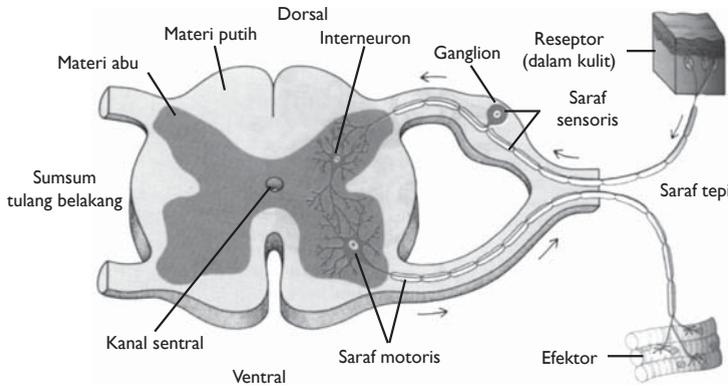
tidak disadari. Misalnya, jika otot yang berada di bawah tempurung lutut diketuk maka tanpa kita sadari kaki kita akan bergerak. Hal ini sering dilakukan oleh dokter untuk mengetahui apakah saraf-saraf yang mengontrol pergerakan kaki normal atau tidak.

Hal Penting

Key Point

Refleks adalah sebuah respons otomatis terhadap rangsangan.

Reflex is an automatic response to a stimulus.



Sumber: Biologi, 1995

Saraf untuk gerakan refleks memiliki alur yang lebih pendek daripada alur biasa karena tidak melalui otak terlebih dahulu, melainkan hanya melalui sumsum tulang belakang. Alur ini dinamakan *lengkung refleks*.

Lengkung refleks dimulai ketika reseptor (penerima rangsang) menerima rangsang. Lalu, saraf sensoris membawa impuls (rangsangan) ke sumsum tulang belakang. Kemudian, rangsangan tersebut diteruskan ke saraf penghubung di materi abu dan diteruskan lagi ke saraf motoris. Selanjutnya, saraf motoris membawa impuls keluar dari sumsum tulang belakang melalui akar ventral dan membawa perintah ke otot untuk memberikan respons, misalnya berupa gerakan.

Refleks sangat penting bagi kita karena refleks merupakan salah satu gerakan yang sering menyelamatkan kita. Misalnya, jika kamu tertusuk duri yang dapat membahayakan, secara cepat tubuhmu akan bergerak guna menghindari duri tersebut.

Gambar 3.7

Lengkung refleks

Soal Penguasaan Materi 3.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan beberapa karakteristik otak pada manusia.
2. Bagaimanakah kerja otak kanan dan otak kiri dalam mengontrol tubuh?
3. Jelaskan terjadinya gerakan refleks.

C. Sistem Saraf Tepi

Saraf-saraf yang menghubungkan sistem saraf pusat dengan organ-organ tubuh dinamakan sistem saraf tepi. Sistem saraf tepi terbagi atas sistem saraf somatis dan sistem saraf autonom.

Sistem saraf somatis menghantarkan impuls dari otak ke otot rangka dan kulit atau sebaliknya, dan sifatnya disadari. Adapun sistem saraf autonom menghantarkan impuls dari otak ke bagian alat-alat dalam tubuh atau sebaliknya, dan sifatnya tidak disadari.

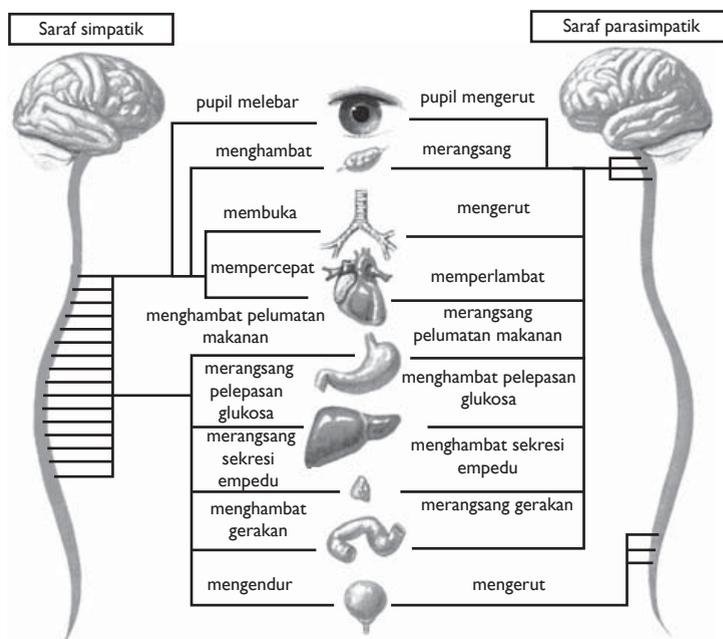
Fungsi sistem saraf autonom antara lain mengatur detak jantung, diameter pembuluh darah, laju respirasi, sekresi kelenjar, kerja alat ekskresi, dan pencernaan. Walaupun sistem saraf autonom bekerja secara tidak disadari, banyak pula bagian saraf autonom yang bekerja di bawah pengaruh kesadaran.

Sistem saraf autonom dibedakan menjadi sistem saraf simpatik dan sistem saraf parasimpatik. Kebanyakan organ tubuh berkaitan dengan kedua sistem saraf tersebut yang umumnya bekerja secara berlawanan (antagonistik). Saraf simpatik dan saraf parasimpatik bekerja sama untuk menjaga keseimbangan fungsi organ-organ tubuh. Untuk mengetahui lebih jelas bentuk interaksi kedua saraf tersebut, perhatikanlah gambar berikut.

Informasi IPA

Sumsum tulang belakang memiliki panjang sekitar 45 cm dan memiliki cabang 31 pasang saraf tepi utama. Saraf tepi tertebal adalah saraf skiatik di pinggul bawah dan paha atas—hampir selebar ibu jari.

Sumber: Seri Pustaka Sains: Tubuh Kita, 2006



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

Gambar 3.8

Interaksi saraf simpatik dan saraf parasimpatik pada organ-organ tubuh.

Contoh dari interaksi saraf simpatik dan parasimpatik adalah, detak jantung yang teratur dikontrol oleh keseimbangan impuls dari saraf simpatik dan saraf parasimpatik.

Secara terus-menerus, saraf simpatik memberikan impuls yang kemudian diimbangi oleh efek penghambatan dari saraf parasimpatik. Saraf parasimpatik memberikan sinyal rangsangan yang akan meningkatkan aktivitas perolehan energi, misalnya dengan memperlambat detak jantung. Sementara itu, sinyal yang dibawa oleh saraf simpatik akan meningkatkan kebutuhan terhadap oksigen dengan mempercepat detak jantung.

Soal Penguasaan Materi 3.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan bagian-bagian sistem saraf tepi beserta fungsinya.
 2. Tuliskan interaksi antara saraf simpatik dan saraf parasimpatik.
-

D. Sistem Indra Manusia

Impuls (rangsangan) pertama kali terdeteksi oleh alat indra (sensoris). Alat indra meliputi lidah sebagai indra pengecap, hidung sebagai indra pembau, telinga sebagai indra pendengar, mata sebagai indra penglihatan, dan kulit sebagai indra peraba.

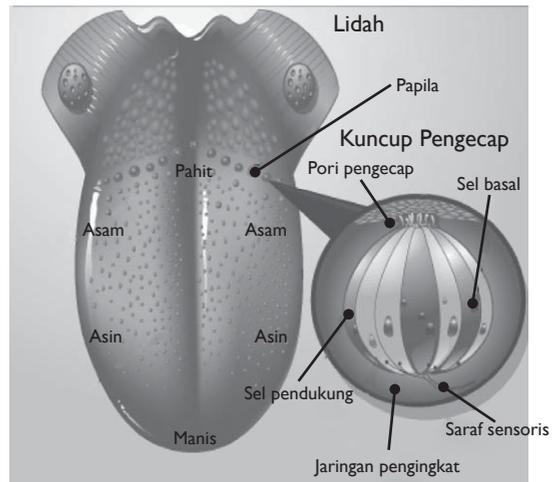
I. Lidah: Indra Pengecap

Pernahkah kamu meraba permukaan lidahmu atau memerhatikannya dengan menggunakan cermin? Permukaan lidah terasa kasar karena terdapat tonjolan-tonjolan yang tidak teratur. Tonjolan-tonjolan ini dinamakan *papila*. Papila memiliki banyak kuncup pengecap yang merupakan ruangan bundar yang di dalamnya terdapat sel pengecap. Sel-sel pengecap ini dapat menerima rangsangan kimia yang kemudian diteruskan ke otak.

Lidah hanya dapat merasakan empat rasa dasar, yakni rasa pahit, manis, asam, dan asin. Gambar 3.9 berikut, menunjukkan bagian-bagian lidah pada manusia beserta petunjuk daerah pengecap keempat rasa dasar.

Gambar 3.9

Daerah pengecap rasa dan bagian-bagian lidah



Sumber: static.howstuffworks.com

Rasa lain selain manis, asin, asam, dan pahit, merupakan gabungan antara rasa tersebut. Aroma yang ditimbulkan oleh suatu bahan makanan juga memengaruhi rasa suatu makanan. Oleh karena itu, jika hidungmu tidak berfungsi, misalnya karena influenza, kamu akan sulit menentukan rasa suatu makanan. Bagaimakah kemampuan lidah dalam menentukan suatu jenis makanan. Untuk mengetahuinya, cobalah kamu bersama temanmu melakukan kegiatan pada Ayo Coba 3.1 berikut.

Ayo Coba 3.1

Tujuan

Menguji kemampuan lidah dalam menentukan suatu jenis makanan

Alat dan bahan

Lima jenis buah (misalnya jeruk, apel, nanas, tomat, dan sirsak), gula, alat pembuat jus (*juicer*), air, pisau, gelas, dan sendok

Cara kerja

1. Potonglah buah-buahan menjadi potongan kecil.
2. Masukkan potongan-potongan buah tersebut ke dalam alat pembuat jus, kemudian tambahkan air dan gula secukupnya.
3. Masukkan jus dari setiap jenis buah ke dalam gelas berbeda.
4. Mintalah seorang temanmu untuk menutup mata dan hidungnya, lalu suapi dia dengan salah satu jus buah tersebut.
5. Lakukan pengamatan terhadap hasil tebakan temanmu tersebut dan lengkapilah tabel berikut berdasarkan pengamatanmu.

No.	Jenis Buah	Bisa Ditebak	Tidak Bisa Ditebak
1
2
3
4
5

Keterangan

Beri tanda cek (√), jika temanmu dapat menebak. Dan menentukan jenis buah. Dan beri tanda negatif (-), jika temanmu tidak dapat menebaknya.

Pertanyaan

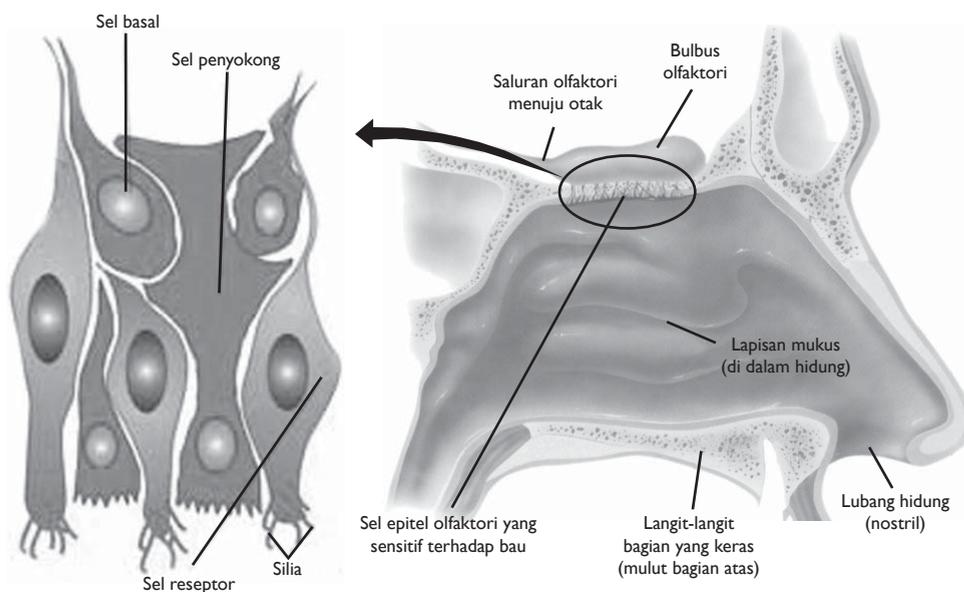
1. Apakah yang temanmu rasakan ketika mencicipi jus tanpa melihat dan dalam keadaan hidung tertutup?
2. Benarkah mata dan hidung dapat membantu lidah dalam pengecapan rasa makanan? Jelaskan pendapatmu mengenai hubungan antara mata, hidung, dan lidah sebagai alat indra.

2. Hidung: Indra Pembau

Di dalam rongga hidung terdapat banyak sel-sel yang sensitif terhadap bau. Hidung dapat mendeteksi zat-zat kimia dari udara yang masuk ketika menghirup udara. Sel reseptor olfaktori (reseptor penciuman) menerima rangsangan bau, kemudian menghantarkannya ke otak untuk diterjemahkan jenis bau tersebut. Gambar 3.10 menunjukkan hidung dan bagian-bagiannya.

Gambar 3.10

Hidung dan bagian-bagiannya



Sumber: Human Body, 2004; kambing.ui.edu.

Informasi IPA

Hidung dapat mendeteksi lebih dari 10.000 aroma dan bau yang berbeda, dengan menggunakan 25 juta sel olfaktori yang ada di langit-langit rongga hidung. Sel tersebut memiliki sekumpulan rambut mikro (silia) yang mendeteksi partikel-partikel pembawa bau tertentu dari udara, yang melayang-layang menuju ke dalam hidung dan mendorong pada silia.

Sumber: *Seri Pustaka Sains, Tubuh Kita*, 2006

Apabila dibandingkan dengan indra pembau yang dimiliki oleh beberapa jenis hewan, misalnya anjing dan harimau, indra pembau pada manusia memang tidak terlalu tajam. Meskipun demikian, indra pembau memiliki peran yang sangat penting bagi manusia. Seperti kegiatan Ayo Coba 3.1 yang telah kamu lakukan, tanpa indra pembau, manusia akan sulit mengenali berbagai jenis makanan.

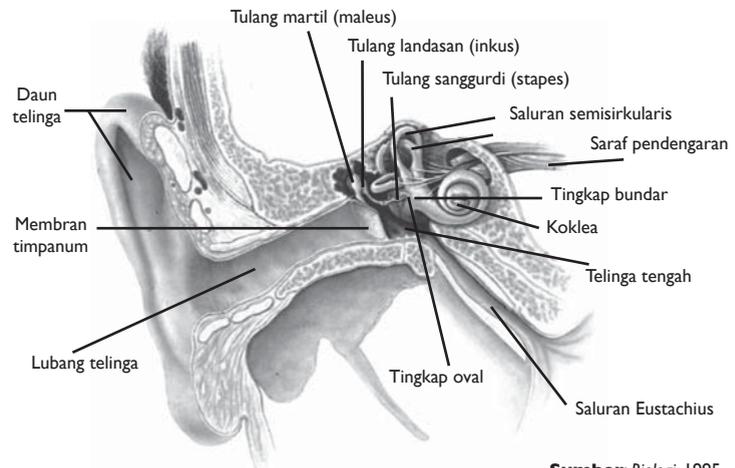
Indra pembau juga dapat beradaptasi dengan jenis bau yang terdapat pada lingkungan. Misalnya, ketika kamu berada di tempat yang bau untuk beberapa menit pertama mungkin akan terasa bau yang sangat menyengat. Akan tetapi, jika kamu terus berada di tempat tersebut maka lama kelamaan bau tersebut tidak tercium lagi. Hal ini disebabkan saraf-saraf pembau menjadi “kebal” atau menjadi terbiasa dengan jenis bau yang ada di lingkungan.

3. Telinga: Indra Pendengar

Telinga terdiri atas tiga bagian, meliputi telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam. Berikut adalah uraian lengkapnya.

a. Telinga Luar

Kita lebih mengenal telinga luar sebagai daun telinga. Daun telinga tersusun atas tulang rawan sehingga bersifat lentur.



Gambar 3.11

Telinga manusia terbagi atas telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

Sumber: *Biologi*, 1995

Daun telinga berfungsi mengumpulkan getaran suara. Getaran suara selanjutnya diteruskan ke dalam lubang atau saluran telinga. Di dalam saluran telinga terdapat kelenjar minyak dan rambut telinga yang akan mengikat kotoran

yang masuk ke dalam telinga. Rambut telinga dan kelenjar telinga berfungsi sebagai pencegah masuknya benda asing ke dalam telinga. Batas antara telinga luar dan telinga dalam adalah gendang telinga (membran timpanum).

b. Telinga Tengah

Telinga tengah dibatasi oleh gendang telinga di bagian luar dan sekat tulang yang memiliki dua lubang, meliputi tingkap (jendela) oval dan tingkap bundar.

Di dalam rongga telinga, terdapat tiga tulang telinga yang melintang. Ketiga tulang tersebut terdiri atas tulang martil, landasan, dan sanggurdi. Ketiga tulang ini dihubungkan oleh suatu sendi. Tulang martil melekat pada gendang telinga, tulang landasan terletak di tengah, dan tulang sanggurdi melekat pada tingkap oval. Bentuk dan posisi tulang telinga membantu dalam memperbesar getaran bunyi yang diteruskan melalui gendang telinga untuk kemudian diteruskan ke dalam telinga dalam.

Di dalam rongga telinga tengah terdapat suatu saluran yang berhubungan dengan mulut, dinamakan saluran Eustachius. Jika terjadi perubahan tekanan udara, saluran Eustachius tersumbat karena gendang telinga menjadi cekung sehingga terdorong ke dalam. Keadaan ini dikenal dengan pekak. Saluran Eustachius yang tersumbat dapat kembali terbuka jika kita menelan atau menguap. Pernahkah kamu mengalaminya?

c. Telinga Dalam

Bagian-bagian telinga dalam terdiri atas *utrikulus*, *sakulus*, dan *koklea*. Utrikulus dan sakulus merupakan kantung yang di dalamnya terdapat suatu struktur yang memiliki sel-sel rambut. Sel-sel rambut ini berhubungan dengan sel-sel saraf.

Koklea disebut juga rumah siput karena bentuknya berupa saluran yang melingkar mirip rumah siput. Tingkap oval dan tingkap bundar adalah bagian dari pangkal luar koklea. Kedua tingkap ini menjadi penghubung antara telinga tengah dengan koklea.

Di bagian dalam koklea terdapat dua buah membran yang berisi cairan. Kedua membran ini dihubungkan oleh membran yang memiliki sel-sel rambut dan sel-sel penyokong. Sel-sel tersebut sebagai saraf pendengaran yang berfungsi mengubah getaran suara menjadi impuls.

Informasi IPA

Tingkat bunyi, tinggi atau rendah, disebut titi nada dan diukur dalam Hz (Hertz atau getaran per detik). Sebagian besar orang dapat mendengar kisaran bunyi dari 20 Hz, seperti bunyi guntur yang rendah, hingga 18.000 Hz, seperti cicitan kelelawar yang sangat tinggi. Namun, saat tubuh manusia semakin tua, telinga dan organ indra lain mulai berkurang kemampuannya. Telinga kurang dapat mendeteksi bunyi bertiti nada tinggi.

Sumber: *Seri Pustaka Sains, Tubuh Kita, 2006*

Hal Penting

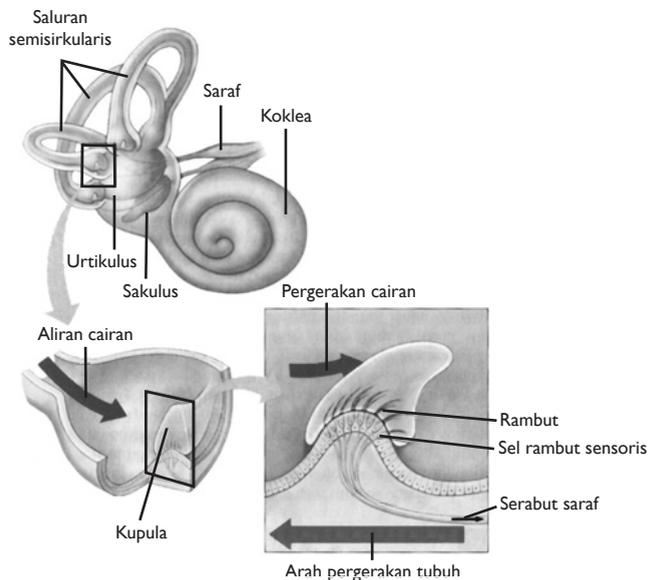
Key Point

Koklea adalah tabung melingkar berisi cairan pada telinga tengah penerima getaran yang merangsang saraf pendengaran.

Cochlea is a fluid-filled coiled tube in the middle ear receiving vibrations that stimulate the auditory nerve.

Di dalam telinga dalam juga terdapat tiga buah saluran semisirkularis yang berisi suatu cairan. Dasar ketiga saluran melekat pada gelembung yang disebut *ampula*. Dalam ampula terdapat krista yang berisi sel-sel rambut, sel-sel penyokong, dan materi seperti agar-agar.

Selain sebagai indra pendengaran, telinga bagian dalam berfungsi sebagai indra keseimbangan. Di dalam tiga saluran semisirkularis terdapat cairan dan sel rambut sensoris. Ketika kepala berubah posisi, cairan dalam saluran semisirkularis menekan rambut sensoris. Sel saraf sensoris mendeteksi gerakan rambut tersebut dan mengirimkan impuls ke otak. Impuls ini memberikan data posisi kepala sehingga tubuh mengetahui posisinya.



Gambar 3.12

Pergerakan kepala menyebabkan cairan semisirkularis menekan sel rambut sensoris.

Sumber: *Biologi: Concept & Connections*, 2006

4. Mata: Indra Penglihatan

Bagian utama dari mata adalah bola mata. Bagian lain dari mata yang melindungi bola mata adalah alis mata, kelopak mata, bulu mata, dan kelenjar air mata.

Sebagai komponen utama, bola mata dilindungi oleh suatu lapisan kokoh atau dinding. Dinding bola mata terbagi atas tiga bagian yang masing-masing memiliki karakteristik berbeda.

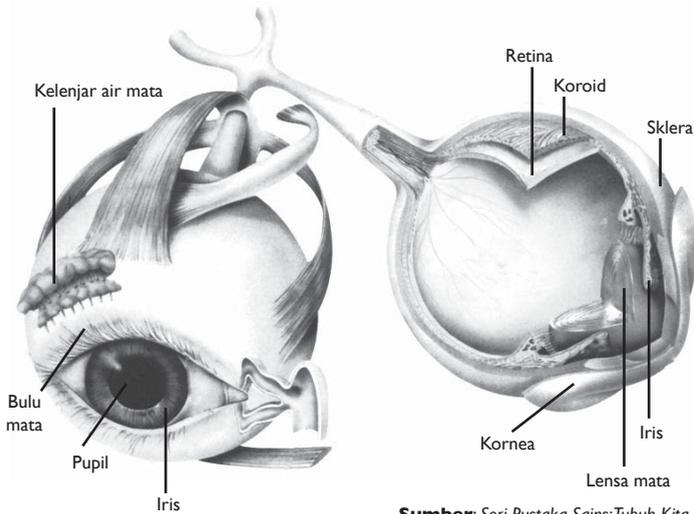
1. Bagian paling luar dinamakan *sklera*. Lapisan ini tipis namun kokoh, berwarna putih, dan mengandung jaringan pengikat. Adanya jaringan pengikat mendukung fungsi sklera untuk melindungi mata.

2. Lapisan tengah bernama *koroid* yang membentuk bagian bernama iris di bagian depan. Koroid merupakan jaringan berwarna gelap, tipis, dan mengandung banyak pembuluh darah untuk menyuplai oksigen ke seluruh bagian mata. Iris berbentuk cakram dan merupakan bagian yang mengandung otot sehingga dapat membuka dan menutup secara melingkar (sirkuler). Dengan mengubah ukurannya, jumlah cahaya yang dapat masuk melalui pupil dapat diatur. Iris merupakan bagian yang memberikan warna pada mata.
3. Lapisan bagian dalam dinamakan *retina*. Bagian ini mengandung banyak fotoreseptor, yakni sel-sel yang peka terhadap cahaya. Retina merupakan tempat terbentuknya bayangan benda yang dilihat mata.

Informasi IPA

Berkas sinar laser berkekuatan tinggi yang sempit dapat disinarkan secara tepat ke mata, untuk memperbaiki berbagai kelainan mata. Panas dari berkas tersebut dapat menutup pembuluh darah yang bocor, membentuk, atau mengubah lensa mata untuk membuat pandangan lebih jelas. Bedah laser pada retina dapat berarti kaca mata atau lensa kontak tidak diperlukan lagi.

Sumber: Seri Pustaka Sains Tubuh Kita, 2006



Sumber: Seri Pustaka Sains: Tubuh Kita, 2006

Gambar 3.13

Bagian-bagian mata

Cahaya masuk melalui pupil dan bayangannya jatuh di retina. Tanpa akomodasi, mata dapat melihat benda dari jarak jauh (lebih dari 6 meter), bayangannya jatuh tepat pada retina. Akan tetapi, bayangan benda pada jarak kurang dari 6 meter akan jatuh di belakang retina sehingga akan terlihat kabur. Oleh sebab itu, untuk melihat benda pada jarak dekat, mata harus berakomodasi dengan cara mengubah kecembungan lensa mata. Otot-otot mata akan menambah kecembungan lensa sehingga bayangan benda dari jarak dekat dapat jatuh di retina.

Pada kegiatan Ayo Coba 3.1. kamu telah mengetahui bahwa alat indra mata, hidung, dan lidah saling berhubungan dan berperan dalam menentukan suatu jenis makanan. Lalu,

bagaimanakah koordinasi alat indra mata dan telinga? Kamu dapat mengetahuinya dengan melakukan kegiatan pada Ayo Coba 3.2 berikut bersama temanmu.

Ayo Coba 3.2

Tujuan

Mengetahui pentingnya koordinasi antaralat indra

Alat dan bahan

Penutup mata (atau kain), lonceng kecil atau benda yang dapat dipukul dan menghasilkan bunyi

Cara kerja

1. Tutuplah mata salah seorang temanmu menggunakan penutup mata.
2. Dengan hati-hati bunyikan lonceng dari arah depan dan mintalah teman yang ditutup matanya untuk menebak letak lonceng.
3. Lakukan hal ini dari arah yang berbeda-beda dan tuliskan hasil pengamatan dalam tabel.
4. Lakukan hal ini untuk anggota kelompok yang lain.

Nama	Sumber Bunyi					
	Depan	Kiri	Kanan	Belakang	Atas	Bawah

Keterangan

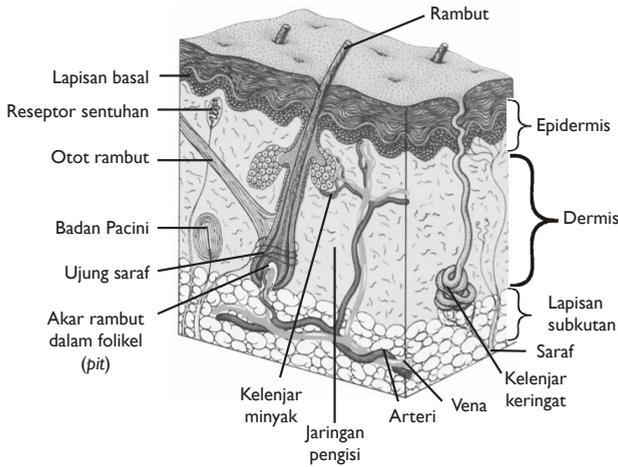
Beri tanda cek (√) apabila temanmu berhasil menebak arah sumber bunyi. Beri tanda negatif (-) apabila temanmu tidak berhasil menebak arah sumber bunyi.

Pertanyaan

1. Arah manakah yang paling banyak bisa ditebak dan paling tidak bisa ditebak?
2. Samakah kemampuan setiap orang untuk menebak arah datangnya sumber bunyi?
3. Kesimpulan apakah yang dapat kamu ambil dari kegiatan ini?

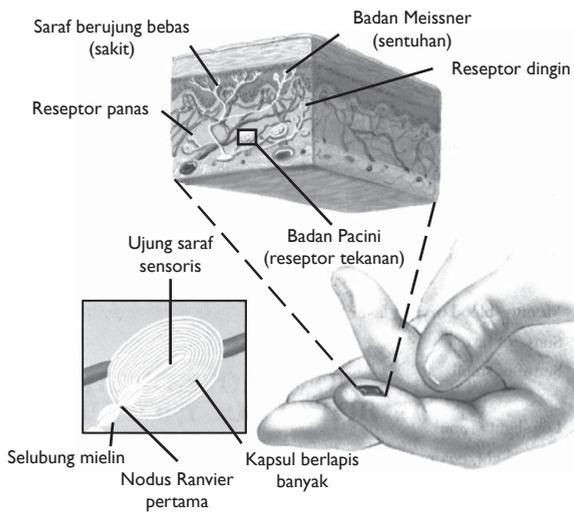
5. Kulit: Indra Peraba

Melalui pembelajaran materi bab 1, kamu telah mengetahui bahwa kulit merupakan salah satu organ ekskresi. Selain sebagai organ ekskresi, kulit juga merupakan indra peraba. Hal ini disebabkan pada kulit terdapat sel-sel sensoris yang peka terhadap panas, dingin, sentuhan, tekanan, dan rasa sakit.



Sumber: Biologi, 1995

Rangsangan yang ditangkap oleh reseptor sensoris pada kulit akan mengalir melalui sistem saraf pusat hingga mencapai bagian korteks otak. Sebagai contoh, melalui sentuhan tangan akan dihasilkan aktivitas elektrik yang disampaikan ke bagian korteks otak. Setelah itu, otak akan mengidentifikasi rangsangan sesuai dengan lokasi di mana rangsangan diperoleh. Oleh sebab itu, melalui tangan dapat diketahui apakah benda yang disentuh terasa kasar atau halus. Apabila rangsangan diperoleh secara bersamaan, otak juga dapat langsung menyampaikan informasi bahwa benda yang disentuh terasa panas atau dingin.



Sumber: Biologi: Exploring Life, 1994

Gambar 3.14

Penampang kulit manusia

Informasi IPA



Braille dan sistem-sistem membaca dengan rabaan yang lain telah menolong mereka yang mengalami gangguan penglihatan. Kulit pada ujung-ujung jari sangat peka untuk mendeteksi pola titik-titik menonjol yang mewakili nomor-nomor dan huruf-huruf.

Penemu sistem membaca Braille adalah **Louis Braille**, seorang penderita buta berkebangsaan Prancis. Ia telah buta sejak umur 3 tahun dan mulai menyusun sistem membaca Braille sejak ia berusia 15 tahun.

Sumber: Jendela Iptek: Tubuh Manusia, 1997

Gambar 3.15

Sel-sel sensoris pada kulit manusia

Soal Penguasaan Materi 3.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan bagaimana lidah dapat berfungsi sebagai indra pengecap.
2. Uraikan bagian-bagian hidung dalam bagan sederhana.
3. Jelaskan bagaimanakah suara dapat terdengar melalui telinga?

E. Gangguan pada Sistem Saraf dan Alat Indra

I. Sistem Saraf

Karena sesuatu hal, sistem saraf dapat mengalami gangguan. Berikut ini beberapa contoh gangguan pada sistem saraf.

a. Stroke

Stroke adalah penyakit terganggunya fungsi otak karena sel-selnya mati akibat terganggunya aliran darah pada otak. Penyebab utamanya adalah tekanan darah tinggi dan kelebihan kolesterol.

b. Epilepsi

Epilepsi adalah penyakit akibat adanya letusan-letusan listrik pada impuls di sel saraf otak. Efek yang terlihat saat terjadi serangan bermacam-macam, bergantung pada bagian mana yang terganggu. Misalnya, jika yang diserang adalah daerah motoris dan daerah kesadaran, orang yang terserang akan kejang-kejang dan hilang kesadaran.

c. Rabies

Rabies atau penyakit anjing gila pada manusia ditularkan melalui gigitan hewan, seperti anjing. Penyakit tersebut ditularkan melalui air liurnya. Virus rabies akan mencapai otak dan sumsum tulang belakang melalui saraf tepi. Penderita akan menunjukkan gejala panas, cemas, kejang-kejang, dan dapat meninggal akibat kelumpuhan. Pencegahannya dapat dilakukan dengan vaksinasi.



Sumber: www.geocities.com

Gambar 3.16

Anjing yang menderita rabies dapat menularkan penyakit pada manusia melalui gigitan hewan.

Tugas 3.1

Otak merupakan organ tubuh yang sangat penting. Oleh karena itu otak perlu dijaga betul dari benturan-benturan. Buatlah karya tulis tentang bahaya yang dapat timbul akibat benturan pada otak.

2. Alat Indra

Alat indra manusia dapat mengalami gangguan atau kelainan yang menyebabkan fungsinya tidak normal. Berikut ini beberapa contoh gangguan pada alat indra.

a. Rabun Dekat (Hiperopia)

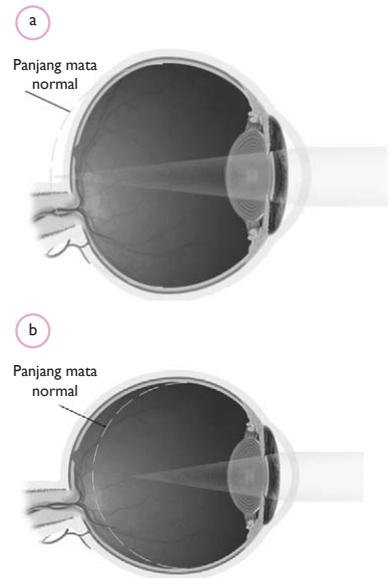
Suatu kelainan pada mata yang menyebabkan seseorang tidak dapat melihat benda dengan jelas pada jarak dekat. Hal ini disebabkan bayangan benda jatuh di belakang retina. Penderita rabun dekat dapat ditolong dengan menggunakan kacamata berlensa cembung. Dengan demikian, bayangan benda jatuh tepat di retina dan penderita dapat melihat benda dengan normal.

b. Rabun jauh (Miopia)

Penderita rabun jauh mengalami gangguan dalam melihat benda-benda yang jauh. Hal ini terjadi karena bayangan benda jatuh di depan retina. Dengan memakai kacamata berlensa cekung, penderita dapat dibantu penglihatannya sehingga ia dapat melihat benda-benda yang jaraknya jauh dengan jelas.

c. Astigmatis

Penglihatan yang kabur karena cahaya tidak jatuh tepat pada satu titik di retina. Biasanya karena kornea atau lensa tidak rata. Penderita astigmatis perlu memakai kacamata berlensa silindris sehingga pandangan tidak kabur.



Gambar 3.17

- (a) Bayangan benda jatuh di belakang retina pada penderita hiperopia dan
- (b) bayangan benda jatuh di depan retina pada penderita miopia.

Tugas 3.2

Buatlah sebuah catatan mengenai gangguan atau penyakit yang dapat menimpa alat indra pada manusia. Sertakanlah mengenai penyebab dan juga pengobatannya. Kamu dapat mencari informasi di koran, majalah, dan juga internet. Tugas ini akan menambah wawasanmu mengenai gangguan/penyakit pada alat indra manusia.

Soal Penguasaan Materi 3.5

kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Mengapa penderita rabun dekat perlu memakai kaca mata berlensa cembung?
2. Tuliskan penyebab utama penyakit stroke.

Rangkuman

- Berdasarkan fungsinya, sel saraf dibedakan menjadi saraf sensoris, saraf penghubung, dan saraf motoris.
- Berdasarkan strukturnya, sel saraf dibedakan menjadi saraf unipolar, saraf bipolar, dan saraf multipolar.
- Sistem saraf terbagi atas sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi.
- Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang.
- Sistem saraf tepi terbagi atas sistem saraf somatis dan sistem saraf autonom.
- Alat indra pada manusia meliputi lidah, hidung, telinga, mata, dan kulit.
- Beberapa contoh gangguan pada sistem saraf adalah stroke, epilepsi, dan rabies.
- Beberapa contoh gangguan pada alat indra adalah rabun dekat, rabun jauh, dan astigmatis.

Refleksi

Selamat, kamu telah mempelajari Bab Sistem Koordinasi dan Alat Indra. Pada bab ini, kamu telah mengetahui bagaimana suatu reaksi pada tubuh manusia dapat terjadi. Tanpa kehadiran saraf pada manusia, rangsangan (impuls) tidak dapat disampaikan dari dan ke otak. Selain itu, kamu juga telah mengetahui bagaimana mekanisme gerakan refleks dan

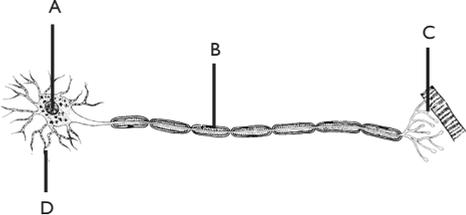
betapa besar peran alat indra bagi kehidupan manusia. Sangat menarik, bukan? Dapatkah kamu menyebutkan manfaat lainnya?

Bagian materi manakah yang paling kamu sukai? Bagian materi manakah yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu agar kamu lebih menguasai materi bab ini.

Tes Kompetensi Bab 3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Sel saraf yang fungsinya meneruskan rangsang dari otak ke bagian tubuh adalah
 - saraf motoris
 - saraf penghubung
 - saraf sensoris
 - saraf tepi
- Seseorang yang memiliki sifat pelupa menunjukkan bahwa bagian otaknya yang kurang terlatih ialah
 - medula
 - otak kecil
 - batang otak
 - otak besar
- Rangsangan dalam tubuh dapat mengalir dengan cepat dengan cara
 - memperbanyak sel-sel saraf
 - mengalir melalui cairan saraf
 - nodus Ranvier lebih didekatkan
 - meloncati nodus-nodus Ranvier secara berurutan
- Dari pernyataan berikut yang *bukan* fungsi sistem saraf adalah
 - menerima rangsang dari alat indera
 - meneruskan rangsang ke otak
 - membantu mengedarkan darah ke otak
 - meneruskan rangsang ke bagian tubuh yang dituju
- Aliran rangsang sebenarnya merupakan aliran listrik. Namun, rangsangan listrik diubah menjadi rangsangan kimia di suatu tempat bernama
 - sinapsis
 - sistem saraf pusat
 - sistem saraf tepi
 - pusat saraf
- Fungsi saraf penghubung adalah menghubungkan
 - dendrit saraf sensoris dengan akson saraf motoris sel saraf berikutnya
 - akson saraf sensoris dengan dendrit saraf motoris sel saraf berikutnya
 - dendrit saraf motoris dengan akson saraf sensoris sel saraf berikutnya
 - akson saraf motoris dengan dendrit saraf sensoris sel saraf berikutnya
- Rangsangan gerakan refleks tidak melibatkan otak melainkan melalui sumsum tulang belakang. Contoh gerak refleks adalah
 - tangan yang dicubit terasa sakit
 - makan jika terasa lapar
 - kaki diangkat jika menginjak paku
 - hidung dapat mencium bau yang tidak enak
- Sistem saraf somatis dan sistem saraf autonom adalah bagian dari
 - sistem saraf pusat
 - sistem saraf tepi
 - sistem indera
 - sistem pusat saraf
- Getaran bunyi diperbesar dalam telinga bagian
 - tengah
 - dalam
 - tingkap oval
 - koklea
- Bagian mata yang paling penting dalam proses melihat adalah
 - kelopak mata
 - kelenjar mata
 - bola mata
 - alis mata
- Perhatikan gambar berikut ini.

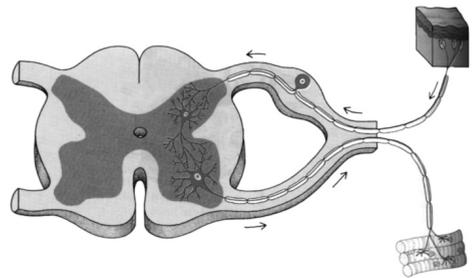
Badan sel ditunjukkan oleh huruf

 - A
 - B
 - C
 - D

12. Bagian sel saraf yang berfungsi membawa rangsangan menjauhi badan sel adalah
 - a. dendrit
 - b. badan sel
 - c. akson
 - d. selaput mielin
13. Fungsi dari serebrospinal adalah
 - a. membasahi sel saraf dan membawa zat makanan bagi otak
 - b. meneruskan rangsangan ke pusat saraf
 - c. tempat pertemuan antara ujung sel saraf yang satu dengan ujung sel saraf yang lain
 - d. penghubung antara otak kecil kiri dan otak kecil kanan
14. Bagian lidah yang berfungsi menerima rangsangan adalah
 - a. sel epitel
 - b. sel basal
 - c. saraf sensoris
 - d. papila
15. Di dalam rongga telinga tengah terdapat suatu saluran yang berhubungan dengan mulut, dinamakan
 - a. membran timpanum
 - b. saluran Eustachius
 - c. rumah siput
 - d. daun telinga

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Di dalam kepala terdapat otak yang berperan sebagai sistem saraf pusat, bila terjadi kerusakan akan mengganggu sistem saraf dalam tubuh manusia. Untuk keamanan berkendara, pengendara motor harus memakai helm. Mengapa demikian?
2. Mengapa pada saat pilek kita merasakan makanan yang kita makan "kurang enak"?
3. Mengapa pedas tidak termasuk salah satu rasa?
4. Mengapa membaca buku yang terlalu dekat kurang baik?
5. Terangkan gambar berikut dan jawablah pertanyaannya.



- a. Apakah yang dimaksud dengan lengkung refleks?
- b. Apakah yang diperantarai oleh lengkung refleks?

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Otak merupakan pusat pengontrol organ-organ tubuh kita. Mengapa kita tidak dapat mengontrol detak jantung kita?
2. Lidah kita bisa merasakan rasa manis, asam, asin, dan pahit? Mengapa pada saat kita sakit makanan apapun terasa pahit?
3. Mengapa di tempat yang gelap kita tidak bisa membedakan warna?

Bab 4



Sumber: *Jendela Iptek: Evolusi*, 1996

Kelangsungan Hidup Organisme

Hasil yang harus kamu capai:

memahami kelangsungan hidup makhluk hidup.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mengidentifikasi kelangsungan hidup makhluk hidup melalui adaptasi, seleksi alam, dan perkembangbiakan.

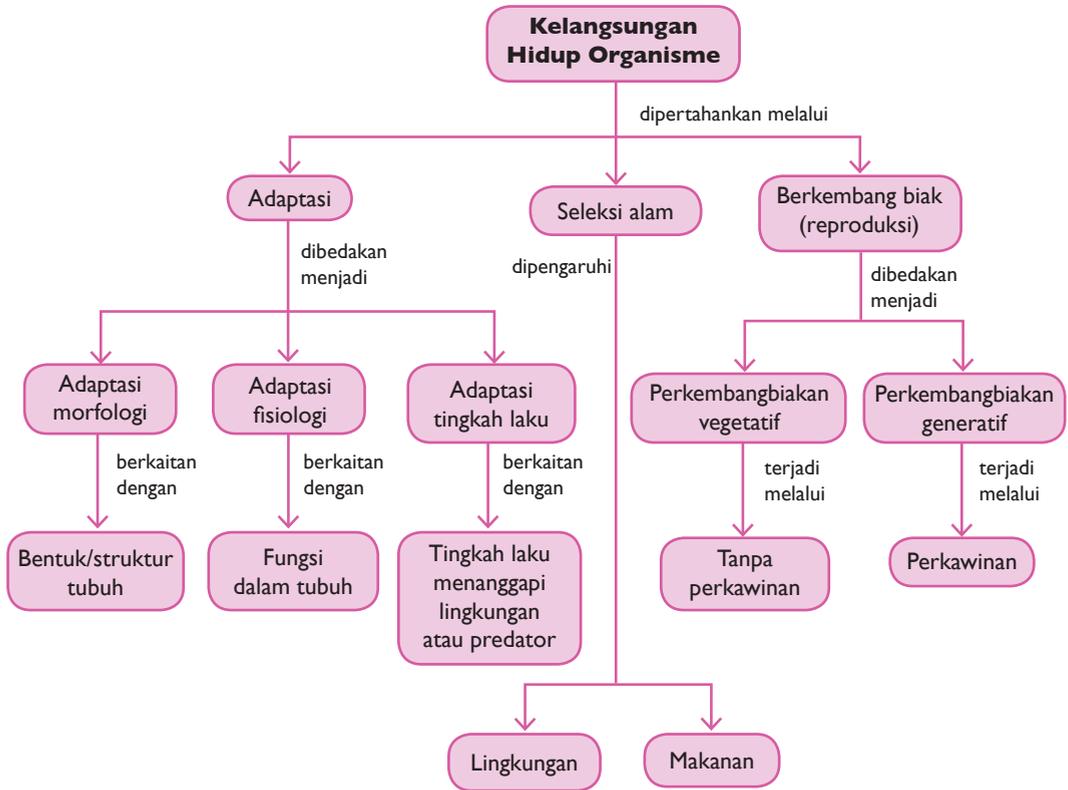
Apakah organisme yang hidup saat ini sama dengan organisme yang hidup pada zaman dahulu? Apakah saat ini masih dapat ditemukan dinosaurus? Keanekaragaman makhluk hidup sejak zaman awal terbentuknya Bumi hingga sekarang berbeda-beda. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh ketidakmampuan makhluk hidup (organisme) untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan atau rendahnya daya reproduksi makhluk hidup tersebut.

Untuk menjaga kelangsungan hidup, makhluk hidup harus melakukan sesuatu. Caranya antara lain dengan beradaptasi dan berkembang biak (bereproduksi).

- A. Adaptasi
- B. Seleksi Alam
- C. Perkembangbiakan

Diagram Alur

Untuk mempermudah mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.





Tes Materi Awal

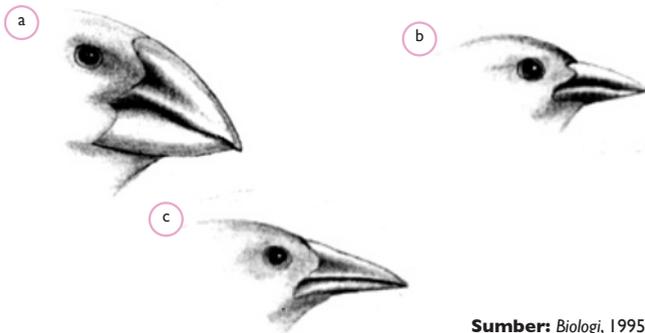
Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Tahukah kamu hewan bunglon? Bunglon merupakan hewan yang mampu mengubah warna tubuhnya sesuai dengan lingkungannya. Apakah tujuan bunglon melakukan hal tersebut?
2. Apa yang kamu lakukan jika tubuhmu kedinginan? Mengapa kamu melakukan hal tersebut?
3. Apa yang kamu ketahui tentang adaptasi makhluk hidup?

A. Adaptasi

Adaptasi merupakan salah satu ciri dari makhluk hidup. Adaptasi dilakukan agar makhluk hidup dapat bertahan hidup. *Adaptasi* yaitu kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Apabila lingkungan berubah, makhluk hidup harus mampu menyesuaikan diri.

Berdasarkan hal tersebut, adaptasi dibedakan dalam tiga macam yaitu adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku.



Sumber: Biologi, 1995

Gambar 4.1

(a) Paruh burung finch *Geospiza* biasa digunakan untuk meremukkan biji, memegang dan memakan buah, (b) paruh burung finch *Pinaroloxias* biasa digunakan untuk memetik dan memegang serangga, (c) paruh burung finch *Certhidea* digunakan untuk mencukil atau menggali bagian dalam batang kaktus.

I. Adaptasi Morfologi

Adaptasi morfologi adalah penyesuaian diri makhluk hidup yang berhubungan dengan bentuk luar dan organ dalam tubuh makhluk hidup. Contoh adaptasi morfologi adalah perbedaan bentuk paruh burung finch di kepulauan Galapagos. Perbedaan bentuk paruh tersebut dikarenakan adanya perbedaan makanan yang diperoleh di lingkungannya (Gambar 4.1).

Pada awalnya burung finch berasal dari satu spesies. Adaptasinya terhadap makanan mengakibatkan burung finch dibedakan menjadi beberapa kelompok, yaitu kelompok pemakan buah, serangga, kaktus, dan biji.

Informasi IPA

Kemampuan menyesuaikan diri pada tikus membuat pengendalian hama menjadi pekerjaan yang amat sulit. Tikus-tikus besar, yang merusak persediaan makanan dan menyebarkan berbagai penyakit, dikendalikan jumlahnya dengan racun warfarin. Pada awalnya cara ini sangat efektif, tetapi beberapa tikus memiliki resistansi yang tinggi terhadap racun tersebut dan mereka mampu bertahan hidup. Anak-anak mereka mewarisi resistansi ini dan warfarin akhirnya tidak mampu membunuh mereka. Setiap kali racun ini diperbarui dan ditingkatkan, resistansi alamiah yang ada pada tikus-tikus tertentu telah membuat populasi tikus muncul kembali dan menghasilkan tikus-tikus "super" dengan ketahanan tinggi terhadap racun. Adaptasi seperti ini sangat menyulitkan usaha untuk mengurangi populasi tikus di seluruh dunia.

Sumber: *Jendela Iptek: Ekologi, 1997*

Tugas 4.1

Dapatkan kamu menemukan ciri-ciri khusus pada alat gerak yang dimiliki reptil? Cobalah kamu lakukan pengamatan terhadap alat gerak beberapa reptil berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

No.	Jenis Reptil	Adaptasi Alat Gerak
1	Kadal	Pada kaki terdapat jari-jari dan kuku-kuku yang tajam
2	Cecak	...
3	Penyu/kura-kura	...
4	Ular	...
5	Buaya	...

Adaptasi morfologi dapat kamu temukan juga pada tumbuhan. Cobalah kamu amati beberapa tumbuhan yang ada di sekitar sekolah atau rumahmu. Carilah ciri khusus yang dimiliki setiap jenis tumbuhan yang mendukung kemampuannya untuk bertahan hidup.

Tabel Hasil Pengamatan

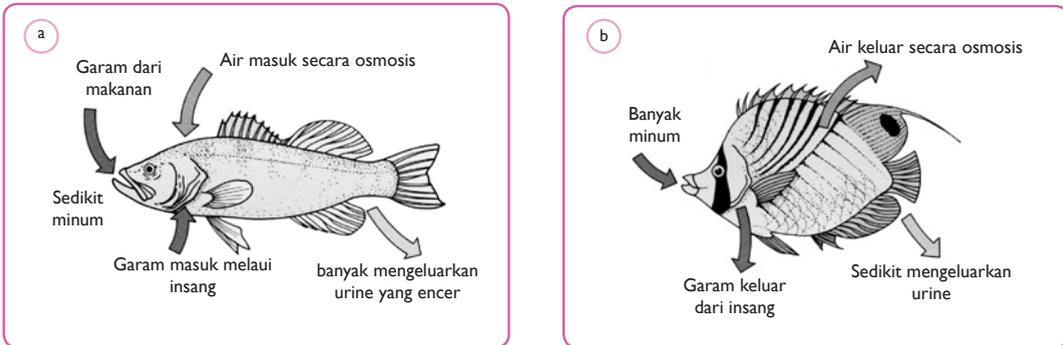
No.	Nama Tumbuhan	Adaptasi Bagian Tubuh
1	Rumput	...
2	Teratai	...
3	Kelapa	...
4	Cocor bebek	...
5	Kaktus	...

2. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi fisiologi adalah adaptasi yang berhubungan dengan fungsi-fungsi dalam tubuh makhluk hidup. Oleh karena itu, setiap makhluk hidup dapat menempati suatu lingkungan yang sesuai dengan keadaan fisiologi makhluk hidup tersebut.

Misalnya, pada ikan air tawar. Cairan dalam tubuh ikan air tawar mengandung kadar garam yang lebih tinggi daripada air di lingkungannya. Dengan demikian air di lingkungannya akan masuk ke dalam tubuh ikan secara osmosis. Tubuh ikan akan dipenuhi oleh air, sebagai bentuk adaptasi ikan akan sedikit minum. Air yang banyak dalam tubuh ikan, akan dikeluarkan dalam bentuk urine yang encer. Dengan seringnya mengeluarkan urine, maka cairan dalam tubuhnya berkurang. Keluarnya urine pada tubuh ikan merupakan bentuk adaptasi fisiologi ikan air tawar terhadap lingkungannya. Bagaimana dengan adaptasi ikan air laut,

apakah sama dengan ikan air tawar? Coba kamu perhatikan gambar 4.2 mengenai cara adaptasi ikan air tawar dan ikan air laut.



Sumber: *Biology Discovering Life*, 1991

Gambar 4.2

(a) Ikan air tawar dan (b) ikan air laut memiliki cara yang berbeda dalam mengatasi kondisi kadar garam pada lingkungannya.

Contoh lainnya yaitu pada lambung hewan herbivora terjadi simbiosis mutualisme antara lambung hewan tersebut dengan bakteri penghasil enzim selulose. Adanya simbiosis ini, memungkinkan rumput dan tumbuhan berserat lainnya dapat dicerna dengan baik.

Bentuk lain dari adaptasi fisiologis adalah *kamuflase* dan *mimikri*. Hewan yang melakukan ini bertujuan untuk mempertahankan diri dari mangsa. Kamuflase adalah penyamaran diri dengan keadaan di sekitarnya sehingga menyerupai benda tidak hidup. Misalnya, belalang sembah, memiliki tubuh menyerupai daun, sehingga tidak akan terlihat oleh pemangsa.



Sumber: animals.nationalgeographic.com; static.howstuffworks.com

Gambar 4.3

(a) Belalang sembah memiliki tubuh menyerupai daun. Kamuflase ditunjukkan oleh bagian toraks dan abdomennya yang menyerupai daun. (b) Penampilan mencolok berupa mata dan mulut yang terdapat pada ekor ulat memberi kesan ulat tersebut sebagai predator.

Adapun mimikri adalah peniruan bentuk tubuh suatu hewan terhadap hewan yang lain. Contohnya, pada ulat yang memiliki ekor dengan penampilan yang mencolok dan terlihat seperti predator sehingga pemangsa tidak ada yang menghampiri.

3. Adaptasi Tingkah laku

Adaptasi tingkah laku adalah adaptasi yang berhubungan dengan tingkah laku suatu organisme sebagai tanggapan terhadap keadaan lingkungannya. Contohnya, ada beberapa jenis burung tertentu yang berpindah dari daerah bermusim dingin ke daerah yang bermusim panas. Ada juga yang memilih tidur dalam jangka waktu yang lama selama musim dingin, misalnya beruang kutub.

Contoh lainnya pada paus dan lumba-lumba. Kedua hewan tersebut merupakan mamalia air yang memiliki kelenjar susu dan bernapas dengan paru-paru. Oleh karena itu, saat paus dan lumba-lumba akan bernapas, keduanya akan muncul sambil menyemburkan air melalui lubang tiup yang terletak di bagian atas kepala. Pada saat itu, paus dan lumba-lumba menghirup oksigen sambil mengeluarkan air sebagai hasil sampingan proses pernapasannya.



Gambar 4.4

Paus berenang sambil meloncat untuk menghirup oksigen.

Sumber: www.onr.navy.mil

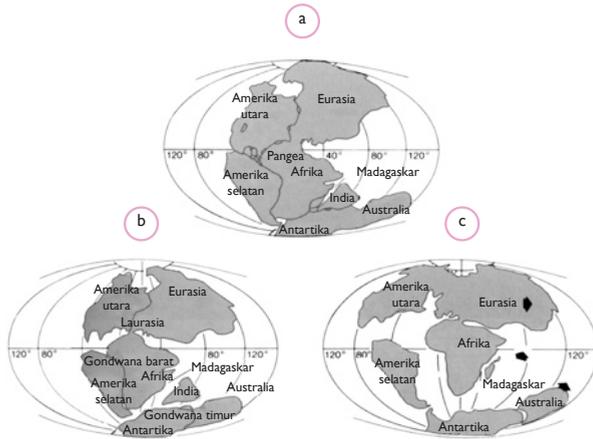
Soal Penguasaan Materi 4.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan pengertian adaptasi morfologi. Berikan contohnya.
2. Jelaskan pengertian adaptasi fisiologi. Berikan contohnya.
3. Jelaskan pengertian adaptasi tingkah laku. Berikan contohnya.

B. Seleksi Alam

Mengapa sekarang dinosaurus tidak ditemukan lagi? Salah satu dugaan menyatakan bahwa pada masa kehidupan dinosaurus, banyak asteroid atau meteorit (benda-benda langit) yang menabrak Bumi. Kejadian ini menyebabkan terjadinya perubahan iklim yang ekstrim di Bumi sehingga banyak makhluk hidup yang tidak dapat bertahan hidup.

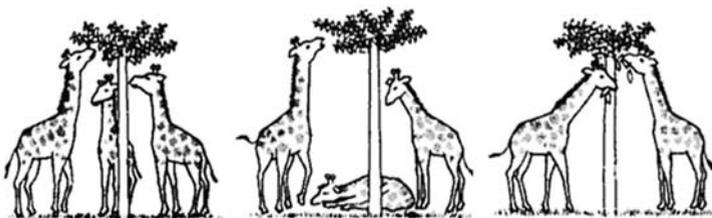


Sumber: Biologi, 1995

Dugaan yang lain menyatakan bahwa pergerakan lempengan bumi yang menyebabkan punahnya dinosaurus. Saat ini, kita mengenal ada lima benua, yaitu Asia, Afrika, Amerika, Australia, dan Eropa. Pada zaman dahulu, keadaan benua di Bumi tidaklah seperti sekarang. Pergerakan lempeng benua diduga menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan kondisi di Bumi.

Walaupun para ahli berbeda pendapat tentang penyebab punahnya makhluk hidup yang hidup di zaman dahulu, namun sesungguhnya ada juga persamaan pendapat. Pendapat yang sama tersebut menyatakan bahwa kondisi bumi yang jauh berbeda dengan keadaan sebelumnya itulah yang menyebabkan banyak makhluk hidup mati.

Keadaan alam yang berubah turut menyeleksi keberadaan makhluk hidup. Makhluk hidup yang memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi akan mampu bertahan hidup. Adapun makhluk hidup yang tidak mampu beradaptasi tidak akan bertahan hidup. Teori tersebut dinamakan “Seleksi Alam” yang ditemukan oleh Charles Darwin pada 1859 dalam bukunya yang berjudul *The Origin of Species by Means of Natural Selection*.

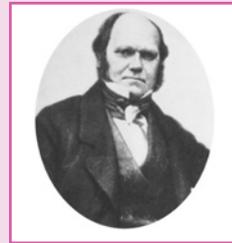


Sumber: www.tparents.org

Gambar 4.5

- (a) Benua pertama yang terbentuk adalah Pangea.
- (b) Pangea terbagi dua membentuk Laurasia dan Gondwana pada zaman Paleozoik.
- (c) Pada zaman Senozoik, kedua benua terpecah membentuk benua yang terlihat saat ini.

Ilmuwan IPA



Charles Darwin
(1809–1882)

Ilmuwan Inggris yang terkenal dengan bukunya *The Origin Of Species*. Charles Darwin bukan orang pertama yang memikirkan evolusi. Sebelumnya, **Erasmus Darwin** (kakek **Charles Darwin**) sudah menulis buku-buku yang berisi gagasan mengenai evolusi. Menurut Charles Darwin, seleksi alamiah ditentukan oleh tiga unsur, yaitu variasi, pewarisan, dan kompetisi.

Sumber: *Jendela Iptek: Evolusi*, 1996

Gambar 4.6

Proses seleksi alam yang terjadi pada hewan zarafah.

Menurut Darwin, hewan zarafah yang memiliki leher panjang merupakan hasil seleksi alam. Pada awalnya terdapat dua jenis, yaitu zarafah leher pendek dan zarafah leher panjang. Zarafah leher pendek tidak dapat mengambil makanan berupa daun-daun pada pohon yang tinggi. Adapun zarafah leher panjang mudah mengambil makanan pada pohon yang tinggi. Akibatnya, zarafah leher pendek tidak mendapatkan makanan hingga akhirnya mati. Adapun zarafah leher panjang mampu bertahan hidup hingga sekarang (Gambar 4.6).

Contoh lain adalah populasi dua jenis burung (sebut saja burung A dan burung B) yang berkerabat dekat. Walaupun mereka masih berkerabat dekat, burung A hanya memakan buah-buahan. Sementara itu, burung B merupakan burung pemakan buah-buahan dan pemakan serangga. Apabila suatu ketika terjadi wabah hama yang menyerang tumbuhan penghasil buah-buahan, tentunya burung A akan kekurangan makanan dan kemungkinan akan mati. Sebaliknya, burung B akan memiliki peluang lebih besar untuk tetap hidup dan berkembang biak sebab mereka dapat memakan serangga. Apabila kondisi ini terjadi di seluruh dunia, suatu ketika burung A akan punah.



Sumber: *Tart-screensavers.com*

Gambar 4.7

Tubuh ikan yang bersirip, adaptif untuk hidup di air.

Kunci keberhasilan makhluk hidup untuk dapat bertahan hidup adalah kemampuannya untuk menyesuaikan diri (beradaptasi) dengan keadaan lingkungannya. Adaptasi tidak berarti bahwa suatu makhluk hidup dapat langsung berubah apabila keadaan lingkungan berubah. Adaptasi adalah kemampuan yang dimiliki oleh makhluk hidup tertentu karena memiliki ciri yang sesuai untuk suatu keadaan tertentu dan dapat diturunkan kepada keturunannya. Jadi, jangan dibayangkan bahwa bebek yang dipindahkan ke gurun pasir selaput jari kakinya lama-kelamaan akan hilang.

Sesungguhnya, kondisi setiap makhluk hidup yang ada sudah adaptif terhadap lingkungannya pada saat tertentu. Apabila kondisi makhluk hidup tersebut tidak adaptif terhadap lingkungannya, makhluk hidup tidak akan bertahan hidup. Sebagai contoh, tubuh ikan yang dilengkapi dengan sirip, tubuh yang licin berlendir, dan bernapas dengan insang adalah kondisi yang adaptif untuk hidup di air. Oleh karena ikan teradaptasi untuk hidup di lingkungan air, ikan tidak akan dapat bertahan hidup apabila lingkungannya berubah menjadi kering.

Untuk lebih memahami adaptasi dan seleksi alam, lakukanlah simulasi pada Ayo Coba 4.1 bersama teman-temanmu. Kemudian, bandingkanlah hasil simulasi tersebut

dengan kejadian yang ada di alam. Diskusikanlah bersama teman-temanmu untuk memperoleh jawabannya.

Ayo Coba 4.1

Tujuan

Simulasi proses adaptasi dan seleksi alam

Alat dan bahan

Kacang kulit dan wadah berukuran kecil

Cara kerja

1. Belilah kacang kulit yang masih utuh dengan kulitnya. Apabila kamu membeli kacang kulit dari toko, usahakan membeli dari berbagai merek sehingga ada kacang yang berkualitas baik dan ada juga kacang yang berkualitas kurang baik.
2. Masukkan kacang kulit tersebut ke dalam satu tempat dan aduklah.
3. Cobalah makan kacang-kacang tersebut secara bergiliran. Setiap orang hanya boleh mengambil satu buah kacang sesuka hatinya. Setelah kacang tinggal beberapa butir (kurang lebih 10), berhentilah mengambil.

Pertanyaan

1. Apakah kacang yang masih tersisa merupakan kacang yang kualitasnya baik atau buruk?
2. Berdasarkan ukurannya, apakah kacang yang masih tersisa berukuran besar atau kecil?
3. Apabila kacang kulit tadi diibaratkan sebagai mangsa dan manusia menjadi pemangsanya, mangsa seperti apakah yang disukai pemangsa?

Pemangsa pada akhirnya akan mencari mangsa yang mudah didapat, enak, dan tidak berbahaya. Kacang tanah yang ukurannya besar akan lebih mudah diambil oleh tangan kita. Kacang tanah yang tidak busuk tentu lebih enak rasanya dibandingkan kacang tanah yang busuk. Selain itu, kacang tanah yang busuk mungkin pahit dan beracun sehingga tidak akan diambil. Dapatkah kamu membandingkan hal ini dengan kejadian yang ada di alam?

Soal Penguasaan Materi 4.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Siapakah penemu teori "Seleksi Alam"?
2. Apakah yang Darwin temukan di kepulauan Galapagos?
3. Bagaimana teori seleksi alam yang ditemukan Darwin tersebut?

Pembahasan UN

Paus sering muncul ke permukaan air untuk menghirup oksigen. Kejadian tersebut merupakan contoh adaptasi

(Ebtanas 2001)

- a. morfologi
- b. fisiologi
- c. reproduksi
- d. tingkah laku

Jawaban (d)

Pembahasan: Adaptasi tingkah laku adalah adaptasi yang berhubungan dengan tingkah laku suatu organisme sebagai tanggapan terhadap keadaan lingkungan.

C. Perkembangbiakan

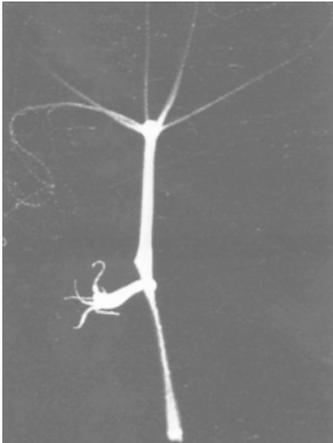
Selain beradaptasi, hal lain yang dilakukan makhluk hidup untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya adalah berkembang biak (bereproduksi). Proses perkembangbiakan pada makhluk hidup dapat dilakukan di antaranya dengan beranak, bertelur, bertunas, mengeluarkan spora, dan membelah diri. Secara umum, perkembangbiakan dapat dilakukan secara vegetatif dan generatif.

I. Perkembangbiakan Vegetatif

Reproduksi secara vegetatif adalah perkembangbiakan yang terjadi tanpa melalui proses perkawinan atau peleburan antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Reproduksi secara vegetatif dapat terjadi pada makhluk hidup tingkat rendah dan tingkat tinggi (tumbuhan).

Proses perkembangbiakan vegetatif di antaranya adalah bertunas, membentuk spora, dan membelah diri. Proses ini terjadi pada makhluk hidup tingkat rendah. Makhluk hidup yang berkembang biak dengan membentuk spora, misalnya jamur, lumut, dan paku dalam fase sporofitnya. Membelah diri biasanya dilakukan oleh makhluk hidup bersel satu, seperti *Amoeba*, *Euglena*, dan *Paramecium*. Sementara itu, makhluk hidup yang berkembang biak dengan bertunas, antara lain *Hydra* dan cocor bebek (tunas daun).

Reproduksi vegetatif juga dapat dilakukan oleh tumbuhan tingkat tinggi. Misalnya membentuk rimpang, stolon, umbi batang, umbi akar, dan bulbus. Dengan bantuan manusia, perkembangbiakan vegetatif dapat dilakukan dengan cara mencangkok, setek batang, setek daun, dan merunduk. Dapatkah kamu menyebutkan beberapa contoh tanaman yang perkembangbiakan vegetatifnya dapat dibantu manusia?



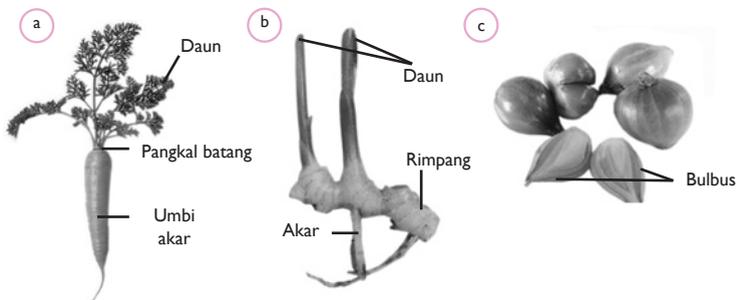
Sumber: *Biology: Exploring Life*, 1994

Gambar 4.8

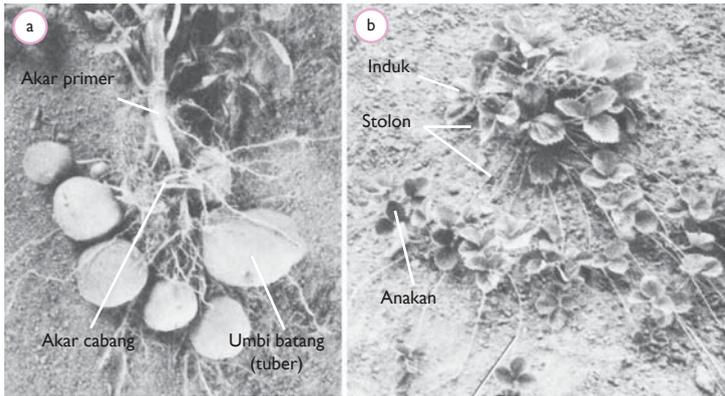
Hydra, suatu tanaman yang berkembang biak dengan tunas.

Gambar 4.9

- (a) Umbi akar pada tanaman wortel.
- (b) Rimpang pada tanaman lengkuas.
- (c) Bulbus pada tanaman bawang.



Sumber: www.carrotcompany.com; *Biology: Concepts & Connections*, 2006; www.dapurballi.com



Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Gambar 4.10

- (a) Umbi batang pada tanaman kentang.
- (b) Stolon pada tanaman stroberi.

Ayo Coba 4.2

Tujuan

Menemukan ciri-ciri bagian tumbuhan yang bisa menghasilkan tumbuhan baru

Alat dan bahan

Kentang, ubi jalar, singkong, wortel/lobak, bawang merah, bawang putih, 6 buah pot berisi tanah

Cara kerja

1. Tanamlah bahan-bahan tersebut dalam pot yang telah diisi tanah. Siramlah lagi secara berkala (setiap hari).
2. Setelah satu minggu amati dari tanaman manakah tumbuh akar atau tunas. Catatlah hasil pengamatanmu pada tabel di bawah ini.

Bahan	Tumbuh Tunas		Tumbuh Akar	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Kentang				
Ubi jalar				
Wortel/ Lobak				
Bawang merah				
Bawang putih				

Keterangan

Beri tanda cek (√), jika tumbuh tunas/akar dan beri tanda negatif (—), jika tidak tumbuh tunas/akar

Pertanyaan

1. Dari bagian manakah tumbuh tunas/akar?
2. Mengapa pada tanaman tertentu tidak tumbuh akar/tunas?

Informasi IPA



Untuk menumbuhkan tanaman pisang, seorang petani dapat memotong tunas (anakan) dan menanamnya. Tunas tersebut tumbuh dari bagian bonggol pisang yang berada di dalam tanah.

Sumber: *Cloning*, 1999

2. Perkembangbiakan Generatif

Reproduksi secara generatif adalah perkembangbiakan yang terjadi melalui proses perkawinan atau diawali peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina (pembuahan). Hasil pembuahan ada yang langsung menghasilkan anak, tetapi ada juga yang menghasilkan telur.

Hewan bertelur mengeluarkan calon anaknya yang berada dalam telur untuk ditetaskan di luar tubuh induknya. Hewan yang beranak, seperti mamalia, mengeluarkan anaknya dengan cara melahirkan.

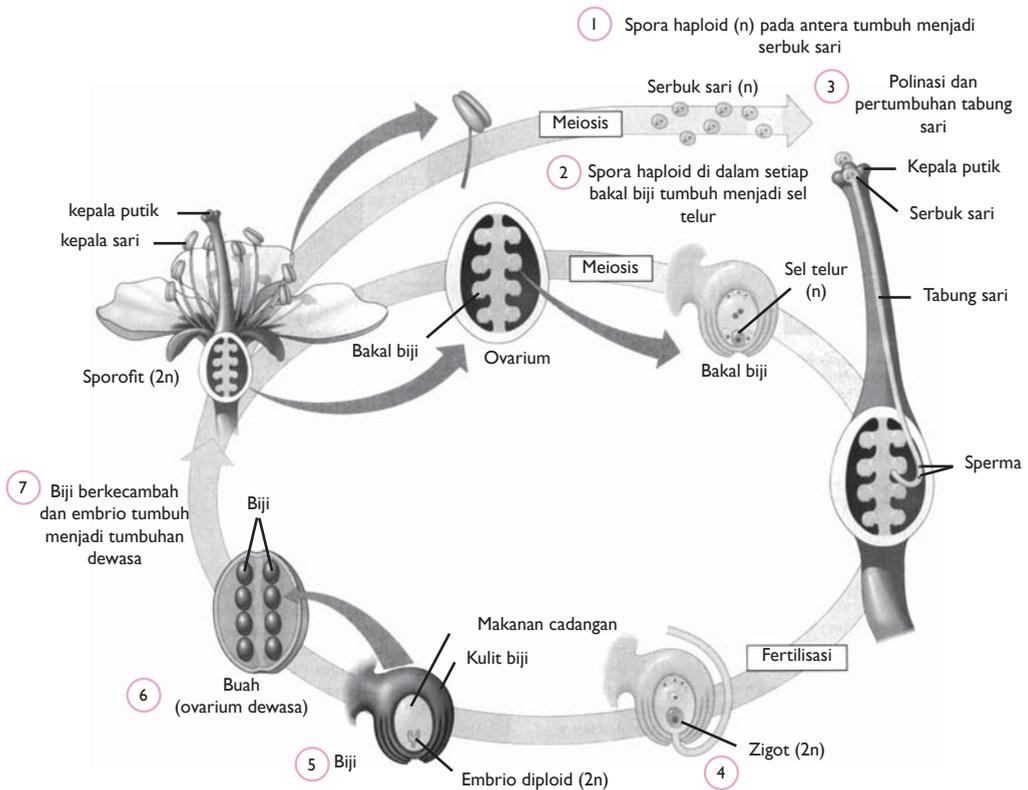
Pada tumbuhan, reproduksi generatif diawali dengan penyerbukan dan kemudian dihasilkan biji. Masih ingatkah kamu apa yang dimaksud dengan penyerbukan? Lalu apakah perbedaan antara pembuahan (fertilisasi) dan penyerbukan (polinasi)? Perhatikanlah Gambar 4.11.

Hal Penting

Key Point

Polinasi (penyerbukan) adalah peristiwa jatuhnya serbuk sari pada struktur reproduksi betina (putik).

Pollination is the transfer pollen to the female reproductive structure.



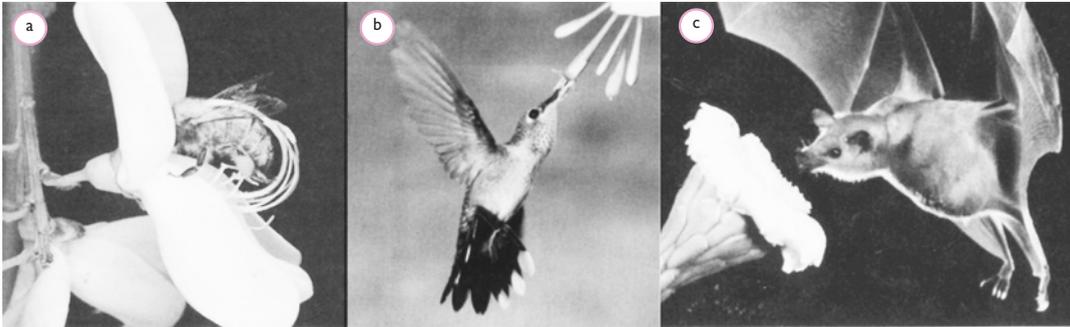
Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Gambar 4.11

Siklus hidup tumbuhan Angiospermae

Gamet jantan tumbuhan dapat sampai ke gamet betinanya dengan bantuan angin, air, serangga, atau dibantu oleh manusia. Hal tersebut biasanya didukung oleh struktur bunga. Serbuk sari yang tersingkap keluar dari mahkota

bunga tanpa sengaja dapat terbawa oleh angin, air, dan serangga. Sebagai contoh, kupu-kupu, lebah, atau kelelawar tanpa sengaja dapat membawa serbuk sari ketika mengisap madu dari bunga. Serbuk sari tersebut menempel pada tubuhnya. Hal ini dimungkinkan terjadi apabila tangkai sari bunga yang diisapnya cukup panjang.



Sumber: *Biology: Concepts & Connections*, 2006

Penyerbukan dengan bantuan manusia biasanya dilakukan pada tanaman yang sulit mengalami penyerbukan sendiri. Salah satu contoh tanaman tersebut adalah vanili. Menurut pendapatmu, mengapa tanaman vanili sulit mengalami penyerbukan secara alami? Bagaimana hal tersebut dapat terjadi, cobalah diskusikan dengan teman dan gurumu.

Gambar 4.12

Penyerbukan yang dibantu oleh (a) serangga, (b) burung, dan (c) kelelawar

Soal Penguasaan Materi 4.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Bagaimanakah cara perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan?
2. Bagaimanakah peranan serangga terhadap perkembangbiakan generatif tumbuhan?

Rangkuman

- Tujuan makhluk hidup beradaptasi dan berkembang biak adalah untuk menjaga kelangsungan hidupnya.
- Seleksi alam terjadi pada makhluk hidup yang tidak mampu beradaptasi dengan lingkungannya.
- Variasi merupakan ciri menurun yang dapat meningkatkan kemampuan suatu organisme untuk dapat bertahan hidup dan berkembang biak.
- Adaptasi dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, meliputi adaptasi struktur (morfologi), adaptasi proses dalam tubuh (fisiologi), dan adaptasi tingkah laku.
- Perkembangbiakan dibedakan menjadi perkembangbiakan vegetatif (tanpa melalui proses perkawinan) dan perkembangbiakan generatif (melalui proses perkawinan).

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Kelangsungan Hidup Organisme. Dengan mempelajari bab ini, kamu telah mengetahui bahwa untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya, makhluk hidup melakukan adaptasi dan reproduksi (berkembang biak). Secara umum, kamu telah mempelajari berbagai jenis adaptasi dan cara perkembangbiakan.

Adanya kemampuan tersebut, akhirnya makhluk hidup yang dapat bertahan tidak akan mengalami kepunahan. Adapun seleksi alam

dapat terjadi bagi mereka yang tidak mampu beradaptasi dan bereproduksi. Sehingga makhluk hidup termasuk manusia tetap ada sampai saat ini.

Bagaimana pendapatmu mengenai materi bab ini? Bagian manakah yang paling kamu sukai? Bagian materi manakah yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu agar kamu lebih menguasai materi bab ini.

Tes Kompetensi Bab 4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Kemampuan makhluk hidup untuk dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya disebut
 - adaptasi
 - kompetisi
 - persaingan
 - interaksi
- Contoh adaptasi fisiologi yang terdapat pada makhluk hidup adalah
 - leher zarafah yang panjang
 - bentuk gigi manusia yang digunakan untuk mengunyah tumbuhan dan daging
 - bentuk lambung hewan pemamah biak disesuaikan untuk mencerna rumput
 - pohon-pohon tidak berdaun di musim dingin
- Tujuan utama makhluk hidup harus beradaptasi adalah
 - menunjukkan kekuatannya
 - untuk bertahan hidup
 - untuk memenangkan persaingan
 - melenyapkan musuhnya
- Kemampuan bunglon untuk mengubah warna tubuhnya merupakan contoh dari
 - seleksi alam
 - variasi
 - pertahanan diri
 - kamuflase
- Agar dapat beradaptasi, dalam suatu populasi makhluk hidup dibutuhkan
 - pemimpin
 - pemangsa
 - variasi
 - mangsa
- Berikut ini yang tidak termasuk cara untuk mempertahankan kelangsungan hidup adalah
 - membentuk lingkungan yang sesuai untuk suatu makhluk hidup
 - adaptasi
 - berkembang biak
 - tinggal di lingkungan yang cocok dengan kondisi tubuhnya
- Salah satu cara perkembangbiakan generatif adalah
 - bertunas
 - bertelur
 - membentuk spora
 - membelah diri
- Alam dapat menjadi penyeleksi keberadaan makhluk hidup karena
 - makhluk hidup tidak membutuhkan hal lain selain alam untuk hidup
 - alam adalah satu-satunya keperluan makhluk hidup
 - makhluk hidup hanya merasa nyaman di lingkungan tertentu
 - kondisi tubuh makhluk hidup sangat bergantung pada kondisi lingkungan
- Perkembangbiakan pohon pisang secara vegetatif adalah dengan cara
 - membentuk tunas
 - cangkok
 - merunduk
 - setek
- Tumbuhan yang berkembang biak dengan cara vegetatif dan generatif adalah
 - bunga mawar
 - mangga
 - paku
 - rumpun
- Bentuk adaptasi yang dipengaruhi oleh bentuk/struktur tubuh makhluk hidup dinamakan
 - seleksi alam
 - adaptasi morfologi
 - adaptasi fisiologi
 - adaptasi tingkah laku

12. Mantis memiliki bentuk tubuh persis seperti daun, tujuannya agar terhindar dari musuh. Mantis melakukan
 - a. adaptasi tingkah laku
 - b. seleksi alam
 - c. adaptasi fisiologi
 - d. adaptasi morfologi
13. Tujuan makhluk hidup melakukan adaptasi adalah
 - a. agar memiliki bentuk yang sempurna
 - b. agar dapat bertahan hidup
 - c. agar dapat mengelabui musuh
 - d. agar terhindar dari bahaya
14. Di bawah ini, hewan yang melakukan perkembangbiakan secara vegetatif, *kecuali*
 - a. *Amoeba*
 - b. *Paramecium*
 - c. cacing tanah
 - d. planaria
15. Contoh tumbuhan yang melakukan perkembangbiakan secara generatif, adalah
 - a. kentang
 - b. jahe
 - c. kembang sepatu
 - d. singkong

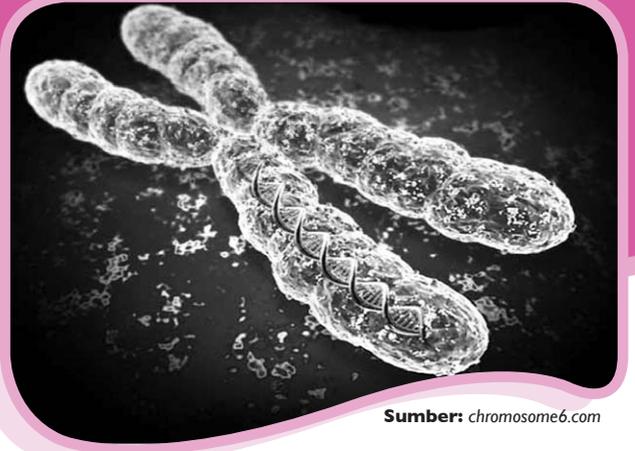
B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Mengapa makhluk hidup dapat mengalami kepunahan?
2. Apakah bahayanya jika suatu spesies makhluk hidup (misalnya padi) hanya ada satu jenis sehingga sifat-sifat antarindividu sama persis?
3. Jelaskan mekanisme adaptasi tingkah laku yang dapat dilakukan makhluk hidup.
4. Bagaimanakah perkembangbiakan vegetatif pada makhluk hidup tingkat rendah?
5. Jelaskan hubungan antara kemampuan bereproduksi dan kelangsungan hidup suatu makhluk hidup.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Bunglon dapat mengubah warna kulitnya sesuai dengan warna tempat dia berada. Apabila mata bunglon ditutup, apakah dia tetap bisa mengubah warna kulitnya?
2. Ikan mas sudah beradaptasi untuk hidup di air tawar. Dapatkah kita membuat ikan mas yang teradaptasi untuk hidup di laut?

Bab 5



Sumber: chromosome6.com

Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

Hasil yang harus kamu capai:

memahami kelangsungan hidup makhluk hidup.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- mendeskripsikan konsep pewarisan sifat pada makhluk hidup;
- mendeskripsikan proses pewarisan dan hasil pewarisan sifat serta penerapannya.

Pernahkah kamu memerhatikan persamaan dan perbedaan pada pasangan kembar? Bagaimanakah keadaan fisik dan tingkah lakunya? Lalu, apakah persamaan antara kamu dan orang tuamu? Jika diperhatikan, pada pengamatanmu tersebut ditemukan persamaan dan perbedaan bukan?

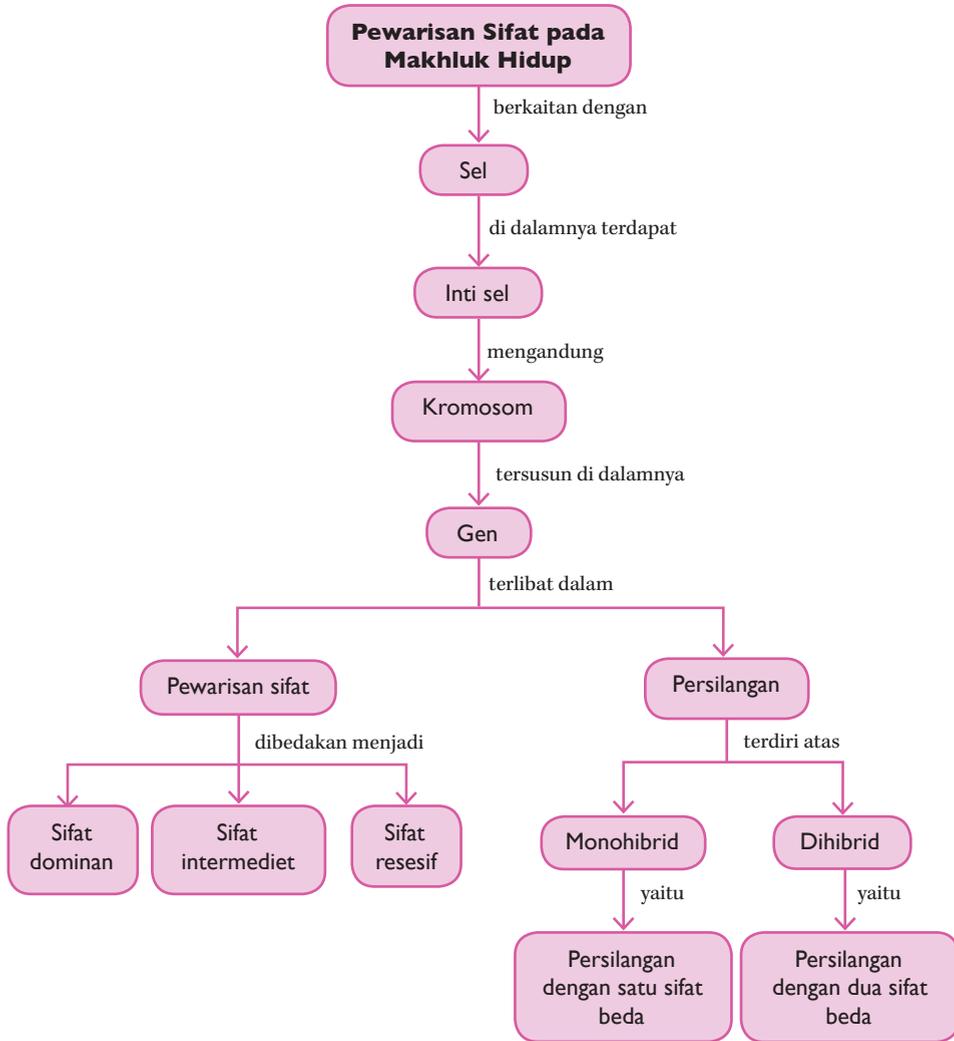
Persamaan ciri fisik akan semakin terlihat pada orang-orang yang berada dalam satu keluarga. Akan tetapi, tidak ada orang yang memiliki persamaan mutlak walaupun bersaudara.

Bagaimana ciri fisik orang tua dapat diturunkan kepada anaknya? Pewarisan sifat pada makhluk hidup diturunkan melalui gen di dalam kromosom. Tahukah kamu, apa yang dimaksud dengan gen? Kamu dapat mengetahuinya, setelah mempelajari materi bab ini.

- A. Kromosom dan Gen
- B. Sifat Dominan, Resesif, dan Intermediet
- C. Manfaat Ilmu Pewarisan Sifat

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.





Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Coba kamu bandingkan wajahmu dengan wajah orang tuamu, apakah terdapat kemiripan?
2. Selain wajah, apakah bentuk rambutmu ada kemiripan dengan rambut orang tuamu?
3. Menurutmu, apakah yang membuat adanya sifat-sifat dari bagian tubuhmu yang mirip dengan orang tuamu?

A. Kromosom dan Gen

Tentunya kamu masih ingat bahwa tubuh tersusun atas sel. Masih ingatkah kalian apa saja yang terdapat dalam sel? Setiap sel memiliki inti sel. Di dalam inti sel terdapat benda halus berbentuk batang panjang atau pendek dan ada yang lurus atau bengkok. Benda halus ini dinamakan kromosom.

Di dalam kromosom tersusun gen-gen yang terdapat dalam suatu ruang, dinamakan lokus. Gen adalah suatu faktor yang dapat menentukan sifat individu.

Setiap karakter atau sifat pada suatu individu diwakili oleh sepasang gen yang berasal dari orangtuanya. Sebagai contoh, batang tinggi bergenotipe TT atau Tt. T menyatakan gen pembawa sifat batang tinggi, sedangkan t menyatakan gen pembawa sifat batang pendek. Genotipe TT menunjukkan bahwa pasangan alel T adalah T dan genotipe Tt menunjukkan bahwa pasangan alel T adalah t.

Alel adalah gen yang berlokus sama pada kromosom. Contohnya, genotipe rambut lurus heterozigot (Tt) menunjukkan bahwa gen yang sealel dengan T adalah t. Sementara itu, genotipe rambut lurus homozigot (TT) menunjukkan bahwa gen yang sealel dengan T adalah T. Jadi, suatu pasangan gen dikatakan sealel apabila terletak pada lokus yang sama di dalam kromosom.

Pewarisan sifat dapat berlangsung dari induk kepada anaknya melalui sel kelamin. Sel kelamin induk mengandung kromosom yang membawa gen-gen untuk mengatur sifat anaknya. Kromosom dibedakan menjadi kromosom tubuh (autosom) dan kromosom kelamin (gonosom) yang terdapat pada sel kelamin. Contohnya, manusia memiliki 23 pasang atau 46 buah kromosom yang terdiri atas 44 buah kromosom tubuh dan dua buah kromosom kelamin. Penulisan jumlah

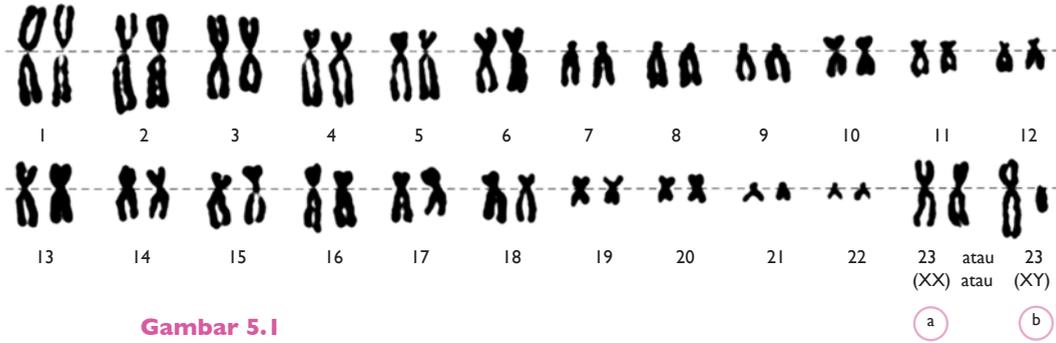
Hal Penting

Key Point

Gen adalah bagian dari DNA yang mengodekan sifat khusus, unit dasar pewarisan sifat.

Gene is a piece of DNA that codes for a particular trait, the basic unit of heredity.

kromosom manusia dapat dituliskan sebagai 22AA + XX untuk wanita dan 22AA + XY untuk pria. Hal ini berlaku untuk sebagian besar spesies, dengan A menyatakan autosom dan X atau Y menyatakan gonosom.



Gambar 5.1

Susunan kromosom pada manusia, (a) wanita dan (b) pria

Sumber: Biology, 1995

Contoh lainnya, lalat buah memiliki 8 buah kromosom, kucing memiliki 32 buah kromosom, dan bunga mawar memiliki 14 buah kromosom.

Soal Penguasaan Materi 5.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apakah yang dimaksud dengan gen? Deskripsikan di manakah letak gen.
2. Apakah yang dimaksud dengan autosom dan gonosom?

B. Sifat Dominan, Resesif, dan Intermediet

Sifat dominan adalah sifat yang selalu muncul pada setiap generasi. Artinya, sifat dominan selalu diturunkan oleh induk (parental) kepada anaknya (filial). Contohnya, tanaman berbunga merah disilangkan dengan tanaman berbunga putih. Ternyata biji hasil persilangan tersebut setelah ditanam menghasilkan tanaman yang berbunga merah dominan terhadap bunga warna putih.

Sifat resesif adalah sifat yang tidak selalu tampak perwujudannya, walaupun sifat tersebut sebenarnya dimiliki oleh individu tersebut. Contohnya, seorang ayah memiliki tulang hidung yang menonjol, tetapi tidak seorang pun dari anaknya yang memiliki tulang hidung menonjol. Jadi, gen tulang hidung menonjol merupakan gen yang resesif.

Selain sifat dominan dan resesif, terdapat pula sifat intermediet. *Sifat intermediet* adalah sifat antara. Sifat ini muncul pada anak tetapi tidak menunjukkan kemiripan dengan sifat kedua orangtuanya. Contohnya, seorang anak memiliki ayah yang berambut lurus dan ibu yang berambut keriting, sedangkan anak ini berambut ikal. Berarti, gen rambut ikal merupakan gen intermediet.

Sifat-sifat yang dapat dilihat disebut *fenotipe*, misalnya warna mata, tinggi badan, dan bentuk wajah. Adapun sifat yang tidak tampak dari luar disebut *genotipe*. Gen untuk tubuh tinggi misalnya diberi simbol huruf besar (TT) dan gen tubuh pendek diberi simbol huruf kecil (tt). Mengapa harus dua huruf? Satu huruf mewakili sifat yang diwariskan melalui sel kelamin ayah dan satu huruf lainnya mewakili sifat yang diwariskan melalui sel kelamin ibu. Kalian masih ingat bukan bahwa kromosom dalam sel kelamin berjumlah satu pasang atau dua buah? Berarti, dua buah sel kelamin tersebut berasal dari ayah dan ibu masing-masing satu buah.

Informasi IPA



Gambar tersebut menunjukkan sebuah objek yang telah diperbesar. Objek yang terlihat bergulung tersebut adalah kromosom. Kromosom ini diambil dari lalat buah. Gen ditunjukkan oleh garis-garis berwarna gelap.

Sumber: Cloning, 1999

Tugas 5.1

Perhatikan ciri fisik pada anggota keluargamu, lakukan kegiatan ini dengan mengamati ciri fisik yang tercantum dalam tabel berikut ini.

No.	Anggota Keluarga	Ciri-Ciri Fisik					
		Wajah	Hidung	Mata	Kulit	Tinggi Badan	Rambut
1							
2							
3							

Ciri-ciri fisik dominan yang dimiliki anggota keluarga saya adalah

Ciri-ciri fisik resesif yang dimiliki oleh anggota keluarga saya adalah

I. Persilangan dengan Satu Sifat Beda (Monohibrid)

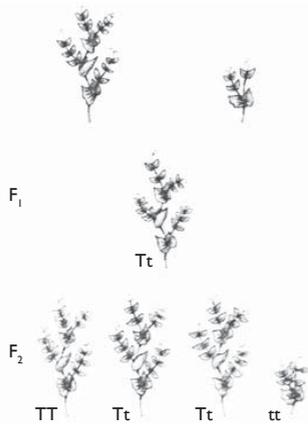
Persilangan atau perkawinan dengan satu sifat beda menunjukkan bahwa yang akan diperhatikan pada persilangan ini hanya satu sifat. Misalnya, yang dilihat hanya bentuk rambutnya saja. Sebenarnya, dalam suatu perkawinan terjadi penggabungan sifat-sifat orangtua yang diturunkan pada anaknya. Akan tetapi, pembelajaran kali ini

Hal Penting

Key Point

Dominan adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan gen atau sifat yang mencegah ekspresi dari sifat resesif.

Dominant is a term used to describe a gene or trait that prevent the expression of a recessive trait.



Petunjuk:
T = tinggi
t = rendah

Genotipe dan fenotipe:
TT = tinggi
Tt = tinggi
tt = rendah

Sumber: Biologi, 1995

Gambar 5.2

Pewarisan sifat berupa tinggi tanaman merupakan salah satu hal yang diteliti oleh Mendel.

dimulai dengan persilangan yang melibatkan satu sifat saja. Sebagai contoh, Mendel melakukan penelitian mengenai tinggi tanaman (Gambar 5.2).

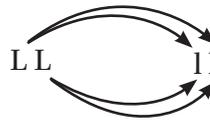
Contoh lainnya adalah pria yang berambut lurus kawin dengan wanita berambut ikal. Dari hasil perkawinan tersebut, lahir anak-anak yang semuanya berambut lurus. Dapatkah kalian menentukan manakah gen dominan dan gen resesifnya?

Dalam pembuatan diagram perkawinan pria dan wanita tersebut, terdapat beberapa simbol yang perlu diketahui. Rambut lurus bersifat dominan sehingga diberi simbol LL, sedangkan rambut ikal bersifat resesif sehingga diberi simbol ll. Induk (parental) diberi simbol P dan anaknya (filial) diberi simbol F. Simbol P₂ berarti parental kedua, P₃ berarti parental ketiga, dan seterusnya. Simbol F₁ berarti keturunan pertama, F₂ berarti keturunan kedua, F₃ berarti keturunan ketiga, dan seterusnya. Simbol X berarti terjadi persilangan.

Bagan persilangan mengenai perkawinan antara pria dan wanita tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.

P : ♂ LL × ♀ ll
Rambut lurus × Rambut ikal

Gamet : (L) dan (L) (l) dan (l)



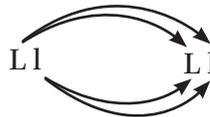
F₂ : Ll, Ll, Ll, Ll

Keturunan F₁ menghasilkan sifat fenotipe 100% berambut lurus dengan genotipenya 100% Ll.

Jika F₁ disilangkan dengan F₁, persilangannya digambarkan sebagai berikut.

P₁ : ♂ Ll × ♀ Ll
Rambut lurus × Rambut lurus

Gamet : (L) dan (l) (L) dan (l)



F₂ : LL, Ll, Ll, ll

Persilangan P₂ menghasilkan F₂ dengan rasio sebagai berikut.

Genotipe F₂ = LL : Ll : ll = 1 : 2 : 1 = 25% : 50% : 25%

Fenotipe F₂ = rambut lurus : rambut ikal = 3 : 1 = 75% : 25%

Pembahasan UN

Persilangan dua induk yang bersifat intermediet antara warna merah dan putih akan menghasilkan F₂ dengan warna

(Ebtanas 2001)

- merah, merah muda, dan putih
- merah muda dan merah
- merah muda dan putih
- merah dan putih

Jawaban (a)

Pembahasan: Pada intermediet, individu heterozigot akan memunculkan dua sifat alel. Sehingga terdapat individu dengan fenotipe merah muda.

Genotipe ayah (LL) dan ibu (ll) merupakan genotipe yang homozigot, sedangkan genotipe anaknya (Ll) merupakan genotipe yang heterozigot. Genotipe homozigot artinya genotipe terdiri atas dua alel yang sama. Adapun genotipe heterozigot artinya genotipe terdiri atas dua alel yang berbeda. Genotipe heterozigot tersusun atas satu alel dominan dan satu alel resesif. Oleh karena gamet L bersifat dominan, genotipe LL (homozigot) maupun Ll (heterozigot) menunjukkan fenotipe yang sama, yakni rambut lurus.

Bagaimanakah halnya dengan persilangan intermediet? Sebagai contoh, terjadi perkawinan antara ayah yang berkulit hitam (HH) dengan ibu yang berkulit putih (hh). Perkawinan tersebut menghasilkan anak berkulit coklat (Hh). Bagan persilangannya dapat digambarkan sebagai berikut.

P_1 : ♂ HH × ♀ hh
 Kulit hitam × Kulit putih
 Gamet : (H) dan (H) (h) dan (h)



F_1 : Hh, Hh, Hh, Hh

Pada F_2 , gen homozigot dominan memunculkan sifat kulit hitam, gen heterozigot memunculkan sifat kulit coklat, dan gen homozigot resesif akan kembali memunculkan sifat kulit putih. Jadi, persilangan P_2 menghasilkan F_2 dengan rasio sebagai berikut.

Genotipe $F_2 = HH : Hh : hh = 1 : 2 : 1 = 25\% : 50\% : 25\%$

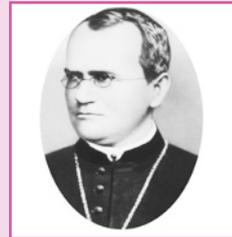
Fenotipe $F_2 = \text{hitam} : \text{coklat} : \text{putih} = 1 : 2 : 1 = 25\% : 50\% : 25\%$

Tugas 5.2

Coba kamu bandingkan rasio F_2 antara hasil persilangan intermediet dan hasil persilangan yang bukan intermediet dengan genotipe seperti di atas.

Untuk , mengetahui perbandingan hasil persilangan F_1 dan F_2 . Cobalah kamu melakukan simulasi pada Ayo coba 5.1 bersama teman sekelompokmu. Kemudian, diskusikanlah jawaban pertanyaan yang ada pada kegiatan tersebut dengan temanmu.

Ilmuwan IPA



Gregor Johann Mendel
(1822 – 1884)

Gregor Mendel

dilahirkan pada 1822 di Heinzendorf, Austrian Silesia (sekarang bernama Republik Ceko). Ketika berusia 25 tahun, ia menjadi Pastur di biara Brunn. Pada 1856, ia memulai percobaan persilangan menggunakan tumbuhan ercis selama delapan tahun. Tujuan yang ingin ia raih adalah melihat bagaimana berbagai fenotipe dapat diturunkan dari tanaman induk (parental) kepada keturunannya.

Sumber: Cloning, 1999

Ayo Coba 5.1

Tujuan

Simulasi menghitung perbandingan hasil persilangan F_1 dan F_2

Alat dan bahan

- Potongan kertas karton berwarna (misalnya, merah, kuning, biru, dsb.) ukuran 5 cm x 8 cm sebanyak 100 lembar
- Potongan kertas karton putih ukuran 5 cm x 8 cm sebanyak 100 lembar
- Penutup mata
- Klip penjepit kertas sebanyak 100 buah
- Alat tulis

Langkah kerja

1. Simpan tumpukan potongan kertas berwarna dan kertas putih dalam 4 tumpukan yang berbeda untuk menggambarkan gamet-gamet yang dihasilkan.
 - Tumpukan ke-1: Potongan berwarna sebanyak 50 lembar.
 - Tumpukan ke-2: Potongan berwarna sebanyak 50 lembar.
 - Tumpukan ke-3: Potongan putih sebanyak 50 lembar.
 - Tumpukan ke-4: Potongan putih sebanyak 50 lembar.
2. Mintalah salah seorang anggota kelompok kalian untuk duduk dan ditutup matanya.
3. Letakkan tumpukan ke-1 dan ke-2 di sebelah kiri dan tumpukan ke-3 dan ke-4 di sebelah kanan temanmu tadi.
4. Dengan tangan kiri ambil satu kartu dari tumpukan ke-1 atau ke-2 dan dengan tangan kanan ambil satu kartu dari tumpukan ke-3 atau ke-4 lalu klip pasangan kartu yang diperoleh dengan menggunakan klip kertas.
5. Catatlah kombinasi warna yang terpilih.

Pertanyaan

1. Berapa pasangkah kartu yang diperoleh?
2. Bagaimanakah kombinasi warna pasangan kartu yang diperoleh?

Lanjutkan simulasi ini dengan kegiatan berikut. Teman yang ditutup matanya harus tetap ditutup matanya.

1. Bagilah pasangan kartu yang telah diklip tadi menjadi dua tumpukan sehingga masih-masih terdapat 50 pasang kartu yang telah diklip.
2. Bukalah klip kartu tumpukan pertama.
3. Mintalah temanmu yang ditutup matanya untuk mengocok kartu tersebut dan membaginya menjadi 2 tumpukan.
4. Simpan tumpukan kartu tersebut di sebelah kirinya.

5. Bukalah klip kartu tumpukan kedua dan lakukan hal yang sama seperti kartu tumpukan kedua dan simpan hasilnya di sebelah kanan temanmu tadi.
6. Sekarang kalian memiliki empat tumpukan kartu yang acak (2 tumpuk di sebelah kiri dan 2 tumpuk di sebelah kanan).
7. Dengan tangan kiri mintalah temanmu mengambil satu kartu dari sebelah kiri dan dengan tangan kanan mengambil satu kartu dari sebelah kanan. Lakukan hal yang serupa pada tumpukan kartu
8. Jepit pasangan kartu dengan klip.
9. Hitunglah kombinasi pasangan warna yang dihasilkan

Merah + Merah	Merah + Putih	Putih + Putih
...

Pertanyaan

1. Apakah perbandingan antarkelompok tersebut 1 : 2 : 1 seperti pada teori?
2. Apabila kelompok kartu Merah + Merah dan kartu Merah + Putih juga dianggap merah, benarkah perbandingan warna merah dibanding putih adalah 3 : 1?
3. Mengapa perbandingan yang kalian hasilkan tidak sama dengan teori?

Catatan

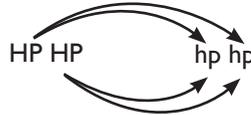
Hasil perbandingan yang dikemukakan oleh Mendel merupakan hasil pembulatan. Kejelian Mendel dalam menemukan pembulatan inilah yang membuka rahasia persilangan.

2. Persilangan dengan Dua Sifat Beda (Dihybrid)

Setelah kamu memahami persilangan monohybrid, pembahasan berikutnya adalah persilangan dihibrid. Sebagai contoh, seekor kucing jantan berbulu hitam dan berekor panjang akan disilangkan dengan seekor kucing betina berbulu putih dan berekor pendek.

Sifat-sifat kucing jantan seluruhnya dominan sehingga genotipenya HHPP (bulu hitam, ekor panjang), sedangkan genotipe kucing betina hhpp (bulu putih, ekor pendek). Perhatikan bagan berikut, diagram papan catur akan memudahkan penentuan F_2 .

P_1 : ♂ HHPP × ♀ hhpp
 Bulu hitam, ekor panjang × Bulu putih, ekor pendek
 Gamet : (HP) dan (HP) (hp) dan (hp)



F_1 : HhPp, HhPp, HhPp, HhPp

Seluruh F_1 bergenotipe HhPp dan berfenotipe berbulu hitam dan berekor panjang.

Jika F_1 dikawinkan dengan F_1 , persilangannya digambarkan pada bagan di bawah ini.

P_2 : ♂ HhPp × ♀ HhPp
 Bulu hitam, ekor panjang × Bulu hitam, ekor panjang
 Gamet : (HP), (Hp), (hP), (hp) (HP), (Hp), (hP), (hp)

F_1 :

♂/♀	HP	Hp	hP	hp
HP	HHPP	HHPp	HhPP	HhPp
Hp	HHPp	HHpp	HhPp	Hhpp
hP	HhPP	HhPp	hhPP	HhPp
hp	HhPp	HhPp	hhPp	hhpp

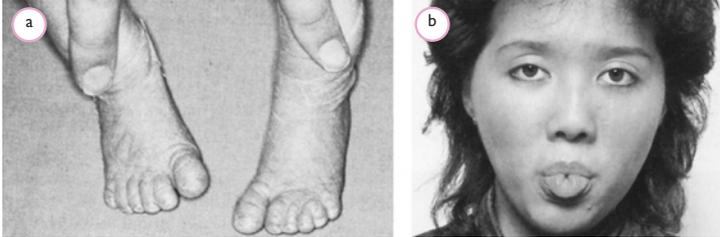
Persilangan P_2 menghasilkan F_2 dengan rasio sebagai berikut.

Genotipe (F_2) = HHPP : HHPp : HHpp : HhPP : HhPp :
 = 1 : 2 : 1 : 2 : 4 :
 Hhpp : hhPP : hhPp : hhpp
 2 : 1 : 2 : 1
 Fenotipe (F_2) = hitam : hitam : putih : putih
 panjang : pendek : panjang : pendek
 9 : 3 : 3 : 1

Tugas 5.3

Coba kalian cari contoh kasus hasil persilangan monohibrid dan dihibrid. Buatlah bagan persilangan monohibrid dan dihibrid tersebut. Jika mendapat kesulitan, diskusikanlah dengan teman atau gurumu.

Beberapa contoh lain yang merupakan bentuk pewarisan sifat pada manusia di antaranya jumlah jari yang berlebih (polidaktili), penyakit kencing manis, golongan darah, dan lidah yang dapat menggulung.



Gambar 5.3

(a) Polidaktili dan (b) sifat lidah yang dapat menggulung ditentukan oleh gen dominan.

Sumber: *Essentials of Biology*, 1990; *Health Biology*, 1985

Golongan darah ditentukan oleh alel yang berada pada lokus tunggal, yakni lokus imunoglobulin (I). Gen tersebut memiliki tiga alel berbeda, yakni I^A , I^B , dan I^O . Alel I^A dan I^B bersifat kodominan sehingga kombinasi keduanya akan menghasilkan golongan darah AB. Sementara itu, alel I^O bersifat resesif baik terhadap I^A dan I^B . Perhatikan Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hubungan antara Genotipe dan Fenotipe Golongan Darah Manusia

Genotipe	Fenotipe
$I^A I^A$ atau $I^A I^O$	A
$I^B I^B$ atau $I^B I^O$	B
$I^A I^B$	AB
$I^O I^O$	O

Tugas 5.4

Jika sepasang suami istri keduanya memiliki gen kencing manis heterozigot. Apakah menurut kamu anak dari pasangan suami istri tersebut ada yang menderita kencing manis walaupun orang tuanya tidak? Coba buktikan jawabanmu dalam bentuk bagan persilangan.

Soal Penguasaan Materi 5.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

- Jelaskan mengenai sifat dominan, sifat resesif, dan sifat intermediet.
- Apa perbedaan monohybrid dan dihibrid?
- Mungkinkah dua individu memiliki fenotipe yang sama, tetapi genotipenya berbeda? Jelaskan.

C. Manfaat Ilmu Pewarisan Sifat

Dalam kehidupan modern seperti sekarang ini, teknologi banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari agar berbagai aktivitas dapat dilakukan dengan lebih mudah dan nyaman. Ilmu pewarisan sifat (genetika) dimanfaatkan khususnya dalam usaha mengembangbiakkan hewan atau tumbuhan yang memiliki sifat-sifat unggul.

Sifat unggul hewan atau tumbuhan dapat diperoleh melalui persilangan di antara hewan atau tumbuhan yang memiliki sifat unggul. Misalnya, di bidang pertanian, para ilmuwan berhasil menyilangkan berbagai jenis padi sehingga akhirnya ditemukan bibit padi yang memiliki sifat unggul. Sifat tersebut di antaranya memiliki produktivitas tinggi, umur pendek, rasanya enak, dan tahan terhadap penyakit (Gambar 5.4). Selain itu, ditemukan pula bibit kelapa hibrida dan jagung hibrida yang memiliki produktivitas tinggi.



Gambar 5.4

Padi hasil rekayasa genetika memiliki sifat unggul.

Sumber: newsimg.bbc.co.uk

Di bidang peternakan, persilangan menghasilkan bibit unggul hewan ternak, seperti ayam (pedaging dan petelur), sapi, dan kuda. Ayam pedaging (broiler) diperoleh dengan cara menyilangkan ayam yang masih berkerabat dekat. Keturunannya yang pertumbuhannya cepat dipilih dan dikawinkan kembali, demikian seterusnya, sehingga di dapat ayam yang pertumbuhannya paling cepat. Di bidang kedokteran, telah ditemukan cara untuk mencegah agar keturunan seseorang tidak memiliki penyakit atau cacat bawaan.

Teknik modern yang biasa dipakai untuk menghasilkan hal-hal tersebut adalah rekayasa genetika. Rekayasa genetika adalah suatu teknik untuk mengubah gen makhluk hidup sehingga dihasilkan sifat unggul. Rekayasa genetika juga dapat digunakan untuk menghilangkan sifat yang kurang menguntungkan pada suatu individu sehingga tidak diturunkan kepada keturunannya.



Sumber: www.projects.roslin.ac.uk

Gambar 5.5

Ayam pedaging (broiler) merupakan hasil rekayasa genetika.

Tugas 5.5

Uraikanlah manfaat genetika selain yang telah diuraikan pada bab ini. Carilah informasi melalui koran, majalah, buku, dan internet.

Soal Penguasaan Materi 5.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apakah yang dimaksud dengan rekayasa genetika?
2. Seperti apakah penerapan ilmu genetika dalam kehidupan sehari-hari?

Rangkuman

- Sifat setiap individu makhluk hidup berbeda-beda. Sifat ini diturunkan dari induknya melalui sel kelamin.
- Bagian sel yang menjadi perantara penurunan sifat dari induk kepada keturunannya adalah kromosom.
- Dengan melihat keadaan fisik suatu individu, keadaan fisik orang tua atau induk individu tersebut dapat diperkirakan. Sebaliknya, dengan melihat keadaan fisik orang tua atau induk, keadaan/bentuk fisik keturunannya dapat diperkirakan.
- Ilmu tentang pewarisan sifat atau genetika telah dimanfaatkan untuk memperoleh bibit unggul melalui rekayasa genetika.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup. Melalui pemaparan materi bab ini, kamu telah mengetahui bagaimana suatu sifat dapat diturunkan dari induk kepada keturunannya.

Apa kesanmu setelah mengetahui bahwa pewarisan sifat disampaikan oleh suatu materi yang sangat kecil, yakni gen? Selain itu, kamu telah mengetahui sejarah perolehan bibit unggul yang dilakukan oleh Mendel hingga

akhirnya melahirkan teknologi rekayasa genetika. Merasa tertarik untuk mengetahui lebih banyak tentang genetika? Cobalah untuk mencari informasi lebih banyak melalui buku, koran, atau internet.

Bagian manakah yang belum kamu pahami dari materi bab ini? Janganlah ragu untuk bertanya dan berdiskusi bersama guru dan teman-temanmu.

Tes Kompetensi Bab 5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Sifat seseorang dapat diturunkan melalui
 - kromosom kelamin
 - kromosom tubuh
 - autosom
 - gen autosom
- Pada bagian manakah kita dapat melihat kromosom
 - sitoplasma
 - membran sel
 - inti sel
 - plasma sel
- Faktor penentu sifat seseorang adalah
 - inti sel
 - gen
 - kromosom
 - plasma sel
- Misalkan, jumlah kromosom yang dimiliki kelinci adalah 14 pasang, berapakah jumlah autosomnya
 - 28 buah
 - 26 buah
 - 2 buah
 - 13 buah
- Anggota suatu keluarga dalam beberapa keturunan memiliki bentuk wajah lonjong. Hal tersebut menunjukkan bahwa gen wajah lonjong bersifat
 - resesif
 - letal
 - intermediet
 - dominan
- Salah satu genotipe seseorang ialah...
 - hidung mancung
 - badan tinggi
 - rambut keriting (KK)
 - dahi lebar
- Seorang cucu bermata sipit. Sifat sipit di keluarganya adalah resesif. Genotipe kakek dan neneknya adalah
 - kakeknya homozigot dominan, neneknya homozigot resesif
 - baik kakek maupun neneknya heterozigot
 - kakeknya heterozigot, neneknya homozigot dominan
 - kakeknya homozigot resesif, neneknya heterozigot
- Dalam persilangan monohybrid, berapa macamkah variasi genotipe anak yang akan muncul jika kedua orang tuanya memiliki genotipe homozigot yang berbeda
 - 2 macam
 - 1 macam
 - 4 macam
 - 3 macam
- Berikut ini yang tidak termasuk sifat dihibrid
 - hidung mancung, mata coklat
 - rambut keriting, badan pendek
 - wajah oval, bibir tebal
 - mata coklat dan biru
- Keuntungan rekayasa genetika adalah
 - keturunannya semakin banyak
 - penurunan penyakit tidak dapat diramalkan
 - keturunan yang dihasilkan memiliki sifat unggul
 - pewarisan sifat tidak dapat diatur
- Gen berada di dalam
 - DNA
 - mitokondria
 - kromosom
 - retikulum endoplasma
- Seorang ibu memiliki kulit berwarna putih dan berambut lurus, sedangkan ayahnya berkulit cokelat dan berambut keriting. Anakny berkulit putih dan berambut keriting. Sifat yang dominan pada kondisi tersebut adalah

- a. kulit putih dan rambut lurus
 - b. kulit cokelat dan rambut lurus
 - c. kulit putih dan rambut keriting
 - d. kulit cokelat dan rambut keriting
13. Seorang anak memiliki sifat tubuh kurus (AA) dan hidung mancung (BB). Dari kondisi di atas sifat tubuh kurus dan hidung mancung disebut ...
- a. sifat fenotipe
 - b. sifat genotipe
 - c. sifat intermediet
 - d. sifat resesif
14. Seorang ayah memiliki sifat genotipe homozigot dominan dan seorang ibu yang memiliki sifat genotipe homozigot resesif. Anaknya akan memiliki sifat genotipe
- a. homozigot dominan
 - b. heterozigot dominan
 - c. homozigot resesif
 - d. homozigot dan heterozigot
15. Seekor kucing jantan bergenotipe HHPP dikawinkan dengan kucing betina bergenotipe hhpp, maka anak-anaknya akan bergenotipe
- a. HHPP
 - b. hhpp
 - c. HhPp
 - d. HHPP

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Apakah perbedaan antara genotipe dan fenotipe?
2. Apakah seseorang yang memiliki otot besar karena berlatih binaraga secara rutin akan memiliki anak yang memiliki otot besar juga?
3. Pada saat akan menanam tanaman, petani sering memilih bibit yang berasal dari tanaman yang dianggap memiliki sifat unggul. Apakah hal tersebut perlu dilakukan?
4. Seorang petani melakukan persilangan tanaman paprika dengan sifat buah besar dan batang tinggi (heterozigot) dengan tanaman paprika A. Jika F_1 yang dihasilkan memiliki sifat buah besar dan batang tinggi (homozigot), tentukanlah genotipe tanaman paprika A. (Diketahui bahwa jika tanaman paprika A disilangkan dengan tanaman paprika bergenotipe homozigot resesif, akan dihasilkan tanaman paprika heterozigot).
5. Bagaimanakah gen dapat menjadi suatu faktor pembawa sifat?

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Mengapa di antara saudara seayah dan seibu tidak ada yang sama persis?
2. Petani sering memilih biji yang bagus-bagus untuk bibit. Apakah hal ini menjamin bahwa tanaman yang dihasilkan juga akan sebagus bibit tersebut?
3. Warna putih apabila dicampur dengan warna hitam akan menghasilkan warna abu-abu. Mengapa anak hasil perkawinan orang kulit putih dengan orang kulit hitam tidak abu-abu warna kulitnya?

Bab

6



Sumber: sl.biotrop.org

Bioteknologi

Hasil yang harus kamu capai:

memahami kelangsungan hidup makhluk hidup.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan.

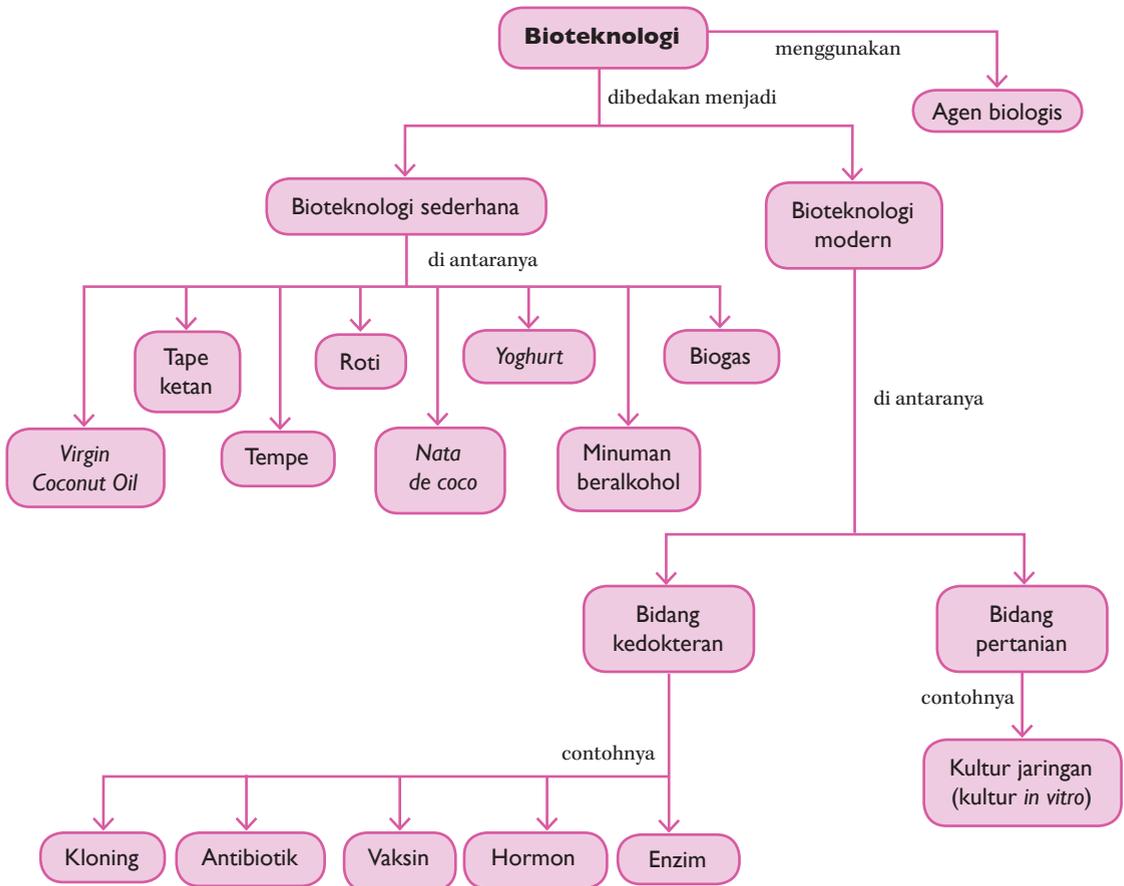
Perkembangan ilmu pengetahuan, termasuk biologi, telah sampai pada aplikasi ilmu pengetahuan di dalam masyarakat. Aplikasi biologi ini disadari atau tidak telah lama dilakukan oleh masyarakat. Tidak hanya penerapan biologi saja, tetapi penggabungannya dengan teknologi guna menghasilkan produk yang lebih baik, banyak, dan efisien.

Tentunya kamu mengenal tempe dan yoghurt, bukan? Pernahkah kamu mendengar bahwa bibit unggul kentang dihasilkan melalui teknik kultur jaringan? Hal-hal yang telah disebutkan merupakan produk bioteknologi. Pernahkah kamu mendengar istilah bioteknologi? Tahukah kamu arti bioteknologi? Pertanyaan tersebut dapat kamu jawab setelah mempelajari materi pada bab ini.

- A. Pengertian dan Pembagian Bioteknologi
- B. Bioteknologi Sederhana
- C. Bioteknologi Modern

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.





Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawaban kamu tersebut setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Terbuat dari apakah makanan tempe?
2. Bagaimana cara pembuatannya?
3. Apakah kamu mengetahui produk-produk bioteknologi?

A. Pengertian dan Pembagian Bioteknologi

I. Pengertian

Bioteknologi berasal dari dua kata, yakni *bio* dan *teknologi*. *Bio* artinya ilmu tentang makhluk hidup, sedangkan *teknologi* artinya suatu metode untuk menghasilkan produk, baik barang atau jasa. Berdasarkan kedua istilah tersebut, para ahli mendefinisikan bioteknologi sebagai suatu teknik yang menggunakan makhluk hidup atau bagian tubuh makhluk hidup (agen biologis) untuk menghasilkan suatu produk atau jasa.

Sejak kapan bioteknologi mulai digunakan? Sebenarnya bioteknologi sederhana sudah dikenal sejak lama. Salah satu proses yang telah dikenal saat ini adalah fermentasi. Fermentasi sudah sejak lama dimanfaatkan manusia untuk membuat makanan dan minuman. Salah satu contoh fermentasi yang paling umum adalah pengubahan gula menjadi alkohol dengan bantuan mikroorganisme tertentu, yaitu jamur.

Hal Penting

Key Point

Bioteknologi berarti semua aplikasi teknologi yang menggunakan sistem biologi, makhluk hidup atau turunannya, untuk membuat atau mengubah produk atau proses tertentu.

Biotechnology means any technological application that uses biological systems, living organisms, or derivatives thereof, to make or modify product or processes for scientific use.

Tugas 6.1

Sebelum membahas lebih dalam tentang bioteknologi, dapatkan kamu mencari beberapa jenis makanan atau minuman yang dibuat menggunakan proses fermentasi? Carilah contohnya di lingkungan sekitarmu, lalu tulislah hasilnya dalam tabel seperti berikut.

No.	Produk Makanan atau Minuman	Bahan Dasar
1
2
3
4
5
6

Ilmuwan IPA



Louis Pasteur
(1822–1895)

Pada 1856, **Pasteur** diminta membantu industri anggur Prancis. Suatu ketika, industri tersebut harus mengalami kerugian berjuta-juta franc selama setahun karena minuman anggurnya menjadi asam. Pasteur kemudian menunjukkan bahwa rasa asam itu disebabkan oleh jasad renik hidup, yakni ragi yang dapat dibunuh oleh panas. Proses pemanasan ini disebut “pasteurisasi” dan dipakai untuk membuat susu agar tahan lebih lama.

Sumber: Oxford: *Ensiklopedi Pelajar*, 1991

2. Pembagian

Ilmu pengetahuan berkembang seiring dengan perkembangan zaman, begitu pula bioteknologi. Jika dulu bioteknologi hanya menggunakan proses yang sederhana, bioteknologi saat ini sudah dilakukan menggunakan alat canggih. Oleh karena itu, bioteknologi dapat dibagi menjadi bioteknologi sederhana dan bioteknologi modern. Tahukah kamu apa bedanya? Perhatikan tabel berikut.

Tabel 6.1 Perbedaan antara Bioteknologi Sederhana dan Bioteknologi Modern

No.	Karakteristik	Bioteknologi Sederhana	Bioteknologi Modern
1	Proses	<ul style="list-style-type: none">• Sederhana dan mudah• Menggunakan peralatan dan bahan yang sederhana• Menggunakan makhluk hidup secara langsung	<ul style="list-style-type: none">• Rumit dan memerlukan ketelitian• Alat dan bahan yang digunakan modern• Melibatkan rekayasa genetika
2	Orang yang melakukan	<ul style="list-style-type: none">• Masyarakat biasa	<ul style="list-style-type: none">• Orang yang menguasai ilmu tertentu, misalnya, biokimia, genetika, fisika, atau mikrobiologi
3	Hasil atau produk	<ul style="list-style-type: none">• Langsung dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari	<ul style="list-style-type: none">• Dikembangkan menjadi ilmu terapan seperti di bidang kedokteran
4	Masa mulai digunakan	<ul style="list-style-type: none">• Sejak 6000 tahun sebelum masehi	<ul style="list-style-type: none">• Sejak Perang Dunia I (1914 – 1918)

Soal Penguasaan Materi 6.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apakah prinsip dasar penerapan bioteknologi?
2. Tuliskan perbedaan antara bioteknologi sederhana dan bioteknologi modern.

B. Bioteknologi Sederhana

Ciri utama bioteknologi sederhana, yaitu tidak terjadi perubahan sifat asli pada agen biologis yang digunakan. Pada awalnya, bioteknologi sederhana dikembangkan untuk menghasilkan produk makanan dan minuman. Akan tetapi, saat ini beberapa produk lain dapat dihasilkan melalui proses bioteknologi sederhana. Misalnya, biogas yang merupakan produk bahan bakar. Berikut ini adalah contoh-contoh produk bioteknologi sederhana.

a. Tape Ketan

Tape ketan dibuat melalui proses fermentasi menggunakan jamur *Saccharomyces cerevisiae* (jamur ragi). Jamur jenis ini mampu mengubah karbohidrat yang terkandung dalam ketan menjadi alkohol dan karbon dioksida.

Jika kita makan tape ketan, akan terasa manis dan hangat di kerongkongan, bukan? Rasa manis berasal dari ketan yang terfermentasi dan rasa hangat adalah hasil fermentasi berupa alkohol. Jika tape ketan dibiarkan lebih lama, proses fermentasi pada tape akan terus berlangsung. Sehingga rasa tape tersebut akan semakin manis hingga cenderung pahit. Selain itu, tape ketan tersebut juga akan terasa semakin hangat di kerongkongan jika dimakan. Hal tersebut disebabkan semakin tingginya kadar alkohol yang dihasilkan.

b. Tempe

Tempe dikenal sebagai salah satu makanan khas Indonesia yang berbahan dasar kedelai. Tempe sangat memasyarakat dan cara pembuatannya pun mudah.

Tempe dibuat dengan cara menumbuhkan spora jamur *Rhizopus* sp. bersama dengan kedelai yang telah dikupas kulitnya dan direbus atau dikukus. Jika kondisinya sesuai, *Rhizopus* sp. akan tumbuh membentuk benang-benang (hifa) berwarna putih. Hifa akan mengikat biji-biji kedelai menjadi suatu kesatuan yang padat. Bentuk ini kamu sebut sebagai tempe.

Pada suhu kamar, pertumbuhan *Rhizopus* sp. pada tempe akan berlanjut hingga suatu saat akan tumbuh hifa berwarna putih kehitaman disertai bau amoniak. Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan *Rhizopus* sp. telah memasuki masa pertumbuhan optimumnya dan tempe telah busuk.

Informasi IPA

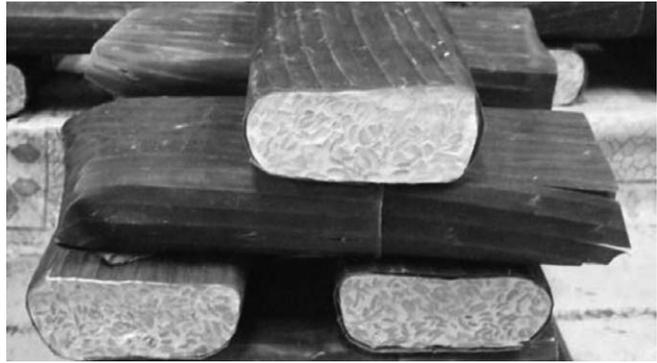


Berdasarkan penelitian di Institut Nutrisi Nasional, Hyderabad, segelas yoghurt (250 mL) mengandung 370 gram kalsium. Jumlah tersebut lebih banyak daripada kalsium dalam 250 mL susu, yakni 300 mg. Jumlah kalsium dalam 250 mL yoghurt terbukti dapat memenuhi 30–40% kebutuhan orang dewasa sehari-hari. Selain itu, yoghurt juga merupakan sumber vitamin B, fosfor, dan kalium.

Sumber: www.blonnet.com

Gambar 6.1

Tempe merupakan produk bioteknologi sederhana. Jamur apa yang berperan dalam pembuatan tempe?



Sumber: salwanaz.files.wordpress.com

c. Roti

Jenis jamur yang berperan dalam pembuatan roti adalah *Saccharomyces cerevisiae* (jamur ragi). Pada prinsipnya, jamur tersebut akan mengubah karbohidrat menjadi alkohol dan karbon dioksida.

Pada pembuatan roti, bahan dasar terigu dan bahan lain diaduk bersama dengan raginya, kemudian dibiarkan hingga mengembang. Adonan mengembang disebabkan oleh terbentuknya gas karbon dioksida yang terperangkap dalam adonan. Melalui pemanasan, gas akan memuai sehingga adonan semakin mengembang. Melalui pemanasan pula, jamur ragi akan mati dan tercium aroma khas roti. Aroma khas tersebut adalah aroma alkohol yang dihasilkan dari fermentasi pada roti.



Sumber: www.flyermall.com, Stockbyte

Gambar 6.2

(a) Nata de coco, (b) donat, dan (c) yoghurt termasuk hasil bioteknologi sederhana.

d. Nata de Coco

Nata de coco adalah makanan seperti agar-agar putih yang terasa kenyal jika dikunyah. Makanan ini dapat melancarkan pencernaan karena mengandung serat yang tinggi. Tahukah kamu bagaimana cara membuatnya?

Nata sebenarnya merupakan hasil sintesis gula yang dilakukan oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Dalam medium cair, bakteri ini akan membentuk lapisan dengan ketebalan beberapa sentimeter dan bakteri itu sendiri terjebak dalam lapisan tersebut. Lapisan inilah yang dinamakan nata. Oleh karena medium cair yang biasa digunakan adalah air kelapa, nata yang terbentuk dinamakan nata de coco.

e. Yoghurt

Yoghurt adalah salah satu produk bioteknologi dengan bahan dasar susu. Proses pembuatannya dibantu oleh bakteri *Lactobacillus* dan *Streptococcus* yang mampu memfermentasi susu menjadi asam laktat (asam susu).

Pembuatan yoghurt diawali dengan pasteurisasi susu, kemudian susu dibiarkan dingin pada suhu kamar. Selanjutnya, tambahkan biakan bakteri *Lactobacillus* dan *Streptococcus* dengan komposisi yang sesuai. Setelah itu, campuran susu dan biakan bakteri tersebut diinkubasi.

Yoghurt yang dihasilkan akan memiliki rasa asam. Untuk menambah cita rasa, biasanya ditambahkan gula dan aroma, misalnya aroma buah-buahan. Perlu diketahui bahwa yoghurt harus tetap dalam keadaan dingin agar pertumbuhan bakteri terhambat.

f. Minuman Beralkohol

Bahan dasar minuman beralkohol adalah karbohidrat yang banyak mengandung gula. Sebagai contoh, anggur digunakan untuk membuat minuman anggur dan beras untuk membuat arak beras.

Proses pembuatannya diawali dengan menambahkan jamur *Saccharomyces* ke dalam jus buah atau jus lain, kemudian disimpan selama beberapa hari dalam keadaan tertutup rapat. Semakin lama penyimpanan, semakin tinggi pula kadar alkohol dan kadar karbon dioksida yang dihasilkan.

g. Virgin Coconut Oil

Pernahkah kamu mendengar VCO? *Virgin Coconut Oil* (VCO) atau minyak kelapa murni terbuat dari kelapa (*Cocos nucifera*). Mengonsumsi VCO dipercaya dapat mengobati penyakit, karena VCO memiliki khasiat, seperti mampu menurunkan kadar gula darah, mengurangi resiko kanker, mempermudah penyerapan mineral (Mg dan Ca), dan mampu membunuh virus. Namun, hal itu belum diketahui secara pasti, masih diperlukan penelitian mengenai manfaat VCO bagi kesehatan.



Sumber: caricaworldwide.com



Sumber: www.primidi.com

Gambar 6.3

Minuman beralkohol dibuat dengan bantuan ragi *Saccharomyces* sp.

Gambar 6.4

Virgin Coconut Oil atau minyak kelapa murni

Bagaimana cara membuat VCO? Bahan dasar VCO adalah buah kelapa tua segar yang diparut dan diperas menggunakan mesin pemeras santan atau dengan tangan. Perasan santan kental dimasak dengan suhu di bawah 60°C sampai terbentuk lapisan endapan protein kelapa pada bagian paling bawah, air, dan lapisan minyak murni berwarna bening pada lapisan paling atas. Hasil minyak tidak mempunyai rasa dan beraroma khas kelapa. Minyak inilah yang disebut minyak kelapa murni atau VCO.

Selain melalui proses pemanasan, VCO juga bisa dibuat dengan cara fermentasi. Santan kelapa ditambahkan jamur *Saccharomyces cerevisiae* (ragi untuk pembuatan roti), lalu difermentasikan dalam suhu 30°C–35°C selama 12 jam. Diamkan selama satu malam sehingga keesokan harinya dapat diperoleh minyak kelapa murni yang telah dipisahkan dari endapan kelapanya.

h. Biogas

Biogas adalah bahan bakar alternatif selain bahan bakar minyak. Bahan dasar biogas adalah limbah organik, seperti kotoran hewan, limbah pasar, limbah pertanian, dan sumber limbah organik lainnya. Pemanfaatan limbah organik menjadi biogas merupakan salah satu cara untuk mengelola lingkungan.

Beberapa mikroorganisme yang terlibat dalam pembuatan biogas, di antaranya *Bacteroides*, *Clostridium*, *Escherchia coli*, *Methanobacterium*, dan *Methanobacillus*. Bakteri tersebut dapat mengubah materi organik, yakni berupa kotoran hewan yang mengandung amoniak menjadi biogas (metana dan karbon dioksida). Proses tersebut merupakan penguraian yang berlangsung secara anaerobik. Gas yang terbentuk berupa gas metan yang dapat terbakar sehingga biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga.



Sumber: www.superflex.net

Gambar 6.5

Api biogas memiliki temperatur 87°C.

i. Hidroponik

Hidroponik berasal dari kata *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang berarti kerja. Hidroponik adalah cara bercocok tanam menggunakan air sebagai mediumnya. Awalnya, hidroponik hanya merendam akar tanaman pada air bernutrisi yang mengalir. Kini hidroponik dapat menggunakan media pasir, potongan genteng, batu apung, atau kerikil. Adapun pemberian air bernutrisi dapat berupa air mengalir, disemprotkan, disiram, atau direndam.

Cara bercocok tanam hidroponik memiliki beberapa keunggulan, seperti hemat ruang karena dapat dibuat bertingkat, tanaman lebih bersih, pupuk dan air lebih hemat, serta mutu dan hasilnya lebih baik.

Ayo Coba 6.1

Tujuan

Pemanfaatan ragi dalam bioteknologi sederhana untuk pembuatan tape ketan

Alat dan bahan

Bakul nasi atau alat lain untuk meniriskan beras; panci dan dandang untuk memasak nasi; cukil kayu atau plastik; tampah; kipas; beras ketan; ragi tape yang berkualitas baik; dan daun pisang.

Cara kerja

1. Bersihkan beras ketan dari kotoran seperti gabah dan kerikil kecil, kemudian cuci bersih. Tiriskan.
2. Rendam beras ketan tersebut dengan air dingin yang bersih selama 12 – 18 jam. Setelah itu, bilaslah dengan air hingga rata dan tiriskan kembali.
3. Kukus beras ketan agar menjadi nasi ketan. Berhati-hatilah dalam menyalakan atau menggunakan kompor ketika memasak nasi ketan.
4. Setelah nasi ketan matang, dinginkan di atas tampah beralaskan daun pisang yang bersih sambil dikipasi.
5. Jika nasi ketan telah dingin, taburkan ragi tape di atasnya. Aduklah hingga merata.
6. Bungkus nasi ketan beragi tersebut dengan daun atau pembungkus lain atau disimpan dalam stoples yang bersih.
7. Simpan dan biarkan di tempat yang aman selama 3–4 hari hingga terbentuk tape yang siap dimakan.

Banyaknya beras ketan dan ragi yang digunakan dapat ditentukan berdasarkan pengalaman. Jika kamu mencoba membuat tape ketan dalam beberapa kali, kamu akan menemukan perbandingan beras ketan dan ragi yang paling sesuai untuk memperoleh hasil terbaik. Perlu diketahui bahwa kebersihan ketika membuat tape harus dijaga.

Pembahasan UN

Usaha-usaha manusia, antara lain

1. Pemupukan
2. Irigasi
3. Pengeringan rawa
4. Menggunakan pupuk merk tertentu
5. Penggunaan bibit unggul

Diantara usaha tersebut, yang merupakan intensifikasi pertanian adalah

(UAN 2002)

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

Jawaban (b)

Pembahasan: Intensifikasi pertanian terdiri dari:

1. Pengolahan tanah
2. Penggunaan bibit unggul
3. Pemupukan yang tepat
4. Pengairan yang baik
5. Pemberantasan hama, gulma, dan penyakit.

Soal Penguasaan Materi 6.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Bagaimanakah cita rasa pada tape ketan dapat diperoleh?
 2. Mengapa roti dapat mengembang?
 3. Mengapa biogas dikatakan sebagai bioteknologi yang dapat berperan mengelola lingkungan?
-

C. Bioteknologi Modern

Lain halnya dengan bioteknologi sederhana yang pada umumnya memanfaatkan suatu organisme atau bagian organisme, bioteknologi modern telah memanfaatkan jaringan, sel, atau materi inti suatu organisme. Ciri utama bioteknologi modern adalah adanya perubahan sifat asli agen biologis yang digunakan. Perubahan sifat ini dilakukan melalui rekayasa genetika.

Rekayasa genetika adalah mengutak-atik asam nukleat (DNA atau RNA) yang menyimpan informasi genetik untuk sifat fisik dan psikis makhluk hidup yang bertujuan untuk keuntungan manusia atau keseimbangan lingkungan. Contohnya, pada bakteri dapat dicangkokkan gen insulin manusia atau sapi, dan bakteri itu akan menghasilkan insulin, lalu dipanen. Hormon tersebut dipakai untuk mengobati penderita penyakit kencing manis. Oleh karena itu, bioteknologi modern memerlukan dukungan alat dan ilmu yang mendukung pemanfaatan jaringan, sel, atau materi inti. Bioteknologi modern sesungguhnya sudah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang.

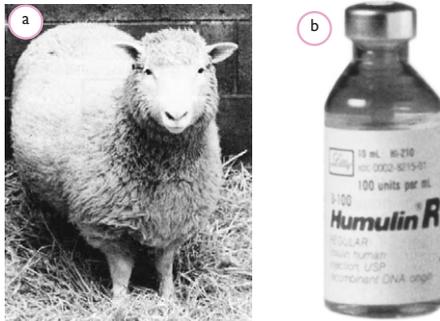
a. Teknologi Reproduksi

Tujuan dikembangkannya teknologi reproduksi adalah untuk menghasilkan keturunan dengan sifat unggul. Salah satu cara yang telah berhasil dikembangkan adalah teknik kloning.

Kloning adalah cara memperoleh individu baru yang memiliki sifat mirip induknya. Teknologi ini dapat dilakukan pada hewan. Kloning dilakukan dengan mengambil inti sel tubuh/somatis dari induk hewan dan memasukkan inti sel tersebut ke dalam sel telur yang telah dibuang intinya. Sel-sel tersebut dapat berasal dari satu spesies hewan atau hewan lain yang dekat kekerabatannya.

Sel telur dengan inti baru tersebut di tanam pada rahim hewan sejenis setelah sebelumnya diberi perlakuan agar aktif membelah. Dalam rahim, sel telur tersebut berkembang menjadi

individu baru dan dilahirkan sebagai klon. Klon pertama yang dihasilkan dari teknologi ini adalah domba Dolly (Gambar 6.6 bagian a). Kloning berguna untuk memperbanyak ternak dan hewan. Bahkan, hewan yang telah punah sekalipun.



Sumber: *Biology Concepts & Connections*, 2006

Gambar 6.6

Contoh hasil teknologi reproduksi, yakni (a) domba Dolly dan (b) insulin hasil rekayasa genetika.

b. Bidang Kedokteran

Pada bidang kedokteran, bioteknologi berperan dalam pembuatan hormon dan antibodi monoklonal. Hormon, seperti hormon insulin, diperlukan banyak oleh penderita diabetes melitus. Melalui rekayasa genetika, gen pengontrol produksi insulin disisipkan pada bakteri *Escherichia coli*. Hal tersebut menyebabkan bakteri *Escherichia coli* mampu menghasilkan hormon insulin manusia (Gambar 6.6 bagian b).

Antibodi adalah protein yang dihasilkan tubuh akibat masuknya antigen. Antigen dapat berupa kuman, bakteri, atau benda asing lain. Para ilmuwan berusaha membuat antigen dengan melakukan fusi sel antara sel kanker dan sel limfosit T penghasil antibodi tertentu. Fusi sel adalah teknik penggabungan inti sel sehingga dihasilkan sel dengan sifat dari kedua sel induk. Melalui proses tersebut dihasilkan antibodi monoklonal yang spesifik membunuh antigen tertentu.

c. Bidang Pertanian

Tujuan bioteknologi modern di bidang pertanian adalah meningkatkan mutu atau kualitas hasil pertanian. Peningkatan produksi pertanian dapat dilakukan melalui rekayasa genetika, kultur jaringan, dan bakteri fiksasi yang dapat menyuburkan tanaman.

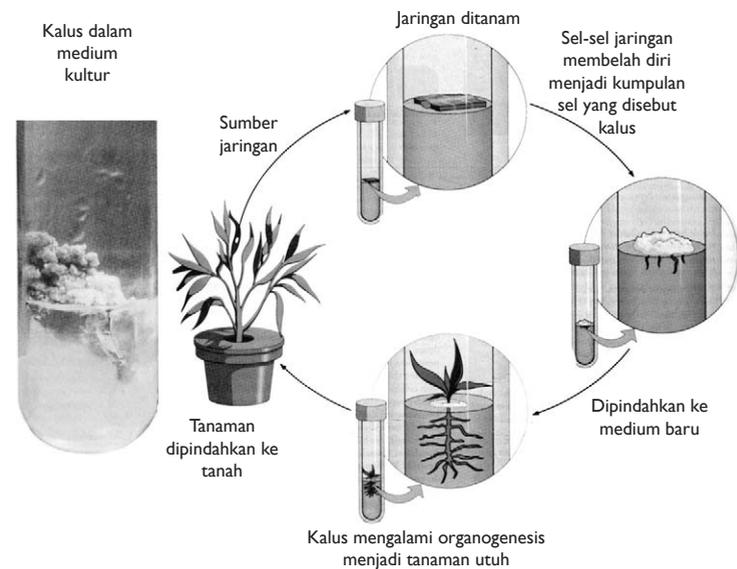
Rekayasa genetika memungkinkan suatu tanaman memiliki sifat asing yang tidak pernah dimiliki sebelumnya. Sebagai contoh, tanaman yang telah disisipi gen penghasil racun serangga dari bakteri *Bacillus thuringiensis*. Gen ini

dikenal sebagai gen *Cry* yang dapat menghasilkan *crystal protein*. Protein ini dapat merusak rongga usus hewan herbivor tertentu, tetapi aman bagi manusia dan hewan herbivor lainnya. Tanaman jagung yang sudah direkayasa dengan gen ini dikenal dengan nama *Bt-corn*.

d. Kultur Jaringan

Kultur jaringan disebut juga kultur *in vitro* (*in vitro* = dalam tabung). Kultur jaringan adalah proses pertumbuhan jaringan pada medium bernutrisi yang dilakukan secara bebas hama (*aseptik*) berdasarkan prinsip totipotensi. Totipotensi adalah kemampuan setiap sel untuk berkembang menjadi suatu jasad hidup yang lengkap melalui proses regenerasi. Kultur jaringan dapat dilakukan pada jaringan hewan maupun jaringan tumbuhan, namun pada perkembangannya kultur jaringan tumbuhan berkembang lebih pesat.

Kultur jaringan tumbuhan dilakukan dengan menanam potongan jaringan, seperti daun, pucuk, batang, hipokotil, dan akar dalam medium. Medium yang digunakan berisi nutrisi yang baik bagi pertumbuhan tumbuhan tersebut. Medium yang digunakan dapat berupa medium cair atau padat beragar. Perhatikan Gambar 6.7.



Gambar 6.7

Jaringan tumbuhan yang ditumbuhkan pada medium.

Sumber: *Biology for You*, 2002

Meskipun pada teknik kultur jaringan tidak terjadi rekayasa genetika, namun pada perkembangannya teknik kultur jaringan dapat menjadi bagian dari teknik rekayasa genetika. Teknik kultur jaringan dapat menjadi bagian dari prosedur penyisipan gen dan penggabungan DNA pada jaringan tumbuhan.

Kultur jaringan memiliki beberapa keuntungan dibandingkan perbanyakannya secara konvensional. Teknik kultur jaringan tidak memerlukan banyak ruang dan perbanyakannya relatif cepat dibandingkan perbanyakannya konvensional.

Tugas 6.2

Kamu telah mengetahui beberapa contoh penerapan bioteknologi di masyarakat. Pada umumnya, penerapan tersebut memberikan dampak positif bagi lingkungan dan masyarakat. Tugasmu, buatlah karya tulis mengenai dampak positif dan negatif suatu produk bioteknologi bagi lingkungan atau masyarakat. Untuk menunjang tugas tersebut, carilah sumber dari majalah, koran, buku, atau internet.

Soal Penguasaan Materi 6.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan salah satu aplikasi bioteknologi modern dalam pengembangan teknologi reproduksi.
 2. Apa yang dimaksud dengan kultur jaringan?
-



Rangkuman

- Pada dasarnya, bioteknologi dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan manusia.
 - Bioteknologi yang telah dikembangkan sejak dulu, terutama ditujukan untuk memenuhi kebutuhan makanan dan minuman. Bioteknologi modern lahir seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
 - Secara umum, bioteknologi baik sederhana maupun modern dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti bidang industri makanan dan minuman, pertanian, kedokteran, teknologi reproduksi, serta lingkungan.
-



Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Bioteknologi. Melalui pemaparan materi bab ini, pengetahuanmu mengenai Bioteknologi kian bertambah bukan? Karakteristik bioteknologi sederhana dan bioteknologi modern telah dijelaskan. Selain itu, kamu juga telah mempelajari bahwa aplikasi bioteknologi sangat luas sehingga dapat menjadi suatu tantangan

bagimu kelak. Carilah sumber bacaan lain mengenai bioteknologi di internet atau koran. Dengan begitu, wawasanmu tentang penggunaan bioteknologi terkini akan semakin bertambah.

Bagian materi manakah yang belum kamu pahami? Diskusikanlah dengan gurumu agar kamu lebih menguasai materi bab ini.

Tes Kompetensi Bab 6

Kerjakanlah dalam buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Ciri utama terjadinya proses fermentasi ialah
 - dihasilkan alkohol dan gas oksigen
 - dihasilkan alkohol dan gas karbon dioksida
 - dihasilkan rasa manis dan oksigen
 - dihasilkan alkohol dan rasa manis
- Pengertian bioteknologi adalah
 - teknik untuk mengolah bahan yang tidak berguna menjadi berguna
 - teknik memanfaatkan makhluk hidup agar hidupnya tidak sia-sia
 - teknik untuk menghasilkan suatu produk menggunakan makhluk hidup
 - teknik yang menggunakan makhluk hidup untuk kelestarian manusia
- Produk fermentasi di antaranya adalah
 - roti dan yoghurt
 - tape dan keju
 - tape dan minuman keras
 - roti dan keju
- Biogas adalah bahan bakar alternatif selain bahan bakar minyak. Gas yang disebut dengan biogas adalah
 - karbon dioksida
 - sulfur
 - metan
 - nitrogen
- Berikut ini merupakan produk bioteknologi di bidang teknologi reproduksi, *kecuali*
 - bayi tabung
 - inseminasi buatan
 - kloning
 - hidroponik
- Makanan dan minuman yang sejak zaman sebelum masehi sudah dibuat dengan teknik bioteknologi ialah
 - bir dan roti
 - yoghurt dan roti
 - keju dan bir
 - arak dan keju
- Berikut ini *bukan* karakteristik bioteknologi sederhana, yaitu
 - tekniknya hanya fermentasi
 - prosedurnya mudah
 - langsung menggunakan makhluk hidup
 - bisa dikerjakan oleh masyarakat biasa
- Mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan tempe adalah
 - Saccharomyces* sp.
 - Penicillium* sp.
 - Aspergillus* sp.
 - Rhizopus* sp.
- Produk bioteknologi dengan bahan dasar susu ialah
 - roti dan keju
 - keju dan yoghurt
 - nata de coco dan yoghurt
 - roti dan nata de coco
- Jika akan bekerja dengan menggunakan mikroorganisme, apa sajakah yang harus diperhatikan
 - keasaman, suhu, peralatan yang modern
 - kebersihan, keasaman, biaya produksi
 - suhu, kebersihan, ilmu yang tinggi
 - suhu, kebersihan, media tumbuh mikroorganisme yang cocok
- Di bawah ini yang menggunakan bioteknologi sederhana adalah
 - kultur jaringan
 - kloning
 - roti
 - penemuan vaksin
- Bakteri yang berperan dalam pembuatan *nata de coco* adalah
 - Acetobacter xylium*
 - Lactobacilus*
 - Streptococcus*
 - Saccharomyces*

13. Pada pembuatan roti, adonan dibiarkan selama beberapa menit hingga mengembang, disebabkan
 - a. adanya aktivitas jamur
 - b. adanya karbon dioksida
 - c. adanya oksigen yang masuk
 - d. adanya alkohol
14. Berikut ini yang termasuk bioteknologi modern, adalah
 - a. pembuatan yoghurt
 - b. pembuatan bayi tabung
 - c. pembuatan biogas
 - d. pembuatan tape
15. Inseminasi buatan sering dilakukan pada hewan
 - a. ayam
 - b. sapi
 - c. kelinci
 - d. katak

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Perlukah negara agraris seperti Indonesia mengembangkan bioteknologi?
2. Apakah ragi tape dapat digunakan untuk membuat tempe dan ragi tempe digunakan untuk membuat tape? Mengapa demikian?
3. Organisme apa sajakah yang banyak digunakan dalam proses bioteknologi?
4. Apakah tujuan penyimpanan campuran kacang kedelai dan *Rhizopus* sp. pada suhu kamar? Jelaskan alasannya.
5. Buatlah skema cara pembuatan yoghurt dengan jelas.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

1. Setelah disimpan beberapa saat, adonan untuk membuat roti akan mengembang. Mengapa adonan tersebut mengembang?
2. Produk hasil bioteknologi memiliki rasa yang khas, misalnya rasa tempe dan rasa tape. Mungkinkah kita membuat tape dengan rasa tempe atau sebaliknya?
3. Mengapa tahu tidak termasuk produk bioteknologi?

Bab 7



Sumber: eslamania.delete.org

Listrik Statis

Hasil yang harus kamu capai:

memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

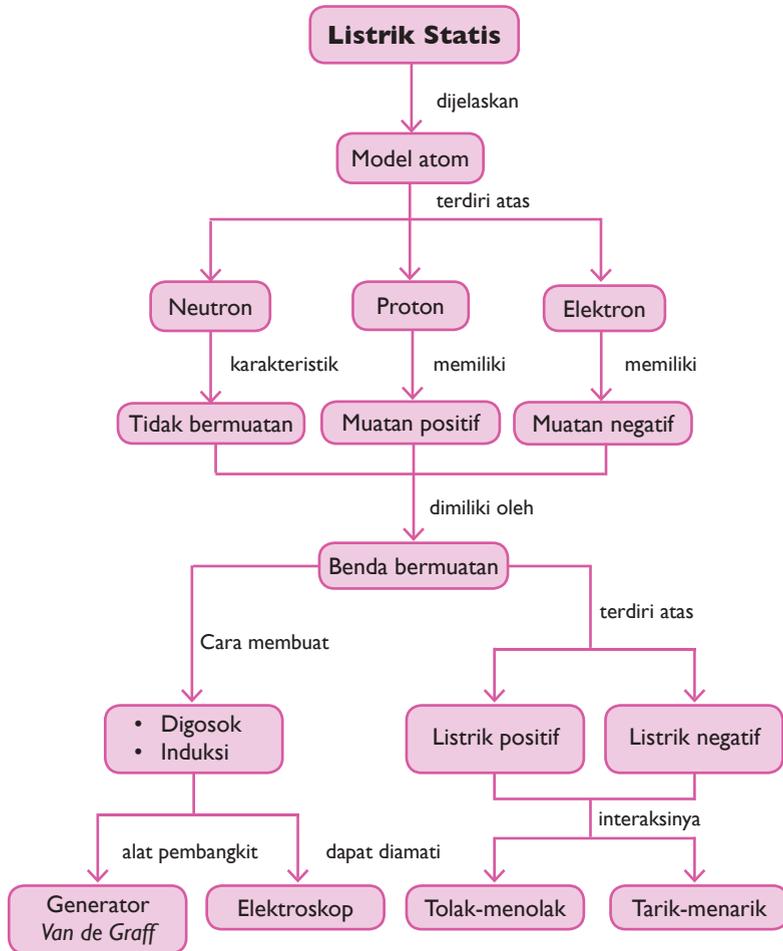
mendeskripsikan muatan listrik untuk memahami gejala-gejala listrik statis serta kaitannya dalam kehidupan sehari-hari.

Pernahkah kamu tersengat arus listrik? Sengatan yang kamu rasakan itu disebabkan oleh arus listrik yang mengalir pada tubuhmu. Dalam Fisika, kamu akan mempelajari dua jenis listrik, yaitu listrik statis dan listrik dinamis. Jika kamu memegang generator *Van de Graff*, rambutmu dapat berdiri tegak. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Peristiwa tersebut dapat terjadi karena listrik diam atau arus listrik statis. Pada bab ini, kamu akan mempelajari pengertian listrik statis dan gaya antarmuatan listrik.

- A. Pengertian Listrik Statis
- B. Induksi Muatan Listrik

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.



Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

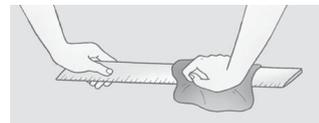
1. Bagaimanakah cara memuat listrik?
2. Apakah yang akan terjadi apabila dua muatan listrik saling didekatkan?
3. Bagaimanakah prinsip kerja elektrooskop?

A. Pengertian Listrik Statis

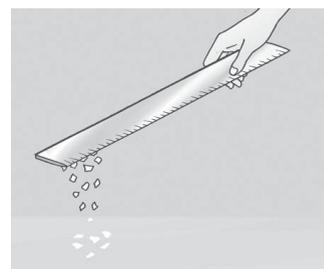
Setelah kamu menyisir rambut, cobalah kamu dekatkan sisir itu pada tanganmu. Apa yang kamu rasakan? Cobalah kamu matikan TV-mu sesaat, lalu peganglah layar TV-mu. Apa yang kamu rasakan? Dua contoh tersebut merupakan gejala kelistrikan. Gejala kelistrikan pada kedua peristiwa tersebut merupakan contoh listrik yang diam atau arus listrik yang tidak mengalir, yang dinamakan listrik statis. Kapankah listrik statis itu muncul dan mengapa gejala itu terjadi? Untuk memahaminya, pelajari penjelasan berikut.

I. Benda Bermuatan Listrik

Jika kamu menggosok batang amber (damar pohon yang membatu) dengan kain, amber tersebut akan menarik daun-daun kecil atau debu. Sepotong plastik yang keras, batang kaca atau penggaris plastik yang digosok dengan kain juga akan menunjukkan efek yang sama, efek ini sering dikenal sebagai listrik statis. Untuk lebih memahaminya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 7.1 berikut.



a



b

Gambar 7.1

- (a) Penggaris digosok oleh kain wol.
- (b) Penggaris dapat menarik sobekan kertas.

Ayo Coba 7.1

Tujuan

Membuat benda bermuatan listrik

Alat dan bahan

Sebatang kaca, selembar wol, kain sutra, penggaris mika, sobekan kertas, dan serbuk kapur

Cara kerja

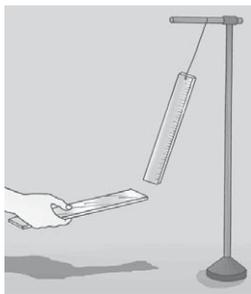
1. Dekatkanlah batang penggaris dan batang kaca pada sobekan kertas dan serbuk kapur. Apakah kedua batang tersebut dapat menarik sobekan kertas atau serbuk kapur tersebut?
2. Sekarang, cobalah kamu gosok-gosokkan penggaris dengan kain wol. Setelah itu, dekatkanlah penggaris tersebut pada sobekan kertas dan serbuk kapur. Apakah yang terjadi?

- Gosok-gosoklah batang kaca dengan kain sutra. Kemudian, dekatkanlah batang tersebut dengan sobekan kertas dan serbuk kapur. Apakah yang terjadi?

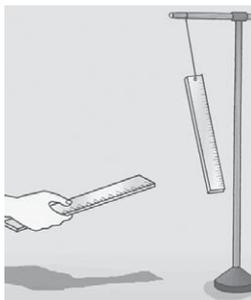
Pertanyaan

- Sebelum kamu menggosokkan batang kaca dan batang mika pada kain sutra atau wol, apakah batang tersebut dapat menarik benda lain (sobekan kertas atau serbuk kapur)?
- Setelah kamu menggosok batang kaca dan batang mika dengan kain sutra atau wol, apakah yang terjadi? Mengapa demikian?
- Kesimpulan apakah yang kamu dapatkan dari hasil kegiatan tersebut?

Kegiatan Ayo Coba 7.1 menunjukkan bahwa sebuah benda netral dapat bermuatan listrik dengan cara digosok. Kaca yang digosok dengan wol ataupun penggaris mika yang digosok dengan kain sutra, keduanya dapat menjadi bermuatan listrik. Apakah muatan listriknya sama? Untuk mempelajari hal ini, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 7.2.



a



b

Gambar 7.2

- Penggaris saling menolak karena bermuatan sama.
- Penggaris dan batang kaca tarik-menarik karena muatannya berbeda jenis.

Ayo Coba 7.2

Tujuan

Mengamati interaksi muatan-muatan listrik

Alat dan bahan

Dua buah penggaris plastik yang agak tebal, sebuah batang kaca, kain wol, kain sutra, benang, dan statif

Cara kerja

- Gantungkanlah satu mistar atau batang kaca, seperti pada Gambar 7.2.
- Gosok-gosoklah penggaris plastik yang tergantung tersebut menggunakan kain wol.
- Gosok-gosoklah penggaris yang lain dengan kain wol. Kemudian, dekatkan penggaris tersebut ke penggaris yang tergantung. Apakah yang terjadi?
- Sekarang, gosok-gosokkan batang kaca dengan kain sutra. Kemudian, dekatkan batang kaca tersebut ke batang penggaris yang tergantung. Apakah yang terjadi?

Pertanyaan

- Ketika batang penggaris digosok dengan kain wol, menjadi bermuatan apakah penggaris tersebut?
- Ketika kedua batang penggaris yang telah digosok dengan kain wol didekatkan satu sama lain, apakah yang terjadi? Mengapa demikian?
- Bagaimanakah penggaris tersebut jika didekatkan pada batang kaca yang telah digosok dengan kain sutra?
- Cobalah kamu simpulkan kegiatan ini.

Pada kenyataannya, ketika kedua batang penggaris yang telah digosok kain wol saling didekatkan, keduanya tolak-menolak. Akan tetapi, ketika penggaris didekatkan dengan batang kaca yang telah digosok kain sutra, keduanya tarik-menarik. Hal ini menunjukkan muatan pada penggaris berbeda dari muatan pada kaca.

Dengan demikian, setiap benda bermuatan akan tertarik oleh penggaris dan ditolak oleh kaca. Dengan demikian, ada dua jenis muatan listrik. Setiap jenis muatan menolak jenis yang sama tetapi menarik jenis yang lainnya, yaitu muatan yang tidak sama tarik-menarik; muatan yang sama tolak-menolak. Kedua jenis muatan listrik tersebut disebut positif dan negatif. Muatan pada kaca yang digosok adalah muatan positif, lalu muatan pada penggaris mika yang digosok dinamakan muatan negatif. Kesepakatan ini masih berlaku sampai saat ini.

Tugas 7.1

Carilah beberapa contoh listrik statis yang terjadi di sekitar rumahmu. Kumpulkan dan diskusikan hasilnya kepada gurumu.

2. Model Atom

Kamu sudah mengetahui bahwa atom menurut John Dalton adalah bagian terkecil dari suatu benda yang tidak dapat dibagi lagi. Atom sangatlah kecil, berukuran milyaran kali lebih kecil daripada tipisnya sehelai rambut. Hasil eksperimen para ahli menemukan bahwa sebuah atom terdiri atas neutron, proton, dan elektron. Para ahli memperkirakan bentuk atom seperti pada Gambar 7.3.

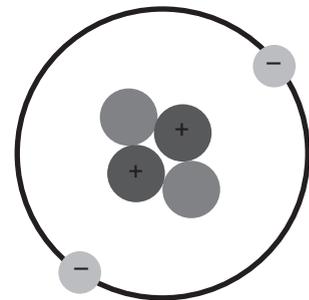
Di tengah-tengah atom terdapat bagian padat yang hampir seluruh massa atom terkumpul di dalamnya yang disebut inti atom. Inti atom disusun oleh neutron dan proton yang massanya hampir sama. Kedua partikel itu disebut nukleon. Inti atom dikelilingi oleh elektron-elektron yang bergerak mengelilinginya dengan jarak yang sangat jauh. Kamu dapat membayangkan elektron-elektron tersebut seperti halnya planet-planet yang bergerak mengelilingi Matahari. Elektron-elektron ini memiliki kecepatan yang luar biasa dalam mengelilingi inti atom. Dalam satu detik, elektron dapat mengelilingi inti sebanyak milyaran kali. Elektron bermuatan listrik negatif, sedangkan proton bermuatan listrik positif dan neutron bersifat netral atau tidak bermuatan. Sebuah atom dikatakan netral apabila jumlah proton dan elektronnya sama. Adapun sebuah benda yang

Hal Penting

Key Point

Muatan listrik dapat dihasilkan pada beberapa material dengan cara penggosokan.

Electric charges can be produced on some materials by rubbing.



Gambar 7.3

Model atom netral

kelebihan elektron, benda itu dikatakan bermuatan listrik negatif. Sementara itu, benda yang kekurangan elektron dikatakan benda bermuatan listrik positif.

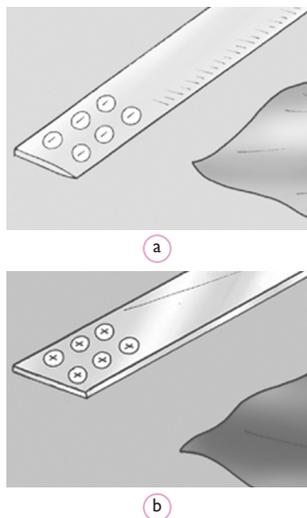
3. Interaksi Muatan-Muatan Listrik

Telah kamu ketahui bahwa terdapat dua jenis muatan listrik, yaitu muatan listrik positif dan muatan listrik negatif. Bagaimana interaksi di antara keduanya?

Penggaris ataupun batang kaca yang digunakan pada awalnya bersifat netral atau tidak bermuatan. Ketika kamu menggosok penggaris atau batang kaca tersebut dengan kain wol, elektron-elektron dari kain wol berpindah ke batang penggaris. Akibatnya, elektron yang ada di dalam penggaris menjadi berlebih sehingga penggaris disebut benda yang bermuatan listrik negatif. Berbeda dengan batang kaca yang digosok dengan kain sutra, elektron-elektron dari batang kaca akan berpindah ke kain sutra. Akibatnya, batang kaca menjadi kekurangan elektron. Benda seperti ini disebut benda bermuatan listrik positif. Jadi, kamu dapat menyimpulkan bahwa ada dua jenis muatan listrik yang berbeda, yaitu muatan positif dan muatan negatif.

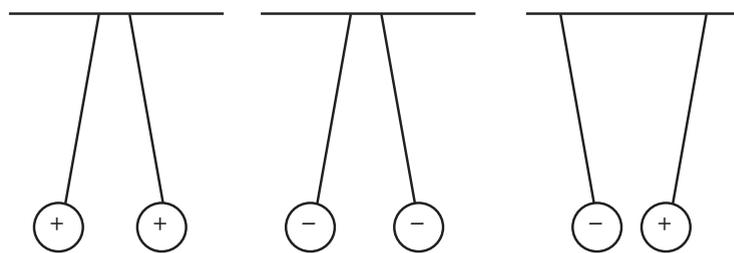
Besar atau kecilnya jumlah muatan listrik suatu benda, bergantung pada banyak dan sedikitnya benda tersebut kelebihan atau kekurangan elektron. Semakin banyak suatu benda kelebihan elektron, muatan listrik benda tersebut juga akan semakin banyak. Coba kamu buktikan sendiri.

Banyak muatan listrik pada suatu benda dinyatakan dalam satuan coulomb. Nama tersebut diberikan sebagai penghargaan kepada fisikawan yang berjasa dalam bidang ini, yaitu Charles de Coulomb.



Gambar 7.4

- (a) Elektron berpindah dari kain wol ke batang penggaris.
- (b) Elektron berpindah dari batang kaca ke kain sutra.



Gambar 7.5

Muatan listrik sejenis tolak-menolak dan muatan listrik tidak sejenis tarik-menarik. Apa penyebabnya?

Charles de Coulomb menggunakan sebuah alat yang disebut neraca puntir untuk mengukur besarnya interaksi kedua muatan. Coulomb mengajukan argumen bahwa gaya yang diberikan satu benda kecil bermuatan pada benda kecil

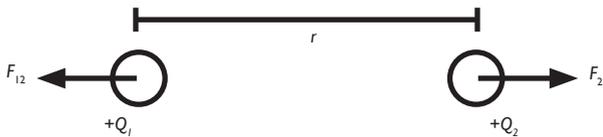
bermuatan yang kedua berbanding lurus dengan muatan pada masing-masing benda. Jika muatan pada salah satu benda digandakan, gaya digandakan. Jika muatan pada kedua benda digandakan, gaya akan naik menjadi empat kali lipat nilai awalnya. Hal ini berlaku jika jarak antara kedua benda muatan tersebut tetap sama. Jika jarak antara keduanya bertambah, gaya berkurang terhadap kuadrat jarak tersebut. Artinya, jarak digandakan menyebabkan gaya berkurang terhadap seperempat nilai awalnya.

Dengan demikian, Coulomb menyimpulkan bahwa besarnya gaya tarik-menarik atau tolak-menolak dua buah muatan listrik berbanding lurus dengan besar kedua muatan tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Jika besar muatan listrik disimbolkan dengan Q , jarak kedua muatan disimbolkan dengan r , dan gaya tarik-menarik atau tolak menolak disimbolkan dengan F , hubungan ketiga besaran tersebut adalah

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (7-1)$$

- dengan: F = gaya Coulomb (newton, N)
 Q_1 dan Q_2 = muatan listrik (coulomb, C)
 k = konstanta pembanding
 $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
 r = jarak antara kedua muatan (meter, m)

Untuk lebih jelasnya, perhatikanlah gambar berikut.



Mengapa arah gaya Coulomb yang ditimbulkan oleh dua muatan positif Q_1 dan Q_2 saling berlawanan arah? Hal ini karena kedua muatan sejenis. Apakah keduanya tolak-menolak? Bagaimanakah arah gaya Coulomb yang ditimbulkan oleh dua muatan tidak sejenis? Cobalah kamu gambarkan.

Contoh Soal 7.1

Dua muatan listrik masing-masing sebesar 2 nC dan 4 nC. Jarak antara kedua muatan tersebut adalah 3 nm. Tentukanlah gaya Coulomb yang terjadi antara kedua muatan tersebut.

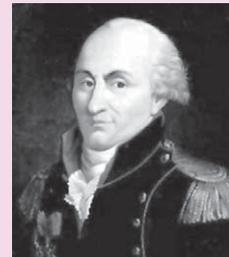


Sumber: www.britannica.com

Gambar 7.6

Neraca Puntir

Ilmuwan IPA



Charles de Coulomb
(1736–1806)

Charles de Coulomb adalah ilmuwan Fisika pertama yang mengukur bagaimana muatan listrik bereaksi. Percobaannya dilakukan dengan mengamati tenaga tarik atau tolak pada neraca puntir yang biasa digunakan untuk menimbang benda-benda ringan.

Sumber: www.ktai-hasselt.be

Penyelesaian:

Diketahui: 1 nanocoulomb = 10^{-9} coulomb

$$Q_1 = 2 \times 10^{-9} \text{ coulomb}$$

$$Q_2 = 4 \times 10^{-9} \text{ coulomb}$$

$$r = 3 \text{ nm} = 3 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Ditanya: gaya Coulomb antara kedua muatan (F).

Jawab: $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$

$$F = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \frac{(2 \times 10^{-9})(4 \times 10^{-9})\text{C}^2}{(3 \times 10^{-9})^2 \text{m}^2}$$

$$F = 8 \times 10^9 \text{ N}$$

Soal Penguasaan Materi 7.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apakah atom itu? Terdiri atas partikel apa sajakah atom tersebut?
2. Disebut apakah partikel-partikel penyusun inti atom? Cobalah kamu sebutkan.
3. Mengapa hanya elektron yang dapat berpindah? Jelaskanlah menurut teori atom.
4. Apakah yang dimaksud dengan benda bermuatan listrik?
5. Apakah yang akan terjadi jika dua muatan listrik yang sejenis didekatkan?



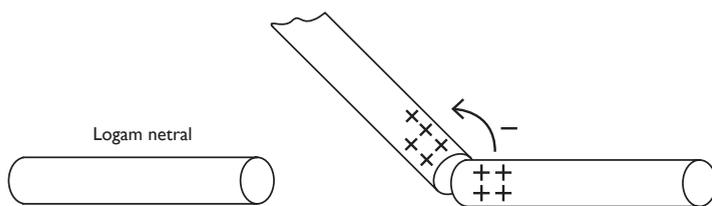
Empat buah muatan listrik masing-masing $Q_1, Q_2, Q_3,$ dan Q_4 . Q_1 menarik Q_2 , Q_2 menarik Q_3 , dan Q_4 menarik Q_3 . Jika Q_3 bermuatan positif, tentukanlah muatan $Q_1, Q_2,$ dan Q_4 .

7. Sebuah benda bermuatan listrik sebesar 0,01 C didekatkan dengan benda yang bermuatan listrik 0,05 C. Hitunglah gaya Coulomb yang terjadi pada kedua muatan tersebut jika kedua muatan berada pada jarak 2 mm.

B. Induksi Muatan Listrik

Kamu sudah mengamati bahwa suatu benda dapat bermuatan listrik dengan cara digosok. Namun, ada cara lain yang dapat digunakan untuk memberikan muatan listrik pada benda, yaitu menginduksikan benda bermuatan listrik pada benda netral.

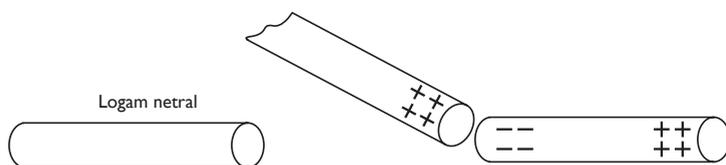
Jika sebuah logam bermuatan didekatkan ke benda logam yang tidak bermuatan, elektron-elektron bebas pada benda yang netral tertarik oleh benda yang bermuatan positif dan beberapa di antaranya akan pindah, seperti pada Gambar 7.7. Oleh karena benda sekarang kehilangan beberapa elektron, ia akan memiliki muatan positif total.



Gambar 7.7

Batang logam mendapatkan muatan dengan cara sentuhan.

Jika sebuah benda bermuatan positif didekatkan dengan sebuah batang logam netral, tetapi tidak bersentuhan, walaupun elektron-elektron batang logam tidak meninggalkan batang tersebut, mereka tetap bergerak di dalam logam itu ke arah benda yang bermuatan. Ini berarti meninggalkan muatan positif di ujung yang berlawanan. Kedua proses ini disebut dengan pemuatan dengan induksi.



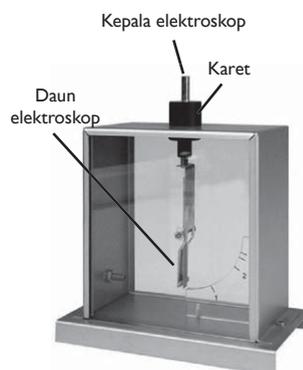
Gambar 7.8

Batang logam tetap netral tetapi terinduksi.

I. Elektroskop

Cara induksi seperti yang telah kamu lakukan pada kegiatan Ayo Coba 7.2 tersebut digunakan oleh para ilmuwan untuk membuat alat yang digunakan untuk mengetahui suatu benda bermuatan listrik atau tidak. Alat tersebut dinamakan elektroskop. Elektroskop memiliki bagian-bagian seperti pada Gambar 7.9. Bagian kepala elektroskop terbuat dari logam agar dapat menghantarkan muatan-muatan listrik ke ujung daun emas. Di antara bagian kepala elektroskop dan wadahnya disekat dengan karet agar muatan listrik tidak merambat ke dalam wadah. Daun elektroskop terbuat dari logam kertas emas yang tipis dan ringan. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan daun elektroskop tersebut mengembang jika dimuati muatan listrik.

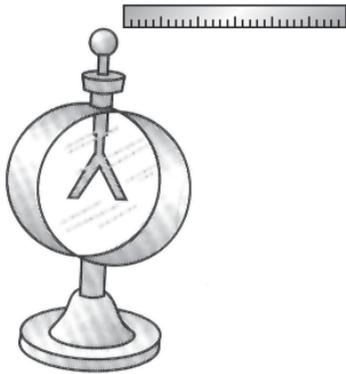
Jika sebuah benda bermuatan didekatkan pada bagian kepala elektroskop, muatan yang berlainan jenis dengan muatan benda akan berkumpul di kepala elektroskop. Muatan listrik di daun emas berlawanan jenis dengan muatan listrik di kepala elektroskop atau sama dengan jenis muatan listrik benda. Oleh karena kedua helai daun emas tersebut bermuatan sama atau sejenis, keduanya akan tolak-menolak. Untuk lebih memahami cara kerja elektroskop, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 7.3.



Sumber: www.dikdatik.cz

Gambar 7.9

Elektroskop normal



Gambar 7.10

Pada saat penggaris didekatkan pada kepala elektroskop, daun elektroskop akan mengembang.

Pembahasan UN

Sebuah mistar plastik yang telah digosok dengan rambut jika didekatkan dengan sobekan-sobekan kertas akan menarik sobekan kertas tersebut. Hal ini disebabkan

(UAN 2004)

- mistar mendapat muatan positif dari rambut
- rambut mendapat muatan negatif dari mistar
- mistar mendapat muatan negatif dari rambut
- muatan negatif kertas berpindah ke mistar

Jawaban (c)

Jika mistar plastik digosokkan ke rambut akan terjadi perpindahan elektron dari rambut ke mistar plastik sehingga mistar plastik kelebihan elektron dan bermuatan negatif.

Ayo Coba 7.3

Tujuan

Mengamati muatan listrik pada elektroskop

Alat dan bahan

Sebuah elektroskop, batang kaca, penggaris plastik, kain sutra, dan kain wol

Cara kerja

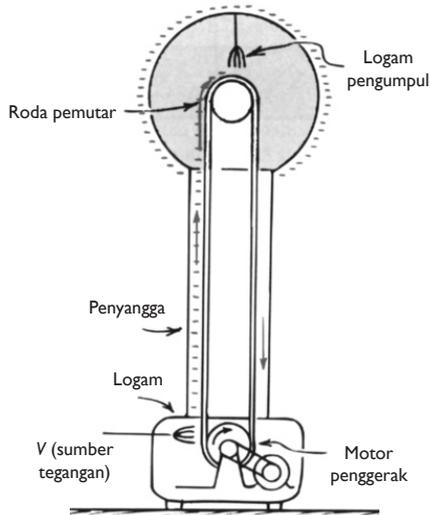
- Dekatkanlah penggaris plastik yang telah digosok dengan kain wol ke bagian kepala elektroskop. Amatilah yang terjadi pada daun elektroskop tersebut.
- Kemudian, dekatkan batang kaca yang telah digosok kain sutra pada bagian kepala elektroskop. Amati juga gerakan daun elektroskop yang terjadi.
- Buatlah kesimpulan dari kegiatan tersebut.

Ketika kamu mendekatkan penggaris bermuatan listrik negatif pada kepala elektroskop, daun elektroskop akan mengembang. Mengapa demikian? Coba kamu perhatikan Gambar 7.10.

Ketika penggaris yang bermuatan listrik didekatkan ke bagian kepala elektroskop, muatan-muatan negatif pada bagian kepala elektroskop akan ditolak menjauhi bagian kepala elektroskop sehingga yang tertinggal adalah muatan positifnya saja. Akibatnya, muatan negatif akan terkumpul di kedua daun emas. Oleh karena kedua daun emas memiliki muatan negatif yang sama, keduanya akan saling menolak dan daun emas akan terlihat mengembang. Ketika kamu mendekatkan batang kaca pada bagian kepala elektroskop, daun emas akan kuncup lalu mengembang kembali. Mengapa demikian? Diskusikanlah jawabannya dengan temanmu.

2. Mesin Listrik

Alat yang digunakan untuk menghasilkan muatan listrik yang besar disebut mesin listrik. Mesin penghasil muatan listrik yang dapat menghasilkan beda potensial lebih dari 10 megawatt dikenal dengan nama generator *Van de Graff*.



Sumber: www.people.ccrarkson.edu

Prinsip kerja generator *Van de Graaff* adalah memberi muatan listrik dengan cara digosok. Bagian utama generator ini adalah ban karet yang dilekatkan dengan roda berbentuk silinder logam yang terbuat dari politin pada bagian atas dan bagian bawahnya. Perhatikanlah Gambar 7.11. Ketika generator *Van de Graaff* ini diputar, batang politin pada bagian bawah akan bergesekan dengan ban karet. Muatan negatif dari politin akan berpindah ke ban karet sehingga memiliki banyak muatan negatif. Selanjutnya muatan negatif dari ban karet tersebut akan memberi muatan batang politin bagian atas. Muatan-muatan listrik pada batang politin tersebut, kemudian disalurkan ke kubah logam yang berbentuk lingkaran. Akibatnya, makin lama muatan listrik yang terkumpul di permukaan kubah akan begitu besar dan dapat mengatasi gaya gravitasi sehingga rambut dapat berdiri tegak. Perhatikanlah Gambar 7.12.

Gambar 7.11

Skema generator *Van de Graaff*



Sumber: www.clounagn.com

Gambar 7.12

Rambut akan berdiri akibat dimuati muatan listrik oleh generator *Van de Graaff*.

Soal Penguasaan Materi 7.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Bagaimana cara memberikan muatan listrik pada suatu benda?
2. Jelaskan cara kerja generator *Van de Graaff*?
3. Tuliskan bagian-bagian elektroskop.

Rangkuman

- Atom adalah bagian terkecil dari suatu benda.
- Atom tersusun atas proton, neutron, dan elektron.
- Di dalam atom terdapat inti atom dan elektron bergerak mengelilingi inti pada jarak yang sangat jauh.
- Proton dan neutron merupakan materi penyusun inti atom yang disebut nukleon.
- Benda netral dapat berubah menjadi benda bermuatan listrik dengan cara digosok.
- Benda bermuatan listrik negatif jika benda tersebut kelebihan muatan listrik negatif.
- Benda bermuatan listrik positif jika benda tersebut kekurangan muatan listrik negatif.
- Benda-benda bermuatan listrik akan berinteraksi satu sama lain.
- Benda-benda yang muatan listriknya sejenis akan tolak-menolak, sedangkan benda-benda yang bermuatan listrik tidak sejenis akan tarik-menarik.
- Gaya interaksi antara dua benda bermuatan listrik disebut gaya Coulomb.
- Besarnya gaya Coulomb sebanding dengan besar kedua muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan tersebut. Secara matematis ditulis sebagai berikut.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

- Satuan muatan listrik adalah coulomb (C).
- Cara membuat benda bermuatan listrik dapat dilakukan melalui induksi.
- Elektroskop adalah alat yang digunakan untuk mengetahui benda bermuatan listrik.
- Generator *Van de Graff* adalah alat yang dapat membangkitkan muatan listrik yang sangat besar.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Listrik Statis. Setelah mempelajari bab ini, semestinya kamu sudah memahami tentang interaksi antara dua benda bermuatan listrik, baik yang sejenis maupun tidak sejenis. Agar materi pada bab ini lebih bermanfaat, coba temukan gejala-gejala alam di sekitarmu yang dapat kamu jelaskan berdasarkan pemahamanmu tentang Listrik Statis.

Dalam bab ini, adakah uraian yang belum kamu mengerti? Coba pelajari kembali bahasan yang belum dimengerti, dilengkapi literatur lainnya. Jika kamu masih kesulitan juga, diskusikan dengan teman atau gurumu. Selamat belajar.

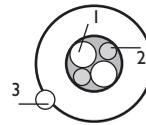
Tes Kompetensi Bab 7

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

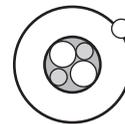
- Sebuah atom dikatakan netral jika
 - jumlah inti sama dengan jumlah elektron
 - jumlah proton sama dengan jumlah neutron
 - jumlah elektron sama dengan jumlah proton
 - jumlah neutron sama dengan jumlah elektron
- Suatu atom disebut bermuatan positif karena atom tersebut
 - kelebihan elektron
 - kekurangan elektron
 - kekurangan proton
 - kelebihan neutron
- Suatu atom terdiri atas inti atom yang dikelilingi oleh suatu muatan yang jaraknya relatif sangat jauh. Muatan tersebut adalah
 - proton
 - neutron
 - positron
 - elektron
- Satuan muatan listrik adalah
 - ampere
 - coulomb
 - ohm
 - watt
- Penyusun inti atom disebut nukleon yang terdiri atas
 - proton saja
 - proton dan neutron
 - proton dan elektron
 - elektron dan neutron
- Sebuah ebonit akan bermuatan listrik negatif apabila digosok dengan kain wol karena
 - muatan positif dari ebonit berpindah ke kain wol
 - elektron dari kain wol berpindah ke ebonit
 - muatan negatif dari ebonit berpindah ke kain wol
 - muatan positif dari kain wol berpindah ke ebonit

- Penggaris yang digosok dengan kain wol akan menarik sobekan kertas karena
 - kertas bermuatan negatif
 - kertas bermuatan positif
 - kertas berada di permukaan bumi
 - benda yang digosok cenderung menetralkan muatannya
- Perhatikanlah gambar berikut ini.



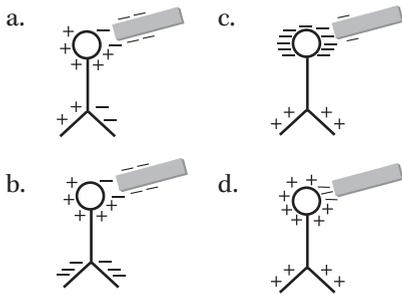
Nama-nama bagian atom yang ditunjukkan oleh nomor 1, 2, dan 3 secara berurutan adalah

- proton, neutron, elektron
 - elektron, proton, neutron
 - neutron, proton, elektron
 - elektron, neutron, proton
- Perhatikanlah gambar model atom berikut.



Jumlah penyusun atomnya adalah

- 1 proton, 2 elektron, 2 neutron
 - 1 elektron, 2 proton, 2 neutron
 - 1 proton, 2 elektron, 1 neutron
 - 1 neutron, 2 elektron, 1 atom
- Jika sebuah benda berubah menjadi bermuatan positif, benda tersebut
 - menerima elektron dari atom lain
 - kehilangan sebagian elektronnya
 - menerima proton dari atom lain
 - kehilangan sebagian protonnya
 - Gambar yang menunjukkan sebuah benda bermuatan negatif didekatkan pada elektroskop bermuatan listrik positif adalah



12. Besarnya gaya Coulomb antara dua benda bermuatan listrik sebanding dengan
- massa kedua muatan
 - muatan kedua benda
 - jarak kedua benda
 - kuadrat jarak kedua benda
13. Dua buah benda masing-masing bermuatan listrik sebesar -4×10^{-10} C dan 6×10^{-6} C terpisah sejauh 2 cm. Apabila $k = 9 \times 10^9$ Nm²/C², besarnya gaya tarik-menarik kedua benda adalah

- $5,4 \times 10^{-5}$ N
- $5,4 \times 10^{-4}$ N
- $5,4 \times 10^5$ N
- $5,4 \times 10^{-2}$ N

14. Besarnya gaya Coulomb dua muatan yang besarnya masing-masing a dan b , dengan jarak d antara satu dengan yang lain dan konstanta pembandingnya k adalah
- $k \frac{d}{a \cdot b}$
 - $k \frac{a \cdot b}{d}$
 - $k \frac{a \cdot b}{d^2}$
 - $k \frac{d^2}{a \cdot b}$
15. Benda A menarik benda B, benda B menolak benda C, dan benda C menarik benda D. Jika A bermuatan listrik negatif, muatan benda D adalah
- negatif
 - positif
 - netral
 - bisa positif atau negatif

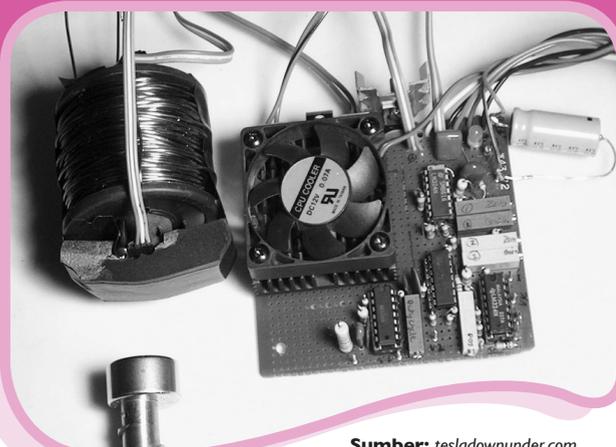
B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

- Jelaskan apakah yang dimaksud dengan listrik statis.
- Jelaskan dan gambarkanlah struktur atom.
- Mengapa sebuah benda apabila telah digosok benda lain dikatakan kekurangan elektron atau kelebihan elektron, tetapi tidak dikatakan kekurangan proton atau kelebihan proton?
- Sebuah penggaris plastik digosok-gosokkan dengan kain wol, kemudian penggaris tersebut digantungkan dengan benang nilon. Apakah yang akan terjadi:
 - apabila penggaris plastik tersebut didekatkan dengan penggaris plastik lain yang digosok dengan kain wol?
 - apabila penggaris didekatkan dengan batang kaca yang telah digosok dengan kain sutra?
- Hitunglah gaya coulomb atom hidrogen yang memiliki sebuah elektron dan sebuah proton ketika elektron mengorbit proton dengan jarak $0,5 \times 10^{-10}$ m. ($Q_1 = Q_2 = e = 1,6 \times 10^{-19}$ C)

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Salah satu gejala alam yang berkaitan erat dengan konsep listrik statis adalah petir. Bagaimanakah proses terjadinya petir?

Bab 8



Sumber: tesladownder.com

Listrik Dinamis

Hasil yang harus kamu capai:

memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- menganalisis percobaan listrik dinamis dalam suatu rangkaian serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari;
- mendeskripsikan prinsip kerja elemen dan arus listrik yang ditimbulkannya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

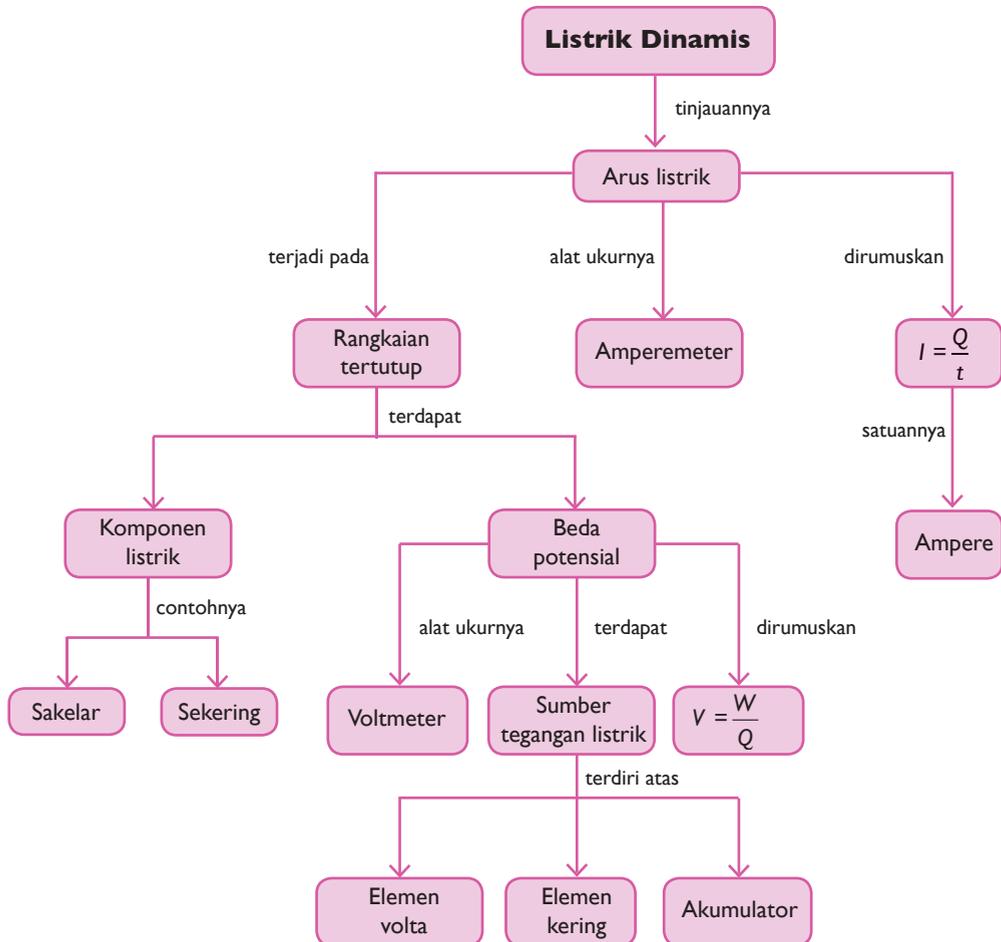
Pembahasan mengenai listrik statis pada Bab 7, mengenalkan kepadamu bahwa benda dapat bermuatan listrik. Muatan listrik terdiri atas muatan listrik positif dan muatan listrik negatif. Muatan listrik yang tidak sejenis akan tarik-menarik dan muatan listrik yang sejenis akan tolak-menolak.

Perlakuan khusus terhadap muatan listrik tersebut menyebabkan muatan listrik bergerak. Pada bab ini, akan dibahas pengertian arus listrik, tegangan listrik, komponen listrik, dan beberapa alat ukur listrik.

- A. Pengertian Arus Listrik
- B. Komponen Listrik
- C. Beda Potensial atau Tegangan Listrik

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.



Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

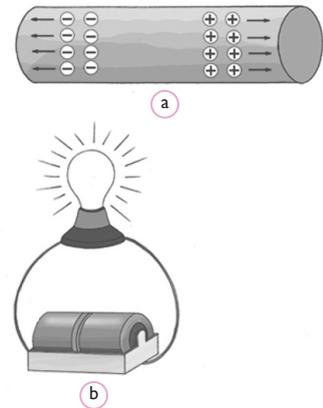
1. Apabila kita menyalakan sakelar di rumah kita, lampu akan menyala. Hal itu karena adanya aliran arus listrik. Apakah aliran arus listrik itu?
2. Apakah alat untuk mengukur kuat arus listrik?
3. Bagaimanakah caranya mengukur kuat arus dan beda potensial listrik?

A. Pengertian Arus Listrik

Pada bab ini, kamu akan mempelajari muatan listrik bergerak yang disebut listrik dinamis. Muatan listrik akan bergerak jika ada beda potensial dalam suatu rangkaian tertentu yang disebut rangkaian listrik. Bagaimanakah muatan listrik itu bergerak? Apakah yang menyebabkan muatan listrik itu bergerak? Bagaimanakah rangkaian listriknya? Pelajarilah bahasan berikut untuk menjawab pertanyaan tersebut satu-persatu.

Kamu sudah mengetahui bahwa suatu zat terdiri atas bagian-bagian kecil yang disebut atom. Masing-masing atom memiliki inti yang terdapat di pusatnya. Inti atom dikelilingi oleh elektron seperti planet-planet mengelilingi Matahari dalam tata surya. Pada jenis bahan tertentu, elektron-elektron tersebut mudah bergerak. Elektron tersebut mendorong elektron lainnya dan berpindah dari satu atom ke atom lain sehingga tampak seperti barisan elektron. Tumbukan antarelektroon tersebut menghasilkan sejumlah energi yang mengalir. Dapatkah kamu bayangkan dalam sebuah kabel tunggal terdapat milyaran elektron?

Ketika kamu menyalakan lampu, radio, atau setrika listrik pada dasarnya kamu memberi perintah pada barisan elektron untuk mulai bergerak dari sumber tegangan menuju alat listrik. Lalu, kembali lagi ke sumber tegangan melalui kawat atau kabel. Energi yang menggerakkan elektron disebut energi listrik. Gerakan barisan elektron inilah yang menyebabkan lampu menyala, radio berbunyi, dan setrika listrik menjadi panas. Bergeraknya elektron-elektron dalam kawat atau kabel disebut arus listrik. Para ahli telah membuat kesepakatan bahwa arus listrik mengalir dari kutub positif menuju kutub negatif. Dengan demikian, arah arus listrik selalu berlawanan dengan arah aliran elektron. Jika barisan elektron bergerak ke arah kiri, arah arus listrik akan bergerak ke arah kanan. Sebaliknya, jika barisan elektron bergerak ke arah kanan maka arus listrik akan bergerak ke arah kiri.

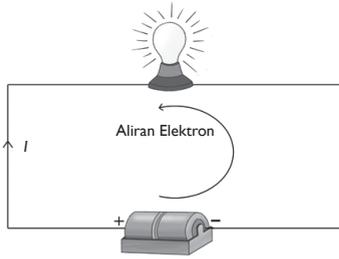


Gambar 8.1

(a) Barisan elektron dalam sebuah kabel, dan (b) sumber tegangan dan sebuah alat listrik.

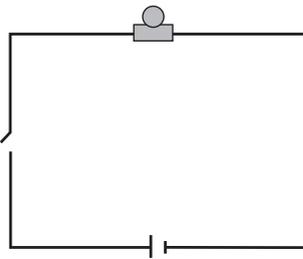
I. Arus Listrik Mengalir pada Rangkaian Tertutup

Sesaat setelah kamu menyalakan lampu atau radio, bola lampu atau radio tersebut akan menyala. Hal tersebut menunjukkan bahwa barisan elektron yang mengalir melalui bola lampu atau radio tidak berhenti. Sarana untuk mengalirkan elektron-elektron tersebut disebut rangkaian listrik. Bagaimanakah rangkaian listrik dapat menyebabkan adanya aliran arus listrik? Untuk menjawabnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 8.1.



Gambar 8.2

Elektron bergerak dari kutub negatif menuju kutub positif.



Gambar 8.3

Skema rangkaian listrik sederhana

Ayo Coba 8.1

Tujuan

Mengamati arus listrik pada sebuah rangkaian

Alat dan bahan

Sebuah baterai, dudukan baterai, dudukan lampu, lampu 3 V, kabel penghubung, dan sakelar

Cara kerja

1. Rangkailah alat-alat seperti pada Gambar 8.3.
2. Periksa rangkaian sampai kamu yakin bahwa semuanya benar-benar saling berhubungan.
3. Tutuplah sakelar. Apakah yang terjadi pada lampu?
4. Bukalah sakelar. Apakah yang terjadi pada lampu?
5. Tutuplah kembali sakelar tersebut. Kemudian, cabutlah salah satu ujung kabel. Apakah yang terjadi pada lampu?
6. Bukalah ujung-ujung kabel dari dudukan baterai. Hubungkan ujung-ujung kabel yang sudah dilepas tadi sehingga rangkaian terhubung tanpa baterai. Amatilah yang terjadi pada lampu.

Pertanyaan

1. Ketika sakelar ditutup, apakah yang terjadi pada lampu?
2. Ketika sakelar dibuka, apakah yang terjadi pada lampu? Mengapa demikian?
3. Ketika sakelar ditutup tetapi salah satu ujung kabel dibuka, adakah arus listrik yang mengalir pada rangkaian? Apakah yang terjadi pada lampu?
4. Jika seluruh rangkaian ditutup, tetapi sumber tegangan (baterai) dipasang adakah arus listrik yang mengalir? Mengapa demikian?
5. Jadi, apakah syarat arus listrik mengalir?

Ketika kamu menghubungkan sakelar, elektron-elektron pada kawat penghubung memperoleh energi untuk bergerak dari kutub negatif baterai menuju kutub positif baterai melalui lampu. Hal ini menunjukkan bahwa arus listrik mengalir dari kutub positif baterai melalui lampu ke kutub negatif baterai. Akibatnya, lampu mulai menyala. Ketika sakelar terbuka, gerakan elektron

berhenti karena kawat penghubungnya putus sehingga lampu tidak menyala. Begitu pula pada saat salah satu ujung kawat penghubung terbuka, hal ini menyebabkan adanya hubungan yang terputus sehingga barisan elektron tidak dapat bergerak.

Rangkaian dengan sumber tegangan serta kawat penghubung yang saling bersatu sehingga tidak ada ujung pangkalnya, disebut rangkaian tertutup. Contohnya terdapat pada rangkaian listrik pada Gambar 8.3, yaitu pada saat sakelar dihubungkan. Rangkaian listrik ketika kawat-kawat penghubungnya tidak saling berhubungan, disebut rangkaian terbuka. Jadi, arus listrik akan mengalir pada rangkaian tertutup. Apakah barisan elektron akan bergerak jika tidak ada sumber tegangan? Tentu tidak, karena tidak ada energi untuk menggerakannya. Jadi, dapat disimpulkan bahwa syarat mengalirnya arus listrik adalah

1. adanya sumber tegangan sebagai sumber energi;
2. rangkaian listriknya merupakan rangkaian tertutup.

2. Kuat Arus Listrik

Apakah yang terjadi pada nyala lampu jika sumber tegangan diperbesar? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 8.2 berikut.

Ayo Coba 8.2

Tujuan

Mengamati arus listrik dengan sumber tegangan yang diperbesar

Alat dan bahan

Tiga baterai, dudukan baterai, dudukan lampu, lampu 6 V, kabel penghubung, dan sakelar

Cara kerja

1. Rangkailah alat-alat seperti pada Gambar 8.4.
2. Berilah sumber tegangan mula-mula dengan satu baterai, lalu dua baterai, dan selanjutnya tiga baterai. Hubungkan sakelar. Amatilah yang terjadi pada nyala lampu.

Pertanyaan

1. Adakah perbedaan antara nyala lampu yang menggunakan sumber tegangan satu baterai, dua baterai, dan tiga baterai?
2. Bagaimanakah hubungan pemberian tegangan terhadap energi yang diberikan?
3. Bagaimanakah elektron yang mengalir melewati bola lampu jika tegangannya diperbesar?
4. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan tersebut?

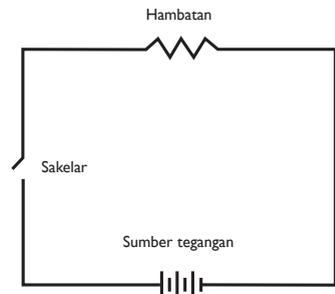
Ketika kamu memperbesar sumber tegangan, berarti kamu memberikan energi listrik yang lebih besar pada rangkaian sehingga elektron pun akan bergerak semakin cepat. Hal

Hal Penting

Key Point

Arah aliran elektron berlawanan arah dengan arah arus listrik.

The direction of the electron flow is opposite to the electrical current.



Gambar 8.4

Skema rangkaian percobaan

Informasi IPA



Belut listrik (*Electrophorus electricus*) adalah sejenis ikan yang dapat menghasilkan aliran listrik kuat (sampai 650 volt) untuk berburu dan membela diri.

Sumber: www.wikipedia.org

tersebut mengakibatkan jumlah elektron yang melalui lampu dalam satuan waktu semakin banyak dan nyala lampu semakin terang. Banyaknya muatan listrik yang mengalir setiap detik disebut kuat arus listrik yang disimbolkan dengan I . Jika muatan listrik disimbolkan dengan Q dan waktu disimbolkan dengan t , kuat arus dirumuskan sebagai berikut.

$$I = \frac{Q}{t} \quad (8-1)$$

dengan: I = kuat arus listrik (A)

Q = muatan listrik (C)

t = waktu (s)

Satuan muatan listrik adalah coulomb (C) dan satuan waktu adalah sekon (s) maka satuan kuat arus listrik adalah coulomb per sekon (C/s) atau dikenal dengan ampere (A).

Contoh Soal 8.1

Dalam suatu rangkaian listrik, mengalir muatan listrik sebesar 12 C dalam waktu 2 s. Hitunglah kuat arus yang mengalir pada rangkaian tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui:

$$t = 2 \text{ s}$$

$$Q = 12 \text{ C}$$

Ditanyakan: kuat arus (I)

Jawab:

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$I = \frac{12 \text{ C}}{2 \text{ s}}$$

$$I = 6 \text{ C/s} = 6 \text{ A}$$

Jadi, $I = 6 \text{ A}$

3. Mengukur Kuat Arus Listrik

Besarnya kuat arus listrik pada suatu rangkaian dapat diketahui dengan melakukan pengukuran menggunakan amperemeter. Karena yang diukur adalah arus listrik atau aliran elektron dalam rangkaian, amperemeter dipakai sebagai jalan aliran elektron dan dipasang secara seri pada rangkaian.

Sebelum mengukur kuat arus listrik, kamu harus mengenal dulu cara kerja amperemeter. Amperemeter ada yang berdiri sendiri dan ada pula yang tergabung dengan

alat lain, seperti avometer. Saat ini, terdapat avometer analog dan digital. Pada avometer analog, pembacaan skala berdasarkan pada jarum yang menunjuk angka pada panel. Adapun pada avometer digital, kamu cukup melihat angka yang tertera pada panel. Avometer analog ataupun digital memiliki ketelitian tertentu. Semakin besar ketelitiannya, semakin tepat pengukuran yang dapat dilakukan avometer tersebut.

Besarnya arus listrik yang diukur ditentukan dengan cara sebagai berikut.

$$I = \frac{\text{skala yang terbaca}}{\text{jumlah skala}} \times \text{batas ukur}$$

Untuk lebih memahami cara pembacaan skala amperemeter dan cara mengukurnya, lakukan kegiatan Ayo Coba 8.3.

Ayo Coba 8.3

Tujuan

Mengukur kuat arus listrik

Alat dan bahan

Amperemeter, dudukan lampu, 3 buah dudukan baterai, 3 buah baterai, lampu 6 V, sakelar, dan kabel penghubung

Cara kerja

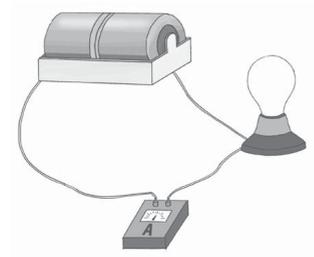
1. Rangkaikanlah alat-alat seperti pada Gambar 8.7.
2. Hubungkan sakelar. Apakah yang terjadi pada lampu dan amperemeter?
3. Tuliskanlah data besar kuat arus listrik (A) dan nyala lampu yang kamu amati pada tabel hasil pengamatan berikut. Lakukanlah percobaan yang sama dengan menggunakan dua baterai dan tiga baterai.

Tabel Hasil Pengamatan

No.	Jumlah Baterai	Besar Kuat Arus Listrik (A)	Nyala Lampu(Terang, Sedang, Redup)
1	1 baterai	....	....
2	2 baterai	....	....
3	3 baterai	....	....

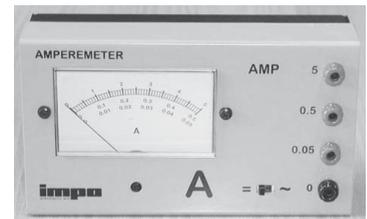
Pertanyaan

1. Hitunglah kuat arus listrik yang mengalir pada rangkaian untuk setiap banyaknya baterai.
2. Bandingkanlah nyala lampu dengan besarnya kuat arus listrik. Apakah kesimpulan yang dapat kamu ambil?



Gambar 8.5

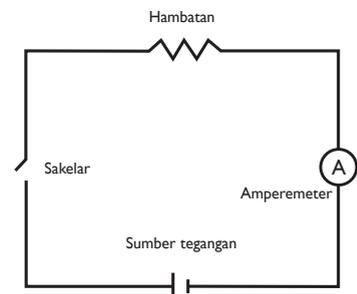
Amperemeter yang dipasang seri dalam rangkaian.



Sumber: www.matnat.uio.no

Gambar 8.6

Amperemeter



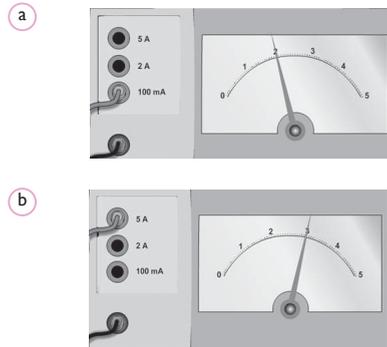
Gambar 8.7

Skema rangkaian percobaan

Soal Penguasaan Materi 8.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apa pengaruh yang ditimbulkan terhadap kuat arus listrik jika rangkaian terus dinyalakan?
2. Dalam waktu 5 menit muatan listrik sebesar 1.200 coulomb mengalir melalui rangkaian. Hitunglah besarnya kuat arus yang mengalir pada rangkaian.
3. Suatu pengukuran kuat arus listrik menghasilkan data seperti pada gambar berikut. Berapa besar arus yang melalui rangkaian?

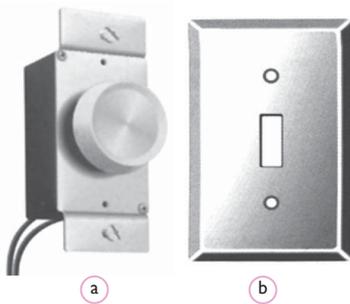


B. Komponen Listrik

I. Sakelar

Pada umumnya, alat-alat listrik ataupun elektronika dilengkapi dengan sebuah atau beberapa buah sakelar. Sakelar adalah alat yang dapat membuat arus listrik mengalir atau terputus. Terdapat beberapa jenis sakelar yang semuanya memiliki fungsi sama, yaitu untuk mengalirkan dan memutuskan arus listrik.

Pada dasarnya, sakelar terdiri atas dua keping penghantar yang dapat diputus atau disambungkan sesuai dengan keperluan. Bagian-bagian sakelar diperlihatkan pada Gambar 8.9.

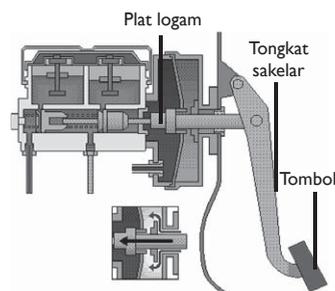


Gambar 8.8

- (a) Sakelar
(b) Sakelar peredup

Gambar 8.9

Bagian-bagian sakelar



Sumber: www.otoyedekleri.com

Tombol sakelar digunakan untuk memutuskan sambungan plat logam. Gambar 8.9 menunjukkan sakelar dalam posisi mati (*off*). Jika tongkat sakelar ditekan maka kedua logam akan bersentuhan. Hal ini menyebabkan sakelar dalam posisi hidup (*on*) dan arus listrik mengalir. Jika sakelar ini dimisalkan sebagai jembatan angkat, pada saat jembatan

diangkat, kendaraan-kendaraan akan berhenti, karena tidak bisa melewati jembatan. Akan tetapi, pada saat jembatan diturunkan, kendaraan-kendaraan dapat melewati jembatan. Pada saat sakelar dalam posisi mati (*off*), muatan listrik tidak dapat menyeberang melalui sakelar. Arus listrik berhenti mengalir dan benda-benda listrik akan berhenti bekerja.

2. Sekering

Sekering adalah alat listrik yang digunakan untuk memutuskan arus listrik secara otomatis. Perhatikanlah instalasi listrik di rumahmu. Apakah instalasi listrik di rumahmu memakai sekering?

Terdapat berbagai macam bentuk dan ukuran sekering yang dijual di pasaran. Alat elektronik juga menggunakan sekering dalam rangkaianannya. Alat elektronik yang dijual di pasar biasanya dilengkapi dengan sekering yang disebut *fuse*. Sekering ini digunakan untuk mencegah kerusakan pada komponen-komponen elektronik akibat arus listrik yang tiba-tiba membesar pada saat pemakaian.

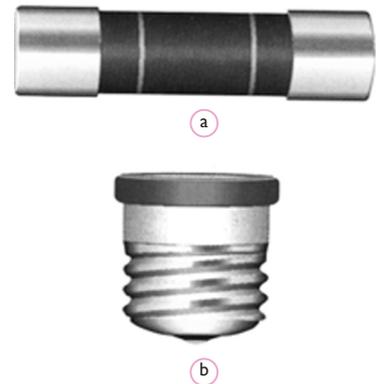
Sekering dibuat untuk mencegah masuknya arus yang terlalu besar pada rangkaian listrik akibat hubungan singkat. Hubungan singkat terjadi akibat sentuhan langsung antara kutub positif dan kutub negatif rangkaian sehingga timbul arus listrik yang terlalu besar. Keadaan ini disebut korsleting atau korslet. Korslet menyebabkan arus listrik membesar dan kawat menjadi panas. Akibatnya, bagian kabel terbakar. Salah satu penyebab awal terjadinya kebakaran adalah percikan api dari kabel yang terbakar karena korslet. Oleh karena itu, gunakanlah sekering untuk mencegah terjadinya kebakaran akibat korslet.

Kawat sekering terbuat dari kawat kecil, pendek, dan mudah meleleh. Biasanya, kawat sekering terbuat dari bahan timah atau perak. Dengan demikian, jika arus listrik membesar maka kawat akan cepat meleleh dan putus. Rangkaian kawat pada sekering terputus dan kabel lain yang berada di dalam rangkaian tidak sempat panas. Kawat sekering ini dimasukkan ke dalam tabung porselen berpasir yang dapat memadamkan api. Tujuannya, agar sekering tidak menyala saat kawat sekering terbakar dan meleleh.

Soal Penguasaan Materi 8.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan bagian-bagian sakelar.
2. Bagaimanakah cara kerja sakelar?
3. Mengapa kawat sekering dibuat dari bahan yang mudah meleleh?



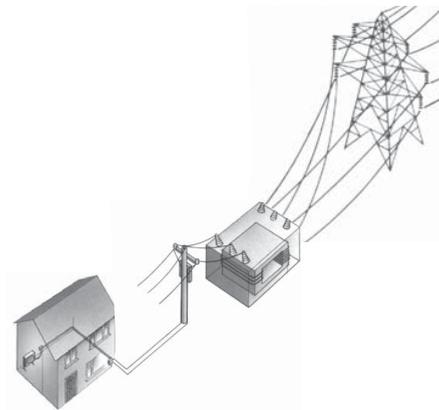
Gambar 8.10

- (a) Sekering tabung
- (b) Sekering sumbat

C. Beda Potensial atau Tegangan Listrik

Tahukah kamu, bagaimana lampu sepeda dapat menyala? Lampu sepeda dapat menyala karena adanya arus listrik dari dinamo sepeda. Dinamo adalah sebuah sumber energi listrik yang mengubah energi gerak, yaitu gerak berputar roda sepeda menjadi energi listrik. Selain dinamo, terdapat sumber energi listrik lain, seperti baterai, akumulator (aki), elemen volta, generator, dan sel surya.

Supaya arus listrik dapat mengalir dalam suatu kawat penghantar rangkaian listrik, antara kedua ujung kawat harus memiliki beda potensial. Alat yang dapat menghasilkan beda potensial disebut sumber tegangan listrik.



Gambar 8.11

Sumber tegangan dialirkan melalui kabel tegangan tinggi ke rumah-rumah.

Sumber: *Concise Encyclopedia Science*, 1994

Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah, seperti halnya arus air. Kamu telah mengetahui bahwa air mengalir dari permukaan tinggi ke permukaan rendah. Air akan berhenti mengalir jika permukaan air sudah sama tinggi. Untuk mengembalikan agar terjadi perbedaan ketinggian, air harus dipompa kembali ke atas. Pada suatu sumber tegangan, kutub positif memiliki potensial lebih tinggi daripada kutub negatif. Oleh sebab itu, arus listrik akan mengalir dari kutub positif menuju kutub negatif. Beda potensial listrik disebut juga tegangan listrik dan satuannya adalah volt.

Terdapat berbagai jenis sumber tegangan listrik di antaranya baterai (elemen kering), akumulator (aki), dan elemen volta. Sumber tegangan listrik pada rangkaian disimbolkan dengan V atau ε .

Beda potensial listrik adalah banyaknya energi yang digunakan untuk memindahkan muatan listrik dari titik yang potensialnya tinggi ke titik yang potensialnya rendah. Beda potensial listrik diberi lambang V , singkatan dari *voltage* dan dirumuskan sebagai berikut.

$$\Delta V = \frac{W}{Q} \quad (8-2)$$

dengan: W = besarnya energi untuk memindahkan muatan listrik (joule)

Q = muatan listrik (coulomb)

ΔV = beda potensial listrik (joule/coulomb = volt)

I. Mengukur Tegangan Listrik

Alat yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik adalah voltmeter. Seperti pada alat amperemeter, voltmeter pun ada yang berdiri sendiri dan ada yang bergabung dengan alat ukur lain. Pembacaan skala pada voltmeter hampir sama dengan amperemeter dan satuan yang digunakan adalah volt. Cara pembacaan skala voltmeter adalah

$$V = \left(\frac{\text{Skala yang terbaca}}{\text{Banyaknya skala}} \right) \times \text{batas ukur}$$

Cara pemasangan alat ukur tegangan listrik pada rangkaian, berbeda dengan cara pemasangan alat ukur arus listrik. Karena beda potensial terjadi antara dua titik yang berbeda, yaitu potensial tinggi dan potensial rendah, maka pemasangan alat ukur voltmeter harus dipasang pada dua titik tersebut atau dipasang paralel pada rangkaian. Perhatikanlah Gambar 8.13.

Untuk lebih memahami cara mengukur tegangan listrik, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 8.4.

Ayo Coba 8.4

Tujuan

Cara menggunakan voltmeter

Alat dan bahan

Satu baterai ukuran kecil, satu baterai ukuran besar, dan satu baterai ukuran persegi (9 volt), voltmeter, kabel penghubung, lampu (6 volt), dudukan lampu, dan dudukan baterai

Cara kerja

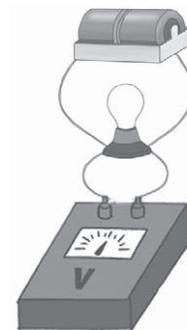
1. Ukurlah tegangan masing-masing baterai.
2. Rangkaikanlah batu baterai dan bola lampu. Kemudian, ukurlah tegangan di antara ujung-ujung lampu.



Sumber: www.reuk.co.uk

Gambar 8.12

Voltmeter



Gambar 8.13

Voltmeter dipasang paralel pada lampu.



Gambar 8.14

Lambang sumber arus listrik. Garis panjang vertikal menyatakan kutub positif dan garis pendek vertikal menyatakan kutub negatif.

Pembahasan UN

Tiga buah hambatan masing-masing $R_1 = 2$ ohm, $R_2 = 3$ ohm, dan $R_3 = 6$ ohm dirangkai seri. Besar hambatan penggantinya adalah

(UAN 2003)

- 1 ohm
- 4 ohm
- 6 ohm
- 11 ohm

Jawaban (d)

Hambatan (resistor) adalah salah satu komponen listrik.

Besar hambatan yang dirangkai seri adalah

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Adapun yang dirangkai paralel,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

2. Hukum Ohm dan Rangkaian Hambatan

Untuk menghasilkan arus listrik pada rangkaian, dibutuhkan beda potensial. Salah satu cara untuk menghasilkan beda potensial ialah dengan baterai. George Simon Ohm (1787–1854) menentukan dengan eksperimen bahwa arus pada kawat logam sebanding dengan beda potensial V yang diberikan ke ujung-ujungnya:

$$I \propto V$$

Jika kamu menghubungkan kawat ke baterai 6 V, aliran arus akan dua kali lipat dibandingkan jika dihubungkan ke baterai 3 V.

Berapa besar aliran arus pada kawat tidak hanya bergantung pada tegangan, tetapi juga pada hambatan yang diberikan kawat terhadap aliran elektron. Elektron-elektron diperlambat karena adanya interaksi dengan atom-atom kawat. Makin tinggi hambatan ini, maka makin kuat arus untuk suatu tegangan V sehingga didapat persamaan:

$$I = \frac{V}{R} \quad (8-3)$$

dengan: R = hambatan kawat atau suatu alat lainnya

V = beda potensial yang melintasi alat tersebut

I = arus yang mengalir pada alat tersebut

Hubungan ini sering dituliskan

$$V = IR \quad (8-4)$$

Persamaan (8-4) dikenal sebagai hukum ohm. Bahan atau alat yang tidak mengikuti hukum ohm disebut nohohmik. Satuan untuk hambatan disebut Ohm (Ω). Karena $R = V/I$ maka $1,0 \Omega$ sama dengan $1,0 \text{ V/A}$.

Contoh Soal 8.2

Sebuah bola lampu senter kecil mengalir 300 mA dari baterai 1,5 V. Berapa hambatan bola lampu tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui:

$$I = 300 \text{ mA} = 0,3 \text{ A}$$

$$V = 1,5 \text{ V}$$

Ditanya: hambatan bola lampu (R)

Jawab:

$$V = IR$$

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

$$R = \frac{1,5 \text{ V}}{0,3 \text{ A}}$$

$$R = 0,5 \text{ V}$$

Jadi, hambatan bola tersebut adalah 5 Ω .

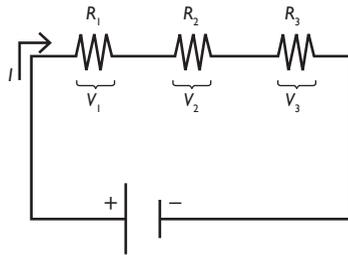
Untuk mempermudah pemahaman tentang hambatan, coba kamu bandingkan arus listrik dengan aliran sungai atau pipa yang dipengaruhi oleh gravitasi. Jika pipa (atau sungai) hampir rata, kecepatan alir akan kecil. Akan tetapi jika satu ujung lebih tinggi dari yang lainnya, kecepatan aliran atau arus akan lebih besar. Dinding pipa atau tepian sungai dan batu-batuan di tengahnya, memberikan hambatan terhadap aliran arus.

Dari analogi tersebut, kamu dapat melihat bagaimana pengaruh hambatan terhadap besarnya arus listrik yang mengalir. Jika dalam suatu rangkaian tertutup tidak terdapat hambatan, arus listrik yang mengalir akan besar. Jika dalam suatu rangkaian tertutup dipasang hambatan, arus listrik yang mengalir akan semakin kecil. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa fungsi hambatan atau sering disebut resistor adalah untuk mengatur besar kecilnya arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian tertutup.

Hambatan dalam suatu rangkaian dapat dipasang secara seri, paralel, dan kombinasi keduanya.

a. Rangkaian Seri

Ketika dua atau lebih hambatan dihubungkan dari ujung ke ujung seperti pada Gambar 8.15, dikatakan hambatan dihubungkan secara seri.



Gambar 8.15

Hambatan dihubungkan secara seri

Muatan yang melewati R_1 akan melewati R_2 dan R_3 , sehingga arus I yang sama melewati setiap hambatan.

$$I_{\text{tot}} = I_1 = I_2 = I_3$$

Jika dilihat dari rangkaian, tegangan sumber akan sama dengan jumlah tegangan dalam setiap hambatan.

$$V_{\text{tot}} = V_1 + V_2 + V_3$$

Ilmuwan IPA



Alessandro Volta
(1745–1827)

Volta adalah ilmuwan pertama yang berhasil menciptakan baterai. Baterai ciptaan Volta ini menggunakan dua jenis logam (seng dan tembaga) yang dipisahkan oleh bahan kimia lembap (kayu atau kulit yang direndam dalam larutan garam).

Sumber: *Jendela Iptek*, 1997

Berdasarkan hukum ohm maka tegangan untuk setiap hambatan adalah sebagai berikut.

$$V_1 = IR_1; V_2 = IR_2; V_3 = IR_3$$

$$\begin{aligned}\text{Karena } V_{\text{tot}} &= V_1 + V_2 + V_3 \\ &= IR_1 + IR_2 + IR_3 \\ &= I(R_1 + R_2 + R_3)\end{aligned}$$

$$V_{\text{tot}} = IR_{\text{pengganti}}$$

$$\text{dengan } R_{\text{pengganti}} = R_1 + R_2 + R_3$$

Persamaan ini berlaku untuk sejumlah hambatan berapa pun secara seri. Sebagai contoh, jika baterai 12 V dihubungkan dengan resistor 4 Ω , arus akan menjadi 3 A. Akan tetapi jika baterai 12 V dihubungkan dengan tiga buah resistor 4 Ω yang dirangkai seri, hambatan totalnya 12 Ω dan arus yang mengalir hanya sebesar 1 A.

Contoh Soal 8.3

Dua resistor 100 Ω dihubungkan seri ke baterai 24,0 V. Berapa arus yang mengalir melalui setiap resistor dan berapa hambatan penggantinya?

Penyelesaian:

Diketahui: $R_1 = R_2 = 100 \Omega$ (seri)
 $V = 24,0 \text{ V}$

Ditanya: I_1, I_2 , dan $R_{\text{pengganti}}$

Jawab:

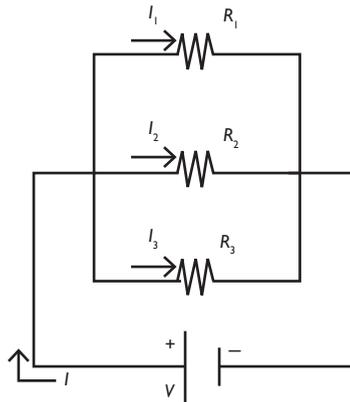
$$\begin{aligned}V_{\text{tot}} &= V_1 + V_2 \\ &= IR_1 + IR_2 \\ I &= \frac{V_{\text{tot}}}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{24,0 \text{ V}}{100 \Omega + 100 \Omega} = 0,12 \text{ A}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{\text{pengganti}} &= R_1 + R_2 \\ &= 100 \Omega + 100 \Omega \\ &= 200 \Omega\end{aligned}$$

Jadi, arus yang mengalir setiap hambatan adalah 0,12 A dengan hambatan pengganti 200 Ω .

2. Rangkaian Paralel

Cara sederhana lain untuk menghubungkan hambatan adalah paralel seperti Gambar 8.16.



Gambar 8.16

Hambatan dihubungkan secara paralel.

Pada rangkaian paralel, arus total I yang meninggalkan baterai terbagi menjadi tiga cabang. Karena muatan listrik tetap, arus yang masuk ke dalam titik cabang harus sama dengan arus yang keluar dari titik cabang. Dengan demikian,

$$I_{\text{tot}} = I_1 + I_2 + I_3$$

Ketika hambatan terhubung paralel, masing-masing mengalami tegangan yang sama. Dengan demikian, tegangan sumber diberikan pada setiap hambatan.

$$V_{\text{tot}} = V_1 + V_2 + V_3$$

Untuk mengetahui hambatan pengganti pada rangkaian paralel maka:

$$I_1 = \frac{V}{R_1}; I_2 = \frac{V}{R_2}; I_3 = \frac{V}{R_3}$$

$$I_{\text{tot}} = I_1 + I_2 + I_3$$

$$= \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

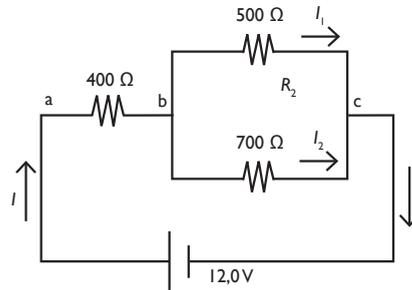
$$I_{\text{tot}} = V \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right]$$

$$I_{\text{tot}} = V \left[\frac{1}{R_{\text{pengganti}}} \right]$$

$$\text{dengan } \left[\frac{1}{R_{\text{pengganti}}} \right] = \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right]$$

Contoh Soal 8.3

Berapa arus yang mengalir dari baterai yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Penyelesaian:

Diketahui:

$$R_1 = 400 \, \Omega; \quad R_3 = 700 \, \Omega$$

$$R_2 = 500 \, \Omega; \quad V = 12,0 \, \text{V}$$

Ditanya: I_{tot}

Jawab:

R_2 dan R_3 dirangkai paralel, sehingga:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{500 \, \Omega} + \frac{1}{700 \, \Omega}$$

$$\frac{1}{R_p} = 0,0034 \, \Omega$$

$$R_p = 290 \, \Omega$$

R_1 dan R_p dirangkai seri, sehingga $R_{\text{tot}} = R_1 + R_p$

$$R_{\text{tot}} = R_1 + R_p$$

$$= 400 \, \Omega + 290 \, \Omega = 690 \, \Omega$$

Jadi, hambatan total tersebut adalah 690 Ω

Dengan $R_{\text{tot}} = 690 \, \Omega$, maka:

$$\begin{aligned} I_{\text{tot}} &= \frac{V_{\text{tot}}}{R_{\text{tot}}} \\ &= \frac{12,0 \, \text{V}}{690 \, \Omega} \\ &= 0,017 \, \text{A} \\ &= 17 \, \text{mA} \end{aligned}$$

Jadi, arus yang mengalir dari baterai adalah 17 mA.

3. Sumber Tegangan Listrik

Beberapa sumber tegangan listrik yang sering digunakan di antaranya adalah elemen kering, elemen volta, dan akumulator.

a. Elemen Volta

Elemen volta kali pertama dibuat oleh seorang ahli Fisika berkebangsaan Italia bernama Alesandro Volta (1745–1827). Elemen volta adalah sel elektrokimia yang dapat menghasilkan arus listrik. Bagian-bagian elemen volta diperlihatkan pada Gambar 8.17. Susunan elemen volta terdiri atas tabung kaca yang berisi larutan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai larutan elektrolit, lempeng tembaga sebagai kutub positif, dan lempeng seng sebagai kutub negatif.

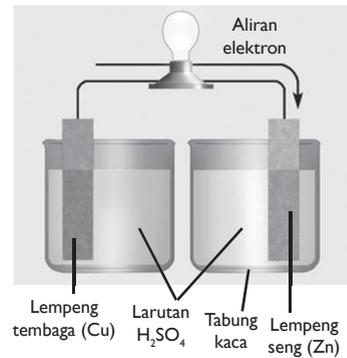
Jika elektroda seng dan tembaga dicelupkan ke dalam larutan asam sulfat, terjadilah reaksi kimia yang menyebabkan lempeng tembaga bermuatan listrik positif dan lempeng seng bermuatan listrik negatif. Hal ini menunjukkan bahwa lempeng tembaga memiliki beda potensial yang lebih tinggi daripada lempeng seng. Elektron akan mengalir dari keping elektroda seng ke keping elektroda tembaga. Jika kutub elemen volta ini dirangkaikan dengan lampu, arus listrik akan mengalir dari elektroda tembaga ke elektroda seng dan lampu akan menyala. Apakah nyala lampu akan bertahan lama?

Beda potensial yang dihasilkan oleh elemen volta tidak bertahan lama dan lampu akan padam. Hal ini disebabkan oleh gelembung gas hidrogen yang dihasilkan oleh reaksi kimia larutan asam sulfat, akan melekat pada keping tembaga sehingga menghambat aliran elektron. Prinsip elemen volta ini digunakan untuk membuat baterai dan aki yang dapat bekerja dalam waktu yang lebih lama.

b. Elemen Kering

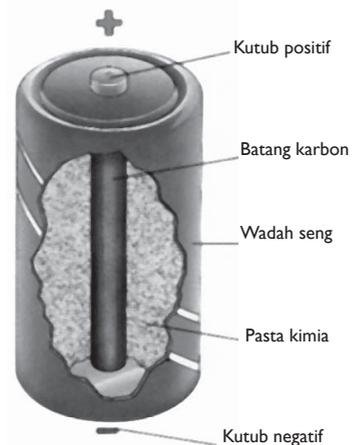
Pernahkah kamu menggunakan lampu senter? Lampu senter menggunakan baterai sebagai sumber arus listriknya. Baterai ini merupakan elemen kering atau sel kering. Baterai mengubah energi kimia menjadi energi listrik.

Baterai terdiri atas dua elektroda dan masing-masing elektroda memiliki bahan kimia yang berbeda. Kedua elektroda inilah yang menjadi kutub positif dan kutub negatif baterai. Bagian-bagian dari elemen kering diperlihatkan pada Gambar 8.18.



Gambar 8.17

Elemen volta



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2007

Gambar 8.18

Bagian-bagian baterai



Sumber: Ensiklopedia Iptek, 2007

Gambar 8.19

Berbagai jenis dan ukuran baterai.

Gambar 8.20

Lambang sumber tegangan yang disusun seri.



Jika tiga baterai bertegangan 1,5 V dipasang seri, tegangan total rangkaian itu menjadi 4,5 V, yaitu hasil penjumlahan dari 1,5 V + 1,5 V + 1,5 V. Secara matematis, perumusannya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + V_3 \quad (8-5)$$

Alat elektronika yang menggunakan baterai sebagai sumber energi listriknya, sebaiknya dimatikan jika tidak dipergunakan. Hal ini disebabkan energi kimia dalam baterai akan cepat habis dan baterai tidak dapat digunakan lagi. Baterai yang terbuat dari seng dan karbon akan habis dan tidak bisa 'diisi' kembali. Batu baterai yang terbuat dari bahan nikel dan cadmium dapat diisi ulang dengan arus listrik jika sudah habis energinya. Cara pengisiannya dengan menjadikan potensial listrik di kutub positif lebih tinggi daripada potensial di kutub negatif. Penggunaan batu baterai jenis ini akan lebih awet karena dapat digunakan berulang-ulang, tetapi harganya relatif lebih mahal daripada harga baterai biasa.

Elemen-elemen kering terdiri atas wadah seng yang berisi zat penghasil arus listrik melalui reaksi kimia dan batang karbon. Wadah seng tersebut berfungsi sebagai kutub negatif dan batang karbon yang terdapat di bagian tengah baterai berfungsi sebagai kutub positif. Jika kutub positif (batang karbon) dan kutub negatif (wadah seng) dihubungkan dengan suatu penghantar (kawat), akan terjadi aliran elektron dari seng menuju karbon. Dapat juga dikatakan bahwa elektron mengalir dari kutub negatif baterai menuju rangkaian, kemudian kembali masuk ke kutub positif baterai.

Terdapat berbagai jenis, tipe, dan ukuran baterai. Baterai digunakan sebagai sumber energi, seperti menggerakkan mobil mainan, menyalakan lampu senter, radio, dan remote TV. Perhatikan Gambar 8.19.

Sebuah baterai ukuran kecil, biasanya memiliki tegangan sebesar 1,5 V. Baterai yang disusun seri menghasilkan nilai tegangan yang lebih besar. Besarnya tegangan total baterai yang disusun seri merupakan penjumlahan dari besar tegangan setiap baterai.

c. Akumulator

Akumulator (aki) termasuk elemen sekunder, yaitu elemen yang reaksi kimianya dapat dibalik. Pada proses pengisian aki, kutub positif aki dipasangkan pada kutub negatif sumber tegangan arus searah dan kutub negatif aki dipasangkan pada kutub positif sumber tegangan arus searah. Reaksi kimia yang terjadi pada saat mengisi aki berkebalikan dengan reaksi kimia pada saat aki digunakan. Hal ini berbeda dengan baterai yang reaksi kimianya tidak dapat dibalik. Bagian-bagian akumulator ditunjukkan pada Gambar 8.21.

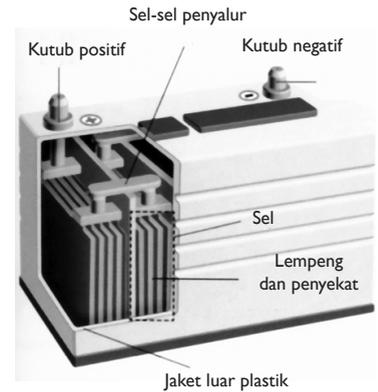
Kutub positif akumulator berupa lempeng-lempeng timbal peroksida berpori dan kutub negatifnya berupa lempeng-lempeng timbel murni berpori. Kedua lempengan kutub tersebut dimasukkan ke dalam larutan asam sulfat.

Setiap pasang lempeng kutub positif dan negatif disebut satu pasang sel yang dapat menghasilkan beda potensial sebesar 2 volt. Sebuah aki biasanya terdiri atas beberapa sel untuk mendapatkan tegangan yang lebih besar. Misalnya, aki 6 volt terdiri atas 3 pasang sel dan aki 12 volt terdiri atas 6 pasang sel.

Pada aki terjadi perubahan energi, yaitu dari energi kimia menjadi energi listrik. Jika aki terus-menerus dipakai, energinya akan melemah. Akibatnya, arus listrik yang mengalir akan mengecil, karena keping-keping pada sel dilapisi oleh timbel sulfat dan larutan asam sulfat di dalam aki semakin encer sehingga menghambat aliran elektron.

Untuk mengembalikan aki pada keadaannya semula, aki harus diisi kembali atau sering disebut disetrum. Pemberian tegangan pada saat mengisi aki, yaitu kutub positif aki dipasangkan pada kutub negatif sumber energi listrik searah dan kutub negatif aki dipasangkan pada kutub positif sumber energi listrik searah. Pengisian aki ini akan mengurai timbel sulfat yang melapisi keping sehingga elektron-elektron dapat mengalir seperti semula.

Untuk menjaga daya tahan aki dan menghindari kerusakan, selain harus diperiksa secara berkala, larutan asam sulfat di dalam aki pun harus diganti jika berat jenisnya sudah tidak sesuai atau larutannya tidak pekat lagi. Pada kehidupan sehari-hari, aki sering dijumpai pada mobil ataupun motor. Aki digunakan untuk menghidupkan mesin mobil sebagai sumber energi listrik. Di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik PLN, aki digunakan sebagai sumber energi untuk TV dan radio.



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2007

Gambar 8.21

Salah satu bentuk aki dan bagian-bagiannya.

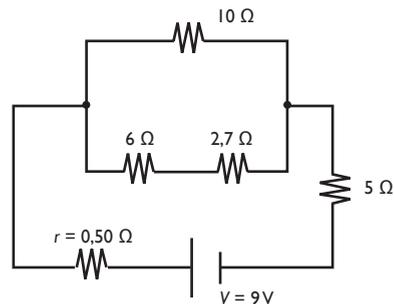
Tugas 8.1

Listrik yang kamu nikmati setiap hari umumnya berasal dari pembangkit listrik tenaga air. Bersama kelompok belajarmu, carilah literatur mengenai hal tersebut. Tuliskan hasil temuanmu itu dalam bentuk laporan dan presentasikan di depan kelasmu.

Soal Penguasaan Materi 8.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan fungsi dari sakelar dan sekering.
2. Apakah yang dimaksud dengan tegangan listrik? Apa hubungannya dengan arah arus listrik?
3. Apa yang kamu ketahui tentang amperemeter dan voltmeter?
4. Baterai 9,0 V dengan hambatan dalam r sebesar $0,50 \Omega$ dihubungkan pada rangkaian seperti pada gambar di samping.
 - a. Berapa besar arus yang ditarik dari baterai?
 - b. Berapa arus pada resistor $6,0 \Omega$?



5. Tuliskan kutub positif dan kutub negatif dari sumber tegangan:
 - a. elemen volta,
 - b. elemen kering, dan
 - c. akumulator.



Rangkuman

- Arus listrik adalah muatan listrik yang bergerak.
- Kuat arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam satu detik.
- Kuat arus listrik dirumuskan sebagai berikut.
$$I = \frac{Q}{t}$$
- Satuan kuat arus listrik adalah ampere.
- Alat untuk mengukur kuat arus listrik adalah amperemeter.
- Syarat adanya arus listrik dalam rangkaian listrik tertutup adalah adanya sumber arus listrik atau sumber tegangan listrik.
- Sakelar adalah alat yang berfungsi untuk memutus dan menyambungkan arus listrik dalam suatu rangkaian listrik.
- Sekering adalah sakelar yang dirancang secara otomatis untuk memutuskan rangkaian jika terjadi hubungan singkat (korsleting).
- Beda potensial atau tegangan listrik memberikan energi supaya muatan listrik dapat bergerak.
- Satuan tegangan listrik adalah volt.
- Arus listrik akan mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah.
- Contoh sumber tegangan listrik adalah elemen kering (baterai), akumulator (aki), dan elemen volta.
- Voltmeter dalam suatu rangkaian harus dipasang secara paralel.
- Amperemeter dalam rangkaian harus dipasang secara seri.



Refleksi

Selamat, kamu sudah selesai dalam mempelajari Bab Listrik Dinamis. Sudahkah kamu memahami keseluruhan materi pada bab ini? Bagian mana yang belum kamu pahami? Ayo baca kembali, diskusikan dengan teman-temanmu, atau tanyakan kepada gurumu.

Sebelumnya, kamu juga telah mempelajari listrik statis. Pahamiakah kamu perbedaan antara keduanya? Manakah yang sering kamu jumpai di lingkungan sekitarmu, listrik statis atau listrik dinamis?

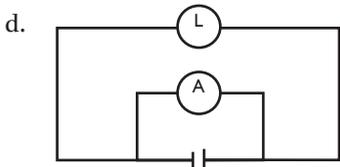
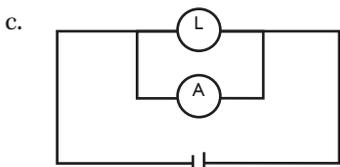
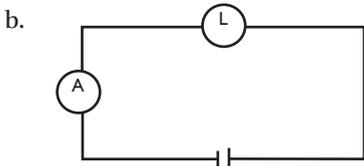
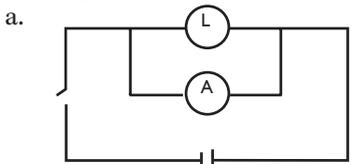


Tes Kompetensi Bab 8

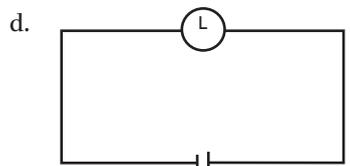
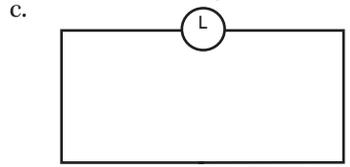
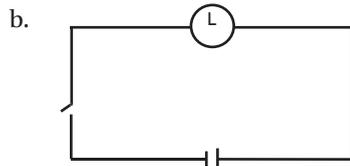
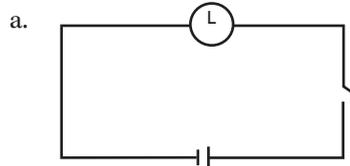
Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Aliran muatan listrik disebut
 - a. arus listrik
 - b. tegangan listrik
 - c. energi listrik
 - d. potensial listrik
2. Alat untuk mengukur kuat arus listrik adalah
 - a. voltmeter
 - b. *basicmeter*
 - c. amperemeter
 - d. benar semua
3. Bagan rangkaian yang benar dalam pemasangan amperemeter adalah



4. Rangkaian yang dapat mengalirkan arus listrik adalah

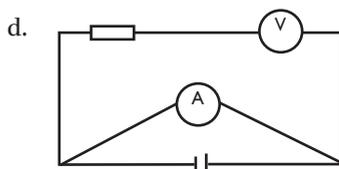
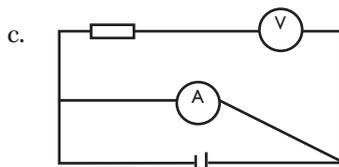
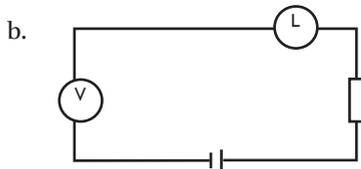
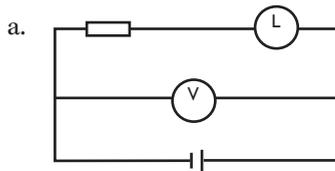


5. Sakelar adalah alat yang berfungsi untuk
 - a. menyambungkan arus listrik
 - b. menggerakkan elektron pada kawat penghantar
 - c. memutuskan hubungan rangkaian
 - d. memutus dan menyambungkan arus listrik
6. Alat yang digunakan untuk mengamankan rangkaian listrik dari arus yang tiba-tiba membesar adalah
 - a. sakelar otomatis
 - b. stop kontak
 - c. sekering
 - d. elemen

7. Berikut yang *tidak* termasuk menimbulkan beda potensial di antara titik di dalam penghantar listrik adalah

- baterai
- elemen kering
- elemen volta
- hambatan

8. Cara pemasangan amperemeter dan voltmeter yang benar pada saat mengukur tegangan listrik adalah



9. Alat yang berfungsi untuk memindahkan muatan listrik dari potensial tinggi ke potensial rendah adalah

- beda potensial listrik
- muatan listrik
- arus listrik
- energi listrik

10. Sumber tegangan yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik adalah

- aki
- baterai
- elemen volta
- dinamo

11. Jika dalam 5 menit mengalir 60 coulomb muatan listrik, besarnya kuat arus listrik adalah

- 0,2 A
- 0,5 A
- 3 A
- 6 A

12. Berikut ini adalah sumber listrik arus searah, *kecuali*

- generator
- akumulator
- baterai
- elemen volta

13. Pada akumulator, kutub positif terbuat dari

- tembaga
- timbel peroksida berpori
- timbel murni berpori
- seng

14. Pernyataan mengenai sekering berikut ini benar, *kecuali*

- terbuat dari kawat pendek dan tipis
- akan putus jika kelebihan beban
- merupakan pengaman jika terjadi hubungan singkat
- dipasang secara paralel pada penghantar

15. Sumber arus listrik yang reaksinya dapat diulang adalah

- elemen kering
- aki
- baterai
- elemen volta

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Jelaskanlah cara pemasangan ampere-meter dan voltmeter pada rangkaian listrik.
2. Berapa ampere besar kuat arus listrik di dalam sepotong penghantar jika dalam waktu 15 menit mengalir muatan listrik sebesar 6.300 coulomb?
3. Sebuah baterai menghasilkan arus sebesar 1,25 ampere. Berapa banyak muatan listrik yang mengalir selama 5 menit?
4. Dari potensial mana ke potensial manakah arus listrik mengalir? Apakah arus listrik sama dengan arus gerak elektron?
5. Apakah yang dimaksud dengan elemen sekunder?

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Perhatikanlah instalasi penerangan di rumahmu. Lampu-lampu listrik di rumahmu terpasang secara paralel. Mengapa harus demikian?

Bab 9



Sumber: home.zcu.cz

Energi dan Daya Listrik

Hasil yang harus kamu capai:

memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

mendeskripsikan hubungan energi dan daya listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.

Di kelas VIII kamu telah mempelajari bentuk energi, di antaranya energi kalor, energi listrik, dan energi gerak. Perubahan energi listrik menjadi bentuk energi lain dimanfaatkan manusia dalam kehidupan sehari-hari.

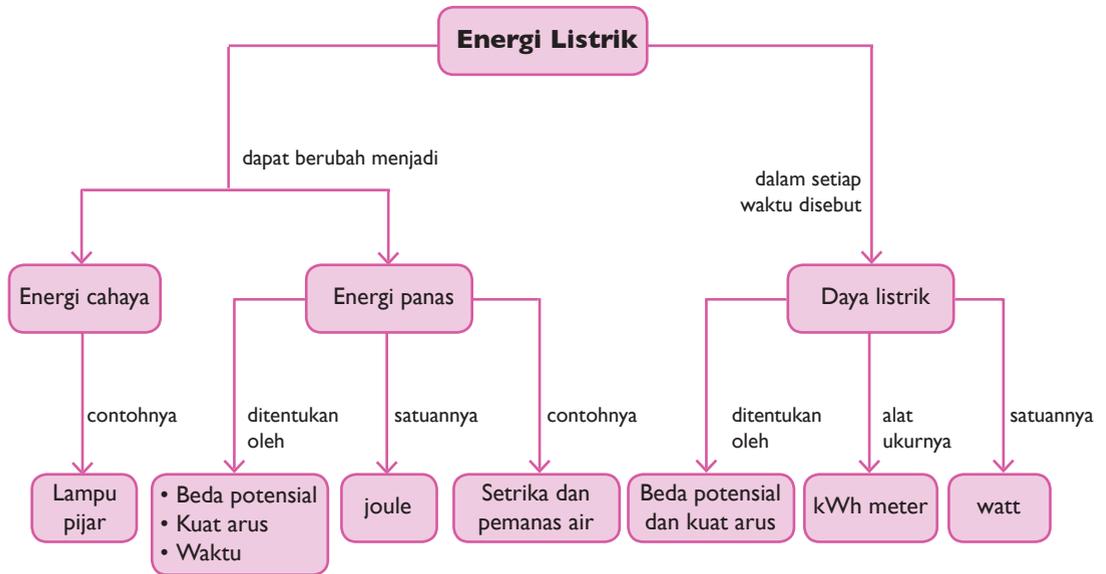
Pada bab sebelumnya, kamu telah mempelajari penggunaan energi dalam suatu rangkaian listrik sederhana. Beda potensial pada ujung-ujung kawat rangkaian akan menghasilkan aliran elektron yang selanjutnya akan menghasilkan energi listrik.

Energi listrik yang berubah bentuk menjadi energi kalor terjadi pada saat kamu menggunakan setrika listrik. Pada saat kamu menggunakan kipas angin, energi listrik diubah menjadi energi gerak putar kipas.

- A. Perubahan Energi Listrik
- B. Daya Listrik

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.





Tes Materi Awal

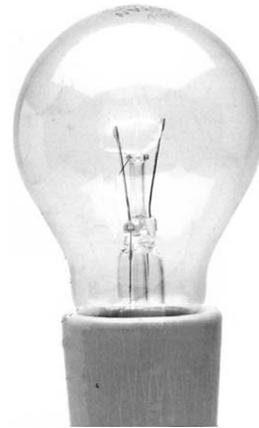
Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Energi listrik tidak bisa datang begitu saja, tetapi merupakan proses perubahan energi. Energi apa sajakah yang kamu ketahui yang dapat diubah menjadi energi listrik?
2. Apabila kita membeli lampu bohlam, kamu akan melihat pada lampu tertulis 60 W, 220 V, apakah artinya?
3. Setiap bulan kita selalu membayar rekening listrik, sebenarnya apa yang kita bayar?

A. Perubahan Energi Listrik

Apakah energi itu? Di Kelas VIII, kamu telah mempelajari pengertian energi, bentuk-bentuk energi, dan perubahan bentuk energi. Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Dalam energi listrik, apakah yang melakukan usaha? Cobalah kamu perhatikan di rumahmu, benda-benda apakah yang menggunakan energi listrik? Apakah yang menyebabkan benda-benda elektronik dapat berfungsi? Cobalah kamu bayangkan jika kamu hidup tanpa adanya listrik. Tentu kamu akan merasa gelap pada malam hari, merasa sepi tanpa radio atau TV, dan sulit melakukan aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, Tuhan telah menciptakan manusia dengan akal pikiran agar manusia dapat mencari ilmu dan mengembangkannya untuk kesejahteraan hidup manusia itu sendiri. Dengan demikian, marilah kita pelajari bahasan tentang energi listrik dan penerapannya berikut ini.

Arus listrik memiliki kemampuan untuk menyalakan lampu, memanaskan air, membunyikan radio, dan menggerakkan kipas angin. Jadi, apakah yang menghasilkan energi listrik? Energi listrik dihasilkan oleh arus listrik, arus listrik ini tiada lain merupakan aliran elektron. Kamu telah mempelajari Hukum Kekekalan Energi yang menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi energi dapat diubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain. Contoh perubahan bentuk energi listrik menjadi bentuk energi lain diperlihatkan pada Gambar 9.1.



Sumber: Jendela Iptek, 1997

Gambar 9.1

Lampu menyala karena sumber energi listrik dapat menghasilkan energi cahaya dan panas.

I. Perubahan Energi Listrik Menjadi Energi Kalor

Energi listrik dapat dirasakan manfaatnya setelah diubah menjadi bentuk energi lain, misalnya pada saat memanaskan air, menyetrিকা pakaian, atau memanaskan suhu ruangan.

Hal Penting

Key Point

Kemungkinan penyebab bahaya listrik adalah terkelupasnya penekat, panas yang berlebihan pada kabel, dan kondisi basah.

The possible causes of dangers of electricity are damaged insulation, overheating of cables, and damp conditions.

Ilmuwan IPA



James Prescott Joule
(1818 – 1889)

James Prescott Joule adalah seorang ilmuwan Fisika yang berhasil membuktikan bahwa energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan. Energi hanya dapat berubah bentuk. Oleh karena itu, namanya diabadikan sebagai satuan energi.

Sumber: www.wikipedia.org

Salah satu perubahan bentuk energi listrik adalah menjadi energi panas. Untuk mengukur berapa besar energi yang diubah ke bentuk energi yang lain, diperlukan suatu perhitungan matematis.

Pada bab sebelumnya telah dibahas beda potensial listrik adalah banyaknya energi untuk memindahkan muatan listrik. Secara matematis dituliskan,

$$V = \frac{W}{Q} \quad (9-1)$$

Karena $Q = I t$

maka $V = \frac{W}{I t}$

atau $W = V I t$ (9-2)

dengan: W = energi listrik (joule)

V = tegangan listrik (volt)

I = kuat arus listrik (ampere)

t = selang waktu (sekon)

Dengan demikian, energi listrik dipengaruhi oleh beda potensial, kuat arus listrik, dan waktu.

Menurut Hukum Ohm, hubungan antara hambatan, tegangan, dan kuat arus adalah $V = IR$ atau $I = \frac{V}{R}$ sehingga energi listrik dapat ditulis dalam persamaan seperti berikut.

$$W = (IR) I t$$

$$W = I^2 R t$$

atau

$$W = V \frac{V}{R} t$$

$$W = \frac{V^2}{R} t$$

Satu joule sama dengan satu volt-ampere-sekon. Berdasarkan kesetaraan antara energi kalor dan energi listrik telah diperoleh satu kalori sama dengan 4,2 joule.

Contoh Soal 9.1

Suatu pemanas listrik dihubungkan dengan sumber tegangan 6 V dan arus listrik yang mengalir adalah sebesar 4 A. Jika pemanas itu dipakai selama 4 menit, hitung energi kalor yang dihasilkan pemanas tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui:

$$V = 6 \text{ volt}$$

$$I = 4 \text{ A}$$

$$t = 4 \text{ menit} = 4 \times 60 \text{ sekon} = 240 \text{ sekon}$$

Ditanyakan: energi kalor (W)

Jawab:

$$W = V I t$$

$$W = 6 \text{ V} \times 4 \text{ A} \times 240 \text{ s}$$

$$W = 5.760 \text{ joule}$$

Jadi, energi kalor yang dihasilkan setrika adalah 5.760 joule.

Contoh Soal 9.2

Setrika listrik bertegangan 220 V dihubungkan dengan sumber tegangan yang bernilai sama. Jika elemen pemanas setrika tersebut memiliki hambatan sebesar 1.000 ohm, berapa joule kalor yang dihasilkannya selama dua menit?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$V = 220 \text{ volt}$$

$$R = 1.000 \text{ A}$$

$$t = 5 \text{ menit} = 5 \times 60 \text{ sekon} = 300 \text{ sekon}$$

Ditanyakan: energi kalor yang dihasilkan (W)

Jawab:

$$W = \frac{V^2}{R} t$$

$$W = \frac{220^2}{1.000} \cdot 300$$

$$W = 14.520 \text{ joule}$$

Jadi, energi kalor yang dihasilkan adalah 14.520 joule.

Alat-alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kalor, misalnya setrika listrik dan pemanas air. Untuk lebih memahami perubahan energi listrik menjadi energi kalor yang terjadi pada kedua alat tersebut, pelajirlah pembahasan berikut.

a. Setrika Listrik

Pernahkah kamu menyetrika pakaian menggunakan setrika listrik? Di bagian dalam setrika listrik, terdapat komponen yang disebut pemanas (*heater*). Sebagian *heater* terdiri atas kawat halus yang terbuat dari nikel dan dililitkan pada mika.

Pembahasan UN

Sebuah penghantar listrik yang memiliki nilai hambatan 20 ohm selama 5 menit dialiri arus listrik sebesar 0,5 A. Besar energi listrik pada penghantar tersebut adalah

- a. 25 joule
- b. 1.500 joule
- c. 750 joule
- d. 250 joule

Jawaban (b)

$$t = 5 \text{ menit} = 300 \text{ s}$$

$$w = I^2 R t$$

$$= (0,5)^2 \cdot 20 \cdot 300$$

$$= 1.500 \text{ joule}$$



Sumber: www.upload.wikimedia.org

Gambar 9.2

Setrika

Bagaimanakah kawat kecil itu bisa menjadi panas? Pada saat arus listrik mengalir melalui kawat halus, elektron-elektron akan sulit mengalir melalui kawat karena hambatan kawat halus sangat besar. Elektron-elektron tersebut akan mengalami tumbukan dengan atom-atom kawat penghantar. Tumbukan tersebut menyebabkan kawat menjadi panas. Panas ini, kemudian dipindahkan pada logam yang dilekatkan pada kawat sehingga setrika listrik menjadi panas.

Setrika listrik adalah salah satu alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi panas atau energi kalor. Alat lain yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi panas, antara lain kompor listrik, solder listrik, dan pemanas air.

b. Pemanas Air

Apakah kamu pernah memasak air menggunakan pemanas air listrik? Pada pemanas air, energi listrik diubah menjadi energi kalor. Pemanas air listrik memiliki prinsip kerja yang sama dengan setrika listrik. Kedua alat tersebut memiliki elemen pemanas.

Pada pemanas air, elemen pemanas terbuat dari kawat nikrom, yaitu campuran antara nikel dan kromium. Kawat nikrom memiliki hambatan yang besar dan tahan terhadap suhu tinggi. Kawat ini dililitkan pada satu lempengan isolator tahan panas. Pada pemanas air tersebut, lilitan kawat nikrom dilapisi kembali oleh bahan isolator tahan panas agar penggunaannya lebih aman.



Sumber: www.daalderop.web.id

Gambar 9.3

Pemanas air

2. Perubahan Energi Listrik Menjadi Energi Cahaya

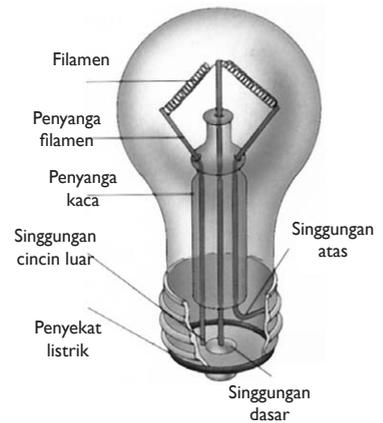
Lampu pijar adalah salah satu alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Bagian utama lampu pijar adalah kawat halus yang disebut filamen. Filamen ini terbuat dari kawat wolfram. Kawat wolfram memiliki titik leleh yang tinggi, yaitu sekitar 3.400°C . Kawat wolfram pada lampu pijar dilindungi dengan bejana kaca yang diisi dengan gas argon murni. Tujuannya untuk menjaga kawat wolfram agar tahan lama.

Ketika arus listrik melalui kawat halus yang memiliki hambatan besar, elektron-elektron akan bertumbukan dengan atom-atom kawat. Tumbukan pada kawat wolfram ini akan menimbulkan panas dan akan berpijar jika berada dalam ruang hampa udara. Akibatnya, kamu akan melihat lampu memancarkan cahaya.

Pada saat ini, orang lebih menyukai penggunaan lampu TL dibandingkan dengan lampu pijar, karena lampu TL menyala lebih terang dan lebih hemat listrik. Lampu TL terdiri atas sebuah tabung yang berisi gas neon. Loncatan api listrik yang terjadi akibat beda potensial yang cukup tinggi pada ujung-ujung lampu, menyebabkan tabung memancarkan cahaya ultraviolet. Lapisan fosfor yang berwarna putih pada tabung akan memendar sehingga lampu menyala terang.

Tugas 9.1

Pada subbab ini, kamu telah selesai mempelajari tentang perubahan energi. Namun, dalam bahasannya hanya diuraikan perubahan energi listrik menjadi energi bentuk lain, seperti energi gerak, energi cahaya, dan sebagainya. *Nah*, sekarang kamu buat kelompok belajar yang terdiri atas 3 – 4 orang. Carilah bagaimana cara menghasilkan energi listrik. Energi apa saja yang dapat diubah menjadi energi listrik? Diskusikan hasilnya di depan kelas bersama teman-temanmu dengan bimbingan gurumu.



Sumber: Ensiklopedia Iptek, 2007

Gambar 9.4

Lampu pijar

Soal Penguasaan Materi 9.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Setrika listrik memiliki tegangan sebesar 220 V dan dialiri arus listrik sebesar 2,5 A. Hitunglah besar energi listrik jika setrika dipakai selama 15 menit.
2. Berapa kalori kalor yang dihasilkan oleh penghantar yang hambatannya 40 ohm jika hambatan tersebut dipasang pada tegangan 12 volt selama 10 menit?

B. Daya Listrik

Pada saat kamu menggunakan lampu duduk ketika belajar, berapakah energi listrik yang kamu gunakan? Berapakah energi listrik yang digunakan setiap waktunya? Orang tuamu setiap awal bulan harus membayar rekening listrik. Sebenarnya besaran apakah yang dibayar oleh orang tuamu? Energi listrik yang bekerja pada suatu penghantar per satuan waktu disebut daya listrik. Energi listrik menyebabkan lampu pijar menyala dan setrika listrik panas. Energi listrik memberikan daya listrik untuk menyalakan televisi, kulkas, komputer, dan peralatan listrik lainnya.

Kamu telah mempelajari hubungan antara usaha dan energi yang menyatakan bahwa energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Daya listrik dapat diartikan sebagai usaha yang dilakukan setiap sekon. Secara matematis, daya listrik dituliskan sebagai berikut.

Informasi IPA



Pusat pembangkit tenaga listrik dapat menghasilkan listrik dalam jumlah besar. Setiap pusat pembangkit tenaga listrik menggunakan mesin turbin untuk memutar terowongan kincir generator sehingga menimbulkan arus listrik AC. Generator dapat menggunakan berbagai macam sumber energi untuk membangkitkan tenaga listrik, seperti kipas angin, air terjun, dan uap.

Sumber: *Science Encyclopedia*, 2000

$$P = \frac{W}{t} \quad (9-3)$$

dengan: P = daya listrik (watt)
 W = energi listrik (joule)
 t = selang waktu (sekon)

Dari persamaan-persamaan sebelumnya diketahui bahwa $W = VIt$ maka

$$P = \frac{VIt}{t} \quad (9-4)$$

Satuan daya listrik adalah joule/sekon atau watt (W).
1 joule/sekon = 1 volt-ampere = 1 watt

1 kW = 1.000 watt

1 MW = 1.000.000 watt

Dari Persamaan (9-4) dapat diketahui bahwa daya listrik merupakan perkalian antara beda potensial dan kuat arus listrik. Oleh sebab itu, pada setiap alat listrik selalu dicantumkan besarnya daya dan tegangan yang diperkenankan pada alat tersebut.

Sebuah lampu pijar yang bertuliskan 220 V, 100 W jika dipasang pada tegangan 220 V, akan mengalirkan energi listrik sebesar 100 joule setiap sekon. Akan tetapi, jika lampu tersebut dipasang pada tegangan di bawah 220 V, energinya akan kurang dari 100 watt. Akibatnya, kerja lampu pijar tersebut tidak maksimal.

Contoh Soal 9.3

Sebuah alat listrik dipasang pada tegangan 220 V dan menggunakan arus listrik sebesar 1 A. Hitunglah

- daya listriknya, dan
- energi yang digunakan dalam waktu 5 menit.

Penyelesaian:

Diketahui:

$V = 220 \text{ V}$

$I = 1 \text{ A}$

$t = 5 \text{ menit} = 5 \times 60 \text{ sekon} = 300 \text{ sekon}$

Ditanyakan:

- Daya listrik (P)
- Energi yang digunakan (W)

Jawab:

a. $P = VI$

$$P = 220 \text{ V} \times 1 \text{ A}$$

$$P = 220 \text{ watt}$$

Jadi, daya listrik yang digunakan sebesar 220 watt.

b. $W = P \times t$

$$W = 220 \text{ watt} \times 300 \text{ sekon}$$

$$W = 66.000 \text{ joule}$$

Jadi, energi yang digunakan selama 5 menit adalah 66.000 joule.

Contoh Soal 9.4

Lampu pijar berdaya 25 watt, dihubungkan dengan sumber tegangan. Ternyata, arus yang mengalir 0,2 A. Hitung potensial sumber tegangan itu.

Penyelesaian:

Diketahui: $P = 25 \text{ W}$

$$I = 0,2 \text{ A}$$

Ditanyakan: V

Jawab:

$$V = \frac{P}{I} = \frac{25 \text{ W}}{0,2 \text{ A}}$$

$$V = 125 \text{ volt}$$

I. Menghitung Energi Listrik

Pernahkah kamu membayar rekening listrik? Ketika kamu membayar rekening listrik, berarti kamu telah membayar energi listrik yang telah digunakan dalam waktu satu bulan. Energi listrik yang kamu bayar biasanya dinyatakan dalam satuan kilowattjam (kWh). Kilowattjam adalah jumlah kerja yang dilakukan sebesar 1 kilowatt dalam waktu satu jam. Jika kamu menyalakan lampu pijar 100 watt sebanyak 10 buah selama satu jam, berarti kamu telah menggunakan daya listrik sebesar satu kilowatt (1 kW). Untuk mengukur besarnya energi listrik yang telah digunakan, perusahaan listrik menggunakan alat ukur kWh meter yang dipasang di depan rumahmu.

$$1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ watt} \times 3.600 \text{ sekon} = 3.600.000 \text{ joule}$$



Gambar 9.5

kWh meter

Sumber: sora9n.files.wordpress.com

Petugas pencatat kWh meter dari perusahaan listrik akan datang setiap bulan untuk mengetahui berapa besar energi listrik yang telah digunakan pada bulan tersebut. Bagaimanakah cara menghitung energi listrik? Untuk mengetahuinya, pelajarilah contoh soal berikut.

Contoh Soal 9.5

Jika di rumahmu menggunakan 5 buah lampu pijar berdaya 40 watt dan dipakai selama 24 jam, berapakah energi yang harus dibayar jika setiap kWh berharga Rp90,00?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$P = 40 \text{ watt} = 0,04 \text{ kW}$$

$$t = 24 \text{ jam}$$

Ditanyakan: energi yang digunakan (W)

Jawab:

$$W = VI t$$

$$W = (5 \text{ buah lampu} \times 0,04 \text{ kW}) \times 24 \text{ jam}$$

$$W = 4,8 \text{ kWh}$$

Jadi, energi yang harus dibayar adalah

$$4,8 \text{ kWh} \times \text{Rp}90,00 = \text{Rp}432,00$$

Contoh Soal 9.6

Sebuah kompor listrik dengan spesifikasi 220 V, 1 kW digunakan selama 10 jam sehari. Jika tarif listrik Rp200,00 tiap kWh, berapa biaya yang harus dibayarkan selama 30 hari?

Penyelesaian:

$$\text{Diketahui: } V = 220 \text{ V}$$

$$P = 1 \text{ kW}$$

$$t = 10 \text{ jam} \times 30 = 300 \text{ jam}$$

$$1 \text{ kWh} = \text{Rp}200,00$$

Ditanyakan: biaya

Jawab:

$$\begin{aligned} W &= 1 \text{ kW} \times 300 \text{ jam} \\ &= 300 \text{ kWh} \\ \text{Biaya} &= 300 \text{ kWh} \times \text{Rp}200,00 \\ &= \text{Rp}60.000,00 \end{aligned}$$

Kamu dapat menghitung sendiri besar energi listrik yang telah digunakan setiap bulannya dengan cara melihat kWh meter (meteran listrik). Misalnya, bulan sebelumnya kWh meter rumahmu menunjukkan angka 006552 kWh dan bulan ini tercatat 006594 kWh. Selama satu bulan rumahmu telah menggunakan energi listrik sebesar $006594 \text{ kWh} - 006552 \text{ kWh} = 42 \text{ kWh}$. Pembayaran listrik setiap bulan tidak hanya energi listrik, tetapi ditambah biaya abonemen, yaitu biaya berlangganan pada perusahaan listrik serta biaya beban pemakaian melebihi 20 kWh, pemakaian melebihi 60 kWh, dan pajak. Perhatikanlah Gambar 9.6.

GPR KS
KANTOR PUSAT

BUKTI PEMBAYARAN TAGIHAN PLN

ID Pr1	: 515593189590	BL/TM	: 0807
Nama	: MARIMIN	LUBP	: 03640100-03658900
Tarif/Daya	: R1/ 900	UDP	: 00000000-00000000
Jml Tagihan	: Rp. 107.800	KUARH	: 00000000-00000000
MPO Ref	: 4806015378131037886		

PLN menyatakan struk ini sebagai bukti pembayaran yang sah

Admin Bank	: Rp.	2.500
TOTAL	: Rp.	110.300

Tgl. Bvr : 13-08-2007 10:46:17
IK50011: 11 0K50011L10



Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 9.6

Contoh rekening listrik

2. Cara Menghemat Listrik

Apakah kamu menyadari bahwa setiap bulan kamu telah membeli energi listrik yang tidak murah? Untuk itu, kamu harus berhemat dalam menggunakan energi listrik. Bagaimanakah cara menghemat energi listrik? Caranya adalah sebagai berikut.

- Menggunakan energi listrik sesuai kebutuhan.
- Menggunakan alat-alat listrik yang berdaya kecil, tetapi berkemampuan besar, misalnya penggunaan lampu neon.

- c. Penggunaan alat listrik diusahakan sesuai dengan waktu, misalnya untuk mencuci pakaian, menyetrika, dan memasak nasi tidak dilakukan pada malam hari karena beban listrik sedang tinggi.

Tugas 9.2

Sekarang kamu tentunya sudah memahami bagaimana cara menghitung biaya rekening listrikmu. Agar kamu dapat lebih memahaminya, coba kamu periksa tagihan rekening listrik rumahmu. Perhatikan informasi apa saja yang dapat kamu peroleh. Setelah itu, hitung kembali biaya tagihan rekening listrik rumahmu. Apakah tagihan rekening yang tiap bulan kamu terima dari PLN sesuai dengan perhitungannya?

Soal Penguasaan Materi 9.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Setrika listrik yang menggunakan arus 2 A dipasang pada tegangan 220 volt.
 - a. Berapa kilowatt daya setrika tersebut?
 - b. Berapa kilowatt energi yang dibutuhkan selama 2 jam?
2. Suatu rumah tangga berlangganan listrik dari PLN. Di dalam rumah terdapat 5 buah lampu 5 watt yang setiap harinya menyala selama 12 jam, pesawat TV 250 watt yang setiap hari menyala selama 8 jam, dan setrika listrik 250 watt yang menyala selama 2 jam setiap hari.
 - a. Berapa kWh energi listrik yang digunakan setiap hari?
 - b. Berapa kWh energi listrik yang digunakan selama 1 bulan (30 hari)?
 - c. Berapakah energi yang harus dibayar jika harga per kWh Rp250,-?

Rangkuman

- Energi listrik dapat diubah menjadi energi lain, di antaranya adalah energi panas, energi bunyi, energi cahaya, dan energi gerak.
- Energi listrik bergantung pada beda potensial listrik (V), arus listrik (I), dan selang waktu (t).

Energi listrik dirumuskan $W = VIt$. Karena

$$V = IR \text{ atau } I = \frac{V}{R}, \text{ energi listrik dapat}$$

ditulis sebagai berikut.

$$W = I^2 R t \text{ atau } W = \frac{V^2}{R} t$$

- Satuan energi listrik adalah joule (J).
- Alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kalor, di antaranya setrika listrik, solder listrik, dan kompor listrik.

- Daya listrik adalah banyaknya energi listrik yang diubah menjadi bentuk energi lain dalam satuan sekon.
- Daya listrik dirumuskan seperti berikut.

$$P = \frac{W}{t} \text{ atau } P = VI$$

- Satuan daya listrik adalah watt (1 VA = 1 J/s).
- Satuan daya yang lebih besar adalah kilowatt (kW) atau megawatt (MW).
1 kW = 1.000 watt
1 MW = 1.000.000 watt
- Satuan energi listrik yang lebih besar adalah kilowattjam (kWh)
1 kWh = 3.600.000 joule.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Energi dan Daya Listrik. Sangat bermanfaat, bukan? Saat ini manusia sangat bergantung pada energi listrik dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Apa jadinya kalau tidak ada energi listrik? Akan tetapi, cadangan energi listrik kita lama-kelamaan tidak akan dapat memenuhi keperluan energi listrik masyarakat yang semakin meningkat. Oleh karena itu,

dibutuhkan energi alternatif, seperti energi listrik dari pembangkit nuklir. Setujukah kamu?

Nah, sangat menarik, bukan? Setelah mempelajari bab ini, hendaknya kamu dapat memahami dengan baik konsep maupun pemanfaatan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari. Kesadaran betapa berarti dan mahalnnya energi listrik, semoga menjadikanmu hemat energi.

Tes Kompetensi Bab 9

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Perubahan energi yang terjadi pada setrika listrik adalah
 - energi listrik menjadi energi gerak
 - energi kimia menjadi energi kalor
 - energi kalor menjadi energi gerak
 - energi listrik menjadi energi kalor
- Perhatikan besaran-besaran berikut.
 - beda potensial
 - kuat arus listrik
 - hambatan
 - waktuBesaran yang memengaruhi energi listrik adalah
 - 1, 2, 3, dan 4
 - 1, 2, dan 3
 - 1 dan 3
 - 2 dan 4
- Jika solder listrik yang bertegangan 120 V dilalui arus sebesar 2 A selama satu sekon, besarnya energi kalor yang timbul adalah
 - 30 joule
 - 240 joule
 - 60 joule
 - 480 joule
- Sebuah lampu pijar bertuliskan 40 W, 220 V. Artinya, lampu itu
 - memiliki daya 220 volt, bertegangan 40 watt
 - dapat dilalui kuat arus listrik sebesar 5,5 A
 - memiliki hambatan 40 ohm
 - menggunakan energi 40 joule setiap detik jika dipasang pada tegangan sebesar 220 volt
- Dinamo listrik dipasang pada tegangan 110 V selama 5 menit. Ternyata energi yang terpakai adalah sebesar 132.000 joule. Besar arus yang mengalir pada dinamo adalah
 - 4 A
 - 23,8 A
 - 110 A
 - 240 A
- Sebuah lampu dengan hambatan 5 ohm, dinyalakan selama 15 sekon. Jika arus yang mengalir pada lampu 3 A, besarnya energi yang telah dipakai lampu adalah
 - 29 joule
 - 75 joule
 - 225 joule
 - 675 joule
- Sebuah setrika listrik bertuliskan 300 W, 24 V. Besar kuat arusnya adalah
 - 12,5 A
 - 1,25 A
 - 0,8 A
 - 0,08 A
- Sebuah pemanas air listrik memiliki tegangan 220 V dengan arus listrik yang digunakan sebesar 1,5 A. Daya listrik yang dihasilkan adalah
 - 160 watt
 - 330 watt
 - 3.200 watt
 - 320 watt
- Perhatikanlah satuan-satuan berikut.
 - volt-ampere
 - joule-sekon
 - joule/sekon
 - volt/ampereSatu watt sama dengan satu
 - 1, 2, 3, dan 4
 - 1, 2, dan 3
 - 1 dan 3
 - 2 dan 4
- Sebagai pelanggan listrik, setiap bulan kamu harus membayar biaya pemakaian
 - daya listrik
 - arus listrik
 - energi listrik
 - beda potensial listrik

11. Alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kalor adalah
 - a. solder listrik
 - b. kipas angin
 - c. dinamo
 - d. kulkas
12. Daya listrik adalah
 - a. banyaknya kuat arus listrik yang mengalir dalam setiap sekon
 - b. besarnya tegangan listrik pada ujung-ujung hambatan
 - c. banyaknya energi listrik yang diubah menjadi energi bentuk lain dalam satu sekon
 - d. perkalian kuat arus listrik dengan hambatan
13. Hal yang *tidak* memengaruhi besarnya kalor yang timbul pada alat pemanas listrik adalah
 - a. lamanya arus mengalir
 - b. besarnya hambatan
 - c. besarnya arus yang mengalir
 - d. bentuk alat pemanas
14. Energi listrik 2 MW ditransmisikan dengan tegangan sebesar 250 kV. Kuat arus yang mengalir pada rangkaian adalah
 - a. 4 A
 - b. 8 A
 - c. 80 A
 - d. 800 A
15. Seutas kawat dipasang pada tegangan 120 V dan arus listrik 2 A. Energi kalor yang ditimbulkan dalam kawat setiap sekon adalah
 - a. 12 kalori
 - b. 48 kalori
 - c. 57,6 kalori
 - d. 200 kalori

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Sebutkanlah dua contoh alat listrik yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi:
 - a. energi gerak,
 - b. energi kalor,
 - c. energi cahaya, dan
 - d. energi bunyi.
2. Apakah artinya sebuah solder listrik bertuliskan 250 W, 220 V?
3. Sebuah kompor listrik yang hambatannya 800 ohm dipasangkan pada tegangan 200 V selama 1 jam. Hitunglah besarnya energi listrik yang dipakai.
4. Sebuah alat pemanas listrik menghasilkan energi sebesar 6.400 joule setiap 60 sekon. Tentukanlah daya listriknya.
5. Suatu rumah setiap harinya rata-rata menggunakan mesin cuci berdaya 200 watt, kulkas berdaya 250 watt, dan pesawat TV berdaya 250 watt. Jika 1 bulan sama dengan 30 hari, hitunglah:
 - a. energi listrik yang dipakai selama sehari;
 - b. energi listrik yang dipakai selama sebulan;
 - c. energi listrik yang harus dibayar jika harga setiap bilangan 1 kWh sama dengan Rp250,00.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Sumber energi listrik dapat kamu peroleh, di antaranya dari baterai dan PLN (Perusahaan Listrik Negara). Sebutkan perbedaan antara kedua sumber energi tersebut.

Kegiatan Semester I

Dalam masyarakat umum, ada pendapat yang menyatakan bahwa tanaman jika disiram dengan air seni akan tumbuh dengan subur. Percayakah kamu dengan pendapat tersebut?

Pada kegiatan semester ini, kamu akan melakukan percobaan untuk membuktikan pendapat tentang manfaat air seni. Lakukan tugas ini bersama kelompokmu.

Tujuan

Membuktikan pengaruh air seni terhadap pertumbuhan tanaman

Alat dan bahan

Gelas kimia 100 mL, 2 buah pot tanaman sejenis, wadah plastik, air, dan alat tulis

Cara kerja

1. Tampunglah air seni dalam wadah plastik. Biarkan hingga sesuai suhu ruangan.
2. Siapkan dua buah pot berisi tanaman sejenis. Siram pot pertama dengan 50 mL air seni dan pot kedua dengan 50 mL air bening. Lakukan penyiraman setiap pagi dan sore hari. Simpan kedua pot di luar ruangan.
3. Lakukan kegiatan penyiraman hingga tiga minggu. Catat keadaan kedua tanaman dalam tabel seperti berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

Hari ke-	Pot I			Pot II		
	Tinggi	Warna Daun	Jumlah Daun	Tinggi	Warna Daun	Jumlah Daun
1.
2.
3.
4.
5.

4. Buatlah laporan percobaan ini, kemudian presentasikan hasilnya di depan kelas saat diskusi kelas.

Tes Kompetensi Semester I

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Tiga lapisan ginjal dari dalam ke luar yang benar adalah
 - a. medula – pelvis – korteks
 - b. korteks – medula – pelvis
 - c. pelvis – korteks – medula
 - d. pelvis – medula – korteks
2. Kapsul Bowman adalah bagian dari ... ginjal.
 - a. medula
 - b. pelvis
 - c. korteks
 - d. ureter
3. Urea adalah salah satu zat sisa metabolisme yang berwarna kuning karena mengandung zat warna empedu. Urea diekskresikan oleh organ
 - a. ginjal
 - b. hati
 - c. kulit
 - d. empedu
4. Orang yang menderita diabetes baik melitus maupun insipidus sama-sama memiliki kelainan dalam hal
 - a. kerusakan pembuluh darah
 - b. kemampuan ginjal menyerap zat
 - c. komposisi zat yang terkandung dalam urine
 - d. pembentukan hormon insulin
5. Hormon kelamin jantan (testosteron) dihasilkan oleh organ jantan, yaitu
 - a. penis
 - b. testis
 - c. skrotum
 - d. epididimis
6. Organ kelamin laki-laki atau perempuan yang sama-sama menghasilkan hormon kelamin adalah
 - a. testis dan ovarium
 - b. testis dan saluran telur
 - c. skrotum dan rahim
 - d. skrotum dan ovarium
7. Pembelahan mitosis pada oogenesis terjadi saat pembelahan
 - a. spermatid
 - b. spermatisit
 - c. sel induk telur
 - d. oosit
8. Berikut ini yang *bukan* fungsi LH pada wanita adalah
 - a. merangsang produksi estrogen
 - b. merangsang endometrium agar kokoh dan kuat
 - c. merangsang ovulasi
 - d. merangsang produksi progesteron
9. Reproduksi suatu spesies sangat penting dalam suatu ekosistem karena
 - a. agar tidak memutuskan satu rantai makanan
 - b. agar spesies tersebut tidak cepat punah
 - c. agar keseimbangan alam tidak terjaga
 - d. agar kelangsungan hidup berjalan alami
10. Saraf sensoris, saraf penghubung, dan saraf motoris adalah pembagian sel saraf berdasarkan
 - a. struktur
 - b. tempat
 - c. bentuk
 - d. fungsi
11. Otak adalah pusat sistem saraf karena alasan berikut, *kecuali*
 - a. sebagai pengatur sistem-sistem organ
 - b. terkandung banyak saraf penghubung
 - c. rangsang diterima otak dulu sebelum ditentukan responnya
 - d. otak adalah bagian kepala yang dominan
12. Aliran rangsang terjadi cepat karena rangsangan yang mengalir merupakan rangsangan
 - a. listrik dan kimia
 - b. listrik
 - c. kimia
 - d. mekanik dan listrik
13. Rangsangan yang datang mengenai tubuh kita diterima oleh alat indra kita. Oleh karena itu, sel saraf pada alat indra merupakan sel saraf
 - a. penghubung
 - b. motoris
 - c. sensoris
 - d. simpatis

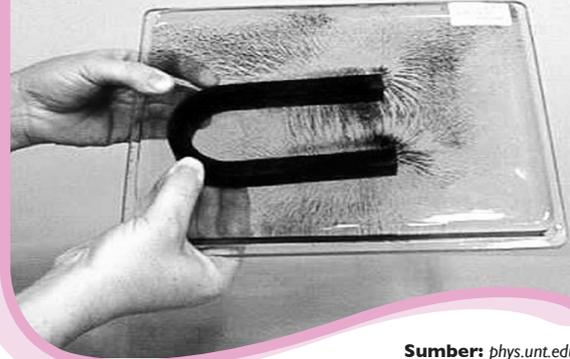
14. Jika seseorang menderita mati rasa saat kulitnya menerima rangsangan, berarti pada kulitnya terjadi gangguan
 - a. sel sensoris dari otaknya
 - b. sel sensoris pada lapisan dermis kulitnya
 - c. sel motoris pada lapisan dermis kulitnya
 - d. sel motoris menuju otaknya
15. Manusia adalah salah satu makhluk hidup berkemampuan adaptasinya tinggi karena
 - a. secara fisiologis manusia bisa memakan apa saja
 - b. kemampuan reproduksinya tidak memadai
 - c. mempunyai akal untuk mengatasi situasi sulit
 - d. morfologi tubuhnya sesuai untuk kondisi apapun
16. Berikut ini yang *bukan* penyebab punahnya suatu makhluk hidup adalah
 - a. perubahan kondisi lingkungan yang ekstrim
 - b. tidak mampu bereproduksi
 - c. tidak memiliki variasi
 - d. persaingan dengan jenis makhluk hidup lain untuk memperebutkan mangsa
17. Di musim dingin hewan-hewan tertentu memiliki bulu yang tebal. Hal ini adalah salah satu bentuk adaptasi
 - a. morfologi
 - b. fisiologi
 - c. tingkah laku
 - d. seleksi alam
18. Rangkaian peristiwa saat terjadi reproduksi pada tumbuhan biji yang benar adalah
 - a. pertumbuhan serbuk sari dan sel telur – penyerbukan – pembuahan – berbiji
 - b. pertumbuhan serbuk sari dan sel telur – pembuahan – penyerbukan – berbiji
 - c. pembuahan – berbiji – pertumbuhan serbuk sari dan sel telur – penyerbukan
 - d. pembuahan – pertumbuhan serbuk sari dan sel telur – penyerbukan – berbiji
19. Makhluk hidup tingkat rendah hanya bisa melakukan perkembangbiakan vegetatif karena
 - a. prosesnya cepat dan mudah
 - b. organ reproduksinya belum ada
 - c. cara generatif lebih rumit
 - d. belum memerlukan keturunan yang banyak
20. Bagian sel yang terlibat langsung dalam pewarisan sifat adalah
 - a. inti
 - b. kromosom
 - c. gen
 - d. anak inti
21. Kucing memiliki 32 kromosom. Jumlah gonosomnya adalah
 - a. 2 buah
 - b. Sepasang
 - c. 30 buah
 - d. 16 pasang
22. Hasil persilangan monohibrid dan intermediet menghasilkan rasio fenotipe F_2 yang berbeda. Rasio fenotipe F_2 dari persilangan intermediet dengan genotipe P_2 yang dua-duanya heterozigot adalah
 - a. 1 : 3
 - b. 1 : 2 : 1
 - c. 3 : 1
 - d. 1 : 1
23. Salah satu manfaat ditemukannya teknik persilangan antara lain untuk menemukan bibit unggul. Salah satu cara yang digunakan untuk menghasilkan bibit unggul adalah
 - a. kloning
 - b. bayi tabung
 - c. rekayasa genetika
 - d. inseminasi buatan
24. Produk makanan atau minuman yang tidak dibuat dengan proses fermentasi adalah
 - a. tape
 - b. minuman beralkohol
 - c. roti
 - d. tempe
25. Bioteknologi berkembang seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Namun, pada dasarnya perkembangan ini disesuaikan dengan
 - a. kebutuhan pada masa itu
 - b. keinginan para ilmuwan
 - c. ketersediaan dana
 - d. persaingan di bidang ekonomi
26. Sistem ekskresi sebenarnya mengandung makna
 - a. pengeluaran zat sisa metabolisme
 - b. pengeluaran semua zat sisa metabolisme yang tidak bisa digunakan lagi
 - c. pengeluaran zat sisa metabolisme dan penyerapan kembali zat sisa yang masih diperlukan
 - d. pengeluaran zat sisa metabolisme agar bisa diserap kembali seluruhnya

27. Sifat yang selalu muncul pada setiap generasi disebut
- sifat dominan
 - sifat resesif
 - sifat intermediet
 - sifat fenotipe
28. Jamur yang berperan dalam pembuatan tape adalah
- Saccharomyces cervisiae*
 - Rhizopus* sp.
 - Aspergillus*
 - Acetobacter*
29. Kotoran hewan merupakan bahan utama dalam pembuatan
- biomassa
 - biogas
 - bioter
 - biofarma
30. Berikut ini merupakan produk bioteknologi di bidang teknologi reproduksi, *kecuali*
- bayi tabung
 - inseminasi buatan
 - kloning
 - hidroponik
31. Perhatikan pernyataan berikut.
- Muatan listrik yang sejenis saling menolak.
 - Benda bermuatan positif bila jumlah elektron lebih banyak daripada jumlah proton.
 - Muatan listrik yang tidak sejenis tarik-menarik.
 - Benda bermuatan negatif jika jumlah proton lebih banyak daripada jumlah elektron.
- Sifat-sifat dari bermuatan listrik yang benar sesuai pernyataan nomor
- 1 dan 2
 - 1 dan 3
 - 2 dan 3
 - 2 dan 4
32. Penggaris yang digosokkan pada kain wol akan bermuatan negatif karena
- elektron pindah dari penggaris ke kain wol
 - proton pindah dari penggaris ke kain wol
 - elektron pindah dari kain wol ke penggaris
 - proton pindah dari kain wol ke penggaris
33. Benda A menolak benda B, benda B menarik benda C, dan benda C menarik benda D yang bermuatan positif maka
- benda A positif, B negatif, dan C positif
 - benda A negatif, B positif, dan C positif
 - benda A positif, B positif, dan C negatif
 - benda A positif, B negatif, dan C negatif
34. Kutub positif pada elemen volta adalah
- Pb (timbel)
 - Cu (tembaga)
 - Zn (seng)
 - C (karbon)
35. Anoda pada elemen kering terbuat dari
- tembaga
 - karbon
 - seng
 - timbel
36. Pada setrika listrik yang bertegangan 220 V, dialirkan arus sebesar 2,5 A selama 5 menit. Besar energi listrik yang digunakan adalah
- 550 joule
 - 110 joule
 - 2.750 joule
 - 165.000 joule
37. Sebuah setrika listrik berdaya 400 watt, jika setiap harinya digunakan selama 2 jam maka usaha setrika selama 30 hari adalah
- 24 kWh
 - 2.400 kWh
 - 12.000 kWh
 - 24.000 kWh
38. 1 kWh sama dengan
- 3.600 joule
 - 36.000 joule
 - 360.000 joule
 - 3.600.000 joule
39. Persamaan daya listrik yang benar adalah
- $P = \frac{V}{I}$
 - $P = \frac{I^2}{R}$
 - $P = \frac{V^2}{R}$
 - $P = IR$
40. Kecepatan suatu alat listrik untuk mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain disebut
- energi listrik
 - daya listrik
 - potensial listrik
 - hambatan listrik

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Jelaskan proses pembentukan urin.
2. Bagaimana menstruasi terjadi pada wanita?
3. Gambarkan sebuah sel saraf, kemudian tunjukkan bagian-bagiannya dan jelaskan fungsinya.
4. Apakah perbedaan dari perkembangbiakan vegetatif dengan perkembangbiakan generatif? Berikan contoh masing-masing dua.
5. Seekor kucing jantan yang memiliki sifat telinga panjang bulu tebal (TtBb) dikawinkan dengan seekor kucing betina yang memiliki sifat telinga panjang bulu tebal (TtBb). Bagaimanakah sifat fenotipe dan genotipe anak-anaknya?
6. Tuliskan contoh produk yang pembuatannya dengan bioteknologi modern masing-masing tiga.
7. Tuliskan fungsi hati dalam tubuh kita.
8. Apa sajakah partikel-partikel penyusun inti atom?
9. Apakah nama alat untuk mengukur:
 - a. kuat arus listrik ?
 - b. beda potensial listrik ?
10. Tuliskan persamaan energi listrik dan sebutkan satuannya?

Bab 10



Sumber: *phys.unt.edu*

Kemagnetan

Hasil yang harus kamu capai:

memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- menyelidiki gejala kemagnetan dan cara membuat magnet;
- mendeskripsikan pemanfaatan kemagnetan dalam produk teknologi.

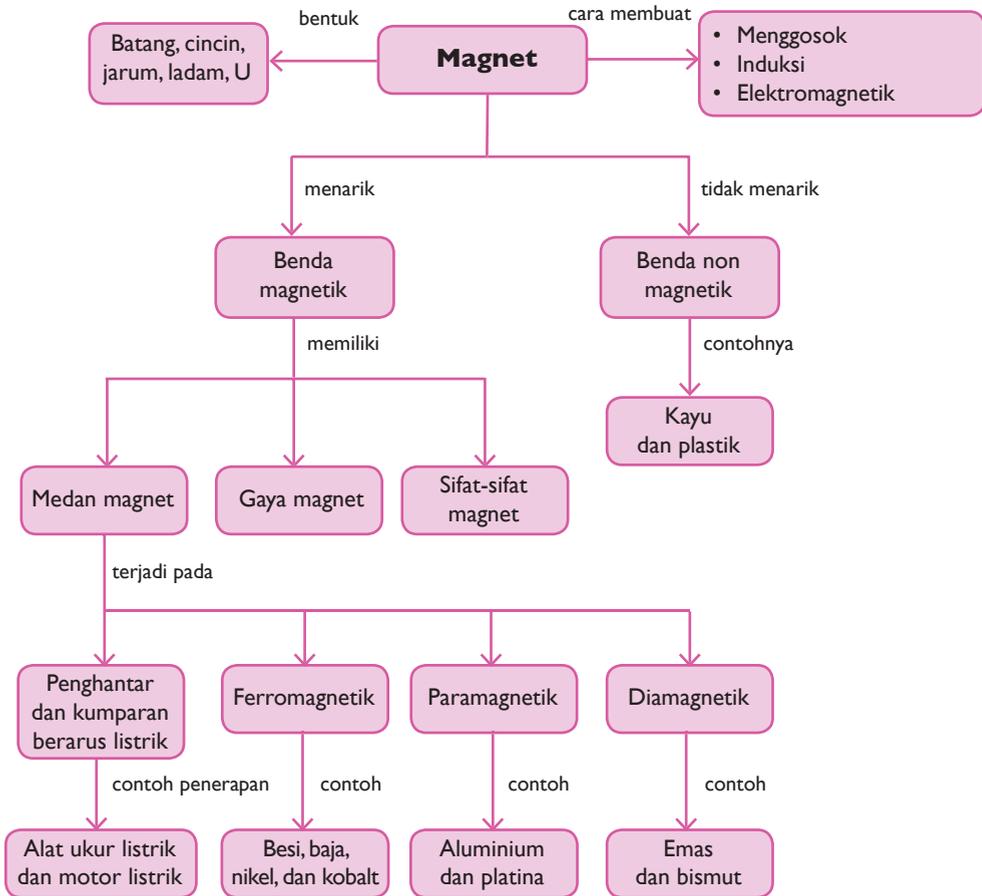
Magnet adalah suatu benda yang memiliki sifat dapat menarik benda magnetik. Magnet memiliki sifat tertentu yang dapat dimanfaatkan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Melalui kemampuan berpikirnya, manusia telah menggunakan magnet untuk berbagai peralatan, antara lain pada alat ukur listrik, dinamo, televisi, dan telepon. Terdapat berbagai bentuk magnet, yaitu magnet batang, magnet ladam atau tapal kuda, magnet jarum, dan magnet berbentuk huruf U.

Pada bab ini akan dibahas mengenai sifat magnet, macam-macam magnet, sifat magnet bumi, dan hubungan antara sifat magnet dan listrik. Untuk itu, perhatikan setiap uraian di dalam bab ini dengan saksama.

- A. Sifat-Sifat Magnet
- B. Cara Membuat Magnet
- C. Bumi Memiliki Sifat Magnet
- D. Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik
- E. Pemanfaatan Kemagnetan dalam Produk Teknologi

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.



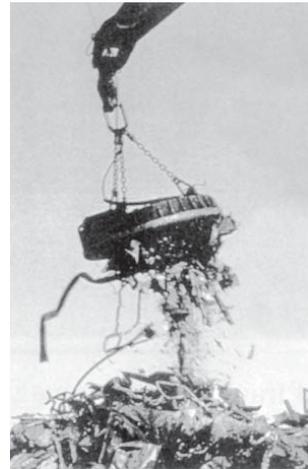
Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Dapatkah kemagnetan yang dimiliki suatu magnet hilang? Jelaskan.
2. Bagaimana cara membuat sifat magnet benda?
3. Apa saja manfaat magnet dalam kehidupan manusia?

A. Sifat-Sifat Magnet

Pernahkah kamu melihat dan menggunakan magnet? Apakah yang terjadi jika sebuah magnet didekatkan pada benda yang terbuat dari logam seperti sendok, paku, atau peniti? Apakah benda-benda tersebut akan tertarik oleh magnet? Bermain-main dengan batang magnet sangat menarik. Magnet dapat membuat sendok, paku, dan peniti melekat, seperti orang yang berpegangan tangan. Di daerah Magnesia kira-kira 600 tahun sebelum masehi, bangsa Yunani telah menemukan suatu bahan yang memiliki sifat dapat menarik benda-benda lain. Thales, seorang ahli Matematika dan Astronomi berkebangsaan Yunani banyak menaruh perhatian pada benda ini. Bahkan, Albert Einstein ilmuwan besar Fisika selalu mengingat kenangan yang sangat indah ketika diberi mainan jarum kompas oleh ayahnya pada hari ulang tahunnya yang ke-4.



Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer, 2000

Gambar 10.1

Magnet dapat menarik benda yang terbuat dari logam.

1. Benda Magnetik dan Benda Nonmagnetik

Pernahkah kamu mencoba mendekati suatu magnet pada beberapa benda? Apakah dari benda-benda tersebut ada yang dapat ditarik magnet? Untuk memahami gejala kemagnetan ini, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.1.

Ayo Coba 10.1

Tujuan

Mengamati kemagnetan beberapa bahan

Alat dan bahan

Beberapa jenis logam, misalnya paku besi, paku baja, bahan kuningan, benda yang terbuat dari seng, benda dari bahan plastik, kertas, benda yang terbuat dari kayu, serta sebuah magnet batang

Cara kerja

Dekatkanlah magnet batang pada benda-benda tadi. Amatilah benda-benda mana saja yang dapat ditarik oleh magnet. Masukkan hasil pengamatanmu pada tabel hasil pengamatan berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

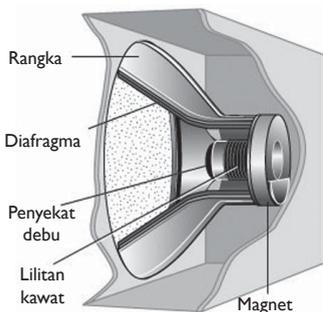
No.	Nama Benda	Ditarik Kuat	Ditarik Lemah	Tidak Ditarik
1	Paku besi	...	...	...
2	Paku baja	...	...	...
3	Bahan kuningan	...	...	...
4	Bahan seng	...	...	...
5	Bahan plastik	...	...	...
6	Kertas	...	...	...
7	Kayu	...	...	...

Pertanyaan

1. Apakah semua bahan dapat ditarik oleh magnet?
2. Kelompokkan bahan-bahan yang dapat ditarik oleh magnet dan bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet.

Tidak semua bahan dapat ditarik oleh magnet. Ada bahan yang dapat ditarik dengan kuat oleh magnet dan ada juga yang tidak dapat ditarik oleh magnet. Bahan-bahan yang dapat ditarik oleh magnet disebut bahan magnetik, misalnya besi, nikel, baja, dan kobalt. Bahan-bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet disebut bahan nonmagnetik, misalnya kayu, plastik, kertas, dan karet.

Berdasarkan kuat atau tidaknya magnet menarik benda, sifat bahan magnet dibedakan menjadi tiga, yaitu ferromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik. Bahan ferromagnetik adalah bahan yang sangat kuat ditarik magnet, misalnya besi, baja, nikel, dan kobalt. Bahan paramagnetik adalah bahan-bahan yang ditarik dengan lemah oleh magnet, misalnya aluminium dan platina. Bahan diamagnetik adalah bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet, bahkan sedikit ditolak, misalnya emas dan bismut.



Sumber: cache.eb.com

Gambar 10.2

Loudspeaker dan bagian-bagiannya

2. Jenis-Jenis Magnet

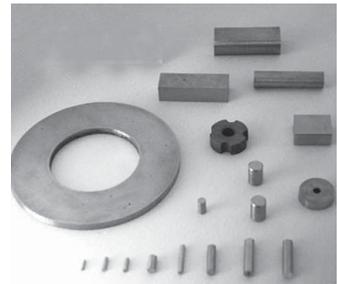
Kamu mungkin sering menemukan magnet yang terbuat dari bahan logam keras. Logam ini pada awalnya sukar untuk dijadikan magnet. Namun, jika logam ini telah menjadi magnet maka kemagnetannya akan bertahan lama. Jenis magnet seperti ini disebut magnet keras atau magnet permanen, misalnya magnet baja. Magnet permanen banyak digunakan dalam *loudspeaker* (pengeras suara), alat ukur listrik, pita kaset, dan disket. Magnet yang merupakan bagian dari *loudspeaker* diperlihatkan pada Gambar 10.2.

Terdapat jenis bahan yang jika telah dijadikan magnet, sifat kemagnetannya tidak bertahan lama. Magnet seperti ini disebut magnet lunak atau magnet sementara. Bahan seperti ini mudah dijadikan magnet, namun mudah pula hilang sifat kemagnetannya, contoh bahannya adalah besi.

3. Kutub-Kutub Magnet

Magnet memiliki bentuk yang berbeda-beda, seperti bentuk batang, cincin, jarum, atau tapal kuda (ladam). Magnet memiliki sifat yang sama, walaupun berbeda bentuk dan ukuran.

Untuk mempelajari sifat-sifat magnet, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.2.



Sumber: global-b2b-network.com

Gambar 10.3

Berbagai macam bentuk magnet.

Ayo Coba 10.2

Tujuan

Mengamati arah kutub magnet pada magnet bebas

Alat dan bahan

Magnet jarum (kompas), magnet batang, statif, dan benang

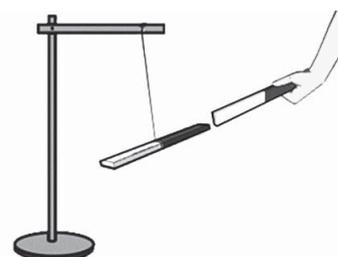
Cara kerja

1. Letakkanlah kompas di atas meja. Kemudian, amati ujung-ujung jarum kompas.
2. Gantungkanlah magnet batang dengan benang (usahakan kedudukannya setimbang). Amatilah arah yang ditunjukkan oleh magnet batang tersebut. Berilah sedikit gangguan pada magnet jarum tersebut. Kemudian, perhatikan arah yang ditunjukkan oleh magnet jarum.

Pertanyaan

1. Ke manakah arah yang ditunjukkan magnet jarum?
2. Ke manakah arah yang ditunjukkan magnet batang?
3. Berilah kesimpulan dari hasil percobaan tersebut.

Dalam keadaan bebas, magnet kompas selalu mengarah ke utara dan selatan geografi Bumi. Hal ini menunjukkan bahwa magnet memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Manakah kutub utara magnet dan manakah kutub selatan magnet? Ujung magnet yang selalu mengarah ke utara disebut kutub utara magnet, yang mengarah ke selatan disebut kutub selatan magnet. Untuk mengetahui sifat kutub magnet, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.3.



Gambar 10.4

Skema alat percobaan

Ayo Coba 10.3

Tujuan

Mengamati sifat tarik-menarik dan tolak-menolak pada kutub magnet

Alat dan bahan

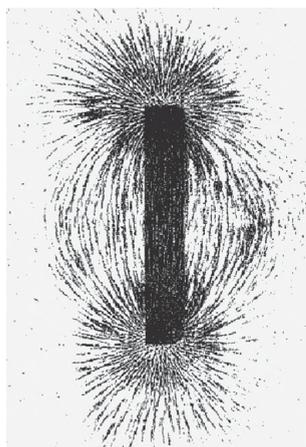
Dua magnet batang yang kedua kutubnya memiliki ciri, benang, dan statif

Cara kerja

1. Gantungkanlah salah satu magnet batang pada statif menggunakan benang.
2. Dekatkanlah kutub utara magnet batang pada kutub utara magnet batang yang digantung. Perhatikan gambar. Amatilah gerakan magnet yang terjadi.
3. Ulangilah langkah ke-2 tersebut, tetapi dengan mendekatkan kutub selatan magnet pada kutub utara magnet yang digantung. Amatilah gerakan magnet yang terjadi.
4. Ulangilah langkah ke-3 di atas untuk kutub-kutub magnet yang lain.

Pertanyaan

1. Apakah yang terjadi ketika kutub magnet sejenis didekatkan?
2. Apakah yang terjadi ketika kutub magnet tidak sejenis didekatkan?
3. Apakah yang dapat kamu simpulkan dari hasil percobaan tersebut?



Sumber: people.web.psi.ch

Gambar 10.5

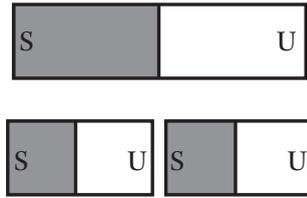
Ujung-ujung magnet batang menarik serbuk besi.

Kamu telah mengetahui bahwa batang magnet memiliki dua kutub yang berbeda, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub magnet tersebut dapat berinteraksi dengan kutub-kutub magnet yang lain. Kutub-kutub magnet yang sejenis akan tolak-menolak, misalnya kutub utara akan menolak kutub utara magnet yang lain, begitu pula antara kutub selatan dengan kutub selatan. Kutub-kutub tidak sejenis akan tarik-menarik, misalnya kutub utara dengan kutub selatan. Sifat inilah yang menyebabkan magnet jarum pada kompas mengarah ke Utara dan Selatan geografi Bumi. Kutub utara magnet jarum pada kompas mengarah ke utara arah mata angin, hal itu menunjukkan bahwa di utara geografi bumi terdapat kutub selatan magnet bumi. Di selatan bumi terdapat kutub utara magnet bumi.

Sebuah magnet batang akan menarik dengan kuat bahan magnetik pada kedua ujungnya sebab kutub-kutub magnet batang terletak di ujung-ujungnya. Coba kamu perhatikan Gambar 10.5.

Serbuk besi menunjukkan garis gaya medan magnet. Garis gaya pada kedua ujungnya terlihat rapat dan magnet akan menarik atau menolak lebih kuat.

Jika kamu memotong sebuah magnet, secara otomatis setiap potongan magnet akan membentuk pasangan kutub utara dan kutub selatan. Perhatikanlah Gambar 10.6.



Gambar 10.6

Kutub-kutub sebuah magnet setelah dipotong.

4. Medan Magnet

Dekatkanlah olehmu sebuah magnet pada sebuah benda magnetik sehingga kedua benda tersebut menyatu. Jauhkan perlahan-lahan magnet dari benda tersebut. Apakah magnet akan selalu menarik benda itu? Baik magnet permanen maupun magnet sementara menghasilkan medan magnet yang melingkupi daerah tertentu. Apakah medan magnet itu? Untuk menjawabnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.4 berikut.

Ayo Coba 10.4

Tujuan

Mengamati garis gaya magnet

Alat dan bahan

Magnet batang, kertas, dan serbuk besi

Cara kerja

Letakkanlah magnet batang di bawah kertas HVS. Taburkanlah serbuk besi di atas kertas sehingga merata ke seluruh permukaan. Amatilah sebaran serbuk besi yang terjadi.

Pertanyaan

1. Apakah yang terjadi pada serbuk besi ketika ditaburkan di atas magnet?
2. Bagaimanakah pola-pola yang dibentuk oleh serbuk besi itu? Cobalah kamu gambarkan.

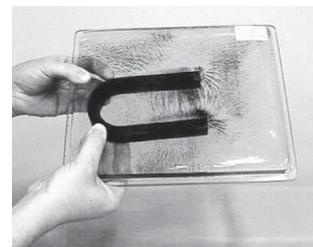
Pengaruh medan magnet pada benda-benda lain memiliki batas tertentu dan tidak semua daerah mendapat pengaruh medan magnet yang sama kuat. Besarnya pengaruh medan magnet bergantung pada banyaknya garis gaya yang menembus suatu luas tertentu di sekitar benda magnet. Pola medan magnet tidak dapat dilihat, dengan cara meletakkan selembar kertas di atas sebuah magnet dan menaburkan serbuk besi di atas kertas tersebut. Dari kegiatan Ayo Coba 10.4, kamu dapat mengamati serbuk besi akan membentuk pola-pola, seperti tangkai yang bersumber pada masing-masing kutub magnet. Pola medan magnet ini diperlihatkan pada Gambar 10.7.

Hal Penting

Key Point

Medan magnet adalah daerah di sekitar magnet di mana benda magnetik lain mengalami gaya magnetik.

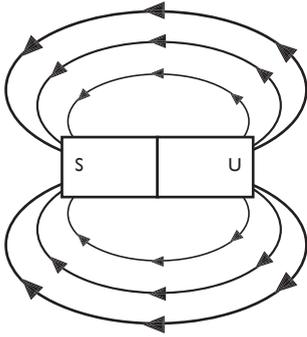
A magnetic field is the region around a magnet where other magnetic objects experience a magnetic force.



Sumber: www.phys.unt.edu

Gambar 10.7

Pola medan magnet



Gambar 10.8

Garis-garis gaya magnet

Medan magnet dapat digambarkan dengan garis khayal yang disebut garis-garis gaya magnet. Perhatikan Gambar 10.8. Untuk menggambarkan garis-garis gaya magnet, aturannya adalah sebagai berikut.

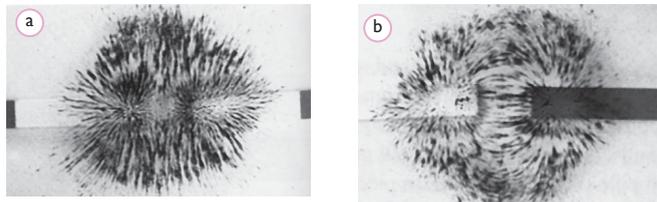
1. Garis-garis gaya magnet tidak pernah saling berpotongan.
2. Garis-garis gaya magnet selalu keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan membentuk kurva tertutup.
3. Daerah yang garis gaya magnetnya rapat, menunjukkan medan magnet kuat, sedangkan daerah yang garis gaya magnetnya renggang, menunjukkan medan magnetnya lemah.

Medan magnet yang paling kuat terletak di kedua ujung kutub-kutub magnet. Dengan mengetahui pola garis gaya magnet, kamu dapat menjelaskan peristiwa tolak-menolak dan tarik-menarik antarkutub sejenis dan tidak sejenis.

Perhatikanlah Gambar 10.9, gambar tersebut menunjukkan pola garis gaya magnet kutub utara-utara dan kutub utara-selatan. Garis-garis gaya magnet yang sejenis, misalnya kutub utara dengan kutub utara tidak saling bertemu sehingga akan saling menolak. Garis-garis gaya kutub magnet yang tidak sejenis akan saling berhubungan sehingga akan tarik-menarik.

Gambar 10.9

- (a) Pola garis gaya kutub utara-utara, dan (b) Pola garis gaya kutub utara-selatan.



Sumber: Contemporary College Physics, 1993

Soal Penguasaan Materi 10.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Mengapa benda-benda magnetik lebih mudah dijadikan magnet?
2. Jika magnet batang dipotong menjadi tiga bagian, sebutkanlah masing-masing kutubnya.

B. Cara Membuat Magnet

Alangkah senangnya jika kamu dapat bermain-main dengan magnet. Namun, akan lebih menyenangkan lagi jika kamu dapat membuatnya. Bagaimanakah cara membuat magnet? Ada tiga cara untuk mendapatkan magnet, yaitu dengan cara menggosok, induksi, dan elektromagnetik. Marilah kita pelajari satu-persatu.

1. Membuat Magnet dengan Cara Menggosok

Untuk mengetahui bagaimana cara membuat magnet dengan cara menggosok, lakukan kegiatan Ayo Coba 10.5 berikut.

Ayo Coba 10.5

Tujuan

Membuat magnet dengan cara menggosok

Alat dan bahan

Magnet permanen (magnet batang), sebuah paku yang terbuat dari besi atau baja, dan jepitan kertas (klip)

Cara kerja

1. Dekatkan paku baja pada jepitan kertas. Amati yang terjadi.
2. Gosokkanlah magnet batang beberapa kali pada paku dengan arah tertentu (searah).
3. Dekatkanlah paku baja yang telah digosok pada jepitan kertas. Amatilah peristiwa yang terjadi.

Pertanyaan

1. Apakah batang paku dapat menarik jepitan kertas sebelum paku tersebut digosok?
2. Apakah batang paku dapat menarik jepitan kertas setelah paku tersebut digosok?
3. Berilah kesimpulanmu dari kegiatan tersebut.

Baja atau besi dapat menjadi magnet setelah digosok oleh magnet permanen. Mengapa hal ini terjadi? Menurut teori kemagnetan, setiap bahan magnetik tersusun oleh magnet-magnet kecil yang disebut magnet elementer. Bahan magnet permanen memiliki susunan magnet elementer yang arahnya teratur, sedangkan pada bahan yang belum menjadi magnet arah magnet elementernya tidak teratur. Perhatikanlah Gambar 10.10.

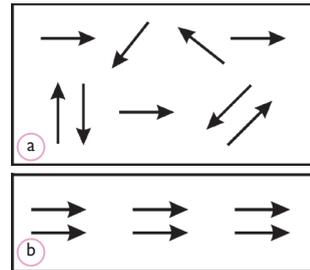
Menggosok baja dengan magnet permanen pada arah tertentu membuat susunan magnet elementer menjadi teratur. Kutub magnet yang dihasilkan dari bahan yang digosok berlawanan dengan magnet penggosoknya. Perhatikanlah Gambar 10.11.

Informasi IPA



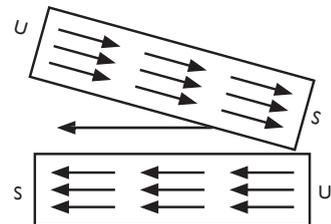
Scanner MRI (*Magnetic Resonance Image*) digunakan untuk menggambarkan jaringan di dalam tubuh. Alat ini bekerja dengan menghasilkan medan magnetik yang besarnya mencapai 60.000 kali lebih kuat daripada intensitas medan magnetik bumi.

Sumber: *Conceptual Physics*, 1998



Gambar 10.10

- (a) benda nonmagnetik
(b) benda magnetik



Gambar 10.11

Kutub magnet permanen berlawanan dengan magnet hasil penggosokan.

2. Membuat Magnet dengan Cara Induksi

Membuat magnet selain dengan cara digosok ada juga dengan cara induksi, yaitu mendekatkan magnet permanen yang cukup kuat pada benda yang akan dijadikan magnet. Untuk lebih jelasnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.6 berikut.

Ayo Coba 10.6

Tujuan

Membuat magnet dengan cara induksi

Alat dan bahan

Sediakanlah paku besi dan paku baja berukuran 10 cm, magnet batang, dan jepitan kertas

Cara kerja

1. Tempelkan paku besi pada magnet batang, lalu dekatkan paku tersebut pada jepitan kertas. Amatilah peristiwa yang terjadi.
2. Lakukanlah langkah ke-1 di atas pada paku baja. Amatilah yang terjadi.
3. Pisahkanlah kedua paku dari magnet batang. Lalu, dekatkan kedua paku tersebut pada jepitan kertas. Paku yang terbuat dari bahan apakah yang kemagnetannya lebih tahan lama?

Pertanyaan

1. Apakah paku besi dan baja dapat menarik jepitan kertas ketika ditempelkan pada magnet batang?
2. Bahan apakah yang kemagnetannya bertahan lebih lama?
3. Berilah kesimpulan dari kegiatan tersebut.



Gambar 10.12

Paku besi terinduksi menjadi magnet ketika ditempelkan pada magnet batang.

Bahan bukan magnet dapat berubah menjadi magnet dengan cara ditempelkan pada magnet permanen yang cukup kuat. Magnet yang terjadi itu disebut magnet induksi. Setelah paku besi dan baja kamu pisahkan dari magnet permanen, ternyata sifat kemagnetan baja akan bertahan lama. Sementara itu, sifat kemagnetan besi akan cepat hilang. Hal ini menunjukkan baja sangat baik untuk dijadikan magnet permanen.

3. Membuat Magnet dengan Cara Elektromagnetik

Membuat magnet dengan cara elektromagnetik adalah dengan mengalirkan arus listrik pada kawat yang dililitkan pada bahan tertentu. Sebelum membahasnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.7.

Ayo Coba 10.7

Tujuan

Membuat magnet dengan cara elektromagnetik

Alat dan bahan

Sebuah baterai, paku besi 10 cm, kawat kecil beremail (kawat kecil yang dilapisi isolator), dan jepitan kertas

Cara kerja

1. Lilitkanlah kawat pada paku sampai seluruh permukaan paku terlindungi, kecuali bagian ujung paku yang runcing. Kupas pembungkus kawat pada ujung-ujungnya dengan cara mengerik atau membakarnya.
2. Dekatkanlah paku pada jepitan kertas. Amatilah yang terjadi.
3. Sambungkan ujung-ujung kawat tersebut pada kutub-kutub batu baterai. Lalu, dekatkan ujung paku pada jepitan kertas. Amatilah yang terjadi.
4. Putuskanlah salah satu ujung kawat dari kutub baterai. Apakah yang terjadi pada jepitan kertas?

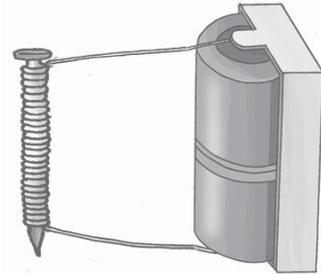
Pertanyaan

1. Apakah paku dapat menarik jepitan kertas sebelum diberikan arus listrik?
2. Apakah paku dapat menarik jepitan kertas setelah diberikan arus listrik?
3. Bagaimanakah kemagnetan paku setelah arus listrik diputuskan?
4. Berilah kesimpulan dari kegiatan tersebut.

Magnet yang dihasilkan dengan cara elektromagnetik sangat kuat sehingga dapat digunakan untuk mengangkat besi-besi tua. Magnet yang dibuat dengan cara elektromagnetik digunakan pada peralatan elektronik, seperti transformator, *relay*, dan bel listrik. Perhatikanlah Gambar 10.14.

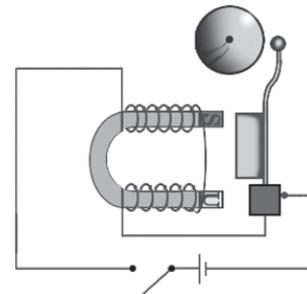
4. Cara Menghilangkan Sifat Magnet dari Benda Magnetik

Kamu harus berhati-hati dalam menggunakan magnet permanen karena sifat magnetnya dapat hilang. Sifat magnet suatu benda dapat hilang karena hal-hal berikut. Magnet dipanaskan, dipukul-pukul, atau dijatuhkan dari ketinggian tertentu pada benda keras, misalnya lantai. Selain itu, sifat magnet juga dapat dihilangkan melalui proses demagnetisasi, yaitu memberikan medan magnet yang berlawanan arah dengan kutub-kutub magnet.



Gambar 10.13

Aliran listrik pada kawat akan membuat paku menjadi magnet.



Sumber: *Physics for You*, 1996

Gambar 10.14

Magnet yang terjadi dengan cara elektromagnetik digunakan pada bel listrik.

Soal Penguasaan Materi 10.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan cara-cara untuk mendapatkan sifat magnet suatu benda.
2. Jelaskan yang dimaksud dengan magnet elementer.



Sumber: www.docukit.nl

Gambar 10.15

Kompas digunakan sebagai penunjuk arah.

C. Bumi Memiliki Sifat Magnet

Ratusan tahun yang lalu, para pelaut berlayar mengarungi samudera yang belum diketahui arahnya. Mereka tidak memiliki peta modern atau mesin elektronik untuk mengetahui arah mata angin. Akan tetapi, mereka mengetahui arah utara, selatan, timur, dan barat sehingga mereka mengetahui ke arah mana akan berlayar. Bagaimanakah pelaut itu tahu ke arah mana mereka akan berlayar? Ternyata, mereka menggunakan suatu alat yang disebut kompas.

1. Bumi sebagai Magnet yang Besar

Magnet jarum pada kompas akan selalu mengarah ke Utara dan Selatan Bumi. Hal ini menunjukkan bahwa Bumi memiliki kemagnetan. Pada Kutub Utara dan Selatan Bumi terdapat suatu tarikan besar yang memengaruhi magnet pada kompas. Gangguan pada jarum kompas ini diakibatkan pengaruh medan magnet bumi. Untuk mengetahui sifat-sifat magnet bumi ini, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.8.

Ayo Coba 10.8

Tujuan

Mengamati arah medan magnet pada magnet batang yang dilapisi plastisin

Alat dan bahan

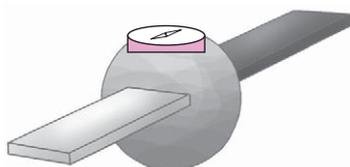
Plastisin atau lilin mainan, sebatang magnet, dan kompas

Cara kerja

1. Buatlah sebuah bola dari plastisin yang pada porosnya diletakkan sebuah magnet batang.
2. Letakkanlah sebuah kompas di atas permukaan bola. Amati arah penunjukan jarum kompas.

Pertanyaan

1. Bagaimanakah arah penunjukan jarum kompas setelah diletakkan di atas bola plastisin?
2. Samakah arah yang ditunjukkan oleh jarum kompas jika kompas tersebut diletakkan di atas meja?
3. Berilah kesimpulan dari kegiatan tersebut.



Gambar 10.16

Bagaimana arah penunjukan jarum pada kompas?

Bumi merupakan sebuah magnet yang sangat besar. Medan magnet yang dihasilkannya memiliki sifat-sifat yang sama seperti sifat medan magnet pada magnet batang, yaitu dapat memengaruhi medan magnet di sekitarnya. Magnet bumi memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan.

Pada magnet batang yang digantung dan pada jarum kompas, kutub-kutub magnet akan mengarah ke Kutub Utara dan Kutub Selatan Bumi. Hal ini menunjukkan bahwa di daerah utara dan selatan terdapat kutub magnet bumi. Jika kutub utara magnet bebas mengarah ke Kutub Utara geografi Bumi, di kutub tersebut terdapat kutub selatan magnet bumi. Begitu pula sebaliknya, di Kutub Selatan geografi Bumi terdapat kutub utara magnet bumi.

Kutub utara dan kutub selatan magnet bumi tidak berimpit dengan Kutub Utara dan Selatan geografi Bumi, namun agak menyimpang. Sudut penyimpangan kutub-kutub magnet bumi dari Kutub Utara dan Kutub Selatan arah geografi disebut sudut deklinasi. Besarnya sudut deklinasi berbeda-beda bergantung pada letak suatu tempat atau daerah di permukaan bumi. Sudut deklinasi ini selalu berubah dari tahun ke tahun.

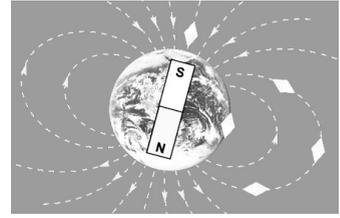
Arah garis gaya magnet bumi ternyata tidak sejajar dengan permukaan bumi atau garis horisontal, tetapi agak miring. Hal ini menyebabkan jarum kompas tidak berimpit dengan bidang datar. Sudut yang dibentuk antara kutub selatan magnet bumi dan arah horisontal bumi disebut sudut inklinasi.

Besarnya sudut inklinasi di berbagai tempat di permukaan bumi tidak sama. Sudut inklinasi terbesar di kutub utara dan kutub selatan magnet bumi, yaitu sebesar 90° . Sudut inklinasi terkecil adalah 0° yang terdapat di daerah khatulistiwa. Sudut inklinasi terkecil disebut aclin.

2. Merancang Jarum Kompas Sederhana

Apakah kamu memiliki kompas? Jika tidak, kamu dapat membuatnya dengan alat sederhana. Cara membuat jarum kompas sederhana adalah sebagai berikut.

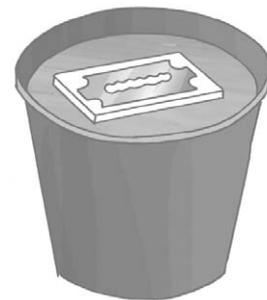
1. Sediakan sebuah pisau silet, gabus, wadah plastik, dan air.
2. Keringkanlah pisau silet tersebut dengan lap kering.
3. Gosokkanlah silet pada sebuah magnet.



Sumber: stargacers.gsfc.nasa.gov

Gambar 10.17

Medan magnet bumi



Gambar 10.18

Pisau silet diletakkan di atas gabus yang terapung di permukaan air.

4. Letakkan silet di atas gabus yang mengambang pada permukaan air.
5. Amatilah yang terjadi.
6. Menunjuk ke arah manakah ujung pisau silet itu? Berilah tanda pada ujung-ujung silet agar dapat membedakan arah utara dan selatannya.

Soal Penguasaan Materi 10.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Di manakah letak kutub utara dan selatan magnet bumi?
2. Apakah kutub utara dan selatan magnet bumi tepat berimpit dengan Kutub Utara dan Selatan geografi Bumi?
3. Jika suatu magnet batang digantungkan bebas, mengapa magnet tersebut selalu mengarah ke Utara dan Selatan geografi Bumi?

D. Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik

1. Medan Magnet di Sekitar Kawat Lurus Berarus Listrik

Tentunya kamu masih mengingat bagaimana cara membuat magnet? Salah satu caranya adalah dengan mengalirkan arus listrik ke sebuah penghantar yang dililitkan pada sebuah inti besi. Hal tersebut menunjukkan adanya hubungan antara arus listrik dan gejala kemagnetan. Bagaimanakah cara membuktikan kejadian tersebut? Lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.9 berikut.



Sumber: www.aborsci.com

Gambar 10.19

Arus listrik yang dialirkan di sekitar sebuah kompas.

Ayo Coba 10.9

Tujuan

Mengamati medan magnet di sekitar kawat berarus

Alat dan bahan

Tiga baterai, kawat penghantar, sakelar, dan jarum kompas

Cara kerja

1. Rangkailah alat dan bahan seperti tampak pada gambar. Letakkan kawat penghantar di atas jarum kompas.
2. Tutuplah sakelar. Kemudian, amatilah arah jarum kompas.

3. Ulangi kegiatan di atas dengan cara:
 - a. membalikkan kutub-kutub polaritas baterai;
 - b. meletakkan kawat penghantar di bawah kompas;
 - c. menambah banyaknya sumber arus (baterai);
 - d. menjauhkan kawat penghantar dari jarum kompas.
4. Catatlah seluruh hasil pengamatanmu.

Pertanyaan

1. Ketika arus listrik dialirkan pada penghantar yang diletakkan di dekat kompas, apakah yang terjadi pada jarum kompas? Mengapa demikian?
2. Berilah kesimpulan dari peristiwa tersebut.
3. Apakah arah penyimpangan jarum kompas dipengaruhi oleh arah arus listrik yang mengalir pada kawat?
4. Apakah besar penyimpangan kompas dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang mengalir pada kawat?
5. Apakah besar penyimpangan jarum kompas dipengaruhi oleh jarak kompas ke kawat penghantar?

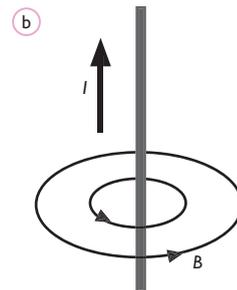
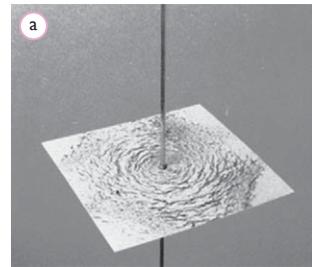
Percobaan yang telah kamu lakukan pada kegiatan Ayo Coba 10.9 tersebut sama dengan percobaan yang dilakukan oleh ilmuwan Fisika bernama Hans Christian Oersted (1777–1851). Dari hasil percobaan yang dilakukannya, Oersted mendapat kesimpulan bahwa di sekitar penghantar berarus listrik terdapat medan magnet. Jika kamu menaburkan serbuk besi di sekitar penghantar berarus listrik, kamu akan melihat pola garis gaya yang ditunjukkan pada Gambar 10.20.

Dari Gambar 10.21 tersebut, terlihat bahwa pola garis gaya magnet di sekitar penghantar berarus listrik dapat ditunjukkan dengan tangan kanan yang digenggam atau disebut kaidah tangan kanan. Jika tanganmu mengempal kawat penghantar, ibu jarimu akan menunjukkan arah arus listrik, dan keempat jari lainnya menunjukkan arah medan magnet.

Besarnya medan magnet di sekitar kawat penghantar ditentukan oleh besarnya kuat arus listrik, jarak pada kawat penghantar, dan kemagnetan bumi. Semakin besar arus listrik, semakin besar pula medan magnetnya. Semakin jauh jarak benda dari penghantar, akan semakin kecil pengaruh medan magnetnya.

2. Medan Magnet di Sekitar Kumparan Berarus Listrik

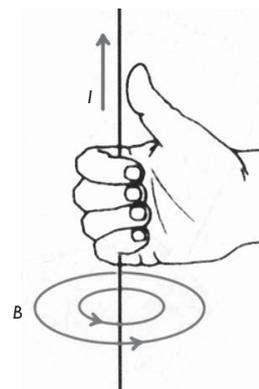
Medan magnet yang ditimbulkan oleh kawat berarus listrik sangat kecil, namun dapat diperbesar dengan cara membuat lilitan. Kawat yang dililitkan disebut kumparan. Untuk lebih jelasnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.10.



Sumber: Contemporary College Physics, 1993

Gambar 10.20

- a) serbuk besi di sekitar penghantar berarus listrik
- b) pola garis gaya magnet dari penghantar yang dialiri arus listrik



Gambar 10.21

- a) Kaidah tangan kanan untuk menunjukkan gaya magnet.

Ilmuwan IPA



Hans Christian Oersted
(1777–1851)

Oersted, seorang ilmuwan Belanda, berhasil menemukan hubungan antara listrik dan sifat kemagnetan yang dikenal dengan elektromagnetisme. Penemuan Oersted ini menjadi dasar kerja motor listrik dan elektromagnet yang melibatkan bidang kehidupan kita sehari-hari.

Sumber: *Jendela Iptek*, 1997

Ayo Coba 10.10

Tujuan

Mengamati medan magnet pada kumparan berarus listrik

Alat dan bahan

Kawat beremail, silinder karton yang panjangnya 20 cm dan berdiameter 2 cm, baterai, dan besi sepanjang 20 cm

Cara kerja

1. Lilitkanlah kawat beremail pada silinder karton dan kelupas-kan isolator pada ujung-ujung kawat.
2. Hubungkan kedua ujung kawat pada baterai. Kemudian, dekatkan kumparan pada jarum kompas. Amatilah apa yang terjadi.
3. Ulangi langkah ke-2 dengan mendekatkan kumparan pada kutub kompas yang berbeda.
4. Ulangi langkah ke-2 dan ke-3 dengan menukarkan polaritas kutub baterai. Bandingkanlah hasilnya dengan langkah sebelumnya.
5. Masukkan inti besi ke dalam kumparan. Kemudian, alirkan arus listrik pada kumparan dan amati penyimpangan jarum kompas.

Pertanyaan

1. Apakah yang terjadi pada jarum kompas ketika sebuah kumparan dialiri arus listrik?
2. Bagaimanakah pengaruh ujung kumparan terhadap kutub magnet yang berbeda?

Pembahasan UN

Kelompok bahan yang ber-sifat nonmagnetik adalah

- a. baja dan besi
- b. baja dan seng
- c. aluminium dan besi
- d. aluminium dan seng

Jawaban (d)

Bahan nonmagnetik adalah bahan yang tidak ditarik oleh magnet.

Dari materi yang telah dibahas, kamu dapat mengetahui bahwa suatu magnet dapat dibuat dengan cara melilitkan sebuah kawat pada inti besi. Sebab inti besi yang dialiri kawat berarus dapat menarik benda-benda lain dengan kuat. Inti besi dapat bersifat seperti magnet batang yang memiliki kutub-kutub magnet.

Besarnya medan magnet pada kumparan berarus listrik bergantung pada banyaknya lilitan, besarnya arus listrik, penggunaan inti besi, dan panjang kumparan. Untuk memperbesar medan magnet pada suatu kumparan dapat dilakukan dengan memperbanyak lilitan. Elektromagnet banyak digunakan pada peralatan elektronik, seperti *relay*, bel listrik, dan telepon.

3. Gaya Magnet

Apakah yang akan terjadi jika kawat berarus listrik diletakkan pada suatu medan magnet? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 10.11 berikut.

Ayo Coba 10.11

Tujuan

Mengamati gaya magnetik pada kawat berarus

Alat dan bahan

Aluminium foil, magnet U atau dua magnet batang, baterai, kabel penghubung dengan jepit buaya, dan sakelar

Cara kerja

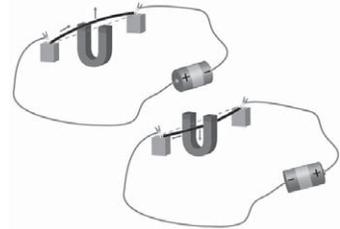
1. Bentuklah aluminium foil seperti pada gambar. Berilah pemberat pada ujung-ujung aluminium foil tersebut sehingga tidak bergerak.
2. Letakkan magnet U di antara aluminium foil.
3. Jepitkan kawat penghubung pada kedua ujung aluminium foil, kemudian rangkailah dengan baterai melalui sakelar.
4. Hubungkan sakelar. Amatilah yang terjadi pada aluminium foil.
5. Tukarkan kutub baterai sehingga arus mengalir pada arah kebalikannya. Amatilah ke arah mana aluminium foil bergerak?

Pertanyaan

1. Ketika arus listrik dialirkan pada aluminium foil yang terletak dalam medan magnet U, apakah pengaruhnya pada aluminium foil?
2. Apakah arah melengkungnya aluminium foil tersebut sama untuk arah arus yang berbeda?
3. Berilah kesimpulan dari percobaan tersebut.

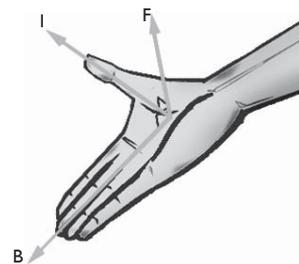
Pada penghantar berarus listrik yang terletak dalam suatu medan magnet, bekerja gaya yang dapat menarik atau mendorong penghantar sesuai dengan arah arus listrik. Gaya yang timbul akibat penghantar berarus listrik diletakkan dalam medan magnet disebut gaya magnet.

Arah gaya magnet bergantung pada arah arus listrik dan arah medan magnet. Arah gaya magnet dapat ditunjukkan oleh kaidah tangan kanan. Jika telapak tangan kananmu dibuka, keempat jarimu menunjukkan arah medan magnet, ibu jari menunjukkan arah arus listrik, dan arah tegak lurus telapak tangan menunjukkan arah gaya magnet. Perhatikan Gambar 10.23.



Gambar 10.22

Kawat berarus listrik di dalam medan magnet.



Gambar 10.23

Kaidah tangan kanan menunjukkan arah arus listrik, arah medan magnet, dan arah gaya magnet.

Besarnya gaya magnet bergantung pada besar kuat arus listrik, besar medan magnet, dan panjang penghantar. Jika kamu ingin memperbesar gaya magnet, kamu dapat melakukannya dengan cara sebagai berikut.

- Memperbesar kuat arus listrik.
- Memperbesar medan magnet.
- Memperpanjang kawat penghantar.

Soal Penguasaan Materi 10.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

- Jelaskan yang dimaksud dengan kaidah tangan kanan.
- Jika arah medan magnet masuk bidang, arah arus listrik ke bawah. Ke manakah arah gaya magnetnya?
- Tuliskan cara-cara yang dapat kamu lakukan untuk memperbesar gaya magnet.

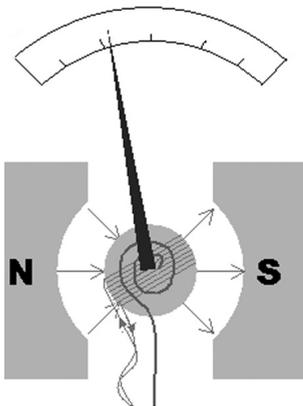
E. Pemanfaatan Kemagnetan dalam Produk Teknologi

Prinsip gaya magnetik digunakan dalam produk teknologi sederhana, misalnya pada alat ukur listrik dan motor listrik. Alat-alat yang menggunakan motor listrik, antara lain kipas angin, pengering rambut, *mixer*, dan bor listrik.

1. Alat Ukur Listrik

Salah satu penerapan gaya magnetik terdapat pada alat ukur listrik, misalnya amperemeter dan voltmeter. Pada prinsipnya, alat tersebut menggunakan sebuah lilitan kawat yang diletakkan di tengah-tengah medan magnet.

Gambar 10.24 memperlihatkan sebuah alat ukur listrik sederhana yang bisa kamu buat sendiri. Kumputan dilengkapi jarum yang digunakan untuk menunjukkan skala alat ukur. Pada saat arus listrik mengalir pada kumputan, timbul gaya magnet yang berbeda arah pada kedua sisi kumputan. Kedua gaya tersebut bekerja berlawanan arah sehingga membentuk momen gaya yang dapat memutar kumputan. Putaran kumputan tersebut dijaga oleh pegas spiral agar kumputan tidak berputar. Namun, penunjuk yang ditempelkan pada kumputan akan menyimpang sesuai dengan besarnya kuat arus listrik. Besarnya simpangan jarum penunjuk pada kumputan sudah dikalibrasi skalanya sehingga akan menunjukkan nilai kuat arus listrik.



Sumber: content.answer.com

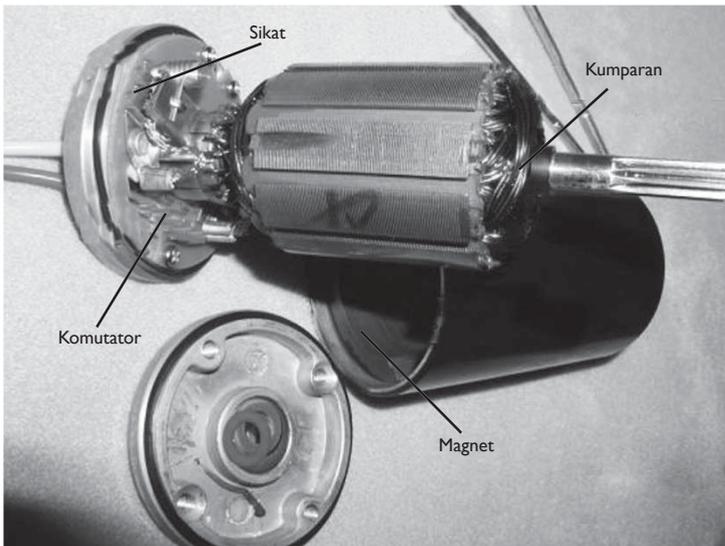
Gambar 10.24

Bagian dalam alat ukur listrik

2. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat yang berguna untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Cara kerja motor listrik hampir sama dengan cara kerja alat ukur listrik. Bentuk motor listrik diperlihatkan pada Gambar 10.25.

Bagian motor listrik terdiri atas sebuah kumparan kawat yang dililitkan pada suatu tempat melalui sebuah poros. Kumparan tersebut diletakkan di dalam medan magnet. Setiap ujung kumparan dihubungkan dengan cincin belah (komutator) yang berfungsi sebagai penukar arus listrik pada saat kumparan berputar. Pada cincin itu menempel semacam sikat kawat yang berfungsi untuk menghubungkan kutub-kutub arus listrik. Sikat-sikat ini tidak ikut berputar dan diberi beda potensial listrik yang tetap. Jika sikat kawat dialiri arus listrik, pada kumparan akan timbul gaya magnetik yang arahnya berlawanan pada kedua sisi kumparan sehingga kumparan akan berputar pada porosnya.



Sumber: teamster.usc.edu



Sumber: img.alibaba.com

Gambar 10.25

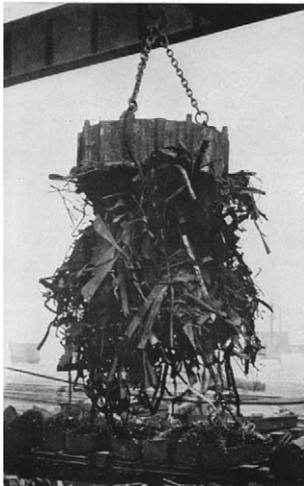
Motor listrik

Gambar 10.26

Bagian-bagian motor listrik

3. Alat Pengangkat Besi Tua

Untuk memisahkan besi-besi tua dari onggokan sampah digunakan alat pengangkat besi. Alat ini menggunakan kawat yang dililitkan pada bahan magnet. Jika dialiri arus listrik, kawat akan memiliki sifat magnet yang disebut elektromagnet. Ketika alat ini akan digunakan untuk memisahkan bahan besi dari sampah, kawat dialiri arus listrik. Bagian besi yang terlilit kawat pun berubah menjadi magnet. Setelah bahan



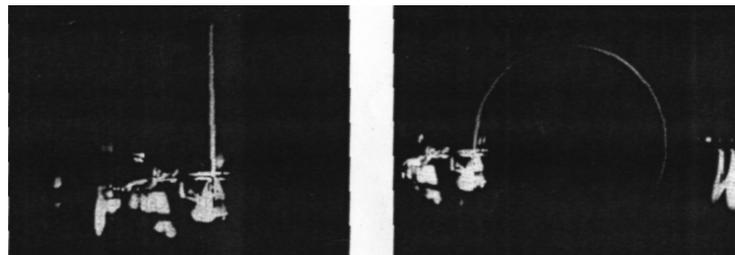
Sumber: www.gutenberg.org

Gambar 10.27

Bagian dalam alat ukur listrik

Gambar 10.28

Percobaan pembelokan partikel bermuatan dalam medan magnet. (a) Elektron dipercepat vertikal ke atas meninggalkan lintasan gas yang mengeluarkan cahaya. (b) Medan magnet membelokkan lintasan elektron.

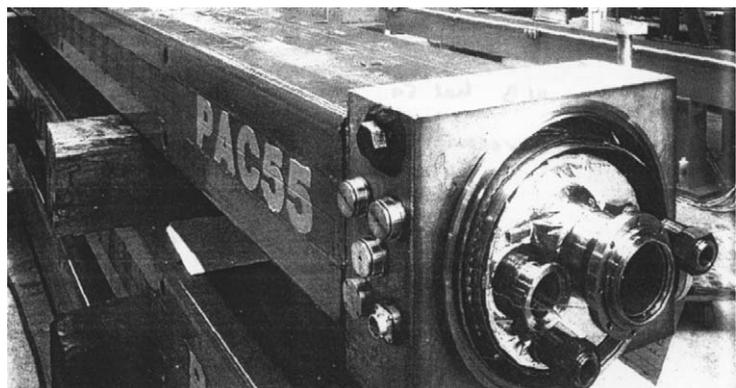


(a)

(b)

Gambar 10.29

Accelerator (pemercepat partikel).



besi menempel pada alat ini, kemudian dibawa ke tempat penampungan, untuk melepaskan besi dari alat ini cukup dengan memutuskan arus listriknya. Perhatikan Gambar 10.27.

4. Penyelidikan Gaya Partikel Bermuatan

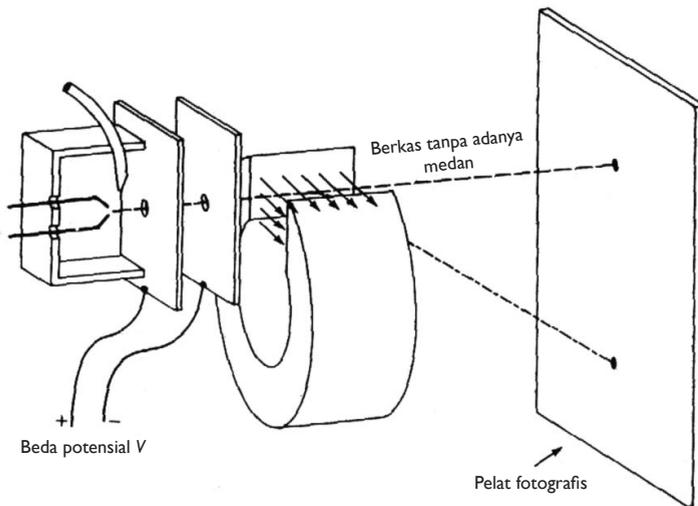
Telah diketahui bahwa konduktor berarus mengalami gaya jika ditempatkan di dalam medan magnet. Oleh karena arus listrik merupakan gerak dari partikel-partikel bermuatan, medan magnet berperan langsung pada partikel-partikel bermuatan secara terpisah pada ion atau elektron yang bergerak.

Fenomena ini dapat dibuktikan melalui percobaan dengan menembakkan seberkas elektron dari senapan elektron melalui gas merkuri (raksa) atau hidrogen bertekanan rendah. Elektron yang muncul dari celah menyebabkan gas yang tekanan rendah memancarkan cahaya. Jadi, lintasan elektron dari berkas tampak jelas pada kamar yang digelapkan. (Perhatikan Gambar 10.28 dan 10.29).

5. Spektrometer Massa

Kegunaan utama spektrometer massa adalah memisahkan ion-ion (atom-atom bermuatan atau molekul-molekul) berdasarkan massanya. Spektrometer massa digunakan untuk mengukur massa atom dari hasil reaksi nuklir dan juga digunakan oleh peneliti sains dan kedokteran untuk menyelidiki dan mengidentifikasi jenis dan konsentrasi atom yang ada pada sampel. Spektrometer massa merupakan yang penting untuk menyelidiki polutan yang berbahaya di lingkungan. Spektrometer juga digunakan dalam industri makanan, petrokimia, industri elektronik, dan monitoring fasilitas nuklir internasional.

Prinsip kerja spektrometer massa menggunakan medan magnet. Mula-mula elektron dipancarkan dari katoda panas dan dipercepat oleh beda potensial sehingga energi kinetik yang dimilikinya cukup besar. Elektron-elektron melintas melalui lubang di antara pelat-pelat pemercepat. Berkasnya kemudian dibelokkan oleh medan magnet. Berdasarkan penyelidikan ini, dapat ditentukan massa suatu atom. Perhatikan Gambar 10.30.



Gambar 10.30

Spektrograf massa sederhana.

Soal Penguasaan Materi 10.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Indikator apakah yang menunjukkan nilai kuat arus listrik pada alat ukur listrik.
2. Carilah beberapa aplikasi gaya magnet pada alat-alat rumah tangga yang sering kamu jumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Rangkuman

- Magnet adalah suatu benda yang dapat menarik benda-benda magnetik.
- Benda magnetik adalah benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet.
- Benda nonmagnetik adalah benda-benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet.
- Benda ferromagnetik adalah benda-benda yang ditarik kuat oleh medan magnet.
- Benda paramagnetik adalah benda-benda yang ditarik lemah oleh medan magnet.
- Benda diamagnetik adalah benda-benda yang tidak ditarik oleh medan magnet dan sedikit ditolak.
- Suatu benda nonmagnetik dapat diubah menjadi magnet dengan cara:
 1. menggosok dengan magnet,
 2. induksi, dan
 3. elektromagnetik.
- Suatu magnet memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan.
- Sifat kedua kutub tersebut adalah kutub sejenis akan tolak-menolak dan kutub tidak sejenis akan tarik-menarik.
- Suatu magnet menimbulkan medan magnet di sekitarnya.
- Medan magnet adalah banyaknya garis gaya magnet yang menembus suatu daerah tertentu.
- Bumi memiliki magnet yang sangat besar sehingga dapat memengaruhi magnet-magnet lain.
- Sudut deklinasi adalah sudut yang dibentuk antara arah jarum kompas dan arah utara geografi bumi.
- Sudut inklinasi adalah sudut yang dibentuk oleh jarum kompas dengan arah mendatar.
- Hasil percobaan Oersted menyatakan bahwa di sekitar penghantar berarus listrik terdapat medan magnet.
- Arah medan magnet pada suatu penghantar bergantung pada arah arus listrik.
- Besarnya medan magnet pada suatu penghantar bergantung pada:
 1. besarnya kuat arus listrik;
 2. jarak ke suatu titik dari penghantar.
- Kumparan berarus listrik dapat bersifat seperti magnet batang.
- Elektromagnet adalah magnet yang dibuat dengan cara mengalirkan arus listrik pada penghantar yang dililitkan pada suatu inti besi.
- Penggunaan elektromagnet di antaranya *relay*, bel listrik, dan pesawat telepon.
- Gaya magnet adalah gaya yang timbul pada penghantar berarus listrik yang diletakkan di dalam medan magnet.
- Arah gaya magnet bergantung pada arah arus listrik dan arah medan magnet.
- Besarnya gaya magnet bergantung pada besarnya kuat arus listrik, besarnya medan magnet, dan panjang penghantar.
- Alat yang menggunakan prinsip gaya magnet, antara lain alat ukur listrik dan motor listrik.
- Motor listrik adalah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Kemagnetan. Banyak hal menarik yang dapat kamu pahami karena gejala magnet dapat kamu temukan setiap hari. Coba kamu cari gejala magnet di sekitarmu. Tertantangkah kamu untuk mengamati dan mempelajarinya?

Bumi sebagai magnet besar di sekitarmu sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Jika Bumi bukan magnet, manusia akan kesulitan menentukan arah. Sangat menarik, bukan?

Tes Kompetensi Bab 10

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Magnet adalah
 - benda yang dapat menarik semua benda
 - benda yang dapat menarik benda-benda magnetik
 - benda yang dapat menarik benda yang berarus listrik
 - benda yang dapat menarik benda bukan magnet

- Berikut ini adalah cara membuat magnet:
 - menggosok dengan kain wol,
 - kawat yang dililitkan arus listrik,
 - induksi.

Pernyataan yang benar adalah

- 1, 2, dan 3
- 1 dan 2
- 1 dan 3
- 2 dan 3

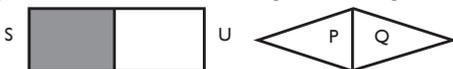
- Di bawah ini adalah gambar cara membuat magnet dengan jalan gosokan.



Jika batang besi KL menjadi magnet maka

- K = kutub selatan, L = kutub utara
- K = kutub utara, L = kutub selatan
- K = kutub utara, L = kutub utara
- K = kutub selatan, L = kutub selatan

- Gambar di bawah ini memperlihatkan kutub P magnet jarum yang didekatkan pada kutub utara (U) magnet batang.



Ternyata, P tertarik. Hal itu menyatakan bahwa

- P kutub utara dan Q kutub selatan
- P kutub selatan dan Q kutub utara
- P dan Q kutub utara
- P dan Q kutub selatan

- Alat-alat di bawah ini yang menggunakan prinsip elektromagnetik adalah
 - relay, telepon, dan telegraf
 - parabola, dinamo sepeda, dan kompor listrik
 - mixer plastik, setrika listrik, dan telepon
 - bel listrik, kipas angin listrik, dan telepon

- Jika sepotong magnet dipotong-potong menjadi tiga bagian yang sama panjang maka kutub-kutub yang benar dari potongan magnet tersebut adalah



- Ketika sebuah magnet batang digantung bebas maka

- magnet menunjuk arah utara-selatan
- magnet menunjuk arah timur-barat
- magnet selalu bergerak
- magnet menunjuk arah tidak tetap

- Serbuk besi tidak dapat melekat pada bagian tengah magnet jarum karena pada bagian tersebut tidak memiliki

- medan magnet
- gaya magnet
- garis gaya magnet
- induksi magnet

- Berikut ini besaran yang memengaruhi besarnya medan magnet di sekitar kawat berarus listrik.

- medan magnet
- kuat arus listrik
- jarak ke penghantar
- beda potensial

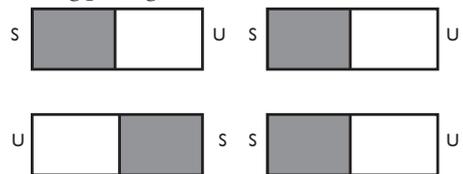
Besaran yang benar adalah

- 1, 2, dan 3
- 1 dan 2
- 1 dan 3
- 1, 2, 3, dan 4

10. Agung membuat magnet dengan melilitkan kawat berarus pada sebuah paku. Pembuatan dengan cara seperti itu disebut
- baterai magnet
 - imbas magnet
 - induksi magnetik
 - elektromagnetik
11. Alat listrik berikut yang menggunakan prinsip elektromagnetik adalah
- kipas angin listrik
 - rice cooker*
 - setrika listrik
 - elektroskop
12. Arah gaya magnetik bergantung pada
- 1) arah arus listrik
 - 2) arah medan magnet
 - 3) arah kumparan
- Pernyataan yang benar adalah
- 1, 2, dan 3
 - 1 dan 2
 - 2 dan 3
 - 1 dan 3
13. Cara membuat elektromagnetik yang kuat adalah dengan
- melilitkan batang besi dengan kawat penghantar
 - mengatur letak magnet elementer pada baja
 - mengalirkan listrik pada kumparan berinti besi
 - mengalirkan arus listrik bolak-balik pada besi
14. Peralatan yang menggunakan komponen utama magnet di dalamnya adalah
- dinamo sepeda
 - motor listrik
 - setrika listrik
 - avometer
15. Gaya magnet F yang dialami oleh suatu penghantar berarus listrik I yang berada di dalam medan magnet B dapat diperbesar dengan cara:
- memperbesar medan magnet;
 - memperbesar arus listrik;
 - menggunakan penghantar yang lebih pendek.
- Pernyataan yang benar adalah
- 1, 2, dan 3
 - 1 dan 2
 - 2 dan 3
 - 1 dan 3

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

- Apakah yang dimaksud dengan bahan magnetik dan bahan nonmagnetik? Sebutkan contohnya masing-masing 3 buah.
- Bahan-bahan seperti besi dapat dibuat magnet. Bagaimanakah caranya?
- Apakah yang disebut medan magnet dan garis-garis gaya magnet?
- Gambarkanlah medan magnet dari magnet batang pada gambar berikut.

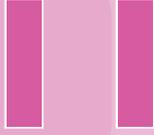


- Sebutkan dan jelaskan hasil percobaan Oersted.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Jika sebuah benda magnetik diubah menjadi magnet berbentuk bola, bagaimana cara kamu menentukan kutub-kutubnya?

Bab



Sumber: Ensiklopedia Iptek 2007

Induksi Elektromagnetik

Hasil yang harus kamu capai:

memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

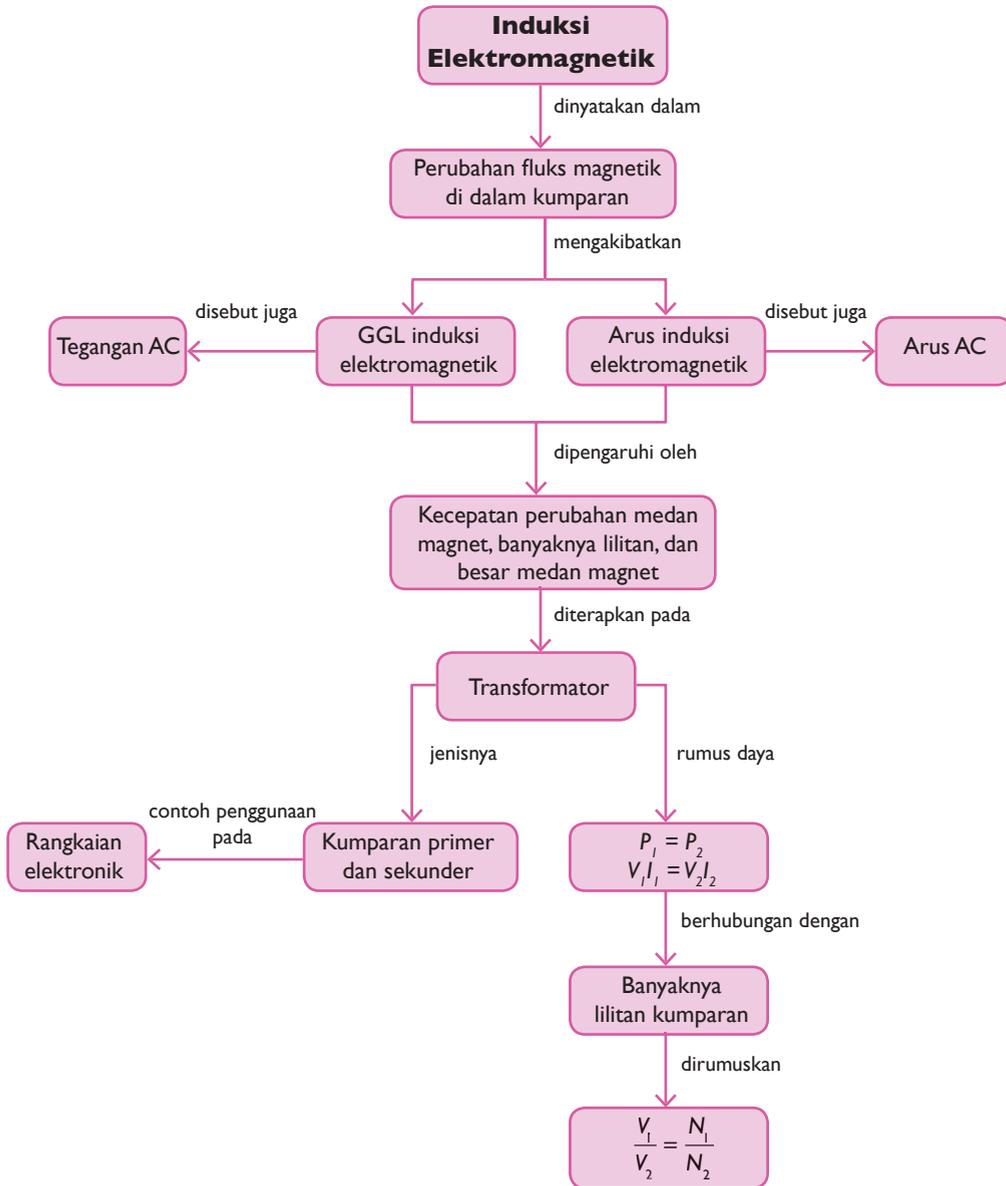
menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik.

Konsep listrik dan magnet adalah dua hal yang tidak terpisah, keduanya saling berkaitan. Tahukah kamu, bagaimana hubungan antara kedua konsep tersebut? Jika pada bab sebelumnya kamu telah memahami bahwa di sekitar arus listrik terdapat medan magnet, pada bab ini kamu akan mempelajari apakah medan magnet dapat menimbulkan kelistrikan? Berdasarkan konsep tersebut, apa saja penerapannya? Untuk memahami hal-hal tersebut, pelajari bab ini dengan saksama.

- A. Pengertian Induksi Elektromagnetik
- B. Faktor-Faktor yang Memengaruhi GGL Induksi Elektromagnetik
- C. Penerapan Induksi Elektromagnetik
- D. Pengertian Listrik Searah dan Bolak-Balik

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.





Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Tuliskan penemuan Oersted berkenaan dengan magnet dan listrik.
2. Bagaimana cara menghasilkan arus listrik dari medan magnet?
3. Apakah yang dimaksud dengan induksi elektromagnetik?
4. Tuliskan komponen-komponen listrik yang menerapkan prinsip induksi elektromagnetik.

A. Pengertian Induksi Elektromagnetik

Setelah penemuan Oersted yang menyatakan bahwa di sekitar penghantar berarus listrik terdapat medan magnet, para ahli Fisika mulai mencari efek kebalikannya. Apabila di sekitar penghantar berarus listrik terdapat medan magnet, apakah medan magnet juga dapat menghasilkan arus listrik? Bagaimanakah cara agar medan magnet dapat menghasilkan arus listrik? Salah seorang ahli Fisika berkebangsaan Inggris bernama Michael Faraday (1791–1867) telah melakukan serangkaian percobaan yang dapat menjawab beberapa pertanyaan sebagai berikut. Apakah induksi elektromagnetik itu? Bagaimanakah cara menghasilkan induksi elektromagnetik itu? Kamu pun nanti akan melakukan serangkaian percobaan, seperti yang telah dilakukan oleh Michael Faraday tersebut. Coba kamu lakukan kegiatan Ayo Coba 11.1 berikut.



Ayo Coba 11.1

Tujuan

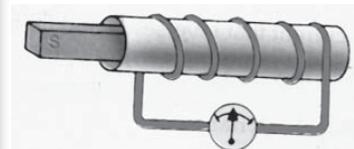
Mengamati induksi magnetik

Alat dan bahan

Kumparan yang lilitannya cukup banyak, magnet batang, amperemeter dengan batas ukur mikroampere dan kabel penghubung secukupnya

Cara kerja

1. Rangkaikan alat dan bahan seperti pada gambar.
2. Gerakkan kutub utara magnet batang ke dalam kumparan. Perhatikanlah apa yang terjadi pada jarum amperemeter.
3. Diamkan magnet batang di dalam kumparan. Perhatikan kembali gerakan jarum amperemeternya.
4. Keluarkan magnet batang dari dalam kumparan. Kemudian, amati jarum amperemeter.
5. Gerak-gerakkan magnet batang keluar masuk kumparan dan selalu amati jarum amperemeter.



Gambar 11.1

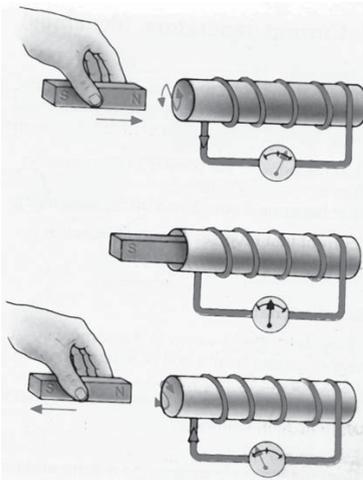
Lilitan kumparan yang terhubung pada sebuah amperemeter.

Pertanyaan

1. Jika jarum amperemeter bergerak, apakah yang terjadi pada rangkaian tersebut?
2. Pada keadaan magnet batang diam, apakah jarum amperemeter itu bergerak?
3. Apakah jarum amperemeter itu bergerak jika magnet batangnya kamu diamkan di dalam atau di luar kumparan?
4. Jadi, pada keadaan magnet batang bagaimanakah jarum amperemeter itu bergerak? Berilah kesimpulanmu.

Ketika kamu menggerak-gerakkan magnet batang ke dalam dan keluar kumparan, ternyata amperemeter akan menyimpang. Hal ini membuktikan bahwa di ujung-ujung kumparan terjadi selisih potensial yang disebut GGL induksi (gaya gerak listrik induksi). Gaya gerak listrik inilah yang menyebabkan terjadi arus listrik di dalam kumparan. Peristiwa terjadinya GGL induksi di ujung-ujung komponen karena adanya perubahan medan magnet di dalam kumparan disebut induksi elektromagnetik.

Besar medan magnet yang menembus kumparan dapat digambarkan dengan banyaknya garis gaya yang masuk ke dalam kumparan tersebut. Marilah kita analisis kegiatan yang telah kamu lakukan.



Gambar 11.2

- (a) Magnet batang digerakkan masuk ke dalam kumparan.
- (b) Magnet batang didiamkan di dalam kumparan.
- (c) Magnet batang digerakkan keluar dari kumparan.

- a. Pada saat kamu menggerakkan magnet batang masuk ke dalam kumparan, berarti medan magnet yang menembus kumparan membesar (menguat). Hal ini menimbulkan GGL dan arus listrik pada kumparan.
- b. Pada saat kamu mendiamkan magnet batang di dalam kumparan, GGL dan arus listriknya tidak muncul walaupun garis gaya yang menembus kumparan banyak sekali. Mengapa demikian?
- c. Pada saat kamu mengeluarkan magnet dari dalam kumparan, GGL dan arus listrik pada kumparan muncul kembali, tetapi dalam arah sebaliknya. Mengapa demikian?

Ternyata, GGL dan arus listrik dalam kumparan itu akan timbul jika magnet batang selalu bergerak di dalam kumparan. Jadi, apakah yang menyebabkan terjadinya arus listrik? GGL dan arus listrik akan muncul di dalam kumparan apabila jumlah medan magnet yang menembus kumparan berubah.

Dari kegiatan ini dapat disimpulkan bahwa timbulnya GGL dan arus listrik pada suatu penghantar disebabkan oleh perubahan banyaknya medan magnet yang melingkupi penghantar tersebut. Arus listrik yang timbul akibat peristiwa ini disebut arus induksi elektromagnetik. Sementara itu, beda potensial di antara ujung-ujung penghantar disebut

GGL induksi elektromagnetik. Banyaknya medan magnet yang menembus suatu penghantar disebut fluks magnetik. Jadi, dapat dikatakan bahwa terjadinya GGL dan arus induksi elektromagnetik disebabkan oleh perubahan fluks magnetik yang menembus suatu penghantar.

Soal Penguasaan Materi 11.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apakah yang dimaksud dengan induksi elektromagnetik?
2. Bagaimana terjadinya induksi elektromagnetik.
3. Apakah yang dimaksud dengan fluks magnetik?

B. Faktor-Faktor yang Memengaruhi GGL Induksi Elektromagnetik

Gaya gerak listrik induksi dan arus induksi pada suatu kumparan akan terjadi apabila ada perubahan medan magnet yang menembus kumparan tersebut. Apakah yang memengaruhi besar GGL induksi ini? Untuk menjawabnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 11.2 berikut.

Ayo Coba 11.2

Tujuan

Menentukan besar arus induksi elektromagnetik

Alat dan bahan

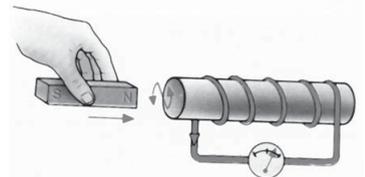
Tiga kumparan yang jumlah lilitannya berbeda-beda, dua magnet batang yang kekuatannya berbeda, dan satu galvanometer

Cara kerja

1. Rangkailah alat dan bahan seperti pada gambar.
2. Simpanlah magnet batang di dalam kumparan yang terbanyak lilitannya, lalu tarik dengan cepat ke arah luar. Lakukan kegiatan tersebut sebanyak tiga kali dengan tarikan cepat, sedang, dan lambat. Amatilah skala penunjukan galvanometer (amperemeter) dan perkirakan besarnya. Isikanlah hasilnya pada tabel hasil pengamatan berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

Gerakan Magnet	Penunjukan Jarum Galvanometer
Gerakan cepat	...
Gerakan sedang	...
Gerakan lambat	...



Gambar 11.3

Jumlah lilitan dan besar magnet menentukan besar induksi listrik yang terjadi.

Ilmuwan IPA



Michael Faraday
(1791–1867)

Faraday dikenal juga sebagai "Bapak Listrik" karena teorinya mengenai induksi elektromagnetik. Melalui percobaan yang cermat, ia berhasil mengembangkan pemahaman mengenai elektromagnetisme.

Sumber: *Jendela Iptek*, 1997

Informasi IPA



Listrik yang dihasilkan oleh generator di pusat pembangkit listrik dinaikkan tegangannya menjadi listrik tegangan tinggi dengan transformator *step up*. Dengan demikian, listrik tersebut dapat dialirkan secara efisien ke tempat-tempat yang jauh.

Sumber: *Jendela Iptek*, 1997

Bandingkanlah ketiga hasil percobaanmu. Gerakan magnet batang manakah yang menghasilkan arus listrik terbesar?

- Lakukanlah kegiatan dua dengan cara menarik magnet batang dari dalam kumparan yang berbeda-beda jumlah lilitannya. Isikanlah hasil pengamatanmu ke dalam tabel berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

Jenis Kumparan	Penunjukan Jarum Galvanometer
Kumparan 300 lilitan	...
Kumparan 600 lilitan	...
Kumparan 1.200 lilitan	...

Bandingkanlah ketiga hasil percobaanmu. Manakah yang menghasilkan arus listrik terbesar?

- Lakukan kegiatan dua dengan cara menarik magnet batang dari dalam kumparan yang jumlah lilitannya sama, tetapi kekuatan magnetnya diubah. Isikanlah hasil pengamatanmu ke dalam tabel berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

Jenis Magnet	Penunjukan Jarum Galvanometer
Magnet batang kuat	...
Magnet batang lemah	...

Bandingkanlah ketiga hasil percobaanmu. Manakah yang menghasilkan arus listrik terbesar?

- Berilah kesimpulan dari seluruh hasil percobaanmu.

Gerakan magnet sangat memengaruhi terjadinya arus induksi pada kumparan. Kecepatan gerakan magnet masuk dan keluar kumparan menunjukkan kecepatan perubahan medan magnet. Semakin cepat perubahan medan magnetnya, semakin besar GGL induksi yang terjadi pada kumparan. Begitu pula dengan jumlah lilitan. Semakin banyak jumlah lilitan suatu penghantar, akan semakin besar GGL induksi yang terjadi pada kumparan. Besar kekuatan medan magnet pun sangat memengaruhi besarnya GGL induksi yang terjadi pada kumparan. Semakin besar GGL induksi, arus induksi yang terjadi akan semakin besar pula. Dari kegiatan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa faktor-faktor yang memengaruhi besarnya GGL induksi adalah

- kecepatan perubahan medan magnet,
- banyaknya lilitan, dan
- besarnya medan magnet.

Jadi apabila kamu akan membuat alat yang dapat menghasilkan GGL induksi besar, kamu harus mempertimbangkan faktor-faktor tersebut.

Soal Penguasaan Materi 11.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

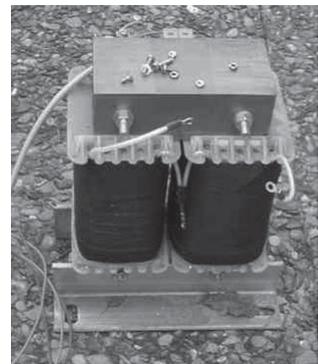
1. Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya GGL induksi.
2. Jelaskan cara apa saja yang bisa dilakukan untuk menimbulkan GGL induksi antara kumparan dan magnet.

C. Penerapan Induksi Elektromagnetik

I. Transformator

Pernahkah kamu berpikir bagaimanakah cara agar listrik tegangan tinggi dari PLN dapat digunakan untuk menyalakan peralatan listrik yang ada di rumahmu? Sebelum dimanfaatkan oleh banyak orang, listrik tegangan tinggi itu harus diturunkan tegangannya sampai menjadi 220 volt. Alat apakah yang dapat menurunkan tegangan listrik tersebut? Kalau kamu perhatikan untuk menurunkan tegangan tinggi, PLN membuat gardu listrik. Apakah yang terdapat di dalam gardu listrik? Di dalam gardu listrik itu terdapat suatu alat yang disebut transformator.

Transformator adalah alat yang berfungsi untuk menurunkan dan menaikkan tegangan bolak-balik. Pada dasarnya, transformator sederhana terdiri atas dua lilitan kawat yang terpisah satu sama lain, yaitu lilitan primer (masukan) dan lilitan sekunder (keluaran). Kamu telah mengetahui bahwa salah satu faktor yang dapat memengaruhi besarnya tegangan induksi adalah jumlah lilitan. Mengubah banyaknya lilitan sekunder transformator dapat menurunkan atau menaikkan tegangan listrik. Bagaimanakah prinsip kerja transformator itu? Lakukanlah kegiatan Ayo Coba 11.3 berikut.



Sumber: finger.de-web.cc

Gambar 11.4

Transformator

Ayo Coba 11.3

Tujuan

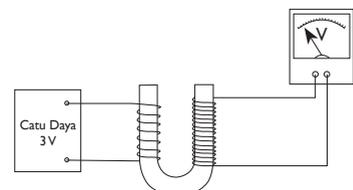
Memahami prinsip kerja transformator

Alat dan bahan

Dua kumparan yang jumlah lilitannya berbeda, inti besi U, inti besi I, catu daya, voltmeter, dan klem penjepit

Cara kerja

1. Rangkaikanlah alat dan bahan, seperti pada gambar.
2. Letakkan kumparan yang jumlah lilitannya sedikit di kumparan masukan dan kumparan yang jumlahnya lebih banyak di kumparan keluaran.



Gambar 11.5

Susunan alat percobaan

3. Hubungkan kumparan keluaran dengan voltmeter, dan kumparan masukan dengan catu daya 3 volt AC. Nyalakan catu daya, kemudian perhatikan skala yang ditunjukkan oleh voltmeter.

Pertanyaan

1. Bagaimanakah tegangan yang terjadi pada kumparan keluaran? Lebih kecil atau lebih besarkah tegangan keluaran apabila dibandingkan dengan tegangan masukan?
2. Bagaimanakah terjadinya tegangan listrik pada kumparan sekunder, padahal kedua kumparan itu terpisah?

Kegiatan Ayo Coba 11.3 tersebut merupakan gambaran dari prinsip kerja transformator sederhana. Kamu sudah mengetahui bahwa arus listrik pada kumparan terjadi akibat adanya perubahan medan magnet di sekitar kumparan tersebut. Hal yang sama juga terjadi pada transformator. Ketika kumparan primer dihubungkan dengan tegangan bolak-balik, besar dan arah medan magnet yang ditimbulkan oleh kumparan primer tersebut akan selalu berubah. Kumparan sekunder berada di dekat kumparan primer sehingga perubahan medan magnet yang menembusnya menyebabkan terjadinya GGL induksi pada kumparan sekunder.

Besar atau kecilnya tegangan yang dihasilkan kumparan sekunder diakibatkan oleh jumlah lilitannya. Apabila jumlah lilitan kumparan sekunder lebih banyak dari jumlah lilitan kumparan primer, transformator akan menaikkan tegangan. Transformator ini disebut transformator penaik tegangan (transformator *step up*). Apabila jumlah lilitan kumparan sekunder lebih sedikit dari jumlah lilitan kumparan primer, transformator akan menurunkan tegangan. Transformator ini disebut transformator penurun tegangan (transformator *step down*).

Bagaimanakah hubungan antara tegangan listrik dan jumlah lilitannya? Kamu sudah membuktikan apabila jumlah lilitan kumparan keluaran lebih sedikit dari jumlah lilitan masukan, ternyata tegangan keluaran akan semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan listrik sebanding dengan jumlah lilitannya. Secara matematis dituliskan:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (11-1)$$

dengan N_1 dan N_2 adalah jumlah lilitan masukan dan keluaran.

Hal Penting

Key Point

Transformator adalah alat yang dapat mengubah tegangan listrik bolak-balik tinggi pada arus rendah menjadi tegangan listrik bolak-balik rendah pada arus tinggi dan sebaliknya.

A transformer is a device that changes a high alternating voltage at low current to a low alternating voltage at high current and vice versa.

a. Transformator Ideal

Transformator ideal adalah transformator yang pada kumparan sekundernya tidak kehilangan energi. Seluruh energi listrik pada kumparan masukan didistribusikan ke kumparan keluaran sehingga daya listrik pada kumparan primer sama dengan daya listrik pada kumparan sekunder.

Jika daya listrik pada kumparan primer disebut P_1 dan daya listrik pada kumparan sekunder disebut P_2 , secara matematis dapat dituliskan:

$$P_1 = P_2 \quad (11-2)$$

dengan: P_1 = daya primer (watt)

P_2 = daya sekunder (watt)

Oleh karena daya listrik $P = VI$ maka,

$$V_1 I_1 = V_2 I_2 \quad (11-3)$$

Perbandingan tegangan listrik berbanding terbalik dengan perbandingan kuat arus listrik. Dengan demikian, dapat dituliskan:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (11-4)$$

dengan: V_1 = tegangan pada kumparan primer (volt)

V_2 = tegangan pada kumparan sekunder (volt)

I_1 = kuat arus listrik pada kumparan primer (ampere)

I_2 = kuat arus listrik pada kumparan sekunder (ampere)

Contoh Soal 11.1

Sebuah transformator memiliki jumlah lilitan masukan 600 lilitan dan jumlah lilitan keluaran 1.200 lilitan. Jika lilitan masukan dihubungkan dengan tegangan 100 volt AC, hitunglah:

- besar tegangan keluaran,
- arus pada kumparan keluaran jika arus masukan sebesar 6 A.

Penyelesaian:

Diketahui: $N_1 = 600$ lilitan

$N_2 = 1.200$ lilitan

- Ditanya: a. Tegangan keluaran (V_2)
b. Arus listrik keluaran (I_2)

Jawab:

- a. Tegangan keluaran

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$V_2 = \frac{N_1}{N_2} V_1$$

$$V_2 = \frac{1.200}{600} \times 110 \text{ V}$$

$$V_2 = 220 \text{ volt}$$

b. Arus keluaran

$$I_2 = \frac{110}{220} \times 6 \text{ A}$$

$$I_2 = 3 \text{ A}$$

b. Efisiensi Transformator

Sesungguhnya manusia ingin membuat sebuah transformator yang ideal, yaitu transformator yang tidak kehilangan energi antara masukan dan keluarannya. Namun, di dunia ini tidak ada yang sempurna. Kesempurnaan itu hanyalah milik Tuhan.

Energi yang hilang pada transformator berubah menjadi energi panas. Kehilangan energi ini sangat mengganggu kerja transformator karena tegangan keluarannya tidak sesuai dengan tegangan hasil yang diharapkan. Oleh sebab itu, transformator yang dijual di pasaran menuliskan nilai toleransi yang masih bisa digunakan. Nilai Toleransi ini berhubungan dengan efisiensi transformator. Efisiensi transformator adalah perbandingan antara daya sekunder dan daya primer. Secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{P_1}{P_2} \times 100\% \quad (11-5)$$

dengan: η = efisiensi transformator (%)

P_1 = daya primer (watt)

P_2 = daya sekunder (watt)

Transformator ideal memiliki efisiensi 100 % sehingga daya masukan transformator ini sama dengan daya keluarannya.

c. Penggunaan Transformator

1) Rangkaian Alat-Alat Elektronik

Dalam alat-alat elektronik transformator banyak digunakan untuk menurunkan tegangan dari jaringan PLN. Hal ini disebabkan alat-alat elektronik menggunakan tegangan rendah, yaitu berkisar antara 3 V sampai dengan 12 V.

Transformator yang digunakan adalah transformator penurun tegangan atau transformator *step down*. Biasanya, transformator dipadukan dengan rangkaian listrik penyearah



Sumber: www.cs-tele.com

Gambar 11.6

Adaptor atau catu daya

sebelum digunakan pada alat elektronik. Rangkaian hasil paduan transformator, rangkaian penyearah, dan perata arus ini disebut adaptor. Nama lain adaptor yang sering digunakan di laboratorium adalah catu daya.

2) Mentransmisikan Daya Listrik

Pernahkah kamu melihat gardu listrik di sekitar tempat tinggalmu? Komponen apakah yang terdapat di dalamnya? Mungkin kamu akan mengira rangkaian elektronik yang terdapat di dalam gardu listrik itu sangat rumit. Jika kamu perhatikan petugas PLN membuka gardu listrik, kamu akan melihat transformator di dalam gardu listrik tersebut. Apakah fungsi dari transformator itu? Tentunya, transformator itu digunakan untuk menurunkan atau menaikkan tegangan.

Dari sumber pembangkit listriknya, generator listrik dapat menghasilkan tegangan sekitar 10.000 volt. Namun, untuk mencapai tempat yang jauh, tegangan ini harus dinaikkan menggunakan transformator hingga mencapai sekitar 150.000 volt. Hal ini dilakukan untuk mengatasi kehilangan energi akibat mentransmisikan listrik melalui kawat penghantar yang memiliki hambatan sangat besar. Setelah mencapai tempat tertentu, biasanya di dalam suatu kota, tegangan tinggi tersebut harus diturunkan beberapa kali melalui beberapa gardu listrik hingga tegangan akhirnya 220 volt. Alat yang digunakan untuk menurunkan tegangan listrik tersebut adalah transformator.

3) Alat Las Listrik

Alat las listrik merupakan alat yang memanfaatkan konsep pengubahan energi listrik menjadi energi panas. Alat ini digunakan untuk menyambungkan antara satu logam dan logam lainnya. Las listrik memanfaatkan prinsip kerja transformator, yaitu dengan menaikkan arus listrik keluaran menjadi beberapa puluh atau beberapa ratus kali arus listrik masukan. Transformator yang digunakan untuk tujuan ini memiliki lilitan kumparan keluaran yang jauh lebih sedikit dari lilitan kumparan masukannya. Perbandingan jumlah lilitan masukan dan keluaran dapat mencapai 100 : 1. Jadi, dengan mengalirkan arus sebesar 1 ampere pada masukan akan dihasilkan kuat arus listrik sebesar 100 A pada keluarannya.

2. Generator

Bagaimanakah PLN menghasilkan listrik? PLN mengubah energi dalam bentuk lain untuk dijadikan energi listrik. Energi yang dimanfaatkan untuk diubah menjadi energi listrik di



Sumber: upload.wikimedia.org

Gambar 11.7

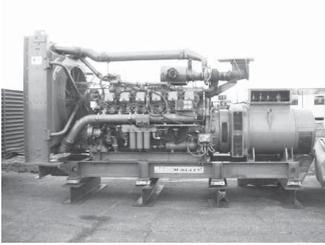
Gardu listrik



Sumber: www.harborfreight.com

Gambar 11.8

Las listrik



Sumber: www.hovertrans.com

Gambar 11.9

Generator listrik

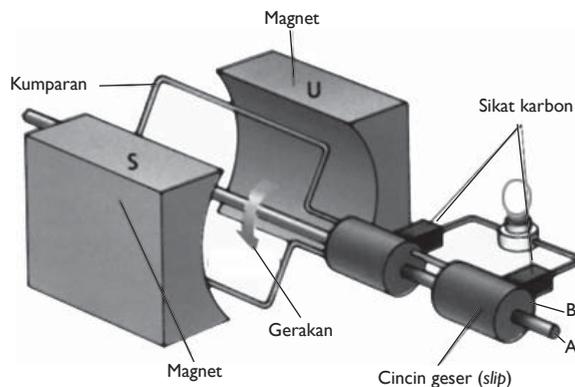
antaranya adalah energi potensial air, energi gas, energi angin, dan energi bahan bakar minyak. Bagaimanakah cara mengubah energi-energi tersebut? Energi-energi tersebut diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan suatu alat yang disebut generator listrik atau dinamo listrik.

Prinsip kerja generator listrik telah kamu ketahui dari bab sebelumnya, yaitu dengan mengubah besar dan arah medan magnet yang menembus suatu penghantar sehingga penghantar akan membangkitkan arus listrik. Jadi, komponen utama generator listrik adalah lilitan kawat dan medan magnet.

Bagaimanakah prinsip kerja generator listrik itu? Kamu sudah mengetahui bahwa untuk menginduksikan arus listrik diperlukan perubahan medan magnet yang menembus suatu penghantar. Kamu juga sudah mempelajari bahwa untuk memperoleh tegangan induksi yang besar, diperlukan jumlah lilitan yang banyak, kuat medan magnet yang besar, dan mempercepat perubahannya. Oleh karena itu, komponen yang terpenting dalam suatu generator adalah kumparan yang jumlah lilitannya banyak dan medan magnet yang kekuatannya besar. Untuk mengubah medan magnet dapat dilakukan dua cara, yaitu dengan memutar kumparan atau memutar medan magnet. Generator yang ada di pasaran ada dua jenis, yaitu generator AC dan generator DC. Apakah perbedaannya?

a. Generator Arus Bolak-Balik (Generator AC)

Generator AC adalah suatu alat yang dapat menghasilkan arus dan tegangan listrik bolak-balik. Generator AC sederhana memiliki sebuah kumparan kawat yang ujungnya dihubungkan ke cincin. Ada dua cincin yang masing-masing menghubungkan ujung-ujung kawat penghantar. Kedua cincin tersebut dihubungkan dengan sikat karbon yang tidak ikut berputar ketika cincin berputar, seperti pada Gambar 11.10.



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2007

Gambar 11.10

Skema generator AC

Jika kumparan kawat digerakkan (diputar) searah jarum jam, kumparan akan memotong garis gaya magnet. Akibatnya, besar dan arah medan magnet yang menembus kumparan berubah dan menghasilkan arus listrik pada kumparan. Sikat karbon akan mengikat cincin A yang akan menghubungkan arus keluar dari kumparan dan sikat dari cincin B akan menarik kembali masuk ke dalam kumparan. Ketika kumparan dalam keadaan sejajar dengan medan magnet, arus tidak diinduksikan untuk sementara dalam waktu yang sangat singkat sehingga kita tidak merasakannya. Ketika kumparan kawat terus berotasi, kembali arus diinduksikan dengan arah berlawanan dan arus keluar dari cincin B, kemudian masuk ke cincin A. Selama putarannya, generator akan menghasilkan arus listrik yang besar dan arahnya selalu berubah sehingga disebut pembangkit listrik bolak-balik.

Hal Penting

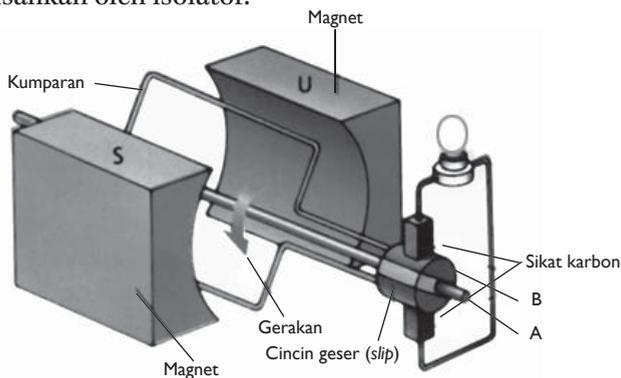
Key Point

Generator adalah alat elektromagnetik yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

A generator is an electromagnetic device which transform mechanical energy into electrical energy.

b. Generator Arus Searah

Salah satu contoh generator ini adalah dinamo sepeda. Generator DC hampir sama dengan generator AC, namun cincinnya hanya satu. Cincin komutator itu dibelah dan dipisahkan oleh isolator.



Sumber: Ensiklopedia Iptek, 2007

Perhatikan Gambar 11.11. Ketika kumparan diputar searah jarum jam, kumparan akan memotong garis gaya magnet sehingga arus listrik akan diinduksikan keluar dari cincin A dan masuk ke cincin B. Ketika kumparan kawat sejajar dengan medan magnet, arus listrik tidak diinduksikan sehingga arus listrik mati untuk sementara waktu. Ketika kumparan diputar kembali, arus listrik pun akan diinduksikan kembali. Arah arus di keluaran akan sama walaupun arahnya di dalam kumparan berubah. Jika kumparan terus diputar, pada kumparan akan terus terjadi arus induksi yang arahnya terus berubah. Namun, komutator akan mengakibatkan arus dan tegangan yang terjadi di keluaran selalu searah.

Gambar 11.11

Skema generator DC

Soal Penguasaan Materi 11.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apa fungsi dari transformator?
2. Bagaimana cara membuat transformator sederhana?
3. Sebuah transformator diberi tegangan masukan sebesar 220 volt dengan kuat arus listrik 4A, akan digunakan untuk menyalakan *tape recorder* yang menggunakan tegangan 12 volt. Apabila jumlah lilitan masukannya 1.000 lilitan, hitunglah jumlah lilitan dan kuat arus listrik keluarannya.
4. Sebuah transformator memiliki kumparan masukan 3.000 lilitan dan kumparan sekunder 1.000 lilitan. Apabila lilitan masukan diberi tegangan AC 220 volt, tentukanlah tegangan rata-rata yang timbul pada kumparan sekundernya.

D. Pengertian Listrik Searah dan Bolak-Balik

Energi listrik adalah energi yang sangat dibutuhkan oleh kehidupan umat manusia. Selain menggunakan baterai dan akumulator, hampir seluruh peralatan modern yang kamu pakai di rumahmu menggunakan energi listrik, seperti pompa air, setrika, pengocok telur, TV, dan radio. Energi listrik terutama digunakan untuk penerangan di rumahmu. Sumber energi listrik tersebut dibeli dari PLN yang disalurkan melalui jaringan dari sumber pembangkit tenaga listrik.

Apakah listrik yang dihasilkan baterai, akumulator, dan PLN itu berbeda? Untuk menjawabnya, lakukanlah kegiatan Ayo Coba 11.4 berikut.

Ayo Coba 11.4

Tujuan

Mengamati arus listrik bolak-balik

Alat dan bahan

Kumparan, galvanometer, dan magnet batang

Cara kerja

1. Rangkaikan alat dan bahan seperti pada gambar.
2. Masukkan magnet batang ke dalam kumparan dan amati gerakan galvanometer.
3. Keluarkan magnet batang dari dalam kumparan, kemudian amati kembali gerakan jarum galvanometer.
4. Lalu, gerak-gerakkan magnet batang keluar masuk kumparan, amati kembali penunjukan jarum galvanometranya.



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2007

Gambar 11.12

Alat listrik

Pertanyaan

1. Ketika kamu memasukkan magnet batang ke dalam kumparan, ke arah manakah jarum galvanometer menyimpang?
2. Ketika kamu mengeluarkan magnet batang dari dalam kumparan, ke arah manakah jarum galvanometer menyimpang?
3. Apakah arah penyimpangan jarum galvanometer itu sama?
4. Samakah arah arus yang terjadi pada kumparan?
5. Berilah kesimpulan dari hasil percobaanmu tersebut.

Hasil kegiatan Ayo Coba 11.4 tersebut membuktikan kepada kita bahwa arus listrik pada kumparan berubah-ubah sesuai dengan gerakan magnet batang. Hal ini menunjukkan bahwa besar dan arah arus listrik pada kumparan selalu berubah. Arus listrik yang besar dan arahnya berubah setiap saat disebut arus listrik bolak-balik atau arus listrik AC (*Alternating Current*). Arus listrik bolak-balik ini terjadi akibat beda potensial (perbedaan tegangan) di antara ujung penghantar yang berubah-ubah. Beda potensial ini disebut tegangan bolak-balik (tegangan AC). Arus listrik dari jaringan PLN yang kamu gunakan, merupakan salah satu contoh arus dan tegangan bolak-balik.

Jika sebuah baterai dihubungkan ke rangkaian, arus mengalir dengan tetap pada suatu arah. Arus ini disebut arus searah, atau DC (*Direct Current*). Sama halnya dengan arus searah, tegangan searah pun selalu tetap. Sumber searah disebut juga sumber tegangan searah karena arus ditimbulkan oleh sumber tegangan. Contoh peralatan listrik yang menggunakan arus searah, yaitu kalkulator, *remote* TV, jam, dan lampu senter.

Soal Penguasaan Materi 11.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apa yang dimaksud dengan arus DC dan AC?
 2. Tuliskan contoh-contoh peralatan listrik yang menggunakan arus DC dan AC di sekitar rumahmu.
-

Rangkuman

- Induksi elektromagnetik adalah peristiwa timbulnya tegangan dan arus bolak-balik pada kawat yang digerakkan di sekitar magnet.
- Pada waktu kutub utara batang magnet dimasukkan pada kumparan, jumlah garis gaya magnet yang memotong kumparan bertambah.
- Pada waktu kutub utara batang magnet dikeluarkan dari kumparan, jumlah garis gaya magnet yang memotong kumparan berkurang.
- Perubahan jumlah garis gaya magnet menyebabkan timbulnya gaya gerak listrik di ujung-ujung kumparan dan arus induksi mengalir dalam rangkaian.
- Arus listrik bolak-balik adalah arus listrik yang besar dan arahnya berubah setiap waktu.
- Arus searah adalah arus listrik yang mengalir dengan tetap pada suatu arah.
- GGL induksi adalah tegangan listrik bolak-balik yang dihasilkan melalui proses induksi elektromagnetik.
- Faktor-faktor yang memengaruhi besarnya GGL induksi dan arus induksi adalah
 - a. kecepatan perubahan medan magnet,
 - b. banyaknya lilitan, dan
 - c. besarnya medan magnet.
- Transformator adalah alat untuk mengubah besar tegangan listrik bolak-balik menjadi lebih besar atau lebih kecil.
- Transformator penaik tegangan disebut transformator *step up*, sedangkan transformator penurun tegangan disebut transformator *step down*.
- Dinamo atau generator adalah alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.
- Pada generator, kumparan dibuat berputar dalam medan magnet yang diam.

Refleksi

Selamat, kamu telah menyelesaikan pelajaran Bab Induksi Elektromagnetik. Sangat menarik, bukan? Semoga dengan memahami bab ini, kamu dapat mengerti peralatan-peralatan listrik yang memakai prinsip induksi elektromagnetik. Dapatkah kamu menyebutkan alat-alat apa saja yang menggunakan prinsip ini?

Pada bab ini kamu juga telah dikenalkan dengan transformator dan generator. Keduanya

adalah dua komponen penting yang berperan sehingga listrik PLN dapat kamu nikmati di rumah. Sudahkah kamu memahami prinsip kerja keduanya? Jika belum, ayo baca kembali bagian yang belum kamu mengerti. Diskusikan dengan teman dan gurumu. Kalau diperlukan, lengkapi bahan diskusimu dengan literatur dari koran, internet, dan media lainnya.

Tes Kompetensi Bab II

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Untuk memperoleh induksi elektromagnetik yang lebih kuat, hal yang harus dilakukan adalah
 - lilitan kumparan harus lebih panjang
 - lilitan kumparan harus lebih kecil
 - jumlah lilitan kumparan diperbanyak
 - jumlah lilitan kumparan diperkecil
- Alat-alat berikut ini yang menggunakan induksi elektromagnetik adalah
 - relay, telepon, dan telegraf
 - parabola, dinamo sepeda, dan motor listrik
 - mixer listrik, setrika listrik, dan telepon
 - bel listrik, kipas angin, dan telepon
- Untuk melakukan percobaan induksi elektromagnetik, diperlukan sebuah kumparan, galvanometer, dan sebatang magnet. Percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut.
 - Magnet batang didiamkan di dalam kumparan.
 - Magnet batang dikeluarkan dengan cepat dari dalam kumparan.
 - Kumparan digerakkan keluar masuk magnet batang.
 - Kumparan dan magnet batang digerakkan searah dengan kecepatan yang sama.Kegiatan yang dapat membangkitkan GGL induksi adalah
 - 1, 2, dan 3
 - 1 dan 3
 - 2 dan 3
 - 1, 2, 3 dan 4
- Arus dan tegangan listrik bolak-balik akan terjadi pada kumparan jika
 - magnet batang dimasukkan ke salah satu ujung kumparan dan keluar dari ujung yang lain
 - magnet batang dimasukkan, lalu didiamkan di dalam kumparan
 - magnet batang dikeluarkan-masukkan di dalam kumparan
 - magnet dikeluarkan, lalu dimasukkan ke dalam kumparan
- Gejala timbulnya tegangan pada kawat yang digerakkan di sekitar magnet dinamakan
 - gaya elektromagnetik
 - medan magnet
 - induksi elektromagnetik
 - imbas magnet
- Data perbandingan jumlah lilitan sekunder dan lilitan primer sebuah transformator adalah sebagai berikut.
 - $\frac{N_p}{N_s} = \frac{1}{2}$
 - $\frac{N_p}{N_s} = \frac{3}{2}$
 - $\frac{N_p}{N_s} = 0,5$
 - $\frac{N_p}{N_s} = 0,8$Transformator dengan jenis *step down* adalah
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
- Kegunaan induksi elektromagnetik pada generator adalah
 - meningkatkan arus listrik
 - mengurangi kuat arus listrik
 - menimbulkan kuat arus listrik
 - menghilangkan kuat arus listrik
- Agar generator AC maupun DC menimbulkan arus listrik, prinsip yang harus dilakukan adalah
 - mengubah banyaknya kumparan
 - mengubah banyaknya garis gaya magnet dalam kumparan
 - memutar medan magnet pada inti besi
 - mengubah kuat arus listrik
- Prinsip kerja transformator adalah
 - mengubah lilitan kumparan pada bagian primer sehingga menimbulkan tegangan pada bagian sekunder
 - mengubah fluks magnetik pada bagian primer sehingga menimbulkan tegangan pada bagian sekunder
 - mengubah arus AC menjadi DC pada bagian primer sehingga menimbulkan tegangan pada bagian sekunder

- d. menyambungkan kumparan primer sehingga menimbulkan tegangan pada bagian sekunder
10. Transformator akan bekerja apabila
- ada arus listrik pada kumparan primer
 - ada tegangan listrik pada kumparan primer
 - ada lilitan kawat sekunder yang lebih banyak dari lilitan primer
 - ada perubahan garis gaya magnet pada kumparan primer
11. Perubahan energi yang terjadi pada generator listrik adalah
- energi listrik menjadi energi kalor
 - energi listrik menjadi energi mekanik
 - energi mekanik menjadi energi listrik
 - energi mekanik menjadi energi kalor
12. Gaya gerak listrik induksi tidak bergantung pada
- kuat magnet batang yang digunakan
 - luas penampang kawat kumparan
 - banyaknya lilitan pada kumparan
 - kecepatan keluar masuk magnet dari kumparan
13. Sebuah trafo memiliki daya masukan sebesar 100 W dan daya keluaran sebesar 75 W. Efisiensi trafo tersebut adalah
- 100%
 - 75%
 - 25%
 - 175%
14. Perbandingan jumlah lilitan sekunder dan lilitan primer sebuah transformator adalah 5 : 3. Jika tegangan sekunder 120 volt, tegangan primernya adalah
- 12 V
 - 24 V
 - 48 V
 - 72 V
15. Arus yang masuk pada kumparan primer sebuah trafo adalah 2 A. Apabila jumlah lilitan 400 lilitan dan lilitan sekunder 200 lilitan, arus yang keluar pada kumparan sekunder adalah
- 4 A
 - 2 A
 - 1 A
 - 0,5 A

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

- Berikut ini manakah yang dapat menimbulkan arus induksi? Jelaskan alasannya.
 - Sebuah magnet batang digantungkan pada pegas lalu digetarkan keluar masuk kumparan.
 - Magnet batang diputar di dekat kumparan
 - Dua buah kumparan saling berdekatan, satu kumparan dihubungkan dengan arus bolak-balik.
- Apa saja yang memengaruhi besarnya gaya gerak listrik induksi?
- Jawablah pertanyaan berikut.
 - Bagaimanakah prinsip kerja transformator?
 - Jelaskan perbedaan antara transformator penaik tegangan dan penurun tegangan?
- Jawablah pertanyaan berikut.
 - Bagaimana hubungan antara tegangan dan jumlah lilitan pada transformator ideal?
 - Bagaimana hubungan antara arus listrik dan jumlah lilitan pada transformator ideal?
 - Apakah manusia dapat membuat transformator ideal yang diinginkan? Mengapa demikian?
 - Ke manakah energi yang hilang pada transformator?
- Sebuah transformator memiliki kumparan primer sebanyak 150 lilitan dan kumparan sekunder sebanyak 6.000 lilitan. Kumparan primer dihubungkan dengan tegangan 220 volt. Jika arus yang mengalir pada kumparan sekunder 6 A, hitunglah:
 - tegangan keluaran transformator,
 - arus pada kumparan masukan.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Mengapa transformator yang dihubungkan dengan arus DC tidak berfungsi?

Bab 12



Sumber: solarsystem.nasa.gov

Tata Surya

Hasil yang harus kamu capai:

memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

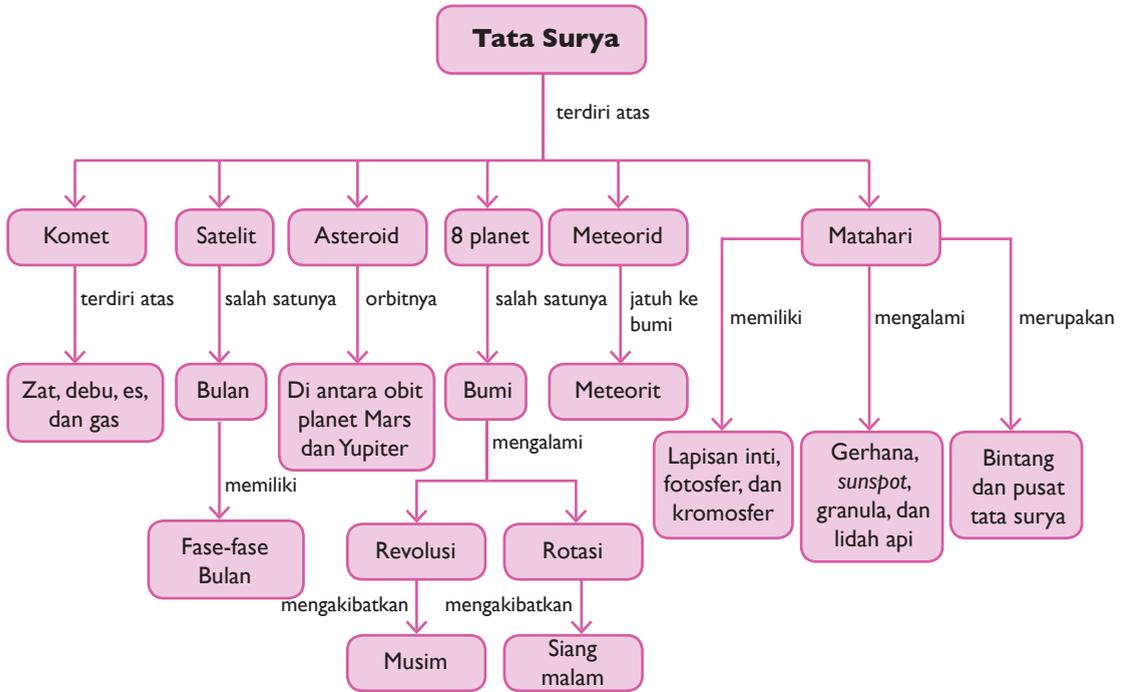
- mendeskripsikan karakteristik sistem tata surya;
- mendeskripsikan matahari sebagai bintang dan bumi sebagai salah satu planet;
- mendeskripsikan gerak edar bumi, bulan, dan satelit buatan serta pengaruh interaksinya.

Apa saja yang dapat kamu lihat waktu menengadah ke langit pada suatu malam yang cerah? Sebagian besar langit ditaburi titik-titik cahaya berkelap-kelip yang disebut bintang. Bagaimanakah keadaan langit sebenarnya? Pernahkah kamu berpikir mengenai awal mula penciptaan alam raya ini? Untuk mengetahui hal-hal tersebut, pelajarilah bab ini dengan saksama.

- A. Tata Surya
- B. Matahari
- C. Bumi sebagai Planet
- D. Bulan
- E. Penjelajahan Ruang Angkasa

Diagram Alur

Untuk mempermudahmu dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.





Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

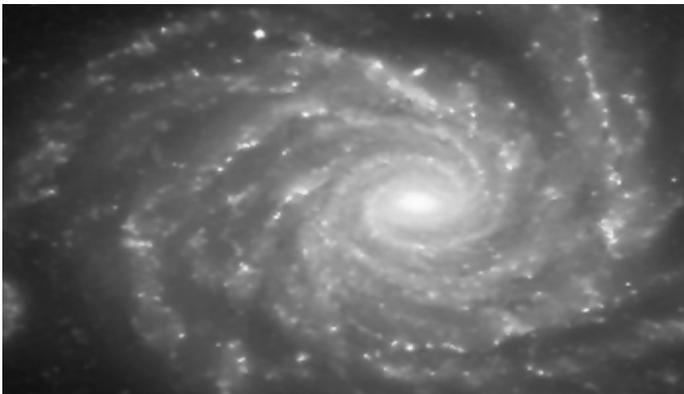
1. Bagaimana alam semesta ini berawal?
2. Tuliskan benda-benda langit.
3. Apa yang dimaksud dengan tata surya? Tuliskan benda-benda langit yang termasuk di dalam tata surya.
4. Mengapa kamu harus memahami tentang tata surya?

A. Tata Surya

Para astronom mempercayai bahwa mulainya ruang, waktu, dan materi yang terdapat di alam semesta ini berasal dari suatu ledakan besar yang disebut *Big Bang*.

Alam semesta mengembang dengan cepat dalam beberapa tahun pertama sejak terjadinya ledakan besar dalam suhu yang sangat tinggi itu. Gumpalan gas dan debu yang terjadi membentuk awan raksasa yang berputar mengelilingi pusat jagat raya. Seiring dengan turunnya suhu, gumpalan gas dan debu yang membeku membentuk partikel-partikel penyusun benda-benda langit dan planet-planet. Benda-benda langit tersebut membentuk susunan dalam sebuah galaksi. Terdapat ribuan galaksi dalam jagat raya ini, termasuk galaksi Bima Sakti, tempat terdapat sistem tata surya kita. Tata surya kita berpusat pada Matahari sebagai pusat edar planet-planet dan anggota tata surya lain.

Anggota tata surya terdiri atas Matahari, 8 planet, Satelit-Satelit planet, Asteroid, Meteorit, dan Komet. Berdasarkan jarak dari Matahari, nama planet-planet anggota tata surya adalah Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Planet-planet ini dikelompokkan berdasarkan sifat atau acuan tertentu.



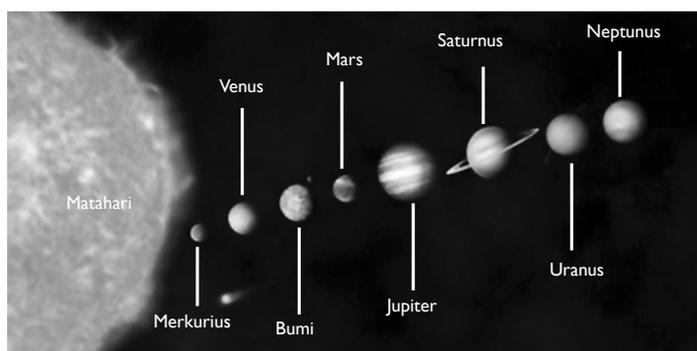
Sumber: www.birderblog.com

Gambar 12.1

Tata surya tempat Bumi kita berada termasuk dalam anggota galaksi Bima Sakti.

Berdasarkan garis edar bumi, planet-planet dikelompokkan menjadi planet inferior dan planet superior. Planet inferior adalah planet-planet yang berada di antara garis edar bumi dan Matahari, sedangkan planet superior adalah planet-planet yang beredar di luar garis edar bumi. Berdasarkan letaknya terhadap sabuk Asteroid, planet-planet dikelompokkan menjadi planet dalam (*inner planets*) dan planet luar (*outer planets*). Planet dalam adalah planet-planet yang berada di antara sabuk Asteroid dan Matahari. Planet luar adalah planet-planet yang berada di bagian luar sabuk Asteroid.

Planet-planet juga dikelompokkan berdasarkan ukuran dan kemiripannya dengan planet Bumi. Merkurius, Venus, dan Mars disebut planet kebumihan (*terrestrial planets*) karena berukuran kecil serta permukaannya rapat dan padat. Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus disebut planet besar (*major planets*) karena bentuknya yang besar. Seperti halnya Matahari, keempat planet besar tersebut sebagian besar unsurnya terdiri atas hidrogen dan helium serta memiliki permukaan bersuhu tinggi.



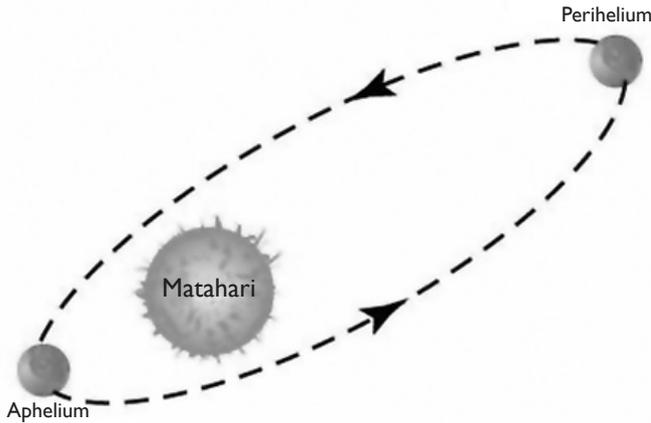
Gambar 12.2

Anggota tata surya

Sumber: chandra.harvard

I. Bentuk Garis Edar Planet

Planet-planet bergerak beredar mengitari Matahari dengan garis edar berbentuk elips. Untuk selanjutnya, garis edar ini disebut sebagai orbit. Setiap planet akan lebih dekat ke Matahari pada suatu waktu tertentu dibandingkan dengan waktu-waktu lainnya. Titik pada orbit saat sebuah planet berada paling dekat dengan Matahari disebut titik perihelium. Titik pada orbit saat sebuah planet berada paling jauh dengan Matahari disebut titik aphelium. Titik perihelium dan aphelium ditunjukkan pada Gambar 12.3.



Gambar 12.3

Titik perihelium dan titik aphelium planet

Sumber: www.yourdictionary.com

Mengapa planet-planet dapat beredar mengelilingi Matahari? Matahari dan planet-planet menghasilkan gaya tarik menarik. Karena Matahari memiliki massa yang jauh lebih besar dari planet-planet maka gaya tarik atau gaya gravitasi inilah yang mengikat planet-planet tetap pada orbitnya. Satu planet dapat dibandingkan dengan planet lainnya dari:

- jarak rata-rata dari Matahari,
- garis tengah,
- massa,
- massa jenis,
- periode rotasi, dan
- periode revolusi.

Nilai semua ukuran planet itu ditunjukkan pada Tabel 12.1.

Tabel 12.1 Data Perbandingan Antarplanet

Planet	Jaraknya dengan Matahari (10^6 km)	Diameter (km)	Kala Revolusi	Kala Rotasi	Massa (kg_{Bumi})
Merkurius	58	4.862	88 hari	59 hari	$3,3 \times 10^{23}$
Venus	108	12.190	224,75 hari	243 hari	$48,7 \times 10^{23}$
Bumi	149,6	12.725	365,25 hari	23,9 jam	$59,7 \times 10^{23}$
Mars	228	6.780	1,9 tahun	24,6 jam	$6,4 \times 10^{23}$
Jupiter	779	142.860	11,9 tahun	9,8 jam	18.988×10^{23}
Saturnus	1.425	120.000	29,5 tahun	10,6 jam	5.685×10^{23}
Uranus	2.875	50.100	83,75 tahun	24 jam	866×10^{23}
Neptunus	4.500	48.600	163,72 tahun	22 jam	1.028×10^{23}

Sumber: *Planetary System*, 1996

Hal Penting

Key Point

Tata surya kita terdiri atas satu bintang sebagai pusat (Matahari), dikelilingi oleh 8 planet, termasuk Bumi.

Our solar system consists of a central star (the sun), surrounded by 8 planets, including Earth.

Ayo Coba 12.1

Tujuan

Memahami perbandingan antarplanet

Cara kerja

1. Amatilah Tabel 12.1.
2. a. Planet manakah yang paling dekat dengan Matahari? Berapakah jaraknya?
b. Planet manakah yang terjauh dari Matahari? Berapakah jaraknya?
3. a. Planet manakah yang ukurannya terkecil? Berapakah garis tengahnya?
b. Planet manakah yang ukurannya terbesar? Berapakah garis tengahnya?
4. a. Planet manakah yang massanya terkecil? Berapa kali massanya terhadap massa bumi?
b. Planet manakah yang massanya terbesar? Berapa kali massanya terhadap massa bumi?
5. a. Planet manakah yang massa jenisnya terkecil? Berapakah massa jenisnya?
b. Planet manakah yang massa jenisnya terbesar? Berapakah massa jenisnya?

Tabel 12.2 Hasil Perbandingan Antarplanet

Besaran	Terkecil	Terbesar
Jarak dari Matahari	Merkurius	Neptunus
Ukuran	Merkurius	Jupiter
Massa	Merkurius	Jupiter
Massa Jenis	Saturnus	Bumi

2. Jenis-Jenis Planet

a. Merkurius

Merkurius lebih dekat ke Matahari daripada Bumi (Gambar 12.4). Permukaan planet Merkurius berbatu-batu dan suhunya mencapai 450°C. Permukaan planet ini mirip dengan permukaan Bulan. Merkurius memiliki densitas tertinggi di antara planet lainnya.



Sumber: www.tcm-germany.de

Diameter	=	4.878 km
Jarak dari Matahari:		
maksimum	=	70.000.000 km
minium	=	46.000.000 km
Massa berevolusi	=	88 hari
1 hari	=	59 kali hari bumi
Massa	=	0,055 kali massa bumi
Densitas	=	0,98 kali densitas bumi
Suhu permukaan:		
maksimum	=	450°C
minimum	=	-170°C

Gambar 12.4

Profil planet Merkurius

b. Venus

Venus memiliki ukuran dan komposisi yang hampir sama dengan Bumi. Venus berbeda dari planet lain karena berotasi dengan arah terbalik. Karena lapisan atmosfer yang tipis dan jaraknya yang dekat dengan Matahari, tidak ditemukan air di Venus (Gambar 12.5).



Sumber: www.hscolte.de

Diameter (dari ekuator)	=	12.104 km
Diameter (dari kutub)	=	12.400 km
Jarak dari Matahari:		
maksimum	=	109.000.000 km
Masa berevolusi	=	225 hari
1 hari	=	117 kali hari bumi
Massa	=	0,82 kali massa bumi
Densitas	=	0,89 kali densitas bumi
Suhu permukaan	=	maksimum 480°C

Gambar 12.5

Profil planet Venus

c. Bumi

Bumi, planet tempat kita tinggal, sekitar $\frac{2}{3}$ bagiannya tersusun atas air. Permukaan bumi tidak begitu terlihat jelas karena tebalnya atmosfer dan awan putih yang menutupi permukaannya (Gambar 12.6).



Sumber: www.gsfc.nasa.gov

Diameter (dari ekuator)	=	12.756.000 km
Diameter (dari kutub)	=	12.713.000 km
Jarak dari Matahari:		
21 Juni	=	152.000.000 km
22 Desember	=	147.000.000 km
1 hari	=	23 jam 56 menit
Keliling bumi	=	40.075 km

Gambar 12.6

Profil planet Bumi

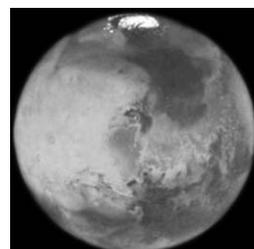
d. Mars

Mars (Gambar 12.7) dikenal sebagai planet merah karena permukaannya tampak seperti pasir merah pada malam hari. Atmosfer Mars yang tipis mengandung unsur-unsur karbon dioksida (95,4 %), nitrogen, uap air, dan lain-lain.

Gambar 12.7

Profil planet Mars

Diameter (dari ekuator)	= 6.785 km
Jarak dari Matahari:	
maksimum	= 249.000.000 km
minimum	= 207.000.000 km
Masa berevolusi	= 687 hari
1 hari	= 24 jam 37 menit
Massa	= 0,11 kali massa bumi
Densitas	= 0,71 kali densitas bumi
Suhu permukaan:	
maksimum	= -30°C
minimum	= -100°C



Sumber: teacher.scholastic.com

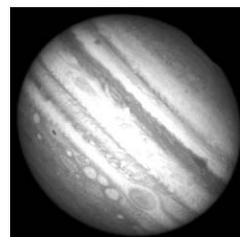
e. Jupiter

Jupiter merupakan planet terbesar dalam tata surya. Planet ini memiliki 16 Satelit. Sabuk awan berputar-putar menutupi permukaan Jupiter yang terdiri atas campuran gas dan cairan (Gambar 12.8).

Gambar 12.8

Profil planet Jupiter

Diameter (dari ekuator)	= 142.800 km
Diameter (dari kutub)	= 134.000 km
Jarak dari Matahari:	
maksimum	= 816.000.000 km
minimum	= 741.000.000 km
Masa berevolusi	= 11,9 tahun
1 hari	= 9 jam 50 menit
Massa	= 318 kali massa bumi
Densitas	= 0,39 kali densitas bumi
Suhu permukaan	= -150°C



Sumber: geo.web.ru

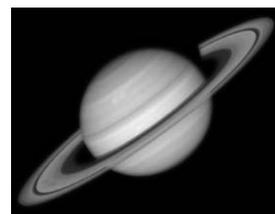
f. Saturnus

Saturnus hampir sama dengan Jupiter. Planet ini di-lingkari oleh pita-pita awan yang berbentuk seperti cincin. Saturnus memiliki jumlah Satelit paling banyak dibandingkan dengan planet lain (Gambar 12.9).

Gambar 12.9

Profil planet Saturnus

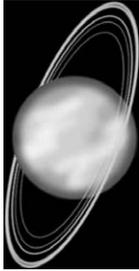
Diameter (dari ekuator)	= 120.200 km
Diameter (dari kutub)	= 103.000 km
Jarak dari Matahari:	
maksimum	= 1.507.000.000 km
minimum	= 1.374.000.000 km
Masa berevolusi	= 29,5 tahun
1 hari	= 10 jam 14 menit
Massa	= 95 kali massa bumi
Suhu permukaan	= -170°C



Sumber: www.astronomycafe.net

g. Uranus

Atmosfer planet Uranus tampak biru karena awan gas metana menutupi sinar merah (Gambar 12.10).



Sumber: sciencemonster.com

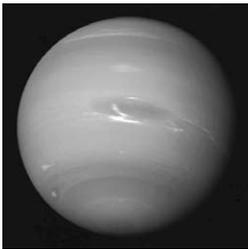
Diameter (dari ekuator)	= 52.000 km
Diameter (dari kutub)	= 50.200 km
Jarak dari Matahari:	
maksimum	= 3.007.000.000 km
minimum	= 2.737.000.000 km
Masa berevolusi	= 84 tahun
1 hari	= 17 jam 24 menit
Massa	= 14,6 kali massa bumi
Densitas	= 0,22 kali densitas bumi
Suhu permukaan	= -200°C

Gambar 12.10

Profil planet Uranus

h. Neptunus

Neptunus memiliki atmosfer hidrogen berwarna biru mencolok dan awan gas metana. Neptunus memiliki inti dari batuan sebesar Bumi. Planet ini memiliki 3 cincin dan 8 Satelit (Gambar 12.11).



Sumber: www.myastronomybook.com

Diameter (dari ekuator)	= 48.400 km
Diameter (dari kutub)	= 48.700 km
Jarak dari Matahari:	
maksimum	= 4.540.000.000 km
minimum	= 4.462.000.000 km
Masa berevolusi	= 164,3 hari
1 hari	= 18 jam
Massa	= 17 kali massa bumi
Densitas	= 0,03 kali densitas bumi
Suhu permukaan	= -210°C

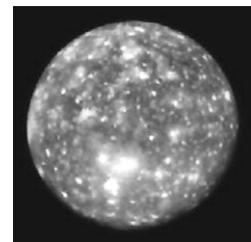
Gambar 12.11

Profil planet Neptunus

3. Benda Langit Lainnya

a. Satelit

Satelit adalah benda langit yang beredar mengelilingi Matahari dan planet induknya. Selain planet Merkurius dan Venus, planet lainnya memiliki Satelit sendiri dengan jumlah tertentu. Seperti halnya planet, Satelit pun berputar pada sumbunya. Jumlah Satelit setiap planet berbeda, seperti terlihat dalam Tabel 12.3.



Sumber: nssdcftp.nasa.gov

Gambar 12.12

Callisto adalah Satelit Jupiter terbesar kedua.

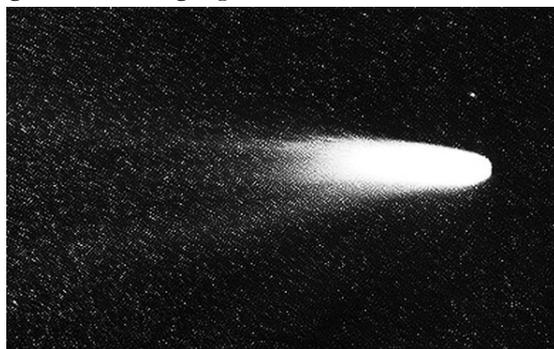
Tabel 12.3 Nama-Nama Satelit untuk Setiap Planet

Planet	Satelit	Planet	Satelit	Planet	Satelit
Bumi	Bulan	Saturnus	198rS13	Uranus	Cordelia
Mars	Phobos Deimos		Atlas Prometheus Pandora		Ophelia Bianca Cressida
Jupiter	Adrastea Amalthea Thebe Lo Europa Ganymede Callisto Leda Himalia Elara Ananke Carme Pasiphae Sinope		Ephimeteus Janus Mimas Enceladus Tehys Telesto Calypso Dione Helene Rhea Titan Hyperion Lapetus Phoebe		Desdemona Juliet Portia Rosalind Belinda Puck Miranda Puck Moranda Ariel Umbriel Titania Oberon 1989N6 1989N5 1989N4 1989N3 1989N2 1989N1 Triton Nereid

b. Komet

Ketika kamu menatap langit, pernahkah kamu melihat benda seperti bintang berekor sedang melintas? Benda tersebut adalah komet.

Komet berasal dari kata Latin yang berarti rambut karena ekor komet yang terlihat seperti rambut. Komet adalah salah satu benda langit yang berukuran kecil, seperti halnya Asteroid, tetapi memiliki komposisi yang berbeda. Materi penyusun komet terdiri atas zat padat, debu, es, dan gas yang mudah menguap.



Gambar 12.13

Komet Halley

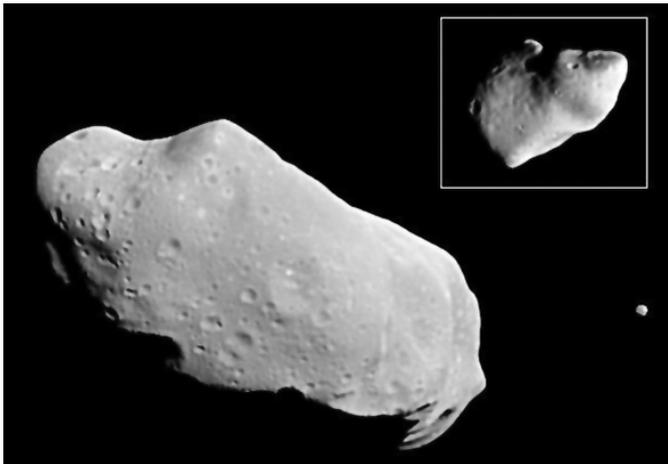
Sumber: homepage.smc

Komet mengitari Matahari dengan garis edar berbentuk elips yang lebih lonjong. Pada saat lintasan komet mendekati Matahari, panas matahari membuat suhu komet naik dan membakar material penyusunnya. Partikel yang menguap terlihat di angkasa seperti ekor.

Edmond Halley (1656–1742) adalah ilmuwan pertama yang membuktikan bahwa Komet beredar mengelilingi Matahari. Dia mengamati sebuah Komet yang tampak pada 1531 dan tampak kembali pada 1607. Pada 1682 Komet yang sama terlihat kembali. Komet tersebut dinamakan Komet Halley sebagai penghargaan kepada penemunya. Komet Halley terakhir kali terlihat tahun 1986.

c. Asteroid

Asteroid adalah benda angkasa yang terbesar berukuran beberapa ratus kilometer sampai yang terkecil berukuran kurang dari satu kilometer. Kebanyakan asteroid beredar mengelilingi Matahari dengan orbit di antara planet Mars dan planet Jupiter. Kumpulan asteroid yang beredar dalam lintasan utama tersebut disebut sabuk asteroid.



Sumber: solstation.com

Gambar 12.14

Asteroid

Asteroid tampak dalam jumlah yang tidak begitu banyak dan beredar di luar lintasan utama. Asteroid yang dinamakan Apollo beredar mengelilingi Matahari dan memotong garis edar bumi.

Asteroid terbesar yang diketahui dinamakan Ceres (diambil dari nama dewi pertanian bangsa Romawi) dengan diameter kurang lebih 750 km.

d. Meteorid, Meteor, dan Meteorit

Pernahkah kamu melihat cahaya berkelip di langit malam hari yang cerah? Benda langit yang kamu lihat itu adalah meteor. Meteorid atau bintang jatuh adalah asteroid atau komet yang jatuh dan masuk ke dalam atmosfer bumi. Meteor itu bergesekan dengan lapisan atmosfer maka timbullah panas sehingga meteor akan berpijar. Kebanyakan meteor akan habis terbakar sebelum sampai di permukaan bumi.



Gambar 12.15

Kawah meteorit Baringer di Arizona

Sumber: www.xtec.es

Meteor yang sampai ke permukaan bumi disebut meteorit. Sebuah meteorit sangat besar yang pernah jatuh ke bumi membentuk kawah berdiameter kurang lebih 1.265 m dengan kedalaman kurang lebih 190 m terletak di Arizona, Amerika Serikat.

Tugas 12.1

Diskusikanlah perilaku komet, asteroid, satelit, dan planet-planet berdasarkan garis edar dan peranannya dalam sistem tata surya. Apakah bentuk garis edar planet, garis edar komet, dan garis edar asteroid sama?

Soal Penguasaan Materi 12.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskanlah planet-planet yang termasuk ke dalam planet inferior dan superior.
2. Tuliskanlah nama-nama planet dalam tata surya secara urut.
3. Mengapa meteor berpijar saat memasuki atmosfer bumi?

B. Matahari

Bangunlah kamu pada pagi hari dan lihatlah pada arah Matahari terbit. Langit tampak berwarna kemerah-merahan terkena cahayanya. Suasana yang lebih indah adalah peristiwa terbenamnya Matahari yang terlihat di daerah pantai. Matahari terlihat jelas berbentuk bulat berwarna kemerah-merahan.



Sumber: xicus.com

Diameter (kilometer terhadap Bumi)	= 1.390.000 km
Massa	= 332.800 kali massa bumi
Densitas (air = 1)	= 1,410
Periode rotasi (pada ekuator)	= 24,9 hari
Komposisi	= 73% hidrogen 25% helium dan 2% elemen lain
Suhu permukaan	= 5.500°C
Suhu inti	= 15.000.000°C
Umur	= 4.600.000.000 tahun

Gambar 12.16

Peristiwa Matahari terbenam

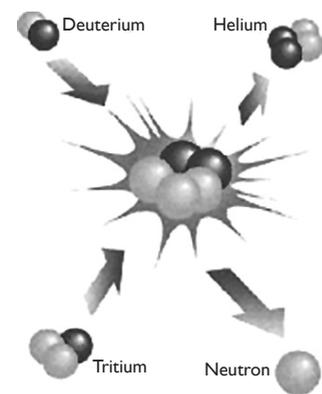
I. Pengertian Matahari sebagai Bintang

Matahari adalah pusat tata surya. Matahari merupakan salah satu bintang dari sekitar 100 milyar bintang dalam kelompok rasi bintang Bima Sakti. Bintang lainnya yang terdekat adalah Alpha Centauri yang berjarak kurang lebih 40.000 milyar kilometer dari Bumi.

Meskipun Matahari tampak kecil jika dilihat dari Bumi, namun diameternya 109 kali lebih besar daripada diameter bumi. Jarak Matahari ke Bumi sekitar 150 juta km sehingga cahaya matahari menempuh waktu 8 menit 20 detik untuk sampai ke permukaan bumi dengan kecepatan 300 juta meter per detik.

Matahari bukanlah bola api, melainkan bola gas yang berpijar. Unsur penyusun Matahari yang terbanyak adalah hidrogen (74%). Pada Matahari terjadi reaksi fusi, yaitu reaksi penggabungan dua atom atau lebih inti ringan menjadi suatu inti baru. Akibat reaksi nuklir tersebut, terbentuk energi kalor yang sangat besar dari adanya perubahan massa.

Albert Einstein, seorang ilmuwan berkebangsaan Jerman, mengemukakan teori mengenai perubahan massa menjadi energi dengan persamaan:



Sumber: www.iaea.org

Gambar 12.17

Penggabungan atom hidrogen menjadi atom helium

$$E = m c^2 \quad (12-1)$$

dengan: m = massa (kg)

c = cepat rambat cahaya = 3×10^8 m/s

E = energi (joule)

Apakah sumber energi matahari itu akan habis sehingga Matahari tidak dapat memancarkan cahaya? Matahari pada suatu saat akan mengerut dengan bertambahnya massa dan berkurangnya hidrogen sebagai sumber energi matahari.

Tugas 12.2

Carikan informasi dan diskusikanlah mengenai:

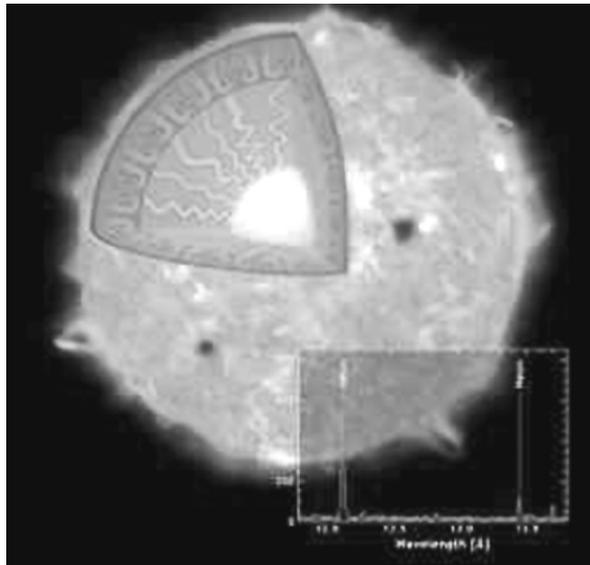
- Mengapa Matahari disebut sebagai bintang?
- Mengapa Matahari tampak kecil jika dilihat dari permukaan bumi?

2. Lapisan-Lapisan Matahari

Seperti halnya Bumi yang terdiri atas lapisan-lapisan, Matahari pun memiliki lapisan dengan kerapatan tertentu.

Urutan lapisan matahari dimulai dari yang terdalam hingga terluar adalah inti matahari, fotosfer, kromosfer, dan korona.

Inti matahari berdiameter lebih kurang 10% dari diameter matahari dan bersuhu sekitar 15 juta°C. Sumber energi matahari berada dalam lapisan inti matahari dan merambat ke luar melalui lapisan berikutnya dengan cara diradiasikan, lalu dikonveksikan (Gambar 12.18).



Gambar 12.18

Bagian-bagian dalam Matahari

Sumber: www.universetoday.com

Permukaan matahari yang terlihat jika kamu memandang Matahari sebenarnya adalah lapisan fotosfer. Bagian terdalam lapisan fotosfer bersuhu lebih kurang 5.500°C dan semakin berkurang pada bagian luarnya. Energi kalor yang sangat tinggi membuat gas pada lapisan tersebut terlihat bergejolak.

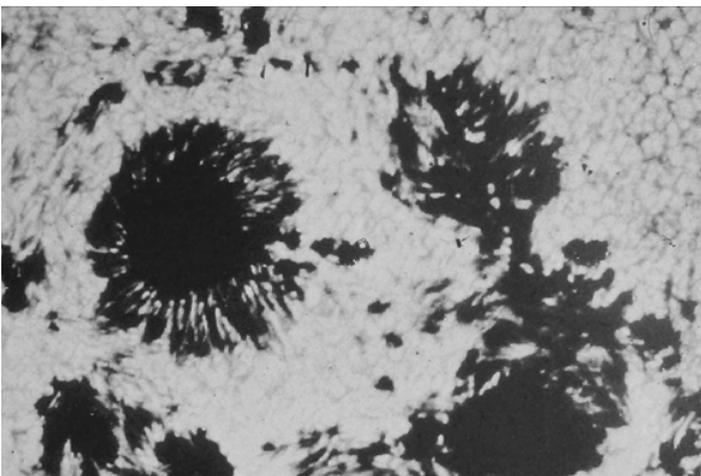
Lapisan di atas lapisan fotosfer adalah lapisan kromosfer yang merupakan lapisan terdalam dari lapisan atmosfer matahari dan berjarak kurang lebih 12.000 km.

Perhatikanlah Gambar 12.19, apakah kamu pernah melihat Matahari tampak seperti pada gambar tersebut? Pada gambar tersebut, terlihat bagian matahari yang berwarna putih perak. Bagian inilah yang disebut korona atau mahkota. Korona akan tampak oleh mata telanjang pada saat berlangsungnya gerhana matahari total. Korona dapat dilihat menggunakan koronagraf tanpa menunggu adanya gerhana matahari total.

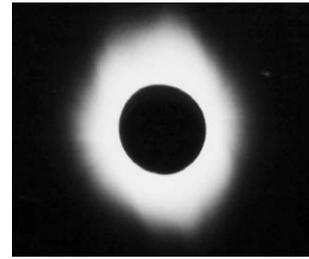
3. Aktivitas Matahari

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan para ahli pada lapisan fotosfer matahari akan terlihat aktivitas, seperti noda hitam atau bintik hitam matahari (*sunspot*), granula, dan pakula fotosfer, serta lidah api (*prominensa*).

Noda hitam atau bintik hitam matahari (*sunspot*) adalah bagian lapisan fotosfer yang tampak hitam karena suhunya lebih dingin dibandingkan suhu daerah sekitarnya dan terlihat melingkar menuju satu titik. Noda matahari terjadi akibat aktivitas magnetik yang berlawanan. Aktivitas magnetik menarik permukaan matahari hingga terjadi bintik matahari.



Sumber: www.wzw.tum.de



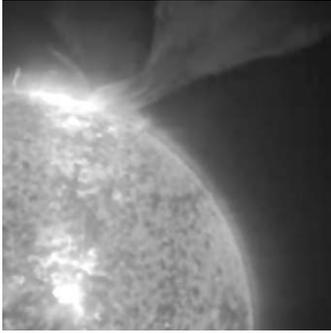
Sumber: antoine.frostburg.edu

Gambar 12.19

Korona terlihat berwarna putih perak ketika terjadi gerhana matahari total.

Gambar 12.20

Noda hitam atau bintik matahari



Sumber: www.universetoday.com

Gambar 12.21

Lidah api atau prominensa



Sumber: www.destination360.com

Gambar 12.22

Aurora terlihat dari angkasa

Granula fotosfer adalah aktivitas yang terjadi pada permukaan fotosfer matahari. Granula ini terlihat seperti daerah yang cerah dan bercahaya, sedangkan pakula terlihat seperti butiran-butiran yang dipisahkan oleh suatu batas.

Pada lapisan terluar atmosfer matahari (korona) terdapat aktivitas gas yang menyembur keluar dengan dahsyat. Aktivitas disebut lidah api (prominensa). Lidah api yang berwarna kemerah-merahan jika dilihat dari Bumi tersebut dapat menyembur lebih dari 480.000 km dari permukaan matahari.

Radiasi energi matahari memancarkan partikel-partikel ke ruang angkasa. Energi cahaya yang diradiasikannya berupa cahaya ultraviolet, infra merah, dan sinar-X. Panjang gelombangnya berbeda-beda, gelombang cahaya yang tampak olehmu adalah gelombang cahaya tampak. Dengan adanya lapisan atmosfer, cahaya matahari tidak langsung masuk ke permukaan bumi sehingga energi gelombang matahari tersebut tidak merusak ekosistem dan kelangsungan makhluk hidup. Radiasi gelombang sinar ultraviolet sangat berbahaya bagi kehidupan manusia karena dapat menyebabkan mutasi. Namun, dengan adanya lapisan ozon yang terdapat pada lapisan atmosfer, radiasi tersebut dapat tertahan.

Kumpulan partikel-partikel yang terperangkap oleh medan magnetik bumi disebut sabuk Van Allen. Partikel-partikel pada sabuk ini menumbuk atmosfer bumi di bagian kutub bumi yang menimbulkan cahaya terang yang disebut aurora. Aurora yang terlihat di bagian selatan disebut aurora Australis dan yang terlihat di bagian utara adalah aurora Borealis.

4. Manfaat Energi Matahari bagi Kehidupan

Jika kamu bepergian pada siang hari pada musim kemarau, terasakah olehmu bahwa semakin siang cuaca akan semakin panas? Hal ini disebabkan Matahari berada pada jarak terdekat dengan Bumi. Sore hari saat Matahari mulai terbenam, berangsur-angsur cahaya menghilang hingga datangnya malam hari. Bagaimana cahaya matahari apabila kita berada di kutub selatan atau kutub utara bumi? Apakah Matahari terlihat jelas?

Kelangsungan hidup makhluk di Bumi sangat bergantung pada energi matahari. Tanpa energi matahari semua bentuk kehidupan di Bumi (manusia, hewan, dan tumbuhan) akan musnah. Langit menjadi gelap karena menghilangnya satu-satunya sumber cahaya bumi, yaitu Matahari. Bumi

akan menjadi dingin dengan cepat dan segala yang ada di permukaannya akan membeku. Tidak akan ada perubahan cuaca sehingga tidak akan terjadi hujan dan sebagian besar wilayah di Bumi akan mengalami kekeringan.

Dengan adanya Matahari, makhluk hidup di Bumi dapat memperoleh makanan yang berasal dari tanaman. Energi kimia yang terkandung dalam tanaman berasal dari proses fotosintesis, yaitu proses yang melibatkan energi matahari, karbon dioksida, dan air. Secara langsung ataupun tidak langsung manusia memanfaatkan Matahari sebagai sumber energi.

Secara langsung cahaya matahari dimanfaatkan dan untuk mengeringkan baju, mengeringkan bahan makanan, proses pembuatan garam. Secara tidak langsung, energi matahari dapat digunakan untuk pembangkit listrik.

Daur cuaca mengakibatkan turunnya hujan yang menghasilkan air dan mengalir sungai-sungai serta menggerakkan turbin stasiun pembangkit listrik tenaga air. Batubara dan minyak bumi merupakan contoh bahan tambang yang dapat digunakan sebagai energi. Bahan tersebut berasal dari energi matahari yang tersimpan dari sisa-sisa tanaman yang pernah hidup dan terkubur bersama bebatuan berabad-abad tahun yang lampau.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada saat ini memungkinkan energi matahari disimpan dalam suatu sel surya (Gambar 12.23). Energi dalam sel surya tersebut dalam kehidupan sehari-hari dimanfaatkan untuk memanaskan air, alat penghitung (kalkulator), dan penggerak mobil. Dibandingkan dengan sumber energi lain, energi yang berasal dari Matahari tidak merusak lingkungan.



Sumber: www.fdlccc.edu

Gambar 12.23

Sel surya rumah matahari

Soal Penguasaan Materi 12.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskanlah struktur penyusun matahari.
2. Jelaskanlah tentang sumber energi matahari.
3. Tuliskan manfaat energi cahaya matahari yang kamu ketahui.
4. Mengapa kamu tidak boleh menatap Matahari terlalu lama tanpa menggunakan alat bantu? Jelaskan.
5. Berkaitan dengan cahaya matahari, apakah manfaat atmosfer?
6. Di samping cahaya matahari memiliki keuntungan, adakah kerugiannya? Jika ada, sebutkan.
7. Apakah yang terjadi jika Matahari tidak ada?
8. Apakah energi matahari akan habis?
9. Apakah manfaat sel surya?

C. Bumi sebagai Planet

Bagaimanakah bentuk planet Bumi tempat kita berpijak? Bumi saat kamu lihat dari tepi pantai terlihat datar. Benarkah demikian?

Sejak 1960 Bumi telah dapat diambil gambarnya dari ruang angkasa. Dari hasil pemotretan melalui Satelit, Bumi tampak sebagai bola biru yang diselimuti oleh gumpalan-gumpalan awan yang besar. Dengan pengamatan pada jarak yang lebih dekat, tampak adanya bentuk permukaan berupa bentuk benua, pegunungan besar, sungai-sungai, dan gedung-gedung bertingkat.

Periode revolusi	= 365,26 hari
Massa	= 6×10^{24} kg
Massa jenis rata-rata	= $5,5 \times 10^3$ kg/cm ³
Suhu	= $-70^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$



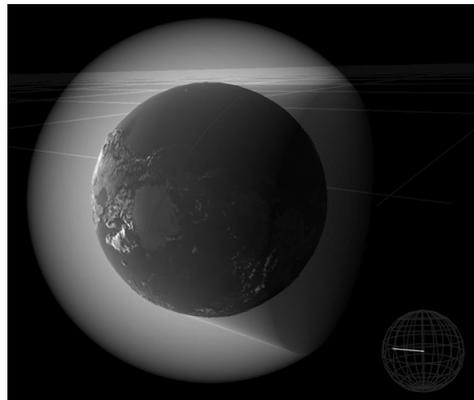
Sumber: www.ocean.washington.edu

Gambar 12.24

Bagian-bagian bumi

I. Bentuk dan Ukuran Bumi

Bumi berbentuk bola agak pipih. Garis tengah bumi pada khatulistiwa adalah 12.756,32 km, sedangkan jarak antar-kutubnya 12.713,54 km. Bumi diselimuti oleh lapisan udara yang disebut atmosfer. Tebal atmosfer sekitar 16.000 km dari permukaan bumi. Lapisan atmosfer yang paling bawah adalah troposfer, tempat makhluk penghuni Bumi hidup. Di atas lapisan troposfer, terdapat lapisan stratosfer, mesosfer, dan lapisan termosfer pada lapisan terluar. Semakin ke atas, lapisan udara semakin tipis dan suhunya semakin dingin.



Gambar 12.25

Lapisan atmosfer

Sumber: cescg.org

Sekitar 71% permukaan bumi berupa perairan. Semua perairan, termasuk lapisan es disebut hidrosfer. Hidrosfer sangat penting dalam kehidupan hayati. Apa saja yang termasuk hidrosfer? Sebagian permukaan bumi berupa daratan yang terdiri atas berbagai jenis. Daratan yang terluas disebut benua. Bentuk permukaan bumi bermacam-macam, di antaranya adalah pegunungan, bukit, lembah, dataran tinggi, dan dataran rendah.

Benua dan dasar samudra merupakan batuan yang membungkus Bumi. Kulit ini disebut kerak bumi. Perubahan permukaan bumi terjadi karena pelapukan, erosi, gerakan massa bumi, dan perubahan pada kerak bumi. Pelapukan terjadi karena pecahnya batuan oleh air, es, bahan kimia, tumbuhan, dan perubahan suhu. Erosi merupakan gabungan antara pelapukan dan perpindahan hasil pelapukan. Air, angin, dan es yang bergerak (gletser) merupakan penyebab utama erosi. Perubahan permukaan bumi akibat perpindahan massa meliputi pergerakan gletser, tanah longsor, atau lumpur longsor. Pergerakan kerak bumi mencakup gempa dan letusan gunung berapi.

Jika kamu pergi ke pelabuhan dan melihat kapal meninggalkan pelabuhan menuju ke laut, lama-kelamaan kapal akan lenyap dari pandanganmu. Mengapa hal ini terjadi? Perhatikan Gambar 12.26.



Gambar 12.26

Kapal yang berlayar lama kelamaan akan lenyap dari pandangan kita.

2. Gaya Tarik Bumi dan Pengaruhnya

Gravitasi atau gaya tarik diakibatkan gaya timbal balik antara massa benda-benda, misalnya antara Bumi dan Bulan. Gaya gravitasi ini mempertahankan benda-benda langit tetap berada di garis edarnya masing-masing.

Bumi memiliki massa sekitar 5.976×10^{21} kg dan volume sekitar $1.083.230 \times 10^6$ km³. Berdasarkan volume dan massanya tersebut, massa jenis rata-rata bumi adalah $5,5 \times 10^3$ kg/m³. Bumi juga memiliki gaya gravitasi. Gaya gravitasi ini menyebabkan semua benda di Bumi memiliki bobot.

Besarnya gaya gravitasi bumi dirumuskan kali pertama oleh Newton dan kali pertama diukur oleh Cavendish. Penyempurnaan nilai tetapan gravitasi yang dilakukan melalui beberapa percobaan pada 1798, memberikan hasil tetapan gravitasi (G) = $6,67 \times 10^{-11}$ Nm²/kg².

3. Rotasi Bumi

Bumi bergerak dalam tiga cara, yaitu (1) bergasing atau berotasi (berputar pada porosnya) dengan kecepatan putaran 23 jam 56 menit 4,09 detik. Gerakan ini menyebabkan benda-benda langit tampak terbit di timur dan terbenam di barat; (2) berotasi atau mengitari Matahari bersama-sama dengan Bulan, menempuh jarak 958 juta kilometer yang ditempuh dalam waktu 365 hari 6 jam 9 menit 9,54 detik; (3) bersama-sama dengan anggota tata surya lainnya bergerak dalam galaksi Bima Sakti.

Jika kamu melakukan perjalanan dengan kereta api dari barat ke timur, tampak pohon-pohon, rumah-rumah, tiang-tiang listrik, dan benda-benda lainnya seakan-akan bergerak dari timur ke barat. Gerak pohon dan rumah adalah gerak semu karena sebenarnya pohon dan rumah tersebut tidak bergerak, tetapi kereta apilah yang bergerak. Peristiwa ini terjadi pula pada benda-benda yang ada di langit, yaitu bintang seolah-olah bergerak dari timur ke barat, padahal sebenarnya Bumi yang berputar dari barat ke timur.

Rotasi bumi menyebabkan terjadinya siang dan malam. Belahan bumi yang terkena sinar matahari mengalami siang dan belahan bumi yang tidak terkena sinar matahari mengalami malam. Periode siang dan malam ini tidak sama di setiap tempat, bergantung pada garis bujur dan garis lintang tempat daerah tersebut berada. Ada daerah yang waktu siangnya lebih lama dari waktu malamnya, begitu juga sebaliknya. Di daerah Kutub Utara dan Kutub Selatan, Matahari tidak tampak. Mengapa demikian?

Selain mengakibatkan terjadinya siang dan malam, rotasi bumi pun menyebabkan terjadinya perbedaan waktu dan penanggalan. Kota Greenwich yang terletak di dekat kota London, Inggris ditetapkan sebagai garis bujur standar 0° . Perbedaan garis bujur 1° menyebabkan perbedaan waktu sebanyak 4 menit. Daerah yang berada sebelah barat bujur 0° waktunya dikurangi dan daerah yang letaknya sebelah timur bujur 0° waktunya ditambah.



Sumber: fixedreference.org

Gambar 12.27

Garis lintang dan garis bujur

Tugas 12.3

Apakah yang akan terjadi jika tidak ada gaya gravitasi bumi? Diskusikanlah mengapa benda-benda langit dapat beredar dengan teratur? Adakah pengaruh gaya gravitasi terhadap peredaran benda-benda langit tersebut?

Contoh Soal 12.1

Jika di London pukul 10.00 tanggal 20 Januari, tentukanlah waktu dan tanggal pada:

- 30°BT,
- 120°BT, dan
- 90°BB.

Penyelesaian:

a. Selisih waktu $\frac{30}{15} \times 1 \text{ jam} = 2 \text{ jam}$

Karena terletak di bujur timur, waktunya bertambah 2 jam menjadi pukul 12.00 pada tanggal 20 Januari.

b. Selisih waktu $\frac{120}{15} \times 1 \text{ jam} = 8 \text{ jam}$

Karena terletak di bujur timur, waktunya bertambah 8 jam menjadi pukul 18.00 pada tanggal 20 Januari.

c. Selisih waktu $\frac{90}{15} \times 1 \text{ jam} = 6 \text{ jam}$

Oleh karena terletak di bujur barat, waktunya mundur 6 jam menjadi pukul 04.00 (pagi) pada tanggal 20 Januari.

4. Revolusi Bumi

Selain berotasi pada sumbunya, Bumi pun melakukan gerak revolusi, yaitu beredar mengelilingi Matahari. Milutin Milankovich, seorang ahli meteorologi Kroasia, pada 1941 mengatakan bahwa perubahan posisi orbit bumi dalam mengelilingi Matahari menyebabkan perubahan iklim jangka panjang. Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa hanya memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau.

Pergantian musim di belahan bumi dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada tanggal 21 Juni, Matahari berada tepat tegak lurus pada garis balik utara. Di belahan bumi utara terjadi musim panas dan di belahan bumi selatan terjadi musim dingin. Semua tempat di belahan bumi selatan mengalami siang hari lebih pendek daripada malam hari. Pada tanggal 23 September, Matahari berada tegak lurus di khatulistiwa. Di belahan bumi utara terjadi musim gugur dan di belahan bumi selatan terjadi musim dingin.

Pada tanggal 22 Desember, Matahari tegak lurus di garis balik selatan. Di belahan bumi selatan terjadi musim panas dan belahan bumi utara terjadi musim dingin.

Pada tanggal 21 Maret, Matahari berada tepat di khatulistiwa. Belahan bumi selatan mengalami musim gugur dan belahan bumi utara mengalami musim semi.

Pembahasan UN

Di bawah ini urutan benda langit dari yang terbesar sampai terkecil adalah

- jagat raya – Bima Sakti – tata surya
- Bima Sakti – awan Magelhaus – bintang
- tata surya – Bumi – Matahari
- Bima Sakti – Matahari – galaksi

Jawaban (a)

Tugas 12.4

Indonesia berada pada garis khatulistiwa sehingga memiliki dua musim. Mengapa demikian?

5. Kalender Surya atau Kalender Masehi

Kalender surya dihitung berdasarkan perputaran Bumi mengelilingi Matahari, perputaran Bumi pada porosnya adalah 1 hari sehingga dapat dihitung satu tahun sama dengan 365,25 hari. Sistem penanggalan tersebut digunakan oleh bangsa Romawi pada abad ke-5 SM dan dinamakan sistem kalender masehi atau kalender julian.

Menurut sistem kalender ini, tahun yang nilai tahunnya habis dibagi empat disebut tahun kabisat dan yang nilai tahunnya tidak habis dibagi empat disebut tahun basit.

Contoh Soal 12.2

Berapakah jumlah hari pada tahun-tahun berikut?

- a. 1400
- b. 1971
- c. 2000
- d. 1985

Tentukan pula yang termasuk tahun kabisat?

Penyelesaian:

- a. Tahun 1400 nilai tahunnya habis dibagi 4 sehingga termasuk tahun kabisat dan jumlah harinya 366.
- b. Tahun 1971 nilai tahunnya tidak habis dibagi 4 sehingga tidak termasuk tahun kabisat dan jumlah harinya 365.
- c. Tahun 2000 nilai tahunnya dapat dibagi 4 sehingga termasuk tahun kabisat dan jumlah harinya 366.
- d. Tahun 1985 nilai tahunnya tidak habis dibagi 4 sehingga tidak termasuk tahun kabisat dan jumlah harinya 365.

Soal Penguasaan Materi 12.3

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Waktu dulu orang berpikir bahwa permukaan bumi ini datar. Benarkah demikian?
2. Apakah manfaat gravitasi bumi?
3. Jelaskan tentang:
 - a. rotasi bumi, dan
 - b. revolusi bumi.
4. Apakah akibat rotasi dan revolusi bumi?
5. Jika Jakarta pukul 18.00 pada tanggal 4 Januari, tentukanlah waktu dan tanggal pada daerah dengan garis bujur:
 - a. 30° BB,
 - b. 90° BB, dan
 - c. 115° BT.

D. Bulan

Bulan adalah satelit bumi pada sistem tata surya. Jika dilihat dari permukaan bumi pada saat-saat tertentu, Bulan merupakan benda langit yang tampak paling terang pada malam hari.

Diameter	= 2.476 km
Periode revolusi	= 27,32 km
Jarak dari Bumi:	
terjauh	= 404.302 km
terdekat	= 354.336 km
Massa	= $0,7 \times 10^{23}$ kg
Densitas	= 3,3 g/cm ³



Sumber: www.russelsastronomi.com

Gambar 12.28

Bulan purnama

I. Permukaan Bulan

Menurut hasil penelitian, garis tengah bulan sekitar $\frac{1}{400}$ diameter bumi. Mengapa Bulan tampak hampir sama dengan Matahari? Bulan terletak relatif dekat terhadap Bumi daripada jarak Bumi terhadap Matahari. Di Bulan tidak ada udara dan air sehingga tidak ada kehidupan dan langit selalu tampak hitam. Dapatkah kamu menjelaskan hal ini? Karena nyaris tak ada perubahan berupa pelapukan dan pengikisan, bentuk Bulan relatif tak berubah selama milyaran tahun.

Tanggal 20 Juli 1969, astronaut pertama, Neil Amstrong dari Amerika, mendarat di Bulan. Sejak saat itu para ilmuwan yakin bahwa manusia dapat menjelajahi luar angkasa dan kembali ke Bumi dengan selamat. Hingga saat itu para ilmuwan hanya dapat melihat (meneropong) dari Bumi sekitar 59% permukaan bulan.

Permukaan yang lain, yaitu sekitar 41% baru dapat diketahui pada tanggal 7 Oktober 1959, berkat gambar kiriman pesawat ruang angkasa Rusia yang mengitari Bulan. Astronaut Apollo 8 menyaksikan bagian punggung Bulan itu pada tanggal 24 Desember 1968.

Jika kamu melihat Bulan secara langsung tanpa menggunakan alat bantu tertentu, Bulan hanya tampak seperti lempeng berwarna putih kekuningan dengan alur-alur berwarna keabu-abuan. Pada abad ke-17, para ilmuwan pada awalnya menyangka permukaan bulan itu tertutup air yang disebut maria (bentuk jamak air, *mare*, yang artinya lautan). Namun, dengan menggunakan teropong hasil karya Galileo

Ilmuwan IPA



Nicolas Copernicus
(1473–1543)

Copernicus adalah seorang astronom asal Polandia yang menyatakan bahwa alam semesta berbentuk heliosentris (berpusat pada Matahari). Dengan demikian, ia dapat menjelaskan kenapa gerakan orbit planet yang diamati dari Bumi tampak tidak teratur.

Sumber: *Jendela Iptek*, 1997

terbukti bahwa alur keabu-abuan itu bukanlah air, melainkan dibentuk oleh daratan tinggi dan lembah yang lebar dan terdiri atas batu-batuan yang berlapis lava tipis.

Pada permukaan bulan terdapat banyak kawah. Terdapat sekitar 30 miliar kawah dengan diameter sekitar tiga puluh sentimeter sampai dengan puluhan kilometer. Setengah juta di antaranya berdiameter sekitar 1,6 kilometer. Milyaran kawah ini terbentuk akibat banyaknya meteorit yang berjatuh dari angkasa luar dengan kecepatan tinggi dan menabrak permukaan bulan. Hal ini berbeda dengan Bumi, meteor yang memasuki Bumi pada umumnya telah hancur sebelum mencapai permukaan bumi karena bergesekan dengan atmosfer bumi. Di Bulan terdapat kawah Copernicus, yang lebarnya kira-kira 90 km dan dalamnya 3.352 km. Di dalam kawah itu terdapat gunung dengan puncak setinggi 5 km di atas lantai kawah.



Sumber: arizona.usgs.gov

Gambar 12.29

Kawah Copernicus

Pada permukaan bulan juga terdapat lembah sempit memanjang yang berbentuk lurus. Lembah ini terbentuk karena retakan atau runtuhannya pada permukaan bulan. Ada juga lembah berkelok-kelok yang disebabkan oleh aliran lava pada saat pembentukan Bulan.

Tugas 12.5

Jika berada di Bulan dan memandang langitnya, mengapa langit bulan tampak hitam?

2. Rotasi dan Revolusi Bulan

Seperti halnya Bumi, Bulan berotasi pada porosnya. Selain itu, Bulan beredar bersama Bumi mengelilingi Matahari (berevolusi) dalam waktu 365,25 hari. Sebenarnya,

peredaran bulan berlangsung dari barat ke timur, tetapi apabila dilihat dari Bumi terlihat bahwa Bulan terbit di timur dan terbenam di barat. Hal itu disebabkan oleh rotasi bumi yang lebih cepat daripada rotasi bulan. Hal ini juga menyebabkan Bulan selalu terlambat terbit setiap harinya sekitar 1 jam. Lengkungan besar edar bulan memiliki jarak terpendek ke Bumi (perigeum) 354.336 km dan jarak terjauh dari Bumi (apegeum) 404.302 km.

Bulan beredar mengelilingi Bumi akibat gaya tarik bumi dan bersama Bumi bergerak mengelilingi Matahari akibat gaya tarik matahari. Kurun waktu antara bulan baru ke bulan baru berikutnya, yang dikenal dengan bulan jawa atau bulan sinodik adalah sekitar 29,5 hari. Masa ini dihitung dari posisi kembalinya Bulan setelah mengitari Bumi ke posisi semula relatif terhadap Matahari. Tetapi, jika dilihat posisi relatifnya terhadap bintang yang jauh, Bulan lebih cepat kembali ke posisi semula, yaitu setelah $27\frac{1}{3}$ hari. Kurun waktu ini disebut satu bulan sidereal (sideris). Selisih waktu ini disebabkan oleh edaran Bumi mengelilingi Matahari.

3. Fase-Fase Bulan

Kamu sering mendengar istilah bulan purnama, bulan sabit, ataupun malam yang cerah tanpa bulan. Apakah arti istilah-istilah tersebut? Karena posisi antara Matahari, Bumi, dan Bulan relatif berubah secara berkala, pada malam hari Bulan tampak memiliki bentuk yang berubah-ubah. Perubahan penampakan bulan apabila dilihat dari Bumi disebut fase-fase bulan, perhatikan Gambar 12.30.



Sumber: www.astro.com

Gambar 12.30

Fase-fase bulan

Pada fase pertama, Bulan tidak terlihat seluruhnya karena sisi gelap bulan menghadap ke Bumi. Fase ini dinamakan bulan baru. Pada saat itu Matahari, Bumi, dan Bulan berada dalam posisi sejajar. Bentuk bulan seperti sabit mulai terlihat pada hari-hari berikutnya. Pada pekan pertama, sisi bulan yang diterangi Matahari semakin bertambah sehingga tampak bulan separuh. Sepekan setelah bulan separuh,

posisi Matahari, Bumi, dan Bulan terlihat penuh. Fase inilah yang disebut dengan bulan purnama. Seterusnya, permukaan bulan tampak mulai menyusut kembali sehingga menjadi bulan separuh, lalu kembali menuju fase bulan baru.

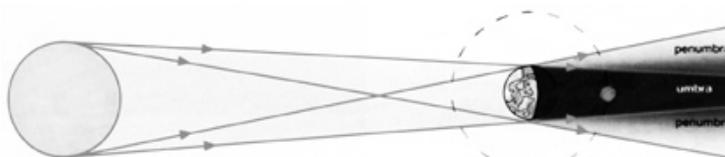
4. Gerhana

Akibat gerak bumi mengelilingi Matahari dan gerak bulan mengelilingi Bumi, cahaya matahari akan terhalang oleh Bulan atau Bumi. Hal tersebut mengakibatkan Matahari tidak tampak kalau dilihat dari permukaan bumi karena terhalang bayangan bulan yang disebut gerhana matahari. Penampakan Bulan pada malam hari akan terhalang oleh bayangan bumi sehingga Bulan tidak tampak yang disebut gerhana bulan.

a. Gerhana Bulan

Pernahkah kamu menyaksikan gerhana bulan? Dahulu ada sebagian orang memiliki kebiasaan memukul-mukul benda apa saja untuk menghasilkan suara-suara dengan maksud mengusir raksasa yang sedang memakan Bulan. Begitulah anggapan mereka pada saat itu. Lambat laun dengan perkembangan ilmu pengetahuan, hal tersebut tidak dilakukan lagi, meskipun pada daerah-daerah tertentu masih ada orang yang melakukannya.

Gerhana bulan disebabkan oleh posisi relatif Bulan, Bumi, dan Matahari. Gerhana bulan terjadi pada saat posisi Matahari dan Bumi berada dalam garis sejajar sehingga Bulan memasuki daerah bayangan bumi yang terbentuk akibat penyinaran Matahari. Gerhana bulan dapat berupa gerhana bulan sebagian ataupun gerhana bulan total.



Sumber: *Physics for You*, 1996

Gerhana bulan sebagian terjadi jika tidak seluruh permukaan bulan memasuki daerah umbra atau Bulan hanya memasuki daerah penumbra. Jika seluruh permukaan bulan memasuki daerah umbra, terjadilah gerhana bulan total.

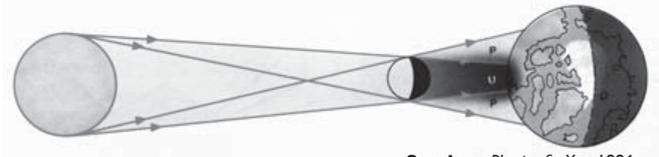
b. Gerhana Matahari

Pada saat Matahari, Bumi, dan Bulan berada dalam posisi sejajar, seperti terlihat pada Gambar 12.32 dan posisi Bulan berada di antara Matahari dan Bumi, terjadilah gerhana

Gambar 12.31

Posisi Matahari, Bumi, dan Bulan pada saat gerhana bulan.

matahari. Bayangan bulan akan menutupi cahaya matahari sehingga pada tempat tertentu Matahari tidak dapat dilihat karena terhalang oleh bayangan bulan.



Sumber: *Physics for You*, 1996

Gambar 12.32

Posisi Matahari, Bulan, dan Bumi pada saat gerhana matahari.

Gerhana matahari total terjadi jika tempat di Bumi berada pada daerah umbra, yaitu seluruh cahaya matahari tertutup Bulan. Gerhana matahari sebagian terjadi jika tidak seluruh bagian Bulan menghalangi Matahari atau Bulan hanya memasuki daerah penumbra.

5. Kalender Bulan atau Kalender Hijriah

Kalender bulan dihitung berdasarkan putaran Bulan mengelilingi Bumi. Bulan beredar mengelilingi Bumi selama 29 hari 12 jam 44 menit 3 sekon sehingga satu tahun hijriah atau tahun komariah sama dengan 354 hari. Peredaran Bulan dalam satu bulan berganti antara 29 hari, 30 hari, atau 31 hari.

Perhitungan waktu dalam satu tahun disebutkan dengan tidak memperhitungkan waktu di bawah satu jam sehingga dalam masa 30 tahun terbuang waktu sebanyak 11 hari. Berdasarkan perhitungan tersebut, ditentukan 11 tahun kabisat untuk periode 30 tahun hijriah. Lama hari dalam tahun kabisat adalah 355 hari. Nama bulan pada tahun komariah adalah Muharam, Safar, Rabiul Awal, Rabiul Akhir, Jumadil Awal, Jumadil Akhir, Rajab, Sya'ban, Ramadhan, Syawal, Zulqaidah, dan Zulhijah.

Contoh Soal 12.3

Termasuk tahun kabisat atau bukannya tahun-tahun berikut?

- a. 1400 b. 1971

Penyelesaian:

- a. Tahun 1400

$$\frac{1400}{30} = 46 \text{ sisa } 2$$

Karena sisa 2, dari Tabel 12.4 dapat diketahui bahwa tahun 1400 hijriah adalah tahun kabisat.

- b. Tahun 1971

$$\frac{1971}{30} = 65 \text{ sisa } 21$$

Karena sisa 21, dari Tabel 12.4 dapat diketahui bahwa tahun 1971 hijriah adalah tahun kabisat.

Tugas 12.6

Coba kamu isi tahun kabisat untuk periode 30 tahun hijriah dalam tabel berikut.

Tahun Kabisat	Tahun Kabisat Dibagi 30	Sisa	Tahun Kabisat	Tahun Kabisat Dibagi 30	Sisa
1412	47	2	...	...	18
...	...	5	...	...	21
...	...	7	...	...	24
...	...	10	...	...	26
...	...	13	...	...	29
...	...	15			

6. Pasang Surut Air Laut

Jika kamu tinggal di tepi pantai, mungkin kamu pernah mengamati gejala berikut. Pada saat bulan purnama, permukaan air laut mengalami kenaikan yang disebut laut pasang. Mengapa hal tersebut dapat terjadi?

Air laut sebagai zat cair memiliki ikatan molekul yang lebih rendah dibandingkan dengan lapisan bumi yang berupa batuan dan termasuk zat padat. Akibatnya, gaya gravitasi berpengaruh lebih besar pada air laut daripada daratan. Perhatikanlah Gambar 12.33. Pada saat Bulan berada di antara Matahari dan Bumi, gaya gravitasi bertambah menjadi 5,2 kali lebih besar sehingga terjadi kenaikan permukaan air laut di dua bagian bumi dan di permukaan bumi lainnya terjadi penurunan permukaan air laut. Kenaikan dan penurunan air laut karena posisi bulan terhadap Bumi disebut pasang-surut air laut.

Bulan mengelilingi Bumi satu kali dalam sehari semalam sehingga dua daerah di permukaan bumi mengalami laut pasang dan pada saat yang bersamaan dua daerah di permukaan bumi lainnya mengalami laut surut.



Sumber: www.iwebquest.com

Gambar 12.33

Kondisi ketika terjadi pasang surut air laut.

Tugas 12.7

Diskusikan mengenai gerhana bulan dan gerhana matahari. Apakah gerhana tersebut terjadi setiap bulan atau setiap tahun? Apakah manfaat terjadinya pasang surut air laut?

Soal Penguasaan Materi 12.4

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Mengapa Bulan terlihat terang pada malam hari?
2. Apakah di Bulan terdapat atmosfer? Jelaskan.
3. Tuliskan tiga jenis gerak Bulan dan jelaskan pengertiannya.
4. Jelaskanlah mengenai fase-fase bulan.
5. Mengapa permukaan bulan yang menghadap Bumi selalu sama? Jelaskan.
6. Manakah yang termasuk tahun kabisat di antara tahun-tahun berikut?
 - a. 1208
 - b. 1410
 - c. 1415
 - d. 1260
7. Jelaskanlah tentang terjadinya gerhana bulan dan gerhana matahari.
8. Apakah yang terjadi akibat adanya revolusi bulan?
9. Jelaskan bagaimana terjadinya pasang surut air laut di Bumi.
10. Apakah keuntungan dengan terjadinya pasang surut air laut?

E. Penjelajahan Ruang Angkasa

Setelah manusia mengamati benda-benda langit menggunakan teropong, manusia mulai membuat Satelit untuk mengamati karakteristik alam semesta ini dengan lebih baik dan jelas.

Pada millenium ke-2 ini, misi luar angkasa bertujuan, antara lain untuk penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan, mengorbitkan Satelit komunikasi, eksperimen laboratorium di luar angkasa, kepentingan militer, dan eksplorasi planet lain.

Sejarah penjelajahan ruang angkasa kali pertama dilakukan oleh Rusia dengan pesawat luar angkasa bernama Sputnik I yang diluncurkan pada tanggal 4 Oktober 1957. Kemudian, disusul oleh Sputnik II pada tanggal 3 November 1957. Sputnik II merupakan Satelit pertama yang membawa makhluk hidup, yaitu seekor anjing bernama Laika yang mati dalam perjalanan karena kehabisan oksigen. Sputnik II terbakar ketika memasuki atmosfer bumi.

Amerika Serikat meluncurkan Satelitnya pada tanggal 31 Januari 1958 yang bernama Eksplorasi I. Sputnik V membawa penumpang dua ekor anjing Stella dan Belka. Satelit ini dapat kembali ke Bumi dengan selamat bersama dengan penumpangnya, setelah beredar sehari. Kemudian, Rusia dengan Satelitnya Vostok I yang merupakan Satelit pertama yang membawa penumpang manusia, diluncurkan tanggal 12 April 1961. Penumpangnya adalah Mayor Yuri Gagarin dan dapat kembali ke Bumi dengan selamat setelah melayang selama 108 menit. Melalui proyek Mercury, Amerika meluncurkan astronaut pertamanya ke ruang angkasa, yaitu Alan B. Shepard.



Sumber: www.cres.yorku.ca

Gambar 12.34

Satelit-Satelit ruang angkasa

Informasi IPA



Para astronom dapat menghitung dan mengukur bintang hitam Matahari dengan menggunakan teleskop yang disebut fotoheliograf. Teleskop ini menggunakan layar besar kaca filter sebagai pengganti lensa mata. Dengan demikian, para astronom tidak langsung ke Matahari.

Sumber: *Jendela Iptek*, 1997

Astronaut Amerika ini mengangkasa selama 15 menit dan mencapai ketinggian maksimum 184 km dan mendarat di lautan Atlantik dengan selamat.

John Glenn, seorang astronaut Amerika Serikat untuk kali pertamanya berhasil mengelilingi orbit bumi sebanyak tiga kali pada Februari 1962 dan berhasil kembali ke Bumi dengan selamat. Astronaut wanita pertama yang berhasil mengelilingi orbit bumi adalah Valentina Tereshkova yang berasal dari Rusia. Dia mengelilingi Bumi sebanyak 48 kali sebelum akhirnya mendarat di Bumi dengan selamat.

1. Pendaratan di Bulan

Salah satu kejadian terbesar sepanjang sejarah manusia adalah saat kali pertamanya seorang manusia dapat menginjakkan kakinya di planet lain, yaitu di Bulan. Astronaut Amerika bernama Neil Armstrong menginjakkan kakinya di Bulan pada 20 Juli 1969, bersama rekan astronaut lain, bernama Michael Collins dan didampingi oleh seorang pilot Edwin R. Aldrin.

Setelah empat hari mengarungi ruang angkasa sejak ditembakkan oleh roket Saturn V, pesawat Apollo 11 mencapai orbit bulan dan berputar melintasi orbit tersebut. Modul pelepasan yang disebut *The Eagle*, dilepaskan dari pesawat utama dengan membawa dua astronaut hingga mencapai permukaan Bulan. Karena tidak ada udara di permukaan bulan, modul pelepasan tidak terbang seperti halnya pesawat terbang di Bumi, tetapi jatuh ke permukaan bulan secara perlahan-lahan dengan kecepatan lebih kurang 3 km per menit.

Setelah mendarat, para astronom melakukan beberapa penelitian untuk mengetahui lebih jauh mengenai karakteristik Bulan. Beberapa peralatan yang ditinggal di Bulan masih terdapat sampai sekarang.

2. Satelit Palapa

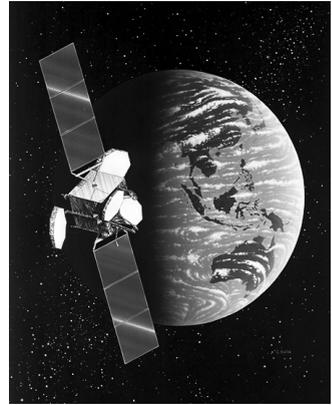
Semenjak dimulainya penjelajahan ruang angkasa sampai awal abad ke-20 ini sudah ratusan kali satelit diluncurkan, baik yang mengorbit mengelilingi Bumi maupun yang mengelilingi planet lain.

Pada umumnya, satelit-satelit yang mengorbit mengelilingi Bumi digunakan sebagai sarana komunikasi. Ketinggian satelit dari permukaan bumi berbeda-beda sesuai dengan fungsinya. Terdapat satelit cuaca, satelit komunikasi, satelit untuk keperluan militer, dan satelit untuk eksplorasi bahan tambang.

Satelit komunikasi yang mengirimkan sinyal telepon dan TV hingga lintas samudra menggunakan orbit geostasioner (orbit tempat satelit melayang stabil di atas permukaan bumi) dengan ketinggian sekitar 35.000 km di atas permukaan bumi.

Satelit komunikasi milik pemerintah Indonesia adalah satelit Palapa. Satelit ini dirancang oleh *Aircraft Company* untuk Perusahaan Umum Telekomunikasi (sekarang PT Telkom) milik pemerintah Indonesia. Satelit Palapa berfungsi sebagai pengulang (*repeater*) komunikasi bagi media, termasuk jasa telepon rumah, telepon mobil, televisi, *fax-mail*, dan transmisi data.

Selain digunakan oleh Indonesia, satelit Palapa pun melayani komunikasi beberapa negara Asia Tenggara, yaitu Malaysia, Singapura, Thailand, Philipina, dan Papua Nugini. Sampai saat ini telah dikenal tiga generasi satelit Palapa, yaitu Palapa A-1 dan A-2 sebagai generasi pertama, Palapa B-1, B-2, B-2P, dan B-2R sebagai generasi kedua, serta Palapa C-1 dan C-2 sebagai generasi ketiga.



Sumber: www.boeing.com

Gambar 12.35

Satelit Palapa B-2P

Tugas 12.8

Diskusikanlah tujuan penjelajahan ruang angkasa. Apakah pesawat televisimu menggunakan jasa satelit?

Soal Penguasaan Materi 12.5

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Jelaskan mengenai kegunaan satelit.
2. Carilah beberapa nama satelit yang digunakan di negeri-negeri lain seperti Amerika dan Rusia.

Rangkuman

- Ruang, waktu, dan materi yang terdapat di alam semesta ini berasal dari suatu ledakan besar yang disebut *Big Bang*.
- Tata surya terdiri atas satu bintang (Matahari) sebagai pusat yang dikelilingi oleh planet-planet dan benda-benda langit lainnya.
- Planet-planet beredar mengelilingi Matahari dengan garis edar berbentuk elips.
- Titik pada orbit saat sebuah planet berada paling jauh dengan Matahari disebut titik perihelium.
- Titik pada orbit saat sebuah planet berada paling dekat dengan Matahari disebut titik aphelium.
- Planet-planet anggota tata surya adalah Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.
- Selain Matahari dan planet-planet, terdapat benda langit lainnya, seperti Satelit, Komet, Asteroid, Meteoroid, Meteor, dan Meteorit.
- Matahari merupakan salah satu bintang di galaksi Bima Sakti yang tersusun atas lapisan inti matahari, fotosfer, kromosfer, dan korona.
- Bumi melakukan tiga gerak, yaitu rotasi (berputar terhadap porosnya), revolusi (mengitari Matahari), dan bersama anggota tata surya lainnya bergerak dalam galaksi Bima Sakti.
- Sistem kalender dibedakan menjadi kalender masehi dan kalender hijriah. Kalender masehi dihitung berdasarkan putaran Bumi mengelilingi Matahari. Kalender hijriah dihitung berdasarkan putaran Bulan mengelilingi Bumi.
- Rotasi bumi menyebabkan terjadinya gerak semu, perbedaan siang dan malam, serta perbedaan penanggalan di Bumi.
- Revolusi bumi menyebabkan terjadinya perbedaan musim.
- Perubahan penampakan bulan terlihat dari Bumi disebut fase bulan.
- Pergerakan antara Matahari, Bumi, dan Bulan mengakibatkan terjadinya gerhana matahari dan gerhana bulan.
- Pasang surut air laut adalah kenaikan dan penurunan air laut karena posisi bulan terhadap bumi.
- Satelit-satelit buatan yang mengorbit mengelilingi Bumi dapat digunakan sebagai sarana komunikasi.

Refleksi

Selamat, kamu telah menuntaskan pelajaran Bab Tata Surya. Sungguh mengesankan, bukan? Ketentuan gerak benda-benda langit seakan membawamu pada keyakinan adanya yang mengatur. Tuhan menggerakkan Matahari, Bumi, dan Bulan sehingga dapat mengalami siang dan malam serta siklus musim.

Pengetahuan manusia tentang jagat raya, terutama tata surya tempat kita tinggal masih jauh lebih

sedikit dari yang belum diketahui. Pengetahuan tentang tata surya terus berkembang, misalnya Pluto disepakati para ahli dicabut statusnya sebagai anggota planet tata surya. Sudahkah kamu mengetahui penyebabnya? Ayo pelajari terus alam semesta tempat kamu tinggal. Inginkah kamu menjadi bagian yang turut mengungkap rahasia alam semesta?

Tes Kompetensi Bab 12

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Sistem tata surya kita adalah salah satu anggota dari
 - a. bintang
 - b. galaksi
 - c. nebula
 - d. asteroid
2. Berdasarkan keserupaannya dengan planet Bumi, planet-planet dikelompokkan menjadi
 - a. planet inferior dan planet superior
 - b. planet terestrial dan planet mayor
 - c. planet dalam dan planet luar
 - d. *inner* planet dan *outer* planet
3. Tata surya terdiri atas
 - a. Bumi, Bulan, dan Matahari
 - b. Matahari, planet-planet, dan benda langit lainnya
 - c. planet, asteroid, dan meteor
 - d. matahari saja
4. Semua adalah akibat revolusi bumi, *kecuali*
 - a. gerak semu matahari
 - b. perubahan lamanya siang dan malam
 - c. pergantian musim
 - d. terjadinya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan
5. Sebab-sebab bentuk bumi tidak bulat, tetapi pepat di bagian kutubnya dan menggembung di daerah khatulistiwa adalah
 - a. rotasi bumi
 - b. revolusi bumi
 - c. medan magnet bumi
 - d. gravitasi bumi
6. Penyebab Matahari terlihat seakan-akan bergerak dari arah timur ke barat adalah
 - a. gerak matahari lebih cepat daripada Bumi
 - b. waktu periode rotasi bumi lebih singkat
 - c. Bumi berputar mengelilingi Matahari
 - d. Bumi berotasi dari arah barat ke timur
7. Ketika Bumi terletak di antara Bulan dan Matahari, seluruh bagian Bulan yang diterangi Matahari menjadi lebih tampak. Fase ini dinamakan
 - a. bulan purnama
 - b. bulan sabit
 - c. bulan separuh
 - d. bulan baru
8. Banyak fakta yang menunjukkan bahwa di Bulan tidak ada kehidupan. Hal ini akibat
 - a. waktu rotasi dan waktu revolusi bulan sama
 - b. Bulan tidak memiliki atmosfer
 - c. Bulan merupakan benda langit yang sangat kecil
 - d. Bulan mengelilingi Bumi sambil mengelilingi Matahari
9. Reaksi fusi pada Matahari adalah penggabungan
 - a. atom hidrogen menjadi atom helium
 - b. atom helium menjadi atom hidrogen
 - c. atom oksigen menjadi atom helium
 - d. atom nitrogen menjadi atom helium
10. Tujuan penjelajahan ruang angkasa adalah
 - a. mengorbitkan satelit komunikasi
 - b. eksperimen laboratorium luar angkasa
 - c. eksplorasi planet lain
 - d. semua jawaban benar
11. Planet-planet berikut yang dapat dilihat dengan mata telanjang adalah
 - a. Mars, Venus, Jupiter
 - b. Bulan, Matahari, Bumi
 - c. Uranus, Neptunus, Saturnus
 - d. Jupiter, Saturnus, Uranus

12. Berikut ini yang *bukan* merupakan lapisan matahari adalah
 - a. ionosfer
 - b. fotosfer
 - c. kromosfer
 - d. korona
13. Ekor Komet terlihat paling panjang ketika berada di
 - a. dekat Bumi
 - b. dekat Jupiter
 - c. dekat Matahari
 - d. dekat Bulan
14. Pasang surut air laut terjadi karena adanya gaya tarik dari
 - a. Bulan
 - b. Matahari
 - c. planet-planet
 - d. Matahari dan Bulan
15. Satelit komunikasi sangat tepat digunakan sebagai media komunikasi di wilayah Indonesia karena
 - a. jumlah penduduk yang padat
 - b. terdiri atas pulau-pulau
 - c. dilewati garis khatulistiwa
 - d. biayanya sangat murah

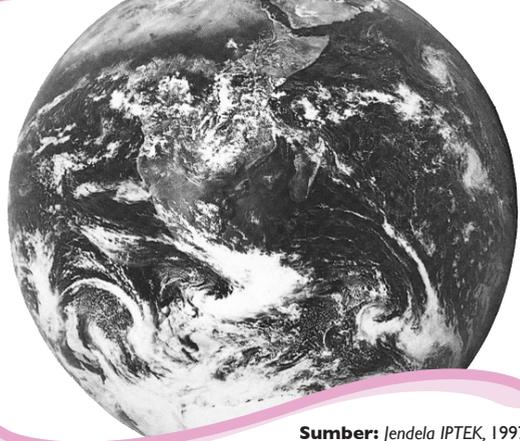
B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Tuliskanlah kembali tentang teori asal usul tata surya.
2. Apa yang dimaksud dengan:
 - a. tata surya,
 - b. planet,
 - c. asteroid,
 - d. meteor,
 - e. meteorit, dan
 - f. meteoroid.
3. Apakah manfaat energi matahari untuk kehidupan?
4. Apakah akibat rotasi dan revolusi bumi?
5. Urutkan ukuran planet-planet penyusun tata surya mulai dari yang paling besar.

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Bagaimanakah caramu membuktikan bahwa Bumi itu bulat?

Bab 13



Sumber: *Jendela IPTEK*, 1997

Permukaan Bumi

Hasil yang harus kamu capai:

memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya.

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- mendeskripsikan proses-proses khusus yang terjadi di lapisan litosfer dan atmosfer yang terkait dengan perubahan zat dan kalor;
- menjelaskan hubungan antara proses yang terjadi di lapisan litosfer dan atmosfer dengan kesehatan dan permasalahan lingkungan.

Di sekolah dasar, kamu telah mempelajari tentang bentuk dan permukaan bumi. Struktur permukaan bumi terdiri atas tiga lapisan, yaitu kerak bumi (litosfer), lapisan air (hidrosfer), dan lapisan udara pelindung bumi (atmosfer).

Pada bab ini, kamu akan mempelajari struktur permukaan bumi secara lebih mendalam. Permukaan bumi tidak rata, terdiri atas daratan, pegunungan, perbukitan, lembah, dan pantai. Begitu pula pada dasar laut, permukaannya memiliki perbedaan ketinggian (relief), misalnya paparan benua, lereng, punggung laut, dan palung samudra. Dua pertiga bagian permukaan bumi ditutupi air, terdiri atas perairan darat, seperti sungai, danau, dan perairan laut.

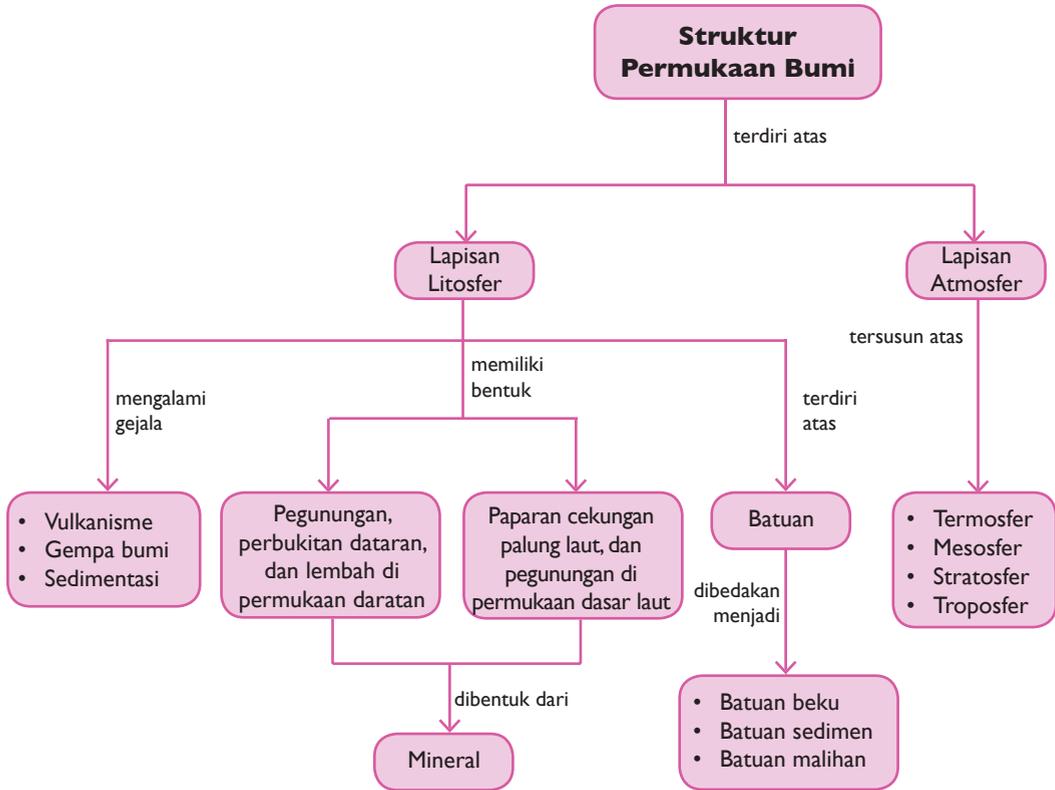
Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat menyadari betapa luas, indah, dan luar biasa Bumi tercinta.

A. Litosfer

B. Atmosfer

Diagram Alur

Untuk mempermudah dalam mempelajari bab ini, pelajarilah diagram alur yang disajikan sebagai berikut.





Tes Materi Awal

Pikirkan jawaban pertanyaan berikut sebelum kamu membaca uraian materi bab ini. Kemudian, periksa kembali jawabanmu setelah kamu selesai membaca uraian bab ini. Apakah ada yang harus diperbaiki dengan jawaban tersebut?

1. Litosfer dan atmosfer merupakan bagian dari struktur permukaan bumi. Apa yang dimaksud dengan litosfer dan atmosfer? Apa perbedaan antara keduanya?
2. Apa pengertian batuan dan mineral?
3. Tuliskan sebab dan akibat gempa bumi.
4. Apa yang kamu ketahui tentang ozon?

A. Litosfer

Berdasarkan penelitian para ahli tentang gelombang yang dihasilkan gempa yang menjalar di Bumi, diketahui struktur lapisan bumi terdiri atas inti, mantel, dan bagian luar (*outercore*). Inti bagian dalam merupakan bola padat logam yang panas dan tebalnya sekitar 1.250 km. Inti bagian luar terdiri atas besi dan nikel yang tebalnya sekitar 2.220 km.

Inti bumi dikelilingi oleh mantel yang tebalnya 2.900 km. Pada mantel bagian atas terdapat lapisan cair, seperti pasta gigi yang disebut astenosfer. Litosfer atau kerak bumi mengapung di atas lapisan astenosfer, seperti lembaran-lembaran kertas di atas air yang sambung-menyambung. Hal tersebut menyebabkan permukaan bumi bagian atas selalu bergerak sembarang.

Tebal kerak bumi hanya 40 km. Lapisan tersebut merupakan bagian kecil saja apabila dibandingkan lapisan bumi di dalamnya. Jika kita analogikan, kerak bumi ini seperti kulit apel yang tipis. Pengeboran permukaan bumi hanya sebatas pada kulitnya saja, belum pernah ada yang pernah menembus lapisan di bawah kerak bumi. Struktur permukaan bumi dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu litosfer, hidrosfer, dan atmosfer.

Daratan ataupun lautan merupakan kulit pembungkus bumi yang disebut kerak bumi. Bahan penyusun kerak bumi adalah batuan sehingga kerak bumi disebut juga litosfer (*lithos* = batuan, *sphere* = lapisan). Litosfer terdiri atas dua bagian, yaitu litosfer daratan disebut lempeng benua, kira-kira 35% dari seluruh bagian kerak bumi; litosfer lautan, kira-kira 65%, disebut lempengan samudra. Ketebalan litosfer bervariasi, antara 8 km di bawah laut sampai 40 km di bawah daratan, temperatur yang paling dalam sekitar 870°C, cukup tinggi untuk melelehkan batuan.



Sumber: Grolier Science Library Space, 2004

Gambar 13.1

Penampang bumi yang menunjukkan bagian inti, mantel, dan kerak bumi.

I. Bentuk Permukaan Bumi

Daratan memiliki bentuk permukaan yang bermacam-macam, ada yang berbentuk pantai, dataran, perbukitan, pegunungan, dan lembah. Bagaimana bentuk-bentuk permukaan daratan itu? Marilah kita mempelajari uraian berikut.

a. Pegunungan

Pegunungan adalah permukaan bumi yang tersusun atas deretan puncak yang ketinggiannya lebih dari 300 m. Ketinggian gunung biasanya diukur dari permukaan laut ke puncak gunung. Gunung yang paling tinggi di dunia adalah puncak Everest yang tingginya mencapai 8.848 m di atas permukaan laut.



Sumber: www.taigaoutdoors.com

Gambar 13.2

Gunung Everest adalah gunung tertinggi di dunia yang terletak di perbatasan antara Cina dan Nepal.

b. Perbukitan

Perbukitan adalah bagian permukaan bumi yang tersusun atas deretan puncak yang tingginya kurang dari 300 m. Bukit adalah gunung yang tidak terlalu tinggi.

c. Dataran

Dataran adalah bagian dari permukaan bumi yang ketinggiannya hampir sama. Dataran yang letaknya tidak terlalu tinggi dari permukaan laut disebut dataran rendah, contohnya dataran pantai. Dataran tinggi adalah dataran yang letaknya cukup tinggi di permukaan laut.

d. Lembah

Dataran yang memanjang sepanjang sungai disebut lembah. Panjang lembah berkisar antara 10 km sampai ratusan kilometer dan lebarnya puluhan meter sampai puluhan kilometer.



Sumber: *CD Image*

Gambar 13.3

Pantai merupakan dataran rendah.



Sumber: *Ensiklopedi Indonesia, seri geografi, 1996*

Gambar 13.4

Lembah

2. Bentuk Permukaan Dasar Laut

Dapatkah kamu memperkirakan bentuk permukaan dasar laut? Permukaan dasar laut mirip dengan permukaan daratan, ada gunung, lembah, bukit, dataran rendah ataupun dataran tinggi, bahkan gunung berapi. Bentuk-bentuk permukaan dasar laut dikenal dengan paparan, cekungan, palung laut, dan pegunungan.

Paparan atau landas kontinen adalah dataran di dasar laut yang terhampar di tepi benua. Kedalamannya kira-kira 18 m – 550 m, rata-rata 200 m. Contoh paparan adalah paparan Sunda yang luasnya 2 juta km² dan merupakan paparan terluas di dunia. Paparan Sunda meliputi teluk Siam, selat Malaka bagian barat daya laut Cina Selatan, laut Jawa, dan bagian barat selat Makasar. Rata-rata kedalamannya kurang dari 100 m. Contoh lainnya adalah paparan Sahul, luasnya kurang lebih 8.000 km² terbentang antara Australia dan Irian. Cekungan terbentuk karena adanya lereng benua. Lereng benua adalah batas paparan ke arah laut dengan kedalaman 130 – 4.000 m sampai ke dasar cekungan. Contoh cekungan adalah cekungan Banda dan cekungan Sulawesi. Keduanya memiliki beberapa tempat dengan kedalaman melebihi 5.000 m.

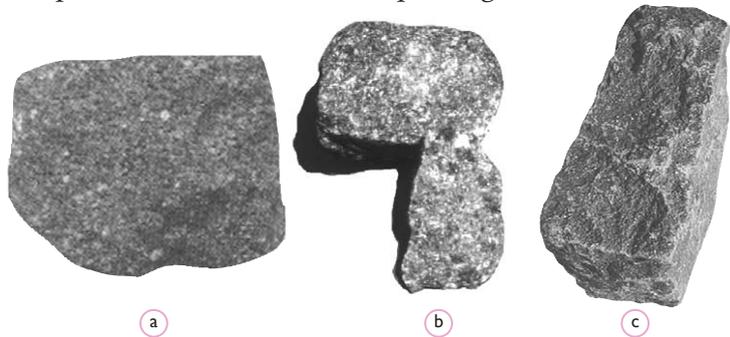
Palung laut adalah tempat yang sempit, dalam, dan dindingnya curam. Contohnya adalah palung Jawa yang membujur di sepanjang selatan pulau Jawa. Kedalamannya sekitar 8.000 m. Contoh lain adalah palung Mindanao yang terletak di sebelah timur kepulauan Filipina. Kedalamannya mencapai 10.000 m.

3. Jenis-Jenis Batuan

Litosfer adalah lapisan kerak bumi paling atas yang terdiri atas batuan. Berdasarkan proses terjadinya, batuan dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan.

a. Batuan Beku

Sebagian besar batuan yang ada di muka bumi merupakan batuan beku. Batuan beku terbentuk dari magma yang membeku menjadi padat. Magma adalah batuan cair pijar bersuhu tinggi dengan berbagai mineral serta gas yang larut di dalamnya. Tempat pembekuan magma dapat terjadi di permukaan bumi, di lapisan litosfer, atau di dekat dapur magma.



Gambar 13.5

Jenis-jenis batuan beku
(a) Basalt
(b) Gabbro
(c) Granit

Sumber: www.geo.wvu.edu

Berdasarkan tempat terbentuknya, batuan beku dibagi menjadi 3 jenis, yaitu batuan beku dalam (plutonik), batuan beku korok (porfirik), dan batuan beku luar (leleran).

- 1) Batuan beku dalam (plutonik) adalah hasil pembekuan magma di bagian dalam litosfer dekat dapur magma yang mengalami pendinginan yang berlangsung secara lambat. Hasilnya adalah batuan beku dengan kristal penuh. Contoh batuan beku dalam adalah granit, biorit, dan gabbro. Granit dan diorit berstruktur rata, tetapi diorit tidak mengandung kuarsa. Gabbro adalah batuan yang di dalamnya terdapat mineral berwarna gelap.
- 2) Batuan beku korok (porfirik) adalah batuan yang terbentuk dari magma yang meresap di antara lapisan litosfer dan pembekuannya berlangsung lebih cepat. Hasilnya berupa campuran kristal mineral yang besarnya beraneka ragam.
- 3) Batuan beku luar (leleran) atau efusif adalah batuan yang dihasilkan dari proses pembekuan magma yang merayap ke permukaan bumi. Proses pembekuan lava (magma yang keluar dari permukaan bumi) berlangsung

relatif cepat. Akibatnya, batuan beku luar berkrystal halus dan bahkan tidak berkrystal. Contoh batuan beku luar adalah basalt, obsidian, dan purnice (batu apung).

Ciri yang membedakan batuan beku adalah teksturnya, yaitu ukuran, bentuk, dan partikel-partikel pembentuk batuan itu. Ciri-ciri batuan beku dijealskan sebagai berikut.

1. Basalt, berwarna abu-abu kehijauan yang gelap sampai kehitam-hitaman dengan struktur padat kristal.
2. Gabbro, berwarna sama dengan basalt. Namun, struktur kristalnya besar.
3. Granit, berwarna putih hingga abu-abu; merah muda hingga merah. Strukturnya sama dengan gabbro.
4. Obsidian, berwarna hitam; kadang-kadang berwarna garis merah dengan struktur yang mengilap, tetapi bukan kristal, terdiri atas serpihan-serpihan.
5. Periode berwarna abu-abu; kehijau-hijauan dengan struktur yang sama dengan gabbro dan granit.
6. Purnice, berwarna putih keabu-abuan dengan struktur mengilap, halus, penuh dengan pori-pori, dan terapung dalam air.

b. Batuan Sedimen

Batuan sedimen disebut juga batuan endapan. Oleh karena pengaruh atmosfer, batuan beku di permukaan bumi akan rusak dan hancur, kemudian terbawa oleh aliran air, embusan angin, atau gletser. Tidak jarang pula pada waktu hujan lebat, batuan yang hancur itu meluncur pada lereng yang curam karena gravitasi dan akhirnya batuan diendapkan di tempat baru. Dari proses tersebut, dihasilkan batuan endapan yang tertimbun di dataran rendah, sungai, danau, atau laut.

Berdasarkan proses pembentukannya, batuan endapan dibagi menjadi tiga macam, yaitu batuan sedimen klasik, batuan sedimen kimiawi, dan batuan sedimen organik.

- 1) Batuan sedimen klasik adalah batuan sedimen yang susunan kimianya sama dengan susunan kimia batuan asal, misalnya kerikil, pasir, dan lumpur. Terbentuknya kerikil, pasir, dan lumpur adalah akibat penghancuran secara mekanik batu besar menjadi batu kecil. Batu gunung yang membukit, akibat pelapukan akan hancur berkeping-keping. Kepingan itu diangkut air hujan atau longsor di lereng gunung dan masuk sungai. Arus sungai menghancurkan batu sehingga terbentuklah kerikil, pasir, dan lumpur. Contoh batuan sedimen klasik adalah batu pasir dan batu lempung (*shale*).

Pembahasan UN

Salah satu akibat yang terjadi di Bumi jika ozon (O_3) semakin menipis adalah

- a. suhu bumi semakin panas
- b. suhu bumi semakin dingin
- c. sinar ultraviolet tidak sampai ke bumi
- d. sinar ultraviolet tertahan di atmosfer

Jawaban: (a)

Lapisan ozon di stratosfer berfungsi melindungi Bumi dari panas matahari yang berlebih dan dari radiasi ultraviolet.

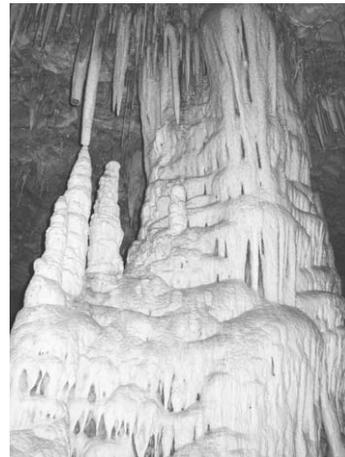
- 2) Batuan sedimen kimiawi dihasilkan dari endapan yang terjadi karena proses kimia, seperti pelarutan, penguapan, dan oksidasi, contohnya hujan di gunung kapur. Air hujan meresap ke dalam retakan halus pada batu gamping yang dilaluinya menjadi air kapur. Tetesan air kapur itu membentuk stalaktit di atap gua dan stalagmit di dasar gua, perhatikan Gambar 13.6 dan Gambar 13.7.



Gambar 13.6

Endapan batu kapur membentuk stalaktit dalam gua.

Sumber: www.tannware.ch



Gambar 13.7

Endapan batu kapur membentuk stalagmit dalam gua.

Sumber: nfp-si.eionet.eu.int

- 3) Batuan sedimen organik adalah batuan yang dihasilkan karena selama proses pengendapannya mendapat bantuan dari organisme. Sisa rumah, bangkai binatang laut, tulang belulang, atau lapisan humus di hutan yang berumur jutaan tahun yang lalu akan membentuk batuan sedimen.



Sumber: CD Encarta Encyclopedia Deluxe

Ciri-ciri batuan sedimen diuraikan sebagai berikut.

1. *Breccia*, berwarna abu-abu kehitam-hitaman, coklat hingga merah. Bentuknya tidak beraturan, saling berikatan oleh sedimen alam.
2. *Coal*, berwarna hitam pekat dengan struktur rapuh berlapis-lapis.
3. *Flint*, berwarna abu-abu tua dan hitam coklat. Strukturnya keras mengilap dan pecahannya tajam.
4. *Limestone*, berwarna putih, abu-abu tua, hitam hingga merah. Strukturnya padat dan pembentuk karang/cadas, dapat berisi fosil.
5. *Sandstone*, berwarna putih, abu-abu, kuning, dan merah. Strukturnya halus dan kasar pada bagian dasarnya.
6. *Shale*, berwarna kuning, merah, abu-abu, hijau, dan hitam. Strukturnya padat, halus, dan mudah dibelah.

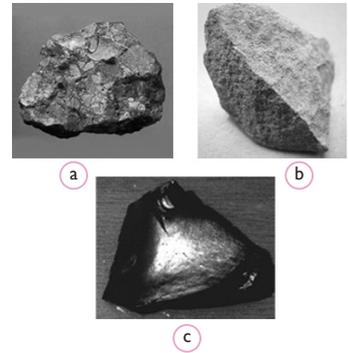
c. Batuan Malihan

Batuan malihan adalah batuan yang dihasilkan dari berbagai perubahan. Perubahan ini disebabkan oleh magma yang panas atau perubahan tekanan dan temperatur yang tinggi. Berdasarkan penyebabnya, batuan malihan dibagi menjadi tiga.

- 1) Batuan termim adalah batuan yang dihasilkan karena kenaikan temperatur yang sangat tinggi, contohnya batu pualam, marmer, dan antrasit.
- 2) Batuan malihan dinamik adalah batuan yang terbentuk karena naiknya tekanan yang biasanya akibat gaya tektonik, contohnya batu bara, batu sabak, dan batu pasir.

Gambar 13.8

Lapisan batuan sedimen yang terbentuk dari tumbuhan dan hewan jutaan tahun yang lalu.



Sumber: www.hf.uio.no, www.geocities.com, dan library.thinkquest.org

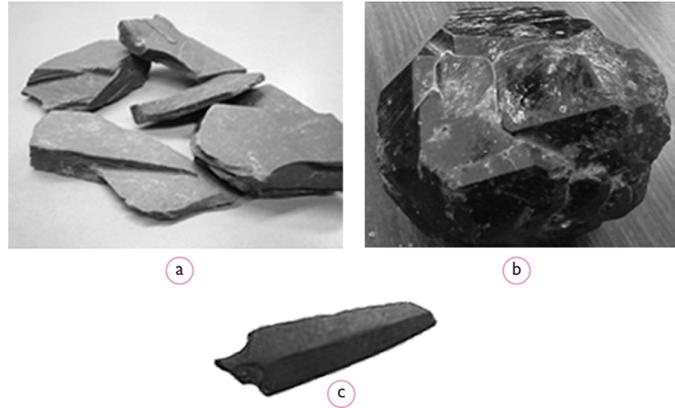
Gambar 13.9

Gambar contoh batuan sedimen

- (a) Breccia
- (b) Shale
- (c) Flint

Gambar 13.10

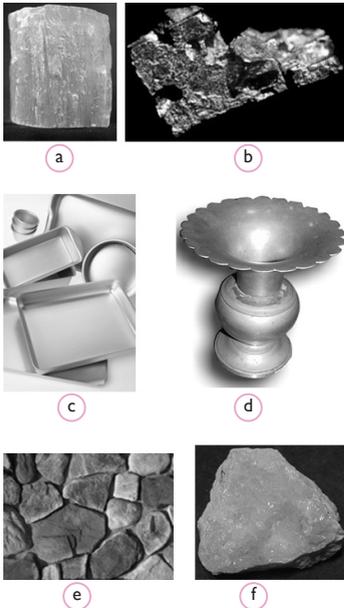
Jenis-jenis batuan malihan
(a) Slate
(b) Gnesis
(c) Schist



Sumber: library.thinkquest.org, koderma.nic.in, www.virtualmuseum.ca

3) Batuan malihan fermik pneumatolitik adalah batuan yang terbentuk karena kenaikan temperatur disertai masuknya magma ke dalam batuan itu. Contohnya topas, azurit mineral, turmalin, dan batu permata. Ciri-ciri batuan malihan diuraikan sebagai berikut.

1. Amphibolite, berwarna hijau hingga hitam dengan truktur halus hingga kasar, keras, dan kristal kasar.
2. Gabbro, berwarna abu-abu hingga hitam dan merah muda hingga merah. Strukturnya berupa kristal kasar.
3. Marbel, terdiri atas banyak warna campuran dan memiliki struktur yang sama dengan gabbro.
4. Kuarsa, berwarna putih abu-abu, kekuningan, dan merah muda. Stukturnya padat, keras, kadang mengilap.
5. Schist, berwarna putih, abu-abu, kuning, merah, hijau, dan hitam. Strukturnya berlapis-lapis dan mengilap.
6. Slase, berwarna kuning, merah, abu-abu, hijau, dan hitam. Strukturnya mengilap, padat, halus, dan dapat dibelah.



Sumber: www.mii.org, www.gold-gallery.com, www.culliners.co.uk, www.pnm.my, www.atlantisyapi.com.tr, www.geoclassics.com

Gambar 13.11

Jenis-jenis mineral
(a) gypsum,
(b) emas,
(c) perak,
(d) tembaga,
(e) grafit, dan
(f) belerang

4. Mineral

Mineral adalah padatan yang dapat ditemukan di dalam bumi. Daratan dan lautan terdiri atas lapisan yang dibentuk dari mineral-mineral. Mineral adalah suatu zat organik yang memiliki komposisi kimia tertentu, seperti garam, emas, perak, dan permata. Terdapat 3.000 jenis mineral, tetapi hanya 100 jenis yang dikenal.

Orang menggunakan mineral untuk memproduksi berbagai macam keperluan. Contohnya grafit digunakan untuk isi pensil, serbuk talcum untuk membuat bedak. Para ahli mengelompokkan mineral sebagai berikut.

- Mineral alam, contohnya permata murni.
- Mineral yang terbuat dari substansi makhluk hidup zaman dulu, contohnya batu bara, bahan bakar, dan gas alam.
- Mineral yang tersusun hanya oleh satu macam unsur, contohnya emas (disebut kristal).

Jenis-jenis batuan yang terbuat dari mineral dapat kamu lihat pada Gambar 13.11. Enam mineral utama pembentuk batuan disusun oleh oksigen dan silikon, kecuali magnetit. Mineral tersebut adalah kuarsa, feldspar, piroksin, hornblende, mika, magnetit dan olivin. Ciri-cirinya dijelaskan sebagai berikut.

- Kuarsa, strukturnya disusun oleh silikon dan oksigen dengan warna mengilap dan tajam.
- Feldspar, disusun oleh kalium, natrium, kalsium, aluminium, silikon, dan oksigen. Warnanya merupakan variasi dari warna terang hingga gelap.
- Piroksin dan hornblende, disusun oleh silikon, oksigen, dan berbagai logam. Warnanya gelap dan lebih berat.
- Mika, disusun oleh aluminium, logam-logam lain, oksigen, dan silikon. Warnanya terang seperti melapis.
- Magnetit, disusun oleh senyawa besi dan oksigen. Warnanya magnetik berat bersifat magnet.
- Olivin, warnanya hijau dan disusun oleh besi, magnesium, oksigen, dan silikon.

5. Bahan Tambang dan Bahan Galian

Pertambangan adalah proses untuk mendapatkan bahan mineral yang dikandung di dalam Bumi. Contoh bahan tambang dan bahan galian adalah tembaga, emas, perak, permata, dan minyak bumi. Proses pengambilan bahan mineral digolongkan menjadi pertambangan bijih dan penggalian mineral. Pertambangan bijih adalah proses penggalian batuan yang mengandung logam, seperti timah, nikel, bauksit, aluminium, emas, perak, mangan, dan tembaga. Semua bijih diproses sehingga sangat berguna bagi kehidupan manusia.

Penggalian mineral dapat berupa penggalian mineral industri atau mineral untuk sumber energi, contohnya batu bara dan minyak bumi. Batu bara merupakan salah satu bahan galian yang merupakan sumber tenaga bagi kehidupan manusia. Minyak bumi di Indonesia terdapat di sepanjang Sumatra bagian timur, Jawa bagian utara, Kalimantan bagian timur, Seram, dan Papua.

Hal Penting

Key Point

Planet bumi kita yang indah merupakan benda langit berbentuk bola yang bundar pada orbit mengelilingi Matahari karena tarikan gravitasi Matahari. Atmosfer dan segala sesuatu di permukaan bumi ditarik oleh gravitasi bumi.

Our beautiful planet Earth is a spherical spaceship held in orbit round the Sun by the pull of gravity. The atmosphere and everything on Earth is held to it by gravity.



Sumber: textonly.mde.state.mf.us

Gambar 13.12

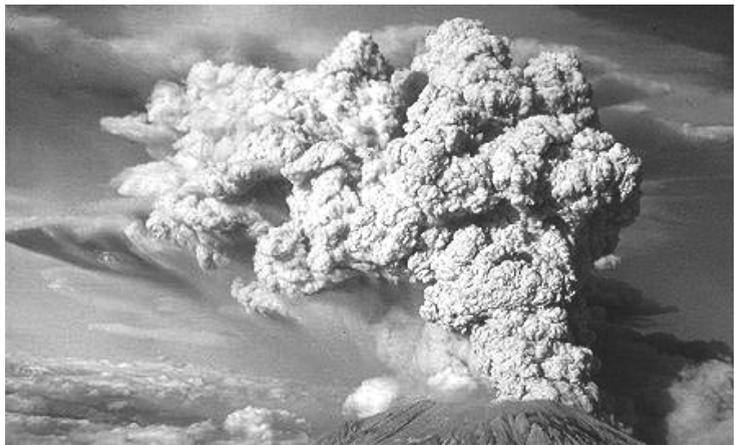
Pertambangan menggunakan mesin modern.

Salah satu keunggulan minyak bumi di Indonesia dibandingkan dengan negara lain ialah kadar belerangnya sangat rendah. Minyak bumi di Indonesia banyak diekspor ke negara-negara lain karena kualitasnya yang baik.

6. Vulkanisme

Vulkanisme adalah peristiwa naiknya magma dari bagian dalam bumi dan muncul ke permukaan bumi. Vulkanisme merupakan gejala yang ditimbulkan oleh gunung berapi. Magma adalah batuan yang mencair karena panas yang sangat tinggi. Jika batuan meleleh, akan dihasilkan banyak gas. Gas-gas ini memiliki cukup energi untuk mendorong batuan di atasnya sehingga magma dapat naik.

Di dalam litosfer, magma menempati suatu ruang yang disebut dapur magma. Dapur magma inilah yang merupakan bahan terjadinya ledakan Vulkanik. Pada umumnya, makin dalam dapur magma dari permukaan bumi, makin kuat letusan yang ditimbulkannya.



Sumber: CD Encarta Encyclopedia Deluxe

Gambar 13.13

Letusan gunung berapi mengeluarkan asap tebal dan semburan lava.

a. Erupsi

Gas dan cairan magma di dalam dapur magma memiliki tekanan yang sangat besar dari batuan padat di sekelilingnya. Tekanan menyebabkan letusan (erupsi) gunung. Magma bergerak melewati saluran ke permukaan. Apabila magma mendekati permukaan, gas dalam magma akan meletus dan membuka lubang puncak gunung.

b. Intrusi Magma

Dari dapur magma, dengan kekuatan tekanan gas dan kemampuan melarutkan batuan yang bersinggungan, magma bergerak ke lapisan lain. Arahnya menuju lapisan di atasnya atau ke lapisan yang relatif lebih lunak. Gerakan magma dapat juga terjadi karena retakan pada batuan sekitarnya. Retakan itu mungkin terjadi akibat tekanan gas magma itu sendiri, mungkin pula karena tektonisme atau gempa. Naiknya magma di dalam lapisan litosfer, tetapi tidak mencapai permukaan bumi disebut intrusi magma atau pluton.

7. Gempa Bumi

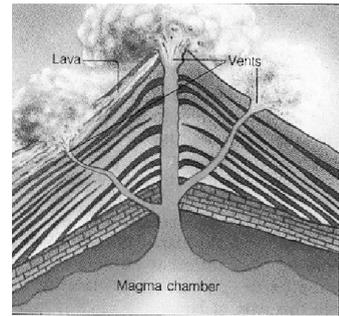
Gempa bumi adalah getaran kerak bumi yang disebabkan patahan atau bergesernya bagian kulit bumi. Gempa bumi terjadi karena kekuatan-kekuatan dari dalam Bumi, seperti gejala vulkanisme atau gejala tektonik. Gempa bumi yang hebat, energi yang ditimbulkannya hampir sama dengan 100.000 kali meledaknya bom atom pertama. Gempa bumi merupakan peristiwa yang sering terjadi. Selama setahun dapat terjadi sampai sejuta kali gempa. Ilmu yang mempelajari gempa disebut seismologi.

Gempa bumi mengakibatkan kerusakan yang sangat besar dan dapat menelan korban jiwa. Gempa bumi juga mengakibatkan bahaya sekunder, seperti kebakaran, putusnya aliran listrik, air, dan gas, serta gelombang laut dahsyat yang disebut tsunami.

a. Pusat Gempa

Gempa bumi disebabkan patahan atau pergeseran di permukaan bumi yang menimbulkan energi getaran yang disebut gelombang seismik. Gempa bumi biasanya dimulai dari pusat gempa yang disebut hiposenter. Gelombang dari hiposenter menjalar ke segala arah. Pusat gempa pada umumnya terletak antara 70 km sampai 700 km di bawah permukaan bumi. Terdapat dua buah hiposenter, yaitu garis dan titik. Hiposenter garis penyebabnya adalah patahan kerak bumi, sedangkan hiposenter titik penyebabnya gunung api atau tanah longsor.

Permukaan tanah berada tepat di atas hiposenter atau episenter. Dari episenter, getaran permukaan menjalar ke segala arah. Getaran dari episenter sangat keras, akibatnya kerusakan yang sangat besar dapat terjadi di sekitar episenter.



Sumber: www.cgrove417.org

Gambar 13.14

Struktur gunung api hasil intrusi magma.



Sumber: *CD Encarta Encyclopedia Deluxe*

Gambar 13.15

Gempa bumi yang dahsyat dapat mengakibatkan kehancuran dengan skala luas.

b. Alat Pencatat Gempa

Alat pencatat gempa bumi disebut seismograf. Berdasarkan catatan seismograf, kita dapat menentukan lokasi dan intensitas gempa bumi. Para ahli menggunakan seismograf untuk mencari tambang minyak, mempelajari struktur bumi, dan mengukur kedalaman gletser.

Ada dua macam seismograf, yaitu seismograf vertikal dan seismograf horisontal.



Sumber: upload.wikimedia.org

Gambar 13.16

Goresan hasil seismograf

- 1) Seismograf vertikal adalah seismograf yang mencatat gelombang seismik yang arahnya tegak (vertikal). Bagian-bagian seismograf terdiri atas dasar beton, alat pencatat, dan pemberat. Ketika ada gempa, pemberat tidak ikut bergerak karena terserap oleh penyeimbang yang menguntungkan pemberat. Pada pemberat, ada pena yang menyentuh gulungan kertas tabung yang bergerak. Tabung ini bergetar ke atas dan ke bawah bersamaan dengan gempa bumi sehingga menggerakkan pena.
- 2) Seismograf horisontal adalah seismograf yang mencatat getaran bumi pada arah horisontal. Untuk menentukan posisi dan kedalaman sumber gempa, digunakan seismograf vertikal dan horisontal bersama-sama. Seismograf horisontal berguna untuk mengetahui lokasi gempa. Untuk mengetahui lokasi gempa, paling sedikit dibutuhkan tiga tempat pencatat gempa. Seismograf vertikal digunakan untuk menentukan kedalaman pusat gempa.

8. Terjadinya Tanah

Tanah terjadi karena proses pelapukan batuan selama jutaan tahun. Pelapukan batuan dapat terjadi melalui proses mekanik, kimia, dan organik.

a. Pelapukan Mekanik

Pelapukan mekanik disebabkan oleh perubahan suhu, pembekuan air di dalam celah batu, pengristalan air garam, dan pengelupasan. Mineral-mineral pembentuk batuan memiliki koefisien pemuaian yang berbeda. Pada saat mengalami kenaikan suhu karena panas matahari, mineral yang satu lebih cepat memuai daripada mineral yang lain. Akhirnya, bidang perbatasan antara mineral tersebut retak secara vertikal dan horisontal.

Pembentukan air dalam celah terjadi pada malam hari. Ketika es membeku, volumenya mengembang menyebabkan tekanan yang kuat pada sekeliling batuan. Akhirnya, batu pecah menjadi beberapa bagian.

Mengristalnya air garam terjadi pada daerah iklim kering. Pengristalan air menyebabkan pelapukan batuan. Pada siang hari, panas matahari akan menguapkan air garam sehingga mengristal. Kristal garam sangat tajam sehingga batuan di dekatnya akan hancur menjadi pasir.

Pengelupasan terjadi karena perubahan suhu. Perubahan suhu dingin menjadi panas menjadikan batuan retak mendatar. Perubahan suhu panas menjadi dingin menyebabkan retak radial. Perubahan suhu tersebut menyebabkan batuan mengelupas.

b. Pelapukan Kimia

Pada pelapukan kimiawi, susunan kimia batuan asal mengalami perubahan baik secara tetap maupun sementara. Contoh pelapukan kimia yang banyak terjadi di daerah tropis ialah pelapukan batuan gamping. Pada pelapukan gamping, terjadi proses pelarutan dan penguapan sehingga terbentuklah stalaktit dan stalagmit. Contoh pelapukan kimia lainnya adalah oksidasi pada besi, pembentukan gips dan kaolin di alam, serta pembuatan garam dengan penguapan air laut.

c. Pelapukan Organik

Peranan organisme dalam pelapukan organik sangat penting. Perpanjangan akar pohon dalam tanah merupakan jenis pelapukan organik. Jenis pelapukan organik lainnya adalah penghancuran batuan oleh bakteri, organisme kecil dalam tanah, cendawan, dan lumut.

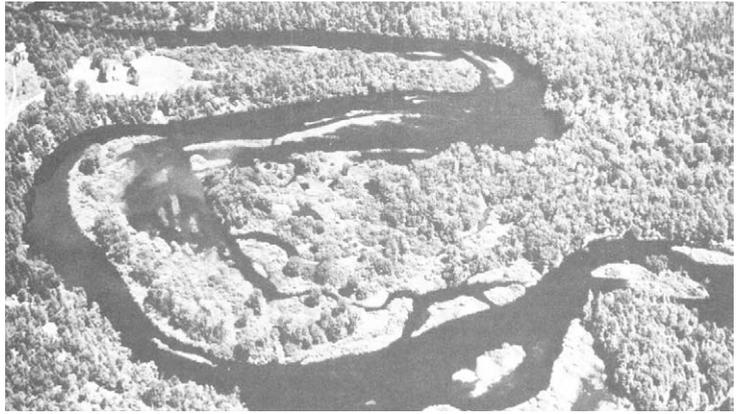
9. Erosi dan Sedimentasi

Erosi adalah peristiwa larutnya tanah akibat kikisan air, sedangkan sedimentasi adalah proses pengendapan batuan. Adakah kebun di sekitar tempat tinggalmu? Pergilah ke sana dan amati tanah yang ditanami dan tanah yang tidak ditanami. Jika turun hujan, setelah reda kamu akan mengamati perubahan bentuk tanah. Tanah yang ditanami akan tetap bertahan karena adanya akar, sedangkan tanah yang tidak ditanami akan larut bersama air hujan dan tampak berpindah tempat. Peristiwa larutnya tanah akibat kikisan air hujan disebut erosi.

Hutan gundul akan menyebabkan erosi karena tanah bawahnya tidak mampu menyerap air hujan. Air yang mengalir mengangkut benda-benda padat sehingga melakukan pengikisan terhadap tanah dan batuan yang dilaluinya. Akibat erosi yang terjadi, terbentuklah lembah, ngarai, dan maender.

Gambar 13.17

Aliran air yang lambat membentuk sungai panjang dan berkelok-kelok disebut maender.



Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer, 2000



Sumber: *The Changing Earth*, 1993

Gambar 13.18

Erosi gletser

Erosi air laut terjadi di daerah pantai. Pengikisan pantai oleh gelombang laut yang terus-menerus menyebabkan erosi. Erosi air laut disebut abrasi. Erosi gletser (es) terjadi di sekitar pegunungan es. Oleh karena adanya gaya gravitasi, es pada permukaan gunung akan turun. Pada umumnya, ketebalan gletser mencapai 300 meter. Banyaknya erosi gletser menyebabkan batuan lain akan terseret.

Erosi angin menyebabkan partikel-partikel debu dan pasir bergerak terbawa angin. Pada musim kering, angin yang kuat akan membawa bebatuan. Di padang pasir, misalnya angin dapat membawa bagian gunung pasir hingga membentuk bukit pasir yang bolong.

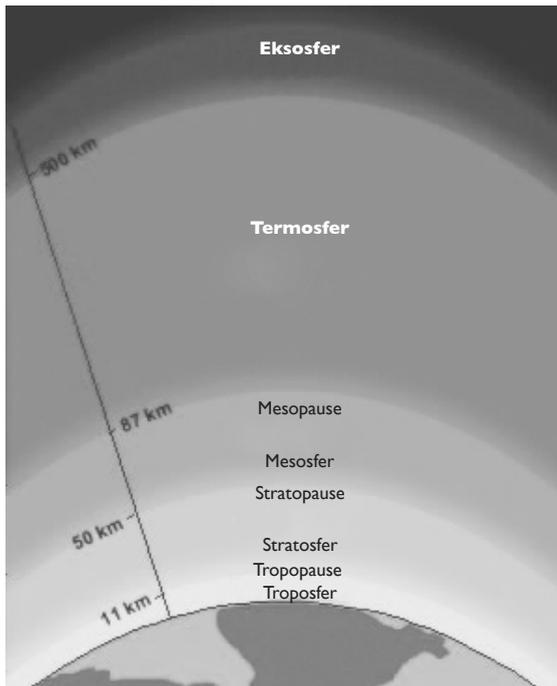
Soal Penguasaan Materi 13.1

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Tuliskan bagian-bagian struktur permukaan bumi.
2. Jelaskan bentuk-bentuk permukaan bumi di daratan dan di dasar laut. Apakah ada persamaan antara keduanya?
3. Bagaimana proses terjadinya batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan?
4. Apa perbedaan antara bahan tambang dan bahan galian?
5. Jelaskan pengertian vulkanisme, gempa bumi, sedimentasi, dan erosi.
6. Tuliskan dan jelaskan tiga proses terjadinya tanah.

B. Atmosfer

Bola bumi kita diselubungi oleh udara yang terdiri atas berbagai macam gas. Selubung udara ini dinamakan atmosfer. Tuhan telah menciptakan atmosfer untuk melindungi kita dari sinar ultraviolet yang datang dari Matahari dan batuan dari luar angkasa.



Sumber: www.eo.ucar.edu

Gambar 13.19

Lapisan atmosfer

Beberapa manfaat atmosfer adalah sebagai berikut.

1. Melindungi Bumi dari sinar ultraviolet yang datang dari Matahari.
2. Melindungi Bumi dari hujan meteor.
3. Memungkinkan adanya siklus air.
4. Mengatur suhu di permukaan bumi.

Atmosfer selalu berinteraksi dengan Bumi dan berputar bersama-sama mengelilingi Matahari. Tebal atmosfer mencapai sekitar 3.000 km dari permukaan bumi. Sekitar 97% udara terletak antara lapisan paling bawah sampai ketinggian 29 km. Semakin tinggi, lapisan atmosfer semakin tipis.

1. Komposisi Udara Atmosfer

Udara dalam atmosfer terdiri atas campuran gas, debu, dan uap air. Kandungan gas terbanyak adalah nitrogen 78% dan oksigen 21%. Sisanya sebanyak 1% terdiri atas gas lain, debu, dan uap air.

2. Susunan Lapisan Atmosfer

Atmosfer ini berlapis-lapis. Para ahli membagi lapisan atmosfer berdasarkan temperaturnya. Atmosfer terdiri atas enam lapisan, yaitu troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, ionosfer, dan eksosfer.

Informasi IPA

Pemanasan Global

Pembentukan gas CO_2 sebagai hasil pembakaran pada mesin kendaraan bermotor dan industri dapat menimbulkan permasalahan suhu bumi. Gas CO_2 memiliki kemampuan untuk menyerap panas matahari. Jika kadar CO_2 berlebihan di atmosfer, dapat mengakibatkan kenaikan suhu bumi rata-rata. Hal tersebut dapat menyebabkan mencairnya es di kutub bumi dan di puncak-puncak gunung es sehingga permukaan air laut dikhawatirkan akan naik.

a. Troposfer

Perhatikan kembali Gambar 13.19, lapisan troposfer adalah lapisan yang paling dekat dengan bumi. Lapisan ini sangat berpengaruh terhadap kehidupan di muka bumi. Temperatur pada lapisan troposfer akan berkurang $6,4^\circ\text{C}$ setiap ketinggian naik 1.000 m (1 km).

Penurunan temperatur akan berhenti pada lapisan tropopause, yaitu lapisan batas antara troposfer dan stratosfer. Ketinggian troposfer sekitar 16 km. Lapisan ini digunakan untuk lintasan pesawat terbang. Pada lapisan troposfer udara makin tipis sehingga kecil kemungkinan untuk memberi kehidupan. Suhu udara pada lapisan ini sangat dingin karena terdiri atas awan es. Suhunya mencapai -80°C .

b. Stratosfer

Lapisan stratosfer terletak di atas lapisan troposfer, sekitar 48 km di atas permukaan bumi. Pada lapisan stratosfer keadaannya lembap dan terdapat sedikit awan. Pesawat udara biasanya akan terbang pada lapisan ini jika pada lapisan troposfer terjadi cuaca buruk. Pada lapisan paling bawah stratosfer suhunya mendekati -55°C dan pada lapisan di atasnya suhu berkurang sebesar 2°C , setiap ketinggiannya naik 1 km. Kenaikan suhu akan berhenti pada lapisan stratosfer.

Pada lapisan stratosfer terdapat lapisan ozon yang dapat melindungi bumi dari sengatan matahari, khususnya sinar ultraviolet. Lapisan ozon akan menipis apabila manusia di Bumi banyak menggunakan gas yang dapat menguraikan molekul O_3 (ozon). Gas pada mesin pendingin, misalnya kulkas atau AC (*Air Conditioner*), menggunakan freon yang dapat mengikat atom O pada lapisan ozon. Lapisan ini, yang tadinya kaya dengan O_3 , akan berubah menjadi O_2 .

c. Mesosfer

Lapisan mesosfer terletak di atas lapisan stratosfer, sekitar 80 km di atas permukaan bumi. Suhu mesosfer turun bersama naiknya ketinggian. Suhu paling rendah pada atmosfer bumi berada di lapisan mesosfer, tepatnya di lapisan mesosfer. Suhu di lapisan ini mencapai -109°C . Pada mesosfer terjadi angin yang sangat kuat. Angin dingin bertiup dari barat ke timur pada musim dingin dan bergerak dari timur ke barat pada musim panas.

d. Termosfer

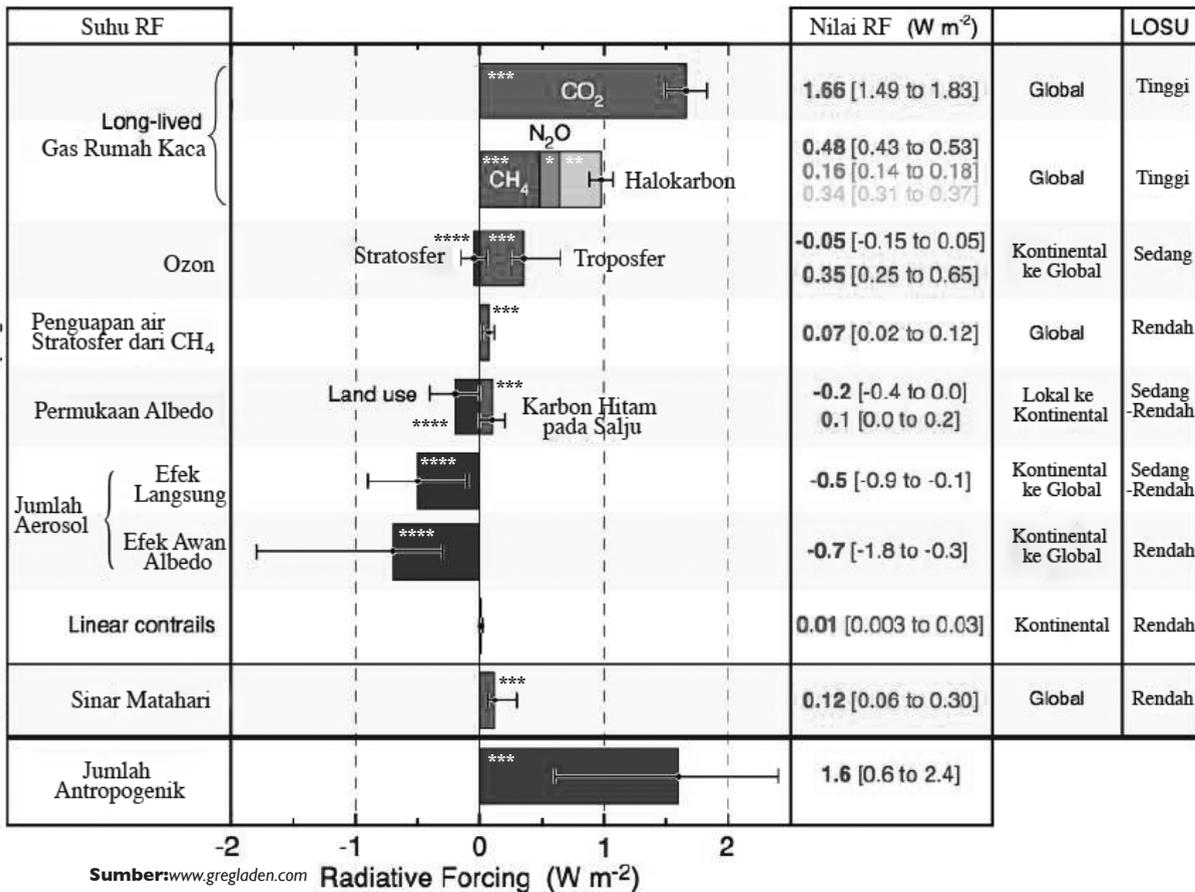
Termosfer merupakan lapisan paling atas dari atmosfer. Mulai dari atas mesopause hingga ke luar angkasa. Udara di termosfer sangatlah tipis. Komposisi kimia di termosfer berbeda dengan lapisan atmosfer lainnya. Pada bagian dasar termosfer, terdapat banyak molekul oksigen di udara yang pecah menjadi atom-atom oksigen. Bagian di atasnya terdiri atas hidrogen dan helium. Suhu termosfer mencapai 6.000°C pada ketinggian 2.000 kilometer di atas permukaan bumi. Apabila terjadi badai matahari, suhu lapisan ini dapat mencapai 20.000°C pada ketinggian 400 km.

Pada lapisan ini terdapat lapisan yang terdiri atas ion hasil ionisasi sinar-X, sinar gamma, atau sinar ultraviolet dari luar angkasa sehingga disebut lapisan ionosfer. Lapisan ionosfer sangat berguna bagi dunia komunikasi karena dapat memantulkan gelombang radio. Batu-batuan yang jatuh ke permukaan bumi akan terbakar pada lapisan ini dan terlihat di Bumi sebagai meteor.

3. Global Warming

Pemanasan global (*global warming*) pada dasarnya merupakan fenomena peningkatan temperatur global dari tahun ke tahun karena terjadinya efek rumah kaca (*greenhouse effect*) yang disebabkan oleh meningkatnya emisi gas-gas seperti karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrooksida (N_2O) dan CFC sehingga energi matahari terperangkap dalam atmosfer bumi. Berbagai literatur menunjukkan kenaikan temperatur global – termasuk Indonesia – yang terjadi pada kisaran 1,5–40 Celcius pada akhir abad 21.

Perlu kerjasama internasional untuk dapat mengatakan bahwa manusia yang menjadi penyebab utama terjadinya pemanasan global. Laporan IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) tahun 2007, menunjukkan bahwa secara rata-rata global aktivitas manusia sejak 1750 menyebabkan adanya pemanasan. Perubahan kelimpahan gas rumah kaca dan aerosol akibat radiasi Matahari dan keseluruhan permukaan Bumi memengaruhi keseimbangan energi sistem iklim. Dalam besaran yang dinyatakan sebagai *Radiative Forcing* merupakan alat ukur, apakah iklim global menjadi panas atau dingin (warna merah menyatakan nilai positif atau lebih hangat, dan biru menyatakan nilai negatif atau lebih dingin). Ditemukan bahwa akibat kegiatan manusia (antropogenik) menjadi pendorong utama terjadinya pemanasan global. Perhatikan tabel berikut.



Gambar 13.20

Tabel komponen-komponen Radiative Forcing.

Ket: * : jingga, ** : kuning, ***: merah, ****: Biru

Pada tabel tersebut hasil perhitungan perkiraan agen pendorong terjadinya pemanasan global dan mekanismenya (kolom satu), berdasarkan pengaruh radiasi (*Radiative Forcing*), dalam satuan Watt/m². Untuk sumber antropogenik dan sumber yang lain, tanda merah dan nilai positif dari kolom dua dan tiga berarti sumbangan pada pemanasan, sedangkan biru adalah efek kebalikannya. Kolom empat menyatakan dampak pada skala geografi, sedangkan kolom kelima menyatakan tingkat pemahaman ilmiah (*Level of Scientific Understanding*). Menurut sumber laporan IPCC, 2007 ditemukan bahwa akibat kegiatan manusia menjadi pendorong utama terjadinya pemanasan global.

Pemanasan global mengakibatkan dampak yang luas dan serius bagi lingkungan bio-geofisik seperti pelelehan es di kutub, naiknya permukaan air laut, perluasan gurun pasir, peningkatan hujan dan banjir, perubahan iklim, punahnya flora dan fauna tertentu, dan migrasi fauna dan hama penyakit. Sedangkan dampak bagi aktivitas sosial-ekonomi

masyarakat meliputi: (a) gangguan terhadap fungsi kawasan pesisir dan kota pantai, (b) gangguan terhadap fungsi prasarana dan sarana seperti jaringan jalan, pelabuhan dan bandara (c) gangguan terhadap permukiman penduduk, (d) pengurangan produktivitas lahan pertanian, dan (e) peningkatan resiko kanker dan wabah penyakit.



(a)

Sumber: www.fantom-xp.com



(b)

(c)

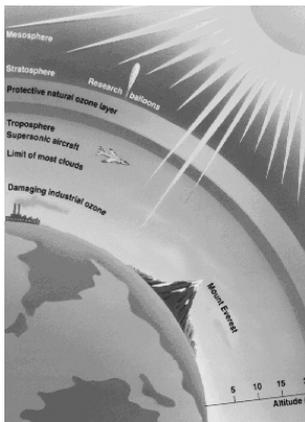
Sumber: www.blogger.com, dermatology.ca

Gambar 13.21

Penyebab *Global Warming* (a) asap industri. Dampak *Global Warming*: (b) kanker kulit dan (c) kutub es mencair.

f. Lapisan Ozon

Lapisan ozon adalah lapisan di atmosfer yang terletak pada ketinggian 19–48 km (12–30 mil) di atas permukaan Bumi yang mengandung molekul-molekul ozon. Konsentrasi ozon di lapisan ini mencapai 10 ppm. Secara alamiah, ozon dihasilkan melalui percampuran cahaya ultraviolet dengan atmosfer bumi dan membentuk suatu lapisan ozon pada ketinggian 50 kilometer. Peristiwa ini telah terjadi sejak berjuta-juta tahun yang lalu, tetapi campuran molekul-molekul nitrogen yang muncul di atmosfer menjaga konsentrasi ozon relatif stabil. Perhatikan Gambar 13.22.



Gambar 13.22

Lapisan ozon

Ozon terdiri atas tiga molekul oksigen dan amat berbahaya pada kesehatan manusia. Ozon adalah gas beracun sehingga jika berada di dekat permukaan tanah akan berbahaya jika terhisap dan dapat merusak paru-paru. Sebaliknya, lapisan ozon di atmosfer melindungi kehidupan di Bumi karena ia melindungi dari radiasi sinar ultraviolet yang dapat menyebabkan kanker. Oleh karena itu, para ilmuwan sangat khawatir ketika mereka menemukan bahwa bahan kimia klorofluorokarbon (CFC) yang biasa digunakan sebagai media pendingin dan gas pendorong *spray aerosol*, memberikan ancaman terhadap lapisan ozon. CFC jika dilepas ke atmosfer, zat yang mengandung klorin ini akan dipecah oleh sinar Matahari sehingga menyebabkan klorin dapat bereaksi dan menghancurkan molekul-molekul ozon. Setiap satu molekul CFC mampu menghancurkan hingga 100.000 molekul ozon. Oleh karena itu, penggunaan CFC dalam aerosol dilarang di Amerika Serikat dan negara-negara lain di dunia. Bahan-bahan kimia lain seperti bromin halokarbon dan nitrogen oksida dari pupuk juga dapat menyerang lapisan ozon. Perhatikan tabel berikut.

Nama Sistematis Identifikasi	Trioksigen
Nomor CAS	10028-15-6
Sifat Rumus molekul	O ₃
Massa molar	47,998 g/mol
Penampilan	gas berwarna kebiruan
Densitas	2,144 g/L (0°C), gas
Titik leleh	80,7 K, -192,5°C
Titik didih	161,3 K, -111,9°C
Kelarutan dalam air	0,105 g/100mL (0°C)
Termokimia Entalpi pembentukan standar	(ΔH_{o298}) +142,3 kJ/mol
Entropi molar standar	So298 237,7 J/K .mol
Bahaya Klasifikasi EU	tidak terdaftar

Menipisnya lapisan ozon dalam atmosfer bagian atas diperkirakan menjadi penyebab meningkatnya penyakit kanker kulit dan katarak pada manusia, merusak tanaman pangan tertentu, memengaruhi kehidupan plankton, dan meningkatnya karbondioksida. Sebaliknya, terlalu banyak

ozon di bagian bawah atmosfer dapat membantu terjadinya kabut campur asap yang berkaitan dengan iritasi saluran pernapasan dan penyakit pernapasan akut bagi mereka yang menderita masalah kardiopulmoner.

Tugas 13.1

Sekarang ini, penggunaan CFC (*Chlorofluorocarbon*) sebagai zat pendingin sudah dilarang. Mengapa demikian? Carilah jawabannya dari literatur lain, seperti artikel koran, majalah, buku penunjang, internet, dan media lainnya.

Soal Penguasaan Materi 13.2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

1. Apa kegunaan atmosfer bagi kelangsungan hidup manusia?
 2. Sebutkan zat-zat yang terkandung dalam atmosfer. Bagaimana komposisinya?
 3. Tuliskan karakteristik yang dimiliki tiap lapisan atmosfer.
 4. Bagaimana lapisan atmosfer dapat bermanfaat sebagai sarana komunikasi?
 5. Bagaimana lapisan stratosfer dapat bermanfaat sebagai pelindung radiasi ultra-violet?
-

Rangkuman

- Struktur permukaan bumi terdiri atas lapisan litosfer, hidrosfer, dan atmosfer.
- Struktur bumi terdiri atas inti bumi, mantel, dan kerak bumi.
- Litosfer mengapung pada lapisan astenosfer.
- Pada lapisan litosfer terjadi pembentukan batuan.
- Berdasarkan cara pembentukannya, batuan dibedakan menjadi tiga, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan.
- Batuan beku terdiri atas batuan beku dalam, batuan beku korok, dan batuan beku luar.
- Vulkanisme adalah peristiwa naiknya magma ke permukaan bumi.
- Aktivitas vulkanisme terdiri atas erupsi magma dan intrusi magma.
- Gempa bumi adalah getaran pada kerak bumi yang disebabkan oleh patahan atau bergesernya bagian kulit bumi atau aktivitas gunung berapi.
- Seismograf adalah alat pengukur gempa.
- Tanah terbentuk melalui proses pelapukan mekanik, kimiawi, dan organik selama jutaan tahun.
- Erosi adalah peristiwa terkikisnya batuan akibat air, angin, atau gletser.
- Hidrosfer adalah lapisan air pada permukaan bumi.
- Kadar garam adalah banyaknya gram garam yang terkandung dalam setiap 1.000 mL gram air laut.
- Atmosfer terdiri atas lapisan troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, ionosfer, dan eksosfer.
- Troposfer adalah lapisan atmosfer yang paling dekat dengan Bumi, terdiri atas uap air dan udara.
- Lapisan eksosfer merupakan lapisan yang paling ganas pada atmosfer.
- Lapisan ionosfer adalah lapisan atmosfer yang terdiri atas ion-ion akibat terjadinya ionisasi pada lapisan termosfer.
- Lapisan termosfer akan membakar batu-batuan atau meteor yang jatuh ke Bumi.
- Lapisan ozon terdapat pada lapisan stratosfer, berfungsi melindungi Bumi dari sinar ultraviolet.

Refleksi

Selamat, kamu telah selesai mempelajari Bab Permukaan Bumi tentang litosfer dan atmosfer. Sebagai bagian dari Bumi, keduanya sangat penting kamu pahami. Mengapa demikian? Gejala alam yang setiap hari kamu kenal, seperti perubahan cuaca, hujan, erosi, gunung meletus, dan gempa bumi, merupakan hal yang terkait dengan perubahan struktur permukaan bumi. Dengan memahami hal tersebut, manusia dapat memanfaatkan gejala

yang dapat dialami struktur bumi atau untuk mendeteksi bencana yang mungkin dapat terjadi.

Sungguh sangat bermanfaat, bukan? Untuk itu, pahami seluruh materi dalam bab ini. Sebagai pelengkap, carilah literatur lain sebagai bahan perbandingan. Diskusikan temuan-temuanmu bersama teman belajarmu. Jika ada yang belum mengerti, jangan sungkan untuk menanyakannya kepada gurumu.

Tes Kompetensi Bab 13

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

1. Marmer merupakan jenis batuan
 - a. beku dalam
 - b. sedimen
 - c. meteorit
 - d. malihan
2. Pernyataan berikut merupakan gejala vulkanisme, *kecuali*
 - a. sumber panas bumi
 - b. timbulnya mata air panas
 - c. naiknya magma ke permukaan bumi
 - d. timbulnya mata air di lereng pegunungan
3. Jika pada suatu tempat di permukaan bumi ditemukan adanya sumber-sumber mineral air panas, mata air mineral, dan gletser dapat dipastikan bahwa daerah tersebut merupakan daerah
 - a. vulkanis
 - b. tanah pasir
 - c. tektonis
 - d. tanah panas
4. Berikut ini yang *bukan* penyebab terjadinya pelapukan batuan secara mekanik adalah
 - a. perbedaan suhu yang besar
 - b. bakteri
 - c. pengelupasan
 - d. mengristalnya air garam
5. Terjadinya gletser disebabkan
 - a. endapan air dalam tanah di sekitar magma
 - b. adanya air tanah di sekitar magma dan gas
 - c. endapan air di danau sekitar gunung api
 - d. adanya air tanah di sekitar gunung api
6. Tetesan air kapur di atas gua disebut
 - a. stalaktit
 - b. stalagmit
 - c. lubang
 - d. dolina
7. Letak keunggulan minyak bumi Indonesia dengan minyak bumi negara lain adalah
 - a. banyak mengandung kadar belerang
 - b. cukup mengandung kadar belerang
 - c. tidak mengandung kadar belerang
 - d. sedikit mengandung kadar belerang
8. Di antara sumber-sumber energi berikut ini, yang paling aman dan murah untuk dikembangkan di Indonesia adalah
 - a. PLTD, karena mudah didapat dan praktis penggunaannya
 - b. PLTA, karena sesuai dengan keadaan alamnya
 - c. PLTN, karena tuntutan kebutuhan yang makin meningkat
 - d. PLTU, karena hemat dan menjangkau daerah yang luas
9. Unsur radioaktif dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan umat manusia, di antaranya untuk
 - a. PLTU
 - b. PLTG
 - c. PLTN
 - d. PLTP
10. Alat pengukur gempa bumi adalah
 - a. barometer
 - b. hidrometer
 - c. anemometer
 - d. seismograf
11. Atmosfer bumi selalu berinteraksi dengan permukaan bumi. Buktinya adalah
 - a. atmosfer ikut berotasi bersama-sama Bumi
 - b. atmosfer tidak ikut berotasi bersama-sama Bumi
 - c. atmosfer tidak dipengaruhi gravitasi bumi
 - d. atmosfer tidak ikut berevolusi ke Matahari

12. Keadaan suhu udara, tekanan udara, dan angin lebih banyak ditentukan oleh lapisan
 - a. troposfer
 - b. stratosfer
 - c. mesosfer
 - d. termosfer
13. Kadar garam di khatulistiwa rendah. Hal ini disebabkan
 - a. banyak hujan dan kurang penguapan
 - b. banyak hujan dan banyak penguapan
 - c. kurang hujan dan kurang penguapan
 - d. kurang hujan dan banyak penguapan
14. Terbentuknya lapisan Ozon disebabkan
 - a. adanya pemakaian CFC
 - b. pemakaian karbon dioksida
 - c. pencampuran cahaya ultraviolet dengan atmosfer bumi secara alamiah
 - d. pencampuran CFC dan oksigen pada atmosfer bumi
15. Penyebab meningkatnya penyakit kanker kulit dan katarak manusia disebabkan oleh
 - a. pemanasan global
 - b. radiasi sinar inframerah
 - c. radiasi ultraviolet yang berlebihan
 - d. banyaknya karbon dioksida

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Tuliskan perbedaan ciri-ciri pokok batuan beku, sedimen, dan batuan malihan.
2. Apa yang dimaksud dengan erosi dan sedimentasi?
3. Mengapa planet bumi sering disebut planet air?
4. Tuliskan ciri-ciri lapisan troposfer, stratosfer, mesosfer, dan termosfer?
5. Apakah manfaat lapisan ozon bagi kehidupan manusia?

C. Jawablah soal tantangan berikut dengan tepat.

Apakah di Bulan dapat mengalami siang dan malam seperti halnya yang kamu alami di Bumi? Jelaskan.

Kegiatan Semester 2

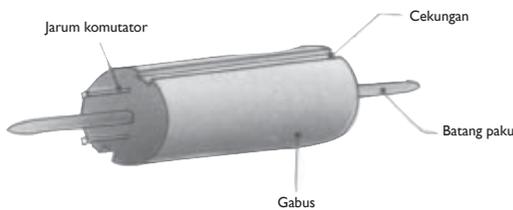
Merangkai Motor Listrik Sederhana

Alat dan bahan

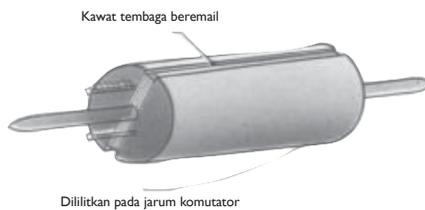
Sebuah papan, dua buah magnet batang, gabus, paku yang diruncingkan pada kedua ujungnya, beberapa jarum, kawat tembaga beremail, plastisin, dan dua buah baterai sebagai catu daya beserta kabelnya.

Cara kerja

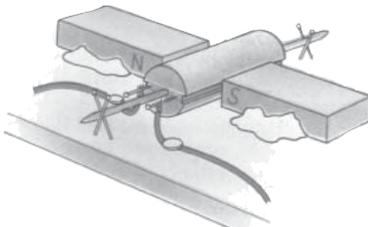
1. Buatlah sebuah gabus berbentuk silinder dengan dua buah cekungan sebagai tempat lilitan di sisi selimut silinder.
2. Masukkan batang paku pada pusat poros gabus silinder.
3. Masukkan dua buah jarum pada sisi alas gabus silinder berdekatan dengan posisi batang paku. Dua buah jarum ini akan berfungsi sebagai komutator.



4. Lilitkan kawat tembaga beremail sebanyak 30 lilitan pada cekungan gabus silinder dimulai dari satu jarum komutator hingga ke jarum komutator lainnya.



5. Susunlah rangkaian di atas dengan dua buah batang magnet, plastisin, jarum penyangga, dan catu daya seperti terlihat pada gambar berikut.



6. Perhatikan bahwa sikat pada ujung kabel catu daya (bagian kabel yang terkelupas) hanya ditempelkan dengan komutator, tidak dililitkan.

Tes Kompetensi Semester 2

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Dua buah kutub magnet yang sejenis jika didekatkan maka keduanya akan
 - tarik-menarik
 - tolak-menolak
 - sama-sama diam
 - tolak-menolak, lalu tarik-menarik
- Sebuah paku diletakkan di sekitar magnet U. Paku tersebut ternyata tertarik oleh magnet tersebut. Daerah di sekitar magnet U disebut
 - garis gaya
 - kutub magnet
 - medan magnet
 - kuat medan magnet
- Jarum kompas akan bergerak pada saat berada di sekitar kawat berarus listrik. hal ini menunjukkan bahwa
 - jarum kompas termasuk benda magnetik
 - arus listrik dapat menimbulkan medan magnet
 - magnet dapat menimbulkan arus listrik
 - jarum kompas memengaruhi arah arus listrik
- Deklinasi adalah sudut yang dibentuk oleh jarum kompas dengan
 - arah utara selatan bumi
 - bidang vertikal bumi
 - bidang horisontal bumi
 - garis lintang bumi
- Suatu benda magnetik dapat menjadi magnet kuat jika dibuat dengan cara
 - digosok
 - diimbis
 - diinduksi
 - dialiri arus listrik
- Berikut yang merupakan cara membuat magnet dengan cara elektromagnetik adalah
 - melilitkan kawat pada suatu kumparan
 - melilitkan kawat berarus listrik pada paku besi
 - menggosok batang besi dengan magnet U
 - mendekatkan logam di sekitar magnet batang
- Berikut ini yang termasuk benda bukan magnetik adalah
 - serbuk besi
 - pisau
 - paku
 - emas
- Gambar medan magnet dapat ditunjukkan dengan
 - kutub magnet
 - spektrum magnet
 - garis-garis gaya
 - kuat medan magnet
- Berikut yang tergolong ferromagnetik adalah
 - seng dan timah
 - emas dan aluminium
 - bismut dan plastik
 - baja dan kobalt
- Serbuk besi yang didekatkan pada magnet batang, sebagian besar akan menempel pada
 - kutub-kutub batang
 - bagian tengah batang
 - setiap sisi batang
 - hanya bagian atas dan bawah batang
- Pernyataan bahwa arus listrik dapat menimbulkan suatu medan magnet dikemukakan oleh
 - Oersted
 - Faraday
 - Kirchoff
 - Ohm
- Gardu listrik merupakan salah satu bentuk
 - generator
 - transformator
 - motor listrik
 - dinamo

13. Suatu arus induksi (arus listrik *AC*) dapat dihasilkan melalui
- imbas magnetik
 - induksi magnetik
 - kumparan magnetik
 - imbas elektromagnetik
14. Sebuah trafo memiliki daya masukan 120 W dan daya Keluaran 90 W. Efisiensi dari trafo ini adalah
- 75%
 - 80%
 - 85%
 - 90%
15. Untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik dapat digunakan
- motor listrik
 - kipas listrik
 - dinamo
 - trafo
16. Transformator adalah alat yang berfungsi
- penyimpan arus listrik
 - penaik atau penurun tegangan listrik *AC*
 - penyearah arus listrik
 - menstabilkan arus listrik
17. Kuat arus primer dibandingkan dengan kuat arus sekunder pada transformator *step down* adalah
- lebih besar
 - lebih kecil
 - sama
 - bisa lebih kecil atau lebih besar
18. Berikut yang termasuk salah satu jenis trafo *step up* adalah trafo yang memiliki spesifikasi jumlah lilitan
- $N_p : N_s = 3 : 2$
 - $N_p : N_s = 1 : 2$
 - $N_s : N_p = 1 : 1$
 - $N_s : N_p = 3 : 4$
19. Sebuah trafo penurun tegangan memiliki kumparan primer 6.000 lilitan dan kumparan sekunder 600 lilitan. Jika kumparan primer tersebut dihubungkan tegangan listrik bolak-balik 2.200 volt, tegangan keluaran yang dihasilkan adalah
- 110 volt.
 - 220 volt
 - 330 volt
 - 440 volt
20. Fungsi listrik yang berada di sekitar rumah kalian berfungsi sebagai
- panrik tegangan listrik dari PLN
 - penurun tegangan listrik dari PLN
 - penyearah arus listrik dari PLN
 - penstabil tegangan listrik dari PLN
21. Bentuk galaksi Bima Sakti, tempat tata surya kita berada adalah
- bulat telur
 - bola
 - elips
 - cakram
22. Berikut planet terjauh dari Matahari adalah
- Neptunus
 - Jupiter
 - Bumi
 - Uranus
23. Planet-planet yang berevolusi mengelilingi Matahari berjumlah
- 7
 - 8
 - 9
 - 10
24. Asteroid beredar mengelilingi Matahari dengan orbit di antara
- Mars dan Jupiter
 - Merkurius dan Venus
 - Uranus dan Saturnus
 - Bumi dan Mars
25. Planet yang dikenal juga sebagai planet merah adalah
- Venus
 - Mars
 - Merkurius
 - Saturnus
26. Di bawah ini yang merupakan planet tanpa satelit adalah
- Neptunus
 - Jupiter
 - Bumi
 - Venus
27. Berikut yang disebut sebagai bintang jatuh adalah
- meteor
 - komet
 - satelit
 - asteroid
28. Bulan tampak bercahaya pada malam hari karena
- memiliki cahaya sendiri
 - memantulkan cahaya matahari
 - mengeluarkan cahaya jika malam hari
 - merupakan bintang
29. Berikut yang merupakan salah satu akibat adanya rotasi bumi adalah
- pergantian siang dan malam
 - gerak semu tahunan matahari
 - pergantian musim
 - perbedaan lama antara siang dan malam
30. Satelit Palapa merupakan satelit yang dibuat khusus untuk keperluan
- komunikasi
 - penelitian
 - cuaca
 - militer

31. Permukaan bumi yang terletak antara 200-300 m di atas permukaan laut disebut
 - a. dataran rendah
 - b. dataran tinggi
 - c. pegunungan
 - d. bukit
32. Berikut ini adalah bentuk-bentuk permukaan daratan, *kecuali*
 - a. perbukitan
 - b. lembah
 - c. dataran
 - d. cekungan
33. Berikut ini adalah contoh-contoh batuan malihan, *kecuali*....
 - a. batu granit
 - b. batuan pualam
 - c. batu sabak
 - d. batu bara
34. Peristiwa munculnya magma ke permukaan bumi disebut
 - a. intrusi
 - b. erupsi
 - c. endogen
 - d. eksogen
35. Peristiwa erupsi mengakibatkan terjadinya
 - a. lava
 - b. korok
 - c. lakolit
 - d. batolit
36. Delta terjadi karena
 - a. endapan lumpur di muara sungai yang bertemu dengan laut bebas
 - b. endapan lumpur di muara sungai yang bertemu dengan laut dangkal
 - c. bagian laut yang dangkal bertemu dengan muara sungai
 - d. bagian laut yang landai bertemu dengan muara sungai
37. Laut yang diapit oleh dua pulau disebut
 - a. teluk
 - b. laut tengah
 - c. selat
 - d. cekungan
38. Alat pengukur arah dan kecepatan angin adalah
 - a. barometer
 - b. hidrometer
 - c. anemometer
 - d. seismograf
39. Lapisan udara yang paling dekat dengan permukaan bumi adalah
 - a. mesosfer
 - b. stratosfer
 - c. troposfer
 - d. termosfer
40. Ozon terdapat pada lapisan
 - a. mesosfer
 - b. stratosfer
 - c. troposfer
 - d. atmosfer

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Sebuah paku dililitkan dengan kawat berarus listrik agar menjadi sebuah magnet. Bagaimana caramu menentukan kutub-kutub dari paku tersebut?
2. Tuliskan beberapa kelebihan cara pembuatan magnet dengan cara elektromagnet.
3. Dapatkah sifat kemagnetan suatu magnet dihilangkan? Bagaimana caranya?
4. Apa saja yang memengaruhi besarnya ggl induksi yang dapat ditimbulkan dari peristiwa induksi elektromagnetik.
5. Sebuah transformator memiliki perbandingan lilitan primer dan lilitan sekunder adalah 2 : 3. Jika tegangan masukan 220 volt dan arus mengalir sebesar 1 A, tentukan
 - a. jenis trafo,
 - b. tegangan keluaran,
 - c. arus keluaran, dan
 - d. efisiensi trafo.
6. Apakah yang dimaksud dengan tata surya? Sebutkan planet-planet dan benda langit yang berada di dalamnya.
7. Pada malam hari yang cerah, kamu dapat melihat bintang-bintang bertaburan di langit. Jelaskan mengapa bintang-bintang tersebut terlihat kecil dan ada yang tampak redup dan ada pula yang terang.
8. Tuliskan akibat dari Bumi mengalami gerak rotasi dan gerak revolusi.
9. Tuliskan beberapa bentuk permukaan di dasar laut.
10. Apakah yang kamu ketahui tentang tsunami? Apa penyebabnya?

Tes Kompetensi Akhir Tahun

Kerjakanlah di buku latihanmu.

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat.

- Paru-paru merupakan salah satu organ ekskresi karena paru-paru menghasilkan
 - cairan empedu
 - gas karbon dioksida
 - kelenjar keringat
 - urin
- Tahap pembentukan urin terdiri dari
 - filtrasi, reabsorpsi, sekresi
 - sekresi, reabsorpsi, filtrasi
 - filtrasi, sekresi, reabsorpsi
 - reabsorpsi, filtrasi, sekresi
- Kelebihan cairan dalam tubuh kita dikeluarkan melalui
 - udara
 - cairan empedu
 - urin dan keringat
 - air liur
- Testis adalah tempat pembentukan
 - sperma
 - telur
 - estrogen
 - progesteron
- Fungsi dari saraf sensoris adalah
 - meneruskan rangsangan yang diterima alat indera tubuh menuju otak
 - meneruskan rangsangan dari otak ke otot-otot tubuh (efektor)
 - menerima rangsangan dari luar
 - menggerakkan anggota tubuh
- Otak memiliki volume sebesar
 - 1.000–1.100 mL
 - 1.200–1.500 mL
 - 2.000–2.500 mL
 - 2.500–3.000 mL
- Olfaktori adalah reseptor penerima
 - suara
 - rasa
 - bau
 - panas
- Pada awalnya zarafah memiliki leher yang pendek, tetapi ada pula yang lehernya panjang. Zarafah leher pendek tidak mampu menggapai daun-daun yang ada di pohon yang tinggi sedangkan zarafah leher panjang mampu menggapai daun-daun yang ada di pohon tersebut, sehingga zarafah yang memiliki leher panjang yang mampu bertahan hidup hingga sekarang sedangkan zarafah leher pendek punah. Dari kondisi di atas, zarafah mengalami
 - adaptasi morfologi
 - seleksi alam
 - adaptasi fisiologi
 - adaptasi tingkah laku
- Burung finch adalah burung yang memiliki bentuk paruh yang berbeda. Misalnya, Geospiza memiliki bentuk paruh yang pendek dan menebal di bagian pangkal karena digunakan untuk menemukan biji atau memegang dan memakan buah. Bentuk adaptasi yang di alami oleh burung finch adalah
 - seleksi alam
 - adaptasi tingkah laku
 - adaptasi fisiologi
 - adaptasi morfologi
- Di bawah ini contoh adaptasi fisiologi adalah
 - bunglon yang tubuhnya bisa berganti warna
 - burung finch memiliki bentuk paruh yang berbeda
 - lumba-lumba yang muncul ke permukaan air untuk mengambil oksigen
 - harimau memiliki belang yang berbeda
- Gen yang berlokus sama pada kromosom disebut
 - autosom
 - gonosom
 - lokus
 - alel

12. Sifat yang selalu muncul pada setiap generasi disebut
 - a. sifat dominan
 - b. sifat resesif
 - c. sifat intermediet
 - d. sifat fenotipe
13. Kromosom berada di dalam
 - a. sitoplasma
 - b. inti sel
 - c. mitokondria
 - d. lisosom
14. Suatu teknik yang menggunakan makhluk hidup atau bagian tubuh makhluk hidup (agen biologis) untuk membuat atau mengubah suatu produk atau jasa disebut
 - a. biokonservasi
 - b. biogas
 - c. bioteknologi
 - d. biomassa
15. Jamur yang berperan dalam pembuatan tempe adalah
 - a. *Saccharomyces cerevisiae*
 - b. *Rhizopus*. sp
 - c. *Lactobacillus*
 - d. *Acetobacter xylinum*
16. Yoghurt adalah salah satu produk bioteknologi yang memiliki bahan dasar
 - a. keju
 - b. minyak
 - c. susu
 - d. kacang
17. Berikut ini adalah mikroorganismenya yang terlibat dalam pembuatan biogas, *kecuali*
 - a. *Bacteroides*
 - b. *Methanobacterium*
 - c. *Saccharomyces cerevisiae*
 - d. *Eschericia coli*
18. Makhluk hidup yang mengalami perkembangan biakan secara vegetatif anaknya akan memiliki sifat
 - a. berbeda dengan induknya
 - b. sama dengan induknya
 - c. adanya percampuran dua sifat yang berbeda
 - d. menghasilkan sifat yang baru
19. Hormon yang memengaruhi pematangan alat kelamin perempuan adalah
 - a. testoteron
 - b. estrogen
 - c. androgen
 - d. corpus luteum
20. Berhentinya masa menstruasi pada wanita disebut
 - a. kopulasi
 - b. menopause
 - c. osteoporosis
 - d. ovulasi
21. Suatu benda dikatakan bermuatan negatif jika
 - a. kelebihan elektron
 - b. kekurangan elektron
 - c. kelebihan proton
 - d. kekurangan proton
22. Dua benda bermuatan listrik sejenis sebesar $4 \times 10^{-9} \text{C}$ dan $6 \times 10^{-9} \text{C}$ terletak pada jarak 2 cm. Besar gaya tolak-menolak dua benda tersebut adalah ($k = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$)
 - a. $2,4 \cdot 10^{-4} \text{N}$
 - b. $1,2 \cdot 10^{-4} \text{N}$
 - c. $4,8 \cdot 10^{-4} \text{N}$
 - d. $5,4 \cdot 10^{-4} \text{N}$
23. Benda-benda berikut yang tidak dapat menghantarkan arus listrik adalah
 - a. plastik, air, dan karet
 - b. besi, air, dan plastik
 - c. plastik, karet, dan kain
 - d. air, besi, dan tembaga
24. Untuk mengukur kuat arus listrik, amperemeter harus dipasang secara
 - a. seri
 - b. paralel
 - c. seri dan paralel
 - d. bebas
25. Proses penambahan energi yang terjadi ketika batu baterai digunakan pada jam dinding adalah perubahan energi
 - a. listrik - kimia - gerak
 - b. listrik - panas - gerak
 - c. kimia - listrik - gerak
 - d. kimia - panas - gerak
26. Sebuah komputer membutuhkan daya 120 watt. Energi yang diperlukan komputer tersebut selama 45 menit adalah
 - a. 60 kWh
 - b. 45 kWh
 - c. 90 kWh
 - d. 120 kWh

27. Di bawah ini bahan yang tidak dapat ditarik magnet adalah
- jarum jahit
 - paku payung
 - emas
 - kobalt
28. Pola yang dibentuk serbuk besi yang diletakkan di atas kertas yang di bawahnya terdapat magnet batang menunjukkan
- medan magnet
 - kutub magnet
 - kuat medan magnet
 - arah kutub magnet
29. Induksi magnet adalah cara pembuatan magnet dengan cara
- digosok
 - dipukul-pukul
 - ditempelkan pada magnet
 - dialiri arus listrik
30. Gaya magnetik dapat dihasilkan jika kawat berarus listrik diletakkan di
- medan listrik
 - medan gravitasi
 - medan magnet
 - medan sumber
31. Dinamo sepeda berfungsi sama seperti halnya alat
- generator
 - motor listrik
 - transformator
 - relay
32. Sebuah trafo memiliki efisiensi 80 %. Jika daya masukan trafo adalah 200 W, besarnya daya keluaran trafo adalah
- 120 W
 - 160 W
 - 80 W
 - 240 W
33. Planet yang disebut sebagai bintang kejora adalah
- Saturnus
 - Mars
 - Bumi
 - Venus
34. Planet yang kedudukannya terdekat terhadap Bumi adalah
- Merkurius
 - Venus
 - Mars
 - Jupiter
35. Benda langit yang menyerupai bintang dan memiliki orbit di antara planet Mars dan Jupiter adalah....
- komet
 - planet
 - asteroid
 - meteor
36. Di bawah ini yang bukan akibat terjadinya revolusi bumi adalah
- gerak semu harian
 - pergantian musim
 - perubahan lamanya siang dan malam
 - gerak semu tahunan matahari
37. Kedudukan bulan pada saat gerhana matahari total adalah....
- di antara Bumi dan Matahari
 - di belakang bayang-bayang bumi
 - di belakang bayangan umbra bumi
 - di belakang bayangan penumbra bumi
38. Dari asal katanya, lithosfer memiliki arti
- lapisan udara
 - lapisan batuan
 - lapisan tanah
 - air
39. Gas yang paling banyak terkandung dalam atmosfer bumi adalah
- | | |
|-------------------|-------------------|
| a. N ₂ | c. H ₂ |
| b. O ₂ | d. He |
40. Alat pencatat gempa seismograf tidak dapat digunakan untuk
- mencari tambang minyak
 - mempelajari struktur bumi
 - mengukur kedalaman gletser
 - mengukur suhu inti bumi

B. Selesaikan soal-soal berikut dengan benar.

1. Bagaimana proses pembentukan sperma?
2. Apakah perbedaan dari gerakan yang disadari dan gerakan refleks?
3. Apakah perbedaan dari adaptasi:
 - a. morfologi
 - b. fisiologi
 - c. tingkah lakuBerikan contohnya masing-masing satu.
4. Apakah manfaat dari mempelajari ilmu pewarisan sifat?
5. Bagaimanakah pembuatan kultur jaringan.
6. Jelaskan perbedaan antara listrik statis dan listrik dinamis. Lengkapi jawaban kalian dengan menyebutkan masing-masing contohnya.
7. Pasokan energi listrik dari PLTA lama kelamaan tidak akan dapat memenuhi keperluan listrik masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan sikap hemat listrik dan

mencari energi alternatif lain yang dapat menggantikan energi listrik dari PLTA. Sebutkan beberapa energi alternatif yang dapat digunakan dan sesuai dengan keadaan alam di Indonesia.

8. Bagaimanakah kaitan antara kemagnetan dan kelistrikan? Jelaskan.
9. Sebuah transformator memiliki 400 lilitan primer dan 1.200 lilitan sekunder. Kumputan primer transformator tersebut kemudian dihubungkan pada tegangan 220 volt. Hitunglah besar tegangan keluaran transformator tersebut. Dapatkah kalian menentukan nilai efisiensi transformator tersebut?
10. Mengapa peristiwa-peristiwa cuaca (suhu udara, kelembapan udara, tekanan udara, curah hujan, angin, dan sebagainya) hanya terdapat pada lapisan troposfer? Jelaskan.

Kunci Jawaban

Bab 1

Soal Penguasaan Materi 1.1

1. Karbon dioksida dan uap air.

Soal Penguasaan Materi 1.2

1. Urea, garam, mineral, vitamin yang berlebih, dan air.
3. Di glomerulus air dan bahan-bahan yang terlarut dalam darah dikeluarkan dari pembuluh darah sehingga mengalir ke nefron (terjadi reabsorpsi dan sekresi). Dari nefron, urin dialirkan ke pelvis dan selanjutnya mengalir ke kantung kemih melalui ureter.

Soal Penguasaan Materi 1.3

1. Kulit ari (epidermis), kulit jangat (dermis), dan jaringan ikat bawah kulit.

Soal Penguasaan Materi 1.4

1. Sel-sel darah merah yang sudah tua dihancurkan di hati, kemudian di tampung dalam empedu dan dikeluarkan dari empedu sebagai cairan empedu.

Soal Penguasaan Materi 1.5

1. Urin yang dibuang mengandung gula karena gula yang diperlukan tubuh terbuang ke ginjal.

Tes Kompetensi Bab 1

A. Pilihan Ganda

1. c 9. c
3. c 11. d
5. a 13. b
7. c 15. c

B. Essai

1. Karena komposisi terbesar adalah air. Urin akan ditampung dalam kantung kemih sehingga ketika banyak minum, kantung kemih akan terisi penuh dan meregang serta menyebabkan terkirimnya rangsangan ke otak bahwa kita ingin buang air kecil.
3. Karena air dan sisa-sisa metabolisme (garam, urea, dan amoniak) yang masuk ke dalam kantung kemih sedikit, sebagian besar dibuang melalui kulit untuk menyeimbangkan suhu tubuh.
5. Air seni yang dibuang akan mengandung gula karena gula yang masih diperlukan tubuh terbuang di ginjal sebagai akibat tidak adanya reabsorpsi.

Bab 2

Soal Penguasaan Materi 2.1

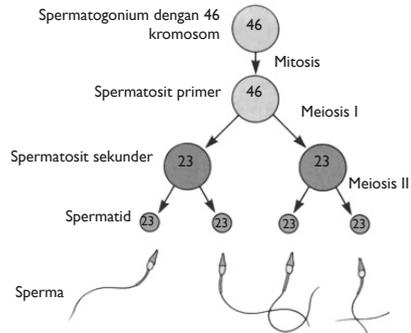
1. Testis akan memproduksi sperma dan hormon testosteron. Hormon testosteron ini akan merangsang pertumbuhan penis dan kelenjar-kelenjarnya, sedangkan sperma sebagai hasil pembelahan meiosis akan keluar jika ada rangsangan.

Soal Penguasaan Materi 2.2

1. LH akan memengaruhi produksi estrogen yang merangsang pertumbuhan kelenjar sekunder perempuan, seperti membesarnya payudara dan pinggul, serta memengaruhi pertumbuhan rahim dan vagina.

Soal Penguasaan Materi 2.3

1.



Soal Penguasaan Materi 2.4

1. LH yang terbentuk akan merangsang produksi hormon estrogen dan progesteron. Kedua hormon tersebut berperan mempersiapkan endometrium agar kokoh dan kuat sehingga janin yang terbentuk dapat dilindungi.

Soal Penguasaan Materi 2.5

1. Dengan cara melakukan proses reproduksi untuk mempertahankan keberadaan spesiesnya.

Soal Penguasaan Materi 2.6

1.
 - Melalui kontak seksual.
 - Melalui jarum suntik.
 - Penularan dari ibu hamil kepada anak di dalam janinnya.
 - Melalui transfusi darah.

Tes Kompetensi Bab 2

A. Pilihan Ganda

1. c 9. a
3. a 11. b
5. d 13. b
7. c 15. b

B. Essai

1. Karena pada saat itu terjadi pematangan organ reproduksi yang ditandai dengan ciri-ciri kelamin sekunder.
3. Tidak mungkin, karena ovum yang telah dibuahi sperma berkembang menjadi janin dalam rahim ibu. Selama masa itu, endometrium memelihara keberadaan janin.
5.
 - a. Fase menstruasi, mulai hari ke-1 hingga hari ke-8.
 - b. Fase praovulasi, mulai hari ke-9 hingga hari ke-13. Pada masa ini, hormon-hormon bekerja untuk merangsang pematangan ovum dan mempertebal endometrium.
 - c. Fase ovulasi, berlangsung pada hari ke-14. Pada masa ini, kerja hormon sudah optimal dalam pematangan ovum. Setelah matang, ovum keluar dari ovarium dan siap dibuahi.

- d. Fase pascaovulasi, berlangsung pada hari ke-15 hingga hari ke-28. Jika ovum dibuahi akan terjadi kehamilan jika tidak akan terjadi kembali masa menstruasi.
- e. Keadaan suhu tubuh selama siklus menstruasi

Bab 3

Soal Penguasaan Materi 3.1

1.
 - Berdasarkan fungsinya, sel saraf dibedakan menjadi saraf sensoris, saraf penghubung, dan saraf motoris.
 - Berdasarkan strukturnya, sel saraf dapat dibedakan menjadi saraf unipolar, saraf bipolar, dan saraf multipolar.
3. Pada sinapsis terjadi pertemuan antara sel saraf yang satu dengan ujung sel saraf yang lain dalam bentuk rangsangan kimia.

Soal Penguasaan Materi 3.2

1.
 - a. Volume otak kira-kira 1.200-1.500 mL.
 - b. Massa kurang lebih 1,5 kg.
 - c. Terbagi menjadi tiga bagian:
 - Otak depan (otak besar) merupakan pusat kecerdasan, ingatan, kesadaran, dan kemauan,
 - Otak tengah, dan
 - Otak belakang (otak kecil) berfungsi sebagai pusat keseimbangan dan untuk menggerakkan otot-otot rangka.
3. Reseptor menerima rangsang. Lalu, saraf sensoris membawa rangsang ke sumsum tulang belakang. Kemudian, diteruskan ke saraf penghubung di materi abu dan diteruskan lagi ke saraf motoris. Selanjutnya, saraf motoris membawa impuls keluar dari sumsum tulang belakang dan membawa perintah ke otot untuk memberikan respon.

Soal Penguasaan Materi 3.3

1.
 - Sistem saraf somatis berfungsi menghantarkan impuls dari otak ke otot rangka dan kulit atau sebaliknya, dan sifatnya disadari.
 - Sistem saraf autonom menghantarkan impuls dari otak ke bagian alat-alat dalam tubuh atau sebaliknya, dan sifatnya tidak disadari.

Soal Penguasaan Materi 3.4

1. Karena pada lidah terdapat tonjolan-tonjolan yang dinamakan papila. Papila memiliki banyak kuncup pengecap yang merupakan ruangan bundar yang di dalamnya terdapat sel pengecap. Sel-sel pengecap ini dapat menerima rangsangan kimia yang kemudian diteruskan ke otak.
3. Getaran suara dikumpulkan oleh daun telinga dan diteruskan ke lubang telinga menuju gendang telinga. Lalu, getaran suara masuk ke rumah siput (koklea) dan diubah menjadi impuls oleh membran yang memiliki sel-sel rambut dan sel-sel penyokong.

Soal Penguasaan Materi 3.5

1. Karena bayangan benda jatuh di belakang retina. Untuk membantu memperbaiki penglihatannya diperlukan lensa cembung yang dapat memusatkan cahaya sehingga bayangan jatuh tepat di retina.

Tes Kompetensi Bab 3

A. Pilihan Ganda

1. a 9. a
3. d 11. a
5. a 13. a
7. c 15. b

B. Essai

1. Karena pada kepala terdapat otak yang merupakan salah satu sistem saraf pusat sehingga pengendara sepeda motor harus memakai helm untuk melindungi kepala jika jatuh.
3. Karena pedas timbul sebagai hasil dari iritasi dan pedas ini dapat terjadi juga pada kulit.
5. Gambar tersebut adalah gambar lengkung refleks yang menunjukkan alur gerakan refleks.
 - a. Lengkung refleks adalah alur respon terhadap suatu rangsang yang lebih pendek daripada alur biasa karena tidak melalui otak terlebih dahulu, melainkan hanya melalui sumsum tulang belakang yang menghasilkan gerakan refleks.

Bab 4

Soal Penguasaan Materi 4.1

1. Penyesuaian diri makhluk hidup yang berhubungan dengan bentuk luar dan organ dalam tubuh makhluk hidup. Contohnya perbedaan bentuk paruh burung finch di kepulauan Galapagos.
3. Adaptasi yang berhubungan dengan tingkah laku suatu organisme sebagai tanggapan terhadap keadaan lingkungannya. Contohnya, paus dan lumba-lumba yang bernapas dengan cara muncul di permukaan air sambil menyemburkan air melalui lubang tiup di atas kepalanya.

Soal Penguasaan Materi 4.2

1. Charles Darwin.
3. Makhluk yang mampu beradaptasi dengan lingkungannya akan bertahan hidup dibandingkan makhluk hidup yang tidak mampu beradaptasi.

Soal Penguasaan Materi 4.3

1. Dengan cara bertunas dan membentuk spora untuk tumbuhan tingkat rendah, sedang tumbuhan tingkat tinggi dengan cara membentuk rhizoma, umbi batang, umbi akar, dan bulbus.

Tes Kompetensi Bab 4

A. Pilihan Ganda

1. a 9. a
3. b 11. b
5. c 13. b
7. b 15. c

B. Essai

1. Karena tidak mampu beradaptasi dengan lingkungannya dan eksploitasi yang berlebihan oleh manusia.
3. Mekanismenya dengan cara penyesuaian diri terhadap keadaan lingkungan. Contohnya paus dan lumba-lumba, mamalia air yang bernapas dengan paru-paru. Sehingga untuk bernapas, keduanya akan muncul ke permukaan sambil menyemburkan air melalui lubang tiup di atas kepalanya. Pada saat itu, mereka menghirup oksigen sambil mengeluarkan air sebagai hasil sampingan prose pernapasannya.

- Jika suatu makhluk hidup memiliki kemampuan reproduksi dalam waktu singkat dan menghasilkan keturunan yang banyak maka makhluk tersebut dapat mempertahankan kelangsungan hidup spesiesnya dari kepunahan.

Bab 5

Soal Penguasaan Materi 5.1

- Gen adalah suatu faktor yang dapat menentukan sifat individu. Gen terletak pada lokus (suatu ruang kosong) di dalam kromosom.

Soal Penguasaan Materi 5.2

- Sifat dominan: sifat yang selalu muncul pada setiap generasi.
 - Sifat resesif: sifat yang tidak selalu diturunkan kepada anaknya.
 - Sifat intermediet: sifat antara, sifat yang muncul pada anak tidak menunjukkan kepingan dengan sifat kedua orang tuanya.
- Dua individu mungkin saja memiliki fenotipe yang sama tetapi genotipenya berbeda. Karena ada sifat genotipe yang bentuknya heterozigot akan menghasilkan sifat tampak yang sama apabila mengandung sifat yang dominan.

Soal Penguasaan Materi 5.3

- Rekayasa genetika adalah suatu teknik untuk mengubah gen makhluk hidup sehingga dihasilkan sifat unggul.

Tes Kompetensi Bab 5

A. Pilihan Ganda

- a 9. d
- b 11. c
- d 13. a
- c 15. c

B. Essai

- Fenotipe adalah sifat-sifat yang dapat dilihat. Genotipe adalah sifat-sifat yang tidak tampak dari luar.
- Tidak juga, karena bisa saja induknya bergenotipe heterozigot sehingga salah satu keturunannya memiliki genotipe yang homozigot resesif.
- Karena di dalam gen terdapat kode-kode sifat individu tertentu yang akan diturunkan pada keturunannya.

Bab 6

Soal Penguasaan Materi 6.1

- Membuat atau mengubah suatu produk atau jasa dengan menggunakan makhluk hidup atau bagian tubuh makhluk hidup.

Soal Penguasaan Materi 6.2

- Pembuatan tape ketan melalui proses fermentasi yang menghasilkan gula dan alkohol sehingga diperoleh rasa manis yang berasal dari gula dan hangat berasal dari alkohol
- Karena bahan dasar biogas adalah limbah organik yang diolah menjadi gas bermanfaat dan ramah lingkungan

Soal Penguasaan Materi 6.3

- Kloning, yaitu cara memperoleh individu baru yang memiliki sifat mirip induknya dengan cara mengambil inti sel dari induk hewan dan memasukkan inti sel tersebut ke dalam sel telur yang telah dibuang intinya.

Tes Kompetensi Bab 6

A. Pilihan Ganda

- b 9. b
- c 11. c
- d 13. a
- d 15. b

B. Essai

- Sangat perlu, karena dengan bioteknologi dapat dihasilkan bibit-bibit unggul dan cara bercocok tanam yang baik sehingga dapat meningkatkan mutu atau kualitas hasil pertanian.
- Mikroorganisme (Jamur dan bakteri).



Bab 7

Soal Penguasaan Materi 7.1

- Atom adalah bagian terkecil dari suatu benda yang tidak dapat dibagi lagi. Atom terdiri atas adalah proton, elektron, dan neutron.
- Karena elektron merupakan bagian terluar dari suatu atom dan berjarak sangat jauh dari inti atom sehingga tidak terlihat pada inti atom.
- Proton dan elektron.

Soal Penguasaan Materi 7.2

- Akan tolak menolak.
- $1,125 \times 10^{12}$ N.

Soal Penguasaan Materi 7.3

- Dengan cara menginduksikan benda bermuatan listrik pada benda netral.
- Kepala elektroskop, karet, daun elektroskop.

Tes Kompetensi Bab 7

A. Pilihan Ganda

- c 9. b
- d 11. b
- b 13. d
- b 15. a

B. Essai

- Listrik statis adalah listrik yang disebabkan oleh arus listrik yang tidak mengalir atau diam.
- Karena elektron lebih mudah bergerak bebas daripada proton yang terikat pada inti atom. Ini terjadi karena elektron merupakan bagian terluar dari suatu atom dan berjarak sangat jauh dari inti atom.
- $9,216 \times 10^{-8}$ N

Bab 8

Soal Penguasaan Materi 8.1

- Tidak ada arus listrik yang mengalir karena tidak ada perbedaan potensial.

Soal Penguasaan Materi 8.2

- 40 mA

Soal Penguasaan Materi 8.3

1. Tombol sakelar, tongkat sakelar, dan plat logam.
3. Karena jika arus listrik membesar, kawat akan cepat meleleh dan arus listrik akan secepatnya putus.

Soal Penguasaan Materi 8.4

1. Sakelar berfungsi untuk mengalirkan dan memutuskan arus listrik, sedangkan sekering berfungsi untuk mencegah masuknya arus yang terlalu besar pada rangkaian.

Tes Kompetensi Bab 8

A. Pilihan Ganda

1. a 9. a
3. b 11. a
5. d 13. b
7. d 15. b

B. Essai

1. Voltmeter dipasang paralel pada rangkaian listrik, sedangkan amperemeter dipasang seri pada rangkaian listrik.
2. 375 C.
5. Elemen sekunder, yaitu elemen yang reaksi kimianya dapat dibalik sehingga energi kimianya dapat diisi ulang.

Bab 9

Soal Penguasaan Materi 9.1

1. $4,95 \times 10^3$ J

Soal Penguasaan Materi 9.2

1. a. 440 watt atau 0,44 kW

Tes Kompetensi Bab 9

A. Pilihan Ganda

1. d 9. c
3. b 11. a
5. a 13. d
7. a 15. c

B. Essai

1. a. Kipas angin, blender.
c. Lampu, televisi.
3. 180.000 Joule
5. a. 16,8 kWh
c. 126.000

Tes Kompetensi Semester I

A. Pilihan Ganda

1. d 11. d 21. b 31. b
3. a 13. c 23. c 33. c
5. b 15. c 25. a 35. c
7. c 17. a 27. a 37. a
9. b 19. b 29. c 39. c

B. Essai

1. Pembentukan urin terbentuk dari sisa metabolisme protein, yaitu urea dan amoniak yang terlarut dalam darah. Di glomerulus air dan urea serta amoniak yang dikeluarkan dari pembuluh darah mengalir ke nefron (terjadi reabsorpsi dan sekresi). Dari nefron, urin dialirkan ke pelvis selanjutnya mengalir ke kantung kemih.
3. Lihat Gambar 3.2.

5. Genotipe:

TTBB : ttbb
1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1

Fenotipe:

panjang tebal : panjang tipis : pendek tebal : pendek tipis
9 : 3 : 3 : 1

7. Sebagai organ ekskresi.

9. a. amperemeter.

Bab 10

Soal Penguasaan Materi 10.1

1. Karena bahan-bahan magnetik bersifat ferromagnetik, yaitu sangat kuat menarik garis gaya magnet.

Soal Penguasaan Materi 10.2

1. • menggosok
• induksi
• elektromagnetik

Soal Penguasaan Materi 10.3

1. Kutub utara magnet bumi terletak di kutub selatan geografi bumi dan kutub selatan magnet bumi terletak di kutub utara geografi bumi.
3. Karena di bagian utara dan selatan geografi bumi merupakan kutub magnet bumi sehingga akan menarik ujung magnet batang yang berlawanan kutub magnet ke arah tersebut.

Soal Penguasaan Materi 10.4

1. Jika telapak tangan kanan dibuka, keempat jari menunjukkan arah medan magnet, ibu jari menunjukkan arah arus listrik dan arah tegak lurus telapak tangan menunjukkan arah gaya magnet.

Soal Penguasaan Materi 10.5

1. Terjadi simpangan jarum penunjuk.

Tes Kompetensi Bab 10

A. Pilihan Ganda

1. b 9. b
3. b 11. a
5. a 13. c
7. a 15. b

B. Essai

1. Bahan magnetik adalah bahan-bahan yang dapat ditarik oleh magnet. Contoh: besi, baja, dan nikel. Bahan non magnetik adalah bahan-bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet. Contoh: plastik, kayu, dan kertas.
3. Medan magnet adalah daerah yang mendapat pengaruh gaya magnet dari suatu benda magnet.
5. Penemuan hubungan antara listrik dan sifat kemagnetan, maksudnya jika suatu benda magnetik dililiti kawat dan dialiri arus listrik maka benda tersebut akan bersifat seperti magnet.

Bab 11

Soal Penguasaan Materi 11.1

1. Induksi elektromagnetik adalah timbulnya arus listrik pada suatu penghantar disebabkan oleh perubahan banyaknya medan magnet yang melingkupi penghantar tersebut.

Soal Penguasaan Materi 11.2

- Kecepatan perubahan medan magnet
• banyaknya lilitan
• besarnya medan magnet

Soal Penguasaan Materi 11.3

- Menurunkan dan menaikkan tegangan bolak-balik.
- $I_2 = 73,3 \text{ A}$.
- $N_2 = 54,5$ lilitan

Soal Penguasaan Materi 11.4

- Arus AC adalah arus listrik yang besar dan arahnya berubah setiap saat, sedangkan arus DC adalah arus listrik yang mengalir dengan tetap dan pada suatu arah.

Tes Kompetensi Bab 11

A. Pilihan Ganda

- c 9. b
- c 11. c
- c 13. b
- c 15. a

B. Essai

- a dan c karena terjadi perubahan jumlah medan magnet yang menembus kumparan.
- Ketika kumparan masukan (primer) dihubungkan dengan arus bolak-balik, besar dan arah medan magnet yang ditimbulkan oleh kumparan tersebut akan selalu berubah. Kumparan keluar (sekunder) berada di dekat kumparan primer sehingga perubahan medan magnet yang menembusnya menyebabkan terjadinya arus listrik induksi.
- a. $V_2 = 8.800$ volt

Bab 12

Soal Penguasaan Materi 12.1

- Planet inferior: Merkurius dan Venus.
Planet superior: Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.
- Karena meteor bergesekan dengan lapisan atmosfer, timbullah panas sehingga meteor akan berpijar.

Soal Penguasaan Materi 12.2

- Inti matahari, fotosfer, kromosfer, dan korona.
- Mengeringkan baju, mengeringkan bahan makanan, proses pembuatan garam, sumber energi fotosintesis, dan lain-lain.
- Menyaring radiasi sinar ultraviolet yang dipancarkan Matahari sehingga ketika sampai di permukaan bumi tidak berbahaya.
- Tidak akan ada kehidupan di Bumi, langit menjadi gelap, permukaan bumi ditutupi es, dan lain-lain.
- Untuk memanaskan air, alat penghitung (kalkulator), dan penggerak mobil.

Soal Penguasaan Materi 12.3

- Tidak, karena Bumi tempat kita tinggal berbentuk elips namun karena diameternya yang besar sehingga kalau dilihat di permukaan bumi seolah-olah datar.
- a. Rotasi bumi adalah perputaran bumi pada porosnya dalam waktu 23 jam 56 menit 4,09 detik yang menyebabkan siang dan malam.

- b. Revolusi bumi adalah perputaran bumi mengelilingi Matahari yang menyebabkan perbedaan musim.
- a. pukul 20.00
b. pukul 10.42

Soal Penguasaan Materi 12.4

- Karena Bulan dapat menyerap sinar matahari dan dipantulkan kembali dalam bentuk cahaya sehingga ketika malam hari Bulan tampak terang.
- Rotasi bulan adalah pergerakan Bulan pada porosnya. Revolusi bulan terhadap Bumi adalah pergerakan Bulan mengelilingi Bumi. Revolusi bulan terhadap Matahari adalah pergerakan Bulan mengelilingi Matahari.
- Karena Bulan tidak mengandung air, tidak memiliki atmosfer dan terdiri atas batu-batuan yang berlapuk lava tipis sehingga seluruh permukaannya sama.
- Gerhana bulan terjadi karena posisi Matahari dan Bumi berada dalam garis sejajar sehingga Bulan memasuki daerah bayangan Bumi.
Gerhana matahari terjadi karena posisi Matahari dan Bumi berada dalam garis sejajar dan Bulan memasuki daerah di antara Matahari dan Bumi sehingga menutupi cahaya matahari.
- Terjadi ketika Bulan berada di antara Matahari dan Bumi, akibatnya gaya gravitasi bumi meningkat 5,2 kali lebih besar sehingga terjadi kenaikan permukaan air laut di dua bagian bumi dan penurunan permukaan air laut di permukaan bumi lainnya.

Soal Penguasaan Materi 12.5

- Untuk penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan, mengorbitkan satelit komunikasi, eksperimen laboratorium di ruang angkasa, kepentingan militer, dan eksplorasi planet lain.
- Valentina Tereshkova.
- Sebagai sarana komunikasi sehingga dapat mengulang komunikasi bagi media, termasuk jasa telepon rumah, telepon mobil, televisi, faksimili, dan transmisi data.

Tes Kompetensi Bab 12

A. Pilihan Ganda

- b 9. a
- b 11. b
- c 13. a
- a 15. b

B. Essai

- Tata surya bermula dari suatu ledakan besar yang disebut Big Bang. Seiring turunnya suhu, gumpalan gas dan debu yang membeku membentuk partikel-partikel penyusun benda-benda langit dan planet-planet membentuk susunan dalam sebuah galaksi.
- Mengeringkan baju, mengeringkan bahan makanan, proses pembuatan garam, sumber energi fotosintesis, sumber energi sel surya, dan lain-lain.
- Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, Bumi, Venus, Mars, dan Merkurius.

Bab 13

Soal Penguasaan Materi 13.1

1. Lithosfer, hidrosfer, dan atmosfer.
3.
 - Batuan beku terbentuk dari magma yang membeku menjadi padat.
 - Batuan sedimen terbentuk dari batuan beku di permukaan bumi yang rusak atau hancur karena pengaruh atmosfer, kemudian terbawa oleh air, angin, atau gletser dan akhirnya batuan diendapkan di tempat baru.
5.
 - Vulkanisme adalah peristiwa naiknya magma dari bagian dalam bumi dan muncul ke permukaan bumi.
 - Gempa bumi adalah getaran kerak bumi yang disebabkan patahan atau bergesernya bagian kulit bumi.
 - Erosi adalah peristiwa larutnya tanah akibat kikisan air.
 - Sedimentasi adalah proses pengendapan batuan.

Soal Penguasaan Materi 13.2

1.
 - Melindungi Bumi dari sinar ultraviolet yang datang dari Matahari.
 - Melindungi Bumi dari hujan meteor.
 - Memungkinkan adanya siklus air.
 - Mengatur suhu di permukaan Bumi.
3.
 - Troposfer: ketinggian sekitar 16 km dari Bumi, suhu -80°C .
 - Stratosfer: terletak di atas lapisan tropopause, sekitar 48 km di atas permukaan bumi, lembab, sedikit awan, suhu -55°C sampai 2°C , terdapat lapisan ozon.
 - Mesosfer: terletak di atas lapisan stratopause, sekitar 80 km di atas permukaan bumi, suhu rendah sampai -109°C , angin sangat kuat.
 - Termosfer: terletak di atas lapisan mesopause hingga ke luar angkasa, udara sangat tipis, suhu mencapai 6.000°C , terdapat ion-ion.
5. Karena pada lapisan atas stratosfer, yaitu stratopause terdapat lapisan ozon yang dapat menyaring sinar ultraviolet.

Tes Kompetensi Bab 13

A. Pilihan Ganda

1. d 9. c
3. a 11. a
5. d 13. b
7. d 15. c

B. Essai

1. Batuan beku terbentuk dari magma yang membeku menjadi padat.
Batuan sedimen terbentuk dari batuan beku di permukaan bumi yang rusak atau hancur karena pengaruh atmosfer, kemudian terbawa oleh air, angin, atau gletser dan akhirnya batuan diendapkan di tempat baru.
Batuan malihan terbentuk dari berbagai perubahan yang disebabkan oleh magma yang panas atau perubahan tekanan dan temperatur yang tinggi.
3. Karena 70% bagian permukaan bumi adalah air.
5. Sebagai pelindung atau penyaring dari sinar ultraviolet matahari.

Tes Kompetensi Semester 2

A. Pilihan Ganda

1. b 11. a 21. d 31. a
3. b 13. d 23. b 33. a
5. d 15. c 25. b 35. a
7. d 17. a 27. a 37. c
9. d 19. b 29. a 39. c

B. Essai

1. Berdasarkan aturan tangan kanan yang sedang menggenggam, arah keempat jari menunjukkan arah arus listrik yang melilit paku dan ibu jari menunjukkan arah kutub utara.
3. Dapat, yaitu dengan cara dipukul-pukul, dibakar, dijatuhkan dari tempat sangat tinggi, atau melalui proses demagnetisasi.
5. a trafo *step up* (penaik tegangan)
c 0,67 A
7. Karena jarak bintang yang berbeda-beda terhadap Bumi. Jarak yang jauh menyebabkan ukurannya terlihat kecil dan cahaya yang dikeluarkan bintang memerlukan waktu sangat lama untuk sampai di Bumi.
9. Paparan, cekungan, palung laut, dan pegunungan.

Tes Kompetensi Akhir Tahun

A. Pilihan Ganda

1. b 11. d 21. a 31. a
3. c 13. b 23. c 33. d
5. a 15. b 25. c 35. c
7. c 17. c 27. c 37. a
9. d 19. b 29. c 39. a

B. Essai

1. Di awal dengan pembelahan sel induk sperma secara mitosis menjadi dua sel anak. Sel anak kedua berkembang menjadi spermatosit primer, kemudian membelah secara meiosis menghasilkan spermatosit sekunder. Setiap spermatosit sekunder berkembang menjadi spermatid dan spermatid berkembang menjadi sperma.
3.
 - Adaptasi morfologi berkaitan dengan adaptasi bentuk/struktur tubuh. Contoh: bentuk paruh burung.
 - Adaptasi fisiologi berkaitan dengan adaptasi fungsi dalam tubuh. Contoh: kamufase
 - Adaptasi tingkah laku berkaitan dengan adaptasi tingkah laku menanggapi lingkungan atau predator. Contoh: tingkah laku paus ketika bernapas.
5. Pembuatan kultur jaringan dilakukan dengan membuat medium kaya nutrisi bagi tumbuhan dan menanam jaringan tumbuhan pada medium tersebut. Pembuatan dan penanaman jaringan pada proses kultur jaringan harus dibuat secara aseptik atau suci hama.
7. Energi alternatif yang dapat digunakan, diantaranya energi dari pembangkit listrik tenaga surya, nuklir, panas bumi, angin, batubara, dan sebagainya.
9. 660 volt. Dari data soal, belum dapat ditentukan efisiensinya karena tidak diketahui daya masukan dan daya keluarannya.

Daftar Istilah

- Adaptor** : alat listrik yang dapat mengubah arus listrik AC menjadi arus listrik DC.
- Alal** : bentuk lain dari gen untuk sifat yang berlawanan.
- Amperemeter** : alat ukur kuat arus listrik.
- Arus bolak-balik (AC)** : arus listrik yang besar dan arahnya selalu berubah-ubah.
- Arus induksi elektromagnetik** : arus listrik yang dihasilkan dari proses induksi magnetik.
- Arus listrik** : aliran muatan listrik yang bergerak dari kutub positif menuju kutub negatif.
- Arus searah (DC)** : arus listrik yang besar dan arahnya selalu sama.
- Atmosfer** : lapisan udara yang menyelimuti permukaan bumi.
- Bahan diamagnetik** : bahan-bahan yang tidak ditarik oleh magnet, bahkan sedikit ditolak.
- Bahan ferromagnetik** : bahan-bahan yang ditarik sangat kuat oleh magnet.
- Bahan paramagnetik** : bahan-bahan yang ditarik lemah oleh magnet.
- Basicmeter** : alat ukur listrik yang dapat digunakan untuk mengukur kuat arus listrik dan tegangan listrik.
- Benda magnetik** : benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet.
- Benda netral** : benda yang memiliki muatan listrik positif dan muatan listrik negatif dalam jumlah yang sama.
- Big bang** : peristiwa ledakan besar yang mengawali lahirnya alam semesta.
- Bintang** : benda langit yang dapat mengeluarkan cahaya sendiri.
- Bioteknologi** : semua aplikasi teknologi yang menggunakan sistem biologi, makhluk hidup, atau turunannya untuk membuat atau mengubah produk atau proses tertentu.
- Catu daya** : sumber tegangan listrik.
- Daya listrik** : usaha yang dapat dilakukan suatu alat listrik tiap satuan waktu.
- Deklinasi** : sudut yang dibentuk antara arah jarum jam kompas dan arah utara geografi Bumi.
- Dominan** : istilah yang digunakan untuk menjelaskan gen atau sifat yang mengalahkan ekspresi alelnya atau sifat resesif.
- Efisiensi transformator** : perbandingan antara daya keluaran dan daya masukan.
- Elektromagnetik** : pembuatan magnet dengan cara aliran listrik.
- Elektron** : partikel penyusun atom yang mengelilingi inti atom; bermuatan listrik negatif.
- Elektroskop** : alat yang dapat digunakan untuk mengetahui suatu benda bermuatan listrik atau tidak.
- Elemen volta** : sel elektrokimia yang dapat menghasilkan arus listrik.
- Ekskresi** : proses pengeluaran sampah metabolisme dari sel atau makhluk hidup.
- Energi** : kemampuan untuk melakukan usaha.
- Erosi** : terkikisnya batuan yang bisa disebabkan oleh air, angin, atau gletser.
- Fertilisasi** : peristiwa meleburnya gamet jantan (sperma) dan gamet betina (sel telur) membentuk zigot.
- Filamen** : kawat halus yang merupakan bagian utama lampu pijar.
- Fluks magnetik** : banyaknya medan magnet yang menembus suatu bidang.
- Freon** : salah satu jenis senyawa yang digunakan sebagai pendingin, cairan pencuci, dan pelarut cat.
- Galaksi** : sekumpulan besar bintang-bintang.
- Gaya Coulomb** : gaya yang terjadi sebagai akibat interaksi antara dua muatan listrik.
- Gaya magnet** : gaya yang timbul akibat penghantar berarus listrik yang diletakkan dalam medan magnet.

- Gen** : bagian DNA yang mengodekan sifat tertentu, sebagai unit dasar pewarisan sifat.
- Generator** : alat listrik yang dapat mengubah energi mekanik (gerak) menjadi listrik.
- Ggl induksi elektromagnetik** : beda potensial di antara ujung-ujung penghantar.
- Gravitasi** : gaya tarik.
- Heterozigot** : istilah yang digunakan untuk menjelaskan individu yang memiliki alel yang berbeda untuk sebuah sifat.
- Hidrosfer** : lapisan air pada permukaan bumi.
- Homozigot** : istilah yang digunakan untuk menjelaskan individu dengan dua alel yang sama untuk sebuah sifat.
- Hukum Ohm** : hukum yang menyatakan bahwa tegangan listrik V yang dihubungkan pada suatu alat listrik dengan hambatan R akan menghasilkan aliran listrik sebesar I ; $V = IR$
- Indra** : semua bagian tubuh yang dapat menerima rangsangan dari lingkungan sekitar.
- Induksi** : cara pembuatan magnet dengan cara menyentuh benda magnetik dengan magnet kuat.
- Induksi elektromagnetik** : gejala timbulnya arus listrik disebabkan perubahan fluks magnetik.
- Inklinasi** : sudut yang dibentuk oleh jarum kompas dengan arah mendatar.
- Inti atom** : penyusun atom yang terdiri atas proton dan neutron; sebagian besar massa atom terpusat pada inti atom.
- Kamuflase** : segala cara yang dilakukan makhluk hidup untuk tersamarkan dengan lingkungannya.
- Komet** : bintang berekor.
- Kompas** : alat penunjuk arah mata angin.
- Korsleting** : Hubungan singkat yang terjadi akibat sentuhan langsung antara kutub (+) dan kutub (-) sehingga timbul arus listrik yang terlalu besar.
- Kromosom** : struktur seperti benang yang terdapat dalam inti sel eukariot. Terlihat jelas sewaktu terjadi pembelahan mitosis dan meiosis. Merupakan struktur pembawa gen. Kromosom terdiri atas kromatin.
- Kuat arus listrik** : banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam satu detik.
- Kultur jaringan tumbuhan** : teknik yang digunakan untuk memperbanyak tumbuhan di bawah kondisi steril, terkadang menghasilkan tumbuhan yang mirip.
- KWhmeter** : alat ukur listrik untuk menghitung pemakaian energi listrik di rumah-rumah.
- Listrik dinamis** : konsep dalam fisika yang mempelajari tentang muatan-muatan listrik yang bergerak.
- Listrik statis** : gejala kelistrikan yang disebabkan interaksi antara dua benda yang saling digosokkan sehingga benda bermuatan listrik yang sifatnya tidak permanen.
- Lithosfer** : kerak bumi yang tersusun atas batuan.
- Magnet** : benda yang dapat menarik benda-benda magnetik.
- Medan magnet** : daerah di sekitar magnet yang masih terpengaruh oleh gaya magnet tersebut.
- Metabolisme** : semua proses kimia yang berguna menjaga struktur dan fungsi sebuah sel atau makhluk hidup.
- Mimikri** : adaptasi makhluk hidup dengan cara menyerupai makhluk hidup lainnya.
- Motor listrik** : alat yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak.
- Neutron** : partikel penyusun inti atom yang tidak bermuatan listrik.
- Oogenesis** : proses pembentukan sel telur.
- Orbit** : garis edar planet-planet dalam mengitari Matahari.
- Ozon** : gas O_3 yang terdapat di lapisan stratosfer yang dapat melindungi Bumi dari radiasi ultraviolet.

Perkembangbiakan vegetatif : reproduksi aseksual (tanpa peleburan sel-sel gamet) yang terjadi pada tumbuhan.

Planet : benda langit yang tidak mengeluarkan cahaya, memiliki ukuran tertentu, dan memiliki orbit sendiri dalam mengelilingi Matahari.

PLN : Perusahaan Listrik Negara.

Polinasi : peristiwa jatuhnya serbuk sari pada kepala putik.

Proton : partikel penyusun inti atom yang bermuatan listrik positif.

Reabsorpsi : pengeluaran kembali air dan zat yang masih berguna dari filtrat pada nefron ginjal.

Retina : lapisan tipis pada bagian belakang mata yang mengandung sel reseptor cahaya.

Resesif : istilah yang digunakan untuk menjelaskan gen atau sifat yang dikalahkan ekspresinya atau tersembunyi oleh gen dominan.

Revolusi : gerak beredar mengelilingi benda lain.

Rotasi : gerak berputar pada porosnya.

Satelit : benda langit yang beredar mengelilingi Matahari dan planet induknya.

Sakelar : alat pemutus dan penyalang arus listrik.

Seismograf : alat yang dapat mengukur kekuatan gempa bumi.

Sekering : alat listrik yang dapat memutus arus listrik secara otomatis.

Sekresi : pengeluaran molekul yang disintesis sel. Pada ginjal, merupakan pengeluaran zat sisa dari darah ke dalam filtrat pada saluran-saluran nefron.

Sinar ultra violet : sinar yang dipancarkan Matahari yang radiasinya berbahaya bagi tubuh manusia.

Spermatogenesis : proses pembentukan sel sperma.

Tata surya : susunan planet-planet yang mengitari Matahari sebagai pusat.

Tegangan listrik : beda potensial antara dua titik; sumber arus listrik.

Termometer : alat ukur suhu.

Transformator : alat listrik untuk mengubah tegangan listrik bolak-balik menjadi lebih besar atau lebih kecil.

Transformator ideal : transformator yang tidak kehilangan energi antara masukan dan keluarannya.

Urin : sampah sisa metabolisme cair yang disaring dari tubuh oleh ginjal.

Van de Graff : alat yang dapat menghasilkan tegangan sangat tinggi dengan cara listrik statis.

Voltmeter : alat ukur tegangan listrik.

Indeks

A

Adaptasi 60, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 68, 69, 70
Adaptasi Fisiologi 57, 58, 69, 70, 60
Adaptasi Morfologi 57, 69, 70, 60
Adaptasi Tingkah Laku 57, 68, 69, 70, 60
Agen 88
Akumulator 135, 137, 124–134, 131–134, 133–134,
134, 194–195
Akson 34, 13, 14, 4
Amoniak 13, 91, 94
Amperemeter 135, 138, 136–137, 137, 120–134, 121–
134, 125–134, 121, 134, 176–177, 183–184,
184, 184–195, 185–186, 183
Antibodi 96
Asteroid 201–229, 202–229, 208–229, 209–229, 210,
210–229, 230, 231–232, 232, 210
Atmosfer 231–232, 205–229, 207–229, 210–229, 213–
229, 214–229, 216–229, 222–229, 227–229,
210, 215, 227, 216, 250, 233, 235, 235–251,
239, 239–251, 248–251, 249, 249–251,
250–251, 251, 252, 253–254
Atom 105–111, 112, 105–111
Avometer 121–134

B

Baterai 135, 138, 137, 118–134, 119–134, 124–134,
126–134, 128–134, 129–134, 131–134,
132–134, 133–134, 119, 118, 121, 125, 132,
128, 126–127, 128, 130, 134, 131, 153, 180,
169, 172–173, 173, 174, 175, 194–195, 195
Batuan 127–134, 207–229, 217–229, 222–229,
226–229, 242, 235, 235–251, 238, 238–251,
239–251, 240–251, 241, 241–251, 242–251,
243–251, 244–251, 245–251, 246–251, 247–
251, 248, 248–251, 251, 252, 253–254, 254
Big Bang 230, 201–229

D

Daya Listrik 139, 151, 145–149, 191–195
Dendrit 34, 35
Diabetes 13, 9, 10, 12, 11, 96
Dialisis 10
Dihybrid 79, 80, 85, 81

E

Efektor 33, 35
Elektron 112, 114, 113–114, 105–111, 106–111,
108–111, 109–111, 110, 108, 138, 136–137,
117–134, 118–134, 119–134, 120–134,
126–134, 131–134, 132–134, 133–134, 117,
119, 131, 139, 141–149, 144–149, 157
Elektroskop 102, 109–111, 112, 109

Elemen Kering 135, 137, 124–134, 131–134, 132–134,
134, 157
Elemen Volta 135, 137, 124–134, 131–134, 134, 157
Energi Listrik 136–137, 137, 117–134, 120–134, 124–
134, 131–134, 133–134, 139, 141, 151, 153,
152–153, 153, 151, 153, 141–149, 142–149,
143–149, 144–149, 145–149, 146–149, 147–
149, 148–149, 149, 145, 150, 141, 143, 157,
158, 178, 177, 189–195, 191–195, 192–195,
194–195, 196, 198, 193

F

Fenotipe 75, 76, 77, 86, 81
Fluks Magnetik 182, 185–195, 197–198, 185

G

Galaksi 201, 201–229, 218–229, 230, 231–232, 219
Galaksi Bima Sakti 201–229, 218–229, 230, 201
Gaya Coulomb 107, 107–111, 108, 111, 101
Generator 101, 110–111, 111, 186–195
Generatif 77, 73, 75, 77
Genetika 73, 74
Ggl Induksi 184–195, 185–195, 186–195

H

Hidroponik 94, 99, 94
Hidrosfer 217–229, 233, 252, 235–251
Hukum Ohm 126–134, 142–149

I

Impuls 34, 33, 34, 37, 39, 40, 41, 45, 46, 50, 52
Induksi 112, 109–111, 178, 179–180, 180, 166–177,
168–177, 168, 160, 187, 181, 182, 183,
183–184, 183–195, 184–195, 185, 185–186,
185–195, 186, 186–195, 187, 187–195, 188–
195, 192–195, 193–195, 196, 197–198, 198
Induksi Elektromagnetik 181, 182, 183–195,
185–195, 187–195

Insulin 9, 96
Intermediet 71, 74

K

Kloning 99, 100, 96
Kuncup Pengecap 42
Komet 201–229, 208–229, 209–229, 210, 210–229,
230, 232, 210
Korslet 123–134
Kumparan 180, 173–177

L

Lilitan Primer 197–198, 198, 187–195
Lilitan Sekunder 187–195, 197–198, 198, 187–195
Listrik Bolak-Balik 180, 188, 192–195, 193–195, 195,

196, 197–198, 194–195
Listrik Dinamis 101, 135, 117–134
Listrik Searah 181, 194
Listrik Statis 101
Lithosfer 245, 233, 235, 235–251, 238, 238–251, 244,
244–251, 245–251, 252
Lokus 73, 81
Luteinizing Hormone 17, 29, 30, 18

M

Medan Magnet 178, 180, 179–180, 180, 165–177,
166–177, 169–177, 170–177, 171–177, 173–
177, 174–177, 175–177, 176–177, 177, 170,
172–173, 174, 175, 165, 175, 176, 181, 183,
196, 197–198, 183–195, 184–195, 185–195,
186–195, 188–195, 192–195, 193–195, 182,
231–232
Meiosis 54, 45
Membran Timpanum 20
Mesin Listrik 103
Meteorit 230, 232, 201–229, 210–229, 222–229, 210,
253–254
Mineral 242, 235, 238, 242, 243, 246, 253
Monohibrid 32, 33

N

Nefron 2, 5
Neutron 105–111, 112, 113–114
Nodus Ranvier 34, 53, 49

O

Olfaktori 43, 44
Otak 6, 33, 36, 37, 50, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 46, 49, 50,
52, 53, 54
Ovulasi 21, 22, 23, 29, 30, 23

P

Progesteron 16, 24, 30
Proton 112, 102

R

Refleks 39
Rekayasa Genetika 85, 82, 84, 83, 82, 90, 95, 96, 97, 96
Retina 47, 51, 48
Revolusi 203–229, 216, 219–229, 220, 221, 227, 230,
231–232, 232, 220
Rotasi 203–229, 211, 218–229, 220, 223–229, 230,
231–232, 232, 220

S

Sakelar 117, 135, 136–137, 118–134, 119–134,
122–134, 123–134, 119, 118, 121, 122, 123,
134, 172–173, 175
Satelit 229, 200, 207–229, 208–229, 227, 227–229,
228–229, 229, 230, 232
Sekresi 55, 61, 62
Seleksi Alam 46, 44, 35, 39
Semisirkularis 49, 32, 33
Sensoris 35, 38, 40, 38
Sinapsis 32, 37

T

Tata Surya 199, 201–229, 230, 200
Tegangan 111, 115, 135
Transformator *Step Down* 188–195, 196, 190–195
Transformator *Step Up* 188–195, 196, 186

U

Urea 2, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 9

V

Van de Graff 101, 110–111, 111, 112, 102
Variasi 69, 61, 85, 141
Vegetatif 64, 67, 68, 69, 70, 56
Voltmeter 138, 136–137, 137, 125–134, 125, 134,
176–177, 187–188, 188
Vulkanisme 244–251, 252, 234

Daftar Pustaka

- Aburiyati (Ed.). 2006. *Seri Pustaka Sains: Tubuh Kita*. Bandung: Pakar Raya.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. 2006. *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran IPA untuk SMP/MTs*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Brum, Gill., etail. 1994. *Biology: Exploring Life*. New York: John Willey & Sons Inc.
- Campbell, N.A., etail., 2006. *Biology: Concept & Connections*. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company.
- Charman, Andrew dan Lilian Wright. 1993. *First Starts. Fire, Hearing*. London: Watts Books.
- Gamin, Linda. 1996. *Jendela Iptek: Evolusi*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Giancoli, Douglas C. 2002. *Physics for Scientists and Engineers*. USA: Prentice Hall International.
- Haliday D, R. Robert, J. Walker. 2001. *Fundamental of Physics, Sixth Edition*. USA: John Willey and Sons Inc.
- Hewwit, Paul G. 1998. *Conceptual Physics, 8th Edition*. USA: Addison Wealey Publishing Company Inc.
- Hopson, J.L. dan N.K. Wessels. 1990. *Essentials of Biology*. New York: McGraw-Hill Publishing.
- Levine, J.S dan K.R. Miler. 1991. *Biology: Discovering Life*. Toronto: D.C. Heath.
- Parker, Stere. 1997. *Jendela Iptek: Tubuh Manusia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Pollock, Steve. 1997. *Jendela Iptek: Ekologi*. Jakarta: Balai pustaka.
- Redaksi Ensiklopedi Indonesia. 1996. *Ensiklopedi Indonesia Seri Geografi*. Jakarta: PT Ichtiar Baru Van Hoeve.
- Rigg, Jonathan. 1996. *Indonesia Heritage*. Singapore: Groiler Internasional.
- Starr, C. 1991. *Biology: The Unity and Diversity of Life*. California: Wadsworth Publishing. Edition. USA: Addison-Wesley.
- Surdijani, D. 2008. *Persiapan Ujian Nasional: Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/ Mts*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Tanpa nama. 1994. *Ilmu Pengetahuan Populer*. Jakarta: Intermasa.
- Taylor, Charles dan Stephen Pople. 1995. *The Oxford Chlidren's Book of Science*. Oxford: Oxford University Press.
- Tim Studi Guru SLTP. 2001. *Edisi 10 Tahun Persiapan Menghadapi Ebtanas SLTP 2002*. Bandung: Pustaka Setia.
- Tim Kingfisher. 1997. *Science Encyclopledia*. London: Kingfisher.
- William, Gareth. 2002. *Biology for You*. Cheltenham: Nelson Thomas Ltd.
- William, T. K. dan James. L. G. 1986. *Biologycal Science*. London: W. W Norton and Company Ltd.

ISBN 978-979-068-112-5

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008 tanggal 7 November 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp14.851,-